Null-Emissions-Gemeinden

HOCHSCHULE TRIER
Umwelt-Campus Birkenfeld
Umwelt macht Karriere.

IfaS Institut für angewandtes Stoffstrommanagement

Schlussbericht zum Verbundforschungsvorhaben

Null-Emissions-Gemeinden

als strategische Zielsetzung für eine nachhaltige Landnutzung

FKZ: 033L006A

Berichtszeitraum: 01.06.2011 – 31.05.2016

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung

FONA Forschung für nachhaltige Entwicklungen BMBF

NACHHALTIGES LANDMANAGEMENT

Dezember 2016

Das diesem Vorhaben zugrundliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unter dem Förderkennzeichen 033L006A gefördert.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den jeweiligen Autoren.

Redaktion

IfaS Institut für angewandtes Stoffstrommanagement

Marco Angilella

Michael Müller

Steffen Schwan

Eike Zender

Verbundkoordination

Hochschule Trier

Umwelt-Campus Birkenfeld

Institut für angewandtes Stoffstrommanagement – IfaS

Postfach 1380

55761 Birkenfeld

Wissenschaftliche Leitung

Prof. Dr. Peter Heck (IfaS)

Verbundpartner:

HS Trier, UCB, Institut für Softwaresysteme (ISS)

HS Trier, UCB, Zentrum für Umweltkommunikation am Umwelt-Campus (ZUKUC)

Verbandsgemeinde Rockenhausen

Verbandsgemeinde Sprendlingen-Gensingen

palaterra Betriebs- und Beteiligungs mbH

Institut für ZukunftsEnergieSysteme gGmbH

Peschla + Rochmes GmbH

Inhaltsverzeichnis

I. KURZDARSTELLUNG DES VERBUNDFORSCHUNGSPROJEKTES „NULL-EMISSIONS-GEMEINDEN“ 1

I.1 AUFGABENSTELLUNG ... 1

I.2 VORAUSSETZUNG, UNTER DENEN DAS VORHABEN DURCHGEFÜHRT WURDE ... 2

I.3 PLANUNG UND ABLAUF DES VORHABENS ... 5

I.4 WISSENSCHAFTLICHER UND TECHNISCHER STAND, AN DEN ANGEKNÜPFT WURDE ... 7

I.4.1 Null-Emission ... 7

I.4.2 Wasserwirtschaft ... 8

I.4.3 Sekundärrohstoffe ... 9

I.4.4 Energie ... 10

I.4.5 Kulturlandschaftsmanagement ... 11

I.4.6 Rechtliche Rahmenbedingungen ... 14

I.5 ZUSAMMENARBEIT MIT ANDEREN STELLEN ... 15

II. EINGEHENDE DARSTELLUNG DES VERBUNDFORSCHUNGSPROJEKTES „NULL-EMISSIONS-GEMEINDEN“ ... 17

II.1 ERGEBNISSE DES VERBUNDFORSCHUNGSPROJEKTES „NULL-EMISSIONS-GEMEINDEN“ ... 17

II.1.1 Einleitung ... 17

II.1.2 Beschreibung der Modellkommunen ... 18

II.1.2.1 VG Sprendlingen-Gensingen ... 18

II.1.2.2 VG Rockenhausen ... 18

II.1.3 Definition des Null-Emissions-Leitbilds ... 19

II.1.4 Definition der Null-Emissions-Ziele ... 21

II.1.5 SSM-Analyse ... 22

II.1.5.1 Methodik ... 22

II.1.5.2 Ergebnisse im Handlungsfeld „Wasser“ ... 29

II.1.5.3 Ergebnisse im Handlungsfeld „Sekundärrohstoffe“ ... 61

II.1.5.4 Ergebnisse im Handlungsfeld „Energie“ ... 84

II.1.5.5 Ergebnisse im Handlungsfeld „Kulturlandschaftsmanagement“ ... 106

II.1.6 Projektentwicklung: Auswahl und Umsetzung geeigneter Maßnahmen ... 126

II.1.6.1 Methodik ... 126

II.1.6.2 Formulierung von Maßnahmen zur Zielerreichung ... 134

II.1.6.3 Forschungserkenntnisse aus der Projektentwicklung ... 137

II.1.6.4 Ergebnisse im Handlungsfeld „Wasser“ ... 138

II.1.6.5 Ergebnisse im Handlungsfeld „Sekundärrohstoffe“ ... 159

II.1.6.6 Ergebnisse im Handlungsfeld „Energie“ ... 180
II.1.6.7 Ergebnisse im Handlungsfeld „Kulturlandschaft“ ... 194
II.1.7 Projektcontrolling: Aufstellung des Null-Emissions-Szenarios ... 209
II.1.7.1 Methodik ... 210
II.1.7.2 Forschungserkenntnisse aus dem Projektcontrolling ... 212
II.1.7.3 Ergebnisse im Handlungsfeld „Wasser“ ... 214
II.1.7.4 Ergebnisse im Handlungsfeld „Sekundärrohstoffe“ ... 219
II.1.7.5 Ergebnisse im Handlungsfeld „Energie“ ... 232
II.1.7.6 Ergebnisse im Handlungsfeld „Kulturlandschaftsmanagement“ ... 260
II.1.8 Next-Practice-Projekte zur Zielerreichung „Null-Emission“ ... 264
II.1.8.1 Null-Emissions Wohngebiet in Gensingen ... 264
II.1.8.2 Organischer Sorptions-Filter ... 279
II.1.8.3 Effiziente Landnutzung im Vogelschutzgebiet Ober-Hilbersheimer Plateau ... 283
II.1.8.4 Vom Wertstoffhof zum Ressourcenzentrum ... 288
II.1.8.5 Integriertes Energie- und Landnutzungskonzept Bisterschied ... 306
II.1.8.6 Energieautarke Kläranlage Rockenhausen ... 322
II.1.9 Weitere praxisorientierte Ergebnisse zur Zielerreichung „Null-Emission“ ... 338
II.1.9.1 Solarkataster ... 338
II.1.9.2 Wärmebedarfskataster ... 342
II.1.9.3 Prozesslandkarte ... 344
II.1.9.4 Beratungsflyer „Heizung zu alt, was tun?“ - Ein Ratgeber mit Heizungskostenvergleich für Sanierung im Bestand ... 345
II.1.10 Kommunikation und Partizipation ... 346
II.1.10.1 Allgemeine Beschreibung der Zielgemeinden ... 349
II.1.10.2 Analyse der regionalen Medien- und Bildungslandschaften ... 351
II.1.10.3 Akteursanalyse ... 355
II.1.10.4 Ergebnis der Ist-Analyse und weiteres Vorgehen ... 357
II.1.10.5 Bürgerpartizipation ... 358
II.1.10.6 Ergebnisausblick zu Kommunikation und Partizipation ... 365
II.1.11 Rechtliche Rahmenbedingungen ... 366
II.1.11.1 Rechtsfragen eines dezentralen Stoffstrommanagement- und Abwasserkonzepts in der VG Rockenhausen – Rechtsfragen zur Wiederverwendung und Verwertung von Abwasser und seiner Rückführung in den Stoffkreislauf ... 367
II.1.11.2 Rechtsfragen des Anschluss- und Benutzungszwangs (ABZ) für eine kommunale Fern- & Nahwärmeversorgung und für die Anbindung an eine Brauchwasserleitung ... 370
II.1.11.3 Bauplanungs- und grundstücksrechtliche Fragestellungen innerhalb der Projektplanung „Null-Emissions-Wohngebiet“ Gensingen ... 375
II.1.11.4 Nutzung von Wärmepumpen und Einsatz von Contracting-Instrumenten ... 381

II.1.11.5 Kreislaufwirtschafts- und genossenschaftsrechtliche Fragestellungen innerhalb der Projektplanung „Null-Emissions-Wohngebiet“ 383
II.1.11.6 Rechtsfragen zur Co-Vergärung von Bio-Abfällen in kommunalen Kläranlagen..... 388
II.1.11.7 Der Beitrag umwelt- und klimaschützender Beschaffung auf dem Weg zur „Null-Emissions-Gemeinde“. 397
II.1.12 Gesamtfazit zum Forschungsvorhaben „NEG“ 398
II.2 POSITIONEN DES ZAHLENMÄßIGEN NACHWEISES 404
II.3 NOTWENDIGKEIT UND ANGEMESSENHEIT DER GELEISTETEN ARBEIT 405
II.4 NUTZEN UND VERWERTBARKEIT DES ERGEBNISSES IM SINNE DES FORTGESCHRIEBENEN VERWERTUNGSPLANS 405
II.4.1 Wirtschaftliche Erfolge 405
II.4.2 Wissenschaftliche Erfolge 406
II.4.3 Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit 406
II.5 FORTSCHRITT AUF DEM GEBIET DES VORHABENS BEI ANDEREN STELLEN 407
II.6 ERFOLGTE ODER GEPLANTE VERÖFFENTLICHUNGEN DES ERGEBNISSES 407
QUELLENVERZEICHNIS 411
ANHANG 1: PROZESSLANDKARTE 419

I. Kurzdarstellung des Verbundforschungsprojektes „Null-Emissions-Gemeinden“

I.1 Aufgabenstellung

Das Verbundforschungsvorhaben „Null-Emissions-Gemeinden als strategische Zielsetzung für eine nachhaltige Landnutzung“ (NEG) steht im Kontext sich verstärkender Wechselwirkungen zwischen natürlichen und sozio-ökonomischen Systemen und deren spürbaren Auswirkungen in unseren Kulturlandschaften. Besonders deutlich wird dies in der Landnutzung, welche als unmittelbare Schnittstelle von zunehmend konkurrierenden Nutzungsansprüchen und Folgewirkungen unmittelbar betroffen ist. Dabei spiegeln sich in der Landnutzung nicht nur lokale/regionale und bundesweite Rahmenbedingungen wieder, sondern zunehmend auch globale Auswirkungen und Abhängigkeiten, wie z. B. die internationalen Rohstoffmärkte und deren Koppelung – fossile Energieträger mit landwirtschaftlichen Rohstoffen – oder der Klimawandel.

Gleichzeitig wirken sich strukturelle, allen voran wirtschaftliche und demografische Veränderungen auf Regionen bzw. Kommunen aus und stellen diese vor neue Herausforderungen. Davon ist insbesondere die Landnutzung betroffen, zentral bei der Betrachtung einer effizienten Gestaltung zukünftiger Stoff- und Energieströme zur nachhaltigen Versorgung der Bevölkerung mit Lebensmitteln, Energie und weiteren Rohstoffen für eine stoffliche Veredelung in Gewerbe und Industrie.

Die Landnutzung bildet somit eine entscheidende Schnittstelle zwischen Naturhaushalt einerseits und Wirtschafts- und Kulturtätigkeit des Menschen andererseits.

Im Spannungsfeld zwischen Nahrungsmittelproduktion, Energieversorgung, urbanem Lebensraum und ökosystemaren Dienstleistungen bedürfen v. a. Regionen im Stadt-Umland-Gefüge eines konsequenten Umdenkens und Handelns. Bislang erscheinen gerade solche Regionen aufgrund vielfältiger segregierter Zuständigkeiten und Tätigkeitsfelder als eher chaotisch organisierte oder bewirtschaftete Systeme mit großen ungenutzten Potenzialen. Die Nichtnutzung oder suboptimale Nutzung der regionalen Potenziale führt zu unnötigen CO_2-Emissionen und weiteren Umweltbelastungen, Flächenverlusten, geringerer Wirtschaftskraft und geringerer Innovation.

Nachhaltiges Landmanagement stellt vor diesem Hintergrund eine notwendige Maßnahme dar, um zukunftsfähige Räume zu schaffen. Räume, die in effizienter Weise ihren eigenen Bedürfnissen sowie derer angrenzender urbaner Räume gerecht werden und in denen globalen Herausforderungen durch lokales Handeln begegnet wird.

Vor dem dargestellten Hintergrund und damit einhergehender Handlungserfordernisse, untersucht das Forschungsvorhaben NEG signifikante Stoffflüsse und Managementsysteme (zentral Wasser-, Sekundärrohstoff-, Energie- und Kulturlandschaftsmanagement) und deren Wechselwirkung hinsichtlich der Landnutzung und damit verbundener Umweltwirkungen innerhalb von zwei ausgewählten Regionen.

Zentrales Ziel dabei ist, die grundlegende Reorganisation und systematische Innovation der Bewirtschaftung der Stoff- und Energiesysteme von zwei typischen kommunalen Gebietskörperschaften in Rheinland-Pfalz; einer Bewirtschaftung, die sich – ausgehend von bestehenden, regional differenzier-

ten naturräumlichen Gegebenheiten und vorhandener Nutzungsstrukturen – zum Ziel setzt, möglichst emissionsfrei und ressourcenschonend zu sein.

Um dies zu ermöglichen, wird die am Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) entwickelte Strategie der „Null-Emissions-Gemeinde“ zugrunde gelegt und zu einem integrativen, holistischen Ansatz für ein nachhaltiges Landmanagement weiterentwickelt. Das Entwicklungsziel „Null Emission“ folgt dabei der Herausforderung zur Vermeidung schädlicher, durch den Menschen hervorgerufener Emissionen (insbesondere CO_2-Emissionen als bewertbare Ausgangsgröße) bei gleichzeitiger Verbesserung der gesamten regionalen Prozesse, insbesondere der zentralen Daseinsvorsorge als Aufgabe der Kommunen, z. B. im Bereich derzeitiger Ver- und Entsorgung (Wasser, Abwasser, Abfall, Energie, Lebensmittel etc.). Im Zuge dieses systemischen Ansatzes werden alle relevanten lokalen Ressourcen, Stoffströme und Akteure innerhalb des abgegrenzten Systems (kommunaler Ebene) sowie in dem sie umgebenden Gefüge (Stadt-Umland-Beziehung) einbezogen.

Die detaillierte Betrachtung von Stoff- und Energieströmen in den Handlungsfeldern Wasser, Sekundärrohstoffe, Energie und Kulturlandschaftsmanagement sowie deren Zusammenwirken und den begleitenden rechtlichen und planerischen Rahmenbedingungen wird das Forschungsprojekt NEG eine umfangreiche Wissens- und Entscheidungsgrundlage im kommunalen Ressourcenmanagement und dem damit verbundenen Landnutzungsmanagement schaffen. Für die betrachteten Modellgemeinden werden Werkzeuge, konkrete Handlungsstrategien und innovative Projektbeispiele erarbeitet, welche durch andere Kommunen und Regionen zur Einführung von Null-Emissions-Strategien mit dem Ziel eines nachhaltigen Landmanagements übernommen werden können. Damit wird eine direkte Nachahmung in der Praxis ausgelöst.

Als Modellgemeinden dienen die rheinland-pfälzischen Verbandsgemeinden (VG) Rockenhausen (Donnersbergkreis) und Sprendlingen-Gensingen (Landkreis Mainz-Bingen). Beide Kommunen stehen im direkten Gegensatz zueinander. Die VG Sprendlingen-Gensingen gilt als Ballungsraum im Speckgürtel der Landeshauptstadt Mainz. Im Gegensatz dazu, ist die VG Rockenhausen eher als strukturschwache Region zu bezeichnen geprägt durch den demografischen Wandel.

I.2 Voraussetzung, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das Vorhaben NEG wurde durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen der Fördermaßnahme „Nachhaltiges Landmanagement“ gefördert. Die Projektlaufzeit betrug fünf Jahre, mit Vorhabenbeginn am 01.06.2011 und Projektende am 31.05.2016.

Zur Durchführung und Bearbeitung des Forschungsprojektes und der sich hieraus ergebenden fachübergreifenden Fragestellungen bedarf es einer inter- und transdisziplinären Verbundpartnerstruktur. Nur durch die aktive Einbindung von Praxispartnern (Kommune, Planer, Landwirte etc.) in das Vorhaben können praxistaugliche Lösungsansätze und Maßnahmen erarbeitet und in eine reale Umsetzung überführt werden. Hierdurch wird auch der gegenseitige Transfer zwischen Wissenschaft und Praxis sichergestellt.

Die Verbundpartnerstruktur des Forschungsprojektes NEG setzt sich aus wissenschaftlichen Institutionen, Unternehmen der Privatwirtschaft (Fachplaner) und öffentlicher Einrichtungen (zwei Modellkommunen) diverser Fachrichtungen zusammen. Darüber hinaus wurden im Laufe des Vorhabens weitere Praxispartner (Landwirte etc.) innerhalb der Modellregionen als aktive Anwender eingebunden.

Das Vorhaben ist in sieben Teilprojekte gegliedert, ein Teilprojekt zur Organisation und Koordination des Verbundforschungsvorhabens und sechs fachspezifische Teilprojekte. Jedes Teilprojekt steht in direkter fachlicher Beziehung zueinander, sodass nach jeder sektoralen Untersuchung ein Austausch respektive eine Verknüpfung (Verschneidung) mit anderen Teilprojekten erfolgt. Das Teilprojekt „Null-Emission" nimmt dabei eine Schlüsselrolle ein. Alle erzielten Erkenntnisse und Ergebnisse aus den handlungsspezifischen Teilprojekten („Wasser", Sekundärrohstoffe", „Energie" und „Kulturlandschaftsmanagement") münden in das Teilprojekt „Null-Emission". Im Teilprojekte „Null-Emission" werden die erarbeiteten Ergebnisse zu einer ganzheitlichen Strategie und Lösungsansätzen verknüpft.

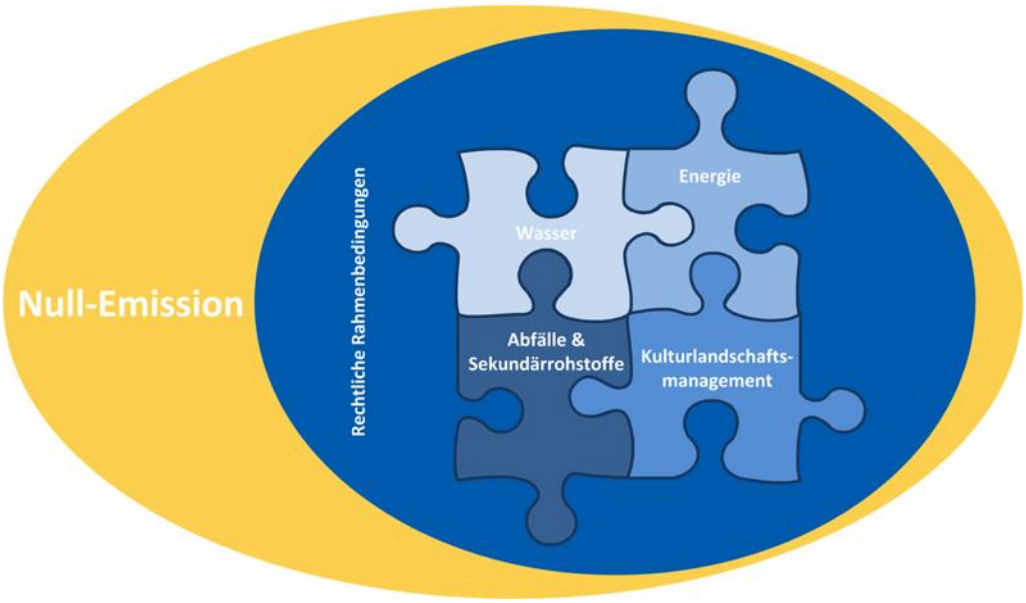


Abbildung 1: Projektstruktur NEG – zu bearbeiten mit Angaben des Teilprojekts und Projektkoordination
Quelle: Eigene Darstellung

Jedes Teilprojekt wird durch einen der Verbundpartner geleitet. Die inhaltliche Bearbeitung der Teilprojekte erfolgt durch die leitende Institution selbst, der Zuarbeit und Unterstützung der Verbundpartner oder durch Einbindung von Unterauftragnehmern.

Tabelle 1: Verbundpartnerstruktur
Quelle: Eigene Darstellung

Teilprojekte	Projektleitung	Projektpartner	Unterauftragnehmer
TP 1 Verbundkoordination	HS Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld, Institut für angewandtes Stoffstrommanagement – IfaS	HS Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld, Zentrum Umweltkommunikation am Umwelt-Campus – ZUKUC	
TP 2 Null-Emission	HS Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld, Institut für angewandtes Stoffstrommanagement – IfaS	HS Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld, Institut für Softwaresysteme – ISS	
TP 3 Wasser und Abwasser	palaterra Betriebs- und Beteiligungsgesellschaft mbH	RLP AgroScience GmbH	RLP AgroScience GmbH
TP 4 Sekundärrohstoffe	Institut für Zukunftsenergiesysteme - IZES gGmbH		
TP 5 Energie	Peschla + Rochmes GmbH	HS Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld, Institut für angewandtes Stoffstrommanagement – IfaS	
TP 6 Kulturlandschaftsmanagement	HS Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld, Institut für angewandtes Stoffstrommanagement – IfaS		Universität Bonn Landwirtschaftliche Fakultät; Bürogemeinschaft für Naturschutz und Landschaftsökologie BNL
TP 7 Rechtliche Rahmenbedingungen	VG Rockenhausen VG Sprendlingen-Gensingen		Prof. Dr. Stephan Tomerius

Im Rahmen des Vorhabens sind weitere externe Experten und Praxispartner für eine tiefergehende Bearbeitung und Betrachtung einzelner Arbeitspakete sowie als aktive Anwender der entwickelten Lösungsansätze miteinbezogen worden.

Tabelle 2: Aktive Praxispartner und externe Experten im NEG
Quelle: Eigene Darstellung

Praxispartner und externe Experten	Tätigkeit
Hofgut Geil	**TP 6:** Versuchsfläche zum Einsatz von Biokohlesubstraten im Weinbau
igr AG	**TP 2:** Null-Emissions-Wohngebiet Gensingen, Erstellung B-Plan
Landwirtschaftsbetriebe Otto und Jochen Bauer	**TP 6:** Versuchsbetrieb Kurzumtriebsplantage
Notariat Gau-Algesheim	**TP 2:** Null-Emissions-Wohngebiet Gensingen, Erarbeitung eines Erbbaupachtvertrages
Ortsgemeinderat Bisterschied	**TP 5 und TP 6:** Umsetzung der Konzepte zu "Integriertes Energie- und Landnutzungskonzept Bisterschied"
Ortsgemeinderat Gensingen	**TP 2:** Umsetzung der Konzepte zu "Null-Emissions-Wohngebiet Gensingen"
Prof. Dr. Dirk Löhr	**TP 2:** Null-Emissions-Wohngebiet Gensingen, Erbbaupachtmodell als Instrument für ein kommunales Flächenmanagement
Transferstelle Bingen (TSB)	**TP 2:** Null-Emissions-Wohngebiet Gensingen, Konzept für ein virtuelles Kraftwerk im Neubaugebiet
VG-Werke Rockenhausen	**TP 2:** "Energieautarke Kläranlage" Rockenhausen, Untersuchung der Potenziale zur Co-Vergärung auf der KA Rockenhausen **TP 3:** Umsetzung des "Höfe-Konzeptes" zur Wiedernutzung von gereinigtem Abwasser zur Bewässerung von Energieholz-Plantagen **TP 5:** Umsetzung der Konzepte zu "Integriertes Energie- und Landnutzungskonzept Bisterschied"
VG-Werke Sprendlingen-Gensingen	**TP 3:** Einsatz der OSF-Technologie zur Aufbereitung von Trüb- und Zentratwasser sowie Weinbauabwässer Semi-Zentrale Aufbereitung von Grau- und Schwarzwasser mit "OASE21" für das Null-Emissions-Wohngebiet Gensingen
Weingut Wilhelm Laubenstein	**TP 3:** Einsatz der OSF-Technologie zur Aufbereitung von Weinbauabwasser

Um das Vorhaben aktiv auf der Verwaltungsebene der jeweiligen Zielregionen zu verankern, wurde in der jeweiligen Modellkommune ein „Landmanager“ (Projektbeauftragter) installiert. Zentrale Aufgabe der Landmanager bestand zum einen darin, die Schnittstelle zwischen den kommunalen Akteuren und den im Vorhaben agierenden Verbundpartnern zu bilden. Erzielte Ergebnisse bzw. aktuelle Projektschritte wurden durch die Landmanager in die kommunale Verwaltung weitergetragen. Hierdurch wurden die kommunalen Entscheidungsträger sowie politischen Gremien erfolgreich in das Vorhaben eingebunden werden.

Zum anderen unterstützten die Landmanager die Verbundpartner bei der Beschaffung relevanter Daten, welche im Zusammenhang mit der in den jeweiligen Teilprojekten zu bearbeitenden Arbeitspaketen relevant und im Zugriff der VG waren bzw. nur über diese bezogen werden konnten.

Im Verlauf des Forschungsprojekts wurde das Teilprojekt 3 von der areal GmbH auf die palaterra Betriebs- und Beteiligungsgesellschaft aus Gründen der Umstrukturierung übertragen. Zeitgleich mit der Übertragung wurden auch die projektbearbeitenden Mitarbeiter zur palaterra GmbH übernommen. So konnte ein reibungsloser Übergang gewährleistet und das Forschungsprojekt wie beantragt

durchgeführt werden. Die palaterra Betriebs- und Beteiligungsgesellschaft übernahm ab dem 1.10.2014 alle Rechte und Pflichten der areal GmbH bzgl. der Vorhabendurchführung zum Teilprojekt 3 „Wasser“. Für den weiteren Berichtsverlauf wird auf die Nennung der areal GmbH verzichtet. Ergebnisse aus dem Teilprojekt „Wasser“ werden gänzlich als Leistungen der palaterra GmbH dargestellt.

I.3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Zunächst wurde das Ziel der „Null-Emissions-Gemeinde“ für die beiden ausgewählten Verbandsgemeinden definiert und konkretisiert. Dieses Ziel gab im Hinblick auf „Null-Emission und nachhaltige Landnutzung“ eine Art „Soll Stellung“ für die zu untersuchenden Regionen vor, welche allen Teilprojekten als Orientierung diente.

Im Rahmen mehrerer Methoden-Workshops wurde diese mit den Teilprojektpartnern abgestimmt. Gleichzeitig erfolgte sukzessive eine methodische Abstimmung des nachfolgend in den Teilprojekten (insbesondere Teilprojekt 3 – Wasser, Teilprojekt 4 – Abfälle und Sekundärrohstoffe, Teilprojekt 5 – Energie und Teilprojekt 6 – Kulturlandschaftsmanagement) anzuwendenden Stoffstrommanagements. In diesem Zuge wurden die einzelnen Untersuchungsgegenstände (Stoff- und Energieströme) grundlegend definiert und mögliche Schnittstellen zwischen einzelnen Teilprojekten weiter konkretisiert. Gleichzeitig wurden Vorgaben und Hilfestellungen zur Schnittstellenbetrachtung und -gestaltung sowie zu Anforderungen an Teilergebnisse aus den sich anschließenden Stoffstromanalysen vermittelt.

Im Rahmen der anschließenden Stoffstromanalysen (s. II.1.5) wurden insbesondere eine Ist- und Potenzial-Analyse je Handlungsfeld durchgeführt. Die Ist-Analyse dient der Darstellung und Bewertung der Ausgangsbedingungen in den Verbandsgemeinden. In den jeweiligen Teilbereichen werden die gegenwärtigen Rahmenbedingungen und Stoffströme detailliert erhoben. Einhergehend mit diesen Betrachtungen wurden lokale und regionale Akteure identifiziert und in den Kommunikationsprozess eingebunden. Methodisch wurden zur Durchführung der Analysen insbesondere vorhandene Statistiken sowie Geodatenbanken herangezogen und ausgewertet, Fragebögen entwickelt und Interviews geführt sowie sonstige Untersuchungen vor Ort durchgeführt. Die individuellen Inhalte und Untersuchungsgegenstände dieser Ist-Analysen sind den Beschreibungen der jeweiligen Handlungsfelder zu entnehmen.

Die Potenzial-Analyse dient der Identifizierung und Bewertung vorhandener, bisher ineffizient oder nicht genutzter Ressourcen und entsprechender Optimierungspotenziale zu deren „Inwertsetzung“. Zudem werden Problemfelder, Restriktionen und Anforderungen herausgearbeitet. Die Bewertung der Potenziale erfolgt in den jeweiligen Handlungsfeldern anhand einer Szenarienbetrachtung. Unter Berücksichtigung allgemeiner Trendentwicklungen (z. B. Bevölkerungsentwicklung) in den beiden Verbandsgemeinden, werden aus den Teilprojekten heraus jeweils zwei Zukunftsszenarien für das Bezugsjahr 2020 entwickelt:

1. Ein „Referenzszenario (business as usual)“, welches eine Potenzialbetrachtung und -bewertung auf Basis weitestgehend unveränderter Rahmenbedingungen (z. B. administrativer, organisatorischer und rechtlicher Art) vorsieht.

2. Ein „Null-Emissions-Szenario“, welches sich frei von Restriktionen bewegt und unter Berücksichtigung einer durch logistische, technische und organisatorische Innovation ermöglichte maximale Ausnutzung von Potenzialen entwickelt wird.

Die individuellen Inhalte und Untersuchungsgegenstände dieser Potenzial-Analysen sind den Beschreibungen der jeweiligen Handlungsfelder zu entnehmen.

Die Einzelergebnisse der Ist- und Potenzialanalyse sind anschließend in einem GIS zusammengefasst worden, um einen Gesamtüberblick für die weiteren Planungsschritte vorliegen zu haben. Durch diese Zusammenführung der Teilergebnisse sollen insbesondere Schnittstellen, Nutzungskonflikte sowie mögliche Synergiepotenziale aufgezeigt bzw. konkretisiert werden.

Anschließend wurden Handlungsempfehlungen (s. II.1.6) und -optionen für jede VG identifiziert und beschrieben. Dadurch wird eine abgestimmte „Neuorientierung" des Systems in Richtung „Null-Emission und nachhaltige Landnutzung" ermöglicht. Auch die Zielvorgabe der Schaffung regionaler Wertschöpfungsnetze fand hierbei Berücksichtigung.

Parallel hierzu erfolgte die Aufstellung einer indikatorenbasierte Bewertungsmatrix, insbesondere zur ökologischen Wirkungsabschätzung der einzelnen Handlungsempfehlungen. Entsprechend der Gesamtausrichtung des Projekts (Null-Emission und Nachhaltige Landnutzung), wurden über festgelegte Indikatoren und deren verbal-argumentative bzw. soweit möglich quantitative Bewertungen u. a. der Beitrag zu Emissionsfreiheit, Ressourcenschonung und nachhaltigem Landmanagement bewertet.

Darauf aufbauend erfolgte die umfassende Formulierung der Szenarien (s. II.1.7) für die jeweiligen Verbandsgemeinden. Diese Strategien zeigen in beiden Verbandsgemeinden, wie eine schrittweise Umsetzung hin zu Null-Emissions-Gemeinden mit einer nachhaltigen Landnutzung stattfinden kann.

Diese Strategien wurden in mehreren „Strategien- und Projekt-Workshops" einerseits intern mit den Teilprojektpartnern abgestimmt (und nötigenfalls angepasst) und schließlich jeweils in den Verbandsgemeinden vorgestellt. Gleichzeitig wurden im Rahmen dieser Workshops identifizierte Handlungsempfehlungen konkretisiert und konkrete Projektansätze entwickelt. Bei der Entwicklung von Projektansätzen wurde auf eine weitgehende Ausschöpfung von Synergiepotenzialen geachtet. Diese integrativen Projekte werden bewusst als „Next-Practice-Projekte" bezeichnet, was verdeutlichen soll, dass mit diesen Projekten eine „neue Generation" des Zero-Emission-Ansatzes und des damit einhergehenden Stoffstrom- und Landnutzungsmanagements über den Stand der gängigen Praxis hinaus realisiert werden soll.

Die so identifizierten und entsprechend der Gesamtstrategie integrierten und aufeinander abgestimmten „Next-Practice-Projekte" (s. II.1.8) werden nachfolgend unter Einbindung aller Teilprojektpartner entwickelt und ihre Umsetzung vorbereitet. Neben logistischen und technologischen Innovationen sollen auch innovative Organisations-, Betreiber- und Finanzierungsmodelle betrachtet werden, welche die Umsetzung der Gesamtstrategie unterstützen und fördern. Soweit möglich wird angestrebt, bereits im Projektverlauf eine Umsetzung der Projekte zu initiieren.

Zur Beschreibung bzw. Bewertung der durch die Gesamtstrategie erzielbaren regionalen Wertschöpfung (insbesondere sozioökonomische Effekte) wurde ein entsprechendes Bewertungstool erarbeitet und im Austausch mit den jeweiligen Teilprojektpartnern angewandt. Diese Darstellung und Bewertung der regionalen Wertschöpfung wird schafft eine Argumentations- und Entscheidungsgrundlage zur Umsetzung von Strategien und Projekte.

Abschließend wurden die wesentlichen Ergebnisse pragmatisch aufbereitet und in einem Leitfaden Null-Emissions-Gemeinden „Auf dem Weg zur Null-Emissions-Kommune" zusammengestellt. Das Handbuch richtet sich an kommunale und regionale Entscheidungsträger sowie Multiplikatoren und kann unmittelbar zur Übertragung des Ansatzes auf andere Kommunen genutzt werden.

Begleitend zu den Arbeiten wurden rechtliche Rahmenbedingungen untersucht. (s. II.1.11)

I.4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Wissenschaftlich fundiert und methodisch ausgearbeitet ist der bisherige NEG-Ansatz des IfaS noch nicht. Es existieren eine ganze Reihe von unterschiedlichen Definitionen und Auslegungen für „Null-Emissionen". Dieses Forschungsprojekt dient der Erarbeitung einer eindeutigen und auf regionale Systeme zugeschnittenen Methodik, die inter- sowie transdisziplinär entwickelt und schließlich abgestimmt zusammengeführt wird. Hierzu wird der bisherige Ansatz, insbesondere in der Untersuchung und Behandlung von Wechselwirkungen zwischen einzelnen Stoff- und Energieströmen und der Landnutzung - und dies nicht allein im kommunalen, sondern auch im regionalen Zusammenhang - weiterentwickelt. Somit wird erstmals ein Null-Emissions-Ansatz erarbeitet, welcher einen Beitrag zur nachhaltigen Landnutzung in Stadt-Umland-Gefügen leistet. Eine Verknüpfung, wie sie in dieser Form bisher noch nicht stattgefunden hat.

I.4.1 Null-Emission

Der Ursprung des „Null-Emission"-Ansatzes führt zurück auf bereits existierende Managementsysteme wie EMAS, ISO 9000, TQM etc. Anfang der 80er Jahre wurde das Qualitätsmanagement mit dem Ziel „Zero Defects" als eine elementare Quelle für Wachstum und Profit in Japan weiterentwickelt. [WEBSITE NACHHALTIGKEIT]

Die Idee „Null Fehler" als Ziel eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses – insbesondere orientiert an wirtschaftlichen Prozessen – steht hier im Mittelpunkt. Auf diesem Gedanken basieren auch Null-Emissionen-Strategien. Die Grundlagen für die Umsetzung solcher Strategien sind durch verschiedene Autoren dokumentiert: McDonough und Braungart unterstreichen die Vorzüge einer Wirtschaft, die „von der Wiege bis zur Wiege" organisiert ist. [MCDONOUGH ET AL. 2002] Alles wird weiterverwertet, fehlgeleitete Ressourcen werden in Kreisläufe integriert. Aus allem werden „mehr Werte" generiert. Gunter Pauli formulierte die Idee einer emissionsfreien Wirtschaft, d. h. einer Wirtschaft der geschlossenen Produktionskreisläufe, ähnlich der natürlichen Stoffkreisläufe in unserem Ökosystem. In seinem Buch „UpCycling" beschreibt er den ZERI-Ansatz (Zero Emission Research Initiative, Pauli ist Gründer und Geschäftsführer) auf unternehmerischer Ebene, der an der Universität der Vereinten Nationen in Tokio entwickelt wurde als Fortsetzung des „erfolgreichen Qualitätsmanagements (Zero Defects), der absoluten Kundenorientierung (Zero Defections) und der lagerfreien (Zero Inventory) »Just-in-time«-Produktion". [PAULI 1999] Aus der ZERI-Initiative bildete sich das Zero Emissions Forum der United Nations University mit dem Ziel diesen Ansatz fortzuführen. [WEBSITE UNU]

Eine Sondierungsstudie zum Themenbereich „Null-Emissions-Stadt" wurde im Jahr 2002 durch das Institut für Wohnen und Umwelt GmbH (IWU) in Kooperation mit dem Zentrum für integrierte Verkehrssysteme (ZIV) vorgelegt. Ziel war es, die Tragfähigkeit einer möglichst emissionsfreien Stadt für innovative Handlungsmodelle forschungsstrategisch zu überprüfen. [DIEFENBACH ET AL. 2002]

Das Institut für angewandtes Stoffstrommanagement wendete das Konzept der „Zero-Emission-Villages" erstmals 2001 im Bereich von Kommunen an. [WEBSITE WEILERBACH]

Trotz verschiedener Forschungsinitiativen und Praxiskonzepte gibt es hinsichtlich des Null-Emissions-Ansatzes noch einige Defizite:

- Die für den kommunalen bzw. regionalen Betrachtungsraum bisher entwickelten Zero-Emission-Konzepte konzentrieren sich i. d. R. auf einzelne Aspekte des Stoff- bzw. vorrangig des Energiestrommanagements. Hierbei steht vorrangig die Betrachtung von CO_2-Emissionen im Vordergrund. Umfassendere Betrachtungen von Umwelteinwirkungen und insbesondere eine Berücksichtigung der Landnutzung finden nicht statt.
- Auch fehlt es bislang an einer wissenschaftlichen Fundierung und Ausarbeitung des ZEV-Ansatzes. Eine Lücke, welche das vorliegende Vorhaben schließen will. Instrumentell wird hierbei auf die Methodik der Stoffstromanalysen zurückgegriffen, welche bereits in der Vergangenheit häufig mit der Entwicklung und Umsetzung von Zero-Emission-Ansätzen in Verbindung gebracht wurde. Der kommunale/regionale Einsatz des Stoffstrommanagements mit Bezug zu Zero-Emission-Ansätzen wird v. a. im „Praxishandbuch Stoffstrommanagement“ [HECK ET AL. 2002] hergestellt.

Die dort beschriebenen Ansätze zur Analyse und Optimierung von Stoffströmen im Sinne der „Null-Emission“, werden im Rahmen dieses Vorhabens weiterentwickelt und durch indikatorenbasierte Bewertungsverfahren ergänzt. Vor diesem Hintergrund sollen zunächst geeignete Indikatoren zur Bewertung ökologischer, ökonomischer und sozialer Zusammenhänge und Schnittstellen identifiziert und bewertet werden. Anschließend sollen die Indikatoren auf die im Rahmen des Projekts entwickelten Handlungsfelder übertragen werden. Bei der Erarbeitung dieses methodischen Vorgehens (insbesondere der Bewertungsverfahren) findet eine Orientierung an existierenden, innovativen Verfahren, wie z. B. MIPS – Material-Input pro Serviceeinheit [SCHMIDT-BLEEK 1998], Ökobilanz [BIELETZKE 1998] bzw. ökologischer Fußabdruck [WUPPERTAL INSTITUT 2005] statt.

I.4.2 Wasserwirtschaft

Die Wasserwirtschaft in Deutschland ist aus heutiger Sicht nur eingeschränkt nachhaltig. Zwar hat sich der Zustand der deutschen Gewässer seit der flächendeckenden Einführung von Kläranlagen wesentlich verbessert, die derzeitige Abwasserinfrastruktur ist jedoch nicht mehr zeitgemäß und birgt diverse Nachteile:

- Die zentralisierte Abwasserbehandlung ist unflexibel und schwer an neue Anforderungen und Gegebenheiten anzupassen (demographischer Wandel, Landflucht, Einführung neuer Technologien etc.). Etwa 97 % der deutschen Haushalte sind an ein überdimensioniertes Kanalnetz von ca. 562.000 km Länge angeschlossen (Stand: 2010). Dadurch entstehen immense Unterhaltungskosten für Wartung und Sanierung, die sich bei steigendem Alter der Kanäle naturgemäß noch erhöhen. Die anschließende technische und biologische Behandlung des Abwassers in Kläranlagen, sowie die Klärschlammentwässerung und -trocknung beanspruchen viel Energie. Wasser unterschiedlicher Qualität (z. B. Regenwasser und häusliches Abwasser) wird vermischt, was die Abwassermenge unnötig erhöht und damit auch erhöhte Kosten bei der Behandlung verursacht.
- Im Abwasser enthaltene Nährstoffe wie Phosphor und Stickstoff bleiben ungenutzt. Phosphor wird gefällt und verbleibt im anfallenden Klärschlamm. Stickstoff wird durch Denitrifikation in elementaren Stickstoff umgewandelt und an die Atmosphäre abgegeben. Beide Stoffe stehen somit nicht mehr als Pflanzennährstoffe der Landwirtschaft zur Verfügung. Gerade Phosphor stellt jedoch eine begrenzte Ressource dar, deren Erschöpfbarkeit absehbar ist. Der heutige Umgang mit diesen Nährstoffen ist daher eine Verschwendung wertvoller Ressourcen, zumal sich die Düngerpreise in den letzten bei-

den Jahren dynamisch entwickelt haben. Gleiches gilt für die Behandlung des Klärschlammes. Durch die Belastung mit Schwermetallen kann dieser immer seltener in der Landwirtschaft zur Düngung verwertet werden.

- Das gereinigte Wasser aus dem Kläranlagenablauf wird selten als Brauchwasser aufbereitet, sondern i. d. R. Gewässern zugeleitet. Da dieses Wasser noch Restkonzentrationen der Nährstoffe N und P enthält, können stoffbezogene Ziele der WRRL teilweise nicht eingehalten werden. Weiterhin hat das Ablaufwasser der Kläranlagen selbst im Winter noch eine Temperatur, die über der Gewässertemperatur liegt, was negative Folgen für die Tier- und Pflanzenwelt im Gewässer haben kann. Durch Einsatz von Wärmepumpen in Kläranlagen könnte die Temperatur gesenkt, und gleichzeitig bisher ungenutzte Energie gewonnen werden. Solche Anlagen sind jedoch bislang die Ausnahme.
- Ein ebenfalls nicht zu vernachlässigendes Problem sind Keime (Viren, Bakterien), hormonaktive Substanzen und Medikamentenrückstände, die sich mit heutigen Mitteln nicht vollständig aus dem Kläranlagenablauf entfernen lassen und die somit in die Gewässer gelangen.

Die genannten Probleme machen es erforderlich, die derzeitige Abwasserbehandlung zu hinterfragen und neue Strategien zu entwickeln. Abwasserteilströme sollen bereits an der Quelle der Entstehung getrennt abgeleitet, behandelt und wiederverwertet werden. Nährstoffe im Abwasser - wie Phosphor und Stickstoff aus dem Urin - oder Feststoffe (Fäzes) können zur Düngung oder Verwertung in einer Biogasanlage verwendet werden. Einen guten Überblick über den gegenwärtigen Stand der Technik bietet die Broschüre „Neuartige Sanitärsysteme“ (NASS) der Deutschen Vereinigung für Abwasser und Abfallwirtschaft (DWA). Durch konsequente Anwendung dieser Techniken kann ein großer Teil des Trinkwassers eingespart und wertvolle Ressourcen einer sinnvollen Nutzung zugeführt werden.

Ein weiterer Lösungsansatz kann durch die Nutzung der Terra Preta-Technologie in Verbindung mit dezentralisierter Abwasserbehandlung darstellen. Hierbei werden Feststoffe aus dem Abwasser in ein nährstoffreiches, Schwarzerde ähnliches Humussubstrat umgewandelt. Ressourcen aus dem Abwasser können somit landwirtschaftlich genutzt, und wertvolles Brauchwasser zur Bewässerung gewonnen werden. Diskontinuierliche Niederschläge und Vorsommer-Trockenheit infolge des Klimawandels werden die Nutzung von Brauch- und Regenwasser zukünftig auch wirtschaftlich attraktiv machen. Durch die voranschreitende Intensivierung der Landwirtschaft muss schon heute in erheblichem Maß Grundwasser gefördert und aufbereitet werden, was hohe Kosten verursacht.

I.4.3 Sekundärrohstoffe

Auf der Grundlage des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrWG-/AbfG) sowie der jeweiligen Landesabfallgesetze sind die landesspezifischen Abfallwirtschaftspläne sowie die Abfallwirtschaftskonzepte für öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger (i. d. R. Landkreise und Verbände) als Planungsinstrumente etabliert. Beide Instrumente sind stringent an den ordnungspolitischen Vorgaben ausgerichtet und bilden hinsichtlich ihrer methodischen Entwicklung einen abfallwirtschaftlichen "Mainstream" ab. Kommunale Spezifika und potenzielle Synergien im Sinne einer systematischen Betrachtung aller relevanten Stoffströme auf kommunaler Ebene werden i. d. R. ausblendet.

Die Abfallwirtschaftsplanung folgt demnach sowohl auf Länder- als auch auf regionaler Ebene mehr oder minder starren, pragmatischen Strukturen, die – auch wenn gemäß § 29 Abs. 7 KrWG-/AbfG die

Gemeinden oder deren Zusammenschlüsse sowie die Entsorgungsträger bereits bei der Aufstellung der Abfallwirtschaftspläne zu beteiligen sind – in erster Linie zuständigkeitsorientiert und bezüglich der Rangfolge der anwendbaren Verwertungs- und Entsorgungsverfahren eher kategorisch ausgestaltet sind. Darüber hinaus werden Abfälle, wie bspw. Verpackungsabfälle, die auf Haushaltsebene anfallen, durch nationale Gesetzgebung (hier Verpackungsverordnung) dem Zuständigkeitsbereich der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger bzw. den Kommunen entzogen. Integrierte systemische Betrachtungen lassen sich auf dieser Grundlage nur eingeschränkt durchführen. Das vorliegende Forschungsprojekt soll hier neue Ansätze und Möglichkeiten hinsichtlich der konzeptionellen Entwicklung kommunaler (Sekundär-) Ressourcen-Systeme herleiten.

Die dabei methodisch zugrunde gelegte Stoffstromanalyse / Stoffflussanalyse wurde bereits mehrfach bei Untersuchungen zum regionalen Stoffhaushalt [BACCINI ET AL. 1996] bzw. bei der Analyse von Reststoff-Prozessketten [Fritsche et al. 2004] angewandt. Eine integrierte Betrachtung auf kommunaler Ebene unter Berücksichtigung von Klimaschutzeffekten, Aspekten der Ressourcenschonung sowie Einflüssen auf die regionale Wertschöpfung ist jedoch bislang nicht bekannt.

Weiterhin wurde in den letzten Jahren eine Vielzahl an Untersuchungen zur Klimaschutzwirkung von abfallwirtschaftlichen Maßnahmen durchgeführt. Diese hatten allerdings in erster Linie einen nationalen / länderspezifischen Fokus[1], bzw. waren an einzelnen technischen Prozessketten (z. B. Bioabfallverwertung, Klärschlammentsorgung)[2] ausgerichtet. Auch hier fanden kommunalspezifische Untersuchungen mit einer hohen Auflösung nur eingeschränkt statt.

Hinsichtlich der "Ökologischen Ausgestaltung von kommunalen Abfallwirtschaftskonzepten" gibt Frank Ulrich Krüger in seiner Dissertation einige Hinweise, welche ansatzweise in das Forschungsprojekt einfließen und durch den zusätzlichen Aspekt der regionalen Wertschöpfung erweitert werden können [KRÜGER 2001]. Ebenso finden die Aussagen von Gunter Pauli zum Thema „UpCycling“ und Null-Abfall-Gesellschaft im Rahmen der Untersuchungen Berücksichtigung [PAULI 1999].

I.4.4 Energie

Die Techniken zur Nutzung regenerativer Energien (i. W. Photovoltaik, Solarthermie-Sonnenkollektoren mit Speicher und Wärmetauscher, Windkraftanlagen, Wasserkraftanlagen, Geothermieanlagen, Biogasanlagen, Biomasseheizanlagen, Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen) sind weitestgehend Stand der Technik. Zwar gibt es vereinzelt technische Optimierungsmöglichkeiten, dies ist jedoch nicht Gegenstand dieser Bearbeitung. Vielmehr greift das Projekt auf die Methodik des übergreifenden Stoffstrommanagements zurück mit dem Ziel einer sektorenübergreifenden Betrachtung aller Potenziale einer definierten Region. [HECK ET AL. 2002] Ein weiteres Kennzeichen des regionalen Stoffstrommanagements ist die Gegenüberstellung der lokalen Potenziale / Ressourcen und dem vorliegenden (Energie-)Bedarf.

Hinsichtlich der Potenzialanalysen gibt es für einzelne Techniken bereits verschiedene Datengrundlagen und Vorgehensweisen. Zu nennen sind hier u. a. der Potenzialatlas „Erneuerbare Energien 2020“ [AEE 2010] oder die Studie „Räumlich differenzierte Flächenpotenziale für erneuerbare Energien in Deutschland“. [BMVI 2015] Auf der regionalen oder kommunalen Ebene sind diese Methoden jedoch

[1] [FRITSCHE ET.AL. 2004]; [IFEU ET AL. 2005]; [GEWITRA 2008]

[2] [VOGT ET AL. 2002]; [FEHRENBACH 2004]; [SOYEZ 2004]

hinsichtlich ihrer Datenqualität häufig mit Problemen behaftet und müssen daher den lokalen Rahmenbedingungen angepasst werden. Im Fokus des vorliegenden Projektes stehen die Optimierung des Solarkatasters hin zu einer gebäudescharfen, quantitativen Ermittlung des Solarpotenzials sowie die detaillierte Erfassung des Gebäudeenergiebedarfs auf verschiedenen Ebenen (Quartier, Gemeinde und VG).

I.4.5 Kulturlandschaftsmanagement

In diesem Vorhaben werden zwei sehr verschiedene Regionen in Rheinland-Pfalz – Mittelgebirgslage und Flachland – in den Mittelpunkt der Entwicklung eines effizienten Kulturlandschaftsmanagements als Teil eines umfassenden Stoffstrommanagements gestellt. Dies geschieht gezielt vor dem Hintergrund des prognostizierten Klimawandels und der damit einhergehenden Herausforderungen, wie einer verstärkten Frühjahrs- und Sommertrockenheit, steigenden Winterniederschlägen oder einer Abnahme der Frosttage. [FLESSA 2009]; [BOLTE ET AL. 2009]

Die Landnutzung – als Gegenstand des Kulturlandschaftsmanagements – ist einerseits von den Folgen des Klimawandels stark betroffen und trägt andererseits in erheblichem Maße zum Klimawandel bei. So werden der Landwirtschaft 14 % der nationalen Klimagasemissionen zugeschrieben. [FLESSA 2009] Zugleich soll und kann der Einsatz von Biomasse aus der Landbewirtschaftung einen großen Beitrag zur Erreichung der notwenigen und z. T. (bundes-) politisch verankerten Klimaschutzziele leisten. [NITSCH 2008]; [BMELV ET AL. 2009]. Dabei kommt es ganz entscheidend auf die Effizienz der genutzten Bioenergiepfade an. Verschiedene aktuelle Gutachten stellen v. a. die Verwertung von Reststoffen und den Anbau von Dauerkulturen als Rohstoffquellen für eine dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung als einen gangbaren, nachhaltigen Weg für die Entwicklung der Biomassenutzung dar.[3]

Neben der Erzeugung von Nahrungsmitteln, Rohstoffen und der Klimaschutzfunktion existieren auch noch weitere vielfältige Ansprüche an die Kulturlandschaft. Abbildung 2 zeigt die Hauptakteure in der Kulturlandschaft, die verschiedenen von der Gesellschaft nachgefragten Funktionen (linke Seite) und die rechtlichen Grundlagen (Basis) in Form von Gesetzen sowie Förderprogrammen. Dabei fällt auf, dass die Hauptnutzer in dieser Landschaft – die Land- und Forstwirte – die einflussreichsten Gestalter der Kulturlandschaftsentwicklung sind. Aber es fällt auch auf, dass die Regelungsdichte und Zuständigkeiten in unserer Landschaft beachtlich und für den Einzelnen kaum noch überschaubar sind.

[3] [SRU 2007]; [SRU 2008]; [WBA 2007]; [Nitsch 2008]; [WBGU 2009]

Abbildung 2: Kulturlandschaft quer denken
Quelle: © IfaS

Einer weitgehenden Segregation verschiedener Nutzungen – hier Ressourcenschutz, dort intensive Landwirtschaft – steht zunehmend die Forderung nach Multifunktionalität der Landschaft gegenüber. Dies macht auch insbesondere Sinn bei der Betrachtung des volkswirtschaftlichen Nutzens einzelner Steuerungsinstrumentarien, denn eine „staatlich" verursachte Fehlallokation von öffentlichen Mitteln bis hin zu regional stark verzerrten Märkten, führt zwangsläufig zu regionalen Fehlsteuerungen und damit zu unerwünschten Entwicklungen.

Daher gilt es, Schnittmengen zu identifizieren, die eine Diversifizierung der Flächennutzung ermöglichen, sodass ein gesellschaftlicher Mehrwert entsteht. Einen wichtigen Beitrag hierzu können Mehrnutzungskonzepte leisten (Abbildung 3), die auf derselben Fläche verschiedene Nutzungsziele umsetzen. [WAGENER ET AL. 2008] Als Beispiel hierfür können u. a. Leistungen für den Klimaschutz durch Kohlenstoff-Sequestrierung in Landbausystemen angesehen werden.

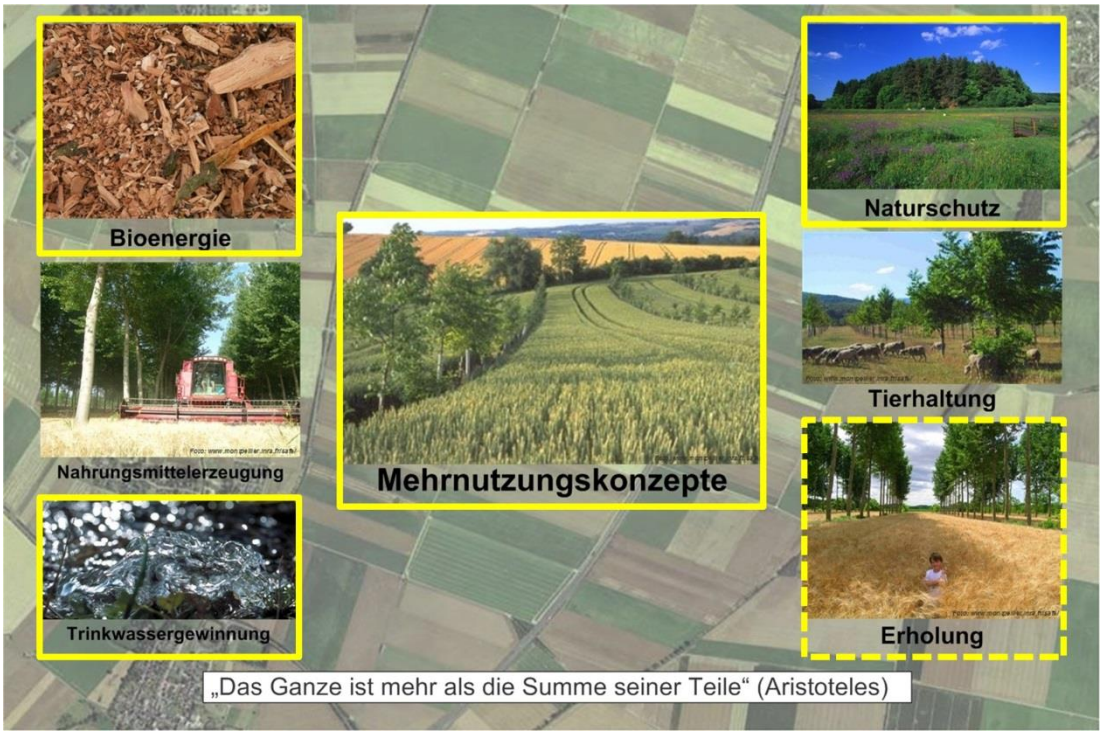


Abbildung 3: Mehrnutzungskonzepte integrieren mehrere Nutzungsziele auf derselben Fläche
Quelle: © IfaS

Landnutzungsstrategien weiten den Blick von der Betrachtung einzelner Schläge/Maßnahmen und Betriebe hin zu einer umfassenden Strategie für einen ganzen Landschaftsraum. Sie können gezielt weitere Anforderungen z. B. aus dem Gewässerschutz oder dem Tourismus integrieren und in den Prozess der Umsetzung führen – so verändern sich Landschaften durch regionale und nicht mehr nur überwiegend durch internationale Marktentwicklungen (z. B. Leitmarkt Rohöl).

Die ganzheitliche Herangehensweise in diesem Forschungsprojekt wird durch ein angewandtes, regionales Stoffstrommanagement erreicht. [HECK ET AL. 2002] Das Kulturlandschaftsmanagement - als ein speziell auf die Landnutzung (und Landschaftspflege) ausgerichteter Teil des Stoffstrommanagements – umfasst u. a. eine effektive Akteursvernetzung, die Herausarbeitung regionaler Handlungsoptionen, die Verbindung von Quellen und Senken innerhalb nachhaltiger Systemgrenzen und die Bereitstellung von ökonomischen Werkzeugen für die Umsetzung. Die konkrete Erarbeitung dieses Kulturlandschaftsmanagements ist ein zentrales Ziel dieses Forschungsprojektes.

Kommunen können mit neuen nachhaltigen Wärme- und Energiesystemen erste erfolgreiche Schritte unternehmen und damit wichtige Demonstrationsvorhaben initiieren (z. B. Holzhackschnitzelheizungen). Damit wird den interessierten Biomasseproduzenten eine Investitionssicherheit gegeben, die wiederum als Sicherheit gegenüber Banken hilft, Geldmittel regional zu erschließen. So entstehen regionale Innovationen und Investitionen, die den Ausbau der Landnutzungsstrategie durch angewandtes Stoffstrommanagement fördern (Abbildung 4).

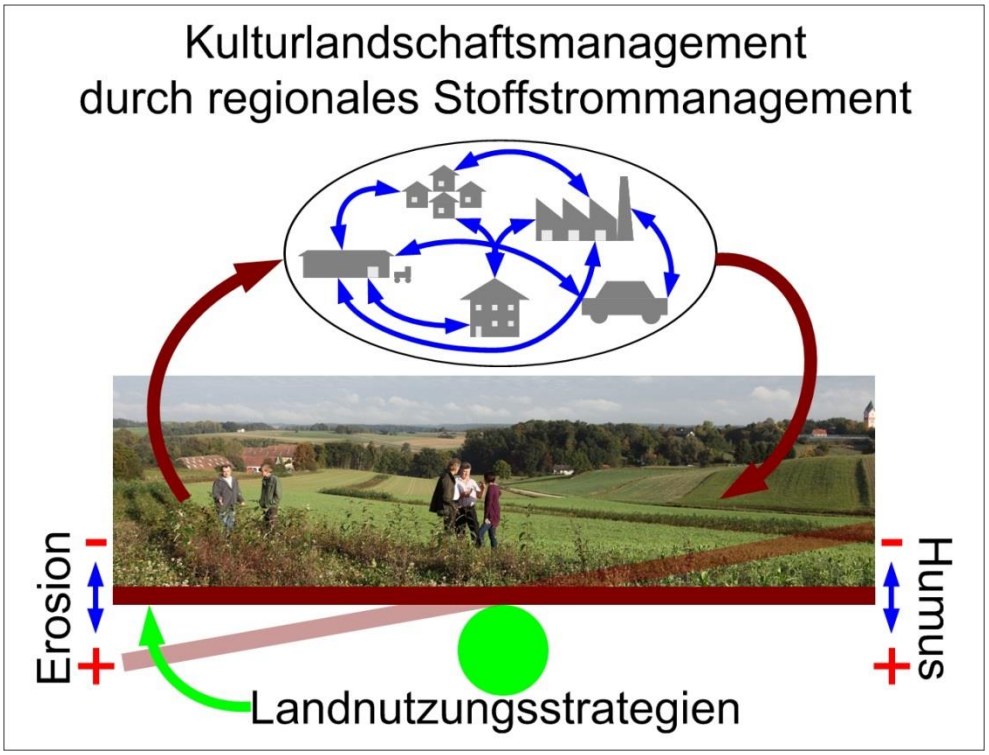


Abbildung 4: Der Aufbau nachhaltiger und regional verankerter Landnutzungsstrategien schafft eine „neue" Balance im Raum und ermöglicht ein effizientes Kulturlandschaftsmanagement
Quelle: © IfaS

Die Kulturlandschaft der Zukunft muss verschiedene Nutzungen und Ansprüche in der Fläche integrieren und die Wertschöpfung durch regionales Kreislaufwirtschaften erhöhen. Die nachhaltige Nutzung der Kulturlandschaft wird – wo dies noch nicht ausreichend geschehen ist – ein wesentlicher Bestandteil der regionalen Identität. So wird ein Paradigmenwechsel im Umgang mit der Landschaft zunehmend Bestandteil nachhaltigen Wirtschaftens: von der Pflege zur nachhaltigen Nutzung. [HECK ET AL. 2007]; [WAGENER 2009]; [WAGENER 2011]

I.4.6 Rechtliche Rahmenbedingungen

Der Begriff „Null-Emission" spielt in der rechtswissenschaftlichen Literatur keine Rolle. Jedoch gibt es einige wenige Publikationen in umweltrechtlichen Zeitschriften zu den rechtlichen Rahmenbedingungen für ein kommunales oder auch regionales Stoffstrommanagement.

Bei Durchsicht dieser Publikationen zeigt sich auch, dass der Begriff des SSM in recht unterschiedlicher Weise verwendet und interpretiert wird. Die ersichtlich spärlichen Publikationen greifen den Begriff des SSM entweder im Zusammenhang mit dem Stoffrecht im weiteren Sinne auf – hierbei insbesondere mit Bezügen zum Gefahrstoffrecht und zur Produktverantwortung. Oder aber – und das ist der weitaus häufigere Fall - das SSM wird mit engerem fachlichem Bezug in den Kontext der Weiterentwicklung der Kreislauf- und Abfallwirtschaft gestellt. So weist der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) im Kapitel „Abfallwirtschaft" seines Umweltgutachtens 2008 auf die Bedeutung des Umgangs mit „Stoffströmen" für den notwendigen Übergang von der klassischen Abfallentsorgung hin zu einer neu ausgerichteten Ressourcen- und Produktpolitik hin [SRU 2008].

Eine Untersuchung der rechtlichen Rahmenbedingungen für ein kommunales oder auch regionales SSM, das den strategischen Aufbau eines integrativen regionalen Ressourcenmanagements auf der

Grundlage der in den Kommunen verfügbaren Wertstoffe verfolgt - einschließlich der hiermit verbundenen Chancen flächenbezogener ökonomischer Wertschöpfung - steht noch aus.

Allerdings ist die rechtliche Analyse in dem oben beschriebenen strategischen Sinn der kommunalen oder auch regionalen Ressourcenschonung nicht Gegenstand des Forschungsprojektes. Vielmehr wurden im Rahmen des vorliegenden Projektes die rechtlichen Rahmenbedingungen anhand konkreter fachlicher Probleme analysiert, mit denen die Modellkommunen Sprendlingen-Gensingen und Rockenhausen bei ihren Next-Practice-Projekten konfrontiert wurden. Ziel war es die rechtlichen Hemmnisse und Ansatzmöglichkeiten aufzuzeigen und taugliche Lösungswege für die vorgefundenen Problemstellungen in der kommunalen Praxis aufzuzeigen.

I.5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Begleitforschung

Die wissenschaftliche Begleitforschung des Nachhaltigen Landmanagement Modul B, vertreten durch das ZALF, wurde während des Projektes mehrfach eingebunden. Zu betonen sind hier insbesondere die Teilnahmen des ZALF an den jährlich stattfindenden Klausurtagungen des Verbundvorhabens sowie die Unterstützung bei den beiden Abschlussveranstaltungen in den Verbandsgemeinden. Zudem besuchten wissenschaftliche Mitarbeiter des Projektes diverse Veranstaltungen der Begleitforschung.

Bereich Wasser

Zentrale Ansprechpartner im Rahmen der Stoffstromanalyse und bei der Erstellung des Next-Practice-Projektes „Organischer Sorptions-Filter im Weinbau“ waren in den Verbandsgemeinden jeweils die Technische Leitung der Werke sowie die Bürgermeister. Mit diesen erfolgten in mehreren Gesprächen (gemeinsame Besprechungstermine oder Einzelgespräche vor-Ort bzw. telefonisch) insbesondere ein Austausch zu den Datenverfügbarkeiten, möglichen Entwicklungsperspektiven und inhaltlichen Fragestellungen der Maßnahmenentwicklung. Begleitet und koordiniert wurde dieser Kommunikationsprozess durch die Landmanager aus den beiden Verbandsgemeinden.

Darüber hinaus erfolgten fallspezifisch einzelne Gespräche mit zahlreichen weiteren Akteuren aus dem Themenfeld. Insbesondere zu betonen sind hier lokale Multiplikatoren (Landwirte), lokale Planungsbüros und Firmen, Untere Genehmigungsbehörden der Wasserwirtschaft sowie die Oberen Genehmigungsbehörden (Ministerien).

Bereich Sekundärrohstoffe

Aufgrund des fehlenden Zuständigkeitsbereiches des Abfallsektors auf der VG-Ebene erfolgte eine Zusammenarbeit mit anderen Stellen hier insbesondere auf der übergeordneten Ebene. Zu nennen sind hier auf Landkreisebene die Untere Abfallbehörde sowie die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger. Mit diesen Stellen erfolgte primär ein Austausch im Kontext mit der Stoffstromanalyse.

Eine Zusammenarbeit erfolgte zudem mit der Landesebene. Dies betraf insbesondere Fragestellung bei der Aufstellung des Next-Practice-Projektes „Null-Emissions-Wohngebiet“ sowie die Erstellung der Szenarien. Zentrale Ansprechpartner waren hier das Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung (als Oberste Abfallbehörde), die Sonderabfall-Management-Gesellschaft Rheinland-Pfalz (SAM), das Landesamt für Umwelt (als Fachbehörde, Kompetenzzentrum für Stoff-

strommanagement) sowie die Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd (Obere Abfall- und Bodenschutzbehörde).

Bereich Energie

Im Energiesektor erfolgte eine Zusammenarbeit mit anderen Stellen im Wesentlichen im Rahmen der Maßnahmenentwicklung bzw. Erstellung der Next-Practice-Projekte. Hier erfolgten Abstimmungen mit den VG-Werken sowie den Entscheidungsträgern aus der Ortsgemeinde (vgl. NPP Bisterschied). Im Rahmen der Potenzialermittlung und Energiebilanzierung wurden lediglich die benötigten Daten bei den Energieversorgern abgefragt, sofern diese nicht über die VG zur Verfügung gestellt werden konnten.

Kulturlandschaft

Im Themenfeld der Land- und Forstwirtschaft wurden alle Fachbehörden der Land- und Forstwirtschaft (Landesministerium für Landwirtschaft, Bauern- und Winzerverband RLP Süd, Landwirtschaftskammer RLP, Projektgesellschaft Landesgartenschau Rheinland-Pfalz mbH, DLR RNH & Eifel Abt. Landnutzung, Wasserwirtschaftsberatung, Flurbereinigung, Landesforsten RLP, FAWF Trippstadt) und alle Ortsvorsitzende des Bauernverbandes kontaktiert und auf das Projekt, dessen Inhalte und Schnittstellen hingewiesen. Im Zuge einer direkten Ansprache und Aktivierung wurden mehrere Werkstattgespräche geführt und Fragebögen für eine Vertiefung möglicher Ansatzpunkte an interessierte Landwirte und Fachbehörden weitergeleitet. Nach Auswertung aller Informationen wurden in den beiden Gemeinden mit den interessierten landwirtschaftlichen Betriebsleitern und Gemeindevertretern weitere Werkstattgespräche geführt (insgesamt 63 Betriebe). Einzelne Exkursionen zu landbaulichen und technischen Fragestellungen wurden aus der Interessentengruppe genannt und nachfolgend umgesetzt.

Das Vorgehen im Themenfeld Naturschutz wurde in gleicher Weise wie die Landwirtschaft bearbeitet. Hier wurden an Fachbehörden die Unteren Naturschutzbehörden der Landkreise, das zuständige Landesministerium für Naturschutz und die jeweiligen Biotopbetreuer und FUL-Berater sowie die Naturschutzverbände adressiert.

II. Eingehende Darstellung des Verbundforschungsprojektes „Null-Emissions-Gemeinden“

II.1 Ergebnisse des Verbundforschungsprojektes „Null-Emissions-Gemeinden“

II.1.1 Einleitung

Autoren: Michael Müller, Eike Zender

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Verbundforschungsarbeiten zusammenfassend dargestellt. Dies erfolgt entlang des methodischen Ablaufs bei der Anwendung des Null-Emissions-Managements, dessen Ausarbeitungsergebnisse im Rahmen des Projektes zu Beginn der jeweiligen Kapitel erörtert werden. Anschließend erfolgt je Handlungsfeld (Wasser, Sekundärrohstoffe, Energie, Kulturlandschaft) eine Aufführung der dazugehörigen Praxisergebnisse am Beispiel der beiden Untersuchungsregionen VG Sprendlingen-Gensingen und VG Rockenhausen. Die vier gewählten Handlungsfelder stellen die strategischen Schwerpunkte des Gesamtprozesses dar. Die handlungsfeldspezifischen Einzelstrategien werden jeweils zu Beginn der Ergebnisdarstellung zu den einzelnen Handlungsfeldern ab Kapitel II.1.5.2 und im Leitfaden „Auf dem Weg zur Null-Emissions-Kommune“ abgebildet.

Weitere Detailergebnisse aus dem Projekt, insbesondere weitere Praxiserkenntnisse aus den jeweiligen Handlungsfeldern, werden auf der Projekthomepage als Download zur Verfügung gestellt. [WEBSITE NEG]

Zu Beginn der Implementierung eines kommunalen „Null-Emissions-Managements“ (d. h., wenn die Entscheidung gefasst wurde, „Null-Emission“ in die kommunalen Gestaltungsprozesse zu überführen) ist es zudem noch erforderlich, ein neues Akteurs- und Organisationsmanagement einzuführen.

Das Akteursmanagement umfasst die Einbindung fachlich relevanter Mitarbeiter der Verwaltung, externer Akteure mit entsprechendem fachlichem Bezug sowie abschließend auch die Öffentlichkeit (zielgruppenorientiert, aufgabenbezogen und vernetzend).

Ein Organisationsmanagement zielt auf die Optimierung der für die Umsetzung der „Null-Emissions-Strategie“ relevanten Stellen bzw. Abteilungen innerhalb der öffentlichen Verwaltung, ab. Durch die Optimierung werden Hindernisse erfolgreicher Projektarbeit überwunden und Abläufe effektiver und effizienter gestaltet. Mit dem Prozess der Reorganisation internen Handelns sowie der vernetzenden Arbeitsweise mit externen Projektbearbeitern kann erst nach der Legitimierung durch einen Ratsbeschluss begonnen werden.

Die wissenschaftliche Untersuchung dieser beiden Prozessschritte war nicht Bestandteil der Projektzielsetzung. Da diese jedoch von grundsätzlicher zentraler Bedeutung für den Beginn eines kommunalen „Null-Emissions-Managements“ sind, wurde hierauf im Leitfaden „Auf dem Weg zur Null-Emissions-Kommune“ genauer eingegangen.

Im vorliegenden Projekt wurde dieser Schritt ersetzt durch die Einstellung einer sog. „Landmanager-Stelle“ in den beiden Untersuchungsregionen. Hierdurch konnte von Beginn an und im weiteren Projektverlauf kontinuierlich ein direkter Kontakt zu der kommunalen Praxis hergestellt werden. Sie

übernahmen insbesondere die Koordination und Moderation des „Null-Emissions-Prozesses“ in der Gemeinde, eine Organisation von (Bürger-) /Beteiligungsprozessen und waren Ansprechpartner für die wissenschaftliche Seite.

II.1.2 Beschreibung der Modellkommunen

Autoren: Michael Müller, Eike Zender

Die Modellkommunen bilden zwei Spannungspole kommunaler Entwicklungen ab, so steht die VG Sprendlingen-Gensingen für das Beispiel Ballungsraum und die VG Rockenhausen für strukturschwache Regionen.

Im Gegensatz zu der strukturschwachen Abwanderungsregion Rockenhausen handelt es sich bei Sprendlingen-Gensingen um eine wirtschaftlich starke Zuzugsregion im „Speckgürtel“ der Landeshauptstadt Mainz und der Städte Ingelheim, Bingen und Bad Kreuznach. Die VG Sprendlingen-Gensingen vergrößert sich und erstarkt wirtschaftlich, während die Wertschöpfung durch die Landwirtschaft abnimmt u. a. aufgrund von Flächenverlusten durch Ausweitung der Siedlungs- und Verkehrsflächen.

II.1.2.1 VG Sprendlingen-Gensingen

Die aus 10 Ortsgemeinden bestehende VG Sprendlingen-Gensingen gilt als wirtschaftlich starke Zuzugsregion, liegt im Speckgürtel der Landeshauptstadt Mainz inmitten des Rhein-Nahe-Ballungsraums und gehört zum Landkreis Mainz-Bingen in Rheinhessen, Rheinland-Pfalz. In der VG lebten zum 31.12.2015 14.276 Einwohner auf rund 56 Quadratkilometern. Die Einwohnerdichte beträgt 255 Einwohner pro km². Landschaftlich ist die VG durch Flach- und Hügelgebiete geprägt, die vornehmlich für den Ackerbau und Weinbau genutzt werden. Des Weiteren wird Fläche zur Viehwirtschaft und als Dauergrünland verwendet. Die Flächennutzung der VG Sprendlingen-Gensingen teilt sich wie folgt auf:

Tabelle 3: Flächennutzung der VG Sprendlingen-Gensingen zum 31.12.2015
Quelle: Eigene Darstellung nach StaLa RLP 2016

Nutzungsart	Hektar	Anteil
Landwirtschaftsfläche	4.024	71,8%
Waldfläche	224	4,0%
Wasserfläche	56	1,0%
Siedlungs- und Verkehrsfläche	1.272	22,7%
Flächen anderer Nutzung	28	0,5%

II.1.2.2 VG Rockenhausen

Die VG Rockenhausen ist ein ländlich geprägtes Gebiet und gilt als strukturschwache und stark vom demografischen Wandel betroffene Mittelgebirgsregion im Donnersbergkreis, Nordpfälzer Bergland, in Rheinland-Pfalz. Das Zentrum der VG ist die Kleinstadt Rockenhausen, die von 40 Weilern umgeben wird. Die gesamte Fläche der aus insgesamt 19 eigenständigen Ortsgemeinden und der Stadt Rockenhausen bestehende VG erstreckt sich über rund 140 Quadratkilometer und ist mit 10.936 Einwohnern (Stand 31.12.2015) dünn besiedelt. Die Einwohnerdichte beträgt 78 Einwohner pro km². Im Verhältnis zu Sprendlingen-Gensingen also nur ein Drittel der dort vorhandenen Einwohnerdichte. Die Bevölkerung der VG Rockenhausen hat, mit einer Ausnahme im Jahr 2011, seit 2002 (12.143 Ein-

wohner) jährlich abgenommen. Eine sichtbare Folge der aktuellen Wirtschaftskrise infolge von Arbeitsplatzabbau im Mittelzentrum Rockenhausen.

Der Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche ist hoch und es herrschen eher ungünstige Bedingungen für die Landwirtschaft (trockene, nährstoffarme Böden, wenig Niederschlag).

Tabelle 4: Flächennutzung der VG Rockenhausen zum 31.12.2015
Quelle: Eigene Darstellung nach StaLa RLP 2016

Nutzungsart	Hektar	Anteil
Landwirtschaftsfläche	8.067	57,3%
Waldfläche	4.688	33,3%
Wasserfläche	56	0,4%
Siedlungs- und Verkehrsfläche	1.211	8,6%
Sonstige Flächen	42	0,3%

II.1.3 Definition des Null-Emissions-Leitbilds

Autoren: Michael Müller, Eike Zender

Im Rahmen des Vorhabens wurden das „Null-Emissions-Leitbild“ sowie damit in Verbindung stehende Ziele definiert. Grundlage zur Formulierung des Leitbildes „Null-Emission“ ist zunächst ein geändertes Begriffsverständnis. Emissionen werden – im Gegensatz zu dem allgemeinen Sprachgebrauch – innerhalb des Forschungsvorhabens weiter gefasst. Für das Leitbild werden Emissionen als alle freiwerdenden Stoff- oder Energieströme und deren ungenutzte oder unzureichend genutzte Potenziale verstanden. Auch Verluste eines räumlichen Systems u. a. in Form sinkender Wertschöpfungseffekte oder negativen Wanderungszahlen, negative Folgewirkungen durch Flächenversiegelung oder aufgrund von Fehlentscheidungen bei konkurrierenden Flächennutzungsansprüchen, aber auch Minderungen regionaler Lebensqualität, werden als Emissionen verstanden. Emissionen werden daher als jegliche „negative Effekte“ verstanden. Das Leitbild bezweckt demnach eine stetig gegen „Null“ strebende Verminderung dieser Negativeffekte innerhalb der administrativen Grenzen einer Kommune.

Durch die Anwendung eines auf dem Leitbild aufbauenden Optimierungsprozesses sollen generell Fehlentwicklungen hinsichtlich der eingesetzten Natur-, Finanz- und Humanressourcen innerhalb der Kommune erkannt und vermieden werden. Hierdurch werden sukzessive soziale, ökologische sowie ökonomische Mehrwerte auf Basis lokaler Potenziale geschaffen. Die Potenziale liegen bspw. in der Steigerung der Ressourceneffizienz, Nutzung regional verfügbarer erneuerbarer Energien, Schließung von Stoffkreisläufen sowie der Entwicklung eines nachhaltigen Lebensstils. Darüber hinaus ist es das Ziel, eine effizientere und auf die jeweilige Eignung des Bodens bzw. des Standortes abgestimmte Flächennutzung zu erreichen, um damit negativen Auswirkungen wie bspw. die Versiegelung hochwertiger Böden oder durch Bodenerosion verursachten Abtrag von humusreichem Oberboden (Nährstoffverlusten) entgegenzuwirken.

Das Stoffstrommanagement bildet hierbei das Werkzeug dieses „Null-Emissions-Managements“. Dabei erfolgt eine interdisziplinäre Betrachtung des Systems durch die Einbeziehung aller relevanten Stoff- und Energieströme innerhalb der Kommune. Im Rahmen des Projektes wurden aus dem Gesamtspektrum kommunaler Tätigkeitsfelder des Landmanagements einzelne wichtige Bereiche identifiziert, ausgegliedert und in Handlungsfelder überführt. Welche konkreten Handlungsfelder im Managementprozess Berücksichtigung finden, kann von Kommune zu Kommune variieren und ist maß-

geblich von den ortsspezifischen Rahmenbedingungen und Herausforderungen abhängig. Prinzipiell lassen sich jedoch alle für eine Kommune relevanten Tätigkeits- und Interessensfelder innerhalb des Managementprozesses abbilden und optimieren. Dies können die schon heute durch die Kommune beeinflussbaren bzw. freiwilligen Selbstverwaltungsaufgaben (u. a. Energie- und Wasserversorgung, Mobilität) oder die ohnehin durch die kommunale Selbstverwaltung definierten Aufgaben sein (u. a. Bauleitplanung, Siedlungswasserwirtschaft).

Nachstehend wird das im Rahmen des Verbundvorhabens definierte Leitbild dargestellt:

„Null-Emission" ist ein systemischer Managementprozess innerhalb eines regional sinnvoll abgrenzbaren Systems (bspw. einer Kommune). Durch das Management wird ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess eingeleitet (vergleichbar mit dem Null-Fehler-Management eines produzierenden Unternehmens). Dabei steht „Null-Emission" für einen ganzheitlichen Systemwechsel und für den Aufbau einer nachhaltigen Kommunal- bzw. Regionalentwicklung. „Null-Emission" eröffnet neue Möglichkeiten zur Entwicklung und praktischen Umsetzung einer klassischen, reaktiven Kommunalverwaltung hin zu einem proaktiven Kommunalmanagement. Jede Kommune hat dabei die Möglichkeit, im Rahmen ihrer spezifischen Potenziale einen „Null-Emission"-Zustand zu erreichen. Als wesentliches querschnittsorientiertes Instrument wird hierbei das regionale Stoffstrommanagement (SSM) eingesetzt. Unter SSM wird das zielorientierte, verantwortliche, ganzheitliche und effiziente Beeinflussen von Stoffsystemen (unter Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer und sozialer Zielvorgaben) verstanden. Es dient als zentrales Werkzeug zur Umsetzung von Null-Emissions-Strategien (Heck et al. 2002). Hierdurch werden Kommunen in die Lage versetzt, lokal vorhandene Potenziale zu lokalisieren und Prozesse zu optimieren, um somit schließlich regionale Mehrwerte zu erhalten oder neue zu schaffen. Wichtige Elemente auf dem Weg zur „Null-Emission" sind hierbei u. a.:

- ☑ eine **Nutzung erneuerbarer Energien**, insbesondere aus regionalen Quellen,
- ☑ eine konsequente **Optimierung von Effizienz und Suffizienz,**
- ☑ eine grundlegende **Reorganisation von Finanz-, Stoff- und Energieströmen**,
- ☑ eine vollständige **Schließung von Stoffkreisläufen** (regionale Kreislaufwirtschaft),
- ☑ eine **Initiierung regionaler Wertschöpfungsketten** zur Verbesserung der kommunalen Leistungsfähigkeit und damit der Lebensqualität.

Durch die Berücksichtigung bzw. Anwendung dieser Elemente werden Unwirtschaftlichkeiten von Natur-, Finanz- und Humanressourcen vermieden und die Umwelt entlastet. Letztlich werden langfristig gesellschaftlich, ökologisch und ökonomisch sinnvolle Maßnahmen zur bedarfsgerechten Erschließung der Potenziale identifiziert und zur Umsetzung gebracht. „Null-Emission" konkretisiert somit die vielfältigen Zielsetzungen einer nachhaltigen, lebenswerten und wirtschaftlichen Entwicklung auf kommunaler Ebene.

II.1.4 Definition der Null-Emissions-Ziele

Autoren: Michael Müller, Eike Zender

Bei den Zielen wird unterschieden zwischen Ober- und Unterzielen. Die Oberziele sind für die ausgewählten Handlungsfelder gleichermaßen gültig. Die Unterziele wurden jeweils spezifisch für die einzelnen Handlungsfelder aufgestellt.

Zur Präzisierung der strategischen Ausrichtung des Null-Emissions-Leidbildes bzw. der Handlungsfelder wurden Ober- und Unterziele formuliert, die die maßgeblichen Leitplanken für alle weiteren Schritte darstellen. Die übergeordnet formulierten Oberziele bilden einen Querschnitt ökonomischer, ökologischer und sozialer Belange und sind für alle ausgewählten Handlungsfelder gleichermaßen gültig. Die Unterziele spiegeln demgegenüber die jeweils spezifischen und eigenständigen Zielsetzungen der einzelnen Handlungsfelder wider.

Zu dem Leitbild „Null-Emission“ und den dazu strategisch ausgewählten Handlungsfeldern wurden drei Oberziele formuliert:

- Optimale Flächennutzung,
- Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen,
- Maximale regionale Wertschöpfungseffekte.

Ausführliche Erläuterungen zu den Oberzielen können dem Leitfaden „Auf dem Weg zur Null-Emissions-Kommune“ entnommen werden.

Um eine größtmögliche Praxisnähe zu gewährleisten, werden die formulierten Oberziele durch spezifische Unterziele für die jeweiligen Handlungsfelder konkretisiert. Während die Oberziele den Anspruch besitzen, den Gesamtprozess in Form ökonomischer, ökologischer und gesellschaftlicher Belange zu definieren, sind die Unterziele konkret umsetzungsorientierter Natur und bezwecken demnach jeweils die Inwertsetzung lokaler Potenziale durch die Umsetzung konkreter technischer, baulicher o. ä. Maßnahmen. Auf diese Weise wird ein ganzheitlicher Null-Emissions-Ansatz gewährleistet. Die spezifischen Unterziele werden nachfolgend für die Handlungsfelder separat dargestellt:

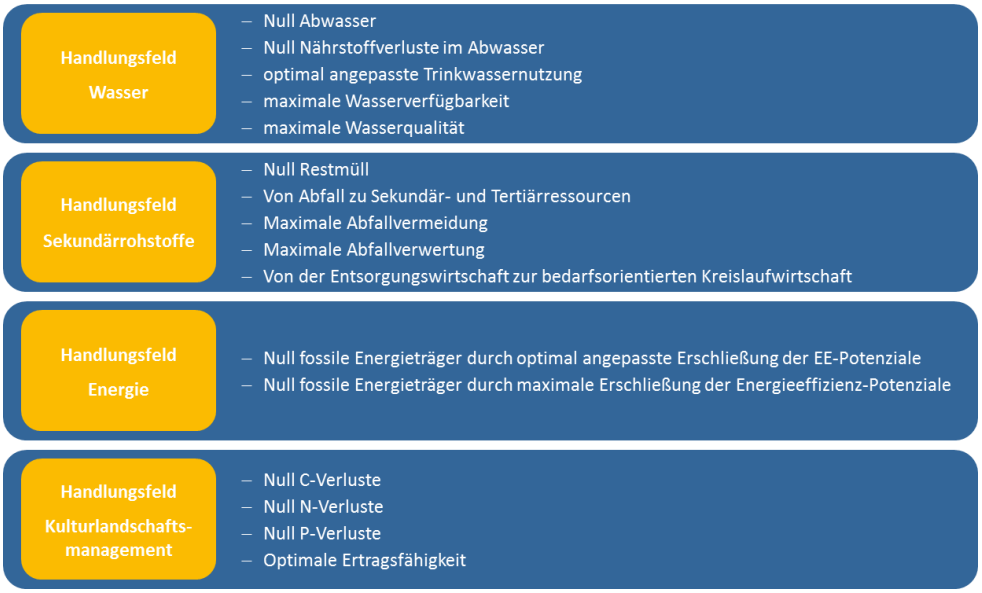


Abbildung 5: NE-Unterziele der jeweiligen Handlungsfelder
Quelle: Eigene Darstellung

Diese Ziele bilden somit eine erste Grundlage bei der folgenden Darstellung und Bewertung der Kommune hinsichtlich ihres gegenwärtigen Zustands. Das Wissen über den aktuellen Zustand ist damit auch Grundlage zur Identifikation von Handlungsbedarfen.

II.1.5 SSM-Analyse

Die für die Handlungsfelder durchgeführte Stoffstromanalyse bildet den zentralen Arbeitsschritt zur praktischen Umsetzung der „Null-Emissions-Strategie".

Unter Berücksichtigung und Weiterentwicklung der Festlegungen der Prozessentwicklung wurden die handlungsfeldspezifischen Strategien und Ziele um daran anknüpfende Indikatoren und Messgrößen ergänzt. Entlang dieser Parameter wurden handlungsfeldspezifische Analysen zur Erfassung der Ausgangslage (IST- und Bedarfsanalysen) sowie zur Lokalisierung von Entwicklungsoptionen (Potenzial-Analysen) durchgeführt und abschließend einer Bewertung unterzogen. Durch die Stoffstromanalyse wurde somit eine fundierte Datengrundlage erarbeitet, die als Basis zur Entwicklung und Umsetzung geeigneter Projekte diente.

II.1.5.1 Methodik

Autoren: Michael Müller, Eike Zender

Nachfolgend wird zunächst generell dargestellt, wie die zuvor entwickelten handlungsfeldspezifischen Strategien und Ziele in der Stoffstromanalyse Berücksichtigung finden, sowie daran anknüpfende Indikatoren und Messgrößen formuliert werden konnten. Die konkrete Anwendung der Analysen wird für die einzelnen Handlungsfelder im weiteren Verlauf jeweils separat dargestellt.

Da jedes Handlungsfeld zunächst eigenständige Strategien sowie Ziele formuliert und verfolgt, leiten sich infolgedessen auch individuelle Verfahrensschritte innerhalb der „Erfassung der Ausgangslage" (IST-Analyse) wie auch der „Lokalisierung von Entwicklungsoptionen" (Potenzial-Analyse) ab. Daher wurden die einzelnen Analyseschritte zunächst für jedes Handlungsfeld isoliert durchgeführt.

Für die Bestandsaufnahme des aktuellen Stoff- und Energieflusssystems in den Modellkommunen im Bereich Gewerbe, Industrie und Dienstleistungen wurde ein standardisierter Fragebogen erarbeitet. Der Fragebogen wurde gemeinschaftlich von allen Teilprojekten konzipiert und enthielt für jedes Teilprojekt je nach Forschungsschwerpunkt individuelle Fragen. Mithilfe einer schriftlichen Befragung der lokal ansässigen Unternehmen im o.g. Bereich sollte ursprünglich eine detaillierte Bestandsaufnahme erfolgen durchgeführt. Die relevanten Bertriebe wurden anhand von den IHK-Datenbanken sowie den Gewerberegistern der Verbandsgemeinden identifiziert.

Umfang und Qualität des Rücklaufs der Befragung erbrachte jedoch sowohl für die VG Rockenhausen als auch für die VG Sprendlingen-Gensingen kein ausreichendes Resultat. Daraufhin wurde im Projektverbund vereinbart, dass in den Verbandsgemeinden erneut 15 relevante Betriebe (TOP 15) angeschrieben werden. Dies erfolgte durch das Teilprojekt 5 „Energie" in enger Absprache mit der Projektkoordination und den Verbandsgemeinden. Leider führte auch dieser Ansatz zu kaum neuen Erkenntnissen.

Für den Bereich Gewerbe, Industrie und Dienstleistungen wurden somit teilprojektspezifische Daten primär über statistische Kennwerte ermittelt.

II.1.5.1.1 Strategie, Ziele und Messinstrumente

Die innerhalb der einzelnen Handlungsfelder aufgestellten Strategien und Ziele wurden für die Stoffstromanalyse näher konkretisiert. Um die jeweiligen Ziele auf ihren gegenwärtigen Zustand hin darstellen zu können und Handlungsbedarfe für die Zukunft ableiten zu können, ist es notwendig s.g. Indikatoren und dazugehörige Messgrößen zu formulieren, bspw.:

Tabelle 5: Beispiel eines gewählten Indikators und die dazugehörigen Messgrößen im Handlungsfeld „Energie“
Quelle: Eigene Darstellung nach Peschla + Rochmes GmbH

Indikator	Messgrößen
Anteil regenerativer Stromproduktion am Gesamtstromverbrauch	✓ Stromproduktion aus ○ PV in MWh/a ○ Windkraft in MWh/a ○ Wasserkraft in MWh/a ○ Biomethan in MWh/a ○ Klär- und Grubengas in MWh/a
	✓ Gesamte regenerative Stromproduktion in MWh/a
	✓ Gesamtstromverbrauch (Strommix) in MWh/a
	✓ Gesamtstromverbrauch in MWh/a

II.1.5.1.2 Erfassung und Bewertung der Ausgangslage (IST-Analyse)

Die darauf aufbauende IST-Analyse ermöglichte es, die Ausgangssituation in den Modellkommunen ***zu erfassen und darzustellen***. Sie dient im späteren Verlauf aber auch deren Bewertung. Hierzu waren vielfältige Datengrundlagen für jeden einzelnen Indikator der Handlungsfelder notwendig. Um über alle Handlungsfelder hinweg eine gleichwertige und vergleichbare Analyse durchführen zu können, wurde das Jahr 2010 als fest definiertes Basisjahr definiert.

Tabelle 6:Indikatorbasierte Ist-Analyse am Beispiel des Handlungsfelds „Energie“
Quelle: Eigene Darstellung nach Peschla + Rochmes GmbH

Indikator	Messgrößen	IST-Werte
Anteil regenerativer Stromproduktion am Gesamtstromverbrauch (Basisjahr 2010)	✓ Stromproduktion aus …	
	○ PV in MWh/a	6.067 MWh/a
	○ Windkraft in MWh/a	0 MWh/a
	○ Wasserkraft in MWh/a	326 MWh/a
	○ Biomethan in MWh/a	0 MWh/a
	○ Klär- und Grubengas in MWh/a	906 MWh/a
	✓ Gesamte regenerative Stromproduktion in MWh/a	7.299 MWh/a
	✓ Gesamtstromverbrauch (Strommix) in MWh/a	56.115 MWh/a
	✓ Gesamtstromverbrauch in MWh/a	63.414 MWh/a
	Anteil in %	12 %

Mit der Ist-Analyse erfolgte somit eine Grundlagenermittlung, die maßgeblich für den weiteren Stoffstrommanagementprozess in der Untersuchungsregion war.

II.1.5.1.3 Modelle zur Berechnung regionaler Wertschöpfungseffekte

Zur Beschreibung bzw. Bewertung der durch die Handlungsfelder erzielbaren regionalen Wertschöpfungseffekte wurden entsprechende Wertschöpfungsmodelle erarbeitet. Hiermit können die mit der

Umsetzung von Maßnahmen verbundenen sozioökonomischen Auswirkungen auf die Region dargestellt werden. Betrachtet wurden hierbei im Wesentlichen Investitionen, Umsätze, Beschäftigungseffekte, Steuereinnahmen und Substitutionseffekte.

Konkret entwickelt wurden Wertschöpfungs-Modellrechnungen für Kläranlagen, Erneuerbare-Energien-Anlagen, Energieeffizienzmaßnahmen, einen landwirtschaftlichen Betrieb und für die durch den kommunalen Haushalt der beiden Beispielkommunen eingesetzten Finanzmittel.

Dies beinhaltet auch eine Prüfung der Modelle hinsichtlich ihrer Praktikabilität bei der Übertragbarkeit auf andere Regionen bzw. Anlagen. Hierbei kam heraus, dass die Modelle derart flexibel ausgestaltet werden können, dass Sie auch für andere Bereiche (Regionen, Maßnahmenfelder) anwendbar sind.

Der Schwerpunkt lag bei der Beschreibung des Ist-Zustandes. Aufgrund der o.g. Flexibilität ist eine Beschreibung des Soll-Zustands ebenfalls leicht durchführbar. Am Beispiel des Handlungsfeldes Energie wurde diese erweiterte Berechnung durchgeführt.

Für eine Gesamtsystemanalyse, die umfassend die betrieblichen Strukturen und Maßnahmen aus allen im Verbundvorhaben betrachteten Handlungsfeldern betrachtet, muss ein sehr hoher Aufwand betrieben werden, der letztlich im Rahmen des Projektes nicht leistbar war.

II.1.5.1.4 Aufzeigen und Gegenüberstellen von Entwicklungsoptionen (Potenzial-Analyse)

Als nächster Analyse-Schritt erfolgte die Potenzial-Analyse. Die Potenzial-Analyse diente dabei der Identifizierung lokal vorhandener Ressourcen. Ziel war die Inwertsetzung dieser Potenziale durch das Aufzeigen entsprechender effizienter Einsatz- bzw. Einspar- und Optimierungsmöglichkeiten. Die für die Modellkommunen identifizierten Potenziale bilden ferner die Grundlage für die Entwicklung von geeigneten Maßnahmen. Ziel war es, die ermittelten Potenziale mithilfe entsprechend geeigneter Maßnahmen und Projekte zu nutzen, um letztlich neue Wertschöpfungseffekte zu generieren.

Um identifizieren zu können, welche Flächen potenziell bspw. für den Bau von PV-Freiflächen-Anlagen geeignet sind, mussten die Flächen der Modellkommunen auf restriktive Faktoren administrativer, politischer, rechtlicher, ökonomischer, soziokultureller und technischer Art geprüft werden. So konnten topografische Gegebenheiten oder rechtlichen Rahmenbedingungen eine technische Machbarkeit oder wirtschaftliche Tragfähigkeit sowohl positiv als auch negativ beeinflussen. Aus diesem Grund sollte die erste Potenzialbewertung zunächst nur Flächen heranziehen, die bspw. den Bau von Erneuerbaren-Energien-Anlagen aus heutiger Sicht nicht grundsätzlich ausschließen.

Die Identifikation dieser begrenzenden Faktoren und der Abwägungsprozess zwischen Berücksichtigung oder Verwerfen ebenjener Faktoren erfolgten schrittweise.

Schritt 1: Maximal-Potenzial

Ziel des ersten Schrittes war es, die Potenziale gemäß der maximal möglichen (theoretischen) Leistungsfähigkeit je Handlungsfeld innerhalb der Modellkommunen abzubilden.

Die Darstellung der Potenziale erfolgt zunächst je Handlungsfeld nach einem restriktionsfreien Planungsansatz. Hierbei werden jegliche administrativen, politischen, rechtlichen, ökonomischen oder soziokulturellen Restriktionen vernachlässigt, um ein maximal mögliches Potenzial wiederzugeben. Auf diese Weise werden alle in ihrer Wirkung beschränkenden Rahmenbedingungen infrage gestellt.

Dieses restriktionsfreie Maximal-Potenzial ist daher möglichst vollkommen, unvoreingenommen, frei von Informationsverlusten und somit theoretischer Art.

Schritt 2: Objektiv-Potenzial

Ziel des zweiten Schrittes war es, das zuvor ermittelte Maximal-Potenzial zur Herstellung einer Praxistauglichkeit weiter zu reduzieren.

Zur Abbildung dieses Objektiv-Potenzials wurden innerhalb der jeweiligen Handlungsfelder Restriktionsannahmen getroffen, die aus Sicht einer Null-Emissions-Strategie vertretbar sind. Diese Restriktionen wurden so gewählt, dass irreversible Eingriffe oder die Zerstörung von Mehrwerten vermieden werden. Ebenso richtet sich das Objektiv-Potenzial bewusst nicht zwangsläufig nach aktuell geltendem Recht (bspw. EEG-Flächen, Abstandsflächen) oder technischer und ökonomischer Machbarkeit. Das Objektiv-Potenzial sollte somit, im Hinblick auf die Szenarienentwicklung und unter Zulassung bestimmter Prämissen, langfristige Handlungsoptionen erkennbar machen, die zwar nicht gegenwärtig aber perspektivisch – bspw. durch etwaige zukünftige Gesetzesänderungen – zu erschließen sind.

Für den Fall, dass zur Potenzialerschließung mehrere Nutzungsoptionen für die gleiche Fläche oder Ressource möglich sind (ein Flächennutzungspotenzial besteht gleichermaßen zur Errichtung einer Windkraftanlage als auch für eine PV-Freiflächenanlage), muss eine Entscheidung über die Nutzung getroffen werden. Der Abwägungs- und Entscheidungsprozess wird unter Zuhilfenahme der IST-Analyse und dem dadurch vorhandenen Wissen über die Bedarfssituation durchgeführt.

Schritt 3: Restriktiv-Potenzial

Nachdem das Maximal-Potenzial aufgrund rechtlich zwingender oder einer Vielzahl dagegenstehender Einzelaspekte auf ein objektiv vertretbares Potenzial reduziert wurde, ist es Ziel des dritten Schrittes, das Objektiv-Potenzial derart weiter zu reduzieren, dass es bestmöglich die gegenwärtigen Rahmenbedingungen berücksichtigt. Dieses Restriktiv-Potenzial liefert folglich zudem auch Auskunft darüber, welche Potenziale eine Grundlage für kurzfristige Umsetzungen bieten.

Das Restriktiv-Potenzial basiert demnach im Gegensatz zu den vorangegangen Potenzialen bestmöglich auf Grundlage gegenwärtiger rechtlicher, technischer und ökonomischer Restriktionen. Es besteht somit ein geringes Risiko für Restkonflikte in der weiteren (Detail-) Betrachtung.

Mit dem Wissen über die aktuelle Ausgangssituation und den lokalen Potenzialen konnten die nächsten Schritte für eine Bewertung der Ausgangslage erfolgen. Der Anspruch an eine vollständige Berücksichtigung relevanter Faktoren für die Aufstellung eines Restriktiv-Potenzials erforderte eine hohe fachliche Detailbetrachtung und somit einen hohen zeitlichen und kostenintensiven Aufwand (vgl. Einzelfallbewertung für den Standort einer Windkraftanlage inkl. naturschutzrechtlicher Stellungnahmen etc.).

II.1.5.1.5 Aufstellen von spezifischen Zielwerten

Die innerhalb der Handlungsfelder entwickelten Indikatoren und Messgrößen ermöglichten es zwar generell den Zustand der definierten Ziele ***darzustellen***, sie erlaubten es jedoch nicht, den Zustand vergleichbar zu ***bewerten***. Für eine Bewertung mussten die jeweiligen Indikatoren um zu erreichende Zielwerte ergänzt werden. Sofern auf keine bereits existierenden Zielwerte (wie bspw. das 30-ha-Ziel, bei dem im Rahmen der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie bis zum Jahr 2020 der Flächenverbrauch auf maximal 30 Hektar pro Tag reduziert werden soll) zurückgegriffen werden konnte oder beste-

hende Zielgrößen als ungeeignet eingestuft wurden, mussten eigene Zielwerte festgelegt werden. Bei der Definition von Zielwerten wurden zunächst folgende s.g. SMART-Kriterien berücksichtigt:

- **Spezifisch:** wurden innerhalb der Handlungsfelder für spezifische Techniken definiert.
- **Messbar:** wurden für die bestehenden Indikatoren und Messgrößen definiert.[4]
- **Attraktiv:** sind anspruchsvoll gem. der NE-Strategie, wurden von den Akteuren akzeptiert.
- **Realistisch:** wurden in Bezug auf die lokale IST-, Bedarfs- und Potenzialsituation definiert.
- **Terminiert:** wurden in Bezug auf das Zieljahr definiert.

Die Bestimmung eines konkreten Zielwertes je Indikator war dabei eng mit den einzelnen Ergebniswerten verknüpft, die erst nach Durchführung der jeweiligen Schritte der Stoffstromanalyse (IST-Zustand, künftige Bedarfe und verfügbare Potenziale) vorlagen. Die Zielwertbestimmung versteht sich demnach als iterativer Prozess, d. h., dass die Messbarkeit der Indikatoren frühzeitig berücksichtigt werden muss, ein konkreter Wert aber erst durch stetige Rückkopplung (Feedbackschleife) der jeweiligen Analyseergebnisse bestimmt werden kann. Ein aktueller IST-Wert bzw. Bedarf, wie z. B. der Stromverbrauch privater Haushalte, setzt sich aus verschiedenen Faktoren und Rahmenparametern zusammen. Diese Parameter können quantitativer Art sein (bspw. Anzahl der Haushalte), aber auch aus schwer messbaren Faktoren bestehen (bspw. Lebens- und Konsumverhalten, Effizienz der am Stromnetz angeschlossenen Geräte).

Um geeignete Zielwerte festlegen zu können, die bis zu dem definierten Zieljahr erreicht werden sollen, spielten v. a. die messbaren, quantitativen Rahmenparameter eine wichtige Rolle. Gemeint sind ebenjene Faktoren, die prognostizierbaren Veränderungen im zeitlichen Verlauf (von Basisjahr bis Zieljahr) unterliegen. Als Rahmenparameter zu nennen wäre hier bspw. der demografische Wandel, da sich die Veränderung der Bevölkerungszahlen letztlich auch auf den Gesamt-Stromverbrauch innerhalb einer Kommune auswirkt. Der demografische Wandel erzeugt neben direkten Auswirkungen – wie der Veränderung der Einwohnerzahl – zudem auch indirekte Effekte – bspw. auf den Wohngebäudebestand. Bei der Festlegung von Zielwerten wurde sich im Rahmen des Forschungsvorhabens auf die Zieljahre 2030 und 2050 verständigt. Somit wurden bei der Formulierung der Zielwerte Indikator-spezifische Prognosen für die Jahre 2030 und 2050 berücksichtigt.

Nachfolgende Tabelle zeigt die einzelnen Verfahrensschritte zur Formulierung eines Zielwertes am Beispiel des Handlungsfeldes Energie:

[4] Die Zielwerte müssen hierbei nicht zwangsläufig rein quantitativ darstell- und messbar sein. In manchen Fällen können diese lediglich qualitativ dargestellt werden.

Tabelle 7: Verfahrensschritte zur Formulierung eines Zielwertes am Beispiel des Handlungsfeldes Energie
Quelle: Eigene Darstellung

Beispiel des Handlungsfeldes Energie:	
Ziel:	Null fossile Energieträger durch optimal angepasste Erschließung der EE-Potenziale
Indikator:	Anteil regenerativer Stromproduktion am Gesamtstromverbrauch
Messgröße:	u. a. Stromproduktion PV in MWh/a
IST-Wert (Basisjahr 2010):	6.076 MWh
(Zubau) Potenzial:	128.593 MWh
Rahmenparameter:	bspw. demografischer Wandel
Zielwert 2030:	48.842 MWh

Die Bewertung als Grundlage zur Projektentwicklung erfolgt in II.1.6. Im Anschluss zu der allgemeinen Einführung in die Schritte der Stoffstromanalyse erfolgt die spezifischere Betrachtung für jedes Handlungsfeld.

II.1.5.1.6 Forschungserkenntnisse aus der SSM-Analyse

Nachstehend werden entsprechend der Erfahrungen aus der Projektbearbeitung die zentralen Herausforderungen bzw. sich daraus ergebende Erkenntnisse bei der Durchführung der Stoffstromanalyse aufgeführt:

II.1.5.1.6.1 Herausforderung: Beschreibung der Oberziele

Als Schwachpunkt bei der Beschreibung der Oberziele kann angesehen werden, dass hier bestimmte Zielvorstellungen angenommen werden (z. B. Finanzströme in der Region binden, Grund und Boden sparsam und schonend nutzen, Treibhausgasemissionen vermeiden). Da die Oberziele als Entscheidungshilfe im Abwägungsprozess bei der Projektentwicklung dienen, ergibt sich hieraus ein Bewertungsrahmen, der auf subjektiven Einschätzungen der Verbundpartner basiert. Da jedoch auch eine individuelle Festlegung der Ziele aus der Gesellschaft heraus möglich ist, kann das Verfahren auf die kommunalen Gegebenheiten angepasst werden und ist somit zugleich sehr flexibel.

II.1.5.1.6.2 Herausforderung: Festlegung von Indikatoren der Unterziele zu den vier Handlungsfeldern

Da es weniger das Ziel war, das Energiekonzept einer grundsätzlichen Nachhaltigkeitsbewertung zu unterziehen, sondern viel mehr die Wirkung einzelner Stoffströme auf die Flächennutzung (z. B. Nährstoffverluste, THG-Emissionen, Ressourcenbedarf), kam es zu einer sehr konkreten Ausführung der Indikatoren. Dies führte auch dazu, dass, bezogen auf die Nachhaltigkeitsziele, die Auswahl der Indikatoren nur die Dimension der Ökologie betrifft. Die Bearbeitung des Indikatoren-Sets erfordert einen hohen Arbeitsaufwand, da spezifische Recherchen (Datenabfragen, Berechnungen o. ä.) innerhalb einer Kommune vorzunehmen sind („Grenzen des Leistbaren“?). Hinzu kommt, dass

- die Indikatoren wenig sensibel sind – dies bedeutet, dass einzelne Maßnahmen i. d. R. nur einen geringen Einfluss auf das Gesamtergebnis der Bewertung bewirken,

- es stellenweise schwer war, stringent „quantitativ“ messbare Indikatoren zu formulieren
- deutlich wurde, welchen Stellenwert die Zieldefinition hat; nur durch genaue und abgestimmte (SMART)-Ziele war eine stringente Ergänzung um Indikatoren möglich. Da der Zielfindungs-Prozess im Rahmen des Projektes langwierig war, konnte mit dem Aufbau des Indikatoren-Sets demnach auch erst zeitverzögert begonnen werden. Ein fokussierter Zieldefinitionsprozess zu Beginn eines solchen Vorhabens ist demnach unerlässlich.

II.1.5.1.6.3 Herausforderung: Einheitliches Verständnis für die Ermittlung und Abbildung der Potenziale

Die Potenziale lassen sich in unterschiedlichen Kategorien abbilden (maximal / objektiv / restriktiv). Dies führt aufgrund unterschiedlicher Restriktionen zu teilweise deutlich voneinander abweichenden Ergebnissen und erschwert die Vergleichbarkeit mit Potenzialberechnungen anderer Kommunen. Auch innerhalb einer Potenzial-Kategorie kommt es im praktischen Diskurs schnell zu einem ungleichen Zielverständnis, bspw. wenn eine Berufung auf gesetzliche Rahmenbedingungen subjektiv erzeugten Meinungsbildern entgegensteht. Darüber hinaus lassen sich die vier untersuchten Handlungsfelder insbesondere aufgrund ihrer unterschiedlichen Messgrößen (kWh, Liter, Tonnen etc.) nur schwer gegenüberstellen. Eine gegenseitige Abwägung der Ergebnisse bspw. als Grundlage für eine Priorisierung von Maßnahmen wird aufgrund dieser mangelnden Vergleichbarkeit sehr stark erschwert. Eine für die Praxis aussagekräftige Gesamtbilanzierung der Potenziale aus den Handlungsfeldern kann zwar grundsätzlich erfolgen, dient jedoch nicht unmittelbar der Maßnahmenauswahl.

Hinzu kommt, dass der Potenzial-Begriff an sich schon innerhalb der Handlungsfelder divergent ist. Während bspw. im Handlungsfeld Energie stets eine Erschließung mit einer bestimmten Anzahl an Technologien (PV, Wind, Wasser, Gas etc.) zur Formulierung eines Potenzials zum Zuge kommt, ist es beim Handlungsfeld Kulturlandschaftsmanagement gänzlich anders. Hier werden weniger technische Möglichkeiten zugrunde gelegt, sondern vielmehr Handlungsoptionen, die sich aus der Nachfrage nach unterschiedlichen Erzeugnissen (Nährstoffe, Nahrungsmittel, Energiepflanzen etc.) ergeben.

Während sich die Potenziale in den Bereichen Energie, Wasser und Kulturlandschaft i. d. R. durch einen direkten Flächenbezug ableiten lassen (qm PV-Dachfläche, ha Energiepflanzen etc.), bestehen im Bereich der Sekundärrohstoffe bei den Potenzial-Annahmen oftmals enge Verflechtungen zu importierten Stoffströmen, bspw. Baustoffe oder Wertstoffe aus Elektrogeräten. Hier stellt sich folglich die Frage nach den Systemgrenzen für die Bewertung.

II.1.5.1.6.4 Herausforderung: Flächenüberschneidungen bei den Potenzialen

Zur Reduzierung von Flächendopplungen innerhalb eines einzelnen Handlungsfeldes oder zwischen mehreren Handlungsfeldern konnte kein allgemeingültiges Entscheidungsinstrument entwickelt werden. Die Flächennutzungsentscheidungen bei Flächenkonkurrenzen müssen daher unter Zuhilfenahme der IST- und Bedarfs-Werte erfolgen. Darüber hinaus kann der Entscheidungsprozess zunächst verbal-argumentativ zwischen den Okkupanten in Form eines aufzustellenden Entscheidungsbaums durchgeführt werden. Da diese Vorgänge ein hohes Maß an interdisziplinären Fachkenntnissen voraussetzen, wird dieser Prozess nicht alleine durch die kommunalen Entscheidungsträger durchgeführt werden können. Die Zuhilfenahme externes Expertenwissen wird somit erforderlich sein, um einen fachgerechten Entscheidungsprozess zu gewährleisten. Somit können die Entscheidungen auch aus jeweils fachlicher Sicht getroffen und fundiert erläutert werden.

II.1.5.1.6.5 Herausforderung: Entwicklung und Anwendung einer Methodik zur Bewertung des Systemzustands

Aufgrund des Detailierungsgrades der Indikatoren lässt sich die Durchführung der Bewertung nur über eine Kriterium-basierte Einschätzung des Anwenders vollziehen. Folglich war es nicht möglich, ein automatisiertes Entscheidungs-Tool zu erstellen. Zudem mussten viele Faktoren zur Bewertung aufgrund einer sehr hohen Komplexität oder auch fehlender Messbarkeit verworfen werden, bspw. die Landschaftsbildbetrachtung (deren Auswirkungen zudem sehr durch subjektive Meinungen bewertet werden).

Für die Kriterium-basierte Bewertung wurden durch die Formulierung von sog. „Best-Practice-Maßnahmen“ insbesondere subjektive Bewertungsmaßstäbe zugrunde gelegt. Diese geben ausreichend Hinweise für die Wirksamkeit einer Maßnahme in der Kommune und gewährleisten eine einfachere Anwendbarkeit des Bewertungsinstrumentes. Vorteilhaft hierbei ist somit, dass die Komplexität des methodischen Vorgehens bei der Bewertung reduziert werden kann.

Diese Form der Bewertung Bedarf dennoch einer umfassenden Bestandsaufnahme und erfordert ein umfassendes Expertenwissen sowie Zeitaufwand. Hinzu kommt, dass die Zusammenstellung der für die Bewertung erforderliche Datengrundlage (Ist/Soll) grundsätzlich eine große Herausforderung darstellt, da Realdaten häufig im Alltag nicht erfasst werden. Die alternativ mögliche Ableitung von Kennziffern führt dazu, dass weniger die spezifischen Gegebenheiten abgebildet werden und die Bewertung an Genauigkeit verliert. Sind Datengrundlage vorhanden, ist es häufig herausfordernd bspw. ein einheitliches Basisjahr oder Zieljahr festzulegen. Auch ist die Indikatoren-Berechnung teilweise sehr aufwendig, insbesondere im Handlungsfeld Kulturlandschaft.

II.1.5.2 Ergebnisse im Handlungsfeld „Wasser“

Autoren: Joachim Böttcher, Dominic Scheer

II.1.5.2.1 Ergebnisse der Ist-Analyse zu „Abwasser“

II.1.5.2.1.1 VG Rockenhausen

Die VG Rockenhausen verfügt über eine Gruppenkläranlage mit 12.900 Einwohnerwerten und 5 Pflanzenkläranlagen, die das Abwasser einzelner Ortsgebiete (größtenteils im Appeltal) mit insgesamt 2.500 Einwohnerwerten behandeln (s. Tabelle 8). Parallel dazu existieren noch einige kleinere Höfe, die noch nicht an eine geregelte Abwasserbehandlung angeschlossen sind. Diese werden allerdings zurzeit erschlossen und bekommen teilweise Pflanzenkläranlagen oder Sammelgruben. Vier der noch zu erschließenden Höfe werden mit einer, im Rahmen des Forschungsprojekts entwickelten, innovativen Abwasserbehandlung ausgestattet, bei welcher Nährstoffe aus dem Abwasser und das gereinigte Abwasser selbst, nutzbar gemacht werden. Dazu mehr innerhalb des Kapitels II.1.8 Next-Practice-Projekte zur Zielerreichung „Null-Emission“

Insgesamt fallen in der VG ca. 1,3 Millionen m³ Abwasser pro Jahr an, welches in Abwasserkanälen von insgesamt ca. 175 km Länge zu den einzelnen Behandlungsanlagen transportiert wird. Insgesamt fällt bei der Abwasserbehandlung 1.675 m³/Jahr Klärschlamm bei einem TS von ca. 30 % an, welche zurzeit noch landwirtschaftlich ausgebracht werden. Der Klär-schlamm wird momentan auf der Gruppenkläranlage (GKA) in Rockenhausen mit einer stationären Kammerfilterpresse gepresst. Die

Pflanzenkläranlagen der VG besitzen als Schlammbehandlung Rotte- oder Vererdungssysteme. Die Klärschlammbehandlung selbst kostet zurzeit ca. 400.000 € pro Jahr.

Die Gruppenkläranlage verbraucht pro Jahr ca. 750.000 kWh und ist somit einer der größten Energieverbraucher der VG. Die Kosten für die Abwasserbehandlung pro m³/Abwasser belaufen sich auf ca. 4,87 €.

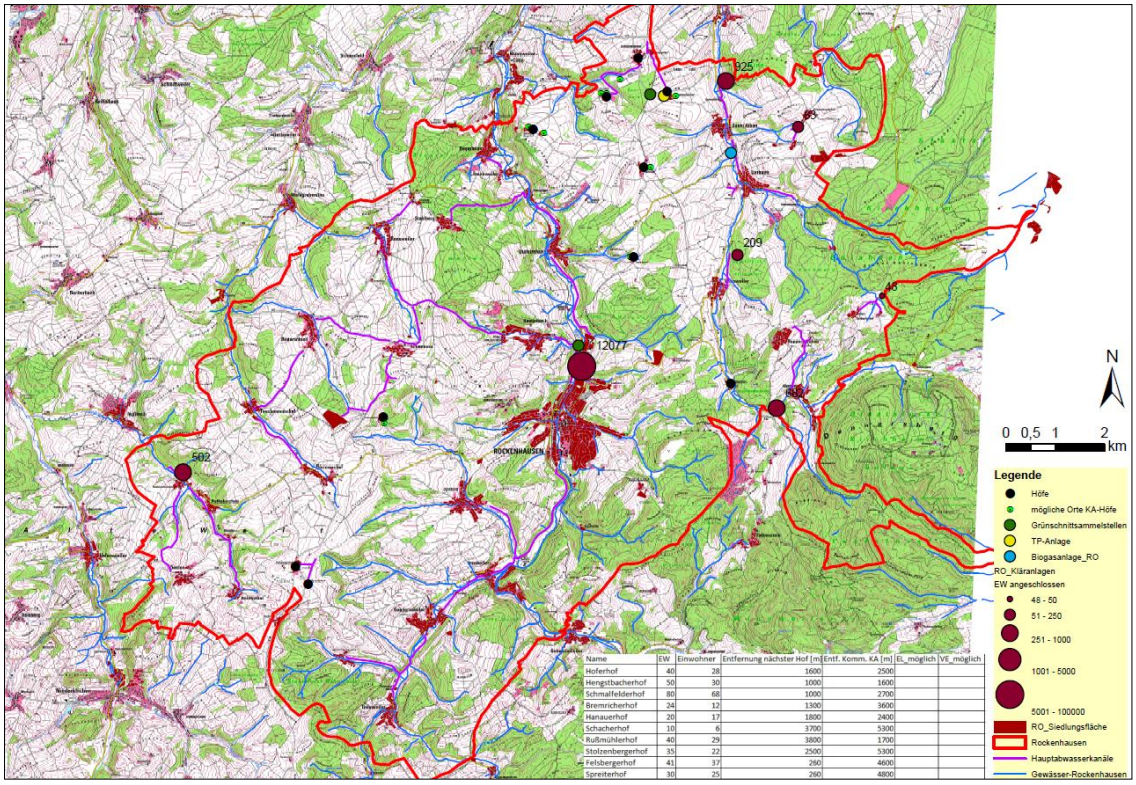
Es konnte festgestellt werden, dass insbesondere auf der Gruppenkläranlage Rockenhausen Bedarfe für Sanierungen und Reinvestitionen vorhanden sind. Insbesondere die Klärschlammbehandlung ist momentan sehr kostenintensiv.

In Tabelle 8 können detaillierte Werte zu den einzelnen Kläranlagen der VG Rockenhausen abgelesen werden.

Tabelle 8: Übersichtsmatrix zur Abwasserbehandlung in Rockenhausen
Quelle: Eigene Darstellung nach Datenabfrage bei den VG-Werken

			GKA Rockenhausen	St. Alban	Marienthal	Würzweiler	Rudolphskirchen	Schneebergerhof	Gerbacherhöfe
		Belastung max (EW)	20.000	1.150				210	
		Belastung IST (EW)	12.900						
		Auslegung OK?	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
		Jahreszulauf (m³)	1.134.234	39.300	29.938	19.424	25.909	nicht gemessen	nicht gemessen
		Energieverbrauch (KWh)	671.462	18.660	21.824	10.445	28.518	0	0
		Energieverbrauch (KWh/m³)	0,6	0,47	0,73	0,54	1,10	0	0
Messwerte	Zulauf	CSB	505,2	945,2	1040,1	334,4	634,2	477,7	898,9
		BSB_5	266,8	524,8	599,6	172,7	333,8	250,8	609,4
		Ammonium	30	89,16	82,75	41,3	92,95	36,45	70,73
		Nitrat							
		P		14,68	14,38	7,47	13,99	8,55	14,23
	Ablauf	CSB	23,1	29,1	50,5	20,7	59,1	31,3	39,3
		BSB_5	2,2	3	6	3	13,2	5,5	3,8
		Ammonium	0,48	0,74	12,92	1	6,07	8,13	3,68
		Nitrat							
		P		8,01	9,54	3,72	4,53	4,03	
		Reinigungsleistung (CSB %)	95,4	96,9	95,1	93,8	90,7	93,4	95,6
Klärschlamm		Menge (m³/a)			30			5	
		Gasproduktion	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
		Behandlung		Vererdungsbeet	Rotteverfahren	Vererdungsbeet		Rotteverfahren	
	Verbleib	aktuell							
		zukünftig	Landwirtschaft						
		Behandlungsstufen	mechanisch/biologis	mechanisch/biolo	mechanisch/biol	mechanisch/biolo	mechanisch/biolog	mechanisch/biolog	mechanisch/biol
		Anlagentechnik	Kammerfilterpresse	Siebrechenanlage	Belüftungsteich,	Absetzbecken, Ve	Siebrechenanlage,	Rottebehälter, Bew	Mehrkammergru
		Baujahr		2003	1999	2001		1997	
		gepl. Erweiterungen	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine
		Erweiterungsflächen							
		Baudurchführung							
	Standort	Siedlungsdichte							
		Distanz Zentrum (km)	1,1	0,9	0,7	0,7	0,3	0,5	0,6
		Beschwerden							

Die folgende Abbildung 6 zeigt die Lage der Kläranlagen in der VG. Die Symbolgröße steht dabei in direkter Relation zu der Anzahl der angeschlossenen Einwohnerwerte. Weiterhin sind dort auch die Höfe verzeichnet, die noch keine geregelte Abwasserbehandlung besitzen. Hier werden zurzeit in aller Regel die alten Güllegruben verwendet, um das Abwasser zu speichern, bis diese dann durch einen Tankwagen abgesaugt und zur Kläranlage Rockenhausen gebracht werden. Diese Gruben sind altersbedingt meist undicht, sodass von einer direkten Versickerung des Abwassers ausgegangen werden kann. Diese Problematik wurde im Zeitraum des Forschungsvorhabens angegangen und so konnte und durfte die Palaterra Betriebs- und Beteiligungsgesellschaft mbH sich frühzeitig in die Planung integrieren, um ein Konzept im Sinne einer nachhaltigen Abwasserwirtschaft umsetzen zu können.



Name	EW	Einwohner	Entfernung nächster Hof [m]	Entf. Komm. KA [m]	EL_möglich	VE_möglich
Hoferhof	40	28	1600	2500		
Hengstbacherhof	50	30	1000	1600		
Schmalfelderhof	80	68	1000	2700		
Bremricherhof	24	12	1300	3600		
Hanauerhof	20	17	1800	2400		
Schacherhof	10	6	3700	5300		
Rußmühlerhof	40	29	3800	1700		
Stolzenbergerhof	35	22	2500	5300		
Felsbergerhof	41	37	260	4600		
Spreiterhof	30	25	260	4800		

Abbildung 6: Lage und Eigenschaften der Abwasserbehandlungsanlagen in der VG Rockenhausen
Quelle: Eigene Darstellung nach Datenabfrage Datascout RLP

II.1.5.2.1.2 VG Sprendlingen-Gensingen

Die VG Sprendlingen-Gensingen verfügt über zwei Gruppenkläranlagen. An die GKA „Mittlerer Wiesbach“ bei Welgesheim sind ca. 10.500 Einwohnerwerte angeschlossen, an die GKA „Unterer Wiesbach“ sind ca. 17.200 EW angeschlossen. In der VG sind alle Ortschaften an die Kanalisation angeschlossen. Zudem dienen weitere Ortschaften aus angrenzenden Verbandsgemeinden ihr Abwasser an die Kläranlagen an. Die Ausnahme bildet dabei der Ort Badenheim, der aufgrund seiner Lage an die Kläranlage der VG Bad Kreuznach angeschlossen wurde.

Insgesamt fallen in der gesamten VG 1,5 Millionen m³ Abwasser pro Jahr an, welches durch ein Kanalnetz von ca. 150 km von den Anschlüssen zu den Kläranlagen transportiert wird.

Durch die demographische Entwicklung der VG sind beide existierenden Kläranlagen an ihre Belastungsgrenzen gelangt. Bei beiden Kläranlagen existieren zudem Sanierungs- und Reinvestitionspotenzial. In diesen Zusammenhang haben die VG-Werke als Betreiber der Kläranlagen zu Beginn dieses Forschungsprojekts eine Zentralisierung der beiden Kläranlagen beschlossen. Die Kläranlage „Unterer Wiesbach“ soll hierzu ausgebaut werden. Parallel zu diesem Prozess hat die Firma Palaterra Betriebs- und Beteiligungsgesellschaft mbH die VG-Werke begleitet, um in diesem späten Stadium der Entscheidungsfindung mögliche Maßnahmen mit in Betracht zu ziehen, die die zukünftige Abwasserbehandlung der VG Sprendlingen-Gensingen möglichst nah an die Zielsetzung der nachhaltigen Landnutzung bringt. Im weiteren Verlauf ist die Palaterra Betriebs- und Beteiligungsgesellschaft mbH bis dato in die Planungen als beratendes Büro integriert. Die gesetzten Impulse, welche insbesondere die Klärschlammbehandlung, einen Einsatz von Organischen Sorptionsfiltern und den Umgang mit Weinbauabwasser betreffen, werden im Kapitel II.1.8 Next-Practice-Projekte zur Zielerreichung „Null-Emission“ näher erläutert.

In der VG Sprendlingen-Gensingen fallen pro Jahr 2.380 m³ Klärschlamm bei einem TS von durchschnittlich ca. 26 % an, die durch mobile Kammerfilterpressen entwässert werden. Der Klärschlamm wird auch hier noch landwirtschaftlich verwertet.

Der Energieverbrauch der beiden Kläranlagen liegt bei ca. 895.000 kW/h, welche auch hier einer der größten Energieverbraucher der VG darstellen. In Abbildung 7 werden auch hier die Abwasserbehandlungssysteme lokalisiert. Hierbei sind die Kläranlagenstandorte und die Abwasserableitung dargestellt. Weiterhin sind die für die Abwasserbehandlung ebenfalls relevanten Anbauflächen für Weinbau je nach Gemeinde dargestellt. Die Tabelle 9 stellt hier ebenfalls eine Übersichtsmatrix über die Eigenschaften der beiden Kläranlagen dar.

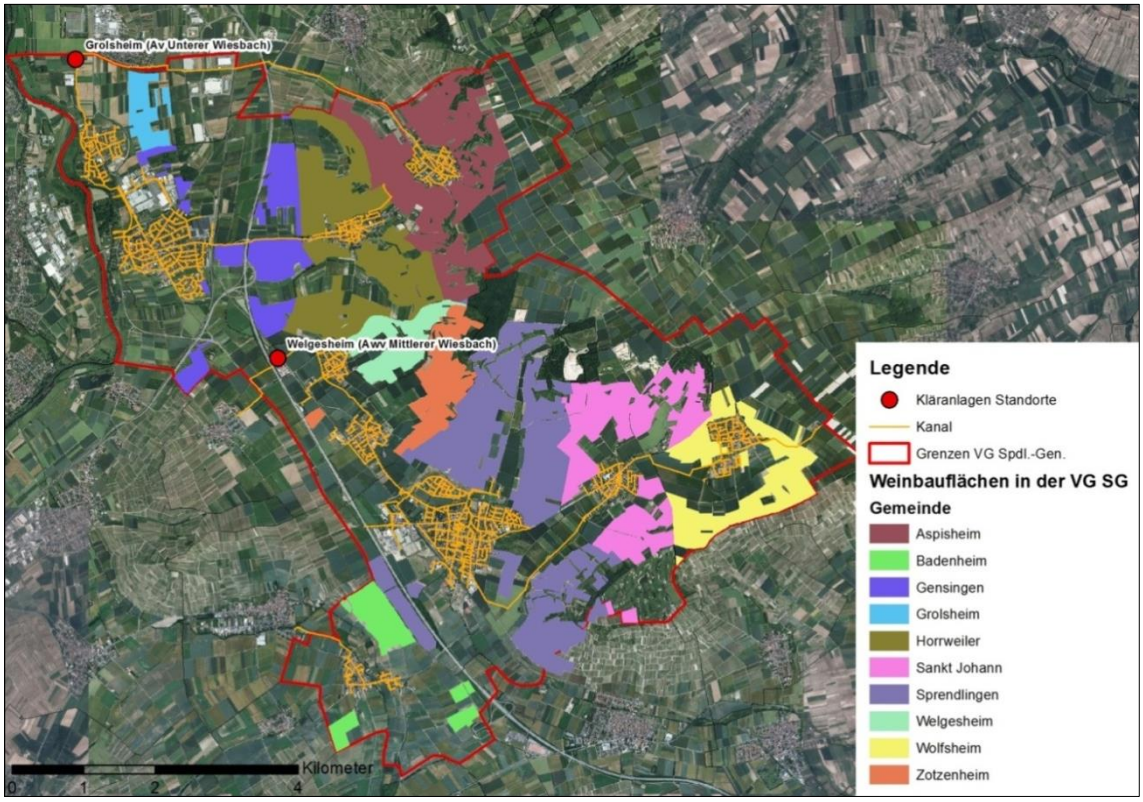


Abbildung 7: Abwasserbehandlungsanlagen und Kanalnetz der VG SG sowie Weinbauflächen je Gemeinde
Quelle: Eigene Darstellung nach Datenauswertung des ATKIS Datensatzes und von Datensätzen der VG SG

Tabelle 9: Übersichtsmatrix zur Abwasserbehandlung in der VG Sprendlingen-Gensingen
Quelle: Eigene Darstellung nach Datenabfrage bei den VG-Werken

			KA Grolsheim	Welgesheim
		Belastung max (EW)	17.000	12.500
		Belastung IST (EW)	23.600	14950
		Auslegung OK?	nein	nein
		Jahreszulauf (m^3)	1.258.008	979.228
		Energieverbrauch (KWh)	610.530	283.810
		Energieverbrauch (KWh/m^3)	0,5	0,29
Messwerte	Zulauf	CSB	450,2	509,7
		BSB_5	242,1	137,8
		Ammonium	23,1	27,6
		Nitrat		
		P	8,2	5,7
	Ablauf	CSB	26,6	26,2
		BSB_5	4,2	5,1
		Ammonium	0,4	0,4
		Nitrat		
		P	0,8	0,9
		Reinigungsleistung (CSB %)	94,1	94,9
		Jahresablauf (m^3)	1.220.326	977.885
Klärschlamm		Menge (m^3/a)	12.913	12.605
		TM Tonnen im Jahr	281	429
		Gasproduktion	nein	ja
		Behandlung		Faulturm
	Verbleib	aktuell	Landwirtschaft	Landwirtschaft
		zukünftig	unklar	unklar

II.1.5.2.1.3 Problemeinleiter in den Modellkommunen

Um im kommunalen Abwasserstrom möglichst wenig Schadstoffe zu erhalten, insbesondere hinsichtlich der Qualität und der Verwendbarkeit des kommunalen Klärschlamms sollten die wenigen Problemeinleiter identifiziert und möglichst mit einer eigenen, vom kommunalen Abwassersystem unabhängigen, Lösung ausgestattet werden. Die Identifizierung fand in beiden Verbandsgemeinden auf unterschiedlichen Wegen statt. In der VG Sprendlingen-Gensingen wurden Experteninterviews geführt (VG-Werksleitung, Abwassermeister, Landmanagerin), um die größten „Problemeinleiter“ zu identifizieren. Hinsichtlich von Schadstoffen im Abwasserstrom gibt es ein Gewerbegebiet in Gensingen, insbesondere den Globus-Markt, aber auch ein Ärztezentrum, welches als Problemeinleiter bezeichnet werden könnte.

Bei der VG Rockenhausen wurden zusätzlich zu diesen Expertengesprächen lokale Analysen des Abwassers direkt aus den betroffenen Kanälen genommen. Hier wurden vorab die Firma Keiper (Metallverarbeitung), das örtliche Krankenhaus und die Behinderteneinrichtung „Zoar“ als mögliche Problemeinleiter identifiziert. Für das Krankenhaus und „Zoar“ wurden nun vier Parameter getestet: ein Röntgenkontrastmittel (Iopamidol), ein Antiepileptikum (Carbamazepin), ein Entzündungsmittel (Diclofenac) und Schmerzmittelrückstände (Ibuprofen). Die Ergebnisse zeigen, dass in den Abwasserströmen direkt unterhalb von Zoar und Krankenhaus Röntgenkontrastmittel, Schmerzmittelrückständen oder Antiepileptika nachweisbar sind. Die Firma Keiper besitzt bereits eine eigene Abwasserbe-

handlung und Prüfung. Hier wurden keine erhöhten Werte insbesondere bezüglich Schwermetallen festgestellt.

Tabelle 10: Ergebnisse der Laboruntersuchungen "Zoar"
Quelle: Eigene Erhebung in 2012

Parameter Parameter	Bestimmungsmethode Procedure	Ergebnis Result	Einheit Unit
Ibuprofen	SPE/GC/MS	0,008	mg/L
Diclofenac (Natriumsalz)	SPE/GC/MS	0,031	mg/L
Carbamazepin	SPE/GC/MS	0,002	mg/L
Iopamidol	SPE/GC/MS	<0,010	mg/L

Tabelle 11: Ergebnisse der Laboruntersuchungen "Krankenhaus"
Quelle: Eigene Erhebung in 2012

Parameter Parameter	Bestimmungsmethode Procedure	Ergebnis Result	Einheit Unit
Ibuprofen	SPE/GC/MS	0,005	mg/L
Diclofenac (Natriumsalz)	SPE/GC/MS	0,004	mg/L
Carbamazepin	SPE/GC/MS	0,013	mg/L
Iopamidol	SPE/GC/MS	0,010	mg/L

II.1.5.2.1.4 Flächenanalyse

Bei beiden Verbandsgemeinden wurde zusätzlich eine Flächenanalyse durchgeführt, bei welcher alle Agrarflächen dargestellt wurden, die einen gewissen Abstand zu einer Abwasserbehandlungsanlage unterschreiten. Dies hatte zum Ziel, dass in einer späteren Projektphase alle Abwasserbehandlungsanlagen bezüglich einer Möglichkeit zur Nutzung des gereinigten Abwassers als Bewässerungswasser für umliegende Agrarflächen untersucht werden.

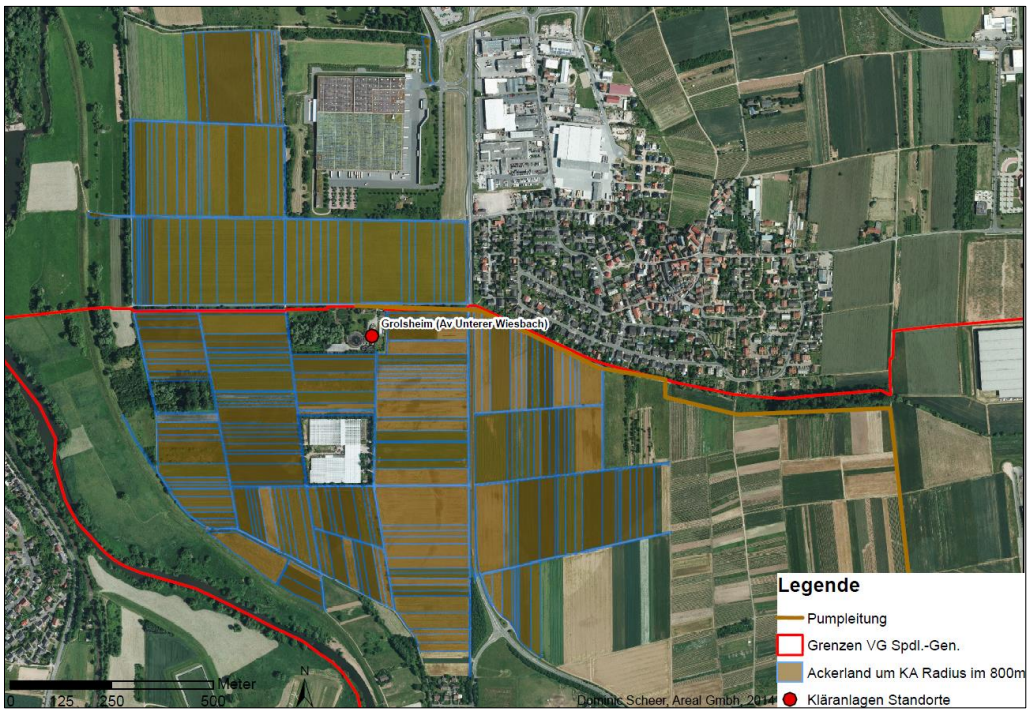


Abbildung 8: Landwirtschaftliche Flächen in einem Radius von 800 Metern um die Kläranlage "Unterer Wiesbach"
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.5.2.1.5 Fazit

Im Bereich Abwasser konnten alle notwendigen Daten gewonnen werden. Die eigene Erhebung in Rockenhausen bzgl. Problemeinleiter ergänzte die Aussagen durch die fachlichen Verantwortlichen. In der VG Sprendlingen-Gensingen konnten die Aussagen der Verantwortlichen nicht durch Probenahmen, jedoch durch Auswertungen des Gewerberegisters ergänzt werden.

Viele Daten wurden in diesem Fall von den Betreibern der Kläranlagen gewonnen, die umfangreiches Material zu den Kläranlagen und den Kanälen lieferten.

II.1.5.2.2 Ergebnisse der Ist-Analyse zu „Gewässer“

Für die Erfassung der Gewässer beider Verbandsgemeinden wurde auf möglichst viele Datenquellen zugegriffen. Hier bspw. auf den „Datascout“ des Landes RLP[5], bei dem sehr viele Daten bzgl. der Wasserwirtschaft von Landesbehörden eingespeist werden. Auch das „Geoportal Wasser“ erwies sich hier als sehr dienlich. Weiterhin wurde auch direkt auf Daten der VG zugegriffen, die uns hier durch die Landmanager oder auch durch die VG-Werke selbst zur Verfügung gestellt wurden.

Hier wurden bspw. alle Gewässer bis zur 3. Ordnung erfasst, sowie Wehre und Querbauwerke durch das Querbauwerkeinformationssystem RLP(QuIS). Weiterhin konnten Überschwemmungsgebiete der beiden Verbandsgemeinden, abgestuft nach auftretenden Regenereignissen, bis hin zu einem 100-jährigen Regenereignis dargestellt werden. Auf Basis der gewonnenen Daten konnten auch zusätzliche Daten modelliert werden. So war es bspw. möglich die oberflächigen Einzugsgebiete der Gewässer zu modellieren, sowie ein Feuchteindex zu erstellen. Zudem wurden Positionen von Entwässerungsgräben und Flächendrainagen erfasst.

II.1.5.2.2.1 VG Rockenhausen

In der VG Rockenhausen gibt es zwei größere Tallagen, das Alsenztal und das Appeltal, welche von Süden nach Norden die Verbandsgemeinden durchschneiden. Das größte Gewässer, die Alsenz, ist ein Gewässer 2. Ordnung, ebenso wie der nördlichere Teil des Appelbachs. Bei allen anderen Gewässern handelt es sich um Gewässer 3. Ordnung, von denen ca. 50 einzelne Gewässer existieren. Im westlichen Teil der VG befindet sich noch das Moscheltal, welches sich nur teilweise innerhalb der VG-Grenzen befindet. Innerhalb dieses Einzugsgebiets fand auch das Starkregenereignis im Jahr 2014 statt, welches im Moscheltal große Schäden verursacht hat. Im südwestlichen Bereich der VG befindet sich noch der Nußbach, der ein eigenes Einzugsgebiet besitzt. Der Nußbach mündet in den Odenbach, welcher selbst in den Glan mündet. Die Moschel mündet außerhalb der VG-Grenzen in die Alsenz. Die Alsenz und der Appelbach münden beide in die Nahe.

An den äußersten Grenzen der VG gibt es weitere kleinere Einzugsgebiete von angrenzenden Gewässern, wie bspw. der Odenbach, der Wiesbach oder die Pfrimm (s. Abbildung 9).

[5] http://www.datascout.rlp.de/

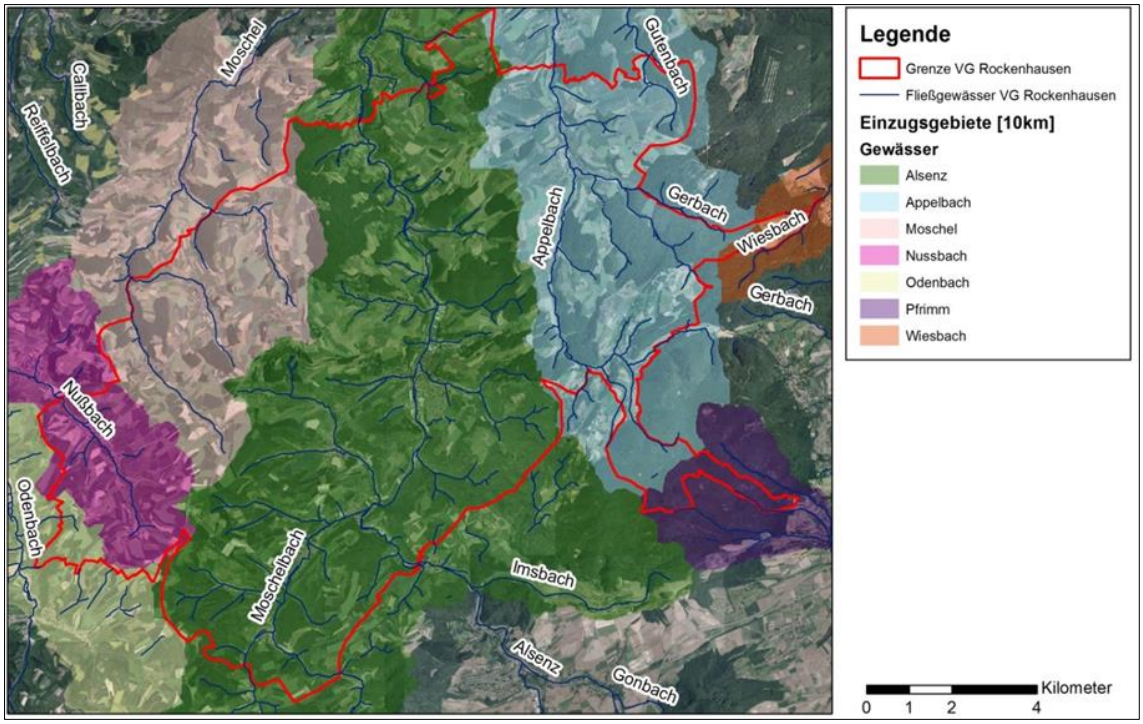


Abbildung 9: Einzugsgebiete der Gewässer in der VG Rockenhausen
Quelle: Eigene Darstellung nach Datascout RLP, Abruf: August 2011

Weiterhin wurden die Gewässergüteklassen aus dem „Datascout RLP“ extrahiert und in das lokale GIS integriert. Hier konnte man erkennen, dass in der VG Rockenhausen die meisten Gewässer der Güteklasse 2 entsprechen. Die Moschel hingegen entspricht der Güteklasse 2-3. Der Appelbach besitzt nur im nördlichen Bereich die Güteklasse 2. Im unteren Bachlauf verbessert sich die Güteklasse auf 1-2 und ganz im Süden sogar auf Güteklasse 1. Weitere Details sind in der Abbildung 10 ablesbar.

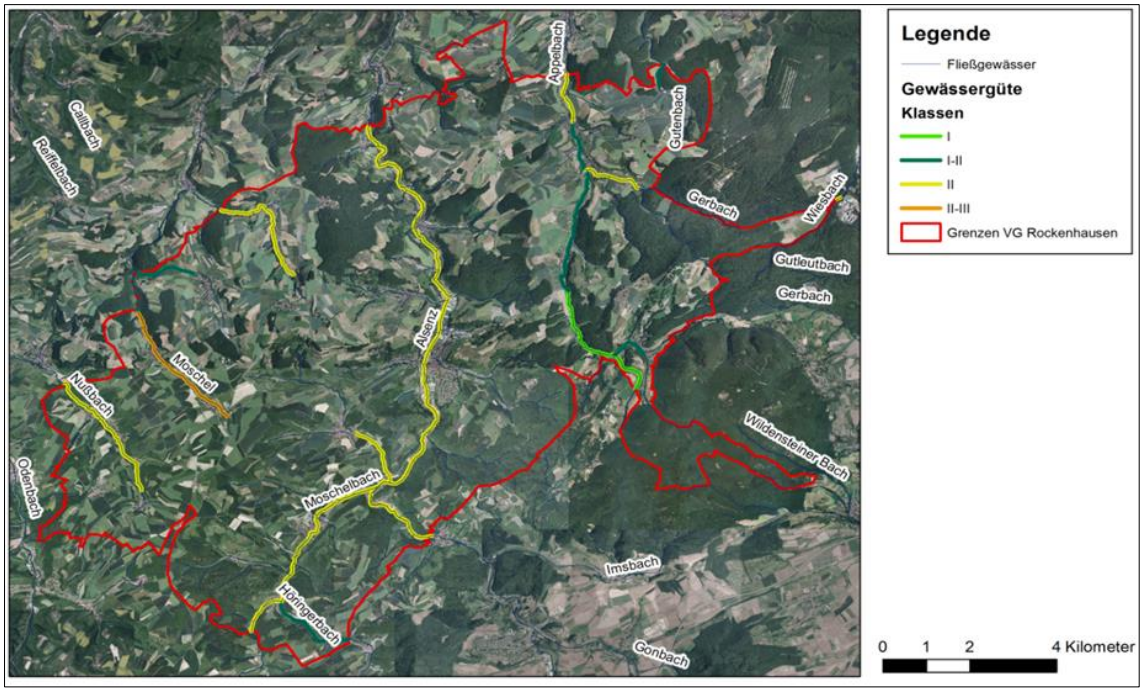


Abbildung 10: Gewässergüteklassen der Gewässer in der VG Rockenhausen
Quelle: Eigene Darstellung nach Datascout RLP, Abruf: August 2011

Die Durchflussmengen der einzelnen Gewässer konnten ebenfalls aus dem “Datas-cout RLP“ abgelesen werden und wurden auf eine neue Art und Weise dargestellt, welche erlaubt, die einzelnen Einzugsgebiete aufgrund der Durchflussmenge der Gewässer unterschiedlich stark einzufärben (s. Abbildung 11). Hierbei ist für die VG Rockenhausen erkennbar, dass die Alsenz das Gewässer ist, welches die größte Wassermenge mit sich führt.

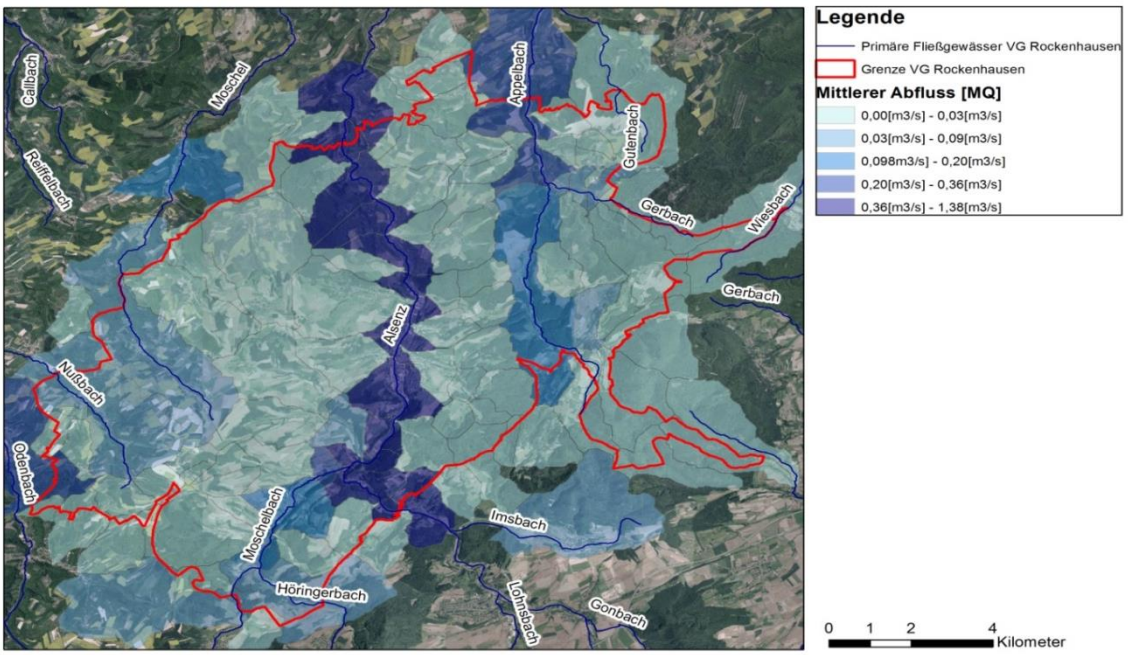


Abbildung 11: Mittler Abfluss mit Flächenbezug in der VG Rockenhausen
Quelle: Eigene Darstellung nach Datascout RLP, Abruf: August 2011

Eine Erkenntnis insbesondere die VG Rockenhausen betreffend konnte durch regelmäßige Befahrungen und visuellen Untersuchungen festgestellt werden: Oftmals gibt es auf nassen oder staunassen Flächen in der Nähe von Gewässern auffällige Agrarstandorte, deren Aufwuchs bezüglich Größe und Farbentwicklung gehemmt zu sein schien (s. Abbildung 12). Auch ganze Ernteausfälle waren hier zu beobachten. Die Vermutung liegt hier nahe, dass nicht angepasste Bewirtschaftungsformen für spezielle Standorte gewählt wurden.

Abbildung 12: Aufwuchsgehemmte Maiskultur durch nasser bzw. staunasser Bodenverhältnisse, Standort bei St. Alban, VG Rockenhausen

Quelle: Eigene Aufnahme

Zusätzlich zu den gewonnenen Daten wurde eine Flächenabfrage durchgeführt, die zur Ist-Analyse der Verbandsgemeinden nützlich erscheint, um alternative Ansätze der Bewirtschaftung zu analysieren. Hierbei wurden alle landwirtschaftlichen Flächen entlang von Gewässern extrahiert und dargestellt (s. Abbildung 13). Diese sind für eine alternative Bewirtschaftung in zweierlei Hinsicht interessant: Zum einen wurde eine alternative Bewirtschaftung von regelmäßig überfluteten Äckern betrachtet. Zum anderen können die Zwischenräume von leicht mäandrierenden oder kurvig verlaufenden Gewässern erfasst werden und für eine alternative Bewirtschaftungsform vorgeschlagen werden.

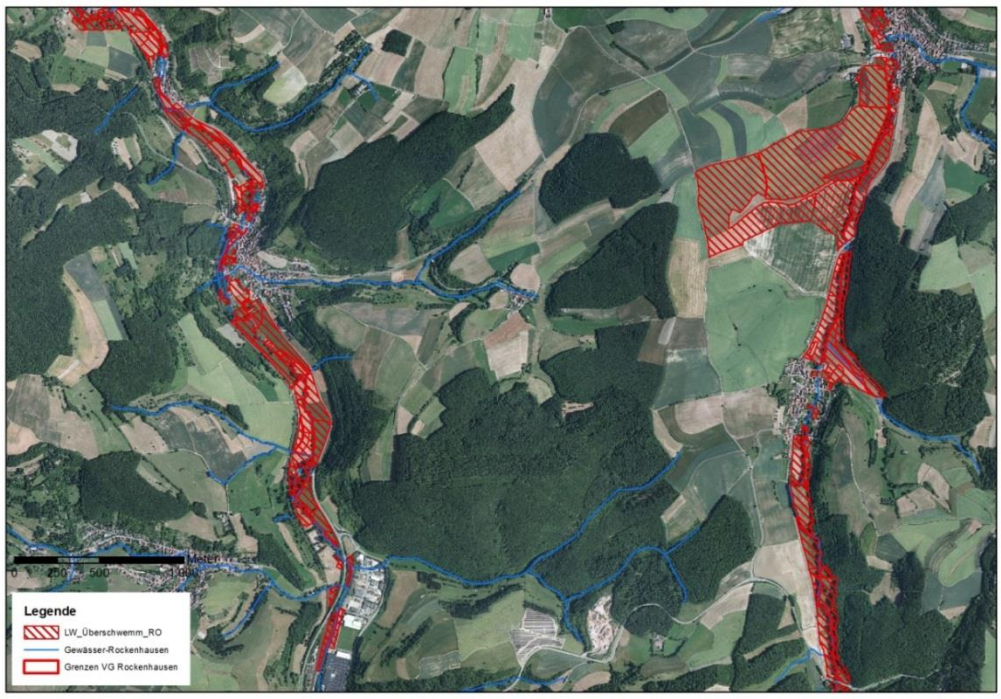


Abbildung 13: Landwirtschaftliche Flächen (links Alsenztal, rechts Appeltal), die an ein Gewässer grenzen

Quelle: Eigene Darstellung

II.1.5.2.2.2 VG Sprendlingen-Gensingen

In der VG Sprendlingen-Gensingen grenzt im nordwestlichen Bereich die Nahe als Gewässer der 1. Ordnung an die VG. Die Einflüsse des Nahetals sind in der gesamten VG zu spüren, die dadurch im gesamten westlichen Bereich sehr flach strukturiert ist. Dieser flache Bereich wird im Osten durch einen Anstieg auf eine Hochebene durchbrochen, wodurch Hanglagen entstehen, deren Gefälle nicht nur für den Weinbau gut geeignet sind, sondern auch die Grundlage für ca. 15 Gewässer 3. Ordnung bildet, die alle in Richtung westliches Tal fließen. Diese Gewässer dritter Ordnung fließen, bis auf den Aspisheimerbach, der in die Nahe fließt, allesamt den Wiesbach. Dieses Gewässer 2. Ordnung durchfließt die VG von Süden nach Norden und mündet schließlich in die Nahe. Somit wird auch das große Einzugsgebiet des Wiesbach innerhalb der VG deutlich. Ganz im Osten auf der Hochebene befindet sich bereits das Einzugsgebiet des Rheins.

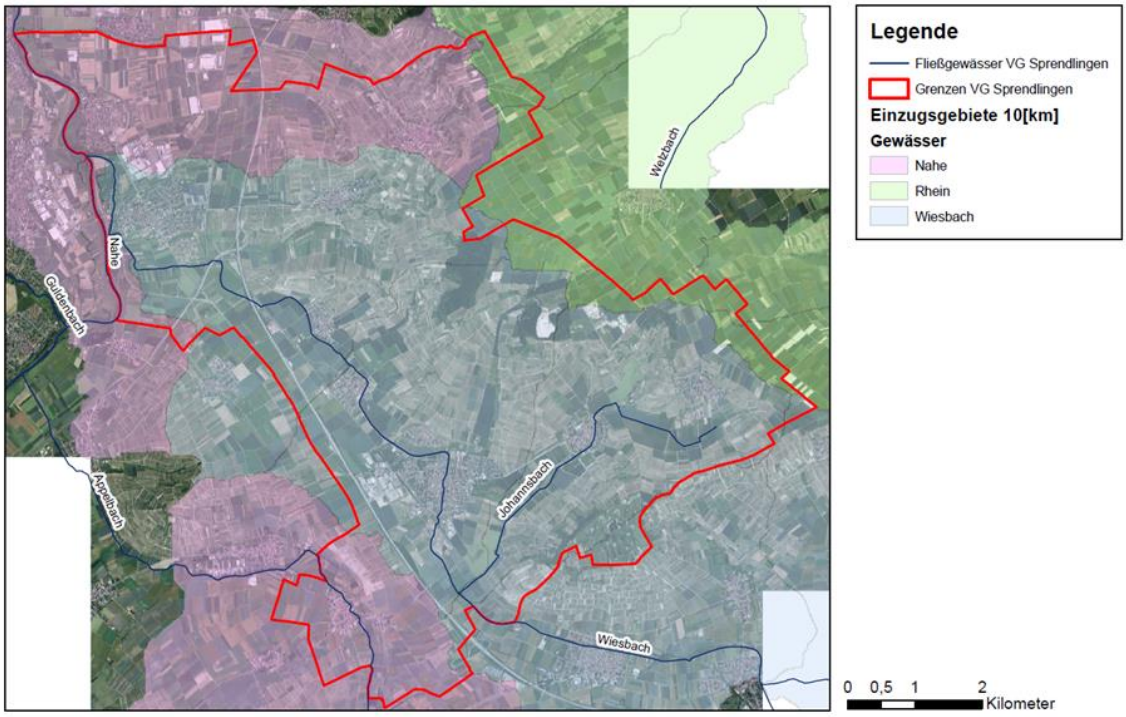


Abbildung 14: Einzugsgebiete der Gewässer in der VG Sprendlingen-Gensingen
Quelle: Eigene Darstellung nach Datascout RLP, Abruf: August 2011

Die Gewässergüteklasse aller erfassten Gewässer entspricht der Gewässergüteklasse 2. Die Durchflussmengen MQ der Gewässer variieren hier sehr stark. Von sehr geringen Raten in den Gewässern 3. Ordnung, über mittlere Durchflussraten beim Wiesbach, bis hin zu großen Durchflussmengen der Nahe.

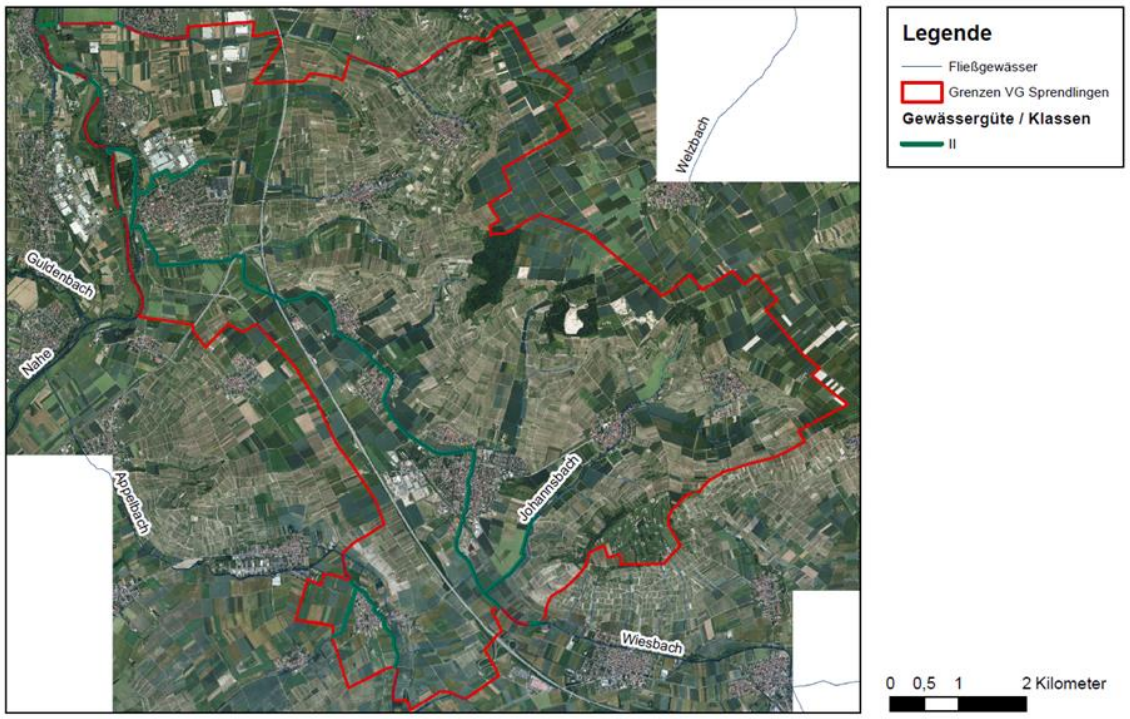


Abbildung 15: Gewässergüteklassen der Gewässer in der VG Sprendlingen-Gensingen
Quelle: Eigene Darstellung nach Datascout RLP, Abruf: August 2011

Zusätzlich zu den gewonnenen Daten wurde auch hier eine Flächenabfrage durchgeführt, die für die Ist-Analyse der Verbandsgemeinden nützlich erscheint, um alternative Ansätze der Bewirtschaftung zu analysieren. Hierbei wurden alle landwirtschaftlichen Flächen entlang von Gewässern extrahiert und dargestellt. Diese sind für eine alternative Bewirtschaftung in zweierlei Hinsicht interessant: Zum einen wurde eine alternative Bewirtschaftung von regelmäßig überfluteten Äckern betrachtet. Zum anderen können die Zwischenräume von leicht mäandrierenden oder kurvig verlaufenden Gewässern erfasst werden und für eine alternative Bewirtschaftungsform vorgeschlagen werden.

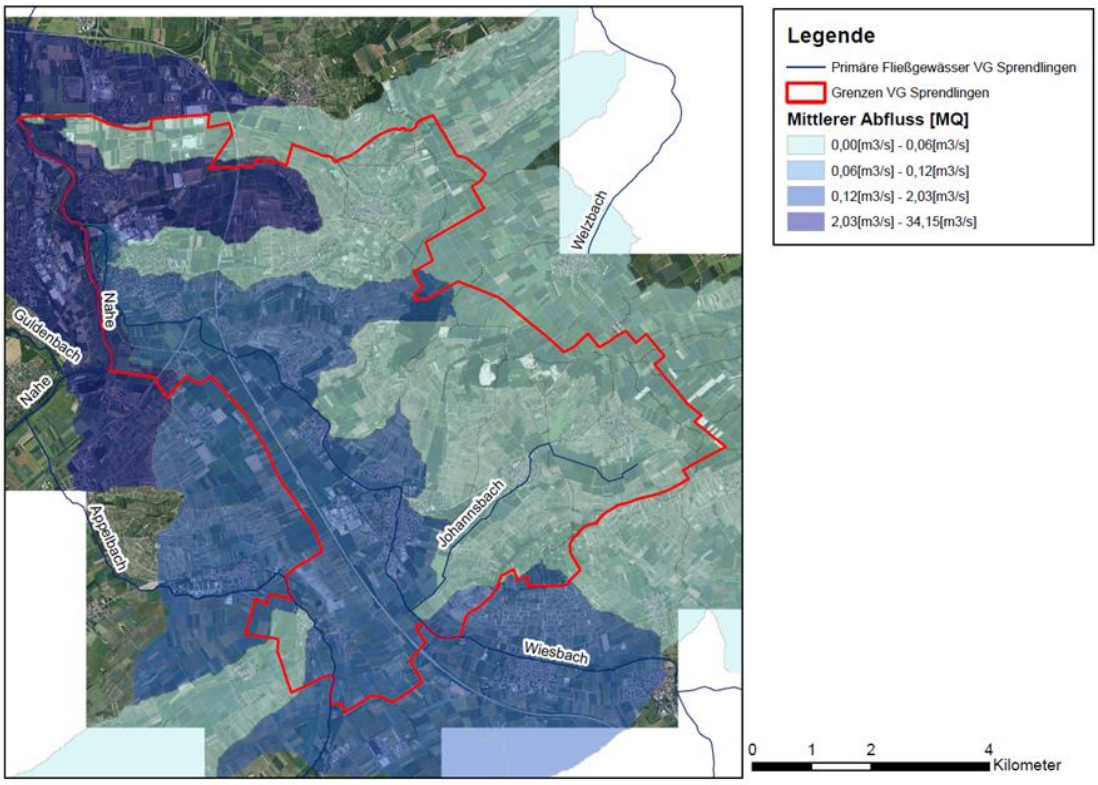


Abbildung 16: Mittler Abfluss mit Flächenbezug in der VG Sprendlingen-Gensingen
Quelle: Eigene Darstellung nach Datascout RLP, Abruf: August 2011

II.1.5.2.2.3 Fazit

Es konnten alle relevanten Daten erhoben werden, wobei die Methoden aufgrund veränderter Datenlage und technischer Möglichkeiten angepasst wurden. So konnten die Vorgaben aufgrund der Genauigkeit und Umfang der Datenmenge weit übertroffen werden.

II.1.5.2.3 Ergebnisse der Ist-Analyse zu „Niederschlagsbewirtschaftung“

II.1.5.2.3.1 VG Rockenhausen

Die VG Rockenhausen liegt im Nord-Pfälzer-Bergland, welches sich durch eine hügelige und zerfurchte Landschaft mit einem stetigen Wechsel von landwirtschaftlichen Flächen und lokalen kleineren Waldgebieten auszeichnet. Diese Struktur ist bezüglich der Niederschlagsbewirtschaftung äußerst relevant, da es durch die zahlreichen Mulden und Täler immer wieder zu zentrierten Oberflächenabläufen kommt, die verantwortlich für einen schnellen und umfangreichen Wasserabgang von der Fläche, aber auch für eine hohe erosive Leistung des Oberflächenabflusses sind.

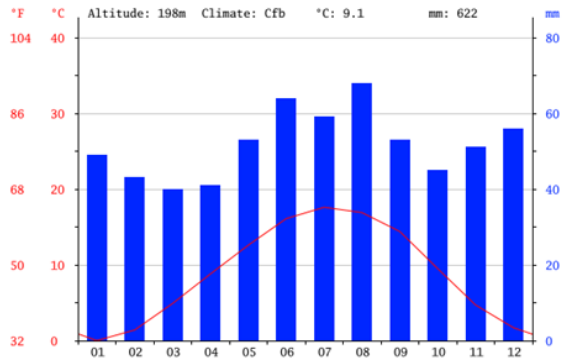


Abbildung 17: Klimatabelle Rockenhausen
Quelle: http://de.climate-data.org/location/22119/

Die durchschnittliche Niederschlagsmenge der VG Rockenhausen beträgt 622 mm/Jahr (s. Abbildung 17) und liegt damit deutlich unterhalb des bundesweiten Durchschnitts. Die VG Rockenhausen wurde innerhalb des Projektzeitraums durch mehrere Starkregenereignisse getroffen, welche starke Schäden verursachten. Das Regenereignis im Moscheltal 2014 ging bundesweit durch die Presse. Hier wurden Regenmengen von bis zu 140 mm innerhalb 15 Minuten erreicht. Die umliegenden Böden konnten eine solche Regenmenge nicht aufnehmen und waren auch durch vorhergehende Regenereignisse weitestgehend gesättigt. Dadurch entstand ein großer oberflächiger Abfluss, der sich in den Flussläufen des Moschelbachs sammelte und schließlich einige Ortschaften verwüstete. Das Regenereignis konnte von unseren Unterauftragnehmer RLP AgroScience GmbH visualisiert werden indem neuartige Wetterdaten verwendet wurden. Diese auf Echolot basierenden Daten messen die Wolkendicke und kalibrieren diese anhand umliegender Messstationen bzgl. der Regenmenge. So kann auf einen Kilometer genau die Regenmenge mit einer hohen Genauigkeit erfasst werden (Abbildung 18).

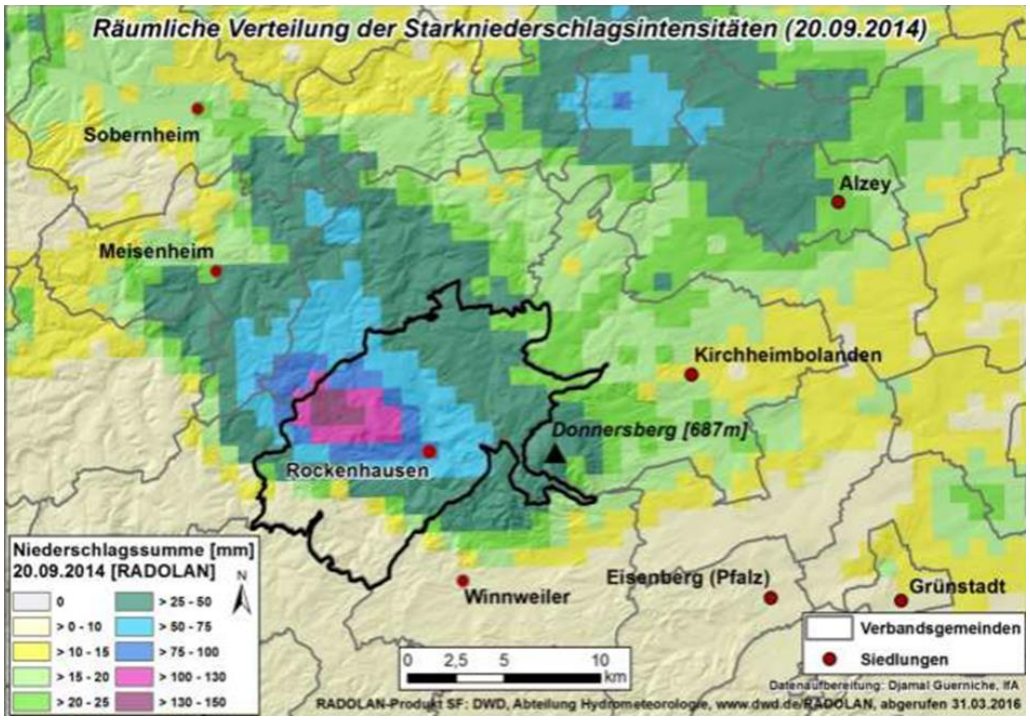


Abbildung 18: Radolan-Auswertung des Niederschlagsereignisses am 20.09.14 im Bereich des Moscheltals
Quelle: RLP AgroScience GmbH, 2016

Insgesamt wurde auf ein großes Spektrum der Geodateninfrastrukur des Bundeslands Rheinland-Pfalz (GDI RLP) zugegriffen und die Daten in ein GIS-System integriert. Dabei konnte im Bereich „Niederschlagsmanagement“ bspw. Karten von Hochwasserretentionsräumen bezogen auf unterschiedliche Hochwasserereignisse angefertigt werden. Auch potenzielle Überschwemmungsgebiete je nach Regenereignis konnten visualisiert werden (Abbildung 19).

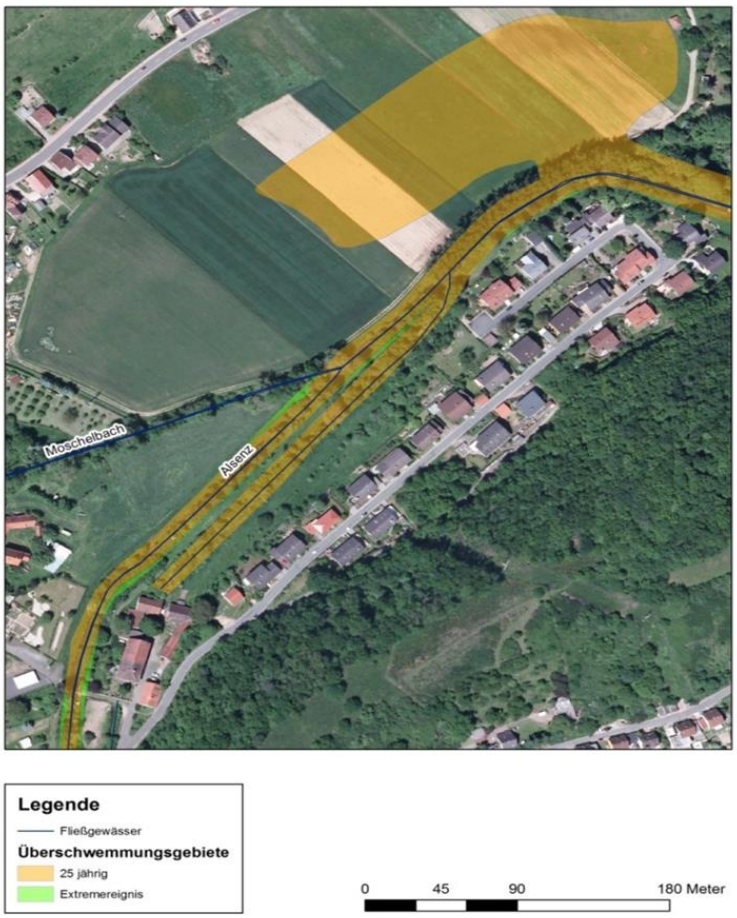


Abbildung 19: Überschwemmungsgebiet bei Imsweiler bei einem 25-jährigen Hochwasserereignis
Quelle: Eigene Darstellung nach Datascout RLP, Stand 2011

Zudem konnte ein Topographischer-Feuchte-Index erstellt werden, der das Potenzial einer Fläche zur Wasserverfügbarkeit anzeigt, bezogen auf topographische Neigung (Mulde, Kuppe), Ausrichtung und Sonneneinstrahlung (Abbildung 20).

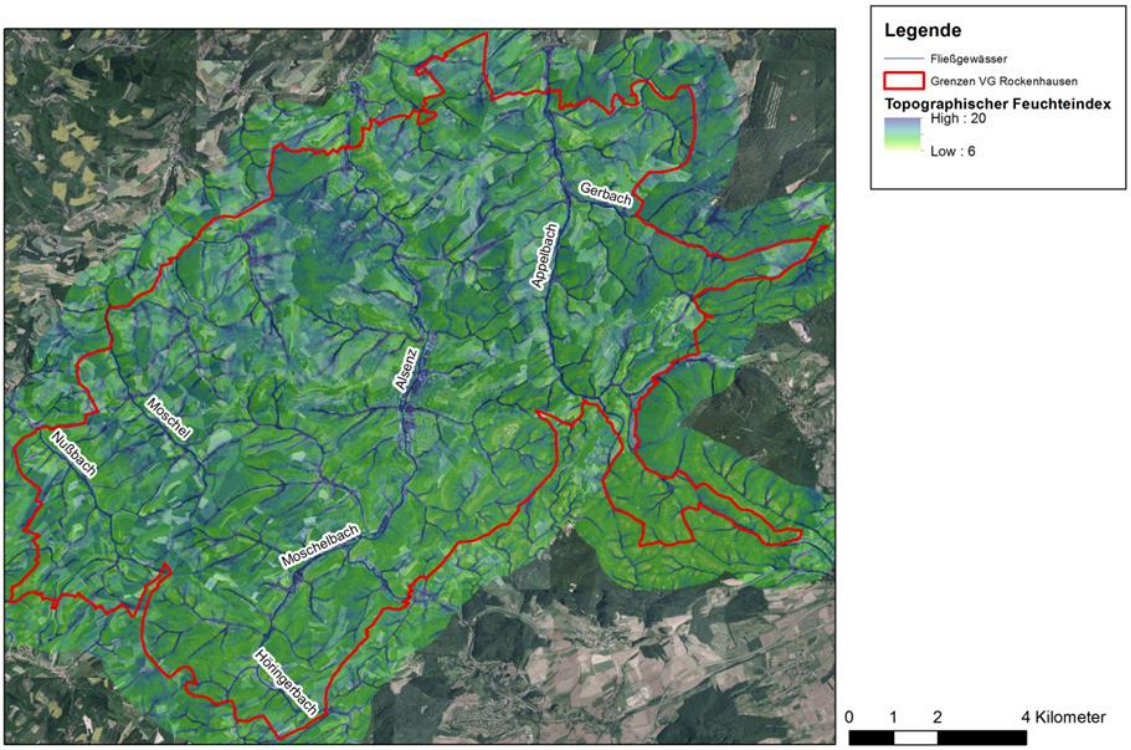


Abbildung 20: Topographischer Feuchteindex
Quelle: RLP AgroScience GmbH, 2012

Um die Brennpunkte bei Hochwasser bzw. Erosionsereignissen der VG bestimmen zu können, wurden unterschiedliche Daten herangezogen und ausgewertet. Zum einen wurden Digitale Orthophotos (DOP) und ein mit LiDAR-Daten aufgebautes Höhenmodell mit einer Auflösung von 4 Punkten pro m² genutzt, um die Höhenverhältnisse und die topographische Situation insgesamt erfassen zu können. Es war im Projektantrag vorgesehen, dass man auch eine Befliegung in Betracht zieht, um Überflutungsflächen nach einem Starkregenereignis erfassen zu können. Allerdings wurde festgestellt, dass die vorliegende Datenlage mit DOP und Geländemodellen so genau ist, dass man durch die Befliegungen keinen weiteren Erkenntnisgewinn hätte erlangen können. Stattdessen wurde das terrestrische Monitoring etwas ausgeweitet, welches sich durch eine größere zeitliche Flexibilität auszeichnete.

Eine besondere Aufgabe in diesem Teilbereich des Forschungsprojekts war die Entwicklung einer Abflussmodellierung (Abbildung 16 und 17), die uns alle oberflächigen Abflussbahnen sehr genau darstellen soll. Aus diesem Modell konnten Erosionsrinnen abgeleitet werden und Bodenabtragspfade dargestellt werden. Diese Erosionsrinnen wurden im Feld verifiziert und es konnte eine Genauigkeit von ca. 0,5 Metern nachgewiesen werden.

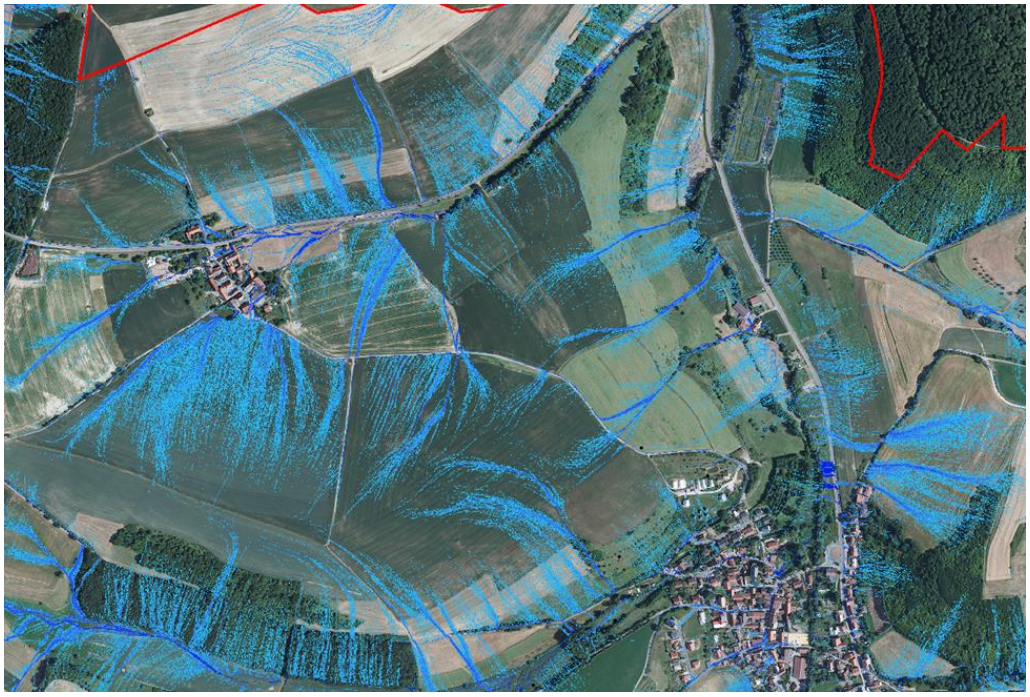


Abbildung 21: Ausschnitt der Abflussmodellierung im Bereich St. Alban und Hengstbacherhof
Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 22: Erosionsrinnen und damit verbundene Ernteschäden und Bodenabträge in den Bereichen Würzweiler (links) und Dörnbach (rechts)
Quelle: Eigene Aufnahmen

Abbildung 23: Sedimentationszone (links) und Erosionsrinne (rechts) der Fläche aus Abbildung 74 bei St. Alban
Quelle: Eigene Aufnahmen

Dadurch, dass die Abtragspfade und Intensitäten modelliert werden konnten, wurde auf dieser Basis eine Bodenabtragsmodellierung durchgeführt, die anhand der allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) kombiniert mit den Ablaufbahnen in ein ABAGFlux-Modellgerüst integriert wurden. Dabei konnten sehr genaue Bodenabtragsmengen in Relation zu Bodenbeschaffenheit, Vegetation, Topographie und Abflussmodellierung modelliert werden.

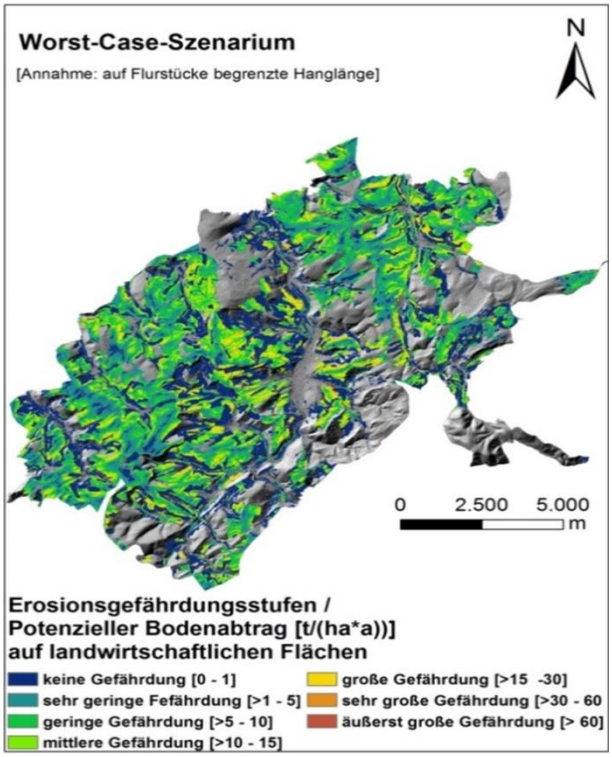


Abbildung 24: Potenzieller Bodenabtrag in einem Worst-Case-Szenario für die VG Rockenhausen
Quelle: RLP AgroScience GmbH, 2014

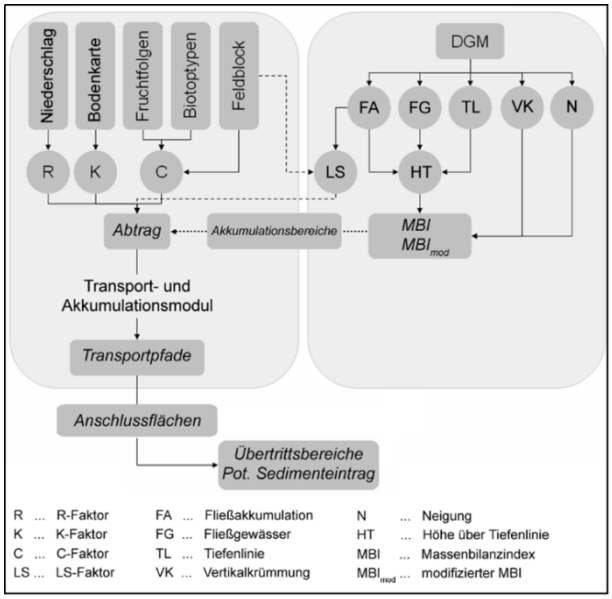


Abbildung 25: Fließstruktur eines ABAG-Flux-Modells und Dateninputs
Quelle: RLP AgroScience GmbH, 2014

Anhand dieser Erkenntnisse wurde das Modell weiterentwickelt. Es können nun zusätzlich Wassermengen (Regenereignisse) dazugerechnet werden und somit die ankommenden Wassermengen berechnet werden. Zudem kann das Modell bezüglich einiger Variablen verändert werden. Hierbei sind z. B. die Vegetation, die Topographie, die Bodeneigenschaften und die Regenmenge variabel. Dies führte dazu, dass verschiedene Hochwasserschutzmaßnahmen innerhalb des Modells simuliert werden konnten und dadurch eine Aussage zu der Tauglichkeit unterschiedlicher Maßnahmen getroffen werden kann.

Hierbei stehen insbesondere naturnahe (nichttechnische) Maßnahmen im Vordergrund, wie beispielsweise eine Änderung der Vegetation (Dauergrünland) oder Agroforstsysteme, Kurzumtriebsplantagen (KUP) und Humusaufbau der betroffenen Böden (Erhöhung der Infiltrationsleistung und der Speicherfähigkeit). Generell können alle Maßnahmen simuliert werden, die die Aufenthaltszeit des Wassers auf der Fläche erhöhen (s. Beispielmodellierung in Abbildung 75). Dieses Simulationsmodell kann als ein Produkt aus dem Forschungsprojekt bezeichnet werden, welches sich jetzt innerhalb der Testphase befindet.

II.1.5.2.3.2 VG Sprendlingen-Gensingen

Der westliche Teil der VG Sprendlingen-Gensingen ist durch das Nahe-Tal geprägt und dadurch topographisch flach ausgeprägt. Im östlichen Teil ist die Topographie deutlich ausgeprägter, was sich durch relativ steile Hanglagen darstellt, die größtenteils für den Weinbau genutzt werden. Die Niederschläge der Region liegen bei durchschnittlich 563 mm und liegen damit auch deutlich unter dem Bundesdurchschnitt. Die steilen Hanglagen, auf denen meist intensiver Weinbau betrieben wird, besitzen allein durch ihre Neigung ein hohes erosives Potenzial.

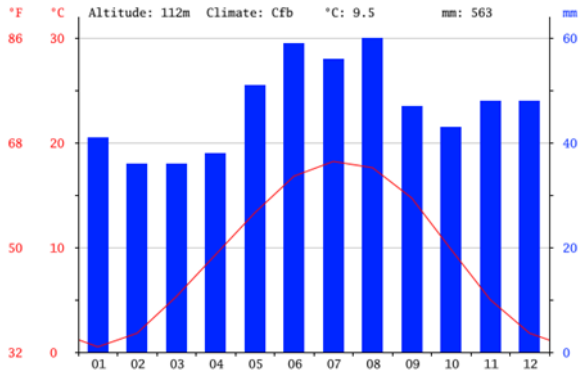


Abbildung 26: Klimatabelle VG Sprendlingen Gensingen
Quelle: http://de.climate-data.org/location/163064/

Insgesamt wurde auch hier auf ein großes Spektrum der Geodateninfrastruktur des Bundeslands Rheinland-Pfalz (GDI RLP) zugegriffen und die Daten in ein GIS-System integriert. Dabei konnte auch hier im Bereich „Niederschlagsmanagement“ Karten von Hochwasserretentionsräumen bezogen auf unterschiedliche Hochwasserereignisse angefertigt werden. Auch potenzielle Überschwemmungsgebiete je nach Regenereignis konnten visualisiert werden.

Auch für die VG Sprendlingen-Gensingen wurde eine Abflussmodellierung angefertigt, bei der ebenfalls darauf aufbauend eine Bodenabtragsmodellierung (Abbildung 75) angefügt wurde.

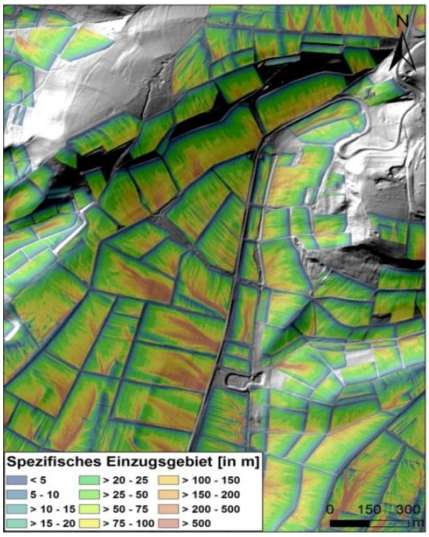


Abbildung 27: Abflussmodellierung mit spezifischem Einzugsgebiet in der VG Sprendlingen-Gensingen
Quelle: RLP AgroScience GmbH

Abbildung 28: Untersuchung eines konkreten Erosionsereignisses im Weinberg im Bereich Aspisheim
Quelle: Eigene Aufnahme

Die Abbildung 29 zeigt eine alternative Darstellung der Abflusspfade und somit der potenziellen Erosionsrinnen.

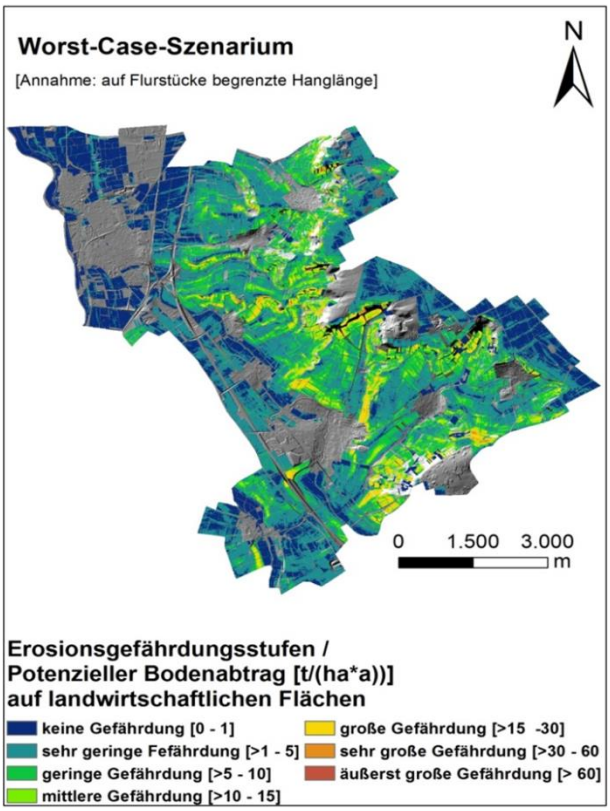


Abbildung 29: Potenzieller Bodenabtrag in einem Worst-Case-Szenario für die VG Sprendlingen-Gensingen
Quelle: RLP AgroScience GmbH, 2014

Für die Ortsgemeinde Badenheim entstand eine konkrete Anfrage durch die VG-Werke Sprendlingen-Gensingen bzgl. einer dort vorliegenden Problematik hinsichtlich des Oberflächenabflusses bei Regenereignissen. Diese führen oft dazu, dass Wasser, welches von der benachbarten und etwas oberhalb liegenden Landwirtschaftsfläche abfließt, die umliegenden Gebäude beschädigt und zu vermehrten Hochwasserereignissen führt. Durch die Oberflächenabflussmodellierung konnte bei einem Ortstermin dargestellt werden, dass es durch die hangabwärts gerichtete Pflugrichtung zu einer Bildung von Ablaufrinnen Richtung Gebäude kommt (s. Abbildung 30). Der Landwirt konnte dazu bewogen wer-

den die Pflugrichtung der letzten 30-40 Meter hangparallel verlaufen zu lassen. Durch diese Maßnahme konnten die Abflüsse Richtung Gebäude deutlich reduziert werden.

Abbildung 30: Beobachtung eines Oberflächenabflusses bei Badenheim bei einem Regenereignis
Quelle: VG-Werke Sprendlingen-Gensingen, 2012

II.1.5.2.3.3 Fazit

Mittels der Ist-Analyse im Bereich der Niederschlagsbewirtschaftung konnten durch die Zusammenarbeit mit der RLP AgroScience GmbH neuartige Wege begangen werden. Die Abflussbahnen des Niederschlags konnten mit einem sehr hohen Detaillierungsgrad dargestellt werden. Problemstellen insbesondere bzgl. des Oberflächenabflusses können so detailliert erfasst und durch eine Auswertung des Kartenmaterials dargestellt werden. Dies wurde für einige Beispielstandorte auch durchgeführt (bspw. Badenheim).

II.1.5.2.4 Ergebnisse der Ist-Analyse zu „Trinkwasserversorgung“

Zur Erfassung der Ist-Situation im Bereich Trinkwasser sollten auch die Brauchwasserbedarfe und Verfügbarkeiten abgefragt bzw. bestimmt werden. Zudem sollten hier auch bekannte Wasserspeichervorrichtungen und Rückhalteelemente mit aufgenommen werden.

II.1.5.2.4.1 VG Rockenhausen

Für die Ist-Analyse der Trinkwassersituation in Rockenhausen wurden das Trinkwassernetz, bestehende Schutzgebiete und ehemals genutzte, aber mittlerweile stillgelegte Brunnen innerhalb der VG erfasst. Zudem wurde ermittelt, woher die VG das Trinkwasser bezieht.

In der VG Rockenhausen wurde im Jahr 2010 ca. 586.600 m³ Trinkwasser bezogen und über ein 100 km langes Leitungsnetz zu den Abnehmern transportiert. Die Firma Keiper besitzt einen Brauchwasserbedarf von ca. 20.000 m³/Jahr als Kühlwasser.

Das Trinkwasser bezieht die VG über den Trinkwasserversorgungszweckverband „Westpfalz“. Die Wassergewinnung des Zweckverbandes Wasserversorgung „Westpfalz” erfolgt über die drei Gewinnungsgebiete Weilerbach, Kolbental und Moosalbtal.

Im Zuge möglicher anzustrebender Veränderungen im Trinkwassersystem wurden auch die ehemaligen Trinkwasserbrunnen der einzelnen Ortsgemeinden erfasst (s. Abbildung 31 und Tabelle 12). Dies

wurde durch topographische Karten, historische Karten, Expertengespräche und durch Archivdurchsuchungen des Landmanagers der VG Rockenhausen durchgeführt.

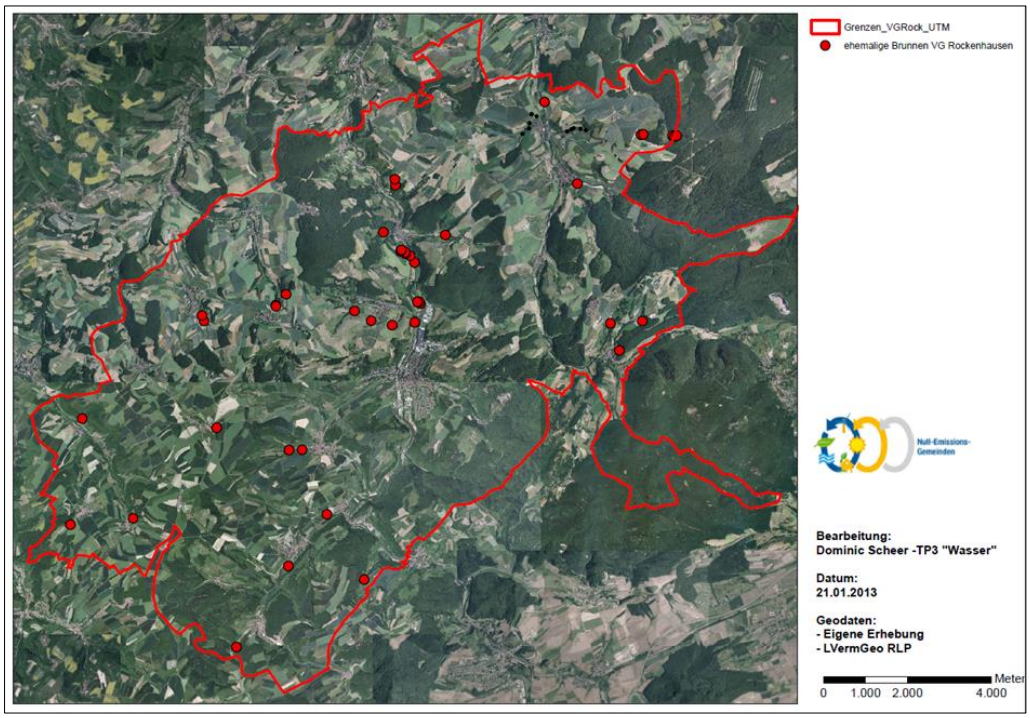


Abbildung 31: Standorte von ehemaligen Trinkwasserbrunnen in der VG Rockenhausen
Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 12: Übersicht zu den ehemaligen Brunnen und Quellen in der VG Rockenhausen
Quelle: Eigene Darstellung nach Aufbereitung durch Georg Budell auf Datengrundlage der VG-Werke Rockenhausen/VG Rockenhausen

Gemeinde	Anlage	Fl.Nr.	Gemarkung, derzeitige Nutzung etc.
Rockenhausen	Flachbrunnen	4249/2	
	Flachbrunnen	4246	
	Flachbrunnen	1104/1	Gemarkung
	"	1100/3	Katzenbach
	"	1111	
Dörnbach	Tiefbrunnen	305	
	Tiefbrunnen	918 1/4	
Marienthal	2 Quellen + Tiefbehälter		"Am Kändelbrunnen"
	1 Quellfassung + Tiefbehälter		"An der Kuhtrift" ; genutzt zur Dorfbrunnenspeisung
Rußmühlerhof	Sickerstränge		genaue Lage nicht bekannt
Bayerfeld-Steckweiler	Quelle im Stollen	2294 c	
Bisterschied	Tiefbrunnen	1120/2	
	Tiefbrunnen	1123	
Dielkirchen	Sickerstrang	1738/6	
	Tiefbrunnen	244	
	Flachbrunnen	240	
	5 Flachbrunnen		(s. Lageplan)
	Tiefbrunnen	245	
	Quellfassung	510	
Dörrmoschel	Tiefbrunnen	110	landwirtsch. genutzt; Notversorgung?
Gehrweiler	Tiefbrunnen	502	
Gerbach	Tiefbrunnen	795	
	3 Quellen (Althof ?)	2450	
		3916	Gem. Kriegsfeld
		3916/2	"
	2 Quellen(Schneeb.hof?)	2445	
		2417/3	
Gundersweiler	Tiefbrunnen	751	
Imsweiler	Quelle	409	"In der Halle"
	Tiefbrunnen		derzeitige Pumpstation Imsweiler
Katzenbach	3 Quellen	997	Notversorgung ?
	1 Quellfassung	295 1/2	Mittweilerhof; Brunennspeisung (Ortsgemeinde)
		260	"Rammelbach"; Brunnenspeisung (Ortsgemeinde)
Ransweiler	Quelle	209	"Am Erzberg"
		211 1/7	"
Rathskirchen	Quellfassung	309	"Burbach"
Reichsthal	Tiefbrunnen	75	"Kirchrech"; "Am Dörrmoscheler Weg"
Ruppertsecken	Brunnen	614	"Am Würzelborn"
St. Alban	Brunnen	1485	Nutzung für Pflanzenkläranlage
	Hochbehälter		Brunnenspeisung (Gemeinde)
Schönborn	2 Quellfassungen		"In den Herrenwiesen"
Seelen	Quellfassung	1468	priv. Nutzung K.H. Hahn

Trinkwasserschutzgebiete gibt es in der VG Rockenhausen nur an einer Stelle: Östlich des Hengstbacherhofes existiert der letzte lokale Brunnen, der Trinkwasser zu einem nahegelegenen Hochbehälter pumpt und von dort aus den Hengstbacherhof und den Schmalfelderhof mit Trinkwasser versorgt (s. Abbildung 32).

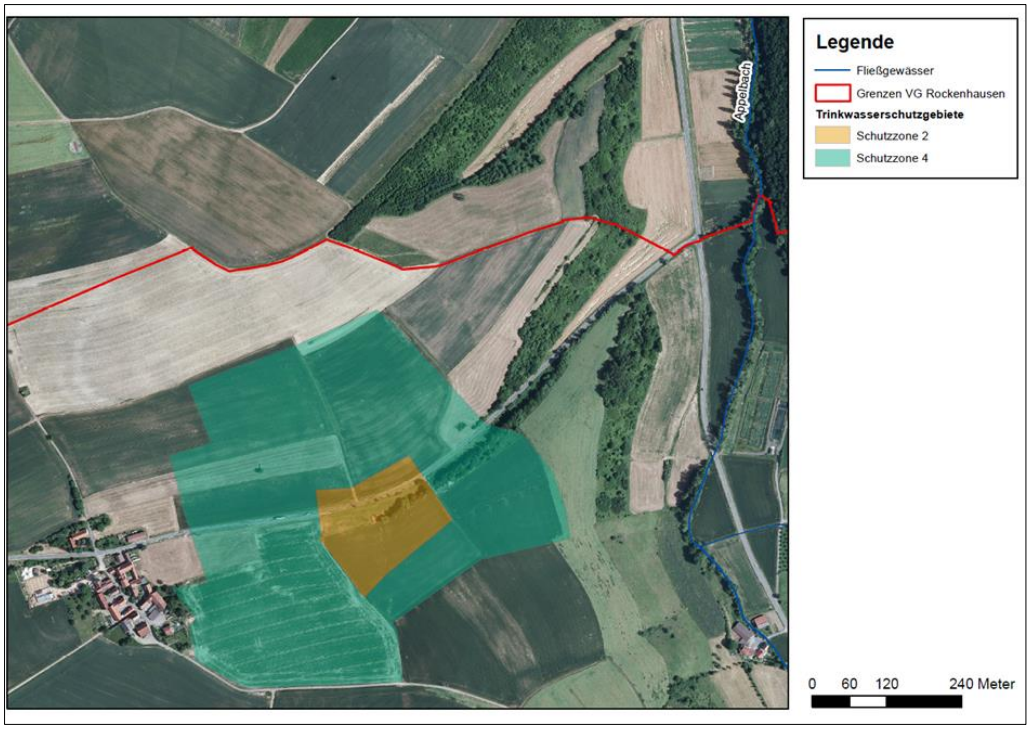


Abbildung 32: Trinkwasserschutzgebiete östlich des Hengstbacherhofes
Quelle: Eigene Darstellung nach Datascout RLP, Zugriff 2011

Bei diesem Trinkwasserschutzgebiet wurde zusätzlich das Einzugsgebiet für oberflächige Abflüsse der Förderstelle mittels Geoinformationssystemen bestimmt, um die Eintragswege von oberflächig, abgetragenen Schadstoffen (bspw. Nitrat) örtlich abgrenzen zu können (s. Abbildung 33).

In diesem Zusammenhang konnten auch die Grundwasserpegel aus dem vom Land RLP zur Verfügung gestellten Datenpool gewonnen werden und als Hintergrundinformation hinterlegt werden.

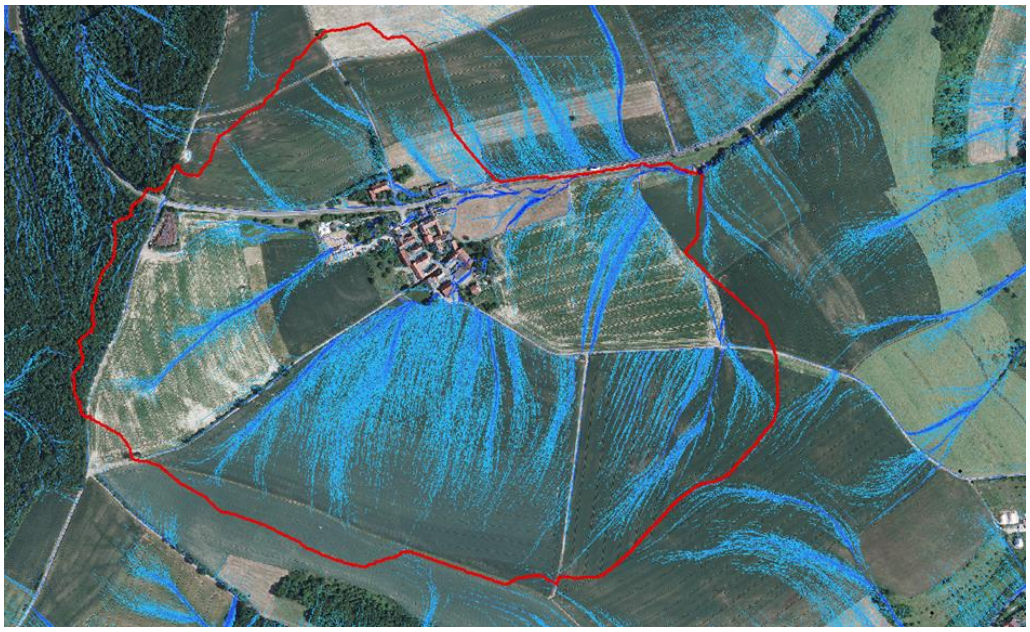


Abbildung 33: Oberflächiges Einzugsgebiet des Trinkwasserbrunnens östlich des Hengstbacherhofes
Quelle: Eigene Darstellung

Die Brauchwasserbedarfe werden in der VG Rockenhausen durch zusätzliche Kanaluhren verdeutlicht. Diese werden installiert, wenn der Anwohner oder der Betrieb ein höheres Brauchwasseraufkommen meldet als angenommen. So kann der Brauchwasserbedarf in der VG Rockenhausen relativ genau ermittelt werden.

Im Folgenden werden weitere Kennwerte aus der VG Rockenhausen zum Thema Trinkwasser und Brauchwasser dargestellt:

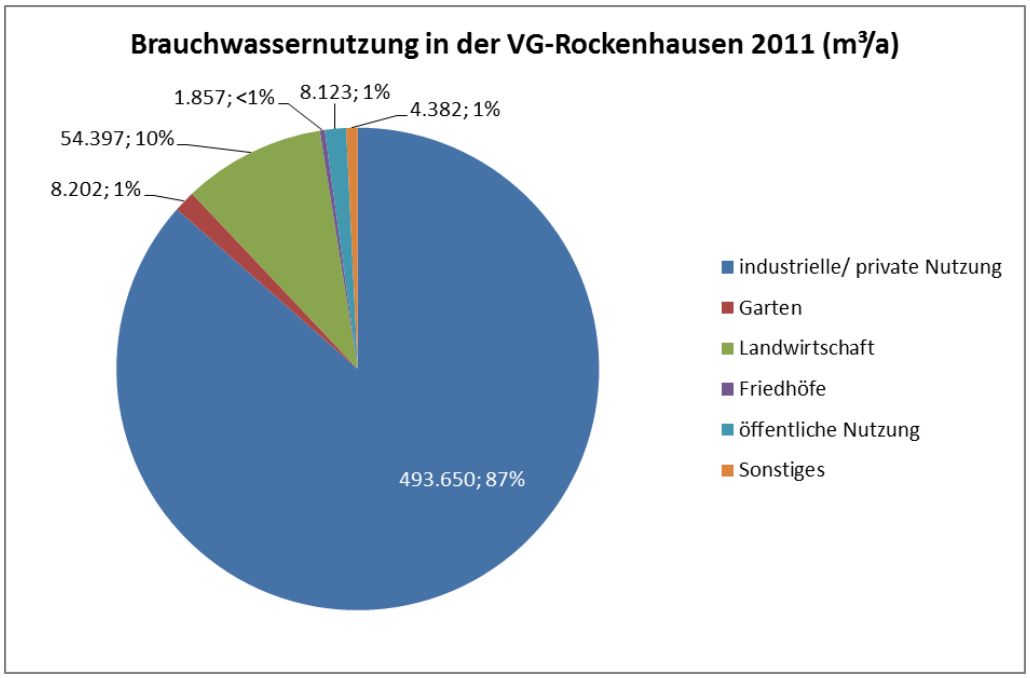


Abbildung 34: Brauchwassernutzung in der VG Rockenhausen
Quelle: Eigene Erhebung nach VG-Werke Rockenhausen

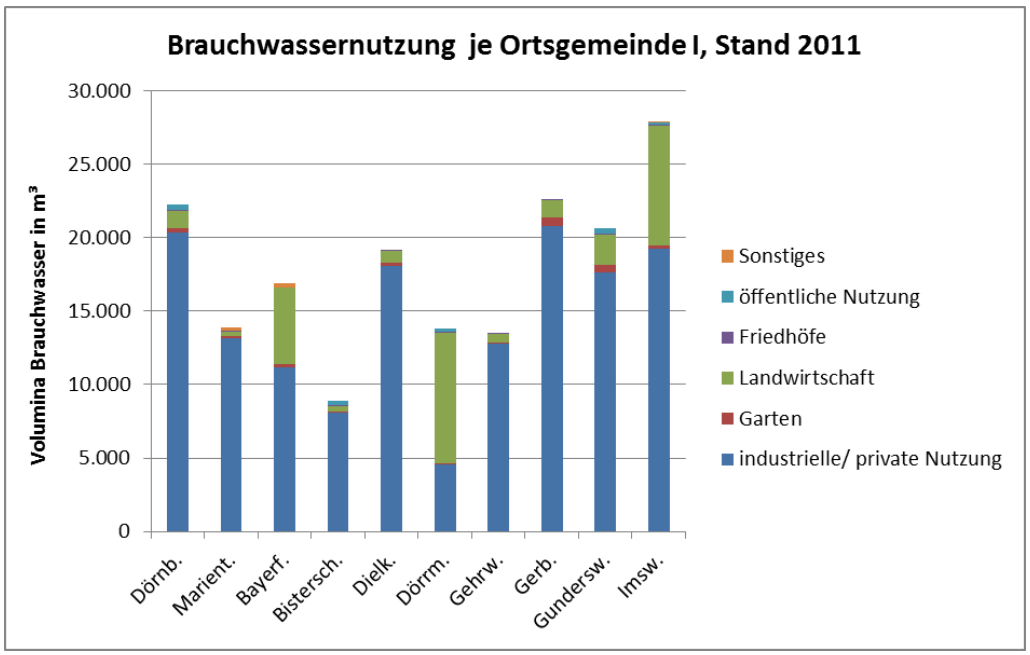


Abbildung 35: Brauchwassernutzung der VG Rockenhausen nach Gemeinden I
Quelle: Eigene Erhebung nach VG-Werke Rockenhausen

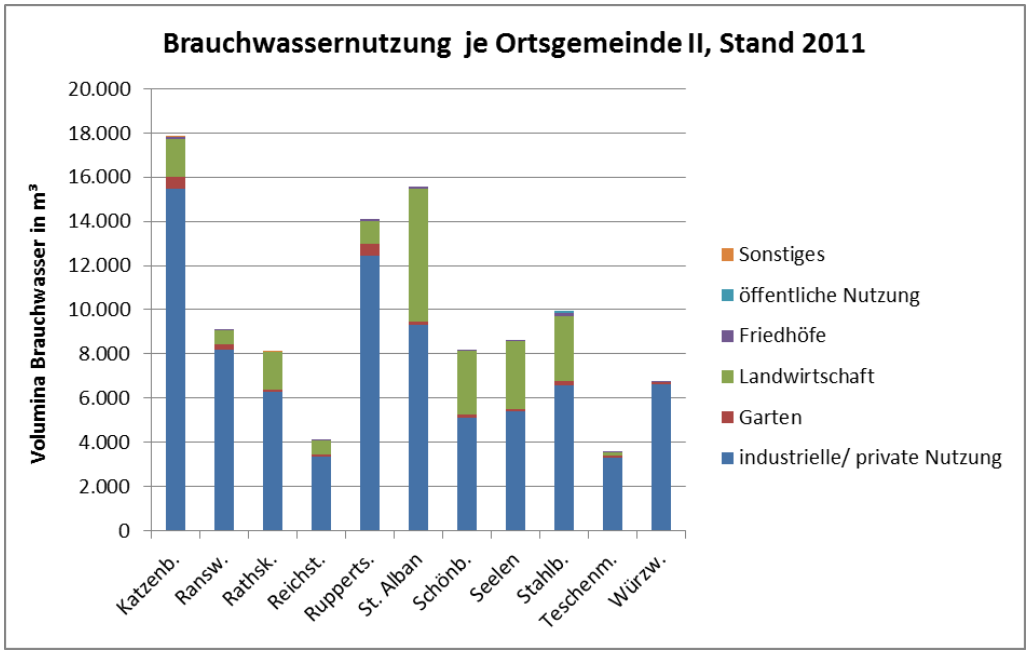


Abbildung 36: Brauchwassernutzung der VG Rockenhausen nach Gemeinden II
Quelle: Eigene Erhebung nach VG-Werke Rockenhausen

Außerhalb des einen Trinkwasserbrunnens, der zwei Höfe versorgt, wird das gesamte Trinkwasser in die VG importiert. Es existieren mehr als 50 ehemalige Brunnen, zu denen noch viele weitere auf privaten Grundstücken hinzukommen.

Der größte Wasserverbraucher der VG ist die Firma Keiper, die alleine einen Brauchwasserbedarf von ca. 20.000 m³/Jahr besitzt. Insgesamt gibt es in der VG einen Brauchwasserbedarf von ca. 77.000 m³/Jahr.

II.1.5.2.4.2 VG Sprendlingen-Gensingen

Im Gegensatz zur VG Rockenhausen besitzt die VG Sprendlingen-Gensingen 3 Trinkwasserbrunnen, durch welche sie 2/3 ihres Trinkwasserbedarfs decken können. Der übrige Bedarf wird durch Trinkwasserbrunnen aus der VG Bad Kreuznach abgedeckt und somit in die VG importiert. Zu den 3 Trinkwasserbrunnen gibt es noch 18 weitere Brunnen, die einer Brauchwasserversorgung dienen. Für Bauern und Winzer existieren 4 Brauchwasserentnahmestellen, die durch fischgrätenartige Drainagesysteme der umliegenden Anhöhen mit Sickerwasser versorgt werden. Die Winzer können dieses Wasser gegen eine geringe Gebühr für die Vermischung von Spritzmittel, aber auch zum Reinigen der landwirtschaftlichen Maschinen nutzen.

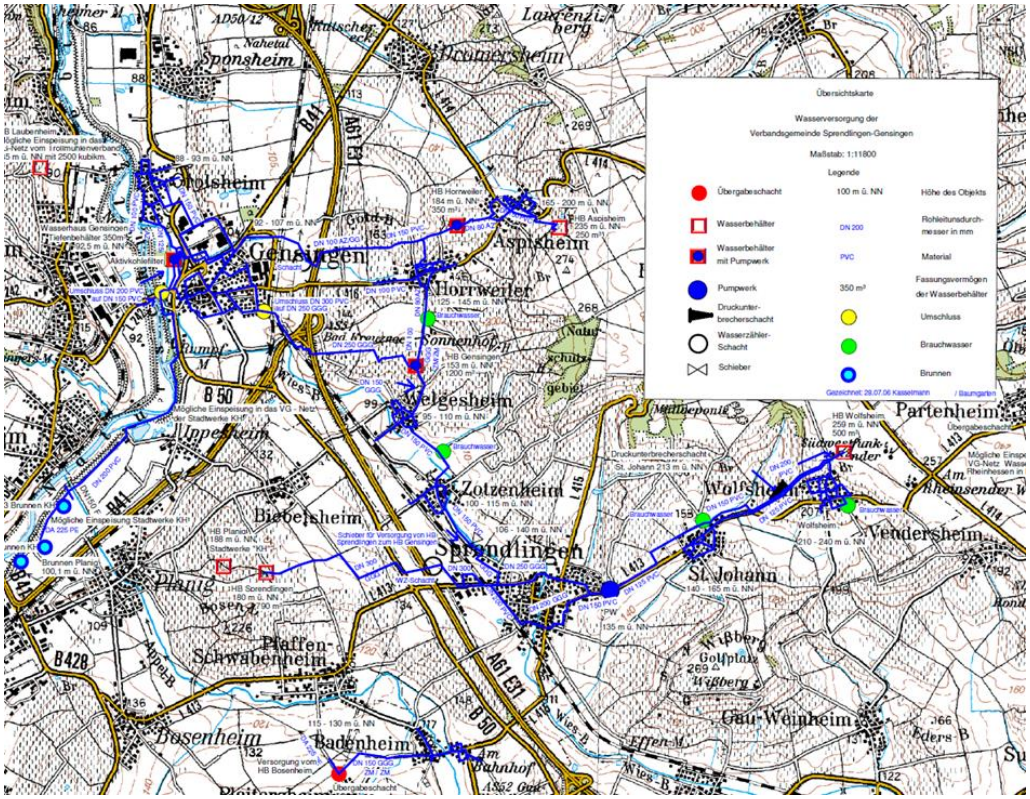


Abbildung 37: Übersichtskarte zur Wasserversorgung in der VG Sprendlingen-Gensingen
Quelle: VG-Werke Sprendlingen-Gensingen

Insgesamt verbraucht die VG Sprendlingen-Gensingen ca. 690.000 m³ Trinkwasser pro Jahr. Die größten Wasserverbraucher sind hierbei die Firma Globus, das kommunale Hallenbad, der Golfclub und die Firma Winzersekt. Der Brauchwasserbedarf beläuft sich hier auf 9.300 m³ pro Jahr.

Tabelle 13: Übersicht zu Wasserfassungen der VG Sprendlingen-Gensingen
Quelle: Eigene Darstellung nach VG-Werke Sprendlingen-Gensingen

WFG - Nr	Wasserfassung	Jahr	Entnahmemenge [m³ / Jahr]
302140142	Brunnen Zotzenheim	2010	531
302140253	Brunnen Gensingen, Sportplatz an der Nahe (alt)	2010	3431
302140364	Brunnen 6 Horrweiler	2010	593
302140475	Brunnen Gensingen, Sportplatz am Matzgraben (neu)	2010	34
302140697	Quelle 1 Aspisheim	2010	keine Messung
302140708	Quelle 2 Aspisheim	2010	
302140800	Quelle 3 Aspisheim	2010	
302140911	Quelle 4 Aspisheim	2010	
302141052	Quelle 5 Aspisheim	2010	
302141163	Quelle 6 Aspisheim	2010	
302141274	Quelle 7 Aspisheim	2010	
302141385	Quelle 8 Aspisheim	2010	
302141496	Tiefbrunnen Planig	2010	499.361
302810551	Brunnen 1 St. Johann Golfplatz Wißberg	2010	3.512
302810662	Brunnen 2 St. Johann Golfplatz Wißberg	2010	
302810773	Brunnen 3 St. Johann Golfplatz Wißberg	2010	
302810884	Brunnen 4 St. Johann Golfplatz Wißberg	2010	
	Brunnen Wolfsheim	2010	keine Messung

Da sich die VG-eigenen Trinkwasserbrunnen außerhalb der Gemarkung der VG befinden existiert innerhalb der VG keinerlei Trinkwasserschutzgebiet.

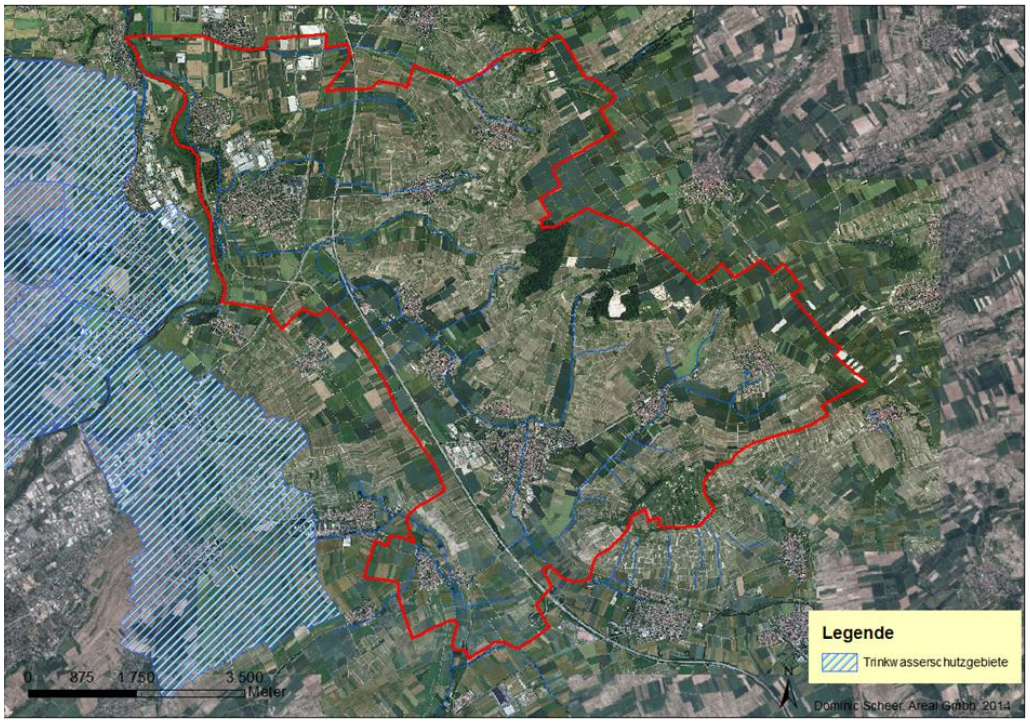


Abbildung 38: Trinkwasserschutzgebiete im Umkreis der VG Sprendlingen-Gensingen
Quelle: Eigene Darstellung nach Datascout RLP, Zugriff 2011

II.1.5.2.4.3 Fazit

Im Bereich der Trinkwasserversorgung konnten in beiden Verbandsgemeinden alle relevanten Daten, die zur Ableitung von Potenzialen erhoben werden. Dies liegt insbesondere darin begründet, dass in den jeweiligen VG-Werken eine gute Datensammlung vorlag und eine große Bereitschaft zur Bereitstellung bestand.

II.1.5.2.5 Ergebnisse der Potenzial-Analyse zu „Abwasser“

Die Potenziale im Bereich Abwasser liegen zum einen in den Nährstoffen, die im Abwasserstrom und auch im Klärschlamm enthalten sind. Diese Nährstoffe sollten, anstatt in der Kläranlage und Verbrennungsanlagen vernichtet zu werden, für die Landwirtschaft nutzbar gemacht werden. Dort werden für das Wachstum der Feldfrüchte große Mengen an Nährstoffen benötigt, die zurzeit größtenteils aus mineralischen Düngern gewonnen werden. Insbesondere beim Stickstoff und beim Phosphor werden große Mengen an Energie, aber auch mineralische – und z. T. uranhaltige Materialien verbraucht. Dies ist im Sinne der Nachhaltigkeit und im Sinne des regionalen Stoffstrommanagements ein unbefriedigender Zustand. Nicht nur das die Nährstoffe aus großer Entfernung hertransportiert werden, die Nährstoffe, die in der VG tatsächlich vorhanden sind, werden größtenteils ungenutzt aus den Verbandsgemeinden über Gewässer oder die Luft exportiert. Der Klärschlamm wird tatsächlich momentan noch in beiden Verbandsgemeinden stofflich genutzt und auf die umgebenden landwirtschaftlichen Nutzflächen ausgebracht. Dies soll allerding in naher Zukunft mit dem Eintreten der neuen Klärschlammordnung geändert werden. Die Problematik, die die Entscheidungsträger zurzeit sehen ist, dass der Klärschlamm zu stark mit Schadstoffen belastet ist und dadurch die Böden nachhaltig geschädigt werden. Hier ist ebenso ein neuer Ansatz erforderlich wie im Abwasserstrom selbst, wo durch den biologischen Abbau die Nährstoffe verbraucht und umgebaut werden, sodass diese in die Luft entweichen. Hier sollte versucht werden die Nährstoffe so aus dem Abwasserstrom zu bekommen, dass diese nach der Entfernung aus dem Abwasserstrom so erhalten bleiben, dass diese weiterhin für die Landwirtschaft nutzbar sind.

Zum anderen liegen die Potenziale im Bereich Abwasser beim Wasser selbst. Trinkwasser, was nach seiner Nutzung als Abwasser Richtung Kläranlage transportiert wird, wird dort gereinigt und in ein Gewässer geleitet, ohne das gereinigte Abwasser einer weiteren Nutzung zuzuführen. Dieses Klarwasser (gereinigtes Abwasser) könnte eine weitere Nutzung erfahren, wenn es dadurch zu keiner hygienischen Beeinträchtigung für die Gesellschaft kommt.

Um diese Potenziale (Nährstoffe, Klärschlamm und Wasser) nutzbar zu machen, hat die Firma Palaterra Betriebs- und Beteiligungsgesellschaft mbH im Rahmen des Forschungsprojekts Technologien und Konzepte entwickelt und weiterentwickelt, die sich teilweise bereits innerhalb der Verbandsgemeinden in Umsetzung oder sich sogar in einer Pilotphase befinden.

Tabelle 14: Nicht vollständig genutzte Stoffströme aus der Abwasserwirtschaft in den Modellkommunen, Basisjahr 2010
Quelle: Eigene Ermittlung

Stoffstrom	VG Rockenhausen	VG Sprendlingen-Gensingen
Stickstoff	40.000 t/a	97.000 t/a
Phosphor	3.500 t/a	15.000 t/a
Abwasseranfall	1.135.000 m³/a	1.485.550 m³/a

Die technologischen Ansätze, die dazu existieren sind entweder nicht wirtschaftlich, setzen an falschen Stellen an oder sind nicht zum Schutz dieser Ressourcen oder Potenziale geeignet. Dadurch entstand eine Notwendigkeit zur Weiterentwicklung von bestehenden Technologien und Entwicklung von neuen Technologien und Ansätzen, um diese Potenziale nutzen zu können.

Dadurch, dass im Zuge des Projekts von der Palaterra Betriebs- und Beteiligungsgesellschaft mbH neue Technologien entworfen oder angepasst wurden, die exakt die Potenziale der Verbandsgemeinden aufgreifen, konnte hier ein deutlich höherer Beitrag geleistet werden, als im Projektantrag beschrieben. Einige der Potenziale werden durch die im Kapitel II.1.6.4.4 dargestellten Maßnahmen bereits umgesetzt.

II.1.5.2.6 Ergebnisse der Potenzial-Analyse zu „Gewässer“

Da es, wie in der IST-Analyse dargestellt, oft zu standortunangepasster Landnutzung in Gewässernähe kommt, welches sich in Form von Ertragseinbußen oder Ernteausfällen auswirkt, sollte hier ein neues Bewirtschaftungskonzept erarbeitet werden. Insbesondere in nassen und regelmäßig überschwemmten Standorten kommt es hierbei zu regelmäßigen Ertragseinbußen.

Weiterhin stellen die Düngemitteleinträge in das Gewässer ein großes Problem dar, welches sich auch auf bundesweiter Ebene manifestiert. Hierbei gelangen Düngemittel und auch Spritzmittel bei der Ackerbewirtschaftung durch Drift oder teilweise auch direkt in das Gewässer.

Das Potenzial des Teils „Gewässer“ stellt sich also als standortangepasste Flächennutzung dar, die nasse und regelmäßig überschwemmte Flächen integriert und einen höheren Schutz des Gewässers vor oberflächig und direkt eingetragenen (Drift oder Runoff) Schadstoffen, wie Düngemittel und Spritzmittel bietet.

II.1.5.2.7 Ergebnisse der Potenzial-Analyse zu „Niederschlagsbewirtschaftung“

Das Potenzial bei der Niederschlagsbewirtschaftung stellt sich so dar, dass möglichst viel Wasser, welches durch Niederschlag auf die Fläche fällt, verfügbar bleibt. Dies bedeutet, dass zum einen Speichermaßnahmen getroffen werden müssen und zum anderen Maßnahmen getroffen werden müssen, um die Rückhaltefähigkeit der Flächen zu erhöhen. Dies könnte bspw. durch eine Erhöhung des Humusgehalts oder durch Vegetationsänderungen entstehen. Um die Potenziale zu verdeutlichen, wurde von der Palaterra Betriebs- und Beteiligungsgesellschaft mbH und der RLP AgroScience GmbH eine Abflussmodellierung erstellt, die die Abflussbahnen des Oberflächenabflusses darstellt. Mithilfe dieses Abflusses können Veränderungen der Vegetation und der Bodenbeschaffenheit, sowie der Topographie simuliert werden und die Veränderung des Abflusses dargestellt werden.

Ebenso relevant wie die Wasserverfügbarkeit ist der Verlust von Bodenmaterial durch Bodenerosion. Hierbei konnte durch das vorliegende Modell der Bodenabtrag durch oberflächigen Abfluss dargestellt werden. Und dies mit einer bisher unerreichten Genauigkeit. Das Modell bietet die Möglichkeit die Problematik von Erosionsrinnenbildung und des flächenhaften Bodenabtrags zu betrachten und kann dabei auf Vegetation, Topographie und Bodenbeschaffenheit eingehen. Weiterhin ist auch eine Simulation von Veränderungen der Umgebungsvariablen, wie bspw. der Vegetation oder der Topo-

graphie möglich. Weitere Hinweise finden Sie im Bericht der RLP AgroScience GmbH, welcher auf der Projekthomepage veröffentlicht ist.[6]

II.1.5.2.8 Ergebnisse der Potenzial-Analyse zu „Trinkwasserversorgung“

Die Potenziale bei der Trinkwasserversorgung werden zum einen in einer Regionalisierung der Wasserversorgung und der Umstrukturierung der Bezugsysteme gesehen. Für Rockenhausen ist die Existenz regionaler Brunnen und die geographische Verteilung derart günstig, dass hier von einem Potenzial einer Reinitialisierung der lokalen Wasserversorgung gesprochen werden kann. Hierfür muss die Wasserqualität der lokalen Brunnen einer Trinkwasserqualität entsprechen. Die Gründe, warum hier ein zentraler und externer Trinkwasserversorger in der Vergangenheit gewählt wurde, lag zum einen in der Kostenersparnis durch geringere Kontrollen, zum anderen in der nicht immer ausreichenden Qualität des Trinkwassers.

Ein weiteres Potenzial ist die Brauchwasserversorgung der Landwirtschaft. Hierzu gibt es in der VG Sprendlingen-Gensingen einige Brauchwasserzisternen, die gegen eine geringe Gebühr Brauchwasser für die Landwirte zur Verfügung stellt. Diese benötigen das Wasser bspw. für Pflanzenschutzmaßnahmen oder Maschinenwaschungen.

In Sprendlingen-Gensingen ist die Situation durch die zum großen Teil vorhandene eigene Trinkwasserversorgung eine ganz andere. Hier existiert bereits eine regionale und eigenständige Trinkwasserversorgung. Generell gibt es in der VG Sprendlingen-Gensingen ein Trinkwasserversorgungssystem, welches in vielerlei Hinsicht einer nachhaltigen Trinkwasserversorgung entspricht. Aus diesem Grund sind die Potenziale im Sinne eines „Null-Emissions-Gemeinden“-Konzeptes sehr gering.

II.1.5.2.9 Bedarfsanalyse für das Handlungsfeld „Wasser“

Der Bedarf der jeweiligen Verbandsgemeinden entspricht größtenteils den Potenzialen. Nährstoffe, Bewässerungswasser, Bodenverbesserung, Niederschlagsmanagement und Erosionsreduktion sind tatsächlich alles Bedarfe, die sich aus der IST-Analyse ergeben. Als einzige Ausnahme scheint hier die Trinkwassersituation, zumindest teilweise, herauszuragen. Trinkwassereinsparungen gefährden die bestehende Infrastruktur durch mögliche Stagnationen im Trinkwasserstrom (bspw. in Hochbehältern) und können so eine Verkeimung des Trinkwassers verursachen. Allerdings wird bspw. in der VG Rockenhausen das Trinkwasser komplett aus einer externen Quelle außerhalb der VG-Grenzen bezogen. Hier könnten durchaus im Sinne der regionalen Kreislaufwirtschaft und zur Förderung von nachhaltigem Handeln innerhalb der VG Überlegungen zur Umstrukturierung der bisherigen Trinkwasserversorgung angestellt werden. Eine weitere Reduktion des Trinkwasserverbrauchs innerhalb der VG ohne Anpassungen der Infrastruktur wird momentan allerdings nicht als Bedarf angesehen.

[6] www.null-emissions-gemeinden.de

II.1.5.3 Ergebnisse im Handlungsfeld „Sekundärrohstoffe“

Autoren: Simon Tremmel, Marion Graupner, Andreas Klein, Manuel Trapp, Mike Speck, Frank Baur

Der untersuchte Bilanzrahmen fokussiert – u. a. im Hinblick auf den „urban mining“-Ansatz – stoffstromspezifisch, folgende vier ressourcenrelevante Teilbereiche:

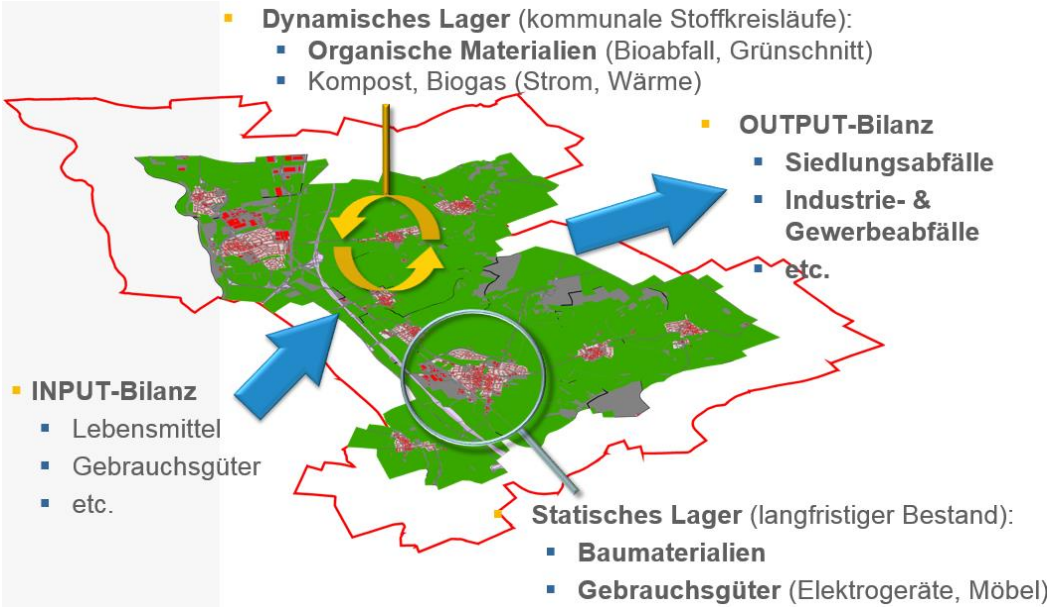


Abbildung 39: Gesamtübersicht des Stoffflusssystems – Input- & Output-Bilanz; dynamisches & statisches Lager
Quelle: Eigene Darstellung

- **INPUT**: Stoff- und Energieflüsse, die von außerhalb in die Modellkommunen hineinfließen.
- **DYNAMISCHES LAGER**: Stoff- und Energieflüsse, die bereits innerhalb der Modellkommunen bestehen, bzw. in Kreisläufen genutzt werden.
- **STATISCHES LAGER:** Stoff- und Energiebestände, die mittel- bis langfristig gebunden innerhalb der Modellkommunen existieren (z. B. Güter, Baumaterialien).
- **OUTPUT**: Stoff- und Energieflüsse, die aus der Modellkommune hinausfließen.

II.1.5.3.1 Abschätzung der aktuellen Versorgungssituation – Inputbilanz

Um die Stoffflüsse im Teilprojekt Abfälle und Sekundärrohstoffe für die Verbandsgemeinden bewerten zu können, ist es wichtig, neben den Abfallströmen (Output-Bilanz), auch die (stoffliche) Versorgungssituation (Input-Bilanz) als potenzielle Ursache der Abfallentstehung im Hinblick auf die Identifikation möglicher Wechselwirkungen einschätzen zu können. Die Input-Bilanz umfasst dabei – theoretisch – alle Stoffflüsse, die von außerhalb der Gemarkungsgrenzen in die Modellkommunen hineinfließen. Hierunter fallen Gebrauchs- und Verbrauchsgüter wie Lebensmittel, Elektrowaren, Einrichtungsgegenstände und Baumaterialien.

Im Hinblick auf die Herleitung von Input-Bilanzen können auf der Basis des Warenkorbes alleine jedoch nur Tendenzen in Bezug auf die Ausgaben für bestimmte Güterkategorien, aber noch keine Mengenströme abgeleitet werden. Die Aufnahme der Versorgungsseite ist zudem aufgrund der großen Produktvielfalt und des (gewollt) unkontrollierten Konsumverhaltens der einzelnen Bürger im Vergleich zur Entsorgungssituation deutlich schwieriger und lässt sich nur sehr unscharf auf die bei-

den Projektgemeinden projizieren. Die Übertragung des bundesweiten durchschnittlichen Warenkorbs auf die beiden Verbandsgemeinden bietet daher lediglich die Möglichkeit einer annäherungsweisen Abbildung der Versorgungsseite. Im Hinblick auf die Herleitung eines integrativen Ressourcenmanagements wird der Warenkorb dabei über dessen Klassifizierung hinweg in die korrespondierenden (Sekundär-)Rohstoffsegmente (z. B. Lebensmittel → Organik) gegliedert und darauf aufbauend ausgewertet. Die Herleitung von (theoretischen) Mengenströmen erfolgte dabei auf der Basis einer erweiterten Literaturrecherche unter Nutzung von Daten des Statistischen Bundesamtes, des Statistischen Landesamtes Rheinland-Pfalz sowie von Angaben seitens der Branchenverbände und der Marktforschungsunternehmen.

II.1.5.3.1.1 Abschätzung der einzelnen Verbrauchsmengen

Unter Berücksichtigung der oben dargestellten Hintergründe werden nachfolgend für ausgewählte (relevante) Produktgruppen Abschätzungen im Hinblick auf die Versorgungs-/Bedarfssituation durchgeführt.

Lebensmittel

Zum Pro-Kopf-Verbrauch an **Lebensmitteln** liegen für unterschiedliche Nahrungsmittelgruppen Daten im Statistischen Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten vor [BMEL 2013], auf deren Basis der theoretische Verbrauch für die Verbandsgemeinden Rockenhausen und Sprendlingen-Gensingen hochgerechnet werden kann. Danach belaufen sich die Gesamtmengen an verbrauchten Lebensmitteln bei einem geschätzten Pro-Kopf-Verbrauch von ca. 622 kg/EW*a für Rockenhausen auf rund **6.974 Mg/a** bzw. rund **8.698 Mg/a** für Sprendlingen-Gensingen. Die Nahrungsmittelspezifischen Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. Ebenfalls finden sich hier ergänzende Angaben zu den jeweiligen Selbstversorgungsgraden für Deutschland. Bei einer Unterversorgung (< 100 %) sind Importe notwendig, Werte > 100 % hingegen zeigen Produktionsüberschüsse in Deutschland an. Der Gesamtversorgungsgrad für Deutschland lag dabei für Nahrungsmittel mit Erzeugung aus Auslandsfutter im Mittel bei 88 %, ohne Erzeugung aus Auslandsfutter bei 80 %.

Tabelle 15: Verbrauch an Grundnahrungsmitteln bundesweit und geschätzte Verbrauchsmengen in den Verbandsgemeinden (Bezug: 2010)

Grundnahrungsmittel	Pro-Kopf-Verbrauch bundesweit[1] . [kg/EW*a]	Theoretischer Verbrauch VG RO[2] 2010 . [Mg/a]	Theoretischer Verbrauch VG SG[2] 2010 . [Mg/a]	Selbstversorgungsgrad Deutschland[1] (2010/2011) [%]
Gemüse	95,1	1.065,9	1.329,5	35
Fleisch u. Fleischerzeugnisse	89,5	1.003,1	1.251,2	114
Frischmilcherzeugnisse	83,7	938,1	1.170,1	123
Weizen	70,9	794,6	991,2	120
Obst (einschl. trop. Früchte)	68,9	772,2	963,2	18
Kartoffeln / Kartoffelstärke	58,3	653,4	815,0	138
Zucker	33,7	377,7	471,1	120
Käse	23,5	263,4	328,5	120
sonst. Getreideerzeugnisse	16,8	188,3	234,9	85
Pflanzliche Fette (Produkte)	16,7	187,2	233,5	45
Fisch u. Fischerzeugnisse	15,7	176,0	219,5	21
Eier	13,3	149,1	185,9	57
sonst. Milcherzeugnisse[3]	11,3	126,7	158,0	> 100
Roggen	8,8	98,6	123,0	93
Butter	5,9	66,1	82,5	94
Reis	5,4	60,5	75,5	0
Kakao	3,2	35,9	44,7	0
Honig	1,1	12,3	15,4	k. A.
Hülsenfrüchte	0,4	4,5	5,6	91
Gesamt	**622,2**	**6.973,6**	**8.698.3**	**80 / 88[4]**

[1] Quelle: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2013, BLE, Landwirtschaftsverlag Münster Hiltrup; [2] umgerechnet auf die Einwohnerwerte der VG (RO = Rockenhausen; SG = Sprendlingen-Gensingen); [3] z. B. Sahne, Kondensmilch, Vollmilch-/Magermilchpulver; [4] ohne / mit Erzeugung aus Auslandsfutter

Einrichtungsgegenstände/Möbel

Zu den Konsummengen an **Möbeln** und anderen Einrichtungsgegenständen lagen auf Nachfrage bei den statistischen Ämtern keine Daten vor. Der Verband der Deutschen Möbelindustrie veröffentlicht jährlich lediglich Angaben zu den Pro-Kopf-Ausgaben in Euro. Werden diese zuzüglich der Angaben für Accessoires und Dekorationen zugrunde gelegt, ist (grob) von einem Finanzaufkommen von ca. 500 € pro Person und Jahr auszugehen. Übertragen auf die Verbandsgemeinden führt dies zu Finanzflüssen von 5,6 Mio. €/a für Rockenhausen und 7,0 Mio. €/a für Sprendlingen-Gensingen.

Elektrogeräte

Für **Elektrogeräte** aus dem Bereich Unterhaltungselektronik, Informations- und Kommunikationstechnik, Haushaltsgeräte sowie Fahrzeuge lagen Daten des Statistischen Bundesamtes zur Ausstattung der Haushalte vor, von denen auf den Konsum rückgeschlossen werden kann. Die daraus hergeleitete Güterbilanz für die Verbandsgemeinden ist in Kapitel II.1.5.3.2.1 ausführlich beschrieben.

Verpackungsmaterialien

Angaben zum Verbrauch an **Verpackungsmaterialien** wurden einer vom Umweltbundesamt beauftragten Studie von der Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung (GVM) entnommen, welche im Rahmen der europäischen Verpflichtungen Daten für Deutschland dokumentiert. In Tabelle 16 sind diesbezüglich die mittleren Pro-Kopf-Mengen sowie die daraus abgeleiteten Verbrauchsmengen für die jeweiligen Verbandsgemeinden angegeben.

Tabelle 16: Verbrauch an Verpackungsmaterialien bundesweit und geschätzte Verbrauchsmengen in den Verbandsgemeinden (Bezug: 2010)

	Pro-Kopf-Verbrauch, bundesweit[1] [kg/EW*a]	Theoretischer Verbrauch VG RO[2] 2010	Theoretischer Verbrauch VG SG[2] 2010
Glas	33,2	372,1	464,1
Kunststoffe	32,9	368,7	459,9
Aluminium	1,1	12,3	15,4
Weißblech	5,8	65,0	81,1
Feinblech/Stahl	3,2	35,9	44,7
PPK	88,0	986,3	1.230,2
Holz	31,2	349,7	436,2
Sonstige	0,3	3,4	4,2
Gesamt	**195,7**	**2.193,4**	**2.735,8**

[1] Quelle: GVM (2012): Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2010, im Auftrag des Umweltbundesamtes, 2012; [2] umgerechnet auf die Einwohnerwerte der VG

Danach ergibt sich ein bei einem spezifischen Verbrauch von ca. **196 kg/E*a** ein Verpackungsverbrauch von ca. **2.193 Mg/a** in Rockenhausen und von ca. **2.736 Mg/a** in Sprendlingen-Gensingen.

Bausektor: Mineralische Rohstoffe

Für die Abschätzung des Verbrauches an **mineralischen Rohstoffen** wurde auf regionale Daten für Rheinland-Pfalz zurückgegriffen, die in den umweltökonomischen Gesamtrechnungen der Länder aufgeführt sind. [AK UGRDL 2013] Unter Berücksichtigung der importierten und exportierten Mengen sowie der inländischen Entnahme belief sich demnach der landesweite Verbrauch 2010 auf rund 38,3 Mg/a (vgl. Tabelle 17), was Pro-Kopf etwa **9,6 Mg/EW*a** entspricht. Für Rockenhausen ergeben sich damit theoretische Verbrauchsmengen von **107.597 Mg/a** bzw. für Sprendlingen-Gensingen **134.208 Mg/a**.

Tabelle 17: Entnahme, Ein- und Ausfuhr mineralischer Rohstoffe in Rheinland-Pfalz 2010
Quelle: AK UGRdL, 2013

	Mengen. [Mg/a]
Inländische Entnahme mineralischer Rohstoffe	42.829.000
Ausfuhr mineralischer Rohstoffe	-5.614.000
Einfuhr mineralischer Rohstoffe	+1.070.000
Gesamt	**38.285.000**

Textilien

Textilien werden hinsichtlich ihrer Nutzung zu Bekleidung, zu Heim- und Haushaltstextilien sowie zu technischen Textilien verarbeitet. Insgesamt werden dabei in Deutschland jährlich zwischen 20 und 25 kg pro Kopf konsumiert (Gries et al. 2014). Die Zusammensetzung der auf dem weltweiten Fasermarkt hergestellten Textilprodukte besteht dabei zu 66 % aus Chemiefasern, zu 27 % aus Baumwolle, zu 2 % aus Wolle und zu 5 % aus sonstigen Bestandteilen. [ENGELHARDT 2013]

Aus den spezifischen Angaben lassen sich für die beiden Verbandsgemeinden Verbrauchsmengen von **252 Mg/a** (Rockenhausen) und ca. **315 Mg/a** (Sprendlingen-Gensingen) ableiten.

II.1.5.3.1.2 Zusammenfassung der aktuellen Versorgungssituation für die Verbandsgemeinden Rockenhausen und Sprendlingen-Gensingen

Aus den obigen Herleitungen lassen sich für die beiden Verbandsgemeinden unter Berücksichtigung der definierten Produkte insgesamt folgende Verbrauchsmengen darstellen:

Tabelle 18: Übersicht zu den theoretischen Verbrauchsmengen bestimmter Versorgungsgüter in den Verbandsgemeinden (Bezug: 2010)
Quelle: Eigene Darstellung

	VG Rockenhausen [Mg/a]	VG Sprendlingen-Gensingen [Mg/a]
Lebensmittel	**6.974**	**8.698**
Verpackungen	**2.193**	**2.736**
Glas	*372*	*464*
Kunststoffe	*369*	*460*
Aluminium	*12*	*15*
Weißblech	*65*	*81*
Feinblech/Stahl	*36*	*45*
PPK	*986*	*1.230*
Holz	*350*	*436*
Sonst. Verpackungen	*3*	*4*
Mineralische Rohstoffe	**107.597**	**134.208**
Textilien	**252**	**315**

II.1.5.3.2 Ermittlung der Lagerbestände

Die Lagerbestände umfassen das mittelfristig erschließbare Potenzial **Güter** sowie das langfristig erschließbare Potenzial **Baumaterialien**.

II.1.5.3.2.1 Güter: Lagerbestand im Bereich der Privathaushalte

Zu den Güterbeständen lagen keine VG-spezifischen Daten vor. Es wurden daher Angaben zur Ausstattung der Haushalte in Deutschland des Statistischen Bundesamtes auf die Verbandsgemeinden umgerechnet. [DESTATIS 2012B] Für die Einteilung in Ein- und Mehrpersonenhaushalte gemäß dieser Quelle wurden regionale Daten des Statistischen Landesamtes Rheinland-Pfalz herangezogen. [STALA RLP 2012C]

Güter: Lagerbestand im Bereich der Privathaushalte

Die Gesamtmenge der betrachteten Güter in der VG Rockenhausen belief sich somit auf insgesamt ca. **9.800 Mg** bei insgesamt **91.606 Gütern**. Mit ca. 8.230 Mg stellten die Fahrzeuge den größten Stoffstrom der Güter dar.

In Tabelle 19 sind zusammenfassend die Stückzahlen und Mengen aller Güterklassen dargestellt.

Tabelle 19: Theoretische Mengen und Stückzahlen der Güter in der VG Rockenhausen 2010
Quelle: Eigene Darstellung

Güter	Stückzahl	Menge in Mg
Unterhaltungselektronik	37.331,3	247
Informations- und Kommunikationstechnik	13.493,7	85
Haushaltsgeräte	24.638,3	1.243
Fahrzeuge	16.142,3	8.229
Gesamt	**91.606**	**9.804**

Die Tabelle 20 fasst die theoretischen Mengen und Stückzahlen für alle untersuchten Güterklassen in der VG Sprendlingen-Gensingen zusammen.

Tabelle 20: Theoretische Gesamtmengen und Stückzahlen der Güter in der VG Sprendlingen-Gensingen 2010
Quelle: Eigene Darstellung

Güter	Stückzahl	Menge in Mg
Unterhaltungselektronik	41.073,8	273
Informations- und Kommunikationstechnik	14.960,2	95
Haushaltsgeräte	27.220,3	1.373
Fahrzeuge	17.920,5	9.099
Gesamt	**101.175**	**10.840**

In der VG Sprendlingen-Gensingen belief sich die Gesamtmasse der betrachteten Güter auf mehr als **10.800 Mg**. Die Fahrzeuge hatten mit ca. 9.100 Mg den größten Anteil am Gesamtmengenaufkommen.

II.1.5.3.2.2 Baustoffe: Lagerbestand im Wohnungsbereich

In diesem Untersuchungssegment wurden die in beiden Verbandsgemeinden vorhandenen Stoffpotenziale aus verbauten Baumaterial-Lagerbeständen und Baumaterial-Stoffflüssen vor dem Hintergrund einer zukünftigen Verfügbarkeit hergeleitet und quantifiziert. Ausgangspunkt der Betrachtungen waren die Ziel- und Fragestellungen des lokalen Stoffstrommanagement-Ansatzes „Urban Mining“. Bei den Untersuchungen lag dabei der primäre Fokus auf den in Wohngebäuden gebundenen Ressourcenpotenzialen.

Das Statistische Landesamt Rheinland-Pfalz gibt diesbezüglich für beide Verbandsgemeinden die Anzahl an Wohnungen und Gebäuden von 1987-2011 an. [StaLa RLP 2012a] [StaLa RLP 2012b] Auf Landkreisebene lagen für das Jahr 2010 jeweils die Anzahl fertiggestellter Wohnungen vor. [StaLa RLP 2011a] Auf Grundlage der bekannten Anzahl an Wohnungen in den Verbandsgemeinden konnten theoretische Abgangszahlen berechnet werden. Für die Unterscheidung zwischen Neubau- und Sanierungsmaßnahmen wurden Angaben des Statistischen Bundesamts herangezogen. [DeStatis 2012a] Mit dieser Datenbasis konnte der Lagerbestand an Wohnungen in beiden Verbandsgemeinden zu Beginn und Ende des Jahres 2010 theoretisch ermittelt werden. Dabei wurde die Annahme getroffen, dass im Zuge von Sanierungen die Baumaterialien ersetzt wurden und damit die Mengenbilanz bei den Sanierungen in etwa gleichblieb. Zur Berechnung des Baustofflagers im Wohnungsbau wurde die Untersuchung der TU Wien zugrunde gelegt. [Lampert et al. 1996] Die Studie nimmt eine Dichte von 500-1.500 kg/m³ pro Wohngebäude sowie eine Geschosshöhe von 3 m an. Zur Vereinfachung wurde eine mittlere Dichte von 1.000 kg/m³ angenommen.

Baustoffe: Lagerbestand im Wohnungsbereich VG Rockenhausen

Unter Zugrundelegung einer durchschnittlichen Wohnfläche pro Wohnung von 106,8 m² [StaLa RLP 2011b] und einer Wohnungsanzahl von 5.285 Ende 2010 [StaLa RLP 2012a] ergibt sich für die VG Rockenhausen ein gesamter Lagerbestand von ca. **1,69 Mio. Mg** Baumaterialien im Bezugsjahr. Abbildung 40 illustriert das theoretische Stoffflusssystem der VG im Jahr 2010 mit der Gesamtheit der Baustoffe im Wohnungsbereich basierend auf der Methodik von Lampert et al., 1996 (TU Wien):

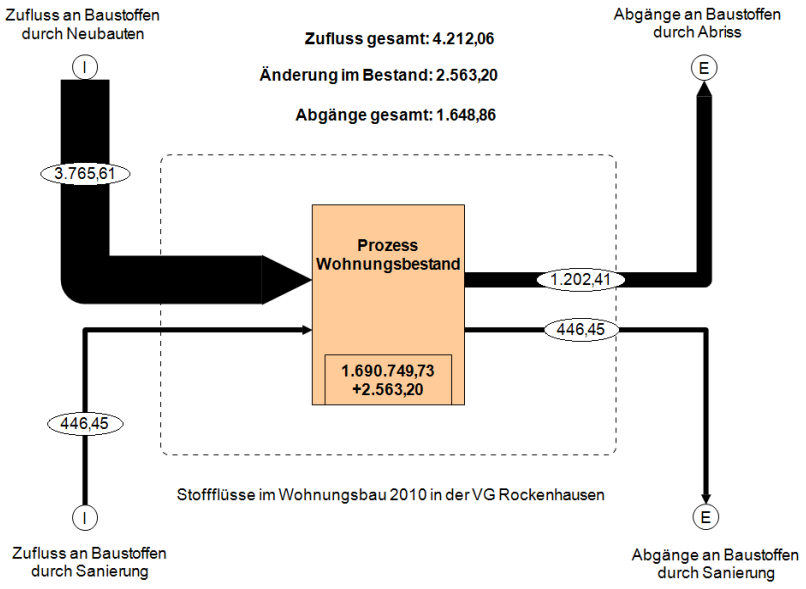


Abbildung 40: Stoffflusssystem der Baustoffe im Wohnungsbereich der VG Rockenhausen 2010; Angaben in Mg/a
Quelle: Eigene Darstellung

Nach Angaben des Statistischen Landesamtes Rheinland-Pfalz umfasste der Wohnungsbestand in der VG Rockenhausen zu Beginn des Jahres 2010 rund 5.277 Wohnungen. [StaLa RLP 2012a] Während des Jahres kamen etwa 3.800 Mg in Form von Baustoffen durch den Neubau von Wohnungen und knapp 450 Mg durch Sanierungen an bestehenden Gebäuden hinzu. [StaLa RLP 2011a]; [DeStatis 2012b] Neben den neuen Wohnungen entstanden durch Abriss rund 1.200 Mg Bau- und Abbruchabfälle. Bilanziell ergab sich demnach eine Lagererhöhung um ca. 2.600 Mg.

Baustoffe: Lagerbestand im Wohnungsbereich VG Sprendlingen-Gensingen

Die durchschnittliche Wohnfläche pro Wohnung betrug in der VG Sprendlingen-Gensingen 102,24 m² und war somit etwas geringer als in der VG Rockenhausen. [StaLa RLP 2011b] Bei einer Wohnungszahl von 5.849 [StaLa RLP 2012b] betrug der Lagerbestand etwa **1,79 Mio. Mg**. Abbildung 41 zeigt das theoretische Stoffflusssystem der VG Sprendlingen-Gensingen auf Basis der Vorgehensweise nach Lampert et al., 1996 (TU Wien):

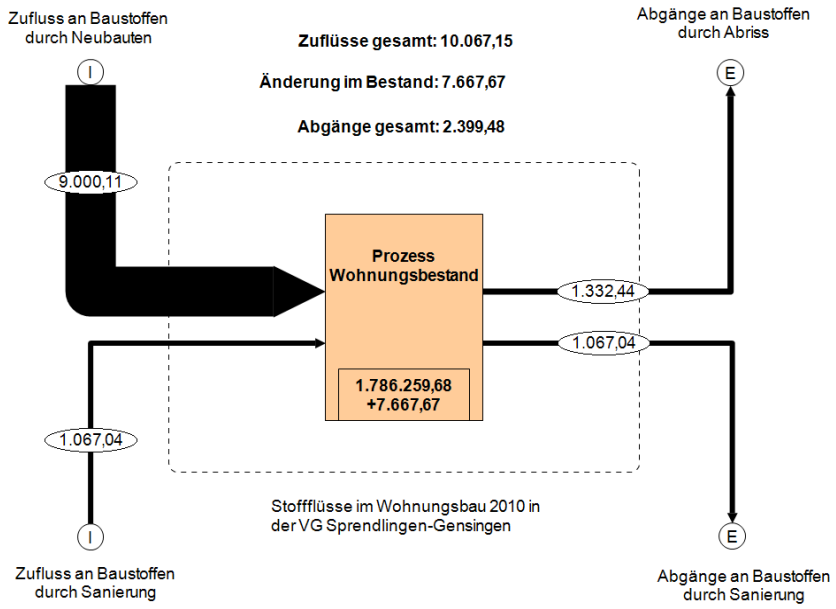


Abbildung 41: Stoffflusssystem der Baustoffe im Wohnungsbereich in der VG Sprendlingen-Gensingen 2010; Angaben in Mg/a

Quelle: Eigene Darstellung

Nach Angaben des Statistischen Landesamtes Rheinland-Pfalz umfasste der Wohnungsbestand in der VG Sprendlingen-Gensingen zu Beginn des Jahres 2010 rund 5.824 Wohnungen. [StaLa RLP 2012b] Im Laufe des Jahres 2010 kamen ca. 9.000 Mg an Baustoffen durch Neubauten hinzu. Daneben wurden ca. 1.300 Mg durch Abriss frei. Infolge von Sanierungen ergaben sich theoretisch Zuflüsse bzw. Abgänge von 1.100 Mg. [StaLa RLP 2011a]; [DeStatis 2012a] Bilanziell entspricht dies einer Lagererhöhung um ca. 7.700 Mg.

II.1.5.3.3 Das Reststoff-System

Das Reststoff-System umfasst die kurzfristig erschließbaren Potenziale – nämlich **Abfälle**. Im Einzelnen sind dies:

- Abfälle aus dem Siedlungsbereich
- Abfälle aus Gewerbe und Industrie
- Reststoffe aus der Landwirtschaft

Die Abfallentsorgungssituation der beiden Verbandsgemeinden wurde soweit möglich den Abfallbilanzen des Landes Rheinland-Pfalz entnommen. Die Landesabfallbilanz gibt dabei die Abfallmengen für alle Fraktionen für alle Landkreise in Rheinland-Pfalz wieder. Die entsprechenden Stoffflüsse der beiden Verbandsgemeinden wurden unter Berücksichtigung einwohnerspezifischer und struktureller Kennwerte auf dieser Basis hochgerechnet.

Mit dem Ziel möglichst viele Realdaten zu erhalten, wurden zusätzlich entsprechende Fragebögen entwickelt, die an die öffentlich-rechtlichen Entsorger in den Verbandsgemeinden versendet wurden. Des Weiteren erfolgte zur Erfassung der Gewerbeabfälle eine Befragung im Gewerbe-verbund. Wo keine Realdaten zu Verfügung standen, wurde auf einschlägige Literaturdaten (u. a. Statistiken auf Landes- oder Bundesebene) zurückgegriffen. Da nicht für alle Einzelfraktionen (z. B. für die Wertstoffe nach der Sortierung von Verpackungsabfällen) die Verwertungswege zurückverfolgt werden konnten, mussten z. T. fundierte Annahmen über mögliche Entsorgungswege getroffen werden. Dazu wurden für einige Abfallfraktionen potenzielle Abnehmer im Umkreis ermittelt und soweit möglich befragt.

Auf der Grundlage der obigen Herleitungen werden für die jeweilige VG die relevanten Stoffströme bzw. Stoffstromverteilungen im Bereich der Siedlungsabfälle ermittelt. Über die jeweiligen Erfassungssysteme werden nachfolgend dargestellte Mengenströme erfasst.

Tabelle 21: Gesamtbilanz der Siedlungsabfälle aus der VG Rockenhausen 2010 und Vergleich der spez. Mengenaufkommen der einzelnen Fraktionen zwischen der VG und RLP

Abfallfraktion	VG Rockenhausen		Rheinland-Pfalz, Landesdurchschnitt
	Gesamtaufkommen (Mg/a)	Spezifisches Mengenaufkommen (kg/EW*a)	Spezifisches Mengenaufkommen (kg/EW*a)[1]
Restmüll	2.596,2	231,6	163,7
Organischer Abfall (nur Grünschnitt)	1.626,4	145,1	71,0
Altpapier (PPK)	1.065,6	95,1	85,1
Leichtverpackungen (LVP)	402,4	35,9	32,1
Kunststoffe	7,2	0,6	0,46
Glas	293,2	26,1	26,6
Sonstige Wertstoffe[2]	19,6	1,7	k. A.
Restsperrabfall	207,4	18,5	27,4
Altholz[3]	325,6	29,1	21,9
Altmetall[4]	1,5	0,1	2,4
Elektro(-nik)-Geräte	114,7	10,2	k. A.
Bau- und Abbruchabfälle[5]	24.836,0	2.215,9	2.219,8
Problemabfall	9,6	0,9	0,9
Abfälle aus anderen Herkunftsbereichen	702,4	63,7	47,7
Gesamt	**32.208**	**2.914**	**2.699**

[1] nach *MWKEL RLP (2011);* [2] umfasst Altreifen, Kork, Textilien; [3,4] einschl. der über Sperrmüll erfassten Teilmengen; [5] spez. Mengenaufkommen von RLP berechnet nach persönlicher Mitteilung durch H.J. Welz vom 15.05.2012 (Statistisches Landesamt RLP, Gesamtmenge 2010: 8.887.564 Mg)

Tabelle 22: Gesamtbilanz der Siedlungsabfälle aus der VG Sprendlingen-Gensingen 2010 und Vergleich der spezifischen Mengenaufkommen der einzelnen Fraktionen zwischen VG und Rheinland-Pfalz
Quelle: Eigene Darstellung

Abfallfraktion	VG Sprendlingen-Gensingen		Rheinland-Pfalz, Landesdurchschnitt
	Gesamtaufkommen (Mg/a)	Spezifisches Mengenaufkommen (kg/EW*a)	Spezifisches Mengenaufkommen (kg/EW*a)[1]
Restmüll	1.616,5	115,6	163,7
Organische Abfälle (Bioabfall + Grünschnitt)	2.967,4	212,3	143,2
Altpapier (PPK)	1.409,9	100,9	85,1
Leichtverpackungen (LVP)	560,6	40,1	32,1
Kunststoffe	62,2	4,4	0,46
Glas	513,7	36,7	26,6
Sonstige Wertstoffe[2]	315,2	22,5	k. A.
Restsperrabfall	234,7	16,8	27,4
Altholz[3]	454,5	32,5	21,9
Altmetall[4]	63,1	4,5	2,4
Elektro(-nik)-Geräte	133,1	9,5	k. A.
Bau- und Abbruchabfälle[5]	30.978,5	2.215,9	2.219,8
Problemabfall	13,4	0,96	0,9
Abfälle aus anderen Herkunftsbereichen	594,8	42,5	47,7
Gesamt	**39.918**	**2.855**	**2.699**

[1] nach *MWKEL RLP (2011);* [2] umfasst Altreifen, Kork, Textilien; [3,4] einschl. der über Sperrmüll erfassten Teilmengen; [5] spez. Mengenaufkommen von RLP berechnet nach persönlicher Mitteilung durch H.J. Welz vom 15.05.2012 (Statistisches Landesamt RLP, Gesamtmenge 2010: 8.887.564 Mg)

II.1.5.3.4 Abfälle aus dem Gewerbe

Zum Gesamtmengenaufkommen der Abfälle aus dem Gewerbe lagen kaum Daten auf Landkreis- oder Kommunalebene vor. Ein Grund hierfür ist, dass Abfälle aus dem gewerblichen Bereich i. d. R. privatwirtschaftlich entsorgt werden. Im Gegensatz zu den Siedlungsabfällen unter öffentlich-rechtlicher Entsorgungspflicht sind Gewerbeabfälle daher nicht umfassend dokumentiert (mit Ausnahme der begleitscheinpflichtigen Abfälle).

II.1.5.3.4.1 Abfälle aus dem Gewerbe VG Rockenhausen

Über die Sonder-Abfall-Management-Gesellschaft Rheinland-Pfalz mbH (SAM) lagen VG-spezifische Angaben über die im Jahr 2010 entsorgten, überwachungspflichtigen Abfälle einschließlich der Entsorgungswege (vgl. Tabelle 23) vor. Über die angegebenen Abfallschlüsselnummern ließen sich die gewerblich-industriellen Herkunftsbereiche erschließen. Ein umfassendes Bild der im Gewerbebereich angefallen Abfallmengen konnten jedoch die vorliegenden Daten nicht liefern.

Tabelle 23: In der VG Rockenhausen im Jahr 2010 erfasste, begleitscheinpflichte Abfälle aus gewerblich-industriellen Herkunftsbereichen
Quelle: Eigene Darstellung

EAV-Schlüsselnr.	Bezeichnung	Menge VG RO 2010 (Mg)	Entsorgungsweg
050106	ölhaltige Schlämme aus Betriebsvorgängen und Instandhaltung	10,4	Zwischenlager
070704	andere organische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen	2,9	Asphaltmischanlage
110302	andere Abfälle (der Stoffgruppe „Schlämme und Feststoffe aus Härteprozessen“)	28,8	Chemisch-physikalische Behandlungsanlage
120114	Bearbeitungsschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten	5,6	Zwischenlager
130205	nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle auf Mineralölbasis	68,1	Zwischenlager
130506	Öle aus Öl-/Wasserabscheidern	252,2	Zwischenlager
150202	Aufsaug- und Filtermaterialien (einschließlich Ölfilter a. n. g.), Wischtücher und Schutzkleidung, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind	55,1	Zwischenlager
170503	Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten	179,7	Hausmülldeponie
		5.024,9	Profilierung von Deponien, Verfüllung von Abgrabungen
Gesamt		**5.627,8**	

II.1.5.3.4.2 Abfälle aus dem Gewerbe VG Sprendlingen-Gensingen

Für die von der Sonder-Abfall-Management-Gesellschaft RLP (SAM) erfassten, überwachungspflichtigen Abfälle aus Gewerbe und Industrie lagen auch hier Angaben auf Ebene der VG vor. In Tabelle 24 sind die angefallenen Mengen einschließlich Abfallschlüsselnummern und Entsorgungswege dargestellt. Ähnlich der VG Rockenhausen waren diese Daten jedoch im Hinblick auf die Erfassung des Gesamtaufkommens von Abfällen aus dem Gewerbebereich unzureichend.

Tabelle 24: In der VG Sprendlingen im Jahr 2010 erfasste, begleitscheinpflichte Abfälle aus gewerblich-industriellen Herkunftsbereichen

Quelle: Eigene Darstellung

EAV-Schlüsselnr.	Bezeichnung	Menge VG SG 2010 (Mg)	Entsorgungsweg
060403	Arsenhaltige Abfälle	0,3	Sondermüll-Verbrennungsanlage
120109	halogenfreie Bearbeitungsemulsionen und -lösungen	7,8	Zwischenlager
150202	Aufsaug- und Filtermaterialien (einschließlich Ölfilter a. n. g.), Wischtücher und Schutzkleidung, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind	33,5	Asphaltmischanlage
170106	Gemische aus oder getrennte Fraktionen von Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik, die gefährliche Stoffe enthalten	93,2	Hausmülldeponie
190702	Deponiesickerwasser, das gefährliche Stoffe enthält	3.704,4	Chemisch-physikalische Behandlungsanlage
Gesamt		**3.839,2**	

II.1.5.3.5 Reststoffe aus der Landwirtschaft

Die nachfolgenden Erhebungen und Berechnungen wurden in enger Kooperation mit dem Teilprojekt 6 ‚Kulturlandschaftsmanagement' durchgeführt.

In der Landwirtschaft fallen Reststoffe an, die sich grundsätzlich als Co-Substrat im Rahmen biologischer Behandlungsprozesse (z. B. Biogaserzeugung) der Abfallwirtschaft bzw. als Brennstoff eignen. Im vorliegenden Bericht wurden – soweit vorhanden – dementsprechend u. a. die anfallenden Mengen an Wirtschaftsdünger (Gülle und Festmist) aus der Tierhaltung sowie an Gras aus Dauergrünland für das Bezugsjahr 2010 theoretisch ermittelt. Die Gülle- und Festmistmengen wurden dabei auf Basis der Tierbestände berechnet.

Die Tierbestände wurden dabei in Großvieheinheiten (GV) umgerechnet. Unter Verwendung spezifischer Kennwerte wurden die jeweiligen Brutto-Festmist- und Güllemengen hergeleitet. Des Weiteren ist bei der Ermittlung der Mengenpotenziale an tierischen Nebenprodukten aus dem Rinderbestand die Haltungsform von Bedeutung. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde auf Basis von Erfahrungswerten davon ausgegangen, dass ca. 70 % der Rinder ‚auf Gülle' stehen und der Rest entsprechend ‚auf Mist' gehalten wird. Auch der Weidegang wirkt sich auf das Mengenpotenzial der Gülle- und Festmistmengen aus.

Dabei wurde auf folgende Erfahrungswerte für den Stallhaltungsanteil zurückgegriffen [IZES 2011]:

- Rinder allg.: 40 %
- Milchkühe: 85 %
- Schafe: 20 %

Neben den tierischen Reststoffen aus der Landwirtschaft bestehen Graspotenziale von Dauergrünlandflächen. Bei der theoretischen Ermittlung der entsprechenden Mengenpotenziale wurde für extensiv genutzte Grünlandflächen ein Grasertrag von 3 Mg TS/ha*a und für intensiv bewirtschaftetes Grünland ein Grasertrag von 5 Mg TS/ha*a angesetzt. Im Hinblick auf die Grasmassen, die im Bereich der Viehhaltung Absatz finden, wurde der entsprechende Rauhfutterbedarf hergeleitet. Bei der Be-

rechnung des Rauhfutterbedarfs wurde die Annahme getroffen, dass dieser bei Wiederkäuern zu 100 % aus Grassilage gedeckt wird. Lediglich bei den Milchkühen wurde der Futterbedarf mit $^2/_3$ Gras und $^1/_3$ sonstigen Futtererzeugnissen angesetzt.

II.1.5.3.5.1 Reststoffe aus der Landwirtschaft VG Rockenhausen

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Viehverteilung in der VG Rockenhausen als Grundlage für die Massenermittlung. [BUDELL 2012]

Tabelle 25: Viehbestand in der VG Rockenhausen 2010
Quelle: Eigene Darstellung

Tierart	Haltungsform	Anzahl Betriebe	Anzahl Tiere
Rinder		50	3.346
	davon Milchkühe	15	883
Schafe		12	2.334
Schweine		19	3.619
Ziegen		11	80
Hühner		23	584

Hiermit lassen sich für die VG Rockenhausen folgende Mengenpotenziale an ***tierischen Nebenprodukten*** bestimmen:

Tabelle 26: Theoretische Gülle- und Festmistmengenpotenziale in der VG Rockenhausen 2010
Quelle: Eigene Darstellung

	Mengenpotenzial (Mg FM/a)
Gülle	**20.768**
Festmist	**3.856**

Die gesamte Grünlandfläche (Dauergrünland) in der VG Rockenhausen umfasste im Jahr 2010 2.031 ha. Aus der Ermittlung des Rauhfutterbedarfs resultiert ein Defizit von 1.722 Mg TS/a. Dies bedeutet, dass der theoretische Rauhfutterbedarf aufgrund des hohen Tierbestandes im Jahr 2010 größer war, als das ermittelte Graspotenzial und somit keine freien Potenziale ausgewiesen werden können.

Tabelle 27: Graspotenziale aus Dauergrünland in der VG Rockenhausen 2010
Quelle: Eigene Darstellung

Grünland	
Grünlandfläche insgesamt[1]. [ha]	**2.031**
Grünlandfläche aus der Erzeugung genommen . [ha]	20
Grünlandfläche intensiv . [ha]	715
Grünlandfläche extensiv . [ha]	1.296
Grasertrag intensiv[2] . [Mg TS/ha]	5
Grasertrag extensiv[3] . [Mg TS/ha]	3
Graspotenzial ohne Raufutterbedarf. [Mg TS/a]	7.523
Futterbedarf aus Grassilage. [Mg TS/a]	9.245
Graspotenzial abzgl. Raufutterbedarf. [Mg TS/a]	**- 1.722**

[1] Georg Budell via Mail am 14.06.2012, Landwirtschaftliche Betriebsdatenbank; [2,3] geschätzte Graserträge gemäß *IZES (2011)*

II.1.5.3.5.2 Reststoffe aus der Landwirtschaft VG Sprendlingen-Gensingen

Gegenüber der landwirtschaftlich geprägten VG Rockenhausen liegt der Schwerpunkt in der VG Sprendlingen-Gensingen auf dem Weinbau. Im Jahr 2010 waren in der VG Sprendlingen-Gensingen keine relevanten Tierbestände vorhanden. Als Reststoffe aus der Landwirtschaft wurden hier lediglich die Mengenpotenziale an Gras aus Dauergrünlandflächen gemäß Tabelle 28 ermittelt.

Tabelle 28: Grasmengenpotenziale aus Dauergrünland in der VG Sprendlingen-Gensingen 2010
Quelle: Eigene Darstellung

Grünland	
Grünlandfläche insgesamt[1]. [ha]	39
Grünlandfläche aus der Erzeugung genommen . [ha]	-
Grünlandfläche intensiv . [ha]	12
Grünlandfläche extensiv . [ha]	27
Grasertrag intensiv[2] . [Mg TS/ha]	5
Grasertrag extensiv[3] . [Mg TS/ha]	3
Graspotenzial. [Mg TS/a]	**141**

[1] übermittelt durch Georg Budell am 14.06.2012, Landwirtschaftliche Betriebsdatenbank; [2,3] geschätzte Graserträge gemäß *IZES (2011)*

II.1.5.3.6 Gesamtbilanzen

Die oben beschriebenen Teilergebnisse lassen sich zu den im Folgenden ausgeführten Gesamtbilanzen zusammenführen. Die Gesamtbilanzen bilden zusammen mit den Potenzialen die Basis für die Modellierung und die Szenarienentwicklung aber auch für die Identifikation und Bewertung neuer Nutzungskonzepte.

Wie man den Abbildungen entnehmen kann, sind die Inputströme deutlich größer als die Output-Ströme. Dies ist auf den eigentlichen Verbrauch aber auch auf den Aufbau von entsprechenden Lagerbeständen (dynamisch und statisch) zurückzuführen.

II.1.5.3.6.1 Gesamtbilanz der VG Rockenhausen

Die Gesamtbilanz für die VG Rockenhausen ist in Abbildung 42 zusammenfassend dargestellt.

Versorgung			
Material		[Mg/a]	[kg/(E*a)]
Organik (Nahrungsmittel)		15.923	1.420,7
Organik (Textil)		139	12,4
Organik (Holz)		1	0,1
Organik (Papier)		1.684	150,2
Glas		907	80,9
Kunststoff		2.381	212,4
WPR		83	7,4
FE-Metall		8.597	767,0
NE-Metall		2.619	233,7
Sonstiges		44	3,9
Summe		**32.378**	**2.889**

Verwertung			
Material		[Mg/a]	[kg/(E*a)]
Restabfall		2.596	231,6
Organik (Grünschnitt)		1.626	145,1
Organik (Textil)		12	1,1
Organik (Holz)		326	29,1
Organik (Papier)		1.066	95,1
Glas		293	26,1
Kunststoff		206	18,4
FE-Metall		165	14,7
NE-Metall		52	4,6
Sonstiges		539	48,1
Summe		**6.881**	**614**

Abbildung 42: Gesamtmassenbilanz der VG Rockenhausen
Quelle: Eigene Darstellung[7]

[7] In der Gesamtbilanz sind alle erfassbaren Güter berücksichtigt worden während in Kapitel II.1.5.3.1 exemplarisch die wichtigsten Kategorien erläutert sind (z. B. Nahrungsmittel beinhaltet in der Gesamtbilanz zusätzlich zu Kapitel II.1.5.3.1 Getränke wie Kaffee, alkoholhaltige sowie –freie Getränke). Weitere Abweichungen ergeben sich aus einer abweichenden Gruppierung der Stoffströme/ Materialien.

II.1.5.3.6.2 Gesamtbilanz der VG Sprendlingen-Gensingen

Die Gesamtbilanz für die VG Rockenhausen ist in Abbildung 43 zusammenfassend dargestellt.

Versorgung			
Material		[Mg/a]	[kg/(E*a)]
Organik (Nahrungsmittel)		21.590	1.544,4
Organik (Textil)		173	12,4
Organik (Holz)		2	0,1
Organik (Papier)		2.100	150,2
Glas		1.088	77,8
Kunststoff		2.831	202,5
WPR		104	7,4
FE-Metall		5.955	426,0
NE-Metall		3.853	275,6
Summe		**37.695**	**2.696**

Verwertung			
Material		[Mg/a]	[kg/(E*a)]
Restabfall		1.717	115,6
Organik (Bioabfall)		1.149	82,1
Organik (Grünschnitt)		1.823	130,2
Organik (Holz)		454	32,5
Organik (Papier)		1.411	100,9
Glas		513	36,7
Kunststoff		340	24,3
FKN		42	3,0
FE-Metall		88	6,3
NE-Metall		47	3,4
Summe		**7.584**	**535**

Abbildung 43: Gesamtmassenbilanz der VG Sprendlingen-Gensingen
Quelle: Eigene Darstellung[7]

II.1.5.3.7 Potenzialermittlung für den Bereich der Siedlungsabfälle in den Verbandsgemeinden

II.1.5.3.7.1 Methodik

Die Potenzialermittlung wurde unter der Leitung von Teilprojekt 2 ‚Null-Emission' in enger Abstimmung mit den anderen Teilprojekten durchgeführt. Dies gewährleistet vergleichbare Ansätze und Annahmen und erlaubt nachfolgend die Zusammenführung der Teilergebnisse zu Verbundprojektübergreifenden Potenzialerhebungen und Szenarien.

II.1.5.3.7.2 Potenzialansatz

Die Potenzialermittlung im Bereich der Abfall- und Ressourcenwirtschaft bezieht sich unter der Prämisse des ‚Null-Abfall-Ansatzes' im Kontext der Abfallhierarchie schwerpunktmäßig auf die Herleitung von Vermeidungs-, Wiederverwendungs- sowie ***stofflicher und energetischer Nutzungs-Potenziale.*** Sie beschränkt sich im Rahmen der vorliegenden Arbeit auf den Bereich der Siedlungsabfälle. Die Potenziale werden aus dem vorhandenen und gegebenenfalls zu optimierenden Stoffstrominventar abgeleitet, das sich aus der Erhöhung von Erfassungs- bzw. von Recyclingquoten und somit als Folge einer optimierten Erfassung der Stoffströme darstellen lässt.

Aufgrund der Komplexität und der starken Abhängigkeit von anderen/ äußeren Sektoren wurden folgende Effekte bei der Potenzialermittlung nicht quantifiziert:

- Abfallvermeidung durch Suffizienz und optimierte technische Prozesse
- Nutzung von Substitutionseffekten, z. B. durch den Einsatz alternativer Baustoffe

- Nutzungspotenziale aus kommunalen Lagerbeständen (Alt-Deponien, Bausektor etc.); Basis: kommunales Ressourcenkataster

Potenzialermittlung

Der Potenzialbegriff wurde im Gesamtvorhaben teilprojektübergreifend einheitlich definiert (vgl. insbesondere Teilprojekt 2 ‚Null-Emission'). Grundlegend gliedert sich der Potenzialbegriff danach in die drei Ebenen:

- Maximalpotenzial,
- Objektivpotenzial und
- Restriktivpotenzial.

Innerhalb des Teilprojekts 4 ‚Abfall & Sekundärrohstoffe' bezieht sich der Potenzialbegriff in erster Linie auf die Ressourcenpotenziale der Abfallverwertung. Durch die Fokussierung des Gesamtprojektes auf die Optimierungspotenziale im Bereich der „Nachhaltigen Landnutzung" wurden die Untersuchungsansätze im Rahmen der Szenarienbetrachtung und der hiermit in Verbindung stehenden Potenzialermittlung auf Flächen- und Treibhausgaseffekte in Verbindung mit dem Ressourceneinsatz erweitert.

Abbildung 44: Definition der Potenzialbegriffe
Quelle: IZES, 2015

Die im Gesamtvorhaben definierten Potenzialebenen werden im Sinne des Teilprojekts 4 wie folgt spezifiziert (vgl. auch Abbildung 44):

- ***Maximalpotenzial***: Das Maximalpotenzial beschreibt eine optimale Stoffstromführung im Sinne des Null-Abfall-Ansatzes und entspricht somit der Prämisse, dass die im Restmüll enthaltenen Wertstoffe umfassend separat erfasst werden und die Restmülltonne abgeschafft werden kann. Technische, wirtschaftliche oder sonstige Restriktionen bleiben in diesem Zusammenhang unberücksichtigt.
- ***Objektivpotenzial***: Das Objektivpotenzial relativiert das (theoretische) Maximalpotenzial, indem bei der Potenzialausweisung technische und gesellschaftliche Restriktionen (z. B. tech-

nisch realisierbare Abschöpfquoten, Bereitschaft/Möglichkeit zur Teilnahme) berücksichtigt werden. Losgelöst von wirtschaftlichen, administrativen und gesetzlichen Rahmenbedingungen erfolgt somit eine grundsätzliche umsetzungsorientierte Bewertung des Potenzials. Das Objektivpotenzial bildet gleichzeitig die Grundlage für die Bildung der Zukunftsszenarien (Langfristperspektive 2050).

- ***Restriktivpotenzial***: Das Restriktivpotenzial berücksichtigt im Gegensatz zu dem Objektivpotenzial auch wirtschaftliche, administrative und gesetzliche Rahmenbedingungen. Dies führt gegebenenfalls zu einer weiteren Einschränkung der Potenzial-Basis. Durch die Berücksichtigung der vorgenannten Restriktionen erfolgt eine Einschätzung darüber, welche Potenziale kurz- bis mittelfristig (unter Berücksichtigung der heutigen Rahmenbedingungen) umgesetzt werden können (Kurz- bis Mittelfristperspektive bis 2030).

Die Grundlage für die Potenzialbetrachtungen bilden die in den beiden Verbandsgemeinden anfallenden Siedlungsabfälle im Kontext der Abfall-bildenden Konsummuster. Die Siedlungsabfälle werden in die Fraktionen *Restmüll*, *Bioabfall*, *Grünschnitt*, *PPK*[8], *Glas*, *LVP*[9], *Kunststoff* und *Metall* unterteilt. Aus dem Abfallaufkommen kann dann unter Berücksichtigung der Einwohnerzahlen eine ***spezifische Abfallmenge*** für die einzelnen Abfallfraktionen berechnet werden.

Tabelle 29: Abfallaufkommen in den beiden Verbandsgemeinden im Basisjahr 2010 bzw. 2013
Quelle: Eigene Darstellung

	VG Sprendlingen-Gensingen 2010		VG Rockenhausen 2013*	
	Abfallmenge	Spez. Menge	Aufkommen	Abfallmenge
	[Mg/a]	[kg/(E*a)]	[Mg/a]	[kg/(E*a)]
Restmüll	1.616	115,6	1.577	142,2
Bioabfall	1.147	82,1	695	62,7
Grünschnitt	1.820	130,2	2.400	216,5
PPK	1.411	100,9	1.013	91,4
Glas	513	36,7	283	25,5
LVP	561	40,1	409	36,9
Kunststoffe	62	4,4	8	0,7
Metall	63	4,5	4	0,4

*Rockenhausen hat 2013 die Energietonne (Biotonne) eingeführt. Daher werden hier die Daten aus dem Jahr 2013 zugrunde gelegt

Zur Potenzialermittlung (entsprechend der oben beschriebenen Potenzialebenen) wird ausgehend von den in Tabelle 29 dargestellten (spezifischen) Abfallmengen im Folgenden eine Einschätzung bezüglich der Entwicklung der Abfallmengen der einzelnen Abfallfraktionen vorgenommen.

Dabei werden folgende Bedingungen vorausgesetzt:

[8] PPK. Papier, Pappe, Kartonagen

[9] LVP: Leichtstoffverpackungen

1. ***Bevölkerungsentwicklung***: Die Bevölkerung in den beiden Verbandsgemeinden entwickelt sich wie folgt: In der VG Sprendlingen-Gensingen erhöht sich die Bevölkerungszahl von 13.980 Einwohnern im Jahr 2010 auf 14.712 Einwohner im Jahr 2030. Bis zum Jahr 2050 sinkt die Bevölkerungszahl dann wieder auf einen Wert von 13.850 Einwohnern. In der VG Rockenhausen sinkt die Bevölkerung dagegen kontinuierlich von 11.208 Einwohnern im Jahr 2013 auf 9.601 Einwohner im Jahr 2030 und 8.313 Einwohnern im Jahr 2050.[10]
2. ***Konsumverhalten***: Das Konsumverhalten der Bevölkerung bleibt unverändert. Diese im Rahmen des Teilvorhabens vorgenommene Vereinfachung führt dazu, dass die Gesamtabfallmenge pro Einwohner konstant bleibt und somit die Komplexität der Berechnungen wesentlich verringert wird. Ausgeschlossen hiervon ist der Grünschnitt, der aufgrund des Flächenzusammenhangs im Folgenden gesondert betrachtet wird.

Bezüglich des Maximalpotenzials wird – wie oben beschrieben – davon ausgegangen, dass die im Restmüll enthaltenen Wertstoffe (separat) erfasst und den entsprechenden Abfallfraktionen zugeordnet werden können. Des Weiteren wird die Fraktion der Leichtstoffverpackungen (LVP) in deren Einzelbestandteile unterteilt(Tabelle 30).

Tabelle 30: Durchschnittliche Zusammensetzung LVP
Quelle: Umweltbundesamt 2011a

Zusammensetzung der LVP in Deutschland					
	PPK	Kunststoffe	FKN[11]	Metalle	sonstige
Anteile	7,50 %	49,60 %	7,50 %	16,02 %	18,50 %

Die Grundlage zur Aufschlüsselung des Restmülls (inkl. LVP-Sortierreste) in die verschiedenen im Abfall enthaltenen Fraktionen bilden entsprechende Literaturwerte aus dem Jahr 2011 & 2015. [HOFFMANN 2011] Gemäß der zitierten Literaturwerte setzt sich der Restmüll in Deutschland wie nachstehend dargestellt zusammen.

[10] Entwickelte Szenarien-Rahmenparameter zum Demographischen Wandel durch IfaS

[11] FKN: Flüssigkeitskartonagen

Tabelle 31: Durchschnittliche Zusammensetzung der Fraktionen Restmüll und LVP
Quelle: Umweltbundesamt 2011b & 2015

Zusammensetzung	Restabfall	LVP-Sortierreste
	Gew-%	Gew-%
Organik	18,90	15,4
Garten, Grünschnitt	12,00	-
PPK	21,50	15,3
Glas	6,70	2,4
Kunststoffe	15,60	34,6
Fe/NE-Metalle	2,20	1,3
Holz	3,20	0,9
Textilien	2,60	2,4
Mineralien /Inertes /Schutt	3,20	2,3
Verbunde/Elektro	1,50	12,3
Schadstoffe	0,20	0,3
Stoffe a. n. g.*/Sonstiges	7,70	5,3
Feinfraktion <10mm	4,70	7,3
Summe	**100**	**100**

Dementsprechend können die bestehenden Restmüllmengen bezogen auf das Maximalpotenzial wie folgt auf die einzelnen Fraktionen verteilt werden (s. Tabelle 32).

Tabelle 32: Veränderung des spezifischen Abfallaufkommens in den Verbandsgemeinden (Maximalpotenzial)
Quelle: Eigene Darstellung

	VG Sprendlingen-Gensingen		VG Rockenhausen	
	Status Quo	Max.	Status Quo	Max.
	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]
Restmüll	123,0	0,0	149,0	0,0
Bioabfall	82,1	105,2	62,7	90,6
PPK	103,9	129,9	94,2	125,8
Glas	36,7	44,6	25,5	35,2
Kunststoffe	24,3	44,9	19,0	43,6
FKN	3,0	3,1	2,8	3,0
Metall	10,9	13,6	6,3	9,5

Für den Bereich *Grünschnitt* wird abweichend von dem vorgestellten Potenzialansatz ein eigener Ansatz mit Bezug zur vorhandenen Grün- und Gartenfläche verfolgt.[12] Als Grün- und Gartenfläche

[12] Die Grün- und Gartenflächen wurden auf Grundlage der innerhalb der Verbandsgemeinden ausgewiesenen Gebäude- und Freiflächen (abzüglich der gewerblich genutzten Flächen) sowie auf Grundlage der für Grünanlagen genutzten Flächen berechnet. Zudem wurde angenommen, dass 70 % der zu Wohnzwecken genutzten Grundstücksflächen nicht bebaut (dies entspricht einer mittleren Grundflächenzahl von 0,3) und somit als Grünfläche genutzt werden können. Vgl. STATISTISCHE ÄMTER DES BUNDES UND DER LÄNDER (2013): Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung. Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung, regionale

werden die in der Regionaldatenbank der statistischen Ämter des Bundes und der Länder angegebenen Flächenwerte zugrunde gelegt. Zur Ermittlung des Maximalpotenzials werden schließlich die Flächenangaben mit einem Ertragsfaktor von 1,6 kg/m²*a multipliziert. [SMUL 2012]

Die Ergebnisse hieraus sind in Tabelle 33 zusammengefasst:

Tabelle 33: Mögliches Grünschnittaufkommen in den beiden Verbandsgemeinden (Maximalpotenzial)
Quelle: Eigene Darstellung

	VG Sprendlingen-Gensingen		VG Rockenhausen	
	Status Quo	Max.	Status Quo	Max.
	[Mg/a]	[Mg/a]	[Mg/a]	[Mg/a]
Grünschnittaufkommen	1.820	6.186	2.400	6.186
	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]
spez. Aufkommen	130,2	446,6	216,5	744,1

Auf Grundlage der Angaben in Tabelle 32 und Tabelle 33 kann nachfolgend das Objektivpotenzial abgeschätzt werden. Hierzu wird eine Einschätzung vorgenommen, inwiefern die angegebenen Erfassungsquoten (technisch) realisierbar sind. Hierbei wird wiederum zwischen den oben aufgelisteten Abfallfraktionen *Bioabfall*, *PPK*, *Glas*, *LVP*, *Kunststoffe* und *Metall* sowie den separat ausgewiesenen *Grünschnittmengen* unterschieden:

Für die Abfallfraktionen *Bioabfall*, *PPK*, *Glas*, *LVP*, *Kunststoffe* und *Metall* werden die entsprechenden Mengenvorgaben aus dem Quotenmodell der INFA GmbH als Orientierungsgröße zur Abschätzung *langfristig* realistischer Sammelquoten verwendet. [GELLENBECK ET AL. 2014] Diese wurden im Auftrag der „Arbeitsgruppe Quoten“ im Jahr 2014 veröffentlicht und bilden die derzeitige Grundlage zur bundesweiten Diskussion der getrennt erfassten Wertstoffmengen. Für die Ermittlung des Objektivpotenzials werden die Sammelquoten, die sich hieraus ergeben, angesetzt. Dies führt im Objektivpotenzial zu den entsprechen in Tabelle 34 zusammengestellten Abfallmengen.

- Im Fall der Grünschnittsammlung wird davon ausgegangen, dass die maximal angegebenen Sammelquoten im Sinne des Maximalpotenzials (technisch) nicht erfüllt werden können. In der VG Sprendlingen-Gensingen beträgt die Sammelmenge im Jahr 2010 für Grünschnitt 130,2 kg/(E*a). Die Abfallbilanz – unter Berücksichtigung der Bevölkerungsdichte – vergleichbarer Gemeinden zeigt, dass im Grünschnittbereich Sammelmengen von knapp über 200 kg/(E*a) erreicht werden können.[13] Sich hieran orientierend wird für die VG Sprendlingen-Gensingen zur Ermittlung des Objektivpotenzials eine Sammelmenge von 200 kg/(E*a) festgelegt. In der VG Rockenhausen wird dagegen bereits im Bezugsjahr 2013 eine Sammelmen-

Tiefe: Samt-/Verbandsgemeinden; GERSTENBECK, J.H. (2010): Flächennutzung und Stadtstruktur. Dokumentation der Kartiereinheiten und Aktualisierung des Datenbestandes. Berlin: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung.

[13] Hierbei wurden die aktuellen Abfallbilanzen der Landkreise Bodenseekreis, Neu-Ulm, Konstanz, Enzkreis, Saarpfalz-Kreis und Zwickau sowie der kreisfreien Städte Brandenburg an der Havel und Dessau-Roßlau einbezogen. Die Bevölkerungsdichte der genannten Kreise liegt im Bereich von 309 und 345 E/km². Der Landkreis Mainz-Bingen, in dem sich die VG Sprendlingen-Gensingen befindet, hat eine Bevölkerungsdichte von 336 E/km².

ge für Grünschnitt von 214,1 kg/(E*a) erzielt. Da dieser Wert bereits sehr hoch ist, wird nicht davon ausgegangen, dass die gesammelten Mengen weiter erhöht werden können. Demnach wird für die VG Rockenhausen als Objektivpotenzial (und auch für das Restriktivpotenzial) eine gleichbleibende Grünschnittmenge erwartet. Aufgrund der sinkenden Bevölkerungszahlen erhöht sich auf diese Weise gleichzeitig die spezifische Sammelmenge.

Die spezifischen Sammelmengen und die daraus resultierenden Abfallmengen im Sinne des Objektivpotenzials sind zusammenfassend in Tabelle 34 dargestellt.

Tabelle 34: Veränderung des spezifischen Abfallaufkommens in den Verbandsgemeinden (Objektivpotenzial)
Quelle: Eigene Darstellung

	VG Sprendlingen-Gensingen		VG Rockenhausen	
	Abfallmenge	Spez. Menge	Aufkommen	Abfallmenge
	[Mg/a]	[kg/(E*a)]	[Mg/a]	[kg/(E*a)]
Restmüll	325	23,5	228	27,5
Bioabfall	1.455	105,2	753	90,6
Grünschnitt	1.996	144,2	1.941	233,5
PPK	1.799	129,9	1.046	125,8
Glas	618	44,6	293	35,2
Kunststoffe	622	44,9	362	43,6
FKN	43	3,1	25	3,0
Metall	188	13,6	79	9,5

Zur Ermittlung des Restriktivpotenzials erfolgt eine Abschätzung der bis zum Jahr 2030 realisierbaren Potenziale aufgrund bestehender wirtschaftlicher, administrativer und gesetzlicher Rahmenbedingungen. Die Einschätzung erfolgt wiederum separat für die Fraktionen *Bioabfall*, *PPK*, *Glas*, *LVP*, *Kunststoffe* und *Metall* sowie für den *Grünschnittbereich.*

Für die Abfallfraktionen *Bioabfall*, *PPK*, *Glas*, *LVP*, *Kunststoffe* und *Metall* werden entsprechend zum Objektivpotenzial die Mengenvorgaben aus dem Quotenmodell der INFA GmbH als Orientierungsgröße zur Abschätzung *mittelfristig* realistischer Sammelquoten verwendet. [GELLENBECK ET AL. 2014] Für die Ermittlung des Restriktivpotenzials wird angenommen, dass die derzeitigen Sammelmengen in den beiden Verbandsgemeinden die von der INFA GmbH vorgeschlagenen Quoten nicht übersteigen werden. Demnach kann nur eine Teilmenge der im Restmüll enthaltenden Wertstoffe aus dem Restmüll separiert werden. Die Sammelquoten, die sich hieraus ergeben, sind zusammen mit den entsprechenden Abfallmengen in Tabelle 35 zusammengefasst.

- Für die Fraktion *Grünschnitt* ist bei der Ausweisung des Restriktivpotenzials wiederum zwischen den beiden VG zu unterscheiden. In der VG Sprendlingen-Gensingen wird von einer gleichbleibenden Sammelquote ausgegangen (da hier keine kommunalspezifischen Ausgangswerte vorliegen, wird hier mit der Quote gerechnet). Damit erhöht sich aufgrund der zunehmenden Bevölkerung bis 2030 die Sammelmenge auf 1.916 Mg/a. In der Verbandge-

meinde Rockenhausen wird aufgrund der bereits heute überdurchschnittlich hohen Sammelquote keine weitere Zunahme der Sammelmengen (kommunalspezifische Sammelmenge von 2400 Mg/a) für realistisch eingeschätzt. Die Sammelmenge bleibt daher voraussichtlich bis zum Jahr 2030 unverändert. Durch die sinkende Bevölkerungszahl erhöht sich rechnerisch die spezifische Sammelmenge entsprechend auf einen Wert von 250,0 kg/(E*a). Die Werte werden ebenfalls in der nachfolgenden Übersicht dargestellt.

Tabelle 35: Veränderung des spezifischen Abfallaufkommens in den Verbandsgemeinden (Restriktivpotenzial) (2030)
Quelle: Eigene Darstellung

	VG Sprendlingen-Gensingen		VG Rockenhausen	
	Abfallmenge	**Spez. Menge**	**Aufkommen**	**Abfallmenge**
	[Mg/a]	**[kg/(E*a)]**	**[Mg/a]**	**[kg/(E*a)]**
Restmüll	692	47,1	456	47,5
Bioabfall	1.546	105,1	870	90,6
Grünschnitt	2.120	144,1	2.242	233,5
PPK	1.793	121,9	1.131	117,8
Glas	583	39,6	290	30,2
Kunststoffe	557	37,9	351	36,6
FKN	46	3,1	29	3,0
Metall	177	12,0	91	9,5

II.1.5.4 Ergebnisse im Handlungsfeld „Energie“

Autoren: Caterina Orlando, Eike Zender, Jasmin Jost, Pascal Thome, Sara Schierz, Steffen Schwan, Bernd Junge, Thomas Anton

Im Rahmen des Handlungsfelds „Energie“ wird eine zukunftsfähige Transformation des kommunalen Energieversorgungssystems auf Grundlage regenerativer Energieträger angestrebt. Kategorisch wurden dabei innerhalb des Teilprojektes „Energie“ die Optionen einer nachhaltigen Energieversorgung, von der Potenzial-Erfassung bis hin zum Anlagenausbau und der lokalen Netzintegration offengelegt. Dabei wurde insbesondere aufgezeigt, welche Mengen an thermischer und elektrischer Energie vor Ort benötigt und durch die unterschiedlichen Energieträger erzeugt werden können. Darauf aufbauend werden Suffizienz- und Energieeffizienzmaßnahmen abgeleitet und die Planungsgrundlage für eine bedarfsgerechte Integration regenerativer Energieträger in das Versorgungssystem geschaffen. Auch Belange einer nachhaltigen Flächennutzung sind in die Betrachtung des neuen Energiesystems mit eingeflossen. So wurden bei der Verortung von Potenzialflächen zur lokalen Energieerzeugung auch alternative Nutzungsarten berücksichtigt. Neben technischen Entwicklungsmöglichkeiten und Kriterien einer optimierten Flächennutzung umfasst die Null-Emissions-Strategie im Handlungsfeld Energie auch das Themenfeld Bürgerbeteiligung/Partizipation. Konzepte zur dezentralisierten Energiebereitstellung, welche unter Einbezug einer möglichst großen Anzahl an regionalen Akteuren (z. B. durch Bürgerenergiegenossenschaften) umgesetzt werden, bilden die Grundlage einer lokal-partizipativen Energiewende.

Die gewonnenen Erkenntnisse in den beiden Praxiskommunen hinsichtlich ihrer Potenziale zur Transformation der Energieversorgung vor Ort bilden somit die Ausgangslage, um hierauf aufbauend, lokale Partizipationsstrategien mit relevanten Stakeholdern (Kommune, Unternehmen, Bürgerschaft etc.) zu entwickeln.

II.1.5.4.1 Ergebnisse der Ist-Analyse zu „Energie“

II.1.5.4.1.1 Zielstellung und Messgrößen

Nachfolgende Darstellung zeigt die Zielstellungen des Handlungsfeldes Energie sowie damit einhergehende Indikatoren zum Monitoring der Zielerreichung:

Tabelle 36: Darstellung der ausgewählten Indikatoren und Messgrößen
Quelle: Eigene Darstellung

Ziele	Indikatoren	Messgröße
Null fossile Energieträger durch optimal angepasste Erschließung der EE-Potenziale	Anteil regenerativer Stromproduktion am Gesamtstromverbrauch	Stromproduktion PV in MWh/a
		Stromproduktion Wind in MWh/a
		Stromproduktion Wasser in MWh/a
		Stromproduktion Biomethan in MWh/a
		Stromproduktion aus Klär- und Grubengas in MWh/a
	Anteil regenerativer Wärmeproduktion am Gesamtwärmeverbrauch	Wärmeproduktion ST in MWh/a
		Wärmeproduktion Biomasse-Festbrennstoffe in MWh/a
		Wärmeproduktion Biomethan in MWh/a
		Wärmeproduktion Wärmepumpe in MWh/a
Null fossile Energieträger durch maximale Erschließung der Energieeffizienz-Potenziale	Endenergieeinsatz zur Stromerzeugung in MWh/a	Generierte Stromproduktion aus EE + bezogener Strommix in MWh/a
	Endenergieeinsatz zur Wärmeerzeugung in MWh/a	Generierte Wärmeproduktion aus EE + fossile Wärmeerzeuger in MWh/a

Die Erfolgskontrolle des Handlungsfeldes Energie erfolgt anhand zentraler Verbrauchsindikatoren der stationären Energieversorgung (Strom- und Wärmeverbräuche). Entscheidend zur Handhabung des Indikatorensystems ist die Erfassung der Energieverbrauchs- und Erzeugungsdaten (Energiemix), welche als Messgrößen heranzuziehen und fortzuschreiben sind. Hieraus lassen sich wichtige Rückschlüsse in Bezug auf die Energieverbrauchsmengen sowie den Anteil der regenerativen Erzeugung im System ziehen. Durch die Indikatoren kann gezielt aufgezeigt werden, in welchem Stadium sich der Systemwandel aktuell befindet und wo ein Ausbaubedarf geboten ist.

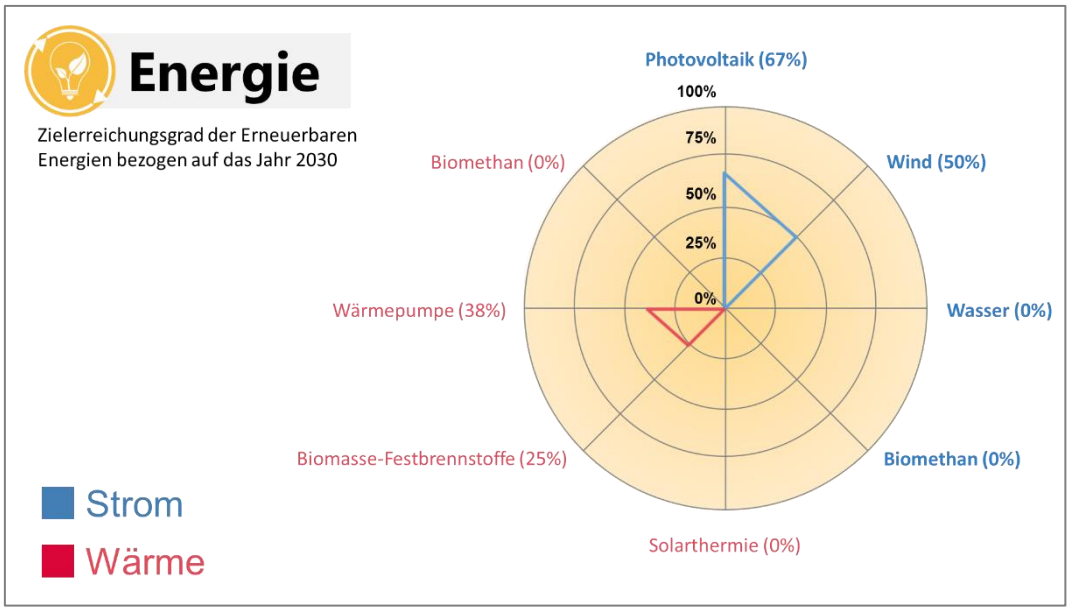


Abbildung 45: Beispiel Zielerreichungsgrad
Quelle: Eigene Darstellung

Die transparente Darstellung ermöglicht es, den Dialog mit den relevanten Akteursgruppen hinsichtlich des Energiesystems (Energieverbraucher, Energieerzeuger, Systemdienstleister etc.) zu führen und gemeinschaftliche Ziele anzusteuern.

II.1.5.4.1.2 Gesamtstromverbrauch und Stromerzeugung

Mit dem Ziel, den Energieverbrauch und die damit verbundenen monetären, ökologischen und flächenspezifischen Effekte der Null-Emissions-Gemeinden abzubilden, wurden die Bereiche Strom und Wärme, hinsichtlich ihrer Verbrauchs- und Versorgungsstrukturen analysiert.

Zur Ermittlung des Stromverbrauches wurden die Daten der zuständigen Netzbetreiber über die gelieferten und durchgeleiteten Strommengen an private, kommunale sowie gewerbliche und industrielle Abnehmer herangezogen.[14] Zudem wurde der Bestand an regenerativen Erzeugungsanlagen auf dem Betrachtungsgebiet der Null-Emissions-Gemeinden über nationale Register der Bundesnetzagentur erfasst. Nachfolgende Darstellungen geben Aufschluss über den abgeleiteten Gesamtstromverbrauch nach Verbrauchergruppen der beiden Untersuchungsgebiete:

Tabelle 37: Aufteilung des abgeleiteten Gesamtstromverbrauchs der VG Rockenhausen und VG Sprendlingen-Gensingen nach Verbrauchergruppen Bilanzjahr 2010
Quelle: Eigene Darstellung

Stromverbrauch 2010				
	VG Rockenhausen		VG Sprendlingen-Gensingen	
Sektor	MWh/a	%	MWh/a	%
Private Haushalte	20.062	32	24.867	39
Industrie & GHD	41.542	66	37.040	58
kommunale Liegenschaften	1.271	2	1.508	2
Gesamtstromverbrauch	**62.875**	**100**	**63.414**	**100**

[14] Für Sprendlingen-Gensingen: RWE Rheinland Westfalen Netz AG, Stadtwerke Bad Kreuznach, EWE Aktiengesellschaft; Für VG Rockenhausen: Pfalzwerke AG.

Aspekte zur Stromerzeugung innerhalb der Untersuchungsgebiete

Durch den Einsatz von regenerativen Energieträgern zur Stromerzeugung können bereits heute positive Effekte auf die Versorgungsstrukturen der beiden Betrachtungsgebiete abgeleitet werden.

- So wird in der **VG Rockenhausen** im Jahr 2010 ein Anteil von 79 % des Gesamtstromverbrauches aus erneuerbarer Stromproduktion gedeckt. Hierzu tragen insbesondere Wind- und Photovoltaikanlagen bei.
- Die **VG Sprendlingen-Gensingen** kann – bilanziell betrachtet – bisher lediglich einen Anteil von 12 % des Gesamtstromverbrauches aus den Erneuerbaren Energien decken. Hierzu trägt insbesondere die Einspeisung aus Photovoltaikanlagen bei.

Nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick zur Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien in der VG Rockenhausen und in der VG Sprendlingen-Gensingen im Jahr 2010:

Tabelle 38: Stromeinspeisung aus Erneuerbaren Energien in der VG Rockenhausen und VG Sprendlingen-Gensingen 2010
Quelle: Eigene Darstellung

Stromeinspeisung aus Erneuerbaren Energien 2010				
	VG Rockenhausen		VG Sprendlingen-Gensingen	
Energieträger	MWh/a	%	MWh/a	%
Wind	42.017	84	0	0
Photovoltaik	7.808	16	6.067	83
Wasserkraft	0	0	326	4
Biomasse	11	0	0	0
Klär- und Deponiegas	0	0	906	12
Strom EE (Gesamt)	**49.835**	**100**	**7.299**	**100**

II.1.5.4.1.3 Gesamtwärmeverbrauch und Wärmeerzeugung

Die Ermittlung des Gesamtwärmebedarfes stellte sich im Vergleich zur Stromverbrauchsanalyse deutlich schwieriger dar. Neben konkreten Verbrauchszahlen für leitungsgebundene Wärmeenergie (Erdgas) konnte in der Gesamtbetrachtung aufgrund einer komplexen und größtenteils nicht leitungsgebundenen Versorgungsstruktur lediglich eine Annäherung an tatsächliche Verbrauchswerte erfolgen.

Zur Ermittlung des Wärmebedarfes auf Basis leitungsgebundener Energieträger wurden Verbrauchsdaten der Fern- und Nahwärmeversorgung (Erdgas, Biogas etc.) bei den zuständigen Versorgungsdienstleistern im Verbrauchsgebiet erfasst.[15]

Ferner wurden für die Ermittlung des Wärmebedarfes im privaten Wohngebäudebestand aus Angaben des Statistischen Landesamtes RLP, des Zensus 1987/2011, der Schornsteinfegerinnung RLP sowie der Baufertigstellungsstatistik 1990 bis 2010 RLP ausgewertet und kalkuliert. Des Weiteren wurden die durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gelieferten Daten über geförderte innovative Erneuerbare-Energien-Anlagen (Solarthermie-Anlagen, mechanisch beschickte Bioenergieanlagen, Wärmepumpen, KWK-Anlagen) bis zum Jahr 2010 herangezogen und eingerechnet.

[15] Für VG Rockenhausen: Pfalzgas GmbH; für VG Sprendlingen-Gensingen: RWE Rheinland Westfalen Netz AG

Vergleich des Anlagenbestandes an regenerativen Erzeugungsanlagen

Die VG Rockenhausen verfügt über einen höheren Ausbaustand an Anlagen zur regenerativen Strom- und Wärmeproduktion. Dies ist überwiegend darauf zurückzuführen, dass die VG bereits über mehrere erschlossene Windenergieanlagenstandorte verfügt (11 WKA im Bilanzjahr 2010). Hingegen sind auf dem Gemeindegebiet der VG Sprendlingen-Gensingen geeignete Standorte begrenzt. Nachfolgende Darstellung erlaubt einen Vergleich der restlichen regenerativen Energieerzeuger in den beiden Betrachtungsgebieten:

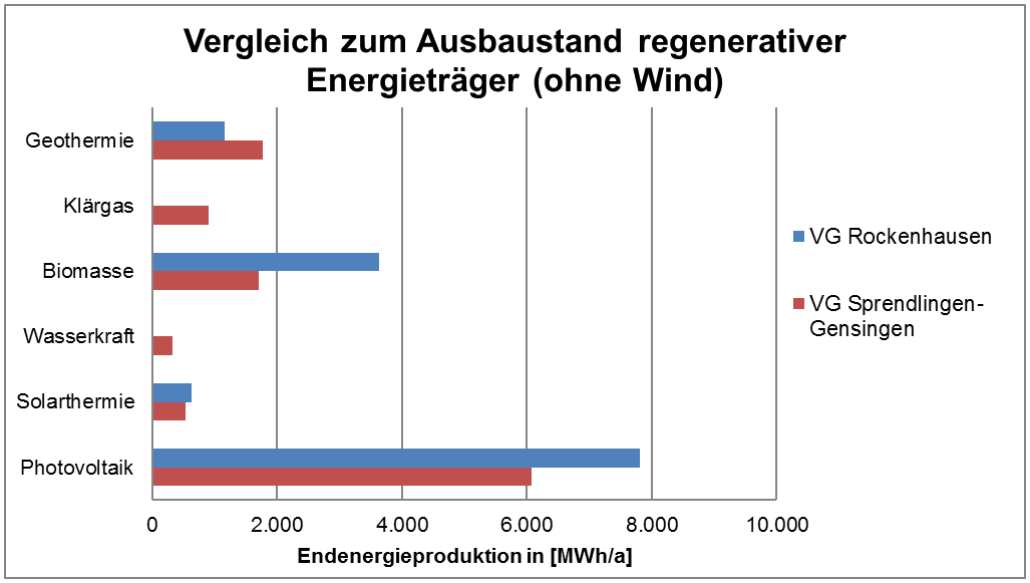


Abbildung 46: Vergleich zum Ausbaustand regenerativer Energieträger (ohne Wind) in beiden Verbandsgemeinden
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.5.4.1.4 Energieumwandlung im Sektor Verkehr (Übertrag aus TP2)

Der Analyse und Optimierung des Verkehrssektors kommt im Kontext des Gesamtforschungsvorhabens eine untergeordnete Rolle zu. Es existiert hierfür kein eigenes Teilprojekt, das sich mit einer nachhaltigen Ausgestaltung dieses Sektors im Kontext „Null-Emission“ im Zusammenhang mit einer nachhaltigen Landnutzung befasst. Dennoch sollte der Verkehrssektor insbesondere im Hinblick auf seinen Energieeinsatz nicht unbeachtet bleiben. Deshalb wurde der durch das TP2 abgeleitete Energieeinsatz der vor Ort gemeldeten Fahrzeuge in die Energiebilanz von TP5 integriert.[16] Es wird sich zeigen, ob die ermittelten Kenngrößen auch im weiteren Verlauf der Szenarienkalkulation für das TP5 (bspw. in Bezug auf eine Speichermöglichkeit von Stromüberschüssen in elektrifizierte Fahrzeugflotten) von Relevanz sein werden.

Die Verbrauchsermittlung des Verkehrssektors basiert auf einer Erhebung auf Landkreisebene. Der gemeldete Fahrzeugbestand ist im weiteren Verlauf nach Fahrzeugarten klassifiziert worden und mit durchschnittlichen Laufleistungen und Verbräuchen hinterlegt. Demnach handelt es sich hierbei um eine reine Verursacherbilanz.

[16] Zum Zeitpunkt der Konzepterstellung lag für die beiden Verbandsgemeinden kein Verkehrsmodell vor, auf dessen Grundlage sich eine tatsächlich erbrachte Verkehrsleistung im Betrachtungsgebiet ableiten ließ. Struktur und Verbrauchsdaten wurden in die Energiebilanz integriert. Der Sektor Verkehr wurde nach dem Prinzip der Verursacherbilanz bilanziert (gemeldeter Fahrzeugbestand * durchschnittliche Laufleistung pro Jahr)

In der nachfolgenden Tabelle werden die Verbrauchsdaten des Sektors Mobilität je Verbandgemeinde und Kraftstoffart aufgeführt (von weiteren Interpretationen wird vorerst abgesehen):

Tabelle 39: Abgeleiteter Energieverbrauch der innerhalb der VG Sprendlingen-Gensingen gemeldeten Kfz 2010
Quelle: Eigene Darstellung

Verkehr				
	VG Rockenhausen		VG Sprendlingen-Gensingen	
Gesamt	1990 MWh	2010 MWh	1990 MWh	2010 MWh
Fossile Kraftstoffe	107.049	113.069	116.892	122.293
Diesel	71.894	75.308	69.159	70.517
Ottokraftstoff	35.156	34.679	47.733	43.870
Erdgas	0	38	0	23
Flüssiggas	0	3.044	0	7.883
Erneuerbare Kraftstoffe	0	0	0	0
Bio-/Windgas	0	0	0	0
Strom	0	0	0	0
Gesamt	107.049	113.069	116.892	122.293

II.1.5.4.1.5 Gesamtenergieeinsatz nach Sektoren und Energieträgern

Der Gesamtenergieeinsatz berechnet sich aus den zuvor beschriebenen Ergebnissen der Teilbereiche und beträgt in der VG Rockenhausen im Bilanzjahr 2010 347.000 MWh. Für die VG Sprendlingen-Gensingen konnte ein Gesamtenergieeinsatz von rund 330.000 MWh in 2010 ermittelt werden. Der Anteil der Erneuerbaren Energien am stationären Verbrauch (exklusive Verkehr) liegt in der VG Rockenhausen zu diesem Zeitpunkt bei 24 % und in der VG Sprendlingen-Gensingen bei 5 %. Die nachfolgende Grafik zeigt einen Gesamtüberblick über die derzeitigen Energieeinsätze unterteilt nach Energieträgern und Energiebedarfssektoren:

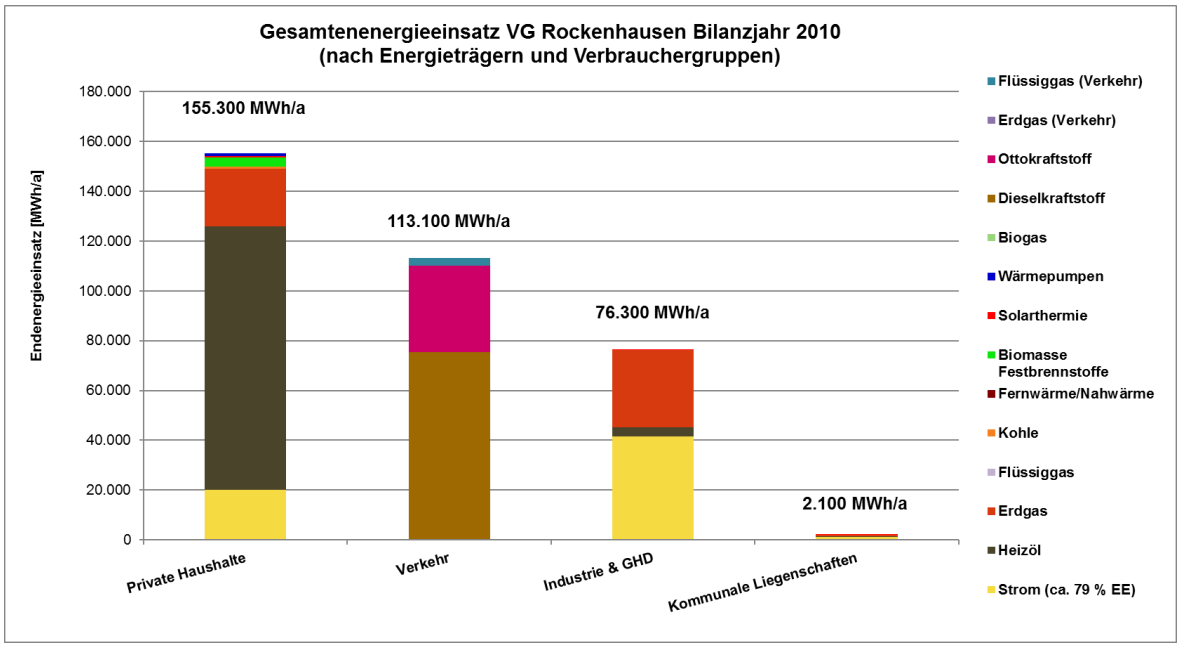


Abbildung 47: Abgeleiteter Gesamtenergieverbrauch VG Sprendlingen-Gensingen nach Energieträgern und Verbrauchergruppen Bilanzjahr 2010
Quelle: Eigene Darstellung

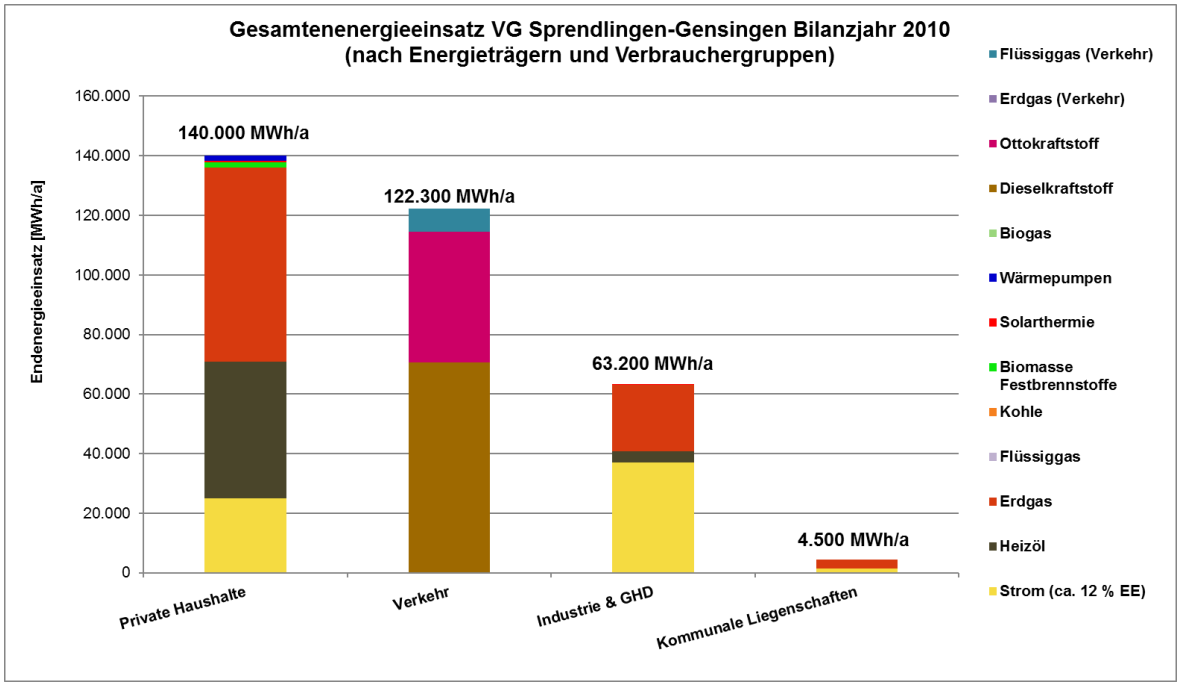


Abbildung 48: Abgeleiteter Gesamtenergieverbrauch der VG Sprendlingen-Gensingen nach Energieträgern und Verbrauchergruppen im Bilanzjahr 2010

Quelle: Eigene Darstellung

Die beiden Untersuchungsgebiete weisen in Bezug auf den Gesamtenergieeinsatz relativ homogene Verbrauchsstrukturen auf. Als größte Verbrauchergruppe sind jeweils die privaten Haushalte zu erwähnen, welche sich derzeit primär aus fossilen Energieträgern versorgen. In Rockenhausen wird primär auf Heizöl zurückgegriffen, während in Sprendlingen-Gensingen annähernd zu gleichen Teilen mit Heizöl und Erdgas geheizt wird. Bei öffentlichen Liegenschaften kann auf dem Gebiet der VG Sprendlingen-Gensingen ein mehr als doppelt so hoher Verbrauch wie in der VG Rockenhausen verzeichnet werden. Insgesamt verbrauchen die privaten Haushalte überwiegend Erdgas und Erdöl. Kommunale Liegenschaften sind in Bezug auf den Gesamtenergieverbrauch in beiden Verbandsgemeinden als sekundär zu bewerten, obgleich diesem Sektor eine hohe Vorbildfunktion zuzuschreiben ist. Nachfolgende Darstellung bietet einen unmittelbaren Vergleich der beiden Verbandsgemeinden in Bezug auf den Gesamtenergieeinsatz nach Verbrauchergruppen:

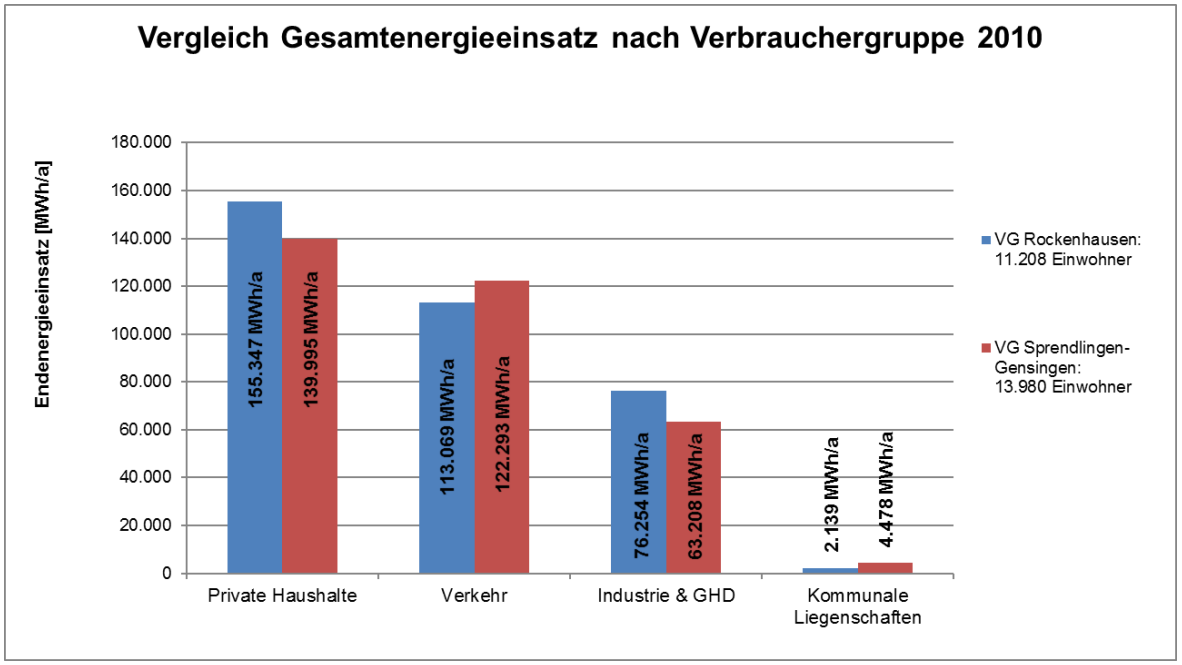


Abbildung 49: Vergleich des Gesamtenergieverbrauchs nach Verbrauchergruppen Bilanzjahr 2010
Quelle: Eigene Darstellung

Da die beiden Verbandsgemeinden in Hinblick auf Ihre Infrastruktur (Einwohner, Haushalte, Kfz, Liegenschaften, Wohngebäude) unterschiedlich sind, kann ein qualitativer Vergleich nur durch eine weitere Aufschlüsslung relevanter Kennzahlen erfolgen:

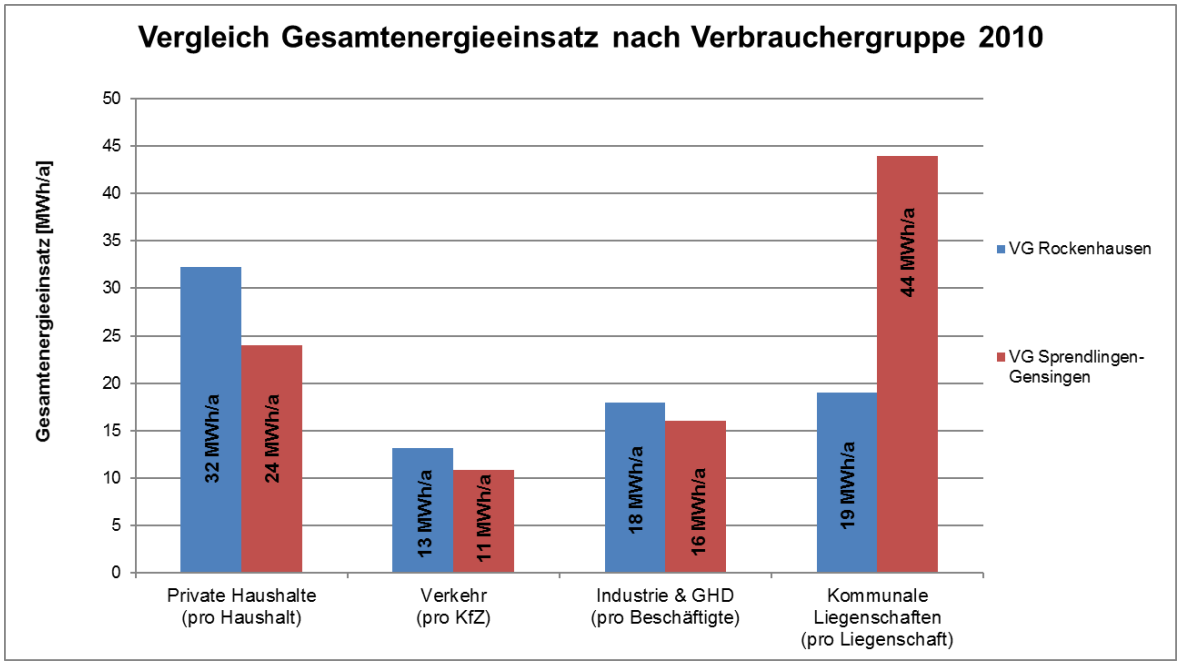


Abbildung 50: Vergleich zwischen Verbrauchergruppen beider Verbandsgemeinden
Quelle: Eigene Darstellung

Die Darstellung verdeutlicht, dass der Energieeinsatz privater Haushalte in beiden Verbandsgemeinden auf einem identischen Niveau angesiedelt ist. Gemessen an den Beschäftigtenzahlen vor Ort wird in der VG Rockenhausen im Sektor Industrie & GHD mehr Energie verbraucht. Dies ist in Bezug auf die angesiedelte Industrie jeweils stark branchenabhängig. Die größte Differenz findet sich bei den kommunalen Liegenschaften. Dies ist jedoch auf eine derzeit noch sehr lückenhafte Verbrauchs-

dokumentation in der VG Rockenhausen zurückzuführen. Es ist davon auszugehen, dass sich die Werte nach weiteren Erhebungen zunehmend angleichen werden.

Abgeleitete Treibhausgasemissionen in den Untersuchungsgebieten

Ziel der Treibhausgasbilanzierung auf kommunaler Ebene ist es, spezifische Referenzwerte für zukünftige Emissionsminderungsprogramme zu erheben. In der vorliegenden Bilanz wurden auf Grundlage der zuvor erläuterten eingesetzten Energiemengen die verursacherbezogenen Treibhausgasemissionen als $CO_{2äq}$ in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr quantifiziert. Die folgende Darstellung bietet einen Gesamtüberblick der relevanten Treibhausgasemissionen der Untersuchungsgebiete, welche sowohl für das Bilanzjahr 2010 als auch für das Basisjahr 1990 errechnet wurden:

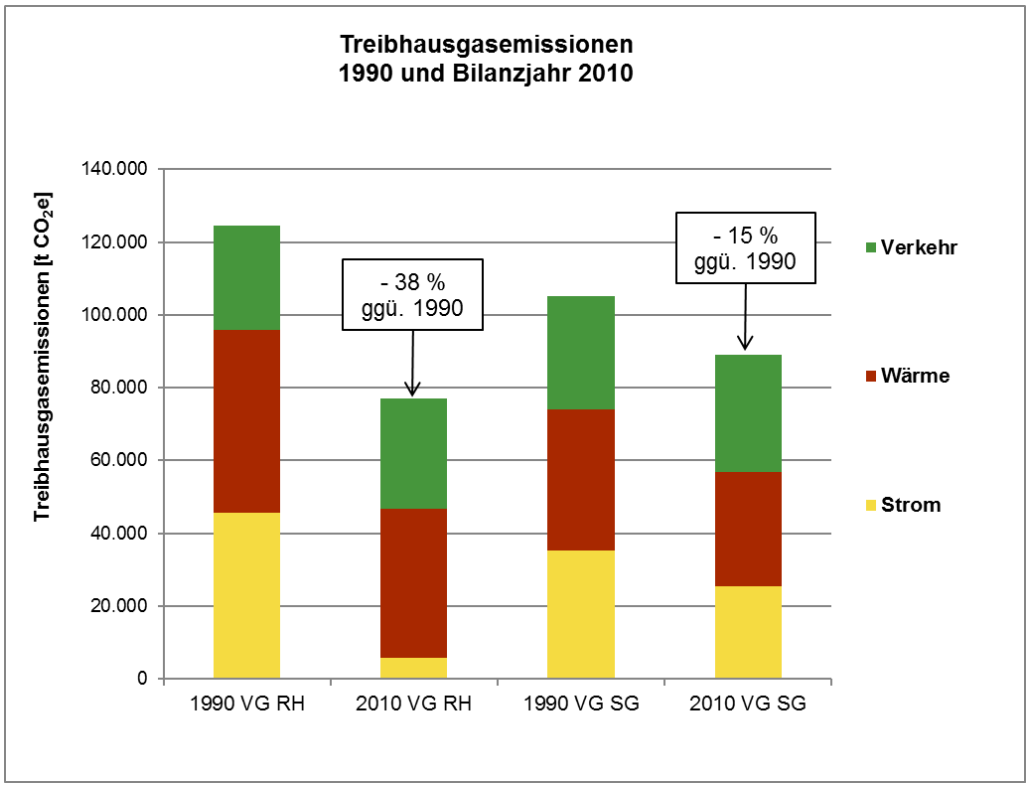


Abbildung 51: Vergleich zwischen Referenzjahr und IST-Jahr

Quelle: Eigene Darstellung

	VG Rockenhausen	VG Sprendlingen-Gesingen
	Emissionen 2010:	
	77.000 t CO_2-e/a	89.000 t CO2-e/a
Strom	8%	29%
Wärme	53%	35%
Verkehr	39%	36%
	Emissionen 1990:	
	124.500 t CO2-e/a	105.000 t CO2-e/a
Einsparungen heute von:		
	47600 t $CO_{2äq}$/a	16.000 t $CO_{2äq}$/a

Abbildung 52: Entwicklung der Treibhausgasemissionen VG Rockenhausen und VG Sprendlingen-Gensingen im Jahr 1990 und Bilanzjahr 2010

Quelle: Eigene Darstellung

Im Referenzjahr 1990[17] wurden durch den Energieeinsatz in der VG Rockenhausen Emissionen von 124.500 t $CO_{2äq}$ verursacht. Dieser Wert sank im Bilanzjahr 2010 auf 77.000 t $CO_{2äq}$. Gegenüber dem Basisjahr 1990 konnten somit bereits 38 % der Emissionen eingespart werden. Die VG Sprendlingen-Gensingen spart aufgrund der ermittelten Referenzwerte gegenüber dem Basisjahr 1990 15 % ihrer Emissionen ein. (vgl. Abbildung 51) Große Einsparungen gegenüber dem Basisjahr entstanden in beiden Untersuchungsgebieten v. a. im Strombereich, was sowohl auf den Ausbau regenerativer Energieanlagen bundesweit sowie in den Untersuchungsgebieten zurückzuführen ist.[18]

II.1.5.4.1.6 Wirtschaftliche Auswirkungen in den Untersuchungsgebieten

Das bestehende Energiesystem hat Auswirkungen auf die beiden Betrachtungsgebiete. So ergeben sich einerseits Wertmittelabflüsse durch die Bereitstellung von Strom, Wärme und Treibstoffen und andererseits Einnahmen (regionale Wertschöpfung) durch die Errichtung und den Betrieb von EE-Anlagen.

Geldmittelabflüsse der Verbandsgemeinden zur Energieversorgung (IST-Zustand)

Basierend auf den zuvor dargestellten Ergebnissen der Energieversorgung (II.1.5.4.1.5) werden in der unten stehenden Grafik die Geldmittelabflüsse der beiden Verbandsgemeinden vergleichend, nach Sektoren Strom, Wärme und Verkehr gesplittet, dargestellt:[19]

[17] Im Rahmen der retrospektiven Bilanzierung für das Basisjahr 1990 konnte auf keine Primärdatensätze zurückgegriffen werden. Der Stromverbrauch wurde anhand des Gesamtstromverbrauches des Landes RLP über Einwohneräquivalente und Pro-Kopf-Verbrauchsentwicklungen des Bundeslandes auf 1990 rückgerechnet. Der Wärmeverbrauch der privaten Haushalte konnte auf statistischer Grundlage der Verteilung der Feuerungsanlagen und Wohngebäude (Zensus 1987) auf das Basisjahr zurückgerechnet werden. Die Rückrechnung für den Sektor Industrie & GHD erfolgte über eine Rückrechnung der Erwerbstätigen am Arbeitsort, wobei von heutigen Verbrauchsdaten ausgegangen wurde. Die Emissionen im Sektor Verkehr konnten durch die Zulassungen und Verbrauchswerte des Fahrzeugbestandes im Jahr 1990 berechnet werden.

[18] Für das Jahr 1990 wurde ein $CO_{2äq}$-Faktor von 683 g/kWh exklusive der Vorketten berechnet. Berechnungsgrundlage ist Gemis 4.7 in Anlehnung an die Kraftwerksstruktur zur Stromerzeugung im Jahr 1990, welche der Studie „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau Erneuerbarer Energien in Deutschland – Leitstudie 2010“ des BMU entnommen wurden.

[19] Jährliche Verbrauchskosten im Strom-, Wärme und Verkehrsbereich nach aktuellen Marktpreisen.

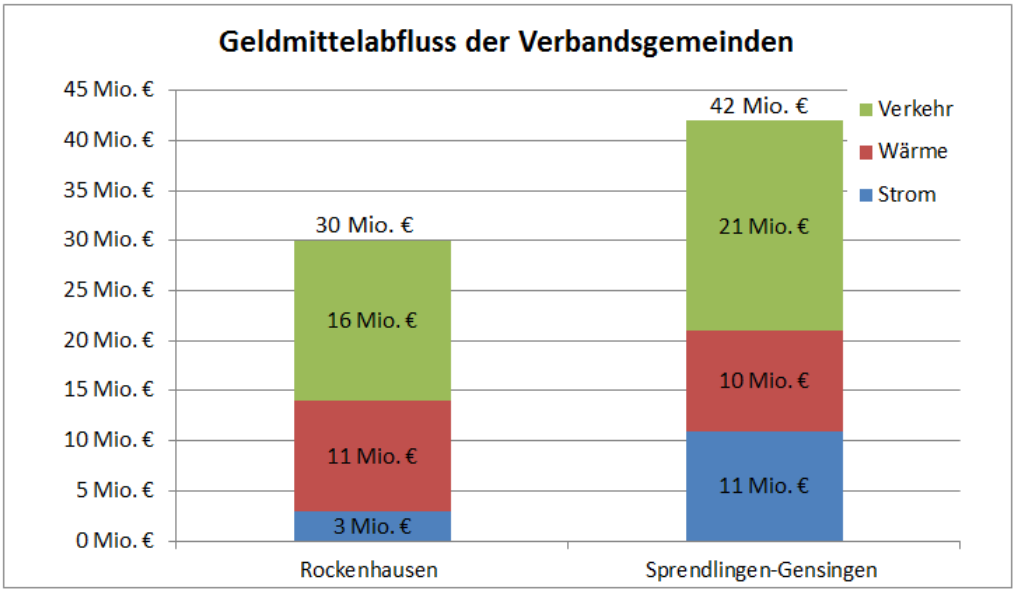


Abbildung 53: Vergleich der Geldmittelabflüsse der Verbandsgemeinden
Quelle: Eigene Darstellung

Die VG Sprendlingen-Gensingen weist in den Bereichen Strom und Verkehr, im Vergleich zur VG Rockenhausen, deutlich höhere Geldmittelabflüsse auf. Allerdings ist der Geldmittelabfluss im Wärmbereich um rund 1 Mio. € niedriger als in der VG Rockenhausen.

Durch die Aktivierung der lokalen Potenziale, die Investition in Erneuerbare Energien und die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen, kann ein Großteil der jährlichen Ausgaben in den lokalen Wirtschaftskreisläufen gehalten werden, sodass sich dadurch der Geldmittelabfluss aus den betrachteten Verbandsgemeinden verringert. Die wirtschaftlichen Auswirkungen und die damit einhergehenden regionalen Wertschöpfungseffekte durch die erschlossenen lokalen, regenerativen Quellen werden in den Kapiteln II.1.7.5.3 und II.1.7.5.5 näher dargestellt.

Regionale Wertschöpfung im stationären Bereich (IST-Zustand)

Eine Bewertung der regionalen Wertschöpfung erfolgt mittels der Netto-Barwert-Methode.[20] Hierdurch soll aus ökonomischer Sicht abgeschätzt werden, inwiefern es lohnenswert erscheint, die derzeitigen Energiesysteme auf eine regenerative Energieversorgung umzustellen. Zuletzt werden aus den Nettobarwerten aller ermittelten Einnahmen- und Kostenpositionen die Anteile abgeleitet, die in geschlossenen Kreisläufen der jeweiligen Verbandsgemeinden als regionale Wertschöpfung gebunden werden können.

Damit einhergehend werden bei der Betrachtung alle ausgelösten Investitionen und damit verbundene Erlöse und Kosten im Bereich der stationären Energieerzeugung sowie aus der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen dargestellt.

Auf die regionale Wertschöpfung im IST-Zustand nimmt die Szenarienbetrachtung keinen Einfluss, da hier nur die bereits installierten Erneuerbaren-Energien-Anlagen betrachtet werden. Folglich wei-

[20] Der Nettobarwert ist eine betriebswirtschaftliche Kennzahl der dynamischen Investitionsrechnung. Durch Abzinsung auf den Beginn der Investition werden Zahlungen vergleichbar gemacht, die innerhalb des Betrachtungszeitraumes zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallen.

chen die spezifischen Wertschöpfungseffekte der Verbandsgemeinden bei beiden Szenarien nicht voneinander ab.

Basierend auf der dargestellten Situation der Energieversorgung und -erzeugung wurden in den Verbandsgemeinden bis heute durch den Ausbau Erneuerbarer Energien folgende Effekte erzielt:

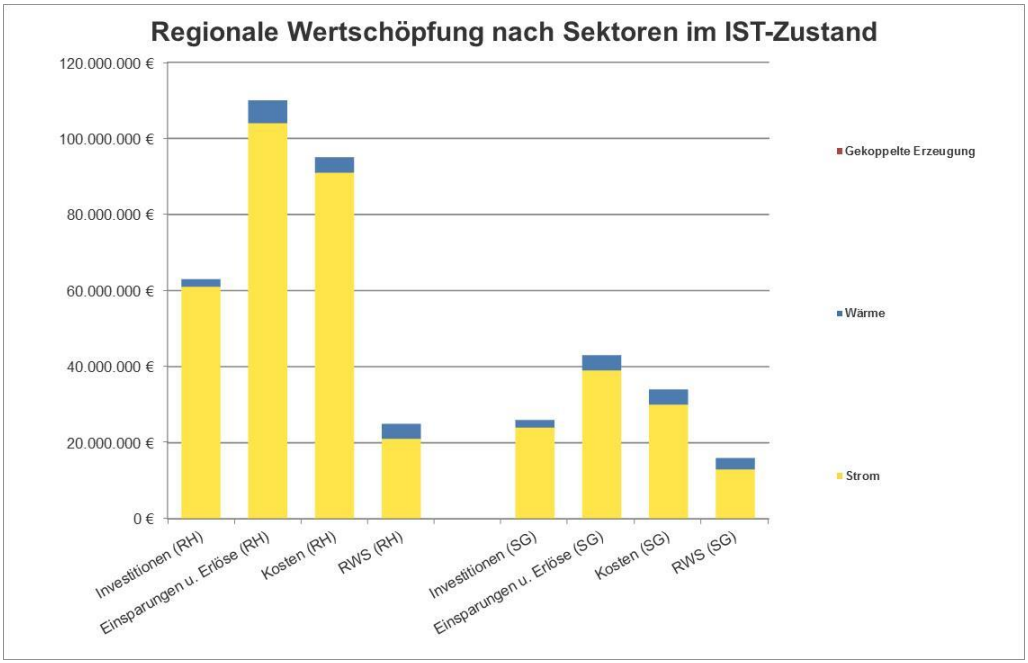


Abbildung 54: Regionale Wertschöpfung nach Sektoren im IST-Zustand[21]
Quelle: Eigene Darstellung

Aus obenstehender Abbildung wird ersichtlich, dass die VG Rockenhausen im IST-Zustand höhere Investitionen in Erneuerbare-Energien-Anlagen, als die VG Sprendlingen-Gensingen, getätigt hat. Hierdurch ergeben sich im Vergleich auch deutlich höhere Kosten-, Erlös-/Einsparungs- sowie Wertschöpfungseffekte.

Des Weiteren hat die VG Rockenhausen – gegenüber der VG Sprendlingen-Gensingen – bereits im IST-Zustand in die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme investiert, auch wenn nur in geringem Maße (Investition: ca. 5.000 €; RWS: ca. 10.000 €).[22]

Die Grafik zeigt deutlich, dass die beiden Verbandsgemeinden hauptsächlich in den Stromsektor investiert haben, wie z. B. Photovoltaikanlagen. Somit basiert die regionale Wertschöpfung im IST-Zustand vornehmlich auf dem Stromsektor.

In der folgenden Grafik werden alle Kosten- und Einnahmepositionen des Strom- und Wärmebereiches der beiden Verbandsgemeinden sowie die damit einhergehenden Wertschöpfungseffekte zusammenfassend dargestellt:

[21] Hier werden alle mit dem Anlagenbetrieb und den Effizienzmaßnahmen einhergehenden Einnahmen und Kosteneinsparungen über die Laufzeit dieser Anlagen und Maßnahmen bis zum Jahr 2030 berücksichtigt.

[22] Aufgrund der geringen Höhe der ausgelösten Finanzströme können diese in der Grafik nicht abgebildet werden.

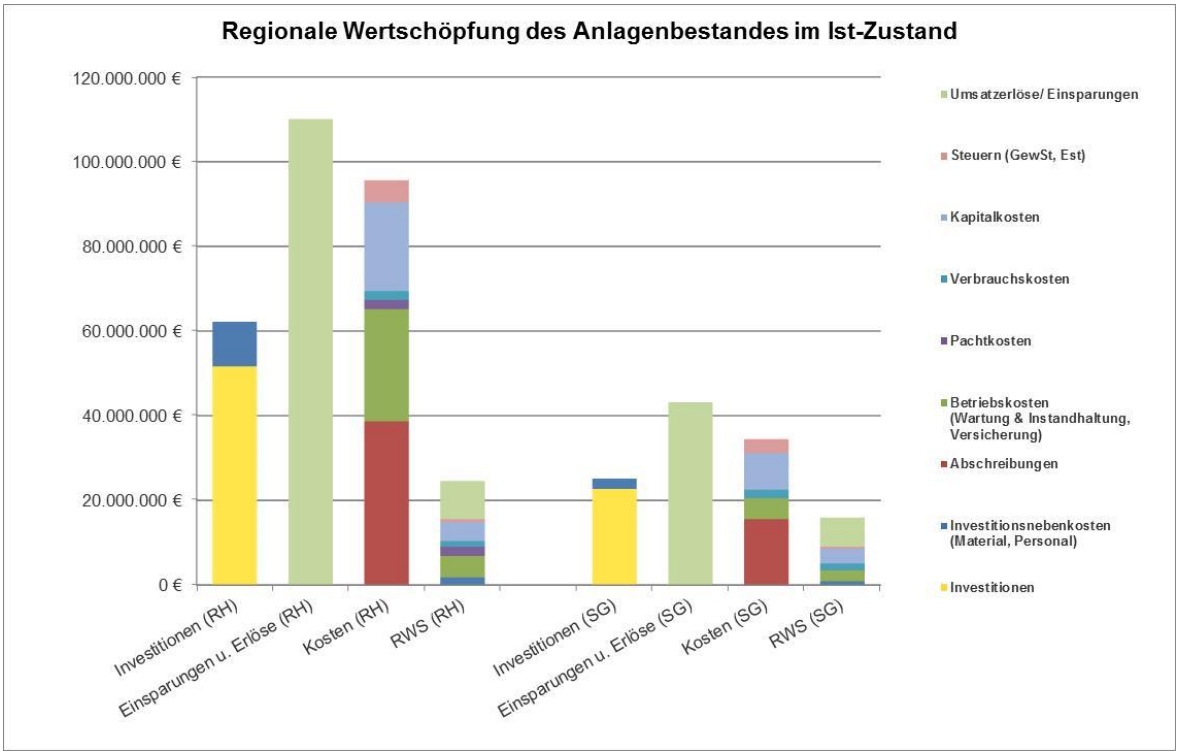


Abbildung 55: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie im IST-Zustand beider Verbandsgemeinden

Quelle: Eigene Darstellung

II.1.5.4.1.7 Fazit der IST-Analyse

VG Rockenhausen

Gegenüber dem Basisjahr 1990 hat sich der Gesamtenergieeinsatz (Strom, Wärme, Verkehr) der Kommune mit einer Reduktion von 1 % nicht erwähnenswert verändert. Es fließen weiterhin erhebliche finanzielle Mittel in die Beschaffung von fossilen Energieträgern, obgleich die VG bereits einen signifikanten Anteil regenerativer Stromproduktion auf dem Verbandsgemeindegebiet verzeichnen kann. In den einzelnen Sektoren konnte folgende Entwicklung festgestellt werden:

- Zunahme des Wohngebäudebestandes gegenüber 1990 von 340 Wohngebäuden
- Abnahme der Einwohner (4 %) sowie der Beschäftigten am Arbeitsort (6 %)[23]
- Zunahme des Kfz-Bestandes gegenüber 1990 um 15 %
- Abnahme des Stromverbrauchs (6 %) sowie Abnahme des Wärmeverbrauchs (13 %) gegenüber 1990
- Bei konventionellen Feuerungsanlagen ist im privaten Sektor eine Entwicklung von Öl- zugunsten von Gas-gefeuerten Anlagen zu verzeichnen.
- Die THG-Emissionen sind aufgrund des Ausbaus von EE-Stromerzeugern sowie positiven Entwicklungen im Bundesstrommix um 38 % gesunken.
- Geldmittelabfluss in Höhe von 30 Mio. Euro

[23] Daten von 1990 nicht verfügbar. Basis bildet hier das Jahr 1999.

VG Sprendlingen-Gensingen

Für die VG Sprendlingen-Gensingen leitet sich ein anderes Entwicklungsbild ab. Der Ausbau regenerativer Energieerzeuger ist bisher als geringfügig einzustufen. Gleichzeitig ist der Gesamtenergieeinsatz gegenüber 1990 um 10 % gestiegen. Dies ist auf einen flächendeckenden Zuwachs der kommunalen Infrastruktur zurückzuführen. In den einzelnen Sektoren konnte folgende Entwicklung abgeleitet werden:

- Zunahme der Einwohner (23 %) und Beschäftigten am Arbeitsort (27 %)[24]
- Zunahme des Wohngebäudebestandes um 21 % gegenüber 1990 (1.000 Wohngebäude)
- Zunahme des Stromverbrauchs um 23 % gegenüber 1990
- Zunahme des Wärmeverbrauchs von 9 % gegenüber 1990
- Rückläufigkeit von Ölheizungen zugunsten von Gasfeuerungsanlagen
- Zunahme der Energieverbräuche im Verkehrssektor von 5 % gegenüber 1990
- Geldmittelabfluss in Höhe von 42 Mio. Euro

Abzuleitende Aussagen

Insgesamt wurden für beide Verbandsgemeinden die privaten Haushalte als größte Verbrauchergruppe erfasst. In beiden Fällen weisen diese überwiegend fossil geprägte Verbrauchsstrukturen auf. Hier wird die Erschließung von Effizienzmaßnahmen sowie der Einsatz von EE-Wärmeträgern als erforderlich angesehen. Darüber hinaus lässt sich auf Grundlage der Heizungserfassung ein Sanierungsstau bei Primärheizern vermuten.

In beiden Verbandsgemeinden existieren Potenziale zum Ausbau regenerativer Stromproduktion. Die VG Rockenhausen ist mit einem EE-Stromanteil von 79 % einer bilanziellen Selbstversorgung in diesem Bereich bereits sehr nahe. Die VG Sprendlingen-Gensingen steht gemessen am Bundesdurchschnitt in diesem Bereich noch am Anfang. Die unterdurchschnittliche EE-Stromproduktion trifft auch für die PV-Dachanlagen zu, die ebenfalls gegenüber der VG Rockenhausen in einem geringeren Maße vorhanden sind. Eine vollständige Erfassung der Energieverbräuche in kommunalen Liegenschaften konnte in den Untersuchungsgebieten (insbesondere VG Rockenhausen) bisher nicht abgeschlossen werden. Die kommunale Dokumentation sollte in diesem Bereich ausgebaut und um ein umfassendes „Energiecontrolling“ erweitert werden.

Die Bewertung des aktuellen Energiesystems hinsichtlich seiner wirtschaftlichen Auswirkungen zeigt auf, dass in beiden Untersuchungsgebieten enorme Potenziale zur Bindung lokaler Finanzressourcen (regionale Wertschöpfung) bestehen. (s. II.1.5.4.1.6)

Durch die Erfassung der Verbrauchs- und Erzeugungsstrukturen sowie den damit einhergehenden Emissionsstrukturen wurde die Basis zur Ableitung von Veränderungspotenzialen im Energiesystem der Null-Emissions-Gemeinde gelegt. Gemeinsam mit den darauf aufbauenden Potenzialanalysen ließen sich Erkenntnisse über den zukünftigen Energie-Mix der Null-Emissions-Gemeinden ableiten.

[24] Ebenda.

II.1.5.4.2 Ergebnisse der Potenzialanalyse zu „Energie“

Die Potenzialanalysen zeigen auf, wieviel Energie innerhalb der Null-Emissions-Gemeinden stationär im Strom- und Wärmesektor auf Basis der eigenen regenerativen Ressourcen erzeugt werden kann. Hierzu werden erneuerbare Energieträger in den fünf Potenzialbereichen Bioenergie, Photovoltaik bzw. Solarthermie, Windkraft, Geothermie und Wasserkraft analysiert.

Die Potenzialanalysen können unter Abstufung unterschiedlicher Restriktionsannahmen (Maximal-, Objektiv-, Restriktiv-Potenzial) durchgeführt werden. Hieraus lässt sich zunächst die maximal zu erzeugende Energiemenge im Betrachtungsgebiet ableiten. Darauf aufbauend können sukzessive Restriktionsabstufungen unter technischen, wirtschaftlichen und raumordnerischen Gesichtspunkten vorgenommen werden. Im Abgleich mit dem prognostizierten Energiebedarf der Null-Emissions-Gemeinde kann so ein erster Rückschluss darüber getroffen werden, welche Potenziale zur Bedarfsdeckung erschlossen werden sollten.

Tabelle 40: Gegenwärtiger Gesamtenergiebedarf der Verbandsgemeinden[25]
Quelle: Eigene Darstellung

	VG Rockenhausen	VG Sprendlingen-Gensingen
Gesamtenergiebedarf	**Endenergie (MWh/a)**	**Endenergie (MWh/a)**
Strombedarf (2010)	62.874	63.414
Wärmebedarf (2010)	171.632	144.317

Des Weiteren ist unter dem Aspekt einer nachhaltigen Flächennutzung die Verortung von Potenzialflächen insbesondere für die Bereiche Freiflächenphotovoltaik, Bioenergie und Windkraft von Bedeutung. Da diese Energieträger ihre Erzeugungspotenziale außerhalb des bebauten Raums entfalten, können hier Flächennutzungskonflikte sowohl zwischen den genannten Energieträgern selbst als auch in Hinblick auf weitere Nutzungsmöglichkeiten wie etwa der Landwirtschaft auftreten. Im Rahmen einer integrierten Flächennutzungsplanung können diese Nutzungskonflikte im Geoinformationssystem (GIS) der Null-Emissions-Gemeinde offengelegt und hinsichtlich einer optimierten Flächennutzung gegeneinander abgewogen werden.

Die Bedarfsanalyse im Handlungsfeld Energie setzt sich aus einer Ableitung der Energieeinspar- und Energieeffizienzmaßnahmen sowie einer hieraus abgeleiteten Prognose auf die zukünftigen Energiebedarfe der Null-Emissions-Kommune zusammen. Dabei werden die Verbrauchssektoren private Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GDH), Industrie sowie öffentliche Liegenschaften hinsichtlich ihrer Strom- und Wärmeverbräuche in die Betrachtung einbezogen. Aufgrund technologischer Entwicklungen im Bereich der Elektromobilität ist davon auszugehen, dass der Verkehrssektor den Strombedarf der Null-Emissions-Kommune künftig maßgeblich beeinflussen wird. Vor diesem Hintergrund sollte auch der Verkehrssektor in die Bedarfsanalysen integriert werden.

Die Ableitung der Einspar- und Effizienzpotenziale im Stromsektor erfolgt auf einer statistischen Grundlage, wobei auf eine Vielzahl von Studien zurückgegriffen wird. Exemplarisch sei hier die Greenpeace-Studie Plan B 2050 erwähnt, in welcher sich die Potenziale nach den Verbrauchsprofilen der einzelnen Sektoren richten, um Einsparungen prognostizieren zu können. Im Wärmesektor dient die Erstellung eines GIS-basierten Wärmekatasters (s. 0) in Kombination mit Erhebungen zur einge-

[25] Anm.: Werte basieren auf den erhobenen IST-Verbräuchen der Betrachtungsgebiete

setzten Heiztechnik dazu bei, die Gebäude mit größtem Wärmebedarf offenzulegen. Darauf aufbauend können Maßnahmen in den Bereichen der technischen und energetischen Gebäudesanierung sowie zur Nutzung von Abwärmepotenzialen geplant werden.

Auf Basis der aus den Analysen resultierenden Prognosen zum Energiebedarf lässt sich für die Null-Emissions-Kommune eine bedarfsgerechte Ausbaustrategie zur Energieerzeugung ableiten, welche auf einer nachhaltigen Flächennutzung basiert.

Die Erhebung regionaler Potenziale zur Erzeugung von Strom und Wärme aus Erneuerbaren Energien bildet die Grundlage zur Abschätzung künftiger Möglichkeiten einer nachhaltigen Energieversorgung. Außerdem bildet eine solche Potenzialanalyse die Basis, künftige Versorgungskonzepte zu planen und auszugestalten. Erst mit dem verfügbaren Wissen über die regionalen Möglichkeiten können konkrete Ziele definiert, Szenarien entwickelt und Kontrollmechanismen angewandt werden. Zur Ermittlung von Potenzialen wurden insbesondere die aus technischer und ökonomischer Perspektive geeigneten Flächen in den Betrachtungsgebieten erhoben und entsprechend des spezifischen Flächenbedarfs in Form von Leistungs- und Erzeugungskapazitäten (Megawatt und Megawattstunden) quantifiziert. Bei der Identifizierung geeigneter Flächen wurden erste ausschlussfähige Kriterien wie topografische Gegebenheiten und Abstandsregelungen zu Siedlungsflächen berücksichtigt, die eine Nutzung der Flächen zur Energieerzeugung aktuell verhindern [26]

Darüber hinaus können die erhobenen Potenziale in der Praxis abweichen, da naturschutzrechtlich geschützte Arten im Plangebiet erst im Rahmen des Bebauungsplan-Verfahrens bzw. spätestens im Genehmigungsverfahren geprüft werden.

II.1.5.4.2.1 Windkraftpotenzial

Die Erhebung der Potenzialflächen konnte ein restriktives Ausbaupotenzial von 441 MW Leistung innerhalb der **VG Rockenhausen** ausweisen, was einem Ertrag von 620.000 MWh/a entspricht.

Auch innerhalb der **VG Sprendlingen-Gensingen** konnten erhebliche Windkraftpotenziale ausgewiesen werden. Diese belaufen sich im Restriktivpotenzial auf insgesamt 304.000 MWh/a und übersteigen somit den derzeitigen Energiebedarf der VG um das Zwölffache.

Tabelle 41: Windkraftpotenziale der Verbandsgemeinden
Quelle: Eigene Darstellung

	VG Rockenhausen		VG Sprendlingen-Gensingen	
Windkraftpotenzial	**Installierbare Leistung (MW)**	**Endenergie (MWh/a)**	**Installierbare Leistung (MW)**	**Endenergie (MWh/a)**
Maximalpotenzial	914	1.790.000	302	784.000
Objektivpotenzial	689	1.416.000	225	398.000
Restriktivpotenzial	441	620.000	216	304.000

[26] Ohne Verdrängung aktueller Nutzungen, d. h. zum Beispiel keine Umwidmung landwirtschaftlicher Flächen von der Nahrungsmittel- für die Energieproduktion.

II.1.5.4.2.2 Solarpotenzial (Dachflächen)

Die Solardach-Potenziale wurden durch ein im Rahmen des Verbundprojektes neu entwickeltes quantitatives Solarkataster erhoben (s. II.1.9.1).

Durch die Erschließung der energetischen Potenziale auf Dachflächen könnte die **VG Rockenhausen** einen erheblichen Anteil ihres gegenwärtigen Gesamtenergieverbrauchs abdecken. Im Wärmebereich könnten durch Verwendung von Solarthermie rund 12 % des derzeitigen Gesamtwärmebedarfs bereitgestellt werden und durch Photovoltaik sogar Überschüsse (113 %) gegenüber dem aktuellen Strombedarf generieren. Die Werte der Dachflächenpotenziale wurden für alle Potenzialbereiche gleichgesetzt, da es hier zu keinen rechtlichen Parametern kommt, die einen Ausbau einschränken.

Die Solardachpotenziale der **VG Sprendlingen-Gensingen** könnten einen noch höheren Beitrag erbringen. Durch die Erschließung der solarthermischen Potenziale könnten 19 % des aktuellen Gesamtwärmebedarfs abgedeckt werden und durch die Erzeugung von Strom durch Photovoltaik-Dachanlagen könnte der aktuelle Gesamtstromverbrauch weit überstiegen werden (159 %). Auch in der VG Sprendlingen-Gensingen wurden die Werte der Dachflächenpotenziale für alle Potenzialbereiche gleichgesetzt, da es hier zu keinen rechtlichen Parametern kommt, die einen Ausbau einschränken.

Tabelle 42: Solarpotenziale auf Dachflächen der Verbandsgemeinden
Quelle: Eigene Darstellung

	VG Rockenhausen		VG Sprendlingen-Gensingen	
Solarpotenzial (Dachflächen)	**Installierbare Leistung (MW)**	**Endenergie (MWh/a)**	**Installierbare Leistung (MW)**	**Endenergie (MWh/a)**
Maximalpotenzial	79,8 (Strom) 57,9 (Wärme)	71.018 (Strom) 20.258 (Wärme)	107,8 (Strom) 78,2 (Wärme	100.546 (Strom) 27.371 (Wärme)
Objektivpotenzial	79,8 (Strom) 57,9 (Wärme	71.018 (Strom) 20.258 (Wärme)	107,8 (Strom) 78,2 (Wärme	100.546 (Strom) 27.371 (Wärme)
Restriktivpotenzial	79,8 (Strom) 57,9 (Wärme)	71.018 (Strom) 20.258 (Wärme)	107,8 (Strom) 78,2 (Wärme)	100.546 (Strom) 27.371 (Wärme)

II.1.5.4.2.3 Solarpotenzial (Freiflächen)

Entgegen der Belegung der Dachflächen ergeben sich für den Ausbau der PV-Freiflächen-Potenziale der **VG Rockenhausen** auf Grund rechtlicher Parameter unterschiedliche Potenzialbereiche. Das Restriktivpotenzial der VG im Bereich der PV-Freiflächen beträgt 172.171 MWh/a.

In der **VG Sprendlingen-Gensingen** könnten durch einen Ausbau der restriktiven Freiflächenpotenziale (ohne Berücksichtigung evtl. Vorkommen geschützter Arten) rund 50 % des gegenwärtigen Stromverbrauchs lokal generiert werden.

Tabelle 43: Solarpotenziale auf Freiflächen der Verbandsgemeinden
Quelle: Eigene Darstellung

	VG Rockenhausen		VG Sprendlingen-Gensingen	
Solarpotenzial (Freiflächen)	**Installierbare Leistung (MW)**	**Endenergie (MWh/a)**	**Installierbare Leistung (MW)**	**Endenergie (MWh/a)**
Maximalpotenzial	3.239	3.119.315	1.414	1.361.980
Objektivpotenzial	721	546.517	161	148.442
Restriktivpotenzial	187	172.171	73	67.306

II.1.5.4.2.4 Wasserkraftpotenzial

Die Wasserpotenziale beider Verbandsgemeinden beziffern sich auf unter ein Prozent des gegenwärtigen Stromverbrauchs. Während die Wasserkraft in der **VG Rockenhausen** einen Beitrag von 0,1 % des gegenwärtigen Stromverbrauchs erbringen könnte, könnte die **VG Sprendlingen-Gensingen** ihren Strombedarf zu 0,5 % durch Wasserkraft abdecken.

Tabelle 44: Wasserkraftpotenziale der Verbandsgemeinden
Quelle: Eigene Darstellung

	VG Rockenhausen		VG Sprendlingen-Gensingen	
Wasserkraftpotenzial	**Installierbare Leistung (MW)**	**Endenergie (MWh/a)**	**Installierbare Leistung (MW)**	**Endenergie (MWh/a)**
Maximalpotenzial	0,6	5.200	2,1	18.800
Objektivpotenzial	0,02	51	0,1	337
Restriktivpotenzial	0,02	51	0,1	337

II.1.5.4.2.5 Biomassepotenzial

Auch die Verwendung von Biomasse könnte einen erheblichen Anteil in der **VG Rockenhausen** leisten. Im Restriktivpotenzial könnten durch Biogassubstrate 10.200 MWh/a Strom bereitgestellt werden, was einem Anteil von 17 % dem derzeitigen Stromverbrauch entspricht. Im Wärmebereich werden zusätzlich zu den Biogassubstraten noch Biomassefestbrennstoffe mitberücksichtigt. Hier sind technisch gesehen rund 39.700 MWh pro Jahr möglich, was 6 % des gegenwärtigen Wärmebedarfs entspricht.

Die Biomassepotenziale der **VG Sprendlingen-Gensingen** fallen etwas geringer aus. Hier könnten 7 % des gegenwärtigen Stromverbrauchs und 3 % des gegenwärtigen Wärmeverbrauchs erbraucht werden.

Tabelle 45: Biomassepotenziale der Verbandsgemeinden
Quelle: Eigene Darstellung

	VG Rockenhausen		VG Sprendlingen-Gensingen	
Biomassepotenzial	**Installierbare Leistung (MW)**	**Endenergie (MWh/a)**	**Installierbare Leistung (MW)**	**Endenergie (MWh/a)**
Maximalpotenzial	12,2 (Strom) 117,8 (Wärme)	104.163 (Strom) 310.476 (Wärme)	3,5 MW (Strom) 45,2 (Wärme)	29.586 (Strom) 111.447 (Wärme)
Objektivpotenzial	1,2 (Strom) 16,2 (Wärme)	10.200 (Strom) 39.700 (Wärme)	0,5 MW (Strom) 10,1 (Wärme)	4.300 (Strom) 23.4000 (Wärme)
Restriktivpotenzial	1,2 (Strom) 16,2 (Wärme	10.200 (Strom) 39.700 (Wärme)	0,5 MW (Strom) 10,1 (Wärme)	4.300 (Strom) 23.400 (Wärme)

II.1.5.4.2.6 Geothermiepotenzial

Die Geothermiepotenziale der beiden Verbandsgemeinden wurden im Zusammenhang mit der Wärmebedarfsanalyse erstellt. In diesem Zusammenhang wurden die Werte für die Haushalte so gewählt, dass es zu einer optimalen Ergänzung des Wärmebedarfs kommt. Der ermittelte Wert stellt also in allen Szenarien das den optimalen Ausbaupunkt dar.

Tabelle 46: Geothermiepotenziale der Verbandsgemeinden
Quelle: Eigene Darstellung

	VG Rockenhausen		VG Sprendlingen-Gensingen	
Wasserkraftpotenzial	**Installierbare Leistung (MW)**	**Endenergie (MWh/a)**	**Installierbare Leistung (MW)**	**Endenergie (MWh/a)**
Maximalpotenzial	2,7	5.351	2,8	5.513
Objektivpotenzial	2,7	5.351	2,8	5.513
Restriktivpotenzial	2,7	5.351	2,8	5.513

Die folgende Tabelle fasst die ermittelten energetischen Potenziale aller Szenarien zusammen und setzt sie ins Verhältnis des Energieverbrauchs im Basisjahr 2010. Mögliche Änderungen aufgrund von künftigen Effizienzpotenzialen oder zusätzlichen Verbrauchern sind unberücksichtigt. Ebenso sind Schwierigkeiten bei der Umsetzung der energetischen Potenziale durch die rechtlichen Rahmenbedingungen (z. B. Vorkommen geschützter Arten) zu berücksichtigen.

Tabelle 47: Zusammenfassung aller Potenziale beider Verbandsgemeinden
Quelle: Eigene Darstellung

	VG Rockenhausen		VG Sprendlingen-Gensingen	
Gesamtpotenzial	**Installierbare Leistung (MW)**	**Endenergie (MWh/a)**	**Installierbare Leistung (MW)**	**Endenergie (MWh/a)**
Maximalpotenzial	4.247 (Strom) 179 (Wärme)	5.091.208 (Strom) 341.339 (Wärme)	1.832 MW (Strom) 127 (Wärme)	2.314.618 (Strom) 150.961 (Wärme)
Objektivpotenzial	1.491 (Strom) 78 (Wärme)	2.043.786 (Strom) 70.563 (Wärme)	495 MW (Strom) 92 (Wärme)	652.531 (Strom) 62.914 (Wärme)
Restriktivpotenzial	709 (Strom) 78 (Wärme	873.389 (Strom) 70.563 (Wärme)	398 MW (Strom) 92 (Wärme)	477.395 (Strom) 62.914 (Wärme)
IST-Bedarf	**–**	**62.874 (Strom) 171.632 (Wärme)**	**–**	**63.414 (Strom) 144.317 (Wärme)**

II.1.5.4.2.7 Fazit der Potenzialanalyse

Beide Verbandsgemeinden verfügen über enorme ungenutzte energetische Potenziale. Das politische Ziel einer vollständigen bilanziellen Strombedarfsdeckung aus Erneuerbaren Energien ist nach der durchgeführten Analyse rein technisch realisierbar. Alleine die Windkraft hat das energetische Potenzial, den Gesamtstrombedarf beider Verbandsgemeinden zu decken. Dabei konnten zukünftige technische Innovationen – das gilt für alle betrachteten Technologien – bis auf eine Effizienzsteigerung nicht berücksichtigt werden. Doch auch die Solarenergie kann bei voller Ausschöpfung des energetischen Potenzials einen sehr großen Stromdeckungsgrad erzielen. Überschüssige Strommengen, die aus den verfügbaren energetischen Potenzialen zu generieren sind, könnten zur Wärmeversorgung genutzt werden. Dadurch würde der Anteil des abgedeckten Wärmebedarfs erhöht. Eine Erschließung weiterer Effizienzmaßnahmen und damit einhergehende Einsparungen könnten den Energiebedarf, v. a. im Wärmebereich, reduzieren und damit die Abdeckung durch Erneuerbare Energien deutlich vergrößern. (s. II.1.5.4.3)

Schlussfolgernd lässt sich zusammenfassen, dass aus Sicht der energetischen Potenziale für beide Verbandsgemeinden, v. a. bei der Stromversorgung, viel Spielraum besteht, um die Energieversorgung ganzheitlich durch Erneuerbare Energien zu decken. Unter Verwendung geeigneter Management-Maßnahmen besteht eine große Chance auf einen Energiemix, der im Zusammenspiel verschiedener Technologien eine nachhaltige Energieversorgung ermöglicht. Im Näheren ist zu betrachten, dass die energetischen Potenziale unter Veränderung der rechtlichen Rahmenbedingungen einen noch weitaus höheren Beitrag erzielen könnten. (Tabelle 47)

II.1.5.4.3 Bedarfsanalyse für das Handlungsfeld „Energie“

Die die Herausforderung einer emissionsfreien Energieversorgung können in beiden Betrachtungsgebieten nicht alleine durch den Ausbau Erneuerbarer Energien erreicht werden. Dementsprechend bedeutend ist die Rolle der Durchführung von **Energieeffizienz- und Energieeinsparmaßnahmen**.

In diesem Zusammenhang sind der sorgsame Umgang mit Ressourcen sowie ein optimiertes Stoffstrommanagement in allen Verbrauchssektoren von hoher Bedeutung. Die Themen Energieeinsparung und -effizienz sind dazu zentrale Ansatzpunkte, da diese Potenziale ohne weiteren Energieträgerbedarf zu realisieren sind und langfristig große regionale Wertschöpfungseffekte bewirken. Es gilt bei der Priorisierung von Klimaschutzmaßnahmen grundsätzlich immer darum, zunächst den Energiebedarf zu reduzieren, bevor eine Umstellung der Energieversorgungsstrukturen auf den optimierten Bedarf hin erfolgen kann.

Die Ergebnisse der Potenzialbetrachtung werden differenziert dargestellt nach den Bereichen

- Private Haushalte,
- Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) / Industrie,
- Verkehr sowie
- Kommunalliegenschaften.

Bei der Berechnung der Effizienz- und Einsparpotenziale für die Verbandsgemeinden wird im Wesentlichen auf die Studie „WWF Modell Deutschland“ und hier auf das Referenzszenario zurückgegriffen. Die WWF-Studie, die von der Prognos AG und dem Öko-Institut erstellt wurde, wird verwendet, weil hier detaillierte Berechnungen für zukünftige Entwicklungen in den einzelnen oben genannten Bereichen vorgegeben sind.

Im Referenzszenario der WWF-Studie wird angenommen, dass Entwicklungen sich in dem heute üblichen Rahmen weiterbewegen und Energieeffizienzmaßnahmen umgesetzt werden, wenn sie wirtschaftlich sind. Weitere Annahmen sind, dass die Bevölkerungszahlen sinken, bei einer Erhöhung der Lebenserwartung und daraus eine Überalterung der Bevölkerung resultiert, d. h., die Anzahl Erwerbstätiger gegenüber Rentnern verschlechtert sich. Die Studien von WWF [WWF 2009] und die Leitstudie 2011 nehmen an, dass bis 2050 die Bevölkerung auf knapp 70 Mio. Menschen schrumpft und die Zahl der Erwerbstätigen um 15 % gegenüber dem Jahr 2005 auf um die 33 Mio. sinkt. Das Klima verändert sich. Die Zahl der Heiztage sinkt, wohingegen die Zahl der Kühltage steigt. Dies bedeutet ein sinkender Raumwärmebedarf steht einem steigenden Strombedarf zur Kühlung gegenüber. Die Energiepreise steigen. Die Annahmen aus der WWF Studie sind vergleichbar mit dem Preispfad „deutlicher Anstieg“ aus der Leitstudie 2011. Allerdings steigen die Preise aus dem Referenzszenario WWF ab 2040 stärker als in der Leitstudie. Energiepolitisch werden weiter Richtlinien und Förderung zum Energieverbrauch und Energieeinsparungen ausgebaut. Neue Technologien, die moderat entwickelt werden, führen zu einer verbesserten Energieeffizienz.

Eigene Betrachtungen sind nur dort möglich, wo für die Berechnung detaillierte Angaben und Berechnungen zu zukünftigen Entwicklungen vorliegen bzw. die Beschaffung ohne einen erheblichen Zeitaufwand möglich ist. Dies betrifft die beiden Bereiche

- Effizienz- und Einsparpotenziale zur Senkung des Energieverbrauches im Wärmesektor und
- Energieeinsatz im Verkehr.

Die weiteren Teilbereiche werden auf der Basis der o. g. WWF-Studie anteilig auf die Relationen der Betrachtungsgebiete herunter gerechnet. Als Ausgangswert für diese Berechnungen gelten die in Kapitel II.1.5.4.1.5 ermittelten Energieverbräuche der beiden Verbandsgemeinden. Die Ergebnisse werden abschließend tabellarisch in Tabelle 48 (VG Rockenhausen) und Tabelle 49 (VG Sprendlingen-Gensingen) zusammengefasst.

Zusammenfassung der Verbräuche und Einsparpotenziale

Die oben beschriebenen Potenziale können den Energieverbrauch in den Bereichen Wärme und Strom senken. So können in der VG Rockenhausen rund 40 % und in der VG Sprendlingen-Gensingen rund 30 % des stationären Energiebedarfes bis 2050 reduziert werden. Eine Zusammenfassung der möglichen Einsparpotenziale in den unterschiedlichen Verbrauchergruppen weisen die folgenden Tabellen aus:

Tabelle 48: Zusammenfassung der Energieeinsparpotenziale VG Rockenhausen
Quelle: Eigene Darstellung

Energieeinsparungen VG Rockenhausen	2010-Verbrauch [MWh]	SOLL-Verbrauch 2050 [MWh]	Veränderung 2010 vs. SOLL 2050
Private Haushalte	**156.444**	**74.846**	**-52,2%**
davon Wärme	136.381	59.983	-56,0%
davon Strom	20.062	14.862	-25,9%
Industrie & GHD	**76.254**	**51.603**	**-32,3%**
davon Wärme	34.712	21.298	-38,6%
davon Strom	41.542	30.305	-27,0%
Kommunale Liegenschaften	**2.196**	**1.328**	**-39,5%**
davon Wärme	925	289	-68,7%
davon Strom	1.271	1.039	-18,2%
Gesamt	**234.894**	**127.777**	**-45,6%**
davon Wärme	172.019	81.571	-52,6%
davon Strom	62.874	46.206	-26,5%

Tabelle 49: Zusammenfassung der Energieeinsparpotenziale VG Sprendlingen-Gensingen
Quelle: Eigene Darstellung

Energieeinsparungen	2010-Verbrauch [MWh]	SOLL-Verbrauch 2050 [MWh]	Veränderung 2010 vs. SOLL 2050
Private Haushalte	**140.632**	**96.511**	**-31,4%**
davon Wärme	115.765	78.089	-32,5%
davon Strom	24.867	18.422	-25,9%
Industrie & GHD	**63.208**	**43.076**	**-31,8%**
davon Wärme	26.168	16.056	-38,6%
davon Strom	37.040	27.020	-27,0%
Kommunale Liegenschaften	**4.478**	**2.162**	**-51,7%**
davon Wärme	2.971	929	-68,7%
davon Strom	1.508	1.233	-18,2%
Gesamt	**208.319**	**141.749**	**-32,0%**
davon Wärme	144.905	95.075	-34,4%
davon Strom	63.414	46.675	-26,4%

Diese Ergebnisse stellen neben der Potenzialanalyse zu erneuerbaren Energien die wesentliche Basis für die Berechnung der künftigen Energieszenarien dar. Grundsätzlich ist die Darstellung der Effizienz- und Einsparpotenziale jedoch als ein mögliches Szenario zu verstehen und nicht als Prognose.

II.1.5.5 Ergebnisse im Handlungsfeld „Kulturlandschaftsmanagement“

Autoren: Frank Wagener, Jörg Böhmer

II.1.5.5.1 Ergebnisse der IST-Analyse

Es wurden alle naturräumlichen Grundlagen, land- und forstwirtschaftliche Statistiken, Bodenstatistik, Planungswerke und Naturschutzflächen ausgewertet, sodass eine detaillierte Analyse der aktuellen Ist-Situation abgebildet werden konnte. Die detaillierte Studie ist auf der Projekthomepage abrufbar. Mit dieser Ist-Situation wurden verschiedene z. T. neue Werkzeuge eingesetzt, um daraus eine kommunal verwertbare Analyse herzustellen.

Mit diesen Datensätzen wurde die Kommune in die Lage versetzt, wesentliche Handlungsansätze zu identifizieren und so im komplizierten Organismus Kulturlandschaft wirksame Maßnahmen zu platzieren. Denn im Gegensatz zu z. B. exakt erfassbaren Energiebedarfen für z. B. Gebäude umfasst die Einlagerung von z. B. Kohlenstoff aus Bodenhilfsstoffen oder der Atmosphäre sowie die Etablierung von Mehrnutzungskonzepten eine Vielzahl an Variablen, die zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. In gleicher Weise gilt dies für die ungleich größeren Beteiligungsverfahren, die eine Zusammenarbeit z. T. sehr unterschiedlicher Akteurs- und Berufsgruppen zu einer besonders anspruchsvollen Aufgabe werden lässt.

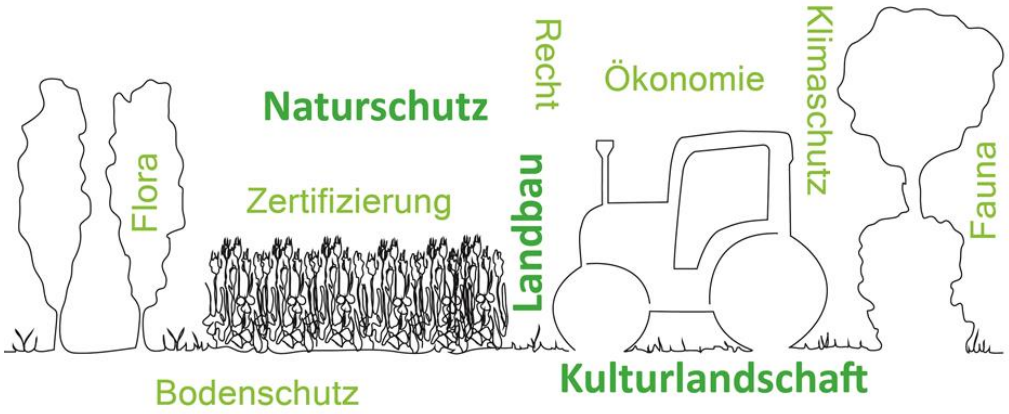


Abbildung 56: Der Organismus Kulturlandschaft mit seinen vielfältigen Themen und Steuerungsmechanismen
Quelle: Eigene Darstellung

Die Interdisziplinarität des gewählten Forschungsansatzes zur Null-Emissions-Gemeinde wird durch die Wahl pragmatischer Indikatoren für ein kommunales Kulturlandschaftsmanagement dokumentiert. Denn jedes der nachfolgend gewählten Themen strahlt in Handlungsbereiche bzw. aktivierbare, kommunal gestaltbare Organisationsfragen, die im Zusammenwirken mit den regionalen Akteuren einer besseren als der aktuell anzutreffenden Situation überführt werden kann.

Das Kulturlandschaftsmanagement nutzt die folgenden Indikatoren zur Beschreibung und Bewertung von kommunalen Handlungsansätzen:

1. Kohlenstoff Umsetzungsverhältnis im Waldbau
2. Veränderung der C_{org}-Gehalte im Boden
3. Stickstoff-Emissionen (direkt und diffus)
4. Phosphor-Emissionen
5. Erosion
6. (Erosion/N-/P-Verluste)
7. Flächeninanspruchnahme ertragsfähiger Böden

Der Indikator 6. Erosion/N-/P-Verluste sollte über den Anteil der Ackerschläge mit Bodendeckung im Winter erhoben werden. Hier traten Schwierigkeiten in der Datenkonsistenz auf. Aus diesem Grund wurde der Indikator nicht in die Auswertung einbezogen.

II.1.5.5.1.1 Kohlenstoff

Im Bereich des Kulturlandschaftsmanagements treten zwei große bewirtschaftete Kohlenstoffspeicher in den Vordergrund der Betrachtungen. Das ist zum einen für die Forstwirtschaft das Holz als biogener Kohlenstoffspeicher und zum anderen der organisch gebundene Kohlenstoff in den Humusfraktionen vornehmlich der Ackerböden. Aus bilanzieller Sicht einer Kommune oder Region, die Veränderungen grundlegend berechnen will, scheiden hoch bevorratete Bodensysteme wie z. B. Wald- oder Grünlandböden aus (bei gleichbleibender Bewirtschaftung).

Zum Sonderfall der Rebanlagen wurde ein Praxisversuch zur Sequestrierung von Kohlenstoff mittels Biokohle-Substraten platziert. Ein detaillierter Abschlussbericht über alle Bodenversuche findet sich auf der Internetseite dieses Projektes. [SANDHAGE-HOFMANN ET AL. 2016]

Kohlenstoff Umsetzungsverhältnis im Waldbau

Im Waldbau spielt der Vorrat, Zuwachs und Nutzung des bewirtschafteten Waldes eine bedeutende Rolle für den regionalen wie weltweiten Klimaschutz. Die Hauptsteuerungsgröße liegt in der Kohlenstoffzwischenspeicherung atmosphärischen Kohlenstoffs in der Holzmasse. Es gilt den maximalen nachhaltigen Zuwachs an Holzmasse durch verfügbare Pflanzennährstoffe und Waldbaumaßnahmen zu erzielen. Insofern ist für ein aktives Management das Verhältnis Nutzung und Zuwachs im Wirtschaftsjahr eine bedeutende Steuerungsgröße:

- VG Rockenhausen: 67 %: Zuwachs 25.737 Efm und Nutzung 17.276 Efm
- VG Sprendlingen-Gensingen: 65,2 % Zuwachs 278 Efm und Nutzung 142 Efm

In Sprendlingen-Gensingen spielt Wald kaum eine Rolle (150 ha). Die dort herrschenden Gehölzbestände sind kleinteilig, z. T. weniger planvoll bewirtschaftet bzw. dienen anderen Zwecken, wie z. B. dem Landschaftsbild, der Gewässerbegleitung oder dem Naturschutz.

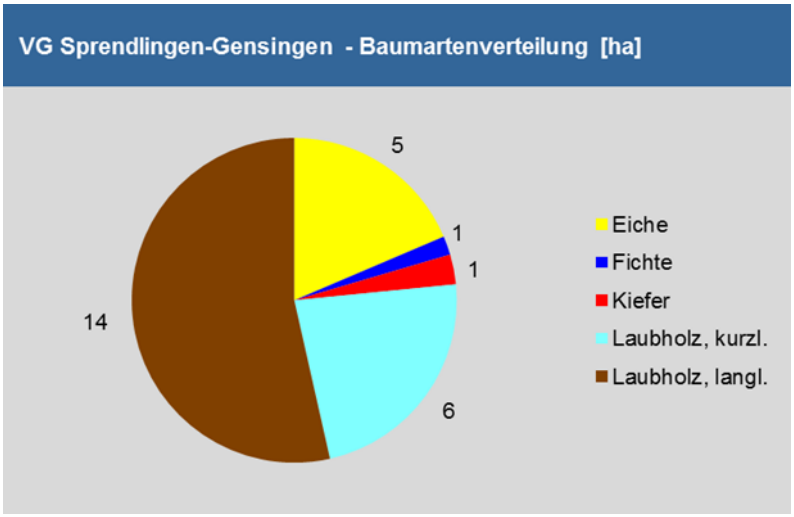


Abbildung 57: Baumartenverteilung in der VG Sprendlingen-Gensingen
Quelle: Eigene Darstellung

In Rockenhausen spielt der Wald eine bedeutende Rolle. Rund 66 % sind Staatswald und rund 19 % Kommunalwald, der Rest im Privatbesitz (15 %).

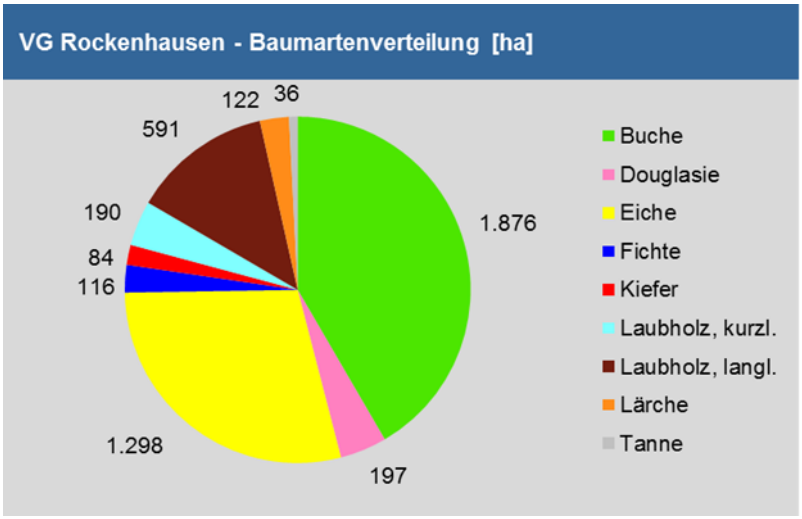


Abbildung 58: Baumartenverteilung in der VG Rockenhausen
Quelle: Eigene Darstellung

Mit 4.510 ha beherbergen diese Wälder bedeutende Biomassevorräte und damit v. a. bewirtschaftete Kohlenstoffspeicher. Fasst man die nachfolgenden Abbildungen in eine aktuelle Faustzahl zusammen, so kann man als groben Anhaltswert pro ha Wald einen Biomassevorrat von rund 69 t Kohlenstoff ansetzen (Stand 2012).

Tabelle 50: Oberirdischer Biomassevorrat in den Wäldern der VG Rockenhausen aufgeschlüsselt nach Stickstoff, Kohlenstoff und Phosphor

Quelle: Eigene Darstellung

VG Rockenhausen										
Biomassevorrat oberirdisch										
Baumart	BU	EI	LBK	LBL	FI	DOU	KI	LÄ	TA	Gesamt
	BU	EI	MW	MW	FI	MW	KI	MW	MW	
Gesamtvorrat [Efm]	385.456	235.624	26.809	91.672	28.239	59.942	18.175	28.147	12.075	**886.139**
Gesamtvorrat [t]	213.658	132.208	14.000	47.871	10.649	24.720	7.828	13.716	4.009	**468.659**
N [kg]	529.872	442.898	38.219	130.688	32.054	67.486	16.438	37.445	10.944	**1.306.045**
C [t]	106.829	66.104	7.000	23.936	5.325	12.360	3.914	6.858	2.004	**234.330**
P [kg]	47.005	30.408	3.500	11.968	3.621	6.180	1.722	3.429	1.002	**108.835**

Tabelle 51: Unterirdischer Biomassevorrat in den Wäldern der VG Rockenhausen aufgeschlüsselt nach Stickstoff, Kohlenstoff und Phosphor

Quelle: Eigene Darstellung

VG Rockenhausen										
Biomassevorrat unterirdisch										
Baumart	BU	EI	LBK	LBL	FI	DOU	KI	LÄ	TA	Gesamt
	BU	EI	MW	MW	FI	MW	KI	MW	MW	
Gesamtvorrat [Efm]	127.200	77.756	8.847	30.252	9.319	19.781	5.998	9.289	3.985	**292.426**
Gesamtvorrat [t]	70.507	43.629	4.620	15.797	3.514	8.158	2.583	4.526	1.323	**154.658**
N [kg]	174.858	146.156	12.612	43.127	10.578	22.270	5.425	12.357	3.611	**430.995**
C [t]	35.254	21.814	2.310	7.899	1.757	4.079	1.292	2.263	661	**77.329**
P [kg]	15.512	10.035	1.155	3.949	1.195	2.039	568	1.132	331	**35.915**

Tabelle 52: Export von Biomasse aus den Wäldern der VG Rockenhausen aufgeschlüsselt nach Stickstoff, Kohlenstoff und Phosphor

Quelle: Eigene Darstellung

VG Rockenhausen										
Export von Nährstoffen durch Holznutzung										
Baumart	BU	EI	LBK	LBL	FI	DOU	KI	LÄ	TA	Gesamt
	BU	EI	MW	MW	FI	MW	KI	MW	MW	
Gesamteinschlag [Efm]	8.734	3.628	483	1.760	704	1.023	239	577	129	**17.276**
Gesamteinschlag [t]	4.841	2.036	252	919	265	422	103	281	43	**9.162**
N [kg]	12.006	6.820	688	2.509	799	1.152	216	767	117	**25.073**
C [t]	2.421	1.018	126	460	133	211	51	140	21	**4.581**
P [kg]	1.065	468	63	230	90	105	23	70	11	**2.125**

Sprendlingen-Gensingen weist pro ha Wald einen Biomassevorrat von lediglich 24 t Kohlenstoff auf (Stand 2012). Die Wälder in Rockenhausen haben also fast die dreifache Menge Kohlenstoff pro ha Wald im Biomassevorrat gespeichert.

Tabelle 53: Oberirdischer Biomassevorrat in den Wäldern der VG Sprendlingen-Gensingen aufgeschlüsselt nach Stickstoff, Kohlenstoff und Phosphor

Quelle: Eigene Darstellung

VG Sprendlingen-Gensingen										
Biomassevorrat oberirdisch										
Baumart	BU	EI	LBK	LBL	FI	DOU	KI	LÄ	TA	Gesamt
	BU	EI	MW	MW	FI	MW	KI	MW	MW	
Gesamtvorrat [Efm]	0	1.793	2.033	5.759	187	0	392	0	0	**10.164**
Gesamtvorrat [t]	0	1.006	1.062	3.007	71	0	169	0	0	**5.315**
N [kg]	0	3.371	2.899	8.210	212	0	355	0	0	**15.046**
C [t]	0	503	531	1.504	35	0	84	0	0	**2.657**
P [kg]	0	231	265	752	24	0	37	0	0	**1.310**

Tabelle 54: Unterirdischer Biomassevorrat in den Wäldern der VG Sprendlingen-Gensingen aufgeschlüsselt nach Stickstoff, Kohlenstoff und Phosphor

Quelle: Eigene Darstellung

VG Sprendlingen-Gensingen										
Biomassevorrat unterirdisch										
Baumart	BU	EI	LBK	LBL	FI	DOU	KI	LÄ	TA	Gesamt
	BU	EI	MW	MW	FI	MW	KI	MW	MW	
Gesamtvorrat [Efm]	0	592	671	1.900	62	0	129	0	0	**3.354**
Gesamtvorrat [t]	0	332	350	992	23	0	56	0	0	**1.754**
N [kg]	0	1.390	1.280	3.624	110	0	127	0	0	**6.531**
C [t]	0	166	175	496	12	0	28	0	0	**877**
P [kg]	0	104	119	337	10	0	14	0	0	**583**

Tabelle 55: Export von Biomasse aus den Wäldern der VG Sprendlingen-Gensingen aufgeschlüsselt nach Stickstoff, Kohlenstoff und Phosphor

Quelle: Eigene Darstellung

VG Sprendlingen-Gensingen										
Export von Nährstoffen durch Holznutzung										
Baumart	BU	EI	LBK	LBL	FI	DOU	KI	LÄ	TA	Gesamt
	BU	EI	MW	MW	FI	MW	KI	MW	MW	
Gesamteinschlag [Efm]	0	41	44	129	4	0	8	0	0	**226**
Gesamteinschlag [t]	0	23	23	67	2	0	4	0	0	**118**
N [kg]	0	76	62	184	5	0	8	0	0	**335**
C [t]	0	11	11	34	1	0	2	0	0	**59**
P [kg]	0	5	6	17	1	0	1	0	0	**29**

Im Ergebnis kann man festhalten, dass in Rockenhausen der bewirtschaftete Biomassespeicher der Wälder eine herausragende Rolle im Management der Null-Emissions-Gemeinde einnimmt. Die Wälder haben eine überregionale Bedeutung und können durch eine Erhöhung des Hiebsatzes oder auch neuer Waldbausysteme mit differenzierter Nutzung in ihrer Klimaschutzwirkung gesteigert werden.

C_{org}-Gehalte im Boden

Innerhalb der gewachsenen Böden spielt der organisch gebundene Kohlenstoff in den Humusfraktionen eine herausragende Rolle, wenn es um die Veränderung dieser Kohlenstoffspeicher geht. Folgt man der Annahme, dass Wald und Grünland in einem guten Zustand erhalten bleiben, so treten die Äcker und Rebflächen in den Vordergrund eines Verbesserungsansatzes. In den nachfolgenden Berechnungen wurden nur Flächen der jeweiligen Verbandsgemeinden mit einbezogen, zu denen Datensätze mit differenzierten Lagerungsdichten berechnet werden konnten.

Für Rebflächen konnten diese Berechnungen nicht durchgeführt werden. Aus diesem Grund wurde eine Praxisfläche einer neuen Rebanlage mit einem Biokohlesubstrat „Terra-Preta“ mit 30 % pyrolisierter Biokohle in einem 30 t / ha applizierten Bodenhilfsstoff in mehreren Rebreihen verabreicht.

Tabelle 56: Ermittlung des organischen Kohlenstoffs in Böden der VG Rockenhausen

Quelle: Eigene Darstellung

VG Rockenhausen - Organischer Kohlenstoff (C_{org}) in Acker-, Grünland- & Waldböden																	
						Lagerungsdichte			LD 1,4		LD 1,6		LD 1,4		LD 1,6		
C_{org}-Gehalt [%]	Gehalt, von [%]	C_{org}-Gehalt, bis [%]	Anzahl	Fläche [m²]	Fläche [ha]	von [g/cm³]	bis [g/cm³]	Tiefe [cm]	C_{org}, von [t/ha]	C_{org}, bis [t/ha]	C_{org}, von [t/ha]	C_{org}, bis [t/ha]	C_{org}, von [t]	C_{org}, bis [t]	C_{org}, von [t]	C_{org}, bis [t]	Flächen-nutzung
0,9-1,4	0,9	1,4	1	22	0,002	1,4	1,6	30	38	59	43	67	0	0	0	0	Acker
0,9-1,8	0,9	1,8	215	1.111.650	111	1,4	1,6	30	38	76	43	86	4.202	8.404	4.802	9.605	Acker
1,1-1,8	1,1	1,8	2.107	19.194.207	1.919	1,4	1,6	30	46	76	53	86	88.677	145.108	101.345	165.838	Acker
1,1-2,4	1,1	2,4	497	5.696.082	570	1,4	1,6	30	46	101	53	115	26.316	57.417	30.075	65.619	Acker
1,2-2,5	1,2	2,5	1.366	28.688.003	2.869	1,4	1,6	30	50	105	58	120	144.588	301.224	165.243	344.256	Acker
1,5-2,5	1,5	2,5	174	1.550.431	155	1,4	1,6	30	63	105	72	120	9.768	16.280	11.163	18.605	Acker
1,8	1,8	1,8	1.925	24.735.010	2.474	1,6	1,8	30	86	86	97	97	213.710	213.710	240.424	240.424	Grünland
2	2	2	3.883	41.394.431	4.139	1,6	1,8	30	96	96	108	108	397.387	397.387	447.060	447.060	Wald
Σ			**10.168**	**122.369.836**	**12.237**				**464**	**703**	**527**	**800**	**884.648**	**1.139.529**	**1.000.113**	**1.291.407**	

Tabelle 57: Zusammenfassung und Mittelwertberechnung des organischen Kohlenstoffs in Böden der VG Rockenhausen

Quelle: Eigene Darstellung

VG Rockenhausen - C_{org} Zusammenfassung											
Flächen-nutzung	LD 1,4		LD 1,6		LD 1,4		LD 1,6		*Mittel*		
	C_{org}, von [t/ha]	C_{org}, bis [t/ha]	C_{org}, von [t/ha]	C_{org}, bis [t/ha]	C_{org}, von [t]	C_{org}, bis [t]	C_{org}, von [t]	C_{org}, bis [t]	*C_{org}, von [t]*	*C_{org}, bis [t]*	*RH C_{org}*
Acker	47	87	54	99	273.551	528.432	312.629	603.923	*293.090*	*566.178*	*429.634*
Grünland	86	86	97	97	213.710	213.710	240.424	240.424	*227.067*	*227.067*	*227.067*
Wald	96	96	108	108	397.387	397.387	447.060	447.060	*422.223*	*422.223*	*422.223*
Σ					**884.648**	**1.139.529**	**1.000.113**	**1.291.407**	***942.380***	***1.215.468***	***1.078.924***

Tabelle 58: Ermittlung des organischen Kohlenstoffs in Böden der VG Sprendlingen-Gensingen

Quelle: Eigene Darstellung

VG Sprendlingen-Gensingen - Organischer Kohlenstoff (C_{org}) in Acker-, Grünland- & Waldböden																	
						Lagerungsdichte			LD 1,4		LD 1,6		LD 1,4		LD 1,6		
C_{org}-Gehalt [%]	Gehalt, von [%]	C_{org}-Gehalt, bis [%]	Anzahl	Fläche [m²]	Fläche [ha]	von [g/cm³]	bis [g/cm³]	Tiefe [cm]	C_{org}, von [t/ha]	C_{org}, bis [t/ha]	C_{org}, von [t/ha]	C_{org}, bis [t/ha]	C_{org}, von [t]	C_{org}, bis [t]	C_{org}, von [t]	C_{org}, bis [t]	Flächen-nutzung
0,9-1,4	0,9	1,4	1	33	0,003	1,4	1,6	30	38	59	43	67	0	0	0	0	Acker
0,9-1,8	0,9	1,8	17	44.312	4	1,4	1,6	30	38	76	43	86	167	335	191	383	Acker
1,1-1,8	1,1	1,8	569	12.903.557	1.290	1,4	1,6	30	46	76	53	86	59.614	97.551	68.131	111.487	Acker
1,1-2,4	1,1	2,4	103	984.759	98	1,4	1,6	30	46	101	53	115	4.550	9.926	5.200	11.344	Acker
1,2-2,5	1,2	2,5	267	3.349.828	335	1,4	1,6	30	50	105	58	120	16.883	35.173	19.295	40.198	Acker
1,5-2,5	1,5	2,5	215	2.090.051	209	1,4	1,6	30	63	105	72	120	13.167	21.946	15.048	25.081	Acker
1,8	1,8	1,8	236	1.362.429	136	1,6	1,8	30	86	86	97	97	11.771	11.771	13.243	13.243	Grünland
2	2	2	535	1.008.577	101	1,6	1,8	30	96	96	108	108	9.682	9.682	10.893	10.893	Wald
Σ				**21.743.547**	**2.174**				**464**	**703**	**527**	**800**	**115.836**	**186.385**	**132.001**	**212.628**	

Tabelle 59: Zusammenfassung und Mittelwertberechnung des organischen Kohlenstoffs in Böden der VG Sprendlingen-Gensingen

Quelle: Eigene Darstellung

VG Sprendlingen-Gensingen - C_{org} Zusammenfassung											
Flächen-nutzung	LD 1,4		LD 1,6		LD 1,4		LD 1,6		*Mittel*		
	C_{org}, von [t/ha]	C_{org}, bis [t/ha]	C_{org}, von [t/ha]	C_{org}, bis [t/ha]	C_{org}, von [t]	C_{org}, bis [t]	C_{org}, von [t]	C_{org}, bis [t]	*C_{org}, von [t]*	*C_{org}, bis [t]*	*SG C_{org}*
Acker	47	87	54	99	94.382	164.931	107.865	188.493	*101.124*	*176.712*	*138.918*
Grünland	86	86	97	97	11.771	11.771	13.243	13.243	*12.507*	*12.507*	*12.507*
Wald	96	96	108	108	9.682	9.682	10.893	10.893	*10.287*	*10.287*	*10.287*
Σ					**115.836**	**186.385**	**132.001**	**212.628**	***123.918***	***199.507***	***161.712***

Die Verbandsgemeinden unterscheiden sich in Hinsicht auf die organischen Kohlenstofffraktionen erheblich. In Sprendlingen-Gensingen liegt der Schwerpunkt eines Verbesserungspotenzials auf den Ackerstandorten. In Rockenhausen wird die aktuelle Speichergröße v. a. durch die gesättigten Wald- und Grünlandanteile sichtbar. Aber auch hier gilt, dass das größte Weiterentwicklungspotenzial auf den Ackerstandorten liegt.

Die Berechnungen verdeutlichen auch, dass die ländlichen Räume über natürliche und im Gegensatz zu Städten bedeutende Kohlenstoffspeicher verfügen. Jeder der landbaulichen Nutzung entzogenen und überbauten Böden verliert größtenteils seine biogene Speicherfähigkeit. Dieser Umstand spielt aktuell noch keine Rolle in z. B. Bewertungsverfahren und Umweltberichten zu Bebauungsgebieten oder anderen Bauprojekten. Gleichwohl es allgemein anerkannt ist, dass die Zerstörung von natürlichen, biogenen Kohlenstoffspeichern das Klima belastet.

In einer Null-Emissions-Gemeinde muss die Reduktion vorhandener mit der Verbesserung verbliebener Speicher kompensiert werden. Wird also ein 2,5 ha Acker zu 40 % in einem Baugebiet versiegelt, so müssten rund 76 t Kohlenstoff in verbliebenen, i. d. R. bewirtschafteten Speichern zusätzlich festgelegt werden. Bei Wald wären es 108 t C und bei Grünland 97 t C.

Die Klimawirksamkeit der Vegetation durch Stoffwechselprodukte und Kohlenstoffspeicherung ist bisher ebenfalls kein Gegenstand einer Eingriffsbewertung. Würde man sich dieses Themas annehmen, so ist die Bilanzierung der gesamten Fruchtfolge notwendig. Ergibt sich ein positiver Wert, so müsste dieser durch zusätzliche Maßnahmen ausgeglichen werden; wie z. B. die Pflanzung von Agrarholz im Kurzumtrieb an den Gewässerrändern und Nutzung zur Wärmebereitstellung in den Orten.

II.1.5.5.1.2 Null N-Verluste

Die Stickstoffversorgung der Böden ist ein wesentlicher ertragsbegrenzender Faktor im Pflanzenbau. Der lokale Stickstoff-Kreislauf wird durch synthetischen Stickstoffdünger (Kunstdünger) ergänzt und damit die regionalen Ertragsgrenzen überschritten. Bezogen auf die Ernährung des Menschens bedeutet dies heute, dass rund ein Drittel des Proteinstickstoffs aus synthetischen Stickstoffdüngern stammt. Der intensive Einsatz von Stickstoff führt aber auch zu Nitratbelastungen im Grund- und Oberflächenwasser (vgl. aktuelle Ergebnisse zur EU-WRRL in D).

Rechnet man landwirtschaftliche Betriebsmittel auf den Primärenergieeinsatz um, so werden aktuell in Ökobilanzen die folgenden Werte eingesetzt: Diesel: 39,6 MJ/l, Mineral-N: 35,3 MJ/kg, Mineral-P: 36,2 MJ kg^{-1}, Mineral-K: 11,2 MJ kg^{-1}, Pflanzenschutzmittel: 196 bis 288 MJ kg^{-1} (aktive Wirksubstanz), Saatgut: 1,3 bis 98 MJ kg^{-1} (je nach Fruchtart), Maschinen und Geräte: 108 MJ kg^{-1}, Transport: 6,3 MJ t^{-1} km^{-1}. Vereinfacht man diese Werte, so kann als Faustzahl für die landwirtschaftliche Bereitstellung von N und P pro Kg der gleiche Primärenergieeinsatz wie für 1 l Diesel angenommen werden. Kalium benötigt lediglich rund ein Drittel der Primärenergie von N und P.

Stickstoff ist im Metabolismus einer Kulturlandschaft und damit in einer VG von großer Bedeutung. Aus diesem Grund eignet sich die Reduktion der N-Verluste als Managementansatz für eine Null-Emissions-Gemeinde.

Tabelle 60: Bilanzergebnisse zum Stickstoff in den beiden Verbandsgemeinden
Quelle: Eigene Darstellung

Stoffstrom	VG Rocken-hausen	VG Sprendlingen-Gensingen	VG Rocken-hausen	VG Sprendlingen-Gensingen
	[kg N a^{-1}]	[kg N a^{-1}]	[kg N ha^{-1} a^{-1}]	[kg N ha^{-1} a^{-1}]
Abfuhr Marktfrüchte	-444.782	-208.803	-66	-66
Abfuhr Raufutter	-213.244	0	-32	0
Ammoniakverluste	-105.804	-16.008	-16	-5
Abfuhr Energiepflanzen	-37.390	0	-6	0
Lachgasemissionen	-14.713	-4.947	-2	-2
Handelsdünger	713.928	290.628	106	92
Tierische Ausscheidungen	278.030	23	41	0
Atmosphärische Deposition	148.390	69.168	22	22
Legume N-Bindung	99.306	1.170	15	0
Gärreste	37.390	0	6	0
Kompost	15.634	19.858	2	6
Klärschlamm	18.291	14.895	3	5
Abwasser	-14.420	-22.100	-2	-7
N-Eliminierung	-22.289	-74.305	-3	-24

In der VG Rockenhausen wurden 2013 rund 458 t N a^{-1} verloren. Umgerechnet auf die landwirtschaftliche Nutzfläche liegt das Saldo bei 68 kg N ha^{-1} a^{-1}. Im Gegensatz dazu verzeichnet die mit deutlich geringerer landwirtschaftlicher Fläche ausgestattete VG Sprendlingen-Gensingen Verluste in Höhe von rund 70 t N a^{-1}; das bedeutet 22 kg N ha^{-1} a^{-1}.

Betrachtet man die N-Flüsse in die und aus der landwirtschaftlichen Nutzfläche, so zeigt sich ein anderes Bild. In Rockenhausen werden 192 kg N ha^{-1} a^{-1} eingesetzt, wovon 121 kg N ha^{-1} a^{-1} abgefahren wurden; das ergibt ein Saldo von 71 kg N ha^{-1} a^{-1}. In Sprendlingen-Gensingen zeigt sich v. a. durch die fehlende Tierhaltung als auch den umfangreichen Weinbau ein reduzierter N-Fluss; 120 kg N ha^{-1} a^{-1} werden eingesetzt, 73 kg N ha^{-1} a^{-1} abgefahren und rund 46 kg N ha^{-1} a^{-1} werden als Saldo verbucht.

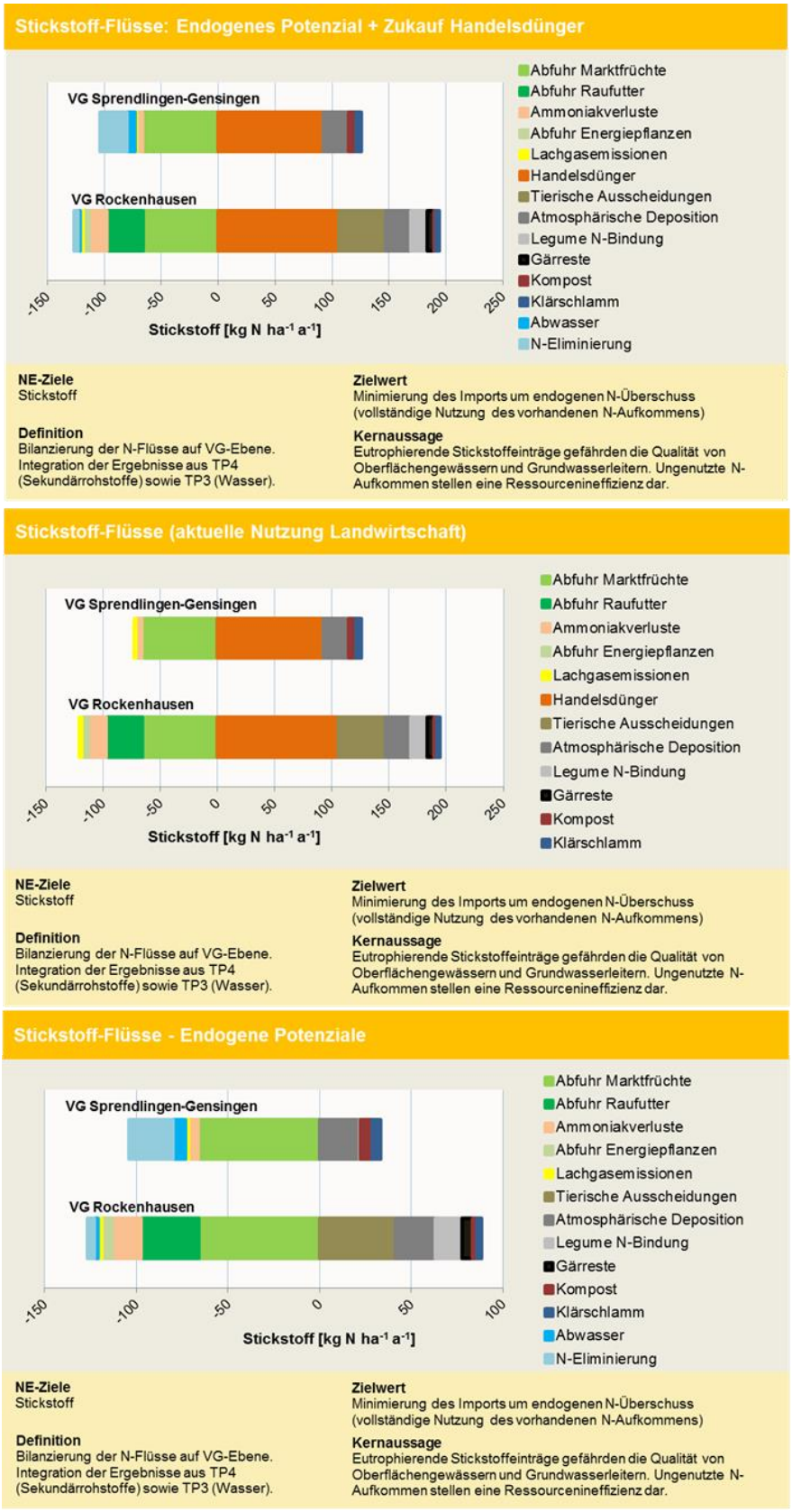


Abbildung 59: Stickstoffflüsse in den beiden VG Rockenhausen und Sprendlingen-Gensingen

Quelle: Eigene Darstellung

Die Auswertung der ungenutzten und daher unerwünschten Emissionen aus Sicht der Null-Emissions-Gemeinde zeigen die Ansatzpunkte für eine Veränderung im Gesamtmetabolismus auf.

Es handelt sich um drei thematische Gruppen:

- Ammoniakverluste (Wirtschaftsdünger, legume N-Bindung, synthetischer Dünger)
- Lachgasemissionen
- Sekundärrohstoffe (Abwasser, N-Eliminierung, ungenutzte Organik im Restmüll)

Die VG Rockenhausen weist rund 223 t a^{-1} unerwünschte Emissionen auf – bezogen auf die landwirtschaftliche Nutzfläche sind das 35 kg N ha^{-1} a^{-1}. In der VG Sprendlingen-Gensingen werden ungenutzte Emissionen von rund 118 t a^{-1} verzeichnet, das sind umgerechnet rund 39 kg N ha^{-1} a^{-1}.

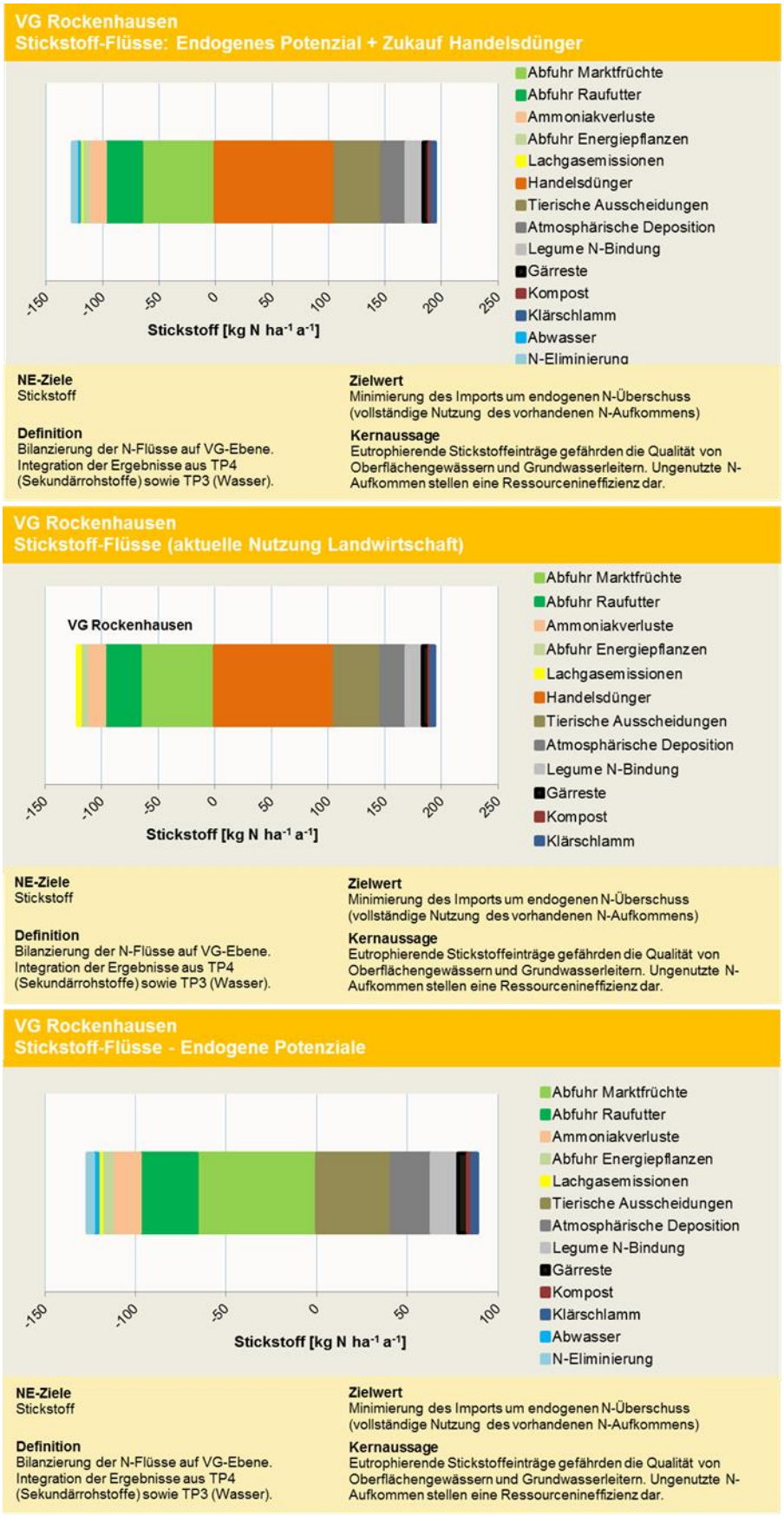


Abbildung 60: Stickstoffflüsse in der VG Rockenhausen

Quelle: Eigene Darstellung

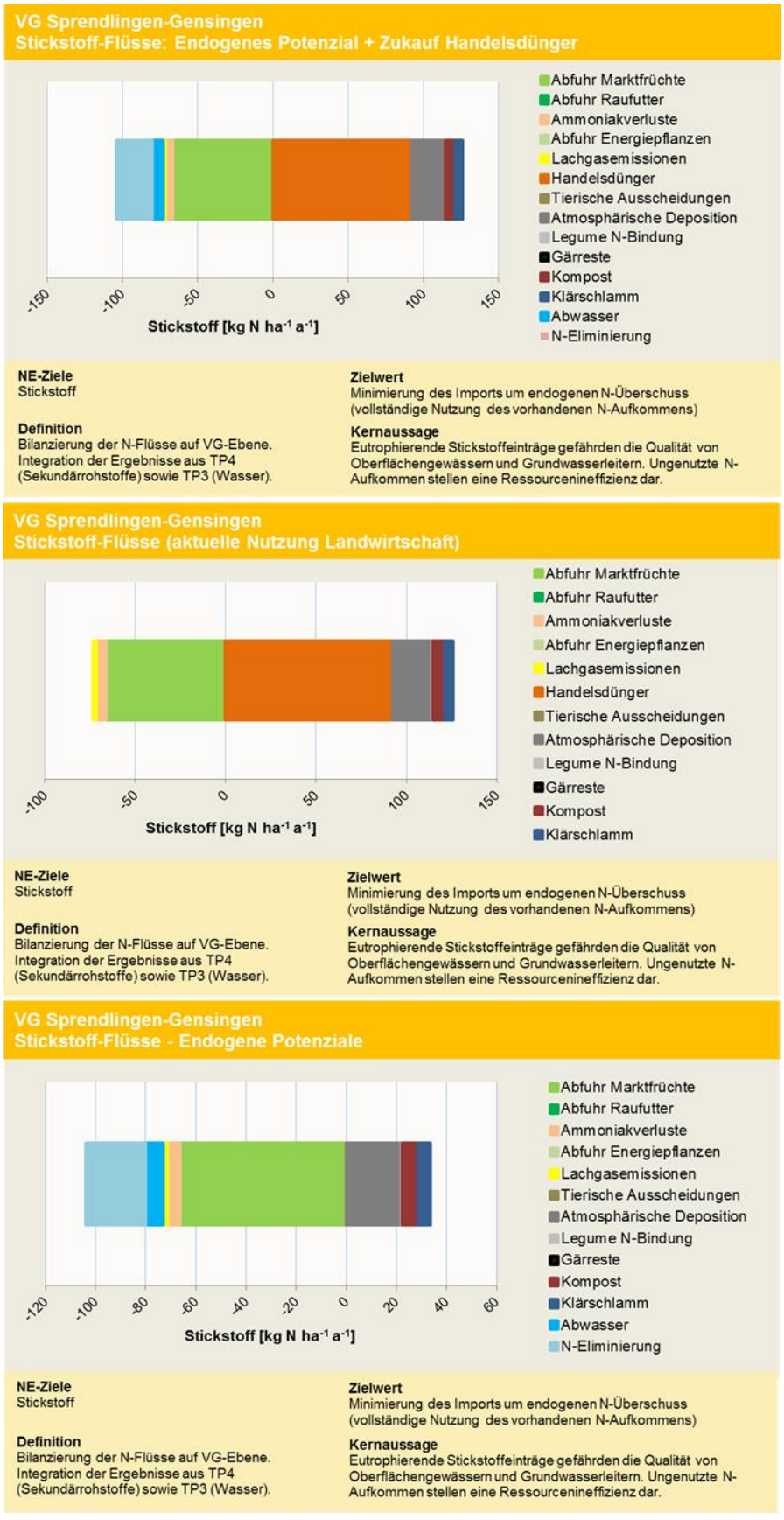


Abbildung 61: Stickstoffflüsse in der VG Sprendlingen-Gensingen

Quelle: Eigene Darstellung

II.1.5.5.1.3 Null P-Verluste

Phosphor ist neben Stickstoff ein essentieller Pflanzennährstoff mit einem etwas höheren Primärenergieeinsatz in der Bereitstellungskette. Es handelt sich um ein bergmännisch abgebautes Düngemittel, das nur über wenige Lagerstätten verfügt und daher endlich ist. Die Mineralien, aus denen die Phosphate gewonnen werden, sind größtenteils mit Cadmium und bzw. oder radioaktiven Schwermetallen belastet. Von einer sicheren und unbelasteten Versorgung kann man also nur eingeschränkt sprechen.

Phosphat nimmt mit knapp 22 Milliarden US-Dollar Umsatz Platz 6 unter den weltweit produzierten mineralischen Rohstoffen ein. [BGR 2013] 2012 wurden die globalen Phosphatreserven auf 67 Milliarden Tonnen geschätzt. Bei einer Jahresförderung von 54 Millionen Tonnen können diese derzeit wirtschaftlich abbaubaren Phosphatvorkommen den weltweiten Bedarf in der Landwirtschaft über 320 Jahre decken. [BGR 2013] Einmal gewonnener und unbelasteter Phosphor sollte so lange wie möglich im Stoffkreislauf verbleiben.

Tabelle 61: Bilanzergebnisse zum Phosphor in den beiden Verbandsgemeinden
Quelle: Eigene Darstellung

	VG Rockenhausen		VG Sprendlingen-Gensingen	
	Phosphor			
Stoffstrom	[kg a^{-1}]	[kg ha^{-1} a^{-1}]	[kg a^{-1}]	[kg ha^{-1} a^{-1}]
Entzug Marktfrüchte	-203.151	-30,1	-110.607	-35,2
Entzug Ackerfutter	-138.227	-20,5	0	0,0
Verluste durch Erosion	-2.235	-0,3	-1.197	-0,4
Handelsdünger	188.589	28,0	100.990	32,1
Tierische Ausscheidungen	108.715	16,1	38	0,0
Atmosphärische Einträge	2.496	0,4	1.163	0,4
Gärreste (NawaRo-Anteil)	22.381	3,3	0	0,0
Kompost	7.491	1,1	9.612	3,1
Klärschlamm	13.940	2,1	0	0,0
Abwasser	-3.520	-0,5	-3.447	-1,1

In der VG Rockenhausen wurden 2013 ungenutzte Potenziale von rund 11,5 t P_2O_5 a^{-1} berechnet; bezogen auf die landwirtschaftliche Nutzfläche liegt der Saldo bei 1,7 kg P_2O_5 ha^{-1} a^{-1}. In der VG Sprendlingen-Gensingen können 8 t P_2O_5 a^{-1} als Potenzial angesprochen werden; bezogen auf die landwirtschaftliche Nutzfläche liegt der Saldo bei 2,5 kg P_2O_5 ha^{-1} a^{-1}.

Es handelt sich um zwei thematische Gruppen:

- Sekundärrohstoffe (Abwasser, ungenutzte Organik im Restmüll, Holzasche)
- Erosion (Boden-/Humusabtrag in die Gewässer)

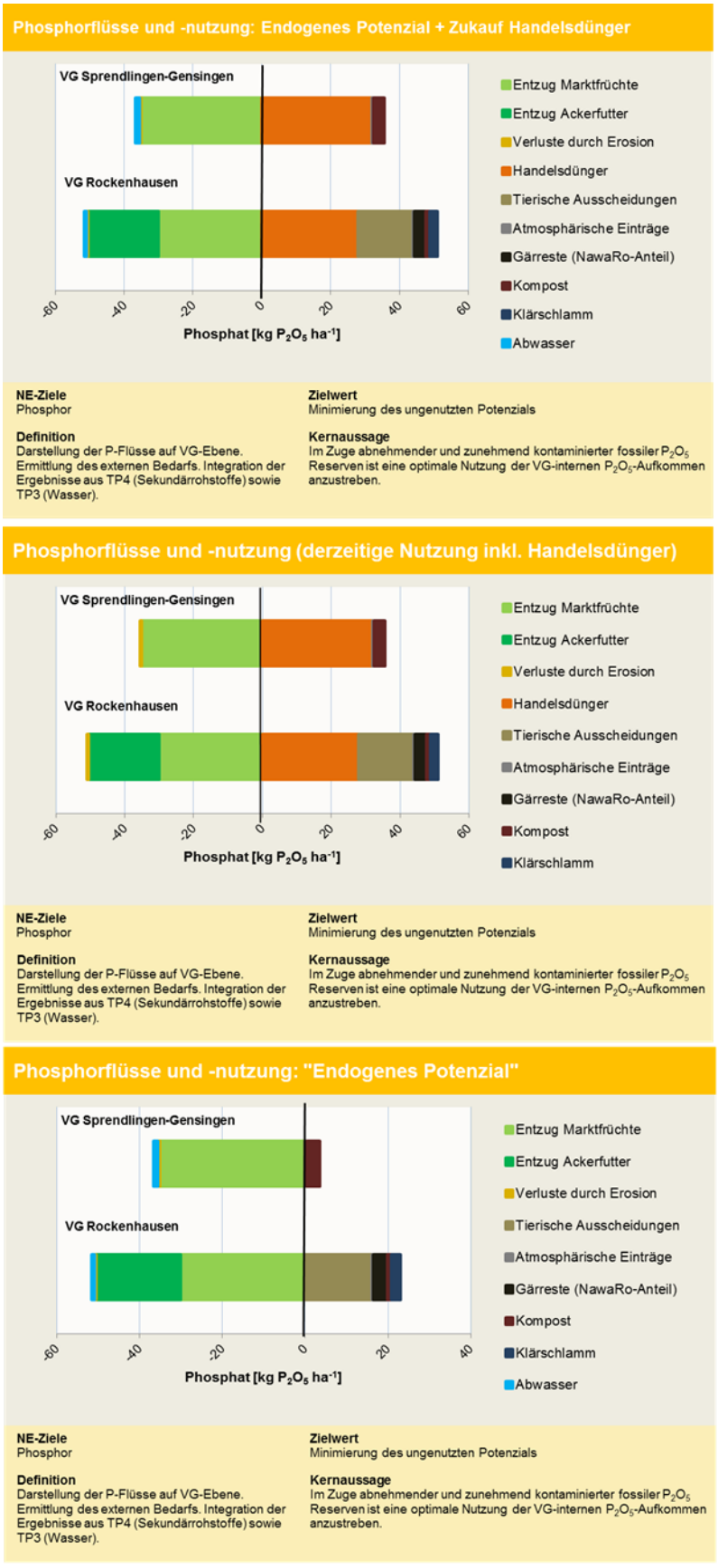


Abbildung 62: Phosphorflüsse in den beiden VG Rockenhausen und Sprendlingen-Gensingen

Quelle: Eigene Darstellung

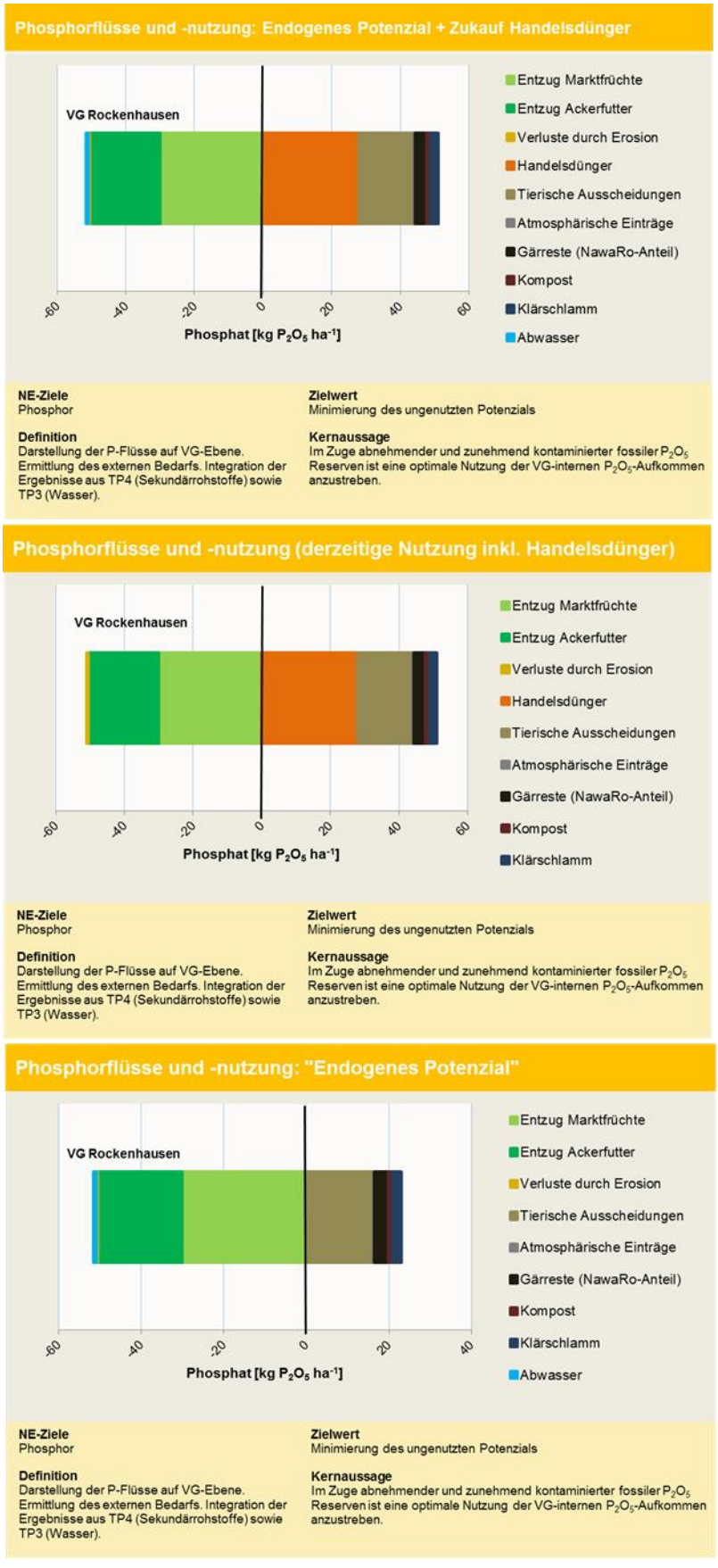


Abbildung 63: Phosphorflüsse in der VG Rockenhausen

Quelle: Eigene Darstellung

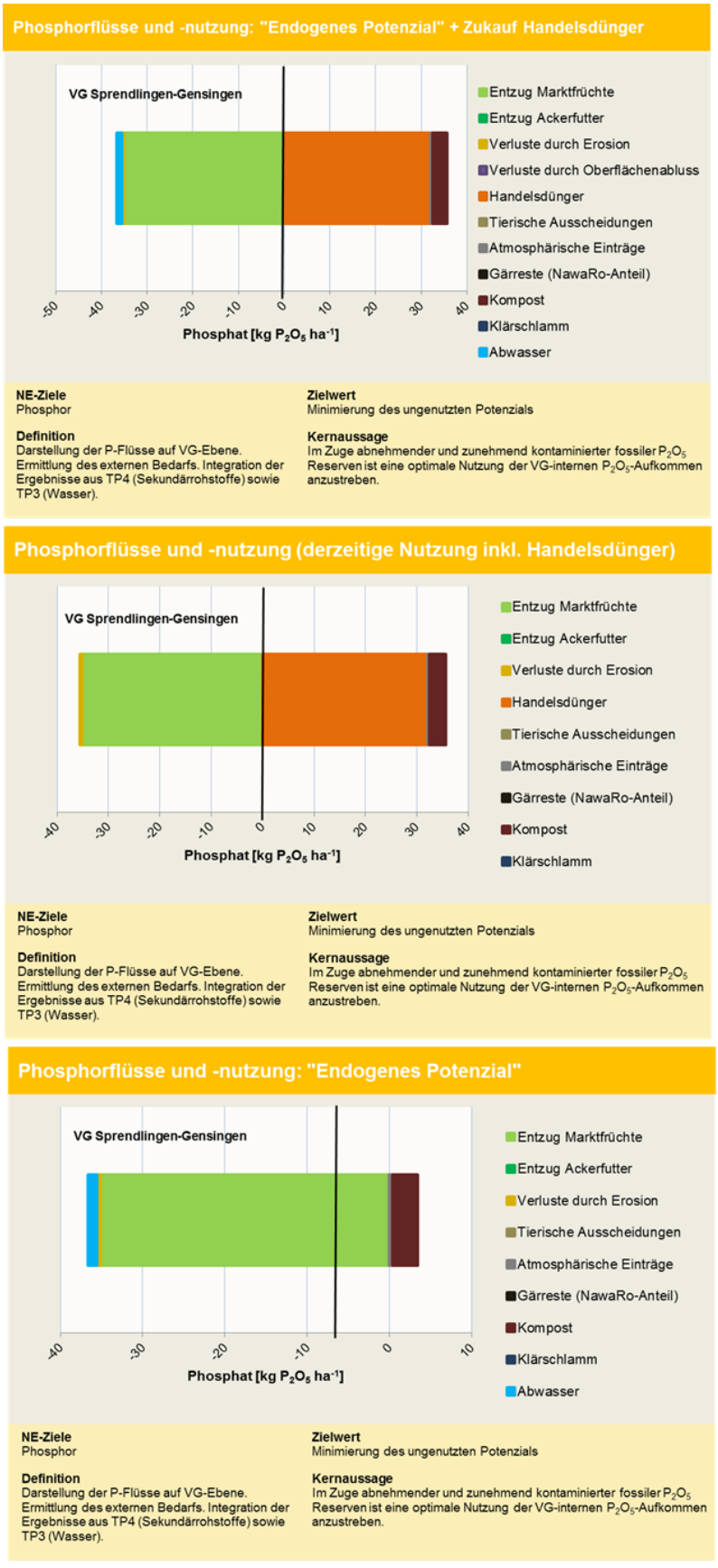


Abbildung 64: Phosphorflüsse in der VG Sprendlingen-Gensingen

Quelle: Eigene Darstellung

II.1.5.5.1.4 Optimale Ertragsfähigkeit

Erosion

Zwischen dem 26. Mai und dem 8. Juni 2016 gab der Deutsche Wetterdienst über 3.000 Unwetterwarnungen auf Landkreisebene heraus, einmalig seit es dieses System gibt (15 Jahre). Die allgemeine Unwetterlage 2016 hat große Ähnlichkeit zu der in 2013 und 2002, die die Jahrhunderthochwasser an der Elbe ausgelöst hatte. Es gibt allerdings keine langen lokalen/regionalen Datenreihen zu Extremwetterereignissen, sodass eine statistische Signifikanz noch nicht gegeben ist.

Rein statistisch betrachtet treten nur alle 100 Jahre Extremregenereignisse, wie in Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz auf. Verschiedene Klimaforscher weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, dass die Wahrscheinlichkeit für abwechselnde extrem nasse und trockene Perioden durch den Klimawandel zunimmt. [WEBSITE DWD]

Erosion ist in unseren Breiten eine der größten Gefährdungen für unsere Böden und damit der natürlichen Ertragsfähigkeit der landwirtschaftlichen Nutzflächen. Im Ort Bisterschied und angrenzenden Ortschaften waren bereits im September 2014 Schäden im Zuge eines Starkregenereignisses aufgetreten. Begradigte Bäche, strukturschwache Flächen und wenig Bodendeckung begünstigten erhebliche Erosionsschäden.

Die Erosion v. a. der Humusanteile führt zu einer Herabsetzung der natürlichen Fruchtbarkeit und damit zu einer Entwertung der Bodenqualität. In der Regel werden solche Schäden durch hohe synthetische Düngemittelgaben überdeckt. Die biologische Aktivität im Boden nimmt ab, das wichtige Porensystem z. B. der Regenwürmer wird verkleinert und damit nimmt das Wasseraufnahmevermögen ab, was wiederum stärkere Erosion begünstigt. Um nun Maßnahmen für eine optimale Ertragsfähigkeit vorzubereiten, ist die Kenntnis über die Erosionsgefährdung der Ackerflächen von großer Bedeutung.

Tabelle 62: Erosionsmodellierung auf Ackerflächen der VG Rockenhausen
Quelle: Eigene Darstellung

VG Rockenhausen - Erosion (Wasser) auf Ackerflächen, "Realtiy-case"-Szenario				
Klasse	**Bewertung**	**Erosionsgefährdungs-stufen / potenzieller Bodenabtrag [t ha^{-1} a^{-1}]**	**Fläche [ha]**	**Anteil gesamt**
0	keine Gefährdung	0-1	3.794	47%
1	sehr gering	>1-5	3.639	45%
2	gering	>5-10	549	6,8%
3	mittel	>10-15	87	1,1%
4	hoch	>15-30	41	0,5%
5	sehr hoch	>30-60	3	0,0%
6	äußerst hoch	>60	0,1	0,0%
Σ			**8.114**	**100%**

In der VG Rockenhausen wurden zwei Erosions-Szenarien modelliert. Zum einen die aktuell realistische Variante (Tabelle 62) und zum anderen die durch Extremregenereignisse ausgelöste pessimistische Variante (Tabelle 63). Die Häufigkeit der extremen Wetterphänomene lässt den Schluss zu, dass

zumindest mittelfristig eine Anpassung bzw. Maßnahmen zur Schadensbegrenzung ergriffen werden müssen.

Mit Blick auf die Ackerflächen bedeutet das eine Betroffenheit von rund 750 ha in den Klassen 4 bis 6. Das ist ein extremer Anstieg um das 17-fache, ausgehend von rund 44 ha.

Tabelle 63: Erosionsmodellierung auf Ackerflächen der VG Rockenhausen nach einem Extremwetterereignis
Quelle: Eigene Darstellung

VG Rockenhausen - Erosion (Wasser) auf Ackerflächen, "Worst-case"-Szenario				
Klasse	**Bewertung**	**Erosionsgefährdungs-stufen / potenzieller Bodenabtrag [t ha^{-1} a^{-1}]**	**Fläche [ha]**	**Anteil gesamt**
0	keine Gefährdung	0-1	2.681	33%
1	sehr gering	>1-5	1.581	19%
2	gering	>5-10	1.964	24%
3	mittel	>10-15	1.138	14%
4	hoch	>15-30	708	8,7%
5	sehr hoch	>30-60	38	0,5%
6	äußerst hoch	>60	3,4	0,0%
Σ			**8.113**	**100%**

In der VG Sprendlingen-Gensingen ist eine ähnliche Verschiebung in den beiden Szenarien sichtbar: Von rund 18 ha steigen die hoch gefährdeten Ackerflächen deutlich auf rund 190 ha an, das 10-fache der Ausgangslage. Die sichtbare Erosion in den Weinbergen ist nicht bewertet worden, da es hier keine belastbaren Modelle gab.

Tabelle 64: Erosionsmodellierung auf Ackerflächen der VG Sprendlingen-Gensingen
Quelle: Eigene Darstellung

VG Sprendlingen-Gensingen - Erosion (Wasser) auf Ackerflächen, "Reality-case"-Szenario				
Klasse	**Bewertung (Gefährdung)**	**Erosionsgefährdungs-stufen / potenzieller Bodenabtrag [t ha^{-1} a^{-1}]**	**Fläche [ha]**	**Anteil gesamt**
0	keine Gefährdung	0-1	1.765,54	47%
1	sehr gering	>1-5	1.502,00	40%
2	gering	>5-10	374,85	10%
3	mittel	>10-15	76,57	2,0%
4	hoch	>15-30	16,67	0,4%
5	sehr hoch	>30-60	0,72	0,0%
6	äußerst hoch	>60	0,30	0,0%
Σ			**3.736,65**	**100%**

Schon allein aus landwirtschaftlicher Sicht ist es notwendig, Maßnahmen gegen die Erosion zu ergreifen. Betrachtet man die z. T. noch naturfernen bzw. technisch verbauten Gewässer, so liegt die Aufstellung integrierter Gewässer und Wassereinzugsgebiete umfassender Entwicklungskonzepte nahe. Denn eine reine Gewässerrenaturierung und gleichbleibende schnelle Wasserzuführung über Erosionsrinnen wird kaum Abhilfe bei den Schadensereignissen in den Ortschaften bewirken. Dies gilt

insbesondere in Rockenhausen, wo es kaum ausgeprägte Auen für eine Wasserrückhaltung gibt. Erschwerend wirkt die starke Tiefenerosion der Gewässer durch Begradigungsmaßnahmen (Laufverkürzung). Viele Bäche müssten erstmal wieder angehoben werden, sodass die Aue überhaupt relevante Mengen an Wasser aus der Hochwasserwelle aufnehmen kann.

Tabelle 65: Erosionsmodellierung auf Ackerflächen der VG Sprendlingen-Gensingen nach einem Extremwetterereignis
Quelle: Eigene Darstellung

VG Sprendlingen-Gensingen - Erosion (Wasser) auf Ackerflächen, "Worst-case"-Szenario				
Klasse	**Bewertung**	**Erosionsgefährdungs-stufen / potenzieller Bodenabtrag [t ha^{-1} a^{-1}]**	**Fläche [ha]**	**Anteil gesamt**
0	keine Gefährdung	0-1	970	26%
1	sehr gering	>1-5	1.575	42%
2	gering	>5-10	723	19%
3	mittel	>10-15	256	7%
4	hoch	>15-30	175	5%
5	sehr hoch	>30-60	13	0,4%
6	äußerst hoch	>60	1,3	0,0%
Σ			**3.715**	**100%**

Flächeninanspruchnahme ertragsfähiger Böden

Bebauung und verbundene Kompensationsleistungen basieren i. d. R. auf landwirtschaftlichen Nutzflächen. Diese Flächen gehen häufig für die Landwirtschaft verloren. In beiden Gemeinden wurde der Ablauf der Bauplanung thematisiert. Da in Rockenhausen die Landwirtschaftsfläche nur um 1,4 % abgenommen hat und in Sprendlingen-Gensingen im gleichen Zeitraum von 1988 bis 2010 rund 8 % verloren gingen, wurde eine intensivere Betrachtung und eine Masterarbeit in Sprendlingen-Gensingen angefertigt.

Tabelle 66: VG Rockenhausen – Einteilung Fläche nach Nutzungsart
Quelle: Eigene Darstellung[27]

VG Rockenhausen	1988	1992	1996	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Nutzungsart	in %										
Landwirtschaftsfläche	60	59,7	59,6	59,4	59,3	59,2	59	58,8	58,6	58,6	58,6
Waldfläche	30,9	31,3	31,3	31,4	31,5	31,5	31,6	31,9	32	32	32
Wasserfläche	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Siedlungs- und Verkehrsfläche	8,5	8,3	8,3	8,5	8,6	8,6	8,6	8,6	8,7	8,7	8,7
Sonstige Fläche	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3

In der VG Sprendlingen-Gensingen nimmt die landwirtschaftliche Nutzfläche mit 71,6 % einen hohen Anteil an der Gesamtfläche der VG ein. An zweiter Stelle stehen Siedlungs- und Verkehrsflächen, die fast ein Viertel der Gesamtfläche der VG einnehmen. Rund 10 neue Baugebiete sind in der politischen Diskussion. Die Nähe zu Mainz und der Rheinschiene ist verantwortlich für die zunehmende Verdichtung.

[27] http://www.infothek.statistik.rlp.de/neu/MeineHeimat/.

Tabelle 67: VG Sprendlingen-Gensingen – Einteilung der Fläche nach Nutzungsart
Quelle: Eigene Darstellung[28]

VG Sprendlingen-Gensingen	1988	1992	1996	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Nutzungsart	in %										
Landwirtschaftsfläche	78,9	78,4	77	75,1	74,1	73,4	72,9	72,3	72	71,9	71,6
Waldfläche	2,9	2,9	2,9	3,4	3,4	3,6	3,6	3,5	3,6	3,6	3,7
Wasserfläche	1	1	1	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1	1	1
Siedlungs- und Verkehrsfläche	16,3	17	18,4	19,7	20,7	21,3	21,8	22,4	22,7	22,9	23,1
Sonstige Fläche	0,9	0,7	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6

Die Vorgehensweise in der Bauleitplanung ist immer gleich. Ein Ingenieurbüro erarbeitet den Plan und reicht diesen zur Genehmigung ein. Dieser enthält die pflichtmäßige Abarbeitung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung inklusive Ausweisung der Kompensationsmaßnahmen. Die Gemeinden nehmen dabei, nach Auskunft des zuständigen Bauamtes, ausschließlich Einfluss auf die Flächenauswahl. Auf die Gestaltung wird kein Einfluss genommen.

Die Gemeinde führt die Kompensationsmaßnahme durch und ist für die Unterhaltung sowie Pflege der Maßnahme zuständig. Die Kosten für die Maßnahmenunterhaltung und -gestaltung werden durch Umlegung der Kosten auf die Baugrundstücke der Gemeinde erstattet. Bezüglich der Zuständigkeiten der Pflege und Unterhaltung der Flächen gibt es kein zusammenhängendes Konzept in der VG. Jede Gemeinde verfolgt hier eigene Interessen. Überdies bleibt eine Kontrolle der Maßnahmen vollständig aus. Dies verhindert u. a. das Erkennen potenzieller Umsetzungsdefizite. Ebenso nehmen die Gemeinden keinen Einfluss auf die Flächengestaltung, obwohl ausschließlich sie selbst für die Pflege und Unterhaltung der nächsten 25 bis 30 Jahre zuständig sind.

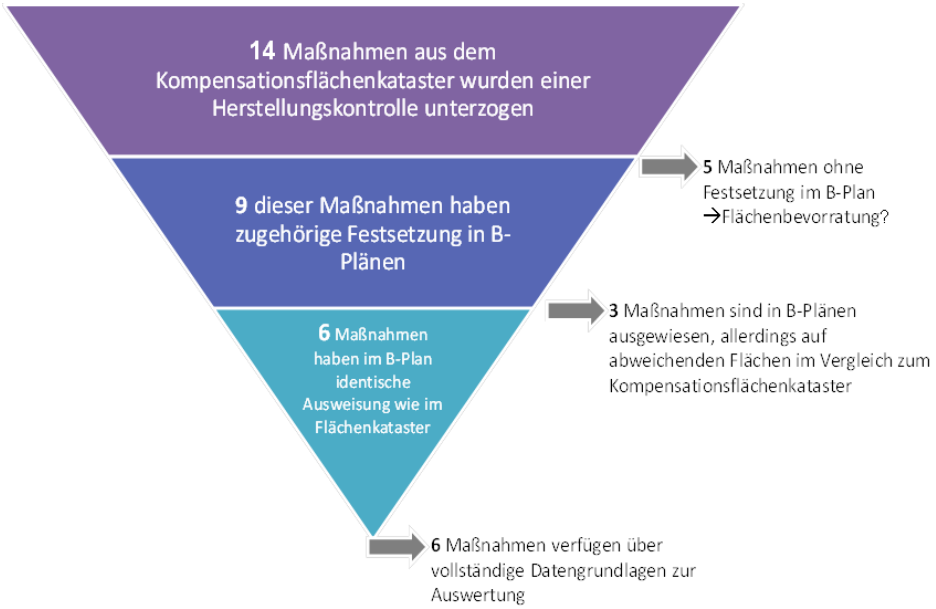


Abbildung 65: Schematische Darstellung der Datengrundlage für die Bewertung der Herstellungskontrollen
Quelle: Wagner L. (2014)

[28] http://www.infothek.statistik.rlp.de/neu/MeineHeimat/.

Eine Herstellungskontrolle gültiger B-Pläne wurde an 14 zuvor ausgewählten Kompensationsmaßnahmen durchgeführt. Allerdings waren nicht alle Unterlagen vollständig und daher ist auch die Analyse nicht in allen Fällen umfassend möglich gewesen. Gleichwohl zeigen die Ergebnisse, dass nur in 6 Fällen die Flächen im B-Plan und Flächenkataster übereinstimmen. Drei Maßnahmen entsprechen den Vorgaben der B-Pläne, zwei Maßnahmen erreichen die festgesetzten Ziele nur teilweise und bei einer Maßnahme kann nicht vom Erreichen des vorgegebenen Ziels gesprochen werden.

Es sind klare Defizite in der Umsetzung bzw. Durchführung sichtbar. Diese lassen Rückschlüsse auf eine Ineffizienz des bisherigen Kompensationsverfahrens zu. In verschiedenen Untersuchungen, mit deutlich größerem Stichprobenumfang, wurde bereits die Effizienz der Eingriffsregelung untersucht. Im 2006 veröffentlichtem Skript des Bundesamts für Naturschutz „Qualitätssicherung in der Eingriffsregelung – Nachkontrolle von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen“ ist nach B. Jessel bei einer Kontrolle von 239 Maßnahmen ausschließlich eine vollständige Umsetzung von 61 % gegeben, die restlichen 39 % sind nur teilweise oder nicht umgesetzt. Dies entspricht laut Jessel nicht den Anforderungen der Eingriffsregelung, da prinzipiell von einer vollständigen Realisierung aller Maßnahmen auszugehen ist. Überdies sind gängige Mängel in der Qualität der Herstellung und der Pflege gelistet. Als gängige Mängel in der Herstellung ist u. a. eine zu geringe Flächengröße und Anzahl der Pflanzen sowie mangelnde Pflanzqualität und Verankerung der Pflanzungen zu nennen.

Diese Ineffizienz verursacht Kosten, denen keine ausreichenden Leistungen gegenüberstehen, und ist daher schon aus diesem Grund in einer Null-Emissions-Gemeinde ein Optimierungspotenzial.

Naturschutz

Die systematische Aufarbeitung des Naturschutzes wird im Fachbeitrag Naturschutz ausführlich dargestellt und ist über die Projekthomepage abrufbar. [OSTERMANN 2016]

II.1.6 Projektentwicklung: Auswahl und Umsetzung geeigneter Maßnahmen

Auf Grundlage der strategischen Weichenstellung in den vorhergehenden Kapiteln (s. II.1.3, II.1.4, II.1.5) und den darin dargelegten handlungsfeldspezifischen Analyseergebnissen wird im folgenden Kapitel dargestellt, nach welchem Ansatz auf den Ergebnissen aufbauend, lokalspezifische Maßnahmen bzw. Projekte nach den Grundsätzen des Null-Emissions-Leitbildes entwickelt wurden.

II.1.6.1 Methodik

Autoren: Michael Müller, Eike Zender

Der holistische Charakter des Leitbildes impliziert dabei, dass jede einzelne Maßnahme nicht nur Effekte innerhalb des eigenen Handlungsfeldes ausübt, sondern Auswirkungen auf das Gesamtsystem erzeugt. So stehen die Handlungsfelder in enger Abhängigkeit und Wechselwirkung miteinander. Da die ganzheitliche Betrachtung einer Kommune eine wesentliche Eigenschaft der Null-Emissions-Strategie darstellt, wurde die Entwicklung von Handlungsoptionen (Maßnahmen und Projekte), anders als die Analysephase, nicht sektoral eigenständig durchgeführt. Vielmehr mussten die Handlungsfelder vernetzt betrachtet und die Maßnahmen dementsprechend systemisch entwickelt werden. Eine ausgewogene Potenzialerschließung über alle Handlungsfelder hinweg war hierbei ebenso maßgebend, wie auch das Identifizieren und Inwertsetzen von Synergien (wie u. a. eine anzustrebende multifunktionale Flächennutzung).

Die handlungsfeldspezifische Stoffstromanalyse hat gezeigt, dass jedes einzelne Handlungsfeld für sich betrachtet zunächst individuelle Ansprüche zur eigenständigen Zielerreichung aufweist. Da möglichst alle Potenziale erschlossen werden sollen, können handlungsfeldübergreifende Nutzungskonflikte u. a. in Bezug auf den Zugriff auf Flächen oder Stoffströme entstehen. Auch innerhalb eines einzelnen Handlungsfeldes können sich u.U. mehrere Maßnahmen zur Zielerreichung eignen. Dies macht einen Abwägungs- und Entscheidungsprozess sowohl handlungsfeldübergreifend als auch bereits auf Ebene der spezifischen Handlungsfelder notwendig. Um innerhalb des Abwägungsprozesses die bestmögliche Entscheidung gemäß des Null-Emissions-Leitbildes zu erzielen, basiert der Entscheidungsprozess auf einem Indikator basierten Bewertungsverfahren, welches nachfolgend dargelegt wird.

Das nachfolgend dargestellte und im Rahmen des Verbundprojektes erarbeitete Vorgehen ist als Entscheidungshilfe bei der Auswahl und Umsetzung geeigneter Maßnahmen zu verstehen und soll das Implementieren eines notwendigen systemischen Denkens erleichtern. Die Entwicklung von Maßnahmen und Projekten an sich kann nicht automatisiert werden. Hierbei spielen weiterhin Faktoren, wie lokale Besonderheiten, Expertise und Erfahrungen der Akteure vor Ort etc., eine tragende Rolle. Als Entscheidungshilfe kann die folgende Methodik lediglich als Leitplanke der Projektentwicklung dienen.

Die Handlungsfelder selbst, wie auch die entsprechenden Maßnahmen und Projekte haben zwar generell stets Auswirkungen auf das gesamte System der Kommune, in der qualitativen und quantitativen Ausprägung ihrer Effekte gibt es jedoch u.U. große Unterschiede. Das bedeutet, dass Maßnahmen und Projekte mehr oder weniger positive Auswirkungen auf die Ziele der Null-Emission haben (bspw. spart eine Windkraftanlage jährlich mehr Treibhausgase ein, als eine Kurzumtriebsplantage auf der gleichen Flächeneinheit).

Dies erfordert eine Bewertungsgrundlage für einen Entscheidungsprozess zwischen prinzipiell geeigneten Maßnahmen, mit dem Ziel die Maßnahmen mit der höchsten Leistungsfähigkeit auf das Vorhaben „Null-Emission“ erkennbar zu machen und mit konkreten Maßnahmen die größtmöglichen Positiv-Effekte umzusetzen.

II.1.6.1.1 Kriterienkatalog zur Maßnahmenentwicklung

Die zu planenden Maßnahmen und Projekte unterliegen definierten strategischen Oberzielen und spezifischen Unterzielen für die Handlungsfelder. Als eine wichtige Entscheidungshilfe im Abwägungsprozess dienen hierbei die drei Oberziele und die darin enthaltenen Kriterien. Bei der Maßnahmenentwicklung sollten möglichst viele dieser Kriterien erfüllt werden. Zielführend im Sinne der Null-Emission sind demnach Maßnahmen und Projekte, die folgende Kriterien bestmöglich erfüllen:

Tabelle 68: Kriterienkatalog der drei übergeordneten Null-Emissions-Oberziele
Quelle: Eigene Darstellung

K	Kriterienkatalog der Null-Emissions-Oberziele
Optimale Flächennutzung	1. Die Potenziale der Flächen bestmöglich berücksichtigen, 2. keine Konflikte zu anderen Vorhaben auf der Fläche erzeugen oder eine produktive, multi-funktionale Nutzung der Fläche anstreben, 3. Grund und Boden sparsam und schonend nutzen (u.a. geringstmögliche Bodenversiegelungen), 4. dem Schutz und der Steigerung lokaler Biodiversität, dem Boden-, Klima- und Gewässerschutz dienen, 5. eine zusätzliche Inanspruchnahme bspw. durch Wiedernutzbarmachung verringern, 6. eine Umwandlung landwirtschaftlich oder als Wald genutzter Flächen vermeiden.
Minimierung von Klima- & Umwelt-belastungen	1. (Natürlichen) Ressourcen (effektives, effizientes und suffiziente Nutzung) schonen, 2. nationalen und internationalen Ressourcenabhängigkeiten verringern, 3. Belastung von Luft, Wasser und Boden durch Schadstoffe (verringerte Transportwege) mindern, 4. Treibhausgasemissionen vermeiden oder diese sequestrieren, 5. vorhandene Potenziale ausschöpfen (u.a. Steigerung der Ressourcen- und Energieeffizienz oder zur Entwicklung eines nachhaltigen Lebensstiles), 6. eine Steigerung der allgemeinen Lebensqualität der Bürger erzeugen.
Maximale regionale Wertschöpfungseffekte	1. In der Region umgesetzt werden, 2. durch regional ansässige Akteure umgesetzt und betrieben werden, 3. Arbeitsplätze in der Region sichern bzw. schaffen, 4. Finanzströme in der Region binden um Investitionen in kommunale Infrastruktur (baulich und gesellschaftlich) zu ermöglichen, 5. Gleichermaßen ökonomisch, ökologisch und sozial positive Effekte erzeugen, 6. Vorteile für die Bürgerschaft bspw. in Form zusätzlicher Einnahmen aus eigenem Anlagenbetrieb oder Beteiligungen sowie Einkommen aus Beschäftigung erzeugen.

Zur Auswahl und Umsetzung geeigneter Maßnahmen wird zunächst eine Bewertung aufbauend auf einem bestmöglichen „Soll-Zustand“ sowie auf dem aktuellen „Ist-Zustand“ durchgeführt. Nachfolgend wird die zugrundeliegende Methodik dieses Bewertungsverfahrens erläutert.

II.1.6.1.1.1 Schritt 1: Soll-Bewertung

Formulierung von Best-Practice-Maßnahmen

Zunächst wird die bestmögliche Leistungsfähigkeit der Maßnahmen im Soll-Zustand aus den jeweiligen Handlungsfeldern identifiziert. Hierfür werden für jede Messgröße „Best-Practice-Maßnahmen“ (BP) formuliert und diese anschließend unter Maßgabe der einleitend dargestellten Kriterien der drei Null-Emissions-Oberziele bewertet.

Die formulierten „Best-Practice-Maßnahmen“ sind allgemeingültig und haben zu diesem Zeitpunkt noch keinen konkreten Bezug auf die zwei Modellkommunen. Stattdessen stellen sie dar, welche Auswirkungen die einzelnen Indikatoren und Messgrößen durch diese Maßnahmen bestenfalls auf die Null-Emissions-Ziele erzeugen können. Bei der Formulierung von „Best-Practice-Maßnahmen“ wurden die einleitend dargestellten Kriterien der Oberziele bestmöglich implementiert. Nachfolgend wird die Formulierung einer „Best-Practice-Maßnahme“ für das Handlungsfeld Energie für einen ausgewählten Indikator und der damit verknüpften Messgröße beispielhaft aufgezeigt:

Tabelle 69: Formulierung einer Best-Practice-Maßnahme am Beispiel des Handlungsfeldes „Energie“
Quelle: Eigene Darstellung

Handlungsfeld	Ziel	Indikator	Messgröße
Energie	Null fossile Energieträger durch optimal angepasste Erschließung der EE-Potenziale	Anteil regenerativer Stromproduktion am Gesamtstrom-verbrauch	Stromproduktion privat PV in MWh/a
BP	**Best-Practice-Maßnahme**		
„Ausbau der dezentralen Stromversorgung mittels bedarfsgerecht ausgelegter Photovoltaik auf Dachflächen zur Eigenstromversorgung“			

Ermittlung von qualitativen Erfüllungsgraden der Best-Practice-Maßnahmen

Die daran anschließende Bewertung jeder Best-Practice-Maßnahme hat das Ziel, die Indikatoren und Messgrößen auf ihre Effekte in Bezug auf die drei Oberziele zu prüfen. Letztlich soll so erkennbar gemacht werden, mit welcher Intensität sich die jeweiligen Indikatoren bestenfalls auf die Null-Emissions-Ziele auswirken können. Dieser Bewertungsschritt erfolgte im Rahmen des Forschungsvorhabens auf Grundlage der Expertise bzw. des Know-hows der beteiligten Projektpartner. Dabei wurde der dargestellte Kriterienkatalog (siehe K) zugrunde gelegt und nach Maßgabe der nachfolgenden Hierarchie ein entsprechender Erfüllungsgrad ($E_{1\text{-Soll}}$) ermittelt:

Tabelle 70: Bewertungshierarchie zur Vergabe qualitativer Erfüllungsgrade im Soll-Zustand
Quelle: Eigene Darstellung

Qualitative Erfüllungsgrade der Null-Emissions-Oberziele	
$E_{1\text{-Soll}}$	**Bewertungshierarchie**
0	bis zu einem Kriterium erfüllt
1	zwei bis drei Kriterien erfüllt
2	vier bis fünf Kriterien erfüllt
3	sechs oder mehr Kriterien erfüllt

Ergänzend dargestellt folgt eine Bewertung am bereits zuvor gewählten Beispiel des Handlungsfeldes Energie für die Best-Practice-Maßnahme „Ausbau der dezentralen Stromversorgung“:

Tabelle 71: Qualitative Bewertung einer Best-Practice-Maßnahme am Beispiel des Handlungsfeldes „Energie“
Quelle: Eigene Darstellung

Qualitative Bewertung des Soll-Zustandes			
BP	K	K	K
Ausbau der dezentralen Stromversorgung (…)	**Maximale regionale Wertschöpfungseffekte** Kriterien erfüllt: 1,2,3,4,5 und 6	**Optimale Flächennutzung** Kriterien erfüllt: 1,2,5 und 7	**Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen** Kriterien erfüllt: 1,2,3,4,5 und 6
$E_{1\text{-Soll}}$	3	2	3

Ermittlung von quantitativen Erfüllungsgraden der Best-Practice-Maßnahmen

Nachdem die qualitativen Erfüllungsgrade der Best-Practice-Maßnahmen ermittelt wurden, werden selbige abschließend auf ihre quantitative Zielwert-Erreichung bewertet ($E_{2\text{-Soll}}$). Im Falle der Annahme eines Best-Practice-Zustandes wird in diesem Schritt angenommen, dass neben der optimalen Art und Weise der Umsetzung (qualitativ), auch eine mengenmäßig höchstmögliche bzw. bedarfsgerechte Erschließung erfolgte (quantitativ). Daher erfolgt für die Best-Practice-Maßnahmen eine Vergabe der bestmöglichen Punktvergabe des Erfüllungsgrades, nämlich **3**.

Tabelle 72: Festlegung des quantitativen Erfüllungsgrades im Soll-Zustand
Quelle: Eigene Darstellung

Quantitative Bewertung im Soll-Zustand	
$E_{2\text{-Soll}}$	3

Trotz der großen Bedeutung einer qualitativ höchstmöglichen Erfüllung der Oberziel-Kriterien wird der mengenmäßigen Zielwerterreichung ein größerer Einfluss beigemessen. Der quantitative Erfüllungsgrad dient daher nachfolgend als Multiplikator.

Berechnung des Nutzwertes der Best-Practice-Maßnahmen

Das Indikatoren-Set stellt das Instrumentarium relevanter Systemparameter dar. Um diese in ihrer Ausprägung zu interpretieren, war ferner eine Methodik zur Wirkungsabschätzung notwendig. Dies erfolgte über die Berechnung eines s.g. „Nutzwertes“ ($N_{\text{-Soll}}$), bei der die zuvor ermittelten Erfüllungsgrade in Bezug auf die Oberziel-Kriterien (qualitative Bewertung) und in Bezug auf die Zielwerterreichung (quantitative Bewertung) miteinander zu einem finalen Ergebniswert verschnitten werden. Am Beispiel des Handlungsfeldes Energie erfolgt die Berechnung des Nutzwertes wie folgt:

Tabelle 73: Berechnung des Nutzwertes einer „Best-Practice-Maßnahme“ am Beispiel des Handlungsfeldes „Energie“
Quelle: Eigene Darstellung

Nutzwert im Soll-Zustand			
Oberziel	**$E_{1\text{-}Soll}$**	**$E_{2\text{-}Soll}$**	**$N_{\text{-}Soll}$**
Maximale regionale Wertschöpfungseffekte	3	3 (generell für Best-Practice-Maßnahmen)	(3 + 2 + 3) * 3 = 24
Optimale Flächennutzung	2		
Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen	3		

II.1.6.1.1.2 Schritt 2: Ist-Bewertung

Die Methodik ist hierbei äquivalent zum Vorgehen der Bewertungsstufe 1 anzuwenden. Anders als in der vorangegangenen Bewertung eines Best-Practice-Zustandes zur Abschätzung des maximal Möglichen ist lediglich, dass in der zweiten Bewertungsstufe die konkrete Ausgangssituation auf Grundlage der Ist-Analyse innerhalb der Kommune bewertet wird. Da die Bewertung auf Basis der gegenwärtig erfolgten Maßnahmenumsetzung innerhalb der Kommune (bspw. Anlagenbestand) durchgeführt wird, entfällt demnach der erste Schritt zur Formulierung von Maßnahmen.

Ermittlung von qualitativen Erfüllungsgraden des IST-Zustandes

Zunächst wird die Art und Weise, wie der aktuelle IST-Wert erreicht wurde, qualitativ bewertet ($E_{1\text{-}Ist}$). Daher wird – ähnlich der Entwicklung der Best-Practice-Maßnahmen – die Erfüllung der Oberziel-Kriterien je IST-Wert bewertet. Die auf Erfüllung zu bewerteten Kriterien beziehen sich in dem Fall auf den aktuellen Anlagenbestand o. ä., der den aktuellen IST-Wert zustande kommen lässt. Dies erfolgt unter Betrachtung der gleichen Oberziel-Kriterien und Erfüllungsgrade, analog zum Vorgehen bei den „Best-Practice-Maßnahmen“ (vgl. $E_{1\text{-}Soll}$).

Nachfolgend ein frei gewähltes Bewertungsbeispiel nach qualitativer Einschätzung (Art und Weise der aktuellen Maßnahmenumsetzungen im Bestand), am Beispiel der Messgröße Stromproduktion privat PV in MWh/a:

Tabelle 74: Qualitative Bewertung einer Messgröße im IST-Zustand am Beispiel des Handlungsfeldes „Energie“
Quelle: Eigene Darstellung

Qualitative Bewertung des IST-Zustandes			
Messgröße	**K**	**K**	**K**
Stromproduktion privat PV in MWh/a	**Maximale regionale Wertschöpfungseffekte** Kriterien erfüllt: 1,2,3 und 4	**Optimale Flächennutzung** Kriterien erfüllt: 1,2,3 und 5	**Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen** Kriterien erfüllt: 1 und 2
$E_{1\text{-IST}}$	2	2	1

Ermittlung von quantitativen Erfüllungsgraden des IST-Zustandes

Wie bereits dargelegt wurde, wird der mengenmäßigen Zielerreichung im Verhältnis zur qualitativen Umsetzung eine gewichtigere Bedeutsamkeit beigemessen. Auch bei der Bewertung des IST-Zustandes (wie bspw. der Stromverbrauch) wird daher, in Bezug auf den definierten Zielwert, ein Erfüllungsgrad ermittelt ($E_{2\text{-IST}}$) und bei der abschließenden Berechnung als Multiplikator eingesetzt. Dabei können je Messgröße individuelle Kriterien zur Punktvergabe angesetzt werden. Nachfolgend wurde ein Beispiel in Form einer prozentualen Bewertungshierarchie verwendet:

Tabelle 75: Bewertungshierarchie zur Vergabe quantitativer Erfüllungsgrade im IST-Zustand am Beispiel des Handlungsfeldes „Energie“
Quelle: Eigene Darstellung

Quantitative Erfüllungsgrade der Null-Emissions-Oberziele	
$E_{2\text{-IST}}$	**Bewertungshierarchie (der Messgröße Stromproduktion privat PV in MWh/a)**
0	Zielwerterreichung 0-25 %
1	Zielwerterreichung 25-50 %
2	Zielwerterreichung 50-75 %
3	Zielwerterreichung 75-100 %

Da nicht alle Messgrößen quantitativ messbar sind, können u. a. auch verbal-argumentative Bewertungshierarchien verwendet werden. Nachfolgend ein Beispiel zur Bewertung des IST-Zustandes gemäß quantitativer Zielerreichung:

Tabelle 76: Quantitative Bewertung einer Messgröße im IST-Zustand am Beispiel des Handlungsfeldes „Energie“
Quelle: Eigene Darstellung

Handlungsfeld	Messgröße	IST-Wert 2010	Ziel-Wert 2030	Ziel-Wert aktuell erreicht zu:	$E_{2\text{-IST}}$
Energie	Stromproduktion privat PV in MWh/a	25.000 MWh	100.000 MWh	25 %	1

Berechnung des Nutzwertes des IST-Zustandes

Analog zur Berechnung des Nutzwertes der „Best-Practice-Maßnahmen“ erfolgt die Ermittlung des Nutzwertes des IST-Zustandes ($N_{\text{-IST}}$), am Beispiel der Messgröße „Stromproduktion privat PV“:

Tabelle 77: Berechnung des Nutzwertes einer Messgröße im IST-Zustand am Beispiel des Handlungsfeldes „Energie“
Quelle: Eigene Darstellung

Nutzwert im IST-Zustand			
Oberziele	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{2\text{-IST}}$	$N_{\text{-IST}}$
Maximale regionale Wertschöpfungseffekte	2	1	(2 + 2 + 1) * 1 = 5
Optimale Flächennutzung	2		
Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen	1		

II.1.6.1.1.3 Schritt 3: Berechnung des Zielerreichungsgrades Null-Emission

Als letzter Bewertungsschritt werden alle Zwischenergebnisse miteinander verschnitten und in Form des s.g. Zielerreichungsgrades (**Z**) ausgedrückt. Führt man diese Bewertungsschritte für jede Messgröße des Indikatoren-Sets durch, kann identifiziert werden, wie leistungsfähig einzelne Messgrößen und Indikatoren sind und wie sich diese in ihrer gegenwärtigen Zielerreichung darstellen. Mithilfe dieser Ergebnisse lassen sich aktuelle Handlungsbedarfe ableiten und Abwägungs- und Entscheidungsprozesse zur Potenzialerschließung zwischen einzelnen Messgrößen erleichtern sowie Prioritäten bei der Maßnahmenumsetzung definieren.

Tabelle 78: Berechnung des Zielerreichungsgrades Null-Emission am Beispiel des Handlungsfeldes „Energie“
Quelle: Eigene Darstellung

Zielerreichungsgrad Null-Emission	
$N_{-Soll} = 24$	$N_{-IST} = 5$
$N_{-IST} / N_{-Soll} * 100 = Z$	
21 %	

Dem durchgeführten Beispiel zufolge hat der Bereich „Stromproduktion privat PV“ über die formulierte Best-Practice-Maßnahme generell eine relativ hohe Leistungsfähigkeit in Bezug auf die Null-Emissions-Ziele (Nutzwert von **24** bei maximal 27 möglichen), kann unter Betrachtung der gegenwärtigen Rahmenbedingungen (z. B. Potenzialerschließung) jedoch lediglich einen Zielerreichungsgrad von **21 %** aufweisen.

II.1.6.2 Formulierung von Maßnahmen zur Zielerreichung

Autoren: Michael Müller, Pascal Thome, Christoph Pietz

Nachdem „Ausgangslage“ (IST-Analyse), „Entwicklungsoptionen“ (Potenzial-Analyse) und spezifische „Zielwerte“ bekannt sind und letztlich der „Zielerreichungsgrad Null-Emission“ ermittelt wurde, sind im nächsten Schritt geeignete Maßnahmen zur Erreichung der Zielsetzungen entwickelt worden. Um die spezifischen Zielwerte bis in das definierte Zieljahr zu erreichen, mussten entsprechend geeignete Maßnahmen formuliert und über den zeitlichen Verlauf in jährliche Ausbauraten übersetzt werden. Die Ausbauraten dienen der Meilensteinplanung und dem Projektcontrolling bzw. bei der Aufstellung von Szenarien zur zukünftigen Entwicklung der „Null-Emissions-Kommune“.

Sofern die formulierten „Best-Practice-Maßnahmen“ nicht in den Modellkommunen realisierbar waren (bspw. aufgrund fehlender Potenziale oder nicht ausreichendem Bedarf), mussten neue, jeweils auf die Kommunen angepasste Maßnahmen formuliert werden (lokal-spezifisch). Diese wurden so entwickelt, dass möglichst viele Kriterien der Oberziele gemäß Kriterienkatalog (K) berücksichtigt wurden.

Maßnahmen, die aus Sicht des Projektkonsortiums am Beispiel der zwei Modellkommunen geeignet erscheinen, können dem Maßnahmenkatalog des Leitfadens „Auf dem Weg zur Null-Emissions-Kommune“ entnommen werden. Die Auflistung ermöglicht es, einen ersten Einblick über die Charakteristik und Detailschärfe zu entwickelnder Maßnahmen zu bekommen. Konkrete lokal-spezifisch geeignete Maßnahmen sollten aber nach Möglichkeit stets in enger Kooperation mit ausführenden Praxispartnern entwickelt werden.

Ein wesentlicher Baustein zur finalen Umsetzung von Maßnahmen und Projekten ist die Finanzierbarkeit. Nachfolgend wird dargestellt, wie aus Sicht des Null-Emissions-Ansatzes auch neue endogene Finanzierungsinstrumente zur erfolgreichen Umgestaltung zur „Null-Emissions-Kommune“ aktiviert werden können.

Finanzierungsinstrumente für eine Null-Emissions-Kommune

Der Fokus der Null-Emissions-Kommune liegt auf den Möglichkeiten, Wertschöpfungseffekte durch eine nachhaltige Systembewirtschaftung zu generieren und diese lokal zu binden. Durch die sukzessive Umsetzung der Null-Emissions-Strategie können neue Wertschöpfungsketten und -netzwerke in der Region erschlossen werden. Als Regionale Wertschöpfung (RWS) wird in diesem Zusammenhang die Summe aller zusätzlichen Werte verstanden, die in einer Region in einem bestimmten Zeitraum entstehen. Der Begriff „Wert" kann hierbei eine subjektiv unterschiedliche Bedeutung erfahren, d. h., er kann ökonomisch, ökologisch und soziokulturell verstanden werden. Die Initiierung von regionalen Wertschöpfungsketten im Sinne der Null-Emission zielt demnach auf wirtschaftliches Wachstum, einer Verbesserung von sozialen Strukturen sowie den Erhalt und dem Schutz natürlicher Räume auf lokaler und regionaler Ebene ab.

Die in vielen Kommunen vorherrschende angespannte Haushaltslage verhindert oftmals notwendige Investitionen in Maßnahmen der Standortförderung. Um diesen Entwicklungsstau zu lösen, kann die Initiierung lokaler Wertschöpfungsketten auch durch die Aktivierung von Bürgerkapital erfolgen. Bürgerkapital kann durch innovative Finanzierungsmechanismen generiert und zum Ausbau der Infrastruktur sowie der Erschließung regionaler Kreislaufpotenziale eingesetzt werden.

Im Folgenden wird ein aus verschiedenen Finanzierungsinstrumenten zusammenhängender Finanzierungsmechanismus für die Null-Emissions-Kommune erläutert. Es handelt sich dabei um eine beispielhafte Kombination einzelner Finanzierungselemente, welche in Abhängigkeit von der Zielstellung ebenfalls in anderer Kombination und in anderem Umfang verknüpft werden können.

Im Mittelpunkt steht entsprechend des wertschöpfenden Partizipationsgedankens lokaler und regionaler Akteure, neben einer klassischen Finanzierung, insbesondere die Aktivierung des „schlafenden Bürgerkapitals". Finanzierungsinstrumente wie eine Bürgergenossenschaft, eine Stiftung oder eine Crowdfunding- oder Crowdinvesting-Plattform verfolgen das Ziel, mehr öffentliche und kollektive Aufmerksamkeit zu erzeugen, um das Beteiligungsinteresse von Bürgerinnen und Bürgern zu wecken. Dabei wird die Partizipation neben der finanziellen Beteiligung auch in Form einer organisatorischen Einbringung angesprochen, da es sich bei den angedachten Finanzierungs- bzw. Investitionsvorhaben um lokale Projekte der Null-Emissions-Kommune handelt, die entwickelt und geplant sowie für die Finanzierung verfügbar gemacht werden müssen.

Eine Bürgergenossenschaft bzw. prinzipiell jede unternehmerische Gesellschaftsform (im Folgenden wird die Genossenschaft als Beispiel durchgehend verwendet), die eine hohe Beteiligung individueller Mitglieder oder Gesellschafter mit dem Ziel vorsieht, gemeinsam Projekte zu realisieren, bietet eine reale Plattform für den Austausch und die Entwicklung von Projektideen der Null-Emissions-Kommune. Eine solch institutionelle Plattform ist Voraussetzung für die Verstetigung der Projektideen-Entwicklung, welche für die Verfolgung der Null-Emissions-Zielsetzung bzw. die Umsetzung des Null-Emissions-Prozesses unabdingbar sind (vgl. Bereich „Genossenschaftsebene" in der Abbildung).

Insbesondere im Rahmen der lokalen und regionalen Energiewende haben sich in den letzten Jahren viele Energiegenossenschaften mit dem Ziel gegründet, lokale Energieprojekte mit Bürgerinnen und Bürgern und durch die Bereitstellung ihrer Mittel gemeinschaftlich zu finanzieren. Lokale Akteure nehmen hierdurch die Energieversorgung in die eigenen Hände und erhöhen ihre Kaufkraft und somit die regionale Wertschöpfung.

Die Beteiligung von Mitgliedern bzw. Gesellschaftern setzt die Einbringung finanzieller Mittel voraus. Damit wird bereits der Grundstein für die Finanzierung und Realisierung von profitablen Null-Emissions-Projekten gelegt (vgl. Abbildung 1 Mitteleinlage). Die Genossenschaft ist damit in der Lage, in die eigenständig entwickelten Null-Emissions-Projekte oder Projekte Dritter zu investieren. (vgl. Abbildung 2 Mittelbereitstellung & 3 Investition/Wirtschaftliche Projekte)

In Abhängigkeit des Projektvolumens sind die Finanzierungsmittel der Genossenschaft ggf. nicht ausreichend, womit die Akquise weiterer Mittel erforderlich wird. Hierzu können Mittel von investierenden Mitgliedern genutzt werden, welche im Vergleich zu ordentlichen Mitgliedern kein Stimmrecht haben oder wollen, jedoch eine höhere Verzinsung ihrer Mittel erwarten. Des Weiteren ist die klassische Finanzierung durch Finanzinstitute denkbar, was insbesondere gegenwärtig aufgrund einer attraktiven Zinslage sehr interessant erscheint und aufgrund dessen aus wirtschaftlicher Sicht von Mittelgebern zu empfehlen ist, um die eigene Rendite zu erhöhen. Eine weitere Möglichkeit zur Ergänzung der Mitteleinlagen bietet die Etablierung einer regionalen Crowdfunding- bzw. Crowdinvesting-Plattform. Die Eingliederung von Projektideen auf einer solchen online basierten Plattform, ob mit vollem Projektwert oder zum Zweck der Teilfinanzierung, erreicht weitere Teile der Gesellschaft über das Internet und ermöglicht die Aktivierung privater Investitionen. Auch hierbei ist eher mit höherer Verzinsung der Mittel zu rechnen (im Fall von Crowdfunding in Form von Sachmitteln) als gegenwärtig bei der klassischen Kreditfinanzierung durch Banken. (vgl. Abbildung Mittelbeschaffung)

Zur Einrichtung einer Crowdfunding- oder Crowdinvesting-Plattform kann auf bereits gesammeltes Know-how von Betreibern solcher Plattformen zurückgegriffen werden. Die Betreiber sind im Grund nicht abgeneigt dieses Know-how bereitzustellen, sofern sie selber hierfür finanziell entschädigt werden. Dies ist neben einem klassischen Leistungsaustausch durch die Möglichkeit gegeben, den Betreiber an der neuen regionalen Plattform als und Nutznießer anfallender Gebühren zu beteiligen. Auch Sparkassen und Volksbanken beschäftigen sich zunehmend mit solchen Plattformen und kommen als Know-how-Geber oder als Betreiber infrage.

Die bisher beschriebene Kombination an Finanzierungsinstrumenten zielt auf die Finanzierung ökonomisch tragfähiger Vorhaben ab. Jedoch umfasst die Verfolgung des Null-Emissions-Ziels ebenfalls Projekte, welche keine Verzinsung des eingesetzten Kapitals ermöglichen. Insbesondere handelt es sich hierbei um gemeinnützige Projekte, z. B. reine Maßnahmen zum Umweltschutz. (vgl. Abbildung gemeinnützige Projekte) oder Projekte zur Verbesserung der sozialen Infrastruktur.

Zur Finanzierung solcher Vorhaben eignet sich ergänzend die Einrichtung einer Stiftung, die in Verbindung mit spezifischen Marketingkampagnen die Anwerbung von Spenden (vgl. Abbildung 8 Spende) im hohen Maß erlangen kann (vgl. Abbildung Stiftungsebene). Als Spender ist auch die Bürgergenossenschaft denkbar, die aus den generierten Mitteln durch Investitionen in ökonomisch tragfähige Projekte einen Anteil in gemeinnützige Vorhaben leistet.

Die Betrachtung der dargestellten Finanzierungsinstrumente in Kombination als zusammenhängender Mechanismus (Zukunftskapital) ist für einen ganzheitlichen regionalen Finanzierungsansatz prädestiniert und erfordert für eine erfolgreiche Realisierung eine entsprechend ganzheitliche Vermarktung. Eine transparente Kommunikation erlaubt es potenzielle Mittelgeber zu erreichen und diese zu motivieren bzw. zu aktivieren, sich sowohl finanziell als auch organisatorisch zu beteiligen. Zur Koordinierung des Mechanismus, der Organisation und Betreuung von Betreibern und finanzieller Verknüpfungen sowie der Projektgeber, ist ein übergeordneter Träger zu empfehlen. Beispielsweise

eignen sich hierfür regionale Finanzinstitute oder eigens gegründete Unternehmen mit Expertise im Bereich der Finanzwirtschaft.

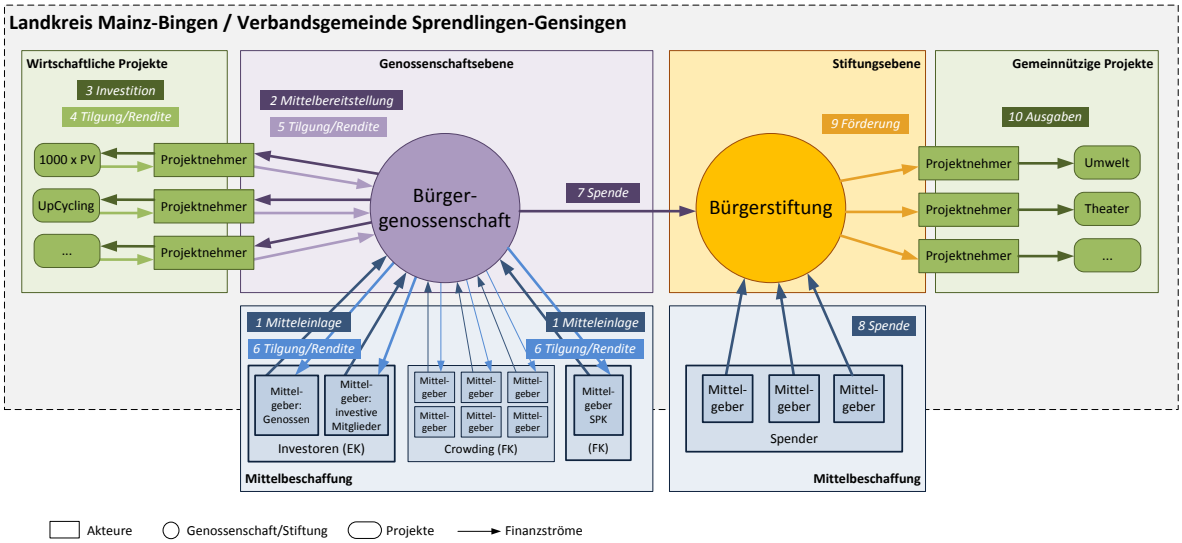


Abbildung 66: Schematische Darstellung alternativer Finanzierungsinstrumente am Bsp. der VG Sprendlingen-Gensingen
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.6.3 Forschungserkenntnisse aus der Projektentwicklung

Autor: Michael Müller

Nachstehend werden entsprechend der Erfahrungen aus der Projektbearbeitung die zentralen Herausforderungen bzw. sich daraus ergebende Erkenntnisse bei der Projektentwicklung aufgeführt:

- Für die systemische Maßnahmenentwicklung ist ein interdisziplinäres Fachwissen notwendig. Dies kann eine Kommune im Regelfall nicht gewährleisten. Dann ist es erforderlich, externes Know-how einzubeziehen.
- Bei der Verschneidung der durch die jeweiligen Handlungsfelder erhobenen Potenziale wurden in nur geringem Maße Flächendopplungen festgestellt. Die direkten Flächennutzungskonkurrenzen zwischen Maßnahmen aus den unterschiedlichen Handlungsfeldern sind somit eher marginal (zumindest lässt sich dies aus der praxisnahen Betrachtung der beiden Beispielkommunen ableiten). Dies bedeutet, dass nur aus Sicht der Flächeninanspruchnahme zwischen den Handlungsfeldern i. d. R. keine oder nur geringfügige gegenseitige Abwägung erforderlich ist.
- Tritt dennoch der Fall ein, dass zwei Maßnahmen die Potenzialerschließung auf der gleichen Fläche forcieren (bspw. Konkurrenz zwischen dem Bau einer Windkraftanlage und dem Anbau von Kurzumtriebspflanzen auf der gleichen Fläche) und somit Flächenkonkurrenzen entstehen, muss entsprechend der anzunehmenden Ausprägung der Auswirkung abgewogen werden. Demnach sollte der Maßnahme mit der höchsten zu erwartenden positiven Auswirkung auf die Zielerreichung der Null-Emission Vorrang gegeben werden (in dem Fall der Windkraftanlage), oder Möglichkeiten identifiziert werden, wie eine zunächst als Konkurrenz bewertete Situation sinnvoll zu einer multifunktionalen Nutzung umgestaltet werden kann (Windkraftanlage und Kurzumtrieb teilen sich die Fläche). Die Abwägung kann sich je nach Konfliktsituation durchaus komplex darstellen. Ein methodisches Instrument, das Lösungswege aufgezeigt, wie ein solcher Abwägungsprozess durchgeführt werden

kann, ließ sich aufgrund der Komplexität einzubeziehender Faktoren nicht abschließend entwickeln.

- Folglich sind für die Auswahl von prioritären Maßnahmen andere Faktoren zu berücksichtigen, wie z. B. ungenutzte Potenziale oder Handlungsdruck aufgrund veränderter rechtlicher Rahmenbedingungen. Eine Maßnahmenplanung ist somit zumeist je Handlungsfeld leistbar, für die Prioritätensetzung bei der Umsetzung muss jedoch ein interdisziplinärer Abstimmungsprozess erfolgen.
- Als nicht praktikabel erwiesen hat es sich, den Prozess der Maßnahmenentwicklung durch ein GIS-Tool zu unterstützen (Stoffstrom- und Landnutzungsmodellierung und -simulation des Gesamtsystems). Angedacht war bspw. eine differenzierte Betrachtung und Gegenüberstellung möglichst kleiner Flächeneinheiten zur aktuellen Flächennutzung, Potenzialen und Nutzungskonkurrenzen. Dies scheiterte jedoch an der Tatsache, dass für eine in der Praxis verwendbare Anwendung ein sehr großmaßstäbiger Ansatz (< 10 m je Pixel) hätte gewählt werden müssen. Dies wiederum hätte eine zu große Rechenleistung erfordert. Eine Hilfestellung durch GIS hat sich letztlich bei der Abbildung der Ist-Situation und Potenziale in der Kommune als sinnvoll erwiesen. Hierdurch können im Rahmen der Analyse Schwerpunkträume und Flächennutzungskonkurrenzen identifiziert werden.

II.1.6.4 Ergebnisse im Handlungsfeld „Wasser“

II.1.6.4.1 Bewertung Soll-Zustand im Handlungsfeld „Wasser“

Autor: Eike Zender

Die Bewertung des Soll-Zustands im Handlungsfeld „Wasser“ wurde analog zur beschriebenen Methodik des Kapitels II.1.6.1 durchgeführt. Hierzu wurden zunächst handlungsfeldspezifische „Best-Practice-Maßnahmen“ in Bezug auf Unterziele, Indikatoren und entsprechenden Messgrößen formuliert. Diese sind nachfolgender Tabelle für das Handlungsfeld „Wasser“ zu entnehmen.

Tabelle 79: Best-Practice-Maßnahmen in Abhängigkeit von Unterzielen im Handlungsfeld „Wasser“
Quelle: Eigene Darstellung nach palaterra GmbH

Unterziele	Indikatoren	Messgröße	Best-Practice-Maßnahmen BP
Null Abwasser	In ein Gewässer eingeleitetes, ungenutztes Abwasser	m³ Abwasser/Jahr	Bewässerung mit gereinigtem Abwasser
Null Nährstoff-verluste im Abwasser	In ein Gewässer eingeleitete und ungenutzte (oder in Kläranlage vernichtete) Nährstoffe	kg Phosphor/Jahr	Organische Sorptionsfilter
		kg Stickstoff/Jahr	Organische Sorptionsfilter
optimal angepasste Trinkwassernutzung	Trinkwasserverbrauch	m³ Trinkwasserverbrauch /Jahr	Brauchwassernetz statt Trinkwassernetz
optimal angepasste Brauchwassernutzung	Brauchwasserverbrauch/-bedarf	m³ Brauchwasserverbrauch /Jahr	Brauchwassernetz statt Trinkwassernetz
maximale Wasserverfügbarkeit	Niederschläge, zurückgehaltene Niederschläge, Bodenfunktion "Wasserspeicherkapazität"	Niederschläge in l/m²/Jahr	Humusaufbau
		Rückhaltungen in m³/Jahr in Siedlungsbereich und Offenland	Rigolensystem

Auch die darauf aufbauenden Bewertungsschritte erfolgten nach Maßgabe der im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelten Methodik, dargestellt in Kapitel II.1.6.1.

Die Ergebnisse für das Handlungsfeld „Wasser“ sind nachfolgender Tabelle zu entnehmen und beziehen sich dabei auf das methodische Vorgehen der Kapitel:

- II.1.6.1.1.1: Ermittlung der qualitativen Erfüllungsgrade ($E_{1\text{-}Soll}$),
- II.1.6.1.1.2: Ermittlung der quantitativen Erfüllungsgrade ($E_{2\text{-}Soll}$) sowie
- II.1.6.1.1.3: Berechnung des Nutzwertes im Soll-Zustand (N_{Soll}).

Tabelle 80: Nutzwerte der Best-Practice-Maßnahmen im Handlungsfeld „Wasser“
Quelle: Eigene Darstellung nach palaterra GmbH

	Maximale regionale Wertschöpfungseffekte							Optimale Flächennutzung							Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen												
Best-Practice-Maßnahmen BP	K1	K2	K3	K4	K5	K6	$E_{1\text{-}Soll}$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	$E_{1\text{-}Soll}$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	$E_{1\text{-}Soll}$	$E_{1\text{-}SUM}$		$E_{2\text{-}Soll}$		N_{Soll}
Bewässerung mit gereinigtem Abwasser	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	9	*	3	=	27
Organische Sorptionsfilter	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	✓	✗	✗	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	8	*	3	=	24
Organische Sorptionsfilter	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	✓	✗	✗	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	8	*	3	=	24
Brauchwassernetz statt Trinkwassernetz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✗	✓	✓	✗	✗	1	✓	✓	✓	✗	✓	✓	2	6	*	3	=	18
Brauchwassernetz statt Trinkwassernetz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✗	✓	✓	✗	✗	1	✓	✓	✓	✗	✓	✓	2	6	*	3	=	18
Humusaufbau	✓	✓	✓	✓	✓	✗	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	8	*	3	=	24
Rigolensystem	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	✓	✗	✗	2	✓	✓	✓	✗	✓	✓	2	7	*	3	=	21

II.1.6.4.2 Bewertung IST-Zustand im Handlungsfeld „Wasser“

Autor: Eike Zender

Die Vergabe der qualitativen Erfüllungsgrade $E_{1\text{-}IST}$, bezogen auf die drei Oberziele, wurde entsprechend der im Basisjahr geltenden Ausgangssituation (Anlagenbestand) in den beiden Modellkommunen vorgenommen. Hierbei wurde geprüft, welche Kriterien (s. II.1.6.1.1) im Basisjahr bei der Potenzialerschließung bereits berücksichtigt wurden.

Für die Ermittlung der quantitativen Erfüllungsgrade $E_{2\text{-}IST}$ wurde die Punktvergabe unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Stoffstromanalyse und auf Grundlage verbal-argumentativer Kriterien vorgenommen. Die Kriterien als Bewertungsgrundlagen sind nachfolgend getrennt für beide Verbandsgemeinden aufgeführt.

Tabelle 81: Bewertungsgrundlage für die VG Sprendlingen-Gensingen im Handlungsfeld „Wasser“
Quelle: Eigene Darstellung nach palaterra GmbH

Messgrößen	Bewertungsgrundlagen
m³ Abwasser/Jahr	Ebenso wie in der VG Rockenhausen ist für Sprendlingen-Gensingen mit ihren 1.485.000 m³ Abwas-ser/ Jahr eine Bewässerung mit gereinigtem Abwasser sinnvoll. In der Verbandsgemeinde wird das Potenzial durch die beschlossene Zentralisierung der beiden Kläranlagen reduziert, da dann nur noch rund um den Standort „unterer Wiesbach“ gereinigtes Abwasser anfällt. Auch hier wurde der Ist-Zustand mit 1 bewertet.
kg Phosphor/Jahr	Ebenso wie in der VG Rockenhausen fällt auch hier Phosphor in Form von Klärschlamm und in der flüssigen Phase verbleibend an. Hier fällt eine Menge von ca. 15.000 kg Klärschlamm pro Jahr an. Durch das oben bereits erwähnte Modell mit den OSF-Filtern könnte auch hier ein deutlicher Rückhalt entstehen. Weiterhin wäre für die hier vorliegende Klärschlammmen-ge eine Pyrolyse-Anlage zur Verkohlung des Klärschlamms durchaus interessant. Hierdurch könnte der Phosphor direkt in die Pflanzenkohle eingelagert werden und dieser wieder als Dünger auf die Felder gebracht werden. Um dies wirtschaftlich zu betreiben ist allerdings die Kooperation mit einer benachbarten Kläranlage notwendig. Die Ist-Situation wurde damit mit 2 bewertet.
kg Stickstoff/Jahr	Hier existiert in den Kläranlagen der VG Sprendlingen-Gensingen ein Potential von 58.200 kg Stickstoff. Als Maßnahme kann hier insbesondere die OSF-Technologie für Trüb-und Fil-tratwasser genannt werden, die schon beschrieben wurde. Aber auch die Bewässerung mit gereinigtem Abwasser nutzt die geringen Stickstoffgehalte des Wassers, indem diese den Pflanzen zur Verfügung gestellt wird.
Trinkwasserverbrauch/ Jahr und m³ Brauchwasser/Jahr	Theoretisch könnte auch hier eine Substitution eines Trinkwassernetzes durch Brauchwasser stattfinden, was allerdings nicht empfohlen wird. Die VG hat 3 eigene Trinkwasserbrunnen, durch die der Großteil versorgt werden kann. Momentan hat die VG einen Trinkwasser-verbrauch von ca. 855.000 m³/Jahr. Als Maßnahmen werden Wassereinsparprogramme empfohlen. Aufgrund des theoretischen Potentials wurde der Ist-Zustand hier mit 1 bewertet.

Tabelle 82: Bewertungsgrundlage für die VG Rockenhausen im Handlungsfeld „Wasser“
Quelle: Eigene Darstellung nach palaterra GmbH

Messgrößen	Bewertungsgrundlagen
m³ Abwasser/Jahr	Es existieren in der VG relativ viele dezentrale Kläranlagen, die einer naturnahmen Pflanzenkläranlage entsprechen. Dort wird das Abwasser indirekt schon für eine Pflanzenversorgung mitgenutzt. Die Potentiale sind hier allerdings groß, das gereinigte Abwasser aus den Kläranlagen zusätzlich für eine Biomassebewässerung zu nutzen. Bewertung: Als negativer Aspekt für die Zustandsbeschreibung der VG sind die hohen Mengen an ungenutzten gereinigten Abwässern zu nennen. Aus diesen Gründen wurde der Ist-Zustand mit 1 bewertet.
kg Phosphor/Jahr	Hier ist der Phosphor genannt, der in Form von Klärschlamm oder in der flüssigen Phase verbleibend zur Verfügung steht. Der Klärschlamm wird momentan noch landwirtschaftlich genutzt. Diese Verwertung ist allerdings momentan in der Diskussion und es lässt sich ableiten, dass eine zukünftige landwirtschaftliche Verwertung in der momentanen Form nicht mehr stattfinden wird. Trotzdem erfahren der Klärschlamm und der damit verbundene Phosphor momentan eine Nutzung. In der Verbandsgemeinde Rockenhausen verbleiben somit 3.500 kg Phosphor pro Jahr ungenutzt und stehen als Potential zur Verfügung. Die empfohlene Maßnahme wäre in diesem Fall eine OSF-Anlage, die zur Phosphor-Rückhaltung ausgerüstet wird. Hierdurch können nach Vortests auf der Kläranlage Welgesheim mehr als 50% des Phosphors in einem OSF-System zurückgehalten werden. Bewertung: Dass der Klärschlamm mit all seinen Nährstoffen momentan noch stofflich und regional verwertet wird ist als positiv zu bewerten. Somit wird der Zustand mit 2 bewertet.
kg Stickstoff/Jahr	Ebenso wie der Phosphor wird auch der Stickstoff in der Kläranlage nicht genutzt sondern abgebaut. Die Biologie einer Kläranlage wandelt den Stickstoff letzten endlich in Luftstickstoff um, welcher in die Atmosphäre entweicht. Stickstoff stellt aber auch ein wertvoller Dünger dar, der durch das Haber-Bosch-Verfahren kosten- und energieintensiv aus Luftstickstoff gewonnen wird. Hier existiert in den Kläranlagen der VG Rockenhausen ein Potential von 40.000 kg Stickstoff. Als Maßnahme kann hier insbesondere Die OSF-Technologie für Trüb-und Filtratwasser genannt werden, die schon beschrieben wurde. Aber auch die Bewässerung mit gereinigtem Abwasser nutzt die geringen Stickstoffgehalte des Wassers, indem diese den Pflanzen zur Verfügung gestellt wird. Bewertung: Der Stickstoff des Abwassers wird nahezu nicht genutzt, sondern abgebaut. Aus diesem Grund wurde der Ist-Zustand mit 0 bewertet.
Trinkwasserverbrauch/ Jahr und m³ Brauchwasser/Jahr	Der Trinkwasserverbrauch der Verbandsgemeinde beläuft sich auf 586.000 m³ pro Jahr. Die Maßnahme in Rockenhausen, die hier Anwendung finden könnte ist eine Trinkwassersubstitution durch ein Brauchwassernetz. Die beiden Messgrößen stehen also in einem direkten Zusammenhang. Verringert sich der Trinkwasserverbrauch durch diese Maßnahme, erhöht sich gleichzeitig der Brauchwasserbedarf. Der momentane Brauchwasserbedarf liegt in der VG Rockenhausen bei ca. 76.900 m³/Jahr. Das Konzept der Trinkwassersubstitution durch die Etablierung eines Brauchwassernetzes wurde bereits dargestellt. Begleitet könnten diese Maßnahmen natürlich durch Wassersparkampagnen. Bewertung: Da das Trinkwasser über eine relativ weite Strecke in die VG transportiert wird und es dadurch auch zu lokalen ökologischen Folgen kommt, wurde der Zustand mit 1 bewertet.

Unter Maßgabe dieser Bewertungsergebnisse erfolgte die Zusammenführung in Form des Nutzwertes für den IST-Zustand (N_{IST}). Die Teil- und Gesamtergebnisse können, getrennt für die beiden Verbandsgemeinden, den nachfolgenden Tabellen entnommen werden.

Tabelle 83: Nutzwerte der Messgrößen im Ist-Zustand der VG Sprendlingen-Gensingen im Handlungsfeld „Wasser“
Quelle: Eigene Darstellung palattera GmbH

Bewertung des IST-Zustands der VG Sprendlingen-Gensingen				Maximale regionale Wertschöpfungseffekte	Optimale Flächennutzung	Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen						
Indikatoren	Messgröße	IST-Wert (2010)	Zielwert (2030)	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-SUM}}$		$E_{2\text{-IST}}$		N_{IST}
In ein Gewässer eingeleitetes, ungenutztes Abwasser	m³ Abwasser/Jahr	1.485.550	1.039.885	1	1	1	3	*	1	=	3
In ein Gewässer eingeleitete und ungenutzte (oder in Kläranlage vernichtete) Nährstoffe	kg Phosphor/Jahr	15.000	9.000	1	2	2	5	*	2	=	10
	kg Stickstoff/Jahr	97.000	58.200	0	0	0	0	*	0	=	0
Trinkwasserverbrauch	m³ Trinkwasserverbrauch /Jahr	855.733	171.146	1	0	0	1	*	1	=	1
Brauchwasserverbrauch/-bedarf	m³ Brauchwasserverbrauch /Jahr	10.000	657.350	1	1	1	3	*	1	=	3

Tabelle 84: Nutzwerte der Messgrößen im Ist-Zustand der VG Rockenhausen im Handlungsfeld "Wasser"
Quelle: Eigene Darstellung palattera GmbH

Bewertung des IST-Zustands der VG Rockenhausen				Maximale regionale Wertschöpfungseffekte	Optimale Flächennutzung	Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen						
Indikatoren	Messgröße	IST-Wert (2010)	Zielwert (2030)	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-SUM}}$		$E_{2\text{-IST}}$		N_{IST}
In ein Gewässer eingeleitetes, ungenutztes Abwasser	m³ Abwasser/Jahr	2.050	1.021.500	1	1	1	3	*	1	=	3
In ein Gewässer eingeleitete und ungenutzte (oder in Kläranlage vernichtete) Nährstoffe	kg Phosphor/Jahr	3.500	2.975	1	2	2	5	*	2	=	10
	kg Stickstoff/Jahr	40.000	34.000	0	0	0	0	*	0	=	0
Trinkwasserverbrauch	m³ Trinkwasserverbrauch /Jahr	586.613	117.322	1	0	0	1	*	1	=	1
Brauchwasserverbrauch/-bedarf	m³ Brauchwasserverbrauch /Jahr	76.971	421.953	0	0	0	0	*	0	=	0

II.1.6.4.3 Null-Emissions-Zielerreichungsgrad im Handlungsfeld „Wasser“

Autor: Eike Zender

In einem letzten Schritt erfolgt die Berechnung des „Zielerreichungsgrad Null-Emission“ (**Z**). Nachstehend sind abschließend die Zielerreichungsgrade für beide Modellkommunen getrennt dargestellt einsehbar.

Tabelle 85: Zielerreichungsgrade der Messgrößen für die VG Sprendlingen-Gensingen im Handlungsfeld "Wasser"
Quelle: Eigene Darstellung palattera GmbH

Berechnung des NE-Zielerreichungsgrades der VG Sprendlingen-Gensingen		Maximale regionale Wertschöpfungseffekte	Optimale Flächennutzung	Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen											
Indikatoren	Messgröße	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-SUM}}$		$E_{2\text{-IST}}$		N_{IST}	N_{IST}		N_{Soll}		Z
In ein Gewässer eingeleitetes, ungenutztes Abwasser	m³ Abwasser/Jahr	1	1	1	3	*	1	=	3	3	/	27	=	11%
In ein Gewässer eingeleitete und ungenutzte (oder in Kläranlage vernichtete) Nährstoffe	kg Phosphor/Jahr	1	2	2	5	*	2	=	10	10	/	24	=	42%
	kg Stickstoff/Jahr	0	0	0	0	*	0	=	0	0	/	24	=	0%
Trinkwasserverbrauch	m³ Trinkwasserverbrauch /Jahr	1	0	0	1	*	1	=	1	1	/	18	=	6%
Brauchwasserverbrauch/-bedarf	m³ Brauchwasserverbrauch /Jahr	1	1	1	3	*	1	=	3	3	/	18	=	17%

Tabelle 86: Zielerreichungsgrade der Messgrößen für die VG Rockenhausen im Handlungsfeld "Wasser"
Quelle: Eigene Darstellung palattera GmbH

Berechnung des NE-Zielerreichungsgrades der VG Rockenhausen		Maximale regionale Wertschöpfungseffekte	Optimale Flächennutzung	Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen										
Indikatoren	Messgröße	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-SUM}}$		$E_{2\text{-IST}}$		N_{IST}	N_{IST}		N_{Soll}		Z
In ein Gewässer eingeleitetes, ungenutztes Abwasser	m³ Abwasser/Jahr	1	1	1	3	*	1	=	3	3	/	27	=	11%
In ein Gewässer eingeleitete und ungenutzte (oder in Kläranlage vernichtete) Nährstoffe	kg Phosphor/Jahr	1	2	2	5	*	2	=	10	10	/	24	=	42%
	kg Stickstoff/Jahr	0	0	0	0	*	0	=	0	0	/	24	=	0%
Trinkwasserverbrauch	m³ Trinkwasserverbrauch /Jahr	1	0	0	1	*	1	=	1	1	/	18	=	6%
Brauchwasserverbrauch/-bedarf	m³ Brauchwasserverbrauch /Jahr	0	0	0	0	*	0	=	0	0	/	18	=	0%

II.1.6.4.4 Maßnahmenempfehlung zu „Abwasser“

Autoren: Joachim Böttcher, Dominic Scheer

Um die Potenziale im Bereich Abwasser besser nutzen zu können, mussten zuerst Ansatzpunkte erarbeitet werden. Beispielsweise heißt dies für den Bereich Nährstoffe: Wo fallen diese an und wie können diese besser genutzt werden als bisher. In diesem Zusammenhang wurden verschiedene Technologien entwickelt und teilweise weiterentwickelt, wie Nährstoffe möglichst effektiv aus dem Abwasser gewonnen werden können. Diese werden im Folgenden näher erläutert.

Zudem wurde auch das zweite Potenzial betrachtet, welches das eigentliche gereinigte Wasser aus der Abwasserbehandlung darstellt. Dieses wird bisher ungenutzt in den Vorfluter geleitet. Auch für diese Potenziale werden im Folgenden Ansatzpunkte und Nutzungskonzepte vorgestellt.

II.1.6.4.4.1 Organischer Sorptionsfilter (OSF)

Der organische Sorptionsfilter besteht aus einem mit Filtermaterialien gefüllten Entwässerungscontainer.

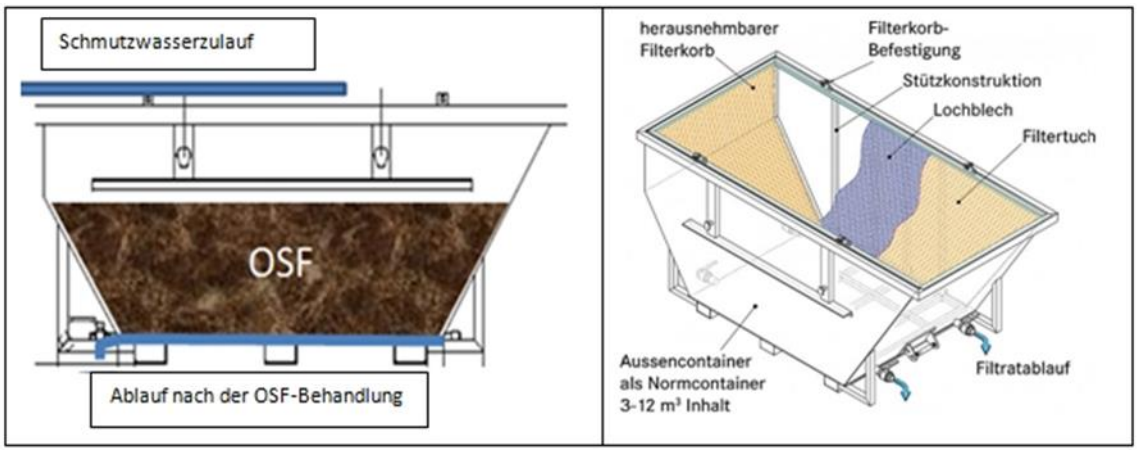


Abbildung 67: Aufbau eines OSF (links) und eines Entwässerungscontainer (rechts) als großtechnische Umsetzung
Quelle: Eigene Darstellung (Bild links), Kugler Behälter und Anlagenbau GmbH (Bild rechts)

Die Filtermaterialien (Pflanzenkohle & organische Materialien) sind entsprechend ihrer Sorptions- und Filterwirkung für den chemischen Sauerstoffbedarf (CSB), Ammoniumstickstoff (NH4-N) oder Phosphat, sowie ihrer Eignung als Inputstoff zur Hu-mussubstrat-Produktion ausgewählt. Hier haben

sich riesenwüchsiges Chinaschilf (Miscanthus) und Pflanzenkohle in einer homogenen Mischung durch Strukturstärke und Sorptionsfähigkeit bewährt.

Flüssigen Medien werden mit einer individuell angepassten Filterzusammensetzung, hydraulischen Leistung und einem geeigneten Beschickungsintervall über einen Schmutzwasserzulauf auf das Filtermaterial gepumpt. Das Filtratwasser kann über einen Ablauf am Boden des Containers (Abbildung 67, rechts) weiteren Prozessschritten der Abwasserbehandlung wie z. B. der biologischen Stufe zugeführt werden.

Abbildung 68: 25cbm Absetzcontainer (links) und Humussubstrat (Palaterra®) aus OSF Material von Weinbauabwasser (rechts)
Quelle: Kugler GmbH (links) und eigene Aufnahme (rechts)

Organische Substanzen und Pflanzennährstoffe sorbieren über Adsorptions- und Absorptionseffekte an das Filtermaterial, während die flüssige Phase hindurchsickert. Nach dem Erreichen der Speicherkapazität wird das mit Organik und Nährstoffen angereicherte Filtermaterial ausgewechselt und einer Humussubstrat-Produktion zugeführt. Alternativ dazu kann der OSF-Filter auch als Dauerfilter genutzt werden, der dann eine Art Hochleistungsbodenfilter darstellt, dessen Filtermaterial nur selten ausgetauscht werden muss. Ergänzend zu diesen beiden Varianten ist auch eine Kombination vorstellbar, die als "Vorbehandlung" einen OSF-Dauerfilter und als Nachbehandlung einen OSF-Austauschfilter besitzt. Bei diesem Kombinationssystem erhält man zusätzlich zum dauerhaften Nährstoffabbau auch eine Nährstoffsorption, die dazu führt, dass das gesättigte Material als Düngemittel in der Landwirtschaft verwendet werden kann.

Einsatzmöglichkeiten der OSF Technologie

Der von der Firma Palaterra Betriebs- und Beteiligungsgesellschaft mbH entwickelte mobile organische Sorptionsfilter (OSF) eignet sich zur Behandlung flüssiger Medien, die eine hohe Nährstoffbelastung und gleichzeitig geringe Schadstoffkonzentrationen aufweisen. Im Laufe der Untersuchungen des Klärprozesses wurden Filtratwässer und Trübwässer aus der Klärschlammeindickung als potenzielles Einsatzfeld für den OSF identifiziert. Das stark mit Ammonium-Stickstoff belastete Trüb- und Filtratwasser wies optimale Bedingungen für den OSF - Einsatz auf und wurde in einer eigenen Feldstudie näher untersucht. Die Ergebnisse dieser kleinen Feldstudie sind insgesamt als sehr positiv einzustufen, wodurch der OSF-Einsatz zur Behandlung des Filtrat- und Trübwassers innerhalb der zukünftigen Gruppenkläranlage „Unterer Wiesbach“ als eine interessante Option näher untersucht werden sollte.

Weitere Einsatzmöglichkeiten für das OSF-Verfahren beinhalten eine Vorklärung von Spülwasser aus der Weinbereitung oder die Klärschlammentwässerung.

Ein standardisierter, modularer Aufbau der OSF-Technologie ermöglicht hierbei eine einfache Implementierung auf dem Kläranlagengelände oder in Weinbaubetrieben.

OSF Verfahren zur Vorbehandlung von Filtrat- und Trübwasser in Klärprozessen

In kommunalen Kläranlagen sind die Filtrat- und Trübwasser aus der Schlammeindickung bzw. -entwässerung mit ca. 500mg/l NH_4N stark mit Ammonium-Stickstoff befrachtet. Dieser NH_4N-befrachtete Teilstrom wird üblicherweise wieder in den biologischen Klärprozess eingeschleust, wo er aufgrund des hohen Sauerstoffbedarfs hohe Energieverbräuche für die Belüftung verursacht.

Filtratwasser entsteht als flüssige Phase nach der Klärschlammpressung, Trübwasser neben dem sedimentierten Schlamm als resultierende flüssige Phase im Eindicker.

Trüb- und Filtratwasser werden u. a. in Vorlagebecken zwischengelagert und dem Klärprozess durch einen Rücklauf dosiert zugeführt.

Die noch hohen Nährstoffgehalte dieser Medien zeigen eine einfache und effiziente Einsatzmöglichkeit der OSF-Technologie an diesen Prozessstellen. Der mobile OSF kann leicht an ein Vorlagebecken verortet werden und die Sickerwässer nach der OSF-Behandlung dem Kläranlagenrücklauf zugeführt werden. Hierdurch kann eine deutliche Energieeinsparung der biologischen Stufe mit einer erhöhten Betriebsstabilität realisiert werden.

OSF Verfahren bei der Behandlung von organisch hoch befrachtetem Schmutzwasser aus der Weinbereitung

Weinverarbeitende Betriebe sind in der VG Sprendlingen-Gensingen aufgefordert, ihre Schmutzwässer den Kläranlagen anzudienen (Bringsystem). Das Schmutzwasser wird in Sammelbehältern zwischengelagert und dosiert in den Reinigungsprozess eingebracht um Stoßbelastungen zu puffern.

Winzer finden während der Kampagne allerdings oft keine Zeit, das Schmutzwasser am Betrieb zu sammeln bzw. per Achse zur Kläranlage zu transportieren. Deswegen wird dieses in der Praxis häufig direkt in die Kanalisation eingeleitet.

Mit dem OSF-Verfahren könnte das bisherige Bringsystem ersetzt und die kommunalen Kläranlagen in der Weinkampagne deutlich entlastet werden. Stark belastete Weinbauabwässer könnten somit zukünftig nach einer Abtrennung des Trubes mit dem OSF-Verfahren direkt vor Ort behandelt und das auf diese Weise vorgereinigte Schmutzwasser in den Kanal eingeleitet werden. Der stark mit Trub befrachtete Rest sollte zur energetischen Verwertung separat gesammelt und dem Faulungsprozess der Kläranlage zugeführt werden. Die Vorbehandlung der Weinbauabwässer mit dem OSF-Verfahren neutralisiert den oft sehr geringen pH-Wert des Schmutzwassers aus der Weinbereitung, sodass Kanal und Kläranlage zusätzlich entlastet werden.

Für Kläranlagen in Weinbauregionen sind dadurch deutliche Energieeinsparungen möglich. Auch wirkt sich die flächendeckende Einführung des OSF-Verfahrens positiv auf die Dimensionierung der Kläranlagen in Weinbaugemeinden aus. Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass der Winzer das mit Nährstoffen angereicherte OSF-Filtermaterial zur Bodenverbesserung und Düngung auf seine Anbau-Flächen zurückführen kann und somit ein regionaler Stoffstromkreislauf im Sinne des Null-Emissions-Gedankens entsteht. In Regionen mit vielen Weinbaubetrieben, wie z. B. in der VG Sprendlingen-Gensingen (173 Weinbaubetriebe) könnte eine zentrale Organisation von Logistik, Weiterveredelung der Substrate und Aufbereitung frischen OSF-Filtermaterials wirtschaftlich interessant sein.

OSF Verfahren in der Klärschlammbehandlung

In ländlichen Regionen mit mehreren Kläranlagenstandorten wird der flüssige Klärschlamm meist in Stapelbehältern o. ä. zwischengelagert und nach Bedarf mobil entwässert oder per Achse zur nächsten Gruppenkläranlage mit Schlammentwässerung und -behandlung befördert.

Mit dem OSF-Verfahren könnte der flüssige Klärschlamm einfach und energiesparend direkt vor Ort an der Kläranlage entwässert werden.

Die Pflanzennährstoffe werden einschließlich der organischen Substanz im OSF zurückgehalten, während das Sickerwasser über die Sohlentwässerung abläuft und wiederum der biologischen Behandlungsstufe zugeführt wird. Für die Anwendung des OSF-Verfahrens in mittleren und großen Kläranlagen sind vorzugsweise mobile Entwässerungscontainer geeignet, da diese nach dem Erreichen der Sättigung des Filtermaterials und einer anschließenden Trocknungsphase per LKW zur „zentralen" Aufbereitungsanlage bzw. Humussubstrat-Produktion befördert werden können. Im Sinne einer effizienten Gesamtlogistik können auf diese Weise mehrere dezentrale Kläranlagenstandorte eingebunden werden, während die Humussubstrat-Produktion an einem zentral gelegenen Standort durchgeführt wird.

In der Praxis wäre sowas insbesondere für kleine Kläranlagen denkbar, sodass die Anzahl der notwendigen OSF-Container in einem wirtschaftlichen Rahmen bleibt. Zudem wäre bei größeren Anlagen auch ein hoher Platzbedarf notwendig.

OSF-Verfahren für die Vorreinigung von Rohabwässern bei kleinen Kläranlagen

Der OSF-Filter kann auch als mobiles Rotte-System eingesetzt werden. Sinnvoll ist hier eine Störstoffentfernung vorab, um ungeeignete Inhalte des kommunalen Abwasserstroms (bspw. Hygieneprodukte) zu entfernen. Das feste Material aus dem Abwasserstrom bleibt genau wie bei einem Rottesystem im Material hängen, die flüssige Phase kann hindurchsickern. Hierbei bleiben viele Nährstoffe (schätzungsweise größer 30 %) im Rottematerial hängen. Das Material kann nach einer kompletten Füllung des Containers aufbereitet und hygienisiert werden. Anschließend könnte nach einer Untersuchung des Materials nach Düngemittel- und Klärschlammverordnung das Material und somit viele Nährstoffe aus dem Abwasser wieder in die Landwirtschaft ausgebracht werden.

Dieses System ist auch Bestandteil des Höfe-Konzepts, welches ebenfalls noch als Konzeptansatz vorgestellt wird.

Prüfung von Einsatzmöglichkeiten der OSF-Technologie in den Verbandsgemeinden

In der VG Sprendlingen-Gensingen steht eine Zentralisierung der in bisher zwei Kläranlagen stattfindenden Abwasserbehandlung bevor. Hier wurde sich als Ziel gesetzt, die OSF-Technologie hinsichtlich eines Einsatzes an der zukünftig geplanten Zentralkläranlage zu betrachten.

Diese Prüfung der im vorherigen Kapitel dargestellten Einsatzmöglichkeiten der OSF-Technologie soll Möglichkeiten der Implementierung in bestimmten Prozessstellen aufzeigen bzw. auf Wirtschaftlichkeit hin untersuchen. Durch die in der Ist-Analyse gesammelten Daten, die mit Angaben der Mitarbeiter der VG-Werke ergänzt wurden, war die Grundlage für eine solche Betrachtung geschaffen.

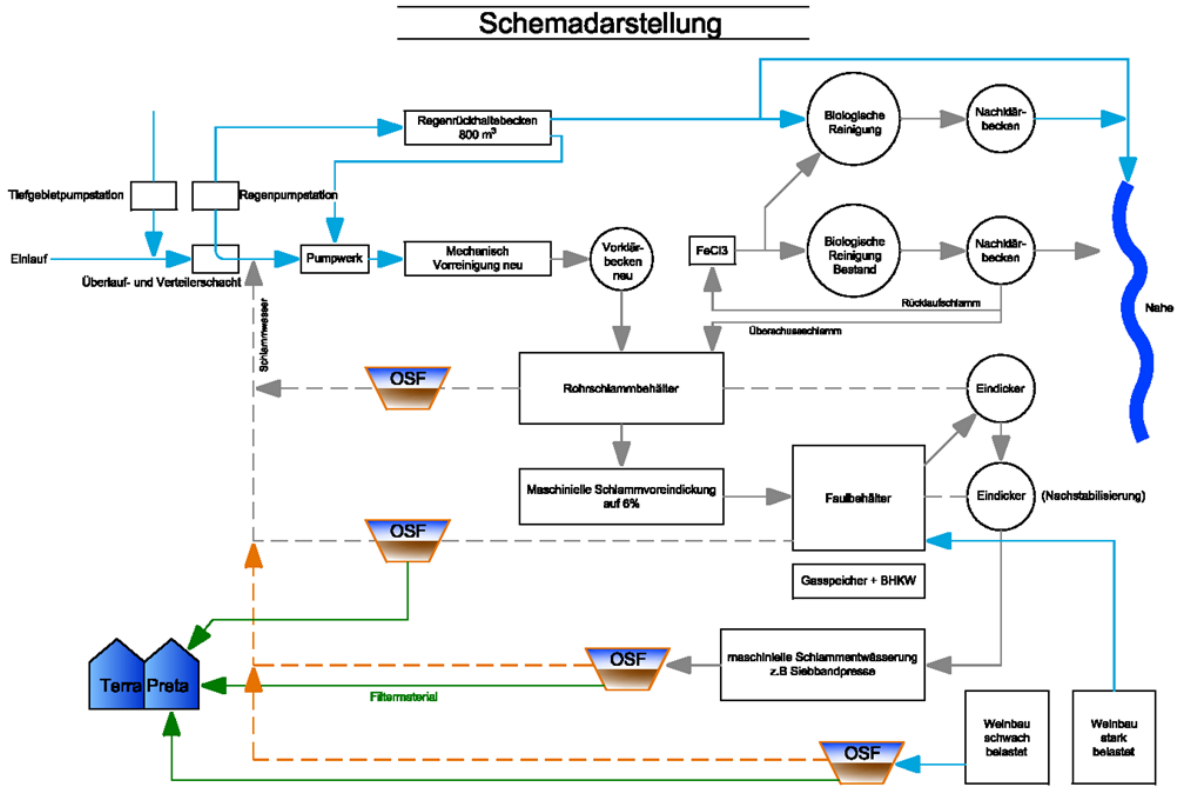


Abbildung 69: Einsatzmöglichkeit der OSF-Technologie in einer großen Kläranlage und Weinbaubetrieben für eine Klärschlamm-,Filtratwasser- und Weinbauabwasserbehandlung mit folgender Palaterra® Produktion
Quelle: Eigene Darstellung

Die jährliche Klärschlammmenge der Kläranlagen Mittlerer und unterer Wiesbach beträgt mit einer Trockensubstanz von 27 % ca. 1.700m³ im Jahr (Mittlerer Wiesbach 740m³, Unterer Wiesbach 916m³).

Eine alternative Klärschlammbehandlung mit dem OSF-Verfahren könnte hierbei in OSF-Containern mit einem Filtervolumen von 25m³ betrieben werden. Bei einer jährlichen Schlammmenge von 1.700m³ in der VG würde dies ein Volumen von 68 OSF-Wechselintervallen einnehmen.

Filtermaterialkosten von rund 70 EUR/m³ bei einem jährlichen Verbrauch von weit über 1.530m³ Filtermaterial (> 110.000 EUR/a) würde die Anwendung des OSF-Verfahrens zur Klärschlammentwässerung in der zukünftigen GKA der VG Sprendlingen-Gensingen entsprechend nicht wirtschaftlich gestalten. Der Einsatz des OSF-Verfahrens zur Klärschlammentwässerung ist vorwiegend bei einer dezentralen Entsorgungsstruktur mit mehreren kleinen Kläranlagen mit verhältnismäßig geringen Klärschlammmengen sinnvoll und wirtschaftlich. Bei größeren Kläranlagen mit entsprechend großen Schlammmengen sind andere Verfahren der Schlammentwässerung vorzuziehen.

In Sprendlingen-Gensingen werden von Weinbaubetrieben jährlich fast 27.000 m³ (CSB bis zu 9.500 mg/l) Spülwasser in die Kanalisation eingeleitet.

Bei einer Vorbehandlung dieser Spülwasser (TS ~ 1,54 %) durch das OSF Verfahren direkt in den Weinbaubetrieben kann eine Reduktion der CSB Fracht von bis zu 70 % erreicht werden. Dies konnte in Versuchen zur Leistungsfähigkeit des OSF-Verfahrens bzgl. Weinbauabwässer im Rahmen dieses Forschungsprojekts belegt werden.

Eine, über die flächendeckende Einführung des OSF Verfahrens bei den Weinbaubetrieben, signifikant reduzierte organische Fracht in der Kanalisation entlastet die Kläranlage im Regelbetrieb und insbesondere bei den Spitzenlasten zur Weinlese. Die dadurch erzielbare höhere Betriebssicherheit in der Kläranlage und die deutlich geringeren Energiekosten bei der Abwasserbehandlung könnten im Gegenzug dem Weinbaubetrieb als „Anreizsystem“ zugutekommen z. B. durch Reduzierung der Schmutzwassergebühren für die Sondereinleitung von Weinbauabwasser, welche üblicherweise bis zu 4,8 EUR je 500 m² bewirtschafteter Rebfläche ausmachen.

Am Beispiel der Klärschlammbehandlung durch OSF wurde deutlich, dass diese Technologie vorzugsweise bei Medien mit einem geringen Trockensubstanzgehalt im großtechnischen Maßstab darstellbar ist. Zur effektiven Nutzung der Filterwirkung des OSF sollte das zu behandelte Medium zudem in kontinuierlichen Mengen anfallen, welche mit dem OSF-System ohne eine große Pufferkapazität vorbehandelt werden kann.

Hier stellt die Behandlung von Filtrat- und Trübwasser, mit einer üblicherweise hohen Fracht an Ammoniumstickstoff im Eindicker bzw. und nach der Klärschlammpressung, ein sehr interessantes Einsatzgebiet für die OSF-Technologie dar. In Vorversuchen konnten sehr vielversprechende Ergebnisse erzielt werden.

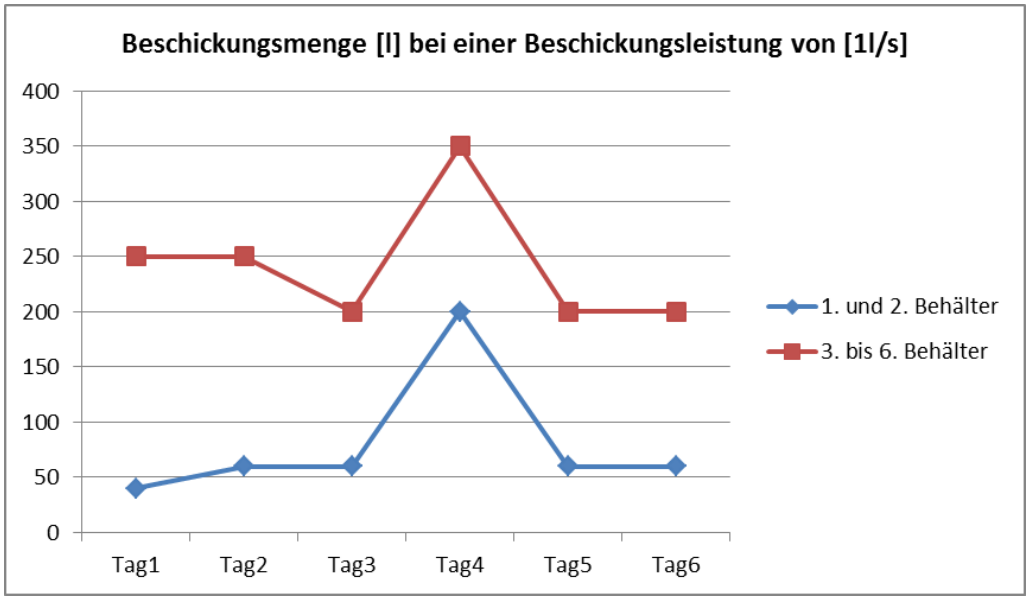


Abbildung 70: Versuch zur OSF-Leistung bei Filtratwasser – Beschickungsmenge
Quelle: Eigene Darstellung

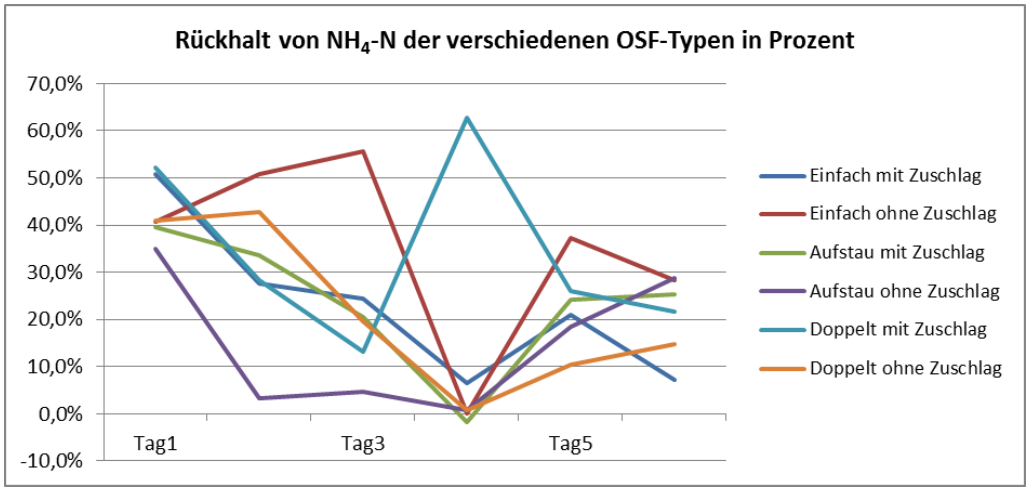


Abbildung 71: Versuch zur OSF-Leistung bei Filtratwasser - Rückhalt von NH4-N aus Abwasserstrom
Quelle: Eigene Darstellung

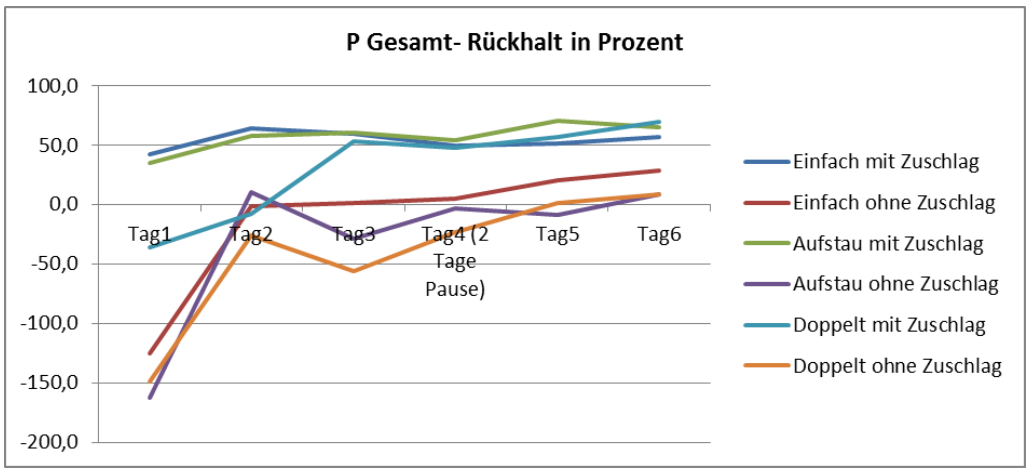


Abbildung 72: Versuch zur OSF-Leistung bei Filtratwasser - Rückhalt von Phosphor aus dem Abwasserstrom
Quelle: Eigene Darstellung

Bei den Versuchen zum Filtratwasser konnte ein Rückhalt von stellenweise über 50 % des Ammoniumstückstoffs und des Phosphors festgestellt werden (s. Abbildung 70, Abbildung 71 und Abbildung 72).

Basierend auf den Ergebnissen der Vorversuche wurde gemeinsam mit den VG-Werken ein Pilotprojekt angestrebt, um eine OSF-Anlage zur Behandlung der Filtratwässer zu installieren. So wurde die Palaterra Betriebs- und Beteiligungsgesellschaft mbH beauftragt eine Pilot- und Versuchsanlage an der Kläranlage in Welgesheim zu installieren, die zurzeit noch im Probe- und Versuchsstadium befindet. Die Ergebnisse liegen zurzeit in einem Zwischenbericht vor. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine zusätzliche Vorreinigung notwendig ist, um die Trockensubstanz möglichst vollständig aus dem Filtratwasser zu entfernen. Es konnte ein Abbau von bis zu 41 % Ammoniumstickstoff bei einer Beschickung von 250 l pro m² und Tag erreicht werden.

In der VG Rockenhausen lag die Situation vor, dass einige Höfe noch nicht an eine geregelte Abwasserentsorgung angeschlossen waren. Dies wurde im Zeitraum unseres Forschungsvorhabens angegangen und so bot sich uns die Möglichkeit ein ganzheitliches Konzept im Sinne der nachhaltigen Abwasserwirtschaft zu integrieren. Das Konzept besitzt den Arbeitstitel „Höfe-Konzept“ und wird im

folgenden Kapitel genau beschrieben. Der OSF als mobiles Rottesystem zur Nährstoffrückhaltung spielt hier eine wesentliche Rolle.

II.1.6.4.4.2 Höfe-Technologie

Die VG Rockenhausen beabsichtigte die Abwässer der Höfe der VG (bis 100 EW), die momentan noch keine geregelte Abwasserbehandlung erfahren, einer wirtschaftlichen, modernen und möglichst nachhaltigen Behandlung zu unterziehen. Eine Einleitung in ein bis zu 500 Meter entferntes Gewässer wäre denkbar, sollte aber aufgrund der geringen Vorflut möglichst vermieden werden. Die Palaterra Betriebs- und Beteiligungsgesellschaft mbH hat im Zuge des Verbundforschungsprojekts eine Lösung für dieses Problem entwickelt, die es erlaubt eine Behandlung der Abwässer vor Ort vorzunehmen und ein Einleiten in den Vorfluter zu vermeiden bzw. nur in eine stärkere Vorflut in den Wintermonaten einzuleiten. Zudem wird durch diese Variante Biomasse bewässert und wirtschaftlich aufwendige Transporte von Abwasser (z. B. durch Einzel- oder Sammelgruben) vermieden. Innerhalb einer Kostenvergleichsrechnung ergab es sich, dass das im Folgenden beschriebene Konzept für einige Höfe die wirtschaftlichste Variante darstellt. Für mindestens drei Höfe wird dieses Modell gerade umgesetzt.

Dabei sollen die festen Abwasserinhaltsstoffe mittels organischen Sorptionsfiltern abgetrennt werden. Diese entsprechen im Groben dem oben genannten System jedoch besteht das Filtermaterial aus grob gehäckselter Biomasse, gemischt mit Holzkohle. Diese besitzt eine große Oberfläche, um möglichst viele Nährstoffe zu binden. Das Abwasser der Höfe wird über einen Ortskanal gesammelt, und auf die Container gepumpt. Während der Passage des Filtermaterials werden feste Stoffe und Nährstoffe zu einem großen Teil im Filtermaterial gebunden. In individuell festzulegenden Intervallen werden die Container durch frisch Gefüllte ersetzt und zu einem zentralen Wertstoffhof abgefahren, wo eine Weiterverarbeitung zu einem Terra-Preta-ähnlichen Substrat erfolgen kann. Da der zentrale Wertstoffhof noch nicht existiert, kann das Filtermaterial zwischenzeitlich auf dem Gelände der Kläranlage Rockenhausen verarbeitet werden, bis es einer landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt werden kann.

Nach Passage des Filtermaterials werden die flüssigen Abwasserinhaltsstoffe in einen Pumpenschacht geleitet und von dort alternierend auf zwei bewachsene Bodenfilter gepumpt. Dort wird das flüssige Abwasser vollbiologisch gereinigt.

Aus der Pflanzenkläranlage gelangt das gereinigte Abwasser in einen Pufferteich, der zum einen dafür sorgt, dass ein Teil des Wassers verdunstet, zum anderen als Vorratsbehälter dient. Denn aus dem Pufferteich wird das Wasser über einen Sandfilter durch eine Bewässerungssteuerung direkt auf eine Energiepflanzenplantage gepumpt, die durch Tröpfchenbewässerung das dort angelegte Miscanthusfeld bewässert. Ziel ist es, nach Möglichkeit die gesamte Abwassermenge für die Bewässerung zu nutzen, da in den Sommermonaten eine Einleitung in ein Gewässer 3. Ordnung aufgrund einer geringen Durchflussmenge vermieden werden soll. Das Miscanthusfeld kann im besten Fall in unmittelbarer Nähe zu der Anlage auf einer landwirtschaftlichen Nutzfläche angelegt werden. Auf diesem Feld wird ein Tröpfchenbewässerungssystem installiert, welches eine gleichmäßige und bedarfsgerechte Wasserversorgung garantiert. Dieses System muss mit einer Wetter- und Niederschlagssteuerung verbunden sein, um zu verhindern, dass die Felder bewässert werden, wenn es gerade regnet oder noch regnen wird. Dadurch wird garantiert, dass den Pflanzen nur so viel gereinigtes Abwasser zugeführt wird, wie diese auch aufnehmen können, sodass kein gereinigtes Abwasser in den Grundwasserkörper gelangen kann. Dies kann auch durch eine zusätzliche Sonde im Erd-

reich abgesichert werden, die eine weitere Bewässerung verhindert, sobald eine bestimmte Feuchtigkeit in einer gewissen Bodentiefe erreicht wurde.

Miscanthus bietet einige Eigenschaften, die für die Aufnahme von gereinigten Abwässern ideal sind. Die Pflanze kann extrem viel Wasser aufnehmen und bildet ein sehr dichtes Wurzelnetz, welches eine flächendeckende Aufnahme des Bewässerungswassers erlaubt. Der limitierende Faktor des Miscanthusanbaus bei den klimatischen Bedingungen des Nordpfälzer Berglands stellt die Wasserverfügbarkeit dar.

Durch eine optimale Wasser- und Nährstoffversorgung können hohe Ernteerträge (>25t Trockenmasse/ha) erwartet werden. Die gewonnene Biomasse kann ebenso wie der Inhalt des Austauschfilters einem Wertstoffzentrum angedient werden (s. II.1.8.4).

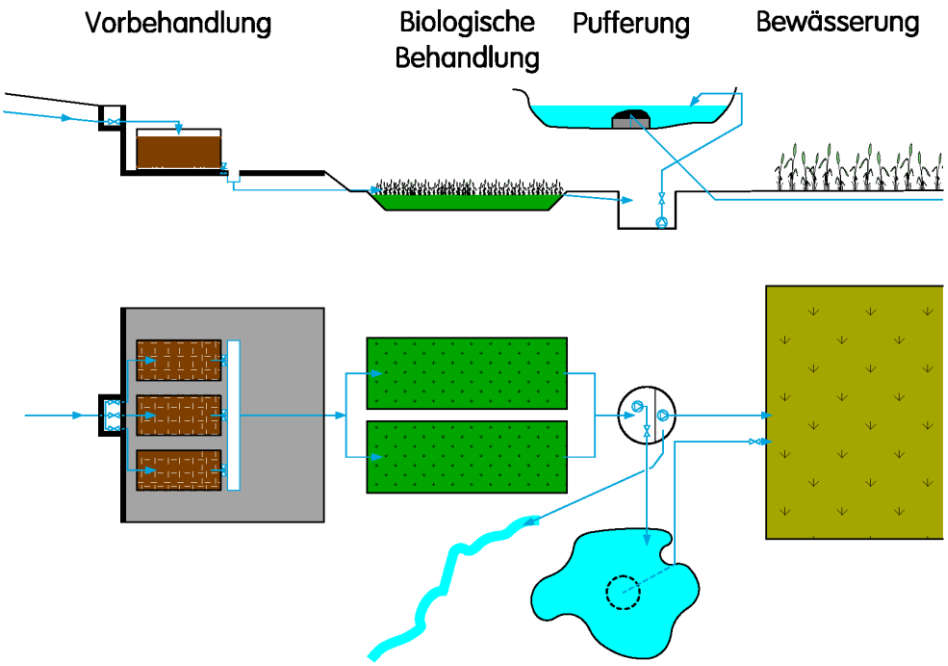


Abbildung 73: Schematische Darstellung des Höfe-Konzeptes
Quelle: Eigene Darstellung

Nach der Vegetationsphase sollte die Bewässerung der Miscanthusfelder eingestellt werden, da die Wasseraufnahmefähigkeit in dieser Zeit erheblich sinkt. Zu diesem Zweck existieren zwei Möglichkeiten für den Zeitraum von November bis März mit den gereinigten Abwässern umzugehen.

3. Pufferung des gesamten gereinigten Abwassers für einen Zeitraum von fünf Monaten in einem dafür angelegten Pufferteich. Das gespeicherte Wasser kann anschließend während der Vegetationsphase zur Bewässerung für eine entsprechend größere Miscanthusfläche genutzt werden.
4. Einleiten des gereinigten Abwassers in den fünf Wintermonaten außerhalb der Vegetationsphase in ein nahegelegenes Gewässer.

Durch eine Pufferung der Abwässer im Winter kann das Ziel „Null-Abwasser“ zumindest bei den Höfen der VG erreicht werden. Die im Abwasser verfügbaren Nährstoffe werden nicht in das Gewässer geleitet, sondern durch einen Sorptionsfilter größtenteils zurückgehalten. Diese werden anschließend zu einem Terra-Preta-ähnlichen Produkt verarbeitet und der Landwirtschaft zugeführt. Das

restliche gereinigte Abwasser wird nach der biologischen Reinigung zur Bewässerung von Biomasse genutzt.

Dieses Konzept wurde auch mit einem Posterbeitrag auf der Statuskonferenz im Jahr 2013 vorgestellt.

II.1.6.4.4.3 Terra-Preta-Technologie

Terra Preta do Indio ist einer der fruchtbarsten von Menschenhand hergestellten Böden weltweit. Sie wurde von Forschern erstmalig vor über 30 Jahren im tropischen Regenwald des Amazonasgebietes gefunden. Alte Hochkulturen der Indios haben vor über 1.000 Jahren diese Schwarzerde aus ihren organischen Siedlungsabfällen und Exkrementen hergestellt. Terra Preta wird aufgrund ihrer Eigenschaften als wissenschaftliches Phänomen bezeichnet, da sie noch heute, also mehrere Jahrhunderte nach der Herstellung, immer noch sehr fruchtbar ist und insbesondere, dass sie überhaupt noch vorhanden ist. Unter normalen Umständen hätte diese Erde mit ihrem hohen Gehalt an organischen Materialien unter tropischen Bedingungen (hohe Luftfeuchtigkeit, hohe Temperaturen etc.) schon längst vollständig biologisch abgebaut sein müssen. Stattdessen konnte festgestellt werden, dass Terra Preta unter bestimmten Bedingungen sogar weiterwächst, ähnlich eines Torf-Moores, aber deutlich schneller.

Seit der Entdeckung beschäftigen sich Wissenschaftler aus der ganzen Welt mit Terra Preta. Vieles konnte erforscht werden u. a. die verwendeten Ausgangsmaterialien und das Alter, welches zwischen 500 Jahren und mehreren Tausend Jahren schwankt.

Nach der »Wiederentdeckung« der einstigen Herstellungsmethoden von Terra Preta im Jahre 2006 entwickelten sich bundesweit mehrere Initiativen und kleinere Unternehmen, die sich mit der Herstellung und Vermarktung der Schwarzerde-Produkte beschäftigen. Auch die deutsche Wissenschaft erfuhr einen Ansporn in Sachen Terra Preta-Forschung und brachte viele Forschungsprojekte auf den Weg.

Ein wesentlicher Bestandteil der nativen Terra Preta ist hochwertige Holzkohle oder auch Pflanzenkohle. Die Herstellung der Pflanzenkohle erfolgt in speziellen Karbonisierungsanlagen (Pyrolyse oder Holzvergaser), wo den vorwiegend ligninhaltigen Inputstoffen unter Sauerstoffabschluss und Temperaturzuführung das Holzgas ausgetrieben wird. Das gut brennfähige Holz- oder Pyrolysegas wird anschließend in Brennkammern oder Blockheizkraftwerken zu Wärme und ggf. elektrischem Strom verarbeitet. Die Wärme wird teilweise zur Aufrechterhaltung des eigenen Pyrolyseprozesses verwendet, sodass es sich um ein exothermes Verfahren handelt. Bei der Pyrolyse entsteht eine sehr poröse Pflanzenkohle (Holzkohle), welche große Oberflächen aufweist und über gute Sorptionsleistungen z. B. für Pflanzennährstoffe verfügt.

Im nächsten Schritt wird die Pflanzenkohle in einem bestimmten Mischungsverhältnis mit Nährsubstraten (z. B. Getreidekleie), Gesteinsmehl und Tonen vermischt, mit speziellen Mikroorganismen-Kulturen beimpft und einem anaeroben Fermentationsprozess ausgesetzt (vergleichbar mit Grassilage). Bei Temperaturen über 20 °C entsteht nun zunächst eine Milchsäuregärung. Der pH-Wert sinkt auf bis zu 3,5 ab, was zu einer Abtötung von Schad-Erregern etc. führt. Leicht biologisch verfügbare Biomasse wird u. a. zu Milchsäure bzw. Zuckerverbindungen umgebaut.

Nach einigen Tagen in der Fermentation neutralisiert sich der pH-Wert wieder und es entstehen optimale Aufwuchsbedingungen für weitere Mikroorganismen, wie z. B. Photosynthesebakterien, Koh-

lebakterien und verschiedene Pilze, welche zuvor über die Mikroorganismen-Kulturen eingebracht wurden. Die Mikroorganismen entwickeln Biosymbiosen und leben weitestgehend von den eigenen Stoffwechselprodukten. Dadurch wird sehr wenig organische Substanz verstoffwechselt bzw. über die Ausgasung von CO_2, Methan oder Ähnliches abgegeben.

Terra-Preta oder auch Pflanzenkohle-Substrate haben viele positive Eigenschaften, die selbst noch nicht alle erforscht sind. Für das Teilprojekt „Wasser" sind insbesondere die hohe Nährstoffspeicherung, die hohe Wasserspeicherfähigkeit und die Herstellung aus biogenen Reststoffen interessant.

Im Bereich Abwasser sind die Pflanzenkohlesubstrate interessant, da man mithilfe der Nährstoffe aus dem Abwasser in Zusammenhang mit dem verwendeten OSF-Material ein sehr nährstoffreiches Substrat herstellen kann, welches allen hygienischen Standards entspricht und gleichzeitig sehr gute Eigenschaften für den Landbau aufweist.

In diesem Zusammenhang bietet sich ein Wertstoffzentrum innerhalb der VG an, in der die biogenen Rest- und Nährstoffe angeliefert und weiterverarbeitet werden können.

Die Substrate können dann der regionalen Landwirtschaft als Düngesubstrat angeboten werden.

II.1.6.4.4.4 Fazit

Die Handlungsempfehlungen für den Bereich Abwasser sehen also für die VG Rockenhausen den Einsatz von OSF-Anlagen zur Nährstoffrückhaltung beim Filtratwasser und als Vorreinigungseinheit für die noch zu erschließenden Höfe. Weiterhin sollte das Höfe-Konzept bei Höfen eingesetzt werden, für die es sich als wirtschaftlich darstellt. Die Produktion eines Pflanzenkohlesubstrats aus den nährstoffhaltigen Filtermaterialien sollte betrieben werden. Eine Prüfung einer Nutzung des gereinigten Abwassers im Umkreis der Kläranlagen erscheint sinnvoll und sollte, als Folge des „Höfe-Konzepts", in der Region weiter betrachtet werden.

Für die VG Sprendlingen-Gensingen ist insbesondere der Einsatz des OSF-Systems zur Behandlung der Filtratwässer und der Vorbehandlung der Weinbauabwässer bei den Winzern empfehlenswert. Zudem kann auch hier eine Prüfung der Bewässerungsmöglichkeiten mit gereinigtem Abwasser aus der zentralen Kläranlage geprüft werden.

II.1.6.4.5 Maßnahmenempfehlungen zu „Gewässer"

Autoren: Joachim Böttcher, Dominic Scheer

Für die Gewässer wurde das Potenzial der Gewässerverbesserung und der Gewässerschonung herausgearbeitet. Im Zuge der Begehungen, Kartierungen und Gespräche mit lokalen Akteuren, wurden vermehrt landwirtschaftliche Ertragseinbußen auf eher nassen Standorten, die regelmäßig durch das anliegende Gewässer überflutet werden, festgestellt (s. Abbildung 12).

Hier stellt sich bezüglich einer Konzepterstellung zur Problemlösung die Frage, ob, und wenn ja wie, diese Flächen zukünftig sinnvoll genutzt werden.

Zum einen wurde das Konzept der Flächenumwidmung innerhalb eines Gewässerraumes entwickelt. Der Gewässerraum stellt in diesem Zusammenhang den Raum außerhalb des Gewässers dar, der durch den mäandrierenden Verlauf eines Gewässers entsteht und von diesem umfasst wird.

Würde dieser Raum, der von landwirtschaftlichen Großmaschinen nur umständlich bewirtschaftet werden kann und welcher zudem immer wieder durch Schäden durch Vernässung benachteiligt ist,

von der landwirtschaftlichen Nutzung ausgeschlossen, so könnte hier ein breiter Streifen zum Schutz vor Einträgen von Spritz- und Düngemitteln durch Drift oder Run-off entstehen. Dieser ausgeschlossene Raum könnte anschließend in ein Dauergrünland oder Wald- und Heckenlandschaft umfunktioniert werden. Die Landwirte müssten hierbei für die verlorenen Flächen entschädigt werden. Alternativ könnte man in diesem Raum auch eine Dauerkultur wie bspw. Miscanthus anbauen, die mit den Bedingungen sehr gut zu Recht kommt und wenig Pflege- und Ernteaufwand erfordert. Hier könnten die Landwirte Prämien bekommen, wenn sie den Raum auf eine solche Weise bewirtschaften.

Ein weiteres Konzept sieht die angepasste Bewirtschaftungsform vor, die für die landwirtschaftlichen Flächen, die an ein Gewässer grenzen eine spezielle Bewirtschaftungsform vorschreibt. Im Besten Fall könnten so auch Dauerkulturen zum Tragen kommen, die dann die Doppelfunktion „Schutz des Gewässers“ und „Ertrag durch Biomasseanbau“ vereinen könnten. Auch hier könnten die Landwirte mit einer Prämienzahlung unterstützt werden.

Die Umsetzung solcher Maßnahmen auf der Ebene der VG erscheint nahezu unmöglich, da die administrativen Strukturen ein Eingreifen auf dieser Ebene nicht vorsehen. Allerdings kann der direkte Kontakt mit den Landwirten helfen, auf einer freiwilligen Basis die Landwirte von den Konzepten zu überzeugen und auch die Wirtschaftlichkeit solcher Ansätze zu vermitteln.

II.1.6.4.6 Maßnahmenempfehlungen zu „Niederschlagsbewirtschaftung“

Autoren: Joachim Böttcher, Dominic Scheer

Die Folgen extremer Niederschläge sind in beiden Verbandsgemeinden zu spüren. Ganz besonders drastisch wurde die VG Rockenhausen 2014 durch mehrere sehr lokale Starkregenereignisse getroffen. Die sehr hügelige und stark zerfurchte Topografie spielt hier neben der Bodenbeschaffenheit und der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung eine wesentliche Rolle.

Auf Basis der erarbeiteten Abflussmodellierung konnten verschiedene Brennpunkte für beide Gemeinden lokalisiert werden, die ein Gefährdungspotenzial für Oberflächenabfluss bzgl. Bodenerosion bilden. Zudem wurde im Zuge der Ist-Analyse immer wieder beobachtet, dass die Siedlungsbereiche durch Wassermassen, durch zentriert zusammenlaufende oder diffuse Oberflächenabflüsse, stark beeinträchtigt werden. Zur Vermeidung sowohl der Bodenerosion als auch der Oberflächenablussproblematik konnten für die jeweiligen Verbandsgemeinden einige Brennpunkte analysiert werden. Als Resultat konnten unterschiedliche Ursachen für die Probleme identifiziert und darauf aufbauend auch unterschiedliche Maßnahmen vorgeschlagen werden.

II.1.6.4.6.1 Problempunkte in der VG Rockenhausen

Durch die topografische Struktur der VG kommt es immer wieder zu sehr stark zentrierten Ablaufbahnen, die oftmals aus großen Einzugsgebieten resultieren. Durch die reduzierten Strukturmaßnahmen (Heckenverbünde, Baumreihen, Waldstreifen etc.) durchlaufen die Abflussbahnen meist große landwirtschaftliche Nutzflächen ohne durch solche Maßnahmen gehindert zu werden. Beispiele hierfür sind insbesondere in dem stark von Starkregenereignissen betroffene Moscheltal zu finden. Ein flächiger Bodenabtrag oder ein flächiger Ablauf ist in der VG Rockenhausen nur sehr selten zu finden.

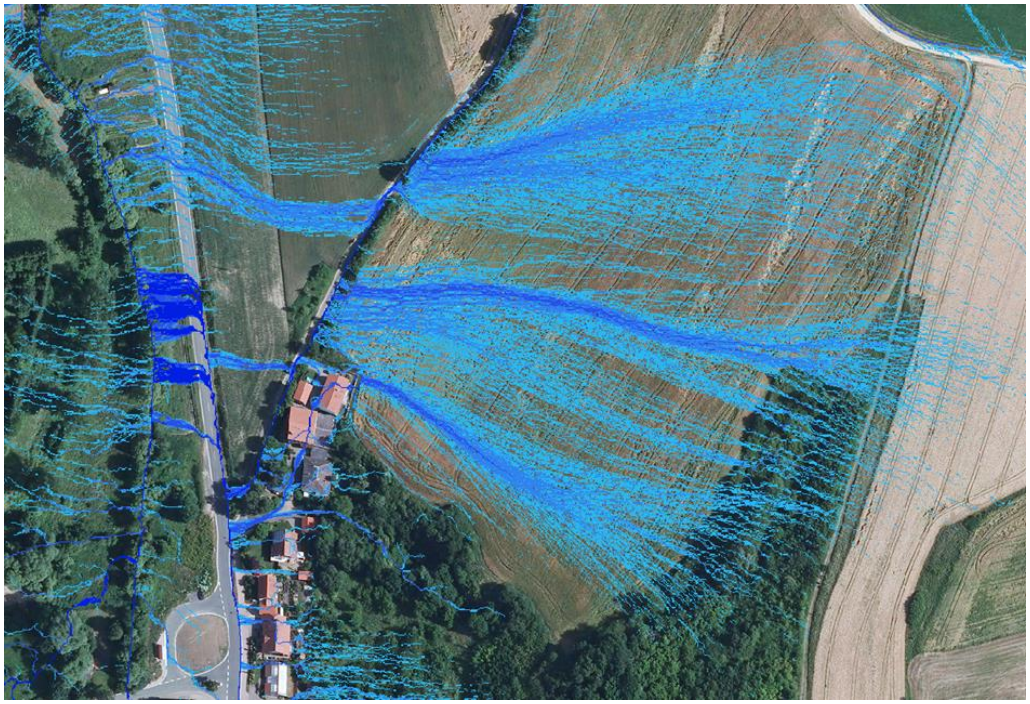


Abbildung 74: Ausschnitt der Abflussmodellierung im Bereich St. Alban
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.6.4.6.2 Maßnahmenempfehlung für die VG Rockenhausen

Die Simulationen auf Basis der Abflussmodellierung haben gezeigt, dass der größte Nutzen dann entsteht, wenn versucht wird, die Zentrierung der Abflussmodellierung zu verhindern. Sobald eine zentrierte Abflussbahn entstanden ist, ist eine Rückhaltung des Wassers auf der Fläche nicht mehr möglich. Die Rückhaltung, bzw. die Verzögerung, des Ablaufs ist die bevorzugte Maßnahme, die nicht im Raum der Erosionsrinne selbst, sondern schon in deren Einzugsgebiet stattfinden muss.

Grundsätzlich gibt es viele bekannte Maßnahmen, um Erosion in der Fläche und somit auch die ablaufenden Wassermassen zu reduzieren. Die bekanntesten sind Zwischenfrucht, Untersaat, Schutzhecken, Terrassierung und Erosionsrinnenbegrünung. Die Maßnahmen, die im speziellen Szenario für Rockenhausen infrage kämen, sollten im Gesamtansatz des Stoffstrommanagements und der regionalen Wertschöpfung mehrere Aufgaben erfüllen. So stellen bspw. Agroforstsysteme oder KUP-Streifen, die quer zum Hang orientiert angebaut werden eine wirksame Rückhaltung von Wasserströmen dar. Sie könnten so angelegt werden, dass eine Zentrierung des Abwasserstroms verhindert, oder zumindest reduziert wird. Weiterhin soll diese Maßnahme aber auch die Anforderung einer Biomassenproduktion erfüllen, die dann anschließend auch im Sinne einer regionalen Wertschöpfung innerhalb der VG genutzt werden soll. Zusammen mit Projektpartner Peschla & Rochmes GmbH wurde hier ein Konzept entwickelt, mit welchem zum einen Rückhaltemaßnahmen betrachtet werden und zum anderen aus den daraus resultierenden Biomasseerträgen Energiesenken innerhalb der Gemeinden versorgt werden können.

Die Wirksamkeit einer solchen Maßnahme wurde im Bereich zwischen Ransweiler und Stahlberg simuliert. In der folgenden Abbildung sind die Ergebnisse dieser Simulation dargestellt. Hierbei wurde ein Agroforstsystem mit unterschiedlichen Reihenabständen eingefügt, was eine lineare Erhebung in der Topografie (Höhe: 0,4 m Breite: 1m) zur Folge hat. Als Ergebnis konnte festgestellt werden, dass im Bereich des oberen Kreises (Abbildung 75) eine starke Reduktion der Abflusszentrierung festzu-

stellen ist. Die Maßnahme ist hier also sinnvoll einzusetzen. Im Bereich des unteren Kreises ist allerdings keine signifikante Änderung feststellbar. Für diesen Abflussbereich ist die Maßnahme so nicht geeignet. Weiterhin könnte man so anhand des Oberflächenabflusses weitere Maßnahmen simulieren und so für alle Brennpunkte individuelle Maßnahmen empfehlen, die den Abflussstrom unterbrechen. Dies war allerdings im Rahmen des Forschungsprojekts nicht mehr realisierbar, wird aber im Einzelnen noch im Nachhinein für die Verbandsgemeinden durchgeführt.

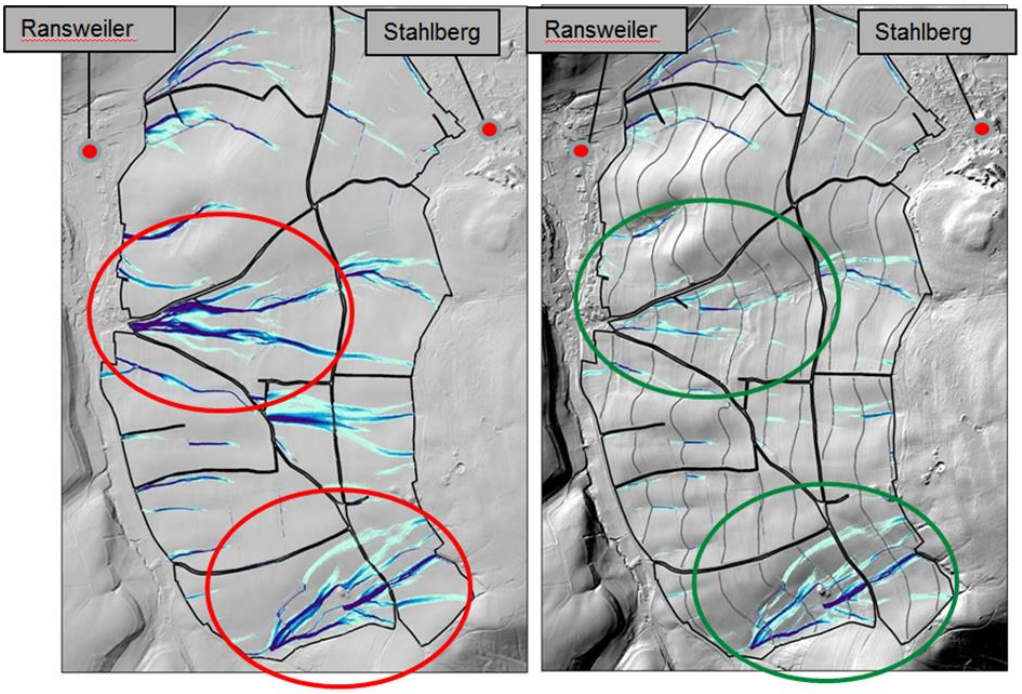


Abbildung 75: Modellierung der Auswirkungen eines Agroforstsystems auf die Oberflächenabflussmodellierung im Bereich Ransweiler/Stahlberg (VG Rockenhausen)
Quelle: Eigene Darstellung/RLP AgroScience GmbH

Weiter Maßnahmen, die ebenfalls laut Simulation erfolgsversprechend sein können, sind Vegetationsänderungen und ein Humusaufbau mit einhergehender Erhöhung der Infiltrationsleistung.

II.1.6.4.6.3 Problempunkte in der VG Sprendlingen-Gensingen

In Sprendlingen-Gensingen sind die Problemfelder etwas anders gelagert, da entweder die Topografie im Nahetal sehr eben gestaltet ist oder die Flächen sehr stark durch Weinbau besetzt sind, wenn es in die Steillagen geht. Dennoch gibt es in beiden Bereichen Probleme mit Oberflächenabfluss oder mit Erosion.

Gerade im Weinbau konnte beobachtet werden, dass es nur sehr starke Bodenabtragungen in Bereichen gibt, bei denen die Böden zischen den Weinanbauzeilen nicht bewachsen und längs zum Hang angeordnet sind.

In den flacheren Bereichen im Nahetal gibt es ebenfalls Problemstellungen, die sich allerdings eher um Oberflächenabfluss, als um Erosion drehen. Hierbei kommt es bei landwirtschaftlichen Nutzflächen oftmals im Grenzbereich zum Siedlungsgebiet zu Wassersammlungen, die oftmals flächig in das Siedlungsgebiet einlaufen. Bei diesen gering-zentrierten Abflussbahnen reichen oftmals sehr einfache Maßnahmen, um die Problematik zu beheben.

Abbildung 76: Ausschnitt der Abflussmodellierung für den Bereich Badenheim
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.6.4.6.4 Maßnahmenempfehlung für die VG Sprendlingen-Gensingen

Im Weinbau gibt es zwei einfache Maßnahmen, deren Umsetzung allerdings oftmals durch die lokalen Anwender ins Stocken geraten. In Hangbereichen sollten keine offenliegenden Böden zwischen den Weinbauzeilen existieren. Bei einer einfachen Begrünung der Zeilen wird der allergrößte Teil der Bodenerosion effektiv reduziert. Die Maßnahme erfordert allerdings eine regelmäßige Pflege (Mahd). Insbesondere bei älteren Winzern ist diese Maßnahme immer noch unbeliebt, da der Grünaufwuchs mit dem Wein in direkter Wasserkonkurrenz steht.

Weiterhin sollten die Rebzeilen bei jeder Neuanlage eines Wingerts quer zum Hang angelegt werden, um zusätzlich Unterbrechungen in der Oberflächenwasserabflusslinie zu bekommen. Dies wird auch konstant durchgeführt und konnte während des Projektzeitraums auch beobachtet werden.

Bei flachen und flächigen Oberflächenabwasserabtragungen gibt es vielerlei Maßnahmen, die hier sinnvoll sein können. Im konkreten Fall von Badenheim hat es bspw. schon ausgereicht, dass die untersten 30-40 Meter des Ackers nicht mehr längs zum Hang, sondern quer zum Hang gepflügt und bearbeitet werden. Diese konkrete Maßnahme konnte durch die Palaterra Betriebs- und Beteiligungsgesellschaft mbH ausgesprochen werden, indem die Ergebnisse einer lokalen Brennpunktanalyse mithilfe der erarbeiteten Abflussmodellierung im Raum Badenheim ausgewertet wurden.

Weitere Maßnahmen sind hier ebenfalls Heckenzeilen und Baumreihen oder auch Dauerkulturen im unteren Hangbereich. Ein unbedingtes Eingreifen im Einzugsgebiet ist bei geringen und flächenhaft auftretenden Oberflächenabflüssen nicht notwendig.

II.1.6.4.7 Maßnahmenempfehlungen zu „Trinkwasserversorgung“

Autoren: Joachim Böttcher, Dominic Scheer

Generell gibt es in der Trinkwasserversorgung gewachsene Strukturen, die eine Änderung des Systems schnell unwirtschaftlich werden lassen. Das Potenzial einer alternativen Wasserversorgung der Bürger ist in der VG Rockenhausen dennoch gegeben. Eine Trinkwasserversorgung im Sinne der

Nachhaltigkeit zeichnet sich darin aus, dass Sie regional, reproduzierbar, wirtschaftlich und sozial verträglich ist. Die bisherige Trinkwasserversorgung aus des Zweckverbands Wasserversorgung Westpfalz ist wirtschaftlich. Die Regionalität zu beurteilen ist schwer, da diese relativ zu betrachten ist. Das Trinkwasser wird allerdings über eine Druckleitung mit einer Länge von ca. 35 km bis zur VG gebracht, wodurch die Regionalität negativ erscheint. Zudem sind die Auswirkungen der intensiven Grundwasserentnahme aus dem „Landstuhler Bruchs“ bekannt. Dort kam es zu erheblichen Senkungen des Grundwasserspiegels, was nicht im Sinne einer nachhaltigen Trinkwasserversorgung gesehen werden kann.

Da die Grundwasservorkommen in der VG Rockenhausen qualitativ nicht immer einer Trinkwasserqualität entsprechen, gibt es hier nur ein erkennbares Potenzial und somit nur eine erkennbare Handlungsempfehlung.

Es besteht die Möglichkeit, die vorhandenen Trinkwasserleitungen zu nutzen und mit regionalem Grundwasser aus den existierenden Brunnen zu versorgen. Die Qualität würde einem Brauchwasser gleichkommen, welches für alle täglichen Ansprüche genügen könnte, außer dem Trinken und dem Kochen. Hierfür müsste abgefülltes Trinkwasser zugekauft werden. Das bestehende Trinkwassernetz könnte also durch ein Brauchwassernetz substituiert werden. Die Kontrollen der Wasserqualität vielen geringer aus und die langen Trinkwasserleitungswege würden wegfallen.

Eine Wirtschaftlichkeit des betrachteten Konzepts wurde im Rahmen des Forschungsprojekts nicht betrachtet, da zum einen Widerstand vom Betreiber deutlich gemacht wurde und zum einen ein solches Unterfangen mit geringen Umsetzungswahrscheinlichkeiten eingeschätzt wurde.

In Sprendlingen-Gensingen liegt eine regionale Trinkwasserversorgung vor, die in seiner Darstellung als fortschrittlich und nachhaltig zu bezeichnen ist. Hier können lediglich Trinkwassereinsparmaßnahmen vorgeschlagen werden.

II.1.6.5 Ergebnisse im Handlungsfeld „Sekundärrohstoffe“

II.1.6.5.1 Bewertung Soll-Zustand im Handlungsfeld „Sekundärrohstoffe“

Autor: Eike Zender

Die Bewertung des Soll-Zustands im Handlungsfeld „Sekundärrohstoffe“ wurde analog zur beschriebenen Methodik des Kapitels II.1.6.1 durchgeführt. Hierzu wurden zunächst handlungsfeldspezifische „Best-Practice-Maßnahmen“ in Bezug auf die Messgrößen der entsprechenden Unterziele und Indikatoren formuliert. Diese sind nachfolgender Tabelle für das Handlungsfeld „Sekundärrohstoffe“ zu entnehmen.

Tabelle 87: Best-Practice-Maßnahmen in Abhängigkeit von Unterzielen im Handlungsfeld „Sekundärrohstoffe“
Quelle: Eigene Darstellung nach IZES gGmbH

Unterziele	Indikatoren	Messgröße	Best-Practice-Maßnahmen BP
Null Restmüll	Abfallaufkommen (Restmüll)	Restabfallaufkommen pro Kopf (kg/EW*a)	Abschaffung der Restmülltonne
Von Abfall zu Sekundär- und Tertiärressourcen	Abfallaufkommen (Gesamt)	Abfallaufkommen aus den Haushalten pro Kopf (kg/EW*a)	Abschaffung der Restmülltonne
Maximale Abfallvermeidung		Siedlungsabfallaufkommen pro Kopf (kg/EW*a)	Nutzung kommunaler Ressourcen (z.B. Klärschlamm) **(Ressourcenzentrum)**
Maximale Abfallverwertung	Abfallaufkommen (Wertstoffe)	Abfallaufkommen Bioabfall pro Kopf (kg/EW*a)	Regionale Verwertung und Vermarktung **(Ressourcenzentrum)**
Von der Entsorgungswirtschaft zur bedarfsorientierten Kreislaufwirtschaft		Abfallaufkommen Grünschnitt pro Kopf (kg/EW*a)	Optimierung Grünschnittverwertung **(Ressourcenzentrum)**
		Abfallaufkommen Altglas pro Kopf (kg/EW*a)	Optimierung Sammelsystem (verdichtetes Bringsystem, besser Holsystem) und Eigenvermarktung durch die Kommune **(Ressourcenzentrum)**
		Abfallaufkommen PPK pro Kopf (kg/EW*a)	Optimierung Sammelsystem (verdichtetes Bringsystem, besser Holsystem) und Eigenvermarktung durch die Kommune **(Ressourcenzentrum)**
		Abfallaufkommen Altholz pro Kopf (kg/EW*a)	Sammlung und Eigenvermarktung durch die Kommune **(Ressourcenzentrum)**
		Abfallaufkommen Kunststoffe pro Kopf (kg/EW*a)	Optimierung Sammelsystem **(Wertstofftonne)** und Eigenvermarktung durch die Kommune **(Ressourcenzentrum)**
		Abfallaufkommen Altmetall pro Kopf (kg/EW*a)	Sammlung und Eigenvermarktung durch die Kommune **(Ressourcenzentrum)**
	Abfallverwertung	Anteil verwerteter Abfälle am Gesamtsiedlungsabfallaufkommen (%)	Ressourcenzentrum
		- davon stofflich verwertet (%)	Ressourcenzentrum
		- davon energetisch verwertet (%)	Ressourcenzentrum
		Verwertungsquote der Abfälle aus Haushalten (%)	Ressourcenzentrum
	Abfallbeseitigung	Anteil beseitigter Abfälle am Gesamtsiedlungsabfallaufkommen (%)	Ressourcenzentrum

Auch die darauf aufbauenden Bewertungsschritte erfolgten nach Maßgabe der im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelten Methodik, dargestellt in Kapitel II.1.6.1.

Die Ergebnisse für das Handlungsfeld „Sekundärrohstoffe“ sind nachfolgender Tabelle zu entnehmen und beziehen sich dabei auf das methodische Vorgehen der Kapitel:

- II.1.6.1.1.1: Ermittlung der qualitativen Erfüllungsgrade ($E_{1\text{-Soll}}$),
- II.1.6.1.1.2: Ermittlung der quantitativen Erfüllungsgrade ($E_{2\text{-Soll}}$) sowie
- II.1.6.1.1.3: Berechnung des Nutzwertes im Soll-Zustand (N_{Soll}).

Tabelle 88: Nutzwerte der Best-Practice-Maßnahmen im Handlungsfeld „Sekundärrohstoffe“
Quelle: Eigene Darstellung nach IZES gGmbH

	Maximale regionale Wertschöpfungseffekte							Optimale Flächennutzung							Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen												
Best-Practice-Maßnahmen BP	K1	K2	K3	K4	K5	K6	$E_{1\text{-Soll}}$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	$E_{1\text{-Soll}}$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	$E_{1\text{-Soll}}$	$E_{1\text{-SUM}}$		$E_{2\text{-Soll}}$		N_{Soll}
Abschaffung der Restmülltonne	✓	✓	✗	✗	✗	✗	1	✓	✗	✓	✗	✓	✗	1	✓	✓	✓	✓	✓	✗	2	4	*	3	=	12
Abschaffung der Restmülltonne	✓	✓	✗	✗	✗	✗	1	✓	✗	✓	✗	✓	✗	1	✓	✓	✓	✓	✓	✗	2	4	*	3	=	12
Nutzung kommunaler Ressourcen (z.B. Klärschlamm) **(Ressourcenzentrum)**	✓	✓	✗	✗	✗	✗	1	✓	✗	✓	✗	✓	✗	1	✓	✓	✓	✓	✓	✗	2	4	*	3	=	12
Regionale Verwertung und Vermarktung **(Ressourcenzentrum)**	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	✗	✓	✗	2	✓	✓	✓	✓	✓	✗	2	7	*	3	=	21
Optimierung Grünschnittverwertung **(Ressourcenzentrum)**	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	✓	✓	✗	2	✓	✓	✓	✓	✓	✗	2	7	*	3	=	21
Optimierung Sammelsystem (verdichtetes Bringsystem, besser Holsystem) und Eigenvermarktung durch die Kommune **(Ressourcenzentrum)**	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✗	✓	✗	✗	✗	1	✓	✓	✓	✓	✓	✗	2	6	*	3	=	18
Optimierung Sammelsystem (verdichtetes Bringsystem, besser Holsystem) und Eigenvermarktung durch die Kommune **(Ressourcenzentrum)**	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✗	✓	✗	✗	✗	1	✓	✓	✓	✓	✓	✗	2	6	*	3	=	18
Sammlung und Eigenvermarktung durch die Kommune **(Ressourcenzentrum)**	✓	✓	✓	✗	✓	✗	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	✓	✓	✗	2	7	*	3	=	21
Optimierung Sammelsystem **(Wertstofftonne)** und Eigenvermarktung durch die Kommune **(Ressourcenzentrum)**	✓	✓	✓	✗	✓	✗	2	✓	✗	✓	✗	✗	✗	1	✓	✓	✓	✓	✓	✗	2	5	*	3	=	15
Sammlung und Eigenvermarktung durch die Kommune **(Ressourcenzentrum)**	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✗	✓	✗	✗	✗	1	✓	✓	✓	✓	✓	✗	2	6	*	3	=	18
Ressourcenzentrum	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	✗	✓	✗	2	✓	✓	✓	✓	✓	✗	2	7	*	3	=	21
Ressourcenzentrum	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	✗	✓	✗	2	✓	✓	✓	✓	✓	✗	2	7	*	3	=	21
Ressourcenzentrum	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✗	✓	✗	✗	✗	1	✓	✓	✓	✓	✓	✗	2	6	*	3	=	18
Ressourcenzentrum	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	✗	✓	✗	2	✓	✓	✓	✓	✓	✗	2	7	*	3	=	21
Ressourcenzentrum	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	9	*	3	=	27

II.1.6.5.2 Bewertung IST-Zustand im Handlungsfeld „Sekundärrohstoffe“

Autor: Eike Zender

Die Vergabe der qualitativen Erfüllungsgrade $E_{1\text{-IST}}$, bezogen auf die drei Oberziele, wurde entsprechend der im Basisjahr geltenden Ausgangssituation (Anlagenbestand) in den beiden Modellkommunen vorgenommen. Hierbei wurde geprüft, welche Kriterien (s. II.1.6.1.1) im Basisjahr bei der Potenzialerschließung bereits berücksichtigt wurden.

Für die Ermittlung der quantitativen Erfüllungsgrade $E_{2\text{-IST}}$ wurde die Punktvergabe unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Stoffstromanalyse und auf Grundlage einer quantitativen Bewertungshierarchie vorgenommen. Für jede Messgröße wird ein Zielerreichungsgrad im Verhältnis zum Bundesdurchschnitt (siehe unten) ermittelt und entsprechend der dargestellten Bewertungshierarchie bewertet.

Tabelle 89: Bewertungsgrundlage für beide Verbandsgemeinden im Handlungsfeld „Sekundärrohstoffe“
Quelle: Eigene Darstellung nach IZES gGmbH

Messgrößen	Bewertungsgrundlagen
Abfallmengen (Siedlungsabfall, Haushaltsabfall, Restmüll)	Ziel dieser Messgröße ist Abfallvermeidung
Wertstoffmengen (PPK, Glas, etc.)	Ziel dieser Messgröße ist ein hoher Grad der Wertstofferfassung
Quoten (z.B. Verwertungsquote)	Ziel dieser Messgröße ist abhängig von der Quote (Anzustreben sind hohe Erfassungsquote und geringe Beseitigungsquoten)

Tabelle 90: Bewertung der Zielerreichungsgrade für beide Verbandsgemeinden im Handlungsfeld „Sekundärrohstoffe“
Quelle: Eigene Darstellung nach IZES gGmbH

Punktevergabe	Zielerreichungsgrad
0	Schlechter als ø BRD
1	Ziel bis zu 50 % erreicht
2	Ziel bis zu 100 % erreicht
3	Besser als Zielvorgabe

Unter Maßgabe dieser Bewertungsergebnisse erfolgte die Zusammenführung in Form des Nutzwertes für den IST-Zustand (N_{IST}). Die Teil- und Gesamtergebnisse können, getrennt für die beiden Verbandsgemeinden, den nachfolgenden Tabellen entnommen werden.

Tabelle 91: Nutzwerte der Messgrößen im Ist-Zustand der VG Sprendlingen-Gensingen im Handlungsfeld „Sekundärrohstoffe“
Quelle: Eigene Darstellung nach IZES gGmbH

Bewertung des IST-Zustands der VG Sprendlingen-Gensingen				Maximale regionale Wertschöpfungseffekte	Optimale Flächennutzung	Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen						
Indikatoren	Messgröße	IST-Wert (2010)	Zielwert (2030)	$E_{1\text{-}IST}$	$E_{1\text{-}IST}$	$E_{1\text{-}IST}$	$E_{1\text{-}SUM}$		$E_{2\text{-}IST}$		N_{IST}
Abfallaufkommen (Restmüll)	Restabfallaufkommen pro Kopf (kg/EW*a)	123,0	47,1	0	0	1	1	*	2	=	2
Abfallaufkommen (Gesamt)	Abfallaufkommen aus den Haushalten pro Kopf (kg/EW*a)	559,3	543,8	0	0	0	0	*	0	=	0
	Siedlungsabfallaufkommen pro Kopf (kg/EW*a)	602,2	586,7	1	1	1	3	*	2	=	6
Abfallaufkommen (Wertstoffe)	Abfallaufkommen Bioabfall pro Kopf (kg/EW*a)	82,1	105,1	1	0	2	3	*	2	=	6
	Abfallaufkommen Grünschnitt pro Kopf (kg/EW*a)	130,2	144,1	1	1	2	4	*	1	=	4
	Abfallaufkommen Altglas pro Kopf (kg/EW*a)	36,7	39,6	0	0	2	2	*	1	=	2
	Abfallaufkommen PPK pro Kopf (kg/EW*a)	103,9	121,9	0	0	2	2	*	2	=	4
	Abfallaufkommen Altholz pro Kopf (kg/EW*a)	32,5	34,3	0	0	1	1	*	1	=	1
	Abfallaufkommen Kunststoffe pro Kopf (kg/EW*a)	24,3	37,9	0	0	1	1	*	2	=	2
	Abfallaufkommen Altmetall pro Kopf (kg/EW*a)	10,9	12,0	0	0	1	1	*	1	=	1
Abfallverwertung	Anteil verwerteter Abfälle am Gesamtsiedlungsabfallaufkommen (%)	70,3%	84,9%	0	1	2	3	*	3	=	9
	- davon stofflich verwertet (%)	48,6%	76,3%	1	1	2	4	*	0	=	0
	- davon energetisch verwertet (%)	51,4%	23,7%	1	0	1	2	*	3	=	6
	Verwertungsquote der Abfälle aus Haushalten (%)	97,7%	100,0%	0	0	1	1	*	3	=	3
Abfallbeseitigung	Anteil beseitigter Abfälle am Gesamtsiedlungsabfallaufkommen (%)	29,7%	15,1%	1	0	0	1	*	0	=	0

Tabelle 92: Nutzwerte der Messgrößen im Ist-Zustand der VG Rockenhausen im Handlungsfeld „Sekundärrohstoffe“
Quelle: Eigene Darstellung nach IZES gGmbH

Bewertung des IST-Zustands der VG Rockenhausen				Maximale regionale Wertschöpfungseffekte	Optimale Flächennutzung	Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen								
Indikatoren	Messgröße	IST-Wert (2010)	Zielwert (2030)	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-SUM}}$		$E_{2\text{-IST}}$		N_{IST}
Abfallaufkommen (Restmüll)	Restabfallaufkommen pro Kopf (kg/EW*a)	238,2	47,5	0	0	1	1	*	0	=	0
Abfallaufkommen (Gesamt)	Abfallaufkommen aus den Haushalten pro Kopf (kg/EW*a)	581,4	527,9	0	0	0	0	*	0	=	0
	Siedlungsabfallaufkommen pro Kopf (kg/EW*a)	609,4	555,9	1	1	1	3	*	2	=	6
Abfallaufkommen (Wertstoffe)	Abfallaufkommen Bioabfall pro Kopf (kg/EW*a)	0,0	90,6	1	0	2	3	*	0	=	0
	Abfallaufkommen Grünschnitt pro Kopf (kg/EW*a)	145,1	233,5	1	1	2	4	*	2	=	8
	Abfallaufkommen Altglas pro Kopf (kg/EW*a)	26,1	30,2	0	0	2	2	*	0	=	0
	Abfallaufkommen PPK pro Kopf (kg/EW*a)	95,1	117,8	0	0	2	2	*	2	=	4
	Abfallaufkommen Altholz pro Kopf (kg/EW*a)	29,1	26,9	0	0	1	1	*	3	=	3
	Abfallaufkommen Kunststoffe pro Kopf (kg/EW*a)	18,4	36,6	0	0	1	1	*	2	=	2
	Abfallaufkommen Altmetall pro Kopf (kg/EW*a)	5,9	9,5	0	0	1	1	*	0	=	0
Abfallverwertung	Anteil verwerteter Abfälle am Gesamtsiedlungsabfallaufkommen (%)	52,9%	98,6%	0	1	2	3	*	2	=	6
	- davon stofflich verwertet (%)	43,7%	74,4%	1	1	2	4	*	0	=	0
	- davon energetisch verwertet (%)	56,3%	25,6%	1	0	1	2	*	3	=	6
	Verwertungsquote der Abfälle aus Haushalten (%)	71,5%	100,0%	0	0	1	1	*	3	=	3
Abfallbeseitigung	Anteil beseitigter Abfälle am Gesamtsiedlungsabfallaufkommen (%)	47,1%	1,4%	1	0	0	1	*	0	=	0

II.1.6.5.3 Null-Emissions-Zielerreichungsgrad im Handlungsfeld „Sekundärrohstoffe“

Autor: Eike Zender

In einem letzten Schritt erfolgt die Berechnung des „Zielerreichungsgrad Null-Emission“ (**Z**). Nachstehend sind abschließend die Zielerreichungsgrade für beide Modellkommunen getrennt dargestellt einsehbar.

Tabelle 93: Zielerreichungsgrade der Messgrößen für die VG Sprendlingen-Gensingen im Handlungsfeld „Sekundärrohstoffe“
Quelle: Eigene Darstellung IZES gGmbH

Berechnung des NE-Zielerreichungsgrades der VG Sprendlingen-Gensingen		Maximale regionale Wertschöpfungseffekte	Optimale Flächennutzung	Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen											
Indikatoren	Messgröße	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-SUM}}$		$E_{2\text{-IST}}$		N_{IST}	N_{IST}		N_{Soll}		Z
Abfallaufkommen (Restmüll)	Restabfallaufkommen pro Kopf (kg/EW*a)	0	0	1	1	*	2	=	2	2	/	12	=	17%
Abfallaufkommen (Gesamt)	Abfallaufkommen aus den Haushalten pro Kopf (kg/EW*a)	0	0	0	0	*	0	=	0	0	/	12	=	0%
	Siedlungsabfallaufkommen pro Kopf (kg/EW*a)	1	1	1	3	*	2	=	6	6	/	12	=	50%
Abfallaufkommen (Wertstoffe)	Abfallaufkommen Bioabfall pro Kopf (kg/EW*a)	1	0	2	3	*	2	=	6	6	/	21	=	29%
	Abfallaufkommen Grünschnitt pro Kopf (kg/EW*a)	1	1	2	4	*	1	=	4	4	/	21	=	19%
	Abfallaufkommen Altglas pro Kopf (kg/EW*a)	0	0	2	2	*	1	=	2	2	/	18	=	11%
	Abfallaufkommen PPK pro Kopf (kg/EW*a)	0	0	2	2	*	2	=	4	4	/	18	=	22%
	Abfallaufkommen Altholz pro Kopf (kg/EW*a)	0	0	1	1	*	1	=	1	1	/	21	=	5%
	Abfallaufkommen Kunststoffe pro Kopf (kg/EW*a)	0	0	1	1	*	2	=	2	2	/	15	=	13%
	Abfallaufkommen Altmetall pro Kopf (kg/EW*a)	0	0	1	1	*	1	=	1	1	/	18	=	6%
Abfallverwertung	Anteil verwerteter Abfälle am Gesamtsiedlungsabfallaufkommen (%)	0	1	2	3	*	3	=	9	9	/	21	=	43%
	- davon stofflich verwertet (%)	1	1	2	4	*	0	=	0	0	/	21	=	0%
	- davon energetisch verwertet (%)	1	0	1	2	*	3	=	6	6	/	18	=	33%
	Verwertungsquote der Abfälle aus Haushalten (%)	0	0	1	1	*	3	=	3	3	/	21	=	14%
Abfallbeseitigung	Anteil beseitigter Abfälle am Gesamtsiedlungsabfallaufkommen (%)	1	0	0	1	*	0	=	0	0	/	27	=	0%

Tabelle 94: Zielerreichungsgrade der Messgrößen für die VG Rockenhausen im Handlungsfeld „Sekundärrohstoffe“
Quelle: Eigene Darstellung IZES gGmbH

Berechnung des NE-Zielerreichungsgrades der VG Rockenhausen		Maximale regionale Wertschöpfungseffekte	Optimale Flächennutzung	Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen												
Indikatoren	Messgröße	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-SUM}}$		$E_{2\text{-IST}}$		N_{IST}	N_{IST}		N_{Soll}		Z
Abfallaufkommen (Restmüll)	Restabfallaufkommen pro Kopf (kg/EW*a)	0	0	1	1	*	0	=	0	0	/	12	=	0%
Abfallaufkommen (Gesamt)	Abfallaufkommen aus den Haushalten pro Kopf (kg/EW*a)	0	0	0	0	*	0	=	0	0	/	12	=	0%
	Siedlungsabfallaufkommen pro Kopf (kg/EW*a)	1	1	1	3	*	2	=	6	6	/	12	=	50%
Abfallaufkommen (Wertstoffe)	Abfallaufkommen Bioabfall pro Kopf (kg/EW*a)	1	0	2	3	*	0	=	0	0	/	21	=	0%
	Abfallaufkommen Grünschnitt pro Kopf (kg/EW*a)	1	1	2	4	*	2	=	8	8	/	21	=	38%
	Abfallaufkommen Altglas pro Kopf (kg/EW*a)	0	0	2	2	*	0	=	0	0	/	18	=	0%
	Abfallaufkommen PPK pro Kopf (kg/EW*a)	0	0	2	2	*	2	=	4	4	/	18	=	22%
	Abfallaufkommen Altholz pro Kopf (kg/EW*a)	0	0	1	1	*	3	=	3	3	/	21	=	14%
	Abfallaufkommen Kunststoffe pro Kopf (kg/EW*a)	0	0	1	1	*	2	=	2	2	/	15	=	13%
	Abfallaufkommen Altmetall pro Kopf (kg/EW*a)	0	0	1	1	*	0	=	0	0	/	18	=	0%
Abfallverwertung	Anteil verwerteter Abfälle am Gesamtsiedlungsabfallaufkommen (%)	0	1	2	3	*	2	=	6	6	/	21	=	29%
	- davon stofflich verwertet (%)	1	1	2	4	*	0	=	0	0	/	21	=	0%
	- davon energetisch verwertet (%)	1	0	1	2	*	3	=	6	6	/	18	=	33%
	Verwertungsquote der Abfälle aus Haushalten (%)	0	0	1	1	*	3	=	3	3	/	21	=	14%
Abfallbeseitigung	Anteil beseitigter Abfälle am Gesamtsiedlungsabfallaufkommen (%)	1	0	0	1	*	0	=	0	0	/	27	=	0%

II.1.6.5.4 Maßnahmenempfehlung im Handlungsfeld Sekundärrohstoffe

Autoren: Marion Graupner, Andreas Klein, Mike Speck

Auf der Grundlage der bisherigen Ausführungen wurden für die beiden Verbandsgemeinden neue Ansätze und Nutzungskonzepte entwickelt, welche in einem ersten Schritt auf die endogenen Ressourcen und Stoffströme im Sinne einer "Inselbetrachtung" ausgerichtet waren.

Die neuen Nutzungskonzepte beziehen sich dabei auf die bestehenden Schwachstellen und Optimierungspotenziale des bestehenden Abfallwirtschaftssystems. Auf dieser Basis wurden mögliche Lösungsansätze erarbeitet und mit den lokalen Akteuren sowie Teilprojekt-übergreifend diskutiert und anhand konkreter Beispiele (Next-Practice-Projekte) angewandt. Das übergeordnete Ziel war es dabei, die Stoffströme der Verbandsgemeinden zukünftig möglichst effizient regional zu nutzen, um somit einen Beitrag zu einer nachhaltigen Regionalentwicklung sowie zur Zero-Emission-Strategie leisten zu können.

Die entwickelten Optimierungsmaßnahmen lassen sich wie folgt clustern:

1. **Konzepte zur Abfallvermeidung**

   - intelligente Produktwahl beim Einkaufen fördern (z. B. nachhaltiges Produkt- u. Verpackungsdesign)
   - regionale Produkte (Hofladen), Abkommen mit Einzelhandel zur Förderung des Konsums regionaler Produkte (Vermeidung von Transport- und Umverpackungen)
   - Gebrauchtwarenmarkt, Verleih/Sharing von Gebrauchsgütern
   - Wertstatt/Tauschbörse für Gebrauchtwaren (z. B. Möbel, Elektrogeräte)
   - Sharing/Verleihservice von Gebrauchsgütern
   - Nutzung von entsorgten Lebensmitteln (z. B. App zur Bereitstellung/Tausch von übrigen/überschüssigen Lebensmitteln)

2. Neue technische Verwertungsstrategien

- Ressourcen-/Wertstoffzentrum innerhalb der VG zur Nutzung regionaler Stoffströme (z. B. Klärschlamm, Grünschnitt, Stroh)
- eigene kommunale ‚Sortieranlage'
- Eigenvermarktung von Wertstoffen
- innovative Abfallerfassungs- u. Trennsysteme (z. B. Restmüllentsorgung als Bringsystem, Wertstoffinseln als Unterflursysteme statt eigener Tonnen)
- gemeinsame Behandlung von org. Abfällen, Abwasser, Klärschlamm und Biomassen aus Land- und Forstwirtschaft → Erzeugung von Terra-Preta, Dünger, Energie
- Nutzung von Kompost/Gärresten Preta auf Flächen innerhalb der VG
- nachhaltiges Bauen (ressourcenschonend, umweltverträglich, energieeffizient, flächensparend), Einsatz von Recycling-Baustoffen
- Konzept zur Bauabfallvermeidung und -verwertung
- Multifunktionale Flächennutzungskonzepte (z. B. Naherholung, Biomasseproduktion, Ausbringung von Gärresten/Kompost/Terra Preta, Naturschutz/Biotop)

3. Identifizierung u. Verfügbarmachung von anthropogenen Rohstofflagern

- Baumaterialien
  - detaillierte Gebäudepläne mit Angaben der verbauten Rohstoffe → Rohstoffkataster
  - kontrollierter Rückbau
  - Einsetzbarkeit/Eignung von Sekundärbaustoffen
  - nachhaltiges Bauen/Sanieren von Gebäuden fördern
  - Geordneter Rückbau
- Deponien
  - Urban Mining → Rohstoffkataster, Erschließung von Altdeponien
- Konsumgüter
  - Wertstätten/Tauschbörsen (Lebenszyklen von Gütern verlängern)

4. Einbindung von Bürgern und Akteuren, Bewusstseinsbildung, Sensibilisierung

- Konsequente Vermeidung des Abfallbegriffs (statt Abfall Sekundär- und Tertiärressourcen)
- Bildung von Genossenschaften; Abrechnung von Nebenkosten: Berücksichtigung und Ausweisung des ökologischen Fußabdrucks u. des sozialen Engagements
- Gemeinschaftsgärten (Urban Gardening)
- Beteiligung und Sensibilisierung der Bewohner (Konsumverhalten, Umweltbewusstsein)
- Kulturcafés für gemeinschaftliche Veranstaltungen (z. B. Kulturabende, Stammtisch, Arbeitsgruppen zu Umweltthemen)
- Green Events: Veranstaltungen zur Förderung des Umweltbewusstseins und eines nachhaltigen Konsumverhaltens (Abfallvermeidung Wasser-/Energieverbrauch)

- Green School/ökopädagogische Bildungsarbeit zur Förderung eines nachhaltigen Lebensstils
- Schaffung und Einbindung einer Regionalwährung

5. **Entsorgungsstruktur/-logistik**

   - Kommunale Entsorgung anstreben (Übernahme von Aufgaben und Zuständigkeiten von dem örE, interkommunale Kooperation etc.)

6. **Lenkungsinstrumente → Finanzen, rechtlicher Rahmen**

   - Regionaler Zertifikate-Handel („Null-Emissions-Zertifikate“)
   - Anpassung der rechtlichen Rahmenbedingungen zur Förderung der kommunalen Ansätze

Die Einzelmaßnahmen wurden – soweit möglich – im Rahmen der beiden Next-Practice-Projekte „Null-Emissions Wohngebiet in Gensingen“ und „Vom Wertstoffhof zum Ressourcenzentrum“ konkretisiert und ausgearbeitet.

Nachfolgend werden die Maßnahmen kurz beschrieben.

II.1.6.5.4.1 Nachhaltiges Bauen

Das Gesamtkonzept des nachhaltigen Bauens berücksichtigt bei der Planung, Realisierung, Nutzung und dem Rückbau von Gebäuden gleichermaßen Aspekte der Nachhaltigkeit in den Bereichen Ökologie, Ökonomie und Gesellschaft. Dies beinhaltet die Vermeidung von Umwelt- und Gesundheitsbelastungen, die Minimierung des Energie- und Ressourcenverbrauchs, eine nachhaltige Flächennutzung, eine Verbesserung der Gesamtwirtschaftlichkeit sowie eine hohe soziokulturelle und funktionale Qualität (*BMVBS, 2013*). Der Betrachtungsrahmen innerhalb des Teilprojekts 4 ‚Abfälle & Sekundärrohstoffe‘ fokussiert in diesem Zusammenhang den Einsatz nachhaltiger Baustoffe.

Nachhaltigkeitsaspekte bei der Wahl der Baustoffe

In Bezug auf den Lebenszyklus von Bauprodukten sind folgende Faktoren relevant und sollten aus Nachhaltigkeitsaspekten bei der Wahl der Baustoffe Berücksichtigung finden:

- Eine umwelt- und ressourcenschonende Gewinnung und Herstellung der Baustoffe
- Kurze Transportwege der Baustoffe zu ihrem Einsatzort
- Eine möglichst lange Nutzungsphase durch eine hohe Lebensdauer und reparatur-/sanierungsfreundliche Materialien
- Erleichterung der Kreislaufrückführung durch homogene, leicht trennbare, schadstofffreie Baumaterialien

Aus ökologischer Sicht besonders empfehlenswerte Baustoffe sind nachhaltig erwirtschaftete bzw. heimische **Holzprodukte** und **Naturstoffe**. Holzprodukte und Naturstoffe sollten schadstoffgeprüft sein, da es bei behandelten Produkten (z. B. mit Holzschutzmitteln) während der Nutzungsphase zu Schadstoffemissionen in die Raumluft kommen kann. Unter den Naturstoffen zeichnet sich Lehm durch seine feuchtigkeitsregulierenden und wärmedämmenden Eigenschaften aus.

Anstelle konventioneller Materialien wie z. B. Polystyrol kommen für die Wärmedämmung von Gebäuden **nachwachsende Rohstoffe** oder **Dämmstoffe aus Recyclingmaterialien** (z. B. Zellulose,

Stroh) infrage. In Tabelle 95 sind im Vergleich die Wärmeleitfähigkeit, Preise und die mit Herstellung verbundenen CO_2-Emissionen dargestellt. In ihren Dämmeigenschaften sind die alternativen Dämmstoffe mit denen der konventionellen Materialien vergleichbar. Der Preis liegt im Schnitt etwa zwei- bis viermal so hoch. Hinsichtlich der CO_2-Emissionen fällt die ökologische Bewertung zugunsten der nachwachsenden Rohstoffe aus.

Tabelle 95: Eigenschaften von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen und konventionelle Materialien im Vergleich
Quelle: FNR, 2014; Günther, 2014; LfU Bayern, 2013

Dämmstoff	Wärmeleitfähigkeit. [W/mK]	Preisspanne [€/m²]	CO_2-Emissionen bei der Herstellung. [kg/m³]
Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen			
Holzfaser (flexibel)	0,04-0,055	27-31	30,05-60,10
Flachsfaser	0,04	17-35	30,05-48,08
Hanffaser	0,04-0,05	10-30	30,05-48,08
Schafwolle	0,035-0,045	15-25	24,04-48,08
Kokosfaser	0,04-0,05	35-55	-
Schilf	0,045-0,055	10-22	-
Kork	0,04-0,05	20-36	-
Zellulosefaser	0,04-0,045	8-21	42,07-60,10
Konventionelle Materialien			
Polystyrol, EPS	0,035-0,045	5-20	120,20-456,76
Polystyrol, XPS	0,035-0,045	18-30	270,45-601,00
Mineralwolle	0,035-0,05	10-20	90,15-300,50
Polyurethan	0,02-0,025	10-20	480,80-901,50

Die angegebenen Preise, die auf Literaturangaben basieren, sollen lediglich Tendenzen aufzeigen. In Abhängigkeit verschiedener Faktoren wie Plattenformaten, Mengenabnahmen etc. können die Preise erheblich schwanken. Die Materialpreise für den konkreten Anwendungsfall sind bei Fachbetrieben für Dämmungen zu erfragen.

Gütezeichen für nachhaltige Baustoffe

Für Baustoffe existiert mittlerweile eine Vielzahl an *Gütezeichen*, die umwelt- und gesundheitsverträgliche Eigenschaften der Produkte bescheinigen. Diese können bei der Auswahl der Bauprodukte eine Entscheidungshilfe sein, jedoch sind die jeweiligen Prüfkriterien und -bedingungen zu beachten. Die Prüfung kann sich dabei auf einzelne Aspekte des jeweiligen Produkts beschränken (z. B. Schadstoffemissionen während der Nutzungsphase) oder auf den gesamten Lebenszyklus beziehen. Die Prüfkriterien basieren häufig auf gesetzlichen Vorgaben, gültigen Normen oder Richtlinien; teilweise gehen sie auch über die gesetzlichen Anforderungen hinaus. Entscheidend ist auch, wer das Umweltzeichen vergibt bzw. ob die Prüfung durch ein neutrales, unabhängiges Prüfinstitut erfolgt. Die Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. hat in einer Übersichtstabelle gängige Umweltzeichen für Bauprodukte inkl. der Prüfkriterien zusammengefasst (*FNR, 2010*). Insbesondere sind darunter *natureplus* und der *Blaue Engel* zu nennen (vgl. Abbildung 77). Das *natureplus*-Zertifikat wird durch den gleichnamigen Verein seit 2002 vergeben. Alle ausgezeichneten Produkte müssen zu mindestens 85 % aus nachwachsenden und/oder mineralischen Rohstoffen bestehen. Die Basiskriterien für Produktgruppen berücksichtigen die Gesundheitsverträglichkeit, Umweltverträglichkeit und Gebrauchstauglichkeit. Auf der *natureplus*-Webseite sind nach Kategorien alle zertifizierten Produkte

aufgeführt. [WEBSITE NATUREPLUS] Der *Blaue Engel* – das älteste und bekannteste Umweltzeichen - wird durch die RAL gGmbH geprüft und auf Grundlage der Kriterien des Umweltbundesamtes vergeben. Es kennzeichnet Bauprodukte, die im Vergleich zu anderen Produkten mit dem gleichen Gebrauchszweck als besonders umwelt- und gesundheitsfreundlich gelten.

Abbildung 77: Die Gütezeichen „natureplus“ und der „Blaue Engel“ deklarieren umweltgeprüfte Bauprodukte
Quelle. http://www.natureplus.org; https://www.blauer-engel.de

Recycling von Baustoffen

Bau- und Abbruchabfälle machen den größten Anteil der Abfallströme in Deutschland aus (*MWKEL RLP, LUWG RLP; 2012*). Deren Vermeidung sowie die Rückführung als Sekundärressourcen in den Stoffkreislauf können daher einen wesentlichen Beitrag zur Verringerung von Umweltbelastungen und Einsparung von Ressourcen leisten.

Für die Beurteilung von Baumaterialien im Hinblick auf Rückbaubarkeit und Recyclingfreundlichkeit wurde vom Bundesministerium für Bau, Verkehr und Stadtentwicklung (BMVBS) ein *Kriteriensteckbrief (Nr. 42 „Rückbaubarkeit, Recyclingfreundlichkeit“)* mit einer Checkliste entwickelt, die als Hilfestellung dienen kann. Der Kriteriensteckbrief steht auf der unten angegebenen Webseite des BMVBS zur Verfügung. [WEBSITE NACHHALTIGESBAUEN]

Die Gewinnung von mineralischen Primärrohstoffen ist mit Eingriffen in den Natur- und Landschaftshaushalt und infolge des Transportaufwands mit Umweltbelastungen verbunden. Durch die Wiederaufbereitung von Bau- und Abbruchmaterialien zu **Recycling-Baustoffen** (kurz: RC-Baustoffen) werden im Sinne des „Urban Minings“ Stoffkreisläufe geschlossen und die natürlichen Rohstoffressourcen geschont. RC-Baustoffe werden derzeit zum überwiegenden Teil im Straßen- und Wegebau eingesetzt. Weitere Anwendungen liegen im Erdbau, im Garten- und Landschaftsbau und zunehmend auch als Gesteinskörnungen für die Herstellung von Beton. RC-Baustoffe müssen dieselben bautechnischen Anforderungen erfüllen wie konventionelle Baustoffe. Bei RC-Baustoffen werden zusätzlich noch umweltrelevante Merkmale untersucht, d. h. Schadstoffe im Feststoff und deren Lösungsverhalten. [MUFV RLP 2010]; [LUWG RLP 2010]

Im „Bündnis Kreislaufwirtschaft auf dem Bau“ wurde das „System der Gütesicherung Rheinland-Pfalz“ vereinbart, welches sowohl die bautechnische als auch umwelttechnische Bewertung der RC-Baustoffe umfasst. [MWKEL RLP 2010] Es besteht im Einzelnen aus:

- dem Eignungsnachweis, bestehend aus einer Erstprüfung und Betriebsbeurteilung, die durch eine anerkannte Prüfstelle durchgeführt werden
- der vom Hersteller durchzuführenden werkseigenen Produktionskontrolle und

- der Fremdüberwachung, bestehend aus einer Prüfung des Produktes nach bautechnischen und umwelttechnischen Kriterien sowie einer Beurteilung der werkseigenen Produktionskontrolle durch eine vom Land anerkannte Prüfstelle.

Gemäß dem System der „Gütesicherung Rheinland-Pfalz“ unterliegen hergestellte RC-Baustoffe folgenden Bestimmungen [MWKEL RLP 2010]; [LUWG RLP 2010]; [BENSON 2012]:

- Sie müssen nach dem Verfahren der Güteüberwachung der *TLG SoB-StB* überwacht werden.
- Sie müssen in Abhängigkeit vom Anwendungszweck die Baustoffanforderungen der
    - *TL SoB-StB* in Verbindung mit der *TL Gestein-StB*
    - *TL BuB E-StB* als Mindesteinforderung einhalten
- Sie haben bezüglich der umwelttechnischen Anforderungen den technischen Regeln der *LAGA M20* zu entsprechen

Das Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht führt eine Liste der Produzenten von RC-Baustoffen, die dem System „Gütesicherung Rheinland-Pfalz“ angehören. [LUWG RLP 2014] Aufgeführt ist darunter auch die Fa. Gaul GmbH, die in Sprendlingen ansässig ist.

Recycling-Architektur

In einigen bereits umgesetzten ökologischen Wohnsiedlungen wurden auch gestalterisch-ästhetische Aspekte wie z. B. Licht- und Farbkonzepte zur Erhöhung der Attraktivität der Wohnanlagen berücksichtigt. Mit Bezug zum Teilprojekt 4 ‚Abfälle & Sekundärrohstoffe‘ kann durch den Einsatz von Recyclingmaterialien als gestaltende Elemente (sog. **Recycling-Architektur**) eine optische Aufwertung der Wohnsiedlung und gleichzeitig eine Bewusstseinsbildung bezüglich Themen wie Abfallvermeidung, nachhaltiger Konsum und Ressourcenschonung erreicht werden. Möglich ist der Einsatz von Recyclingmaterialien als bautechnische Elemente der Gebäude sowie zur Gestaltung der Außenanlagen (Sitzgelegenheiten, Wegbegrenzungen, Beete, Spielplätze, reine Kunstobjekte etc.). Auch hier gibt es bereits Praxisbeispiele, wie z. B. der Einsatz von recycelten Schiffscontainern als Gebäudeelemente in London. In einem Projekt der niederländischen Architekten-Gemeinschaft ‚Superuse Studios‘ wurden u. a. eine Villa und ein Kinderspielplatz aus recycelten Altmaterialien gestaltet. Bei Gebäuden, die nach dem sog. ‚Earthship‘-Prinzip bereits an mehreren Standorten weltweit realisiert wurden, wird über den Einsatz von recycelten Siedlungsabfällen als Baustoffe (z. B. Altreifen, Flaschen) hinaus sogar eine völlige Autarkie hinsichtlich Wärme, elektrischer Energie, Wasser und Abwasser angestrebt.

Die Entwicklung und Umsetzung entsprechender Maßnahmen innerhalb der Wohnsiedlung ist im Rahmen gemeinschaftlicher Projekte unter Beteiligung der Bewohner denkbar. Die aktive Mitgestaltung trägt zur Bewusstseinsbildung bei und steigert die Identifikation der Bewohner mit der Siedlung. Darüber hinaus ist durch die Recycling-Elemente das ‚Null-Emissions-Ziel‘ dauerhaft präsent in der Wohnsiedlung und das Interesse der Öffentlichkeit wird geweckt.

II.1.6.5.4.2 Innovative Abfallerfassungssysteme

Verdichtetes Bringsystem

Um die Vorteile von Hol- und Bringsystemen zu vereinen, stellt die Einführung eines **verdichteten Bringsystems** anstelle eines klassischen Holsystems mit individuell nutzbaren Abfallbehältern eine

interessante Option dar. Durch die höhere Motivation zur Trennung könnten so höhere Wertstoffqualitäten, höhere Wertstofferfassungsquoten und geringere Restmüllmengen erreicht werden. Der Ansatz eines verdichteten Bringsystems wurde bereits Ende der 1990er-Jahre in der nordrhein-westfälischen Stadt Radevormwald im Rahmen eines Modellprojekts erprobt. [GALLENKAMPER ET AL. 1993]

Unterflursysteme

Ein weiterer innovativer Ansatz bei der Abfallerfassung sind sog. **Unterflursysteme**. Für die Bringsysteme sind in Deutschland klassischerweise oberirdische Container verbreitet. Letztere sind häufig mit Lärm- und Geruchsbelästigungen für die Anwohner verbunden, beanspruchen eine entsprechende Stellfläche und bergen die Gefahr von illegalen Müllablagerungen. Bei Unterflurcontainern besteht das Sammelsystem aus einem unterirdischen Container mit einem Fassungsvermögen zwischen 3.000 bis 5.000 Liter, einer Gehwegplattform und einer oberirdischen Einwurfsäule (vgl. Abbildung 78 und Abbildung 79). Der Vorteil besteht darin, dass die Unterflursysteme bei einem großen Fassungsvermögen gleichzeitig einen geringen Flächenbedarf haben und sich ästhetisch in die Umgebung einfügen. Beispielsweise beansprucht ein 3.000 Liter fassender Unterflurcontainer nur etwa 4 m², wohingegen die entsprechende Anzahl an 1.100 Liter Behältern mindestens 8 m² Standfläche benötigt. [HEINCKE 2012] Ein Unterflurcontainer mit einem Fassungsvermögen von 5.000 Liter könnte ca. 40 Hausmülltonnen à 120 Liter ersetzen. [SRH 2013]

Von Herstellern werden Unterflursysteme für die Erfassung von Restmüll und für die Wertstofffraktionen PPK, Altglas, LVP und Altmetalle angeboten. Einzelne Hersteller haben auch bereits spezielle Systeme für die Erfassung von Bioabfall entwickelt, die zusätzlich mit wechselbaren Auffangbehältern für Flüssigkeiten ausgestattet sind (z. B. EUROPAbio, H & G Entsorgungssysteme GmbH). Für Unterflurcontainer zur Erfassung von Altglas wurden spezielle Systeme zur Verringerung der Lärmbelästigung (z. B. durch Fallbremsen im Inneren der Container) entwickelt. Zudem sind die Säulen durch die niedrigere Einwurfhöhe (ca. 1 m) auch ohne Probleme für Kinder oder Rollstuhlfahrer erreichbar. Zusätzlich kann nach Bedarf eine Systemsicherung installiert werden, sodass nur die Bewohner Zugang zu den Behältern haben.

Abbildung 78: links: Unterflur-Sammelbehältersysteme für Altglas; rechts: Funktionsschema für Altglas-Unterflurcontainer

1 = Einwurfschacht, 2 = Sammelbehälter, 3 = Fundamentbehälter, 4 = Fallbremsen, 5 = Sicherheitsebene (Modell Europa; H & G Entsorgungssysteme GmbH

Um Unterflursysteme installieren zu können, müssen bestimmte Standplatzbedingungen erfüllt sein (vgl. Tabelle 96). In Neubaugebieten ist die Auswahl eines geeigneten Standortes etwas flexibler, da

i. d. R. mehr Fläche zur Verfügung steht. In jedem Fall muss der unterirdische Container problemlos für das Entsorgungsfahrzeug erreichbar sein. Die Entfernung zur Abfuhrstraße sollte nicht mehr als 10 Meter betragen. Weiterhin ist zu beachten, dass um die Unterflurbehälter keine größeren Bäume gepflanzt werden. Damit der Kran problemlos an die Behälter kommt, ist eine lichte Höhe von mindestens 8 Metern über den Einwurfschächten notwendig. Zudem muss die Fahrbahn bestimmte Voraussetzungen erfüllen, um dem Entsorgungsfahrzeug einen ungehinderten Zugang zu ermöglichen. Vor Einbau der Systeme muss darüber hinaus sichergestellt sein, dass keine unterirdischen Versorgungsleitungen, Kabel oder Ähnliches verlaufen. Die konkrete standortabhängige Planung erfolgt dann in Abstimmung mit den Systemanbietern.

Tabelle 96: Standortgegebene Voraussetzungen für die Installation von Unterflurbehältersystemen
Quelle: Heincke 2012

Standplatzbedingungen
• max. 10 Meter vom Fahrbahnrand • 8 Meter lichte Höhe über den Einwurfschächten • Aushubgeeignete Beschaffenheit des Untergrundes • Keine Versorgungsleitungen oder Kabel bis 3,60 Meter Tiefe • Gesamtlast der Fahrbahn von 26 Tonnen bzw. 11 Tonnen Einzelachslast • Fahrbahnbreite von mind. 3,50 Meter und eine Durchfahrtshöhe von 4,00 Meter • Rangier- und Wendefläche von 19 Metern

Grundsätzlich ist bei der Anschaffung von Unterflursystemen abzuklären, ob die Entleerung mit den herkömmlichen Entsorgungsfahrzeugen bewerkstelligt werden kann oder unter Umständen eine Aufrüstung dieser Fahrzeuge oder eine Neuanschaffung spezieller Fahrzeuge notwendig ist. Die Entleerung der Unterflurcontainer erfolgt mit entsprechender Kranvorrichtung (Abb. 6). Die Kranvorrichtungen können dabei mit dem benötigten Aufsatz für den Entleerungsmechanismus (z. B. Kinshofer-System, Hakensystem) individuell bestückt werden (vgl. Abbildung 79).

Abbildung 79: links: Leerung eines Unterflurcontainers; rechts: Sicherheitsplattform beim Leerungsvorgang
Quelle: links: BSR, 2011; rechts: Uthof Consulting, 2014
Zur Leerung werden die Unterflurcontainer mit einem Kran angehoben. Während des Leerungsvorgangs ist der Untergrundbehälter mit einer Sicherheitsplattform verschlossen.

Nach Literaturangaben liegen die Betriebskosten für Unterflurbehältersysteme nicht wesentlich über denen der oberirdisch aufgestellten Wertstoffbehälter, da geringere Reinigungsarbeiten anfallen und die Leerungsintervalle länger sind. [TREND:RESEARCH 2013]; [WÜRZ 2000] Die Stadtreinigung Hamburg gibt in einem Rechenbeispiel für 26 Benutzereinheiten an, dass die monatlichen Gebühren für die

Restmüllentsorgung über Unterflurcontainer (3.000 Liter) gegenüber klassischen Restmüllgefäßen (120 Liter) um 7,5 % gesenkt werden können. [SRH 2011] Die zusätzlichen Bauteile der Unterflurbehälter sowie das Ausheben der Baugrube erhöhen jedoch die Investitionskosten. In der Regel werden die Systemkosten über Satzungsgebühren finanziert, die Kosten für erforderliche Tiefbaubauarbeiten (Baugrube und wasserundurchlässiger Betonschacht) trägt der Grundeigentümer bzw. die Wohnungsunternehmen. [HEINCKE 2012]

Rechtlich kommen Unterflursysteme in Betracht, wenn sie in die jeweiligen Abfallsatzungen aufgenommen wurden. Nach § 5 der Abfallwirtschaftssatzung des Landkreis Mainz-Bingen sind derzeit für die Restmüllentsorgung nur Großbehälter mit einem Fassungsvermögen von 5 m³ aufgeführt (*LK Mainz-Bingen, 2011*). Bedingt durch die Überlassungspflichten nach KrWG § 17 kann die Etablierung von Unterflursystemen nur in Abstimmung mit dem öffentlich-rechtlichen Entsorger erfolgen (für nähere Ausführungen zu den Überlassungspflichten siehe Teilprojekt 7).

Verursachergerechte Abrechnung nach Abfallaufkommen

In aller Regel werden in Mehrfamilienhäusern die Gebühren für die Abfallentsorgung über die Nebenkosten abgerechnet. Das Abfallaufkommen der einzelnen Haushalte findet dabei keine Berücksichtigung. Eine verursachergerechte Abrechnung ist über sog. **Müllschleusen** möglich. Bei diesem System ist eine Identifizierung der Abfallbehälter einschließlich der Bestimmung des Abfallvolumens bzw. -gewichts möglich. Per Transponder erhalten die Bewohner Zugang zur Schleuse, über die durch Erfassung des Abfallgewichts oder -volumens eine verursachergerechte Abfallerfassung ermöglicht wird (vgl. Abbildung 80). Auf diese Weise soll neben der Minimierung der Restmüllmengen eine verursachergerechte Umlage der Abfallgebühren auf die einzelnen Haushalte erreicht werden.

Von Herstellern werden passend für standardisierte Abfallbehälter der örtlichen Entsorger (240 bis 1.100 Liter Abfallbehältervolumen) verschiedene Ausführungen der Müllschleusen angeboten. Die Volumina für die Klappengrößen reichen von 5 bis 20 Litern. [WEBSITE INNOTEC]

Abbildung 80: Müllschleusensysteme sind kompatibel mit standardisierten Abfallgroßbehältern des örtlichen Entsorgers
Quelle: imvisio GmbH 2014

Anwendungserfahrungen zeigen, dass trotz zusätzlicher Kosten für die Einzelabrechnung, die Leasinggebühren und die Wartung der Anlagen Einsparungen möglich sind. Beispielsweise wurden mit dem Ziel einer gerechteren Umlage der Abfallgebühren in einem Wohnpark in der brandenburgischen Mittelstadt Eisenhüttenstadt im Jahr 2011 Müllschleusen in Betrieb genommen. Durch die Einführung der Müllschleusen haben sich laut Angaben der Wohnungsbaugenossenschaft Kostenersparnisse zwischen 20 bis 30 Prozent beim Mieter ergeben. [NEISER 2014] Auch von einem besseren Mülltrennverhalten der Mieter wird dort berichtet.

Um die Vorteile von Müllschleusen und Unterflursystemen zu vereinen, ist auch eine Kombination beider Systeme denkbar. So ließen sich gleichzeitig Kosten reduzieren, Gebühren gerechter gestalten, Flächen auf den Grundstücken einsparen, und Verschmutzungen der Sammelstellen durch Müllablagerungen vermeiden. [WÜRZ 2000] Praxisbeispiele finden sich hierzu nicht in der Literatur. Ob die Kombination technisch umgesetzt werden kann, kann nur in Rücksprache mit den Systemherstellern geklärt werden.

Abfallerfassung über Vakuumsystem

Die Abfallerfassung über individuelle Abfalltonnen bei konventionellen Holsystemen hat den Nachteil, dass die Entsorgungsfahrzeuge alle Haushalte anfahren müssen. Dies ist mit Lärmbelästigungen und in dicht bebauten Wohngebieten mit Sicherheitsrisiken für die Bewohner verbunden. In Schweden wurde aus diesen Gründen durch die Fa. Envac ein System entwickelt, bei dem die Abfälle aus dem Haushalten über unterirdische Leitungen mithilfe eines Vakuums transportiert werden. Mit Ausnahme von Altglas können aus technischer Sicht alle Haushaltsfraktionen per Vakuumsystem erfasst werden. [ENVAC 2014] In Schweden wird dies i. d. R. für Restabfall, organische Abfälle und Altpapier praktiziert. Die Abfälle aus den Haushalten gelangen über Einwurfschächte in den Wohngebäuden oder Einwurfsäulen im Eingangsbereich zunächst in unterirdische Sammelcontainer, von dem aus sie per Vakuumpumpe mit ca. 70 km/h angesaugt werden. Unterschieden wird zwischen mobilen und stationären Vakuumtransportsystemen. Beim mobilen Transportsystem wird der Abfall an ausgewählten Andockstellen am Rohrnetzende direkt in einen Lastwagen gesogen, der ihn dann abtransportiert. Beim stationären System wird der Abfall über das Rohrleitungsnetz von mehreren Abschnitten in zentrale Sammel-Container befördert und von dort aus abtransportiert. Die Luft wird gefiltert. Ein besonderer Vorteil ist die Flexibilität des Systems, da der Abfall 24 Stunden am Tag abtransportiert werden kann. Die Einwurfschächte und -säulen sind platzsparend und fügen sich ästhetisch in die Wohnsiedlungen ein. Das System ist vollautomatisiert und erfordert daher nur geringfügig manuellen Aufwand. Ein Nachteil ist, dass es in den Rohren gelegentlich zu Verstopfungen kommen kann, die dann manuell entfernt werden müssen. Die Investitionskosten für das Vakuumsystem sind gegenüber konventionellen Abfallsystemen höher, jedoch werden geringere Gesamtkosten durch den geringen Aufwand für Betrieb und Instandhaltung vorausgesagt. Nicht geklärt werden konnte, inwieweit zusätzliche Investitionen für die Aufrüstung von Entsorgungsfahrzeugen bzw. Neuanschaffung von Spezialfahrzeugen notwendig sind. Nach Aussagen des schwedischen Herstellers Envac ist ein stationäres Vakuumsystem ab ca. 350 Wohneinheiten wirtschaftlich. [ENVAC 2014]

Abbildung 81: oben: Schema zur Abfallerfassung per Vakuum, mobiles System; unten links: Oberirdische Einwurfsäulen für die verschiedenen Abfallfraktionen; unten rechts: Entsorgungsfahrzeug bei der Entleerung der Container (Envac Group, 2014)

Auch Abwasser kann über eine Vakuumkanalisation abgeleitet werden. Die Vakuumkanalisation ist in Deutschland v. a. aus Flugzeugen, Schiffen und der Bahn bekannt, während sie in anderen Ländern auch in der kommunalen Abwasserentsorgung verbreitet ist. Wird das Vakuumsystem bis in das Wohngebäude geführt, können in den Bädern Vakuumtoiletten installiert werden, die sich gegenüber konventionellen Toiletten durch einen um den Faktor 5 bis 10 geringeren Spülwasserbedarf auszeichnen. Gemeinsam mit dem häuslichen Abwasser können ggf. auch organische Küchenabfälle entsorgt und nachher behandelt werden. Die Hauseigentümer haben die Möglichkeit, die Küchen mit einem Gerät zur Küchenabfallzerkleinerung auszustatten, dass unterhalb der Spültische angebracht wird. Das System verspricht gegenüber klassischen Biotonnen einen hohen Komfort für die Bewohner und keine Geruchsbelästigungen oder sonstige hygienische Beeinträchtigungen. Diesen Vorteilen stehen die mit der Installation des Systems verbundenen relativ hohen Investitionskosten gegenüber, die im konkreten Anwendungsfall zu prüfen sind. Das beschriebene Abwasserkonzept wird im Rahmen des BMBF-geförderten Projektes DEUS21 betrachtet (vgl. Abbildung 82)

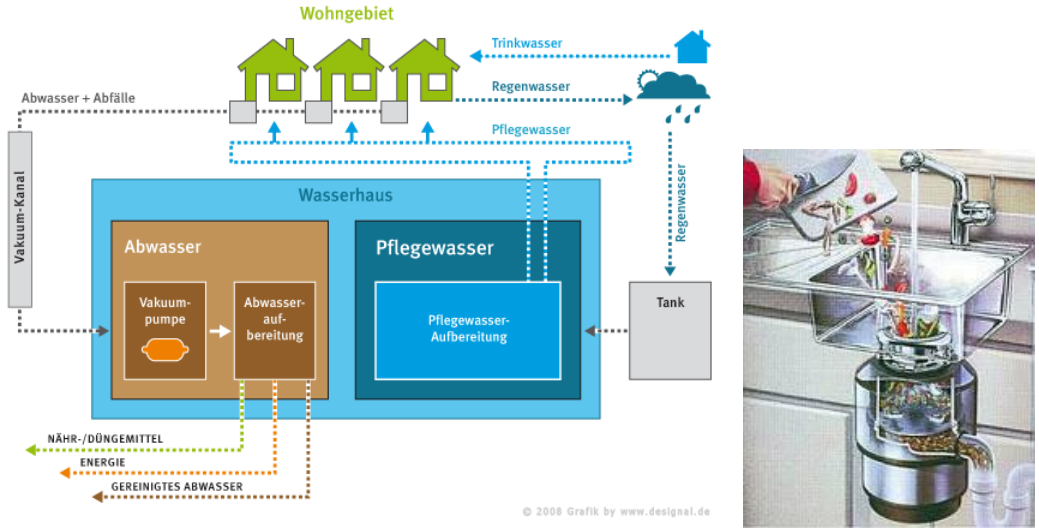


Abbildung 82: links: Schema zum Abwasserkonzept im Rahmen des Projekts DEUS21 - Vakuumkanalisation und gemeinsamer Behandlung von Schwarzwasser und organischen Küchenabfällen, rechts: Die org. Küchenabfälle werden über einen Zerkleinerer dem Vakuumsystem zugeführt

Quelle: http://www.deus21.de

II.1.6.5.4.3 Eigenvermarktung und Eigenverwertung von Wertstoffen

Eigenvermarktung

In den Verbandsgemeinden werden Wertstoffe wie Altpapier, Altmetall, Altglas und Kunststoffe derzeit über die Grenzen der VG hinaus verbracht, sodass die erzielbaren Erlöse der VG verloren gehen. Mit dem Ziel der Generierung eines regionalen Mehrwerts liegt der Ansatz nahe, die Wertstoffe innerhalb der Region eigenzuvermarkten. Angesichts der Marktpreise für verschiedene, sortenreine Altpapier-, Altmetall- und Altkunststofffraktionen wird deutlich, dass eine Vermarktung erst auf höherer Handlungsebene (mindestens VG besser Landkreis) rentabel ist. Alternativ müssten die Stoffströme zwischengelagert werden, bis man eine vermarktbare Menge erreicht hat, was wiederum Lagerkapazitäten erfordert.

Eigenverwertung

Wie bereits im vorigen Abschnitt beschrieben, stellt die Eigenverwertung von Abfällen auf für die im Rahmen ihrer privaten Lebensführung genutzten Grundstücken eine Möglichkeit dar, Abfälle lokal wiederzuverwerten. Der Gesetzgeber hat mit § 17 Abs. 1 u. a. auf die Eigenverwertung von privaten Grünabfällen abgezielt, sodass diese Abfallfraktion einer Eigenverwertung im Wohngebiet zugeführt werden kann. Ein gemeinsam genutzter Gemeinschaftsgarten, der auch gemeinschaftlich besessen wird, könnte daher die Bioabfälle der teilnehmenden Bürger vor Ort effizient verwerten (Kompost). Gleichzeitig können dabei ökologische Lebensmittel angebaut werden und einen Teil der Nahrungsmittelversorgung bereitstellen.

II.1.6.5.4.4 Abfallvermeidung und nachhaltiger Konsum

Leihen und tauschen statt kaufen

Manche Gebrauchsgegenstände werden nur selten benötigt. Trotzdem finden sich in den meisten Haushalten Werkzeuge, Küchengeräte und andere Konsumgüter, die nur sporadisch, bei Bedarf zum Einsatz kommen. Es kann daher sinnvoll sein, diese zu leihen, zu tauschen oder gemeinschaftlich zu nutzen (Sharing) statt zu kaufen. Auf diese Weise werden Ressourcen besser genutzt, Abfall vermieden und Geld eingespart. Im Hinblick auf einen nachhaltigen Konsum wurden bereits einige Initiativen zum Tauschen und Leihen von Konsumgütern gegründet, wie bspw. der Leihladen „Leila“ in Berlin

Der Verein Leila Berlin bietet den Mitbürgern über eine Online-Plattform einen Leihservice an („digitale Regale“). Auf wertvolle Dinge wird beim Verleih Pfand erhoben. Für bewährte Mitglieder (nach Zahl der ordentlich und pünktlich zurückgebrachten Gegenstände) entfällt das Pfand. [WEBSITE LEILA BERLIN]

Der AWB Mainz-Bingen hat zur Förderung der Abfallvermeidung kürzlich eine kostenlose nicht kommerzielle Online-Gebrauchtwaren-Börse eingerichtet, die bisher gut von den Bürgern angenommen wird. [AWB MAINZ-BINGEN 2012] Die Bürger haben damit die Möglichkeit kostenlos gut erhaltene Gebrauchtgegenstände (wie z. B. Möbel, Elektrogeräte etc.) mit Mitbürgerinnen zu tauschen, zu verschenken und danach zu suchen. [WEBSITE MAINZ-BINGEN]

Weitere Onlineplattformen sind:

- http://www.leihdirwas.de
- http://www.lets-share.de

Ein Verein in Österreich hat noch ein anderes Konzept als die Vernetzung über Internet-Portale entwickelt. Mit kleinen Symbolaufklebern am Briefkasten kennzeichnen die Bewohner eines Quartiers, welche Gebrauchsgenstände sie zum Verleih anbieten. Sie können so direkt miteinander in Kontakt treten, lernen sich auf diese Weise besser kennen und müssen die benötigten Geräte nicht kaufen. Der Verein kooperiert mit der LifeThek GmbH.

Auf in der Kommune durchgeführten Flohmärkten können Gegenstände, die nicht mehr gebraucht werden, verkauft werden. Zudem besteht die Möglichkeit, in den Kommunen Second-Hand Läden einzurichten.

Werkstätten: Reparieren statt wegwerfen

In Deutschland und auch international existieren bereits an mehreren Orten sog. „Repair Cafés“. Auf ehrenamtlichen Treffen können Besucher ihre defekten Geräte wie z. B. elektrische Geräte, Möbel, Fahrräder, Textilien etc. zur Reparatur bringen. Den Teilnehmern wird fachmännische Unterstützung sowie Werkzeug und Material für alle möglichen Reparaturen angeboten. Wer nichts zu reparieren hat, kann sich auch bei einer Tasse Kaffee in bereitgestellten Büchern zum Thema Reparatur und Heimwerken informieren. Unterstützung bei der Realisierung eines „Repair Cafés“ bietet das Netzwerk Reparatur-Initiativen. [WEBSITE ANSTIFTUNG] Weiterhin gibt es in Deutschland einen Verbund Offener Werkstätten. [WEBSITE OFFENE-WERKSTÄTTEN]

Abbildung 83: Repair Café Hamburg-Sasel
Quelle: Stiftungsgemeinschaft anstiftung & ertomis, 2014; Foto: Johannes Arlt

Nachhaltiger Konsum von Nahrungsmitteln

In der heutigen Konsumgesellschaft landen überschüssige, aber noch verzehrbare Lebensmittel schnell im Abfall. Zwischen 71 und 92,2 Kilo schmeißt jeder Deutsche pro Jahr an Lebensmitteln weg. [ISWA 2012] In der VG besteht bereits eine *Tafel* für bedürftige Menschen, welche auch auf Lebensmittelspenden durch die Bevölkerung angewiesen ist.

Zur Förderung eines nachhaltigen Umgangs mit Lebensmitteln wurde bspw. die Initiative „Foodsharing.de“ gegründet. Über die kostenlose Internet-Plattform können Bürger ihre Lebensmittel anderen Bürgern in ihrer Region zum Tausch anbieten. Denkbar ist in diesem Zusammenhang auch eine Handy-App für den Lebensmitteltausch, über welche sich die Bürger untereinander vernetzen können und jederzeit informiert bleiben. Eine weitere Initiative „Kein Essen für die Tonne“ des ShoutOutLoud e.V. unterstützt verschiedene Projekte, die einer Verschwendung von Lebensmitteln entgegenwirken wollen. Beispielsweise werden gemeinschaftliche Kochevents („Waste Watchers Partys“) veranstaltet, für die ausschließlich übrig gebliebene Lebensmittel verwendet werden. In Kooperation mit den Initiativen wurden an einigen Standorten in Deutschland bereits Lebensmitteltausch-Stationen (sog. „Fair-Teiler“) errichtet, über welche die Bürger ihre überschüssigen Lebensmittel anbieten können. Eine solche Tauschstation wurde bspw. im Rahmen eines ‚Urban Gardening‘-Projekts in Frankfurt am Main umgesetzt (vgl. Abbildung 84).

Abbildung 84: Tauschstation (sog. „Fair-Teiler“) für übrig gebliebene Lebensmittel
Quelle: Frankfurter Garten e.V., 2015

Abbildung 85: Nachhaltig einkaufen ohne Einwegverpackungen
Quelle: links: http://www.unverpackt-einkaufen.de/; rechts: http://www.unverpackt-kiel.de/

Links: ‚Unverpackt einkaufen' unterstützt Händler und Verbraucher bei der Entwicklung von Alternativen zu Einwegverpackungen, wie z. B. der Verkauf unverpackter Waren aus großen Behältern; rechts: Der Lebensmittelladen ‚unverpackt, lose, nachhaltig, gut" in Kiel verzichtet gezielt auf Einwegverpackungen

Eine Vernetzung mit den Landwirten und Lebensmittelbetrieben in der Region, regelmäßig stattfindende ‚Bauernmärkte' oder gar ein eigener Hofladen, in dem selbst erzeugte landwirtschaftliche Produkte mit eigener Regionalmarke angeboten werden, sind weitere Schritte im Hinblick auf die Errichtung eines Regionalwarenmarktes und den nachhaltigen Umgang mit Lebensmitteln. Dies beruht nicht zuletzt auf der Tatsache, dass durch einen verstärkten Regionalwarenmarkt auf lange Transportwege sowie auf Umverpackungen, wie sie heutzutage in fast allen größeren Handelsketten anzutreffen sind, verzichtet werden kann.

II.1.6.5.4.5 Teilprojektübergreifende Ansätze

Gemeinschaftsgarten

Urbaner Gartenbau (engl. urban gardening) bezeichnet die gärtnerische Nutzung von Flächen innerhalb besiedelter Gebiete. Dabei stehen eine umwelt- und ressourcenschonende Produktion sowie ein bewusster Konsum der landwirtschaftlichen Erzeugnisse im Vordergrund. Der Anbau von Nahrungsmitteln auf den siedlungseigenen Flächen ermöglicht eine teilweise Selbstversorgung der Bewohner. Durch den ortsnahen Konsum werden Transportwege und Treibhausgasemissionen eingespart. Darüber hinaus wird durch die gemeinschaftliche Nutzung der Gärten ein soziales Netzwerk zwischen den Bewohnern geschaffen.

Eines der bekanntesten Beispiele für Urbane Landwirtschaft ist der Prinzessinnengarten in Berlin-Kreuzberg [WEBSITE PRINZESSINNENGARTEN], der auf einer Brachfläche in gemeinschaftlicher Aktion freiwilliger Helfer entstanden ist. Träger des Gartens ist die gemeinnützige GmbH Nomadisch Grün. Im Prinzessinnengarten wird ökologischer Anbau betrieben. Die Nutzpflanzen befinden sich in tragbaren Gefäßen, sodass der Garten jederzeit mobil ist. Für die Bepflanzung in den Hochbeeten kommen bevorzugt Recyclingmaterialien wie Bäckerkisten, Tetra Packs oder Reissäcke zum Einsatz. Für Räumlichkeiten wie Werkstatt und Lagerräume wurden ausgediente und umgebaute Überseecontainer verwendet. Der Garten besitzt ein Café, das als geselliger Treffpunkt für die Bürger dient und Raum für kulturelle Veranstaltungen bietet. Darüber hinaus findet regelmäßig ein Flohmarkt statt. Auf einem regelmäßig stattfindenden Workshop zum Thema „Re-Use" werden gemeinsam kreative Ideen zur Weiterverwendung von Materialien entwickelt. In einer offenen Fahrradwerkstatt im Prinzessinnengarten werden den Anwohnern und Interessierten Unterstützung, Werkzeug und Materialien angeboten, um ihr Fahrrad zu reparieren oder ein neues Fahrrad aus recycelten Rädern aufzu-

bauen. Bei Gartenarbeitstagen können Interessierte sich zu Themen wie ökologischer Gemüseanbau, Kompostierungsmethoden etc. informieren und gegenseitig ihre Erfahrungen austauschen.

Auch in der näheren Umgebung der Projektregionen der Verbandsgemeinden existieren bereits Urban Gardening-Projekte. Ende 2012 wurde in der Mainzer Neustadt ausgehend von der BUND-Kreisgruppe Mainz-Stadt in Kooperation mit der Stadt Mainz, der Sozialen Stadt und interessierten Bürgerinnen und Bürgern das Projekt „Neustadtgarten Gartenfeld“ für die Umgestaltung einer bisher wenig genutzten städtischen Grünfläche initiiert. Auch in der rheinland-pfälzischen Kleinstadt Andernach wurde ein Urban-Gardening-Projekt umgesetzt.

Die Endprodukte der Behandlung von organischen Abfällen wie z. B. Kompost, Gärrest oder nährstoffreichen Bodensubstraten (bspw. Terra Preta) eignen sich zur Verbesserung der Bodeneigenschaften bzw. als Dünger und können wiederum auf den Gartenflächen aufgebracht werden, wodurch regionale Nährstoffkreisläufe geschlossen werden. Beispielsweise wird in der ufaFabrik Berlin, einem internationalen Kulturzentrum mit vielen Veranstaltungen und Projekten im Bereich Nachhaltigkeit, aus den anfallenden organischen Abfällen eigener Kompost erzeugt. Die Kompostierung von Küchenabfällen, Laub, Gras- und Strauchschnitt und Tiermist des angegliederten Kinderbauernhofs erfolgt in Rottetrommeln. Der eigenproduzierte Humus wird dort auch als Pflanzendünger zum Verkauf angeboten. [WEBSITE UFAFABRIK]

Genossenschaft zur Erzielung günstigerer Konditionen bei der Ver- und Entsorgung

Durch den Zusammenschluss mehrerer Grundstücks- oder Wohnungseigentümer zu einer Gemeinschaft sollen für die Mitglieder Vorteile in monetärer sowie gesellschaftlicher Hinsicht erzielt werden.

Die Bewohner eines Wohngebiets können sich zusammenschließen um eine Genossenschaft nach den Vorgaben des Genossenschaftsgesetzes (GenG) zu gründen. Beispielsweise wurde bei der viel zitierten ökologischen Siedlung Lübeck-Flintenbreite ein integriertes Ver- und Entsorgungskonzept im Bebauungsplan und im Grundstückskaufvertrag festgeschrieben.

Eine eigene Betriebsgesellschaft versorgt alle Gebäude mit Wärme, Strom, Wasser, TV und übernimmt die Entsorgung (Abwasser, Abfall). Die Betriebskosten hierfür werden mit den Bewohnern abgerechnet. Ziel ist gegenüber der herkömmlichen Wohnungswirtschaft die Betriebskosten zu reduzieren (1,9 € pro m^2 und Monat bei Vollausbau). Zudem haben die Hauseigentümer somit nur einen Ansprechpartner für alle Betriebskosten. Die Betriebsgesellschaft der Siedlung ist Eigentümer aller gemeinschaftlich genutzten Flächen und technischen Anlagen und für deren Pflege und Unterhalt verantwortlich. Die Bewohner haben als Kommanditisten einen direkten Einfluss auf die Betriebsgesellschaft der Wohnsiedlung. Auf diesem Weg kann auf die Belange der Bewohnergemeinschaft Einfluss genommen werden wie z. B. die Nutzung des Veranstaltungsraums im Gemeinschaftshaus oder die Gemeinschaftsflächen.

Nach dem GenG werden Genossenschaften wie folgt definiert:

> *„Gesellschaften von nicht geschlossener Mitgliederzahl, deren Zweck darauf gerichtet ist, den Erwerb oder die Wirtschaft ihrer Mitglieder oder deren soziale oder kulturelle Belange durch gemeinschaftlichen Geschäftsbetrieb zu fördern (Genossenschaften), erwerben die Rechte einer „eingetragenen Genossenschaft“ nach Maßgabe des Gesetzes.“ (§1 Abs.1 GenG)*

Somit könnte eine solche Genossenschaft als Vertreter der Mitglieder gegenüber den örtlichen Ver- und Entsorgern auftreten, um ggf. als „Großabnehmer/Großkunde“ günstigere Konditionen auszuhandeln. Ebenso ist die Genossenschaft zum Betrieb von Anlagen erneuerbarer Energien anerkannt und kann sich auch als Gesellschafter an solchen Anlagen beteiligen. Dabei ist eine eigetragene Genossenschaft keine Personengesellschaft nach dem Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB) sondern wird nach Eintragung in das Genossenschaftsregister zur juristischen Person des Privatrechts.

Öffentlichkeitsarbeit, umweltpädagogische Bildungsarbeit

Alle vorgeschlagenen Maßnahmen lassen sich nur mit flankierender Öffentlichkeitsarbeit auf Dauer umsetzen. Dabei darf sich das Informationsangebot nicht nur auf den Start der jeweiligen Maßnahme reduzieren, sondern muss mittels geeignetem Informationsmanagement in die kommunale Umweltstrategie mit einfließen. Hier ist ein besonderes Augenmerk auf eine hoch qualitative umweltpädagogische Bildungsarbeit auch bei den jüngsten Einwohnern zu legen. Gerade Maßnahmen, die in die Bequemlichkeit der Bürger eingreifen, wie z. B. ein Bringsystem für Restmüll, muss ein starkes Bewusstsein hinsichtlich der Notwendigkeit und der Vorteile erzielt werden.

Neben den „normalen“ Informationen zu den jeweiligen Verwertungsangeboten muss eine dauerhafte Bildungsstrategie zur Umwelt-und Ressourcenschonung betrieben werden. Den Bürgern soll in der eigenen Kommune gezeigt werden, was mit ihren Reststoffen und Abfällen nach ihrer Entledigung geschieht. Hilfreich sind hierfür Positivbeispiele, wie z. B. ein funktionierender Markt für Gebrauchtwaren. Dabei sollte sich beim Bürger ein positives Bewusstsein für das eigene abfallwirtschaftliche Handeln einstellen. Dies trägt maßgeblich zu einem positiven Bild der Sekundärrohstoffwirtschaft/ Abfallwirtschaft bei.

II.1.6.6 Ergebnisse im Handlungsfeld „Energie“

II.1.6.6.1 Bedarfsentwicklung im Handlungsfeld „Energie“

Autor: Christian Persohn

Die Bewertung des IST-Zustands und die Ableitung (Auswahl und Umsetzung) geeigneter Maßnahmen für die Verbandsgemeinden im Handlungsfeld Energie erfolgte nach der folgenden spezifischen Vorgehensweise:

Das Handlungsfeld Energie unterscheidet grundsätzlich zwischen thermischer und elektrischer Energieversorgung. Erklärtes Ziel ist es, lokale Energiepotenziale zu nutzen, um den Anteil an fossilen Energieträgern zur Deckung des Primärenergiebedarfs zu minimieren.

Dieses Ziel korreliert mit den Abkommen zur Umsetzung der Energiewende. Hierbei soll zum einen der Primärenergiebedarf – im Vergleich zum Jahr 2008 – bis zum Jahr 2020 um 20 % und bis 2050 um 50 % reduziert werden. Gleichzeitig wird der Anteil erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2020 auf 30 % und bis 2050 auf ca. 80 % ansteigen. Die größte Umstellung wird dahingehend erfolgen, dass ländliche Regionen, wie insbesondere die VG Rockenhausen, aufgrund ihrer exponierten Lage und der verfügbaren Fläche zu Energieversorgern für große Ballungszentren und Städte werden. Bei den nachfolgenden Szenarien wurde dieser Umstand bereits berücksichtigt, um die Chancen, die sich daraus ergeben, nicht unberücksichtigt zu lassen.

Für eine Bewertung des IST-Zustandes wurde daher der Energiebedarf (elektrisch, thermisch, vgl. Kapitel II.1.5.4.2) der VG den tatsächlich vorhandenen Potenzialen gegenübergestellt. Dabei wurde berücksichtigt, dass der thermische und elektrische Energiebedarf sich einerseits aufgrund von Energieeffizienzmaßnahmen zukünftig reduzieren wird, der elektrische Energiebedarf aber aufgrund der angestrebten Elektromobilität zunehmen wird.

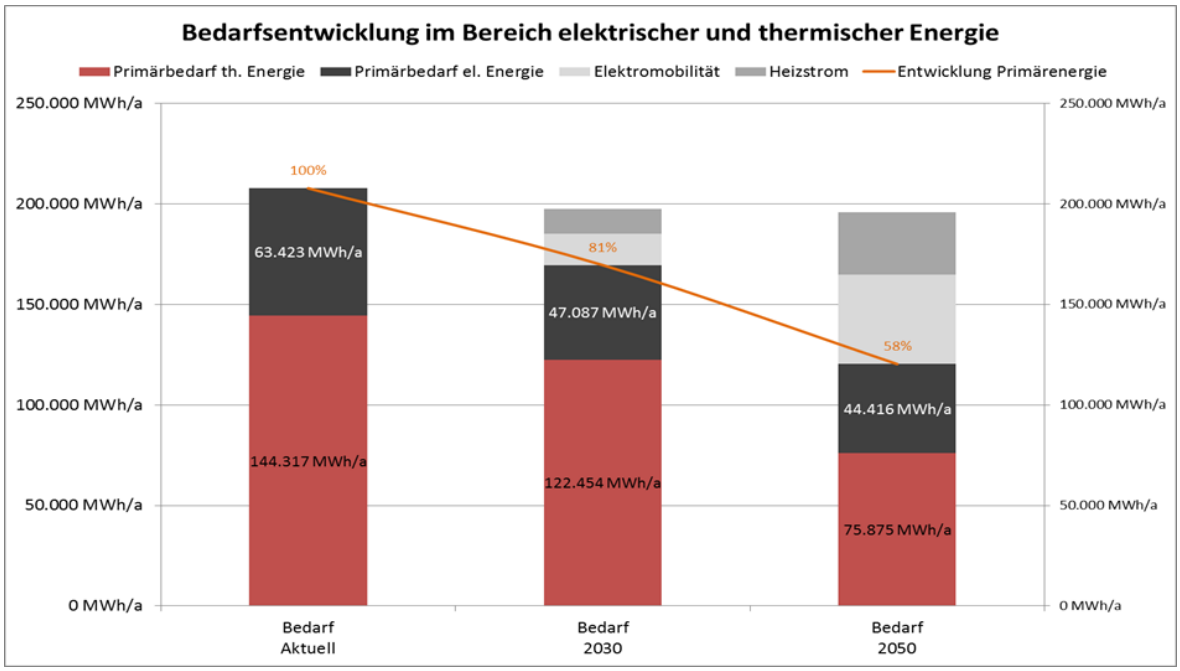


Abbildung 86: Bedarfsentwicklung am Beispiel der VG Sprendlingen-Gensingen
Quelle: Eigene Darstellung

Das erklärte Ziel für den Bereich Energie ist, den Energiebedarf der Verbandsgemeinden weitestgehend durch Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen zu reduzieren, um verbliebene Bedarfe durch den Einsatz erneuerbarer Energien zu decken. Darüber hinaus sollen vorhandene Potenziale zur Deckung des Energiebedarfs der benachbarten Gemeinden/Städte erkannt und frühzeitig ausgebaut werden. Hierfür steht das erhobene Restriktiv-Potenzial der jeweiligen VG zur Verfügung. Dieses Restriktiv-Potenzial berücksichtigt planungsrechtliche Aspekte, kann jedoch die eventuell während der Genehmigungsphase zusätzlich bekanntwerdenden Restriktionen (z. B. naturschutzfachlicher Art, Rot-Milan-Vorkommen im Umkreis einer geplanten Windkraftanlage) nicht berücksichtigen. Eine Anpassung erfolgt sukzessive in den einzelnen Planungsverfahren.

Die Bewertung basiert auf dem Jahr 2016 und vergleicht den aktuellen Ausbauzustand mit den Szenarien für das Jahr 2030. Die beiden Verbandsgemeinden unterscheiden sich hierbei jeweils. Aus diesem Grund wird jede Maßnahmenart auf die jeweils vorhandenen Potenziale angepasst und Bewertet.

II.1.6.6.1.1 VG Sprendlingen-Gensingen

Tabelle 97: VG Sprendlingen-Gensingen - Übersicht thermische Energie

Indikatoren	Messgröße	Bedarf Aktuell	Bedarf 2030	Bedarf 2050
th. Energie				
Anteil regenerativer Wärmeproduktion am Gesamtwärmeverbrauch	Solarthermie	534 MWh/a	12.864 MWh/a	27.371 MWh/a
	Biomasse-Festbrennstoffe	1.713 MWh/a	15.979 MWh/a	9.879 MWh/a
	Biomethan	0 MWh/a	4.100 MWh/a	4.100 MWh/a
	Wärmepumpe	1.763 MWh/a	13.013 MWh/a	16.954 MWh/a
	Windgas / Heizstrom	0 MWh/a	12.087 MWh/a	31.118 MWh/a
	Gesamt thermisch EE	4.010 MWh/a	58.043 MWh/a	89.422 MWh/a
	Bedarf-/Überschuss Fossil	140.307 MWh/a	64.411 MWh/a	-13.547 MWh/a
Primärbedarf th. Energie	Primärenergieerzeugung	144.317 MWh/a	122.454 MWh/a	75.875 MWh/a
	Anteil EE an el. Primärenergiebereitstellung	3%	47%	118%

In Tabelle 97 werden die thermischen Bedarfe von 2016 – 2050 aufgelistet. Besondere Bedeutung erhalten hierbei alle erneuerbaren Potenziale, welche in den weiterführenden Szenarien berücksichtigt werden. Erste Erschließungen dieser Potenziale haben sich bereits aus Neubau- und Sanierungsprojekten ergeben. Hier bieten sich aktuell Flächenheizungen in Verbindung mit Wärmepumpen und Solarthermie zur thermischen Unterstützung an. Die elektrische Versorgung erfolgt über Photovoltaik. Des Weiteren nutzen Bürger und Kommunen biogene Festbrennstoffe wie Scheitholz und Hackschnitzel zur Heizungsunterstützung durch Sekundärbrenner. Hierbei teilt sich das genutzte Brennmedium in 80 % Scheitholz und 20 % moderner Medien wie Pellets oder Chips auf.

Wie bereits beschrieben, wird es im thermischen Sektor einen starken Rückgang des Bedarfs über reine Wärmeerzeuger geben. Dieser wird sich bis 2050 um ca. 50 % reduzieren.

II.1.6.6.1.2 VG Rockenhausen

Tabelle 98: Übersicht thermische Energie VG Rockenhausen

Quelle: Eigene Darstellung

Indikatoren	Messgröße	Bedarf Aktuell	Bedarf 2030	Bedarf 2050
Th. Energie				
Anteil regenerativer Wärmeproduktion am Gesamtwärmeverbrauch	Solarthermie	632 MWh/a	9.647 MWh/a	20.258 MWh/a
	Biomasse-Festbrennstoffe	3.626 MWh/a	19.720 MWh/a	17.834 MWh/a
	Biomethan	0 MWh/a	9.399 MWh/a	9.612 MWh/a
	Wärmepumpe	1.163 MWh/a	2.927 MWh/a	5.351 MWh/a
	Windgas / Heizstrom	0 MWh/a	17.043 MWh/a	26.290 MWh/a
	Gesamt thermisch EE	5.421 MWh/a	58.736 MWh/a	79.345 MWh/a
	Bedarf-/Überschuss Fossil	166.211 MWh/a	61.820 MWh/a	370 MWh/a
Primärbedarf th. Energie	Primärenergieerzeugung	171.632 MWh/a	120.556 MWh/a	79.715 MWh/a
	Anteil EE an el. Primärenergiebereitstellung	3%	49%	100%

In Tabelle 98 werden die thermischen Bedarfe von 2016 – 2050 aufgelistet. Besondere Bedeutung erhalten hierbei alle erneuerbaren Potenziale, welche in den weiterführenden Szenarien berücksichtigt werden. Erste Erschließungen dieser Potenziale haben sich bereits aus Neubau und Sanierungsprojekten ergeben. Hier bieten sich aktuell Flächenheizungen in Verbindung mit Wärmepumpen und Solarthermie zur thermischen Unterstützung an. Die elektrische Versorgung erfolgt über Photovoltaik. Des Weiteren nutzen Bürger und Kommunen biogene Festbrennstoffe wie Scheitholz und Hackschnitzel zur Heizungsunterstützung durch Sekundärbrenner. Hierbei teilt sich das genutzte Brennmedium in 80 % Scheitholz und 20 % moderne Medien wie Pellets oder Chips auf.

Wie bereits beschrieben, wird es im thermischen Sektor einen starken Rückgang des Bedarfs über reine Wärmeerzeuger geben. Dieser wird sich bis 2050 um ca. 50 % reduzieren.

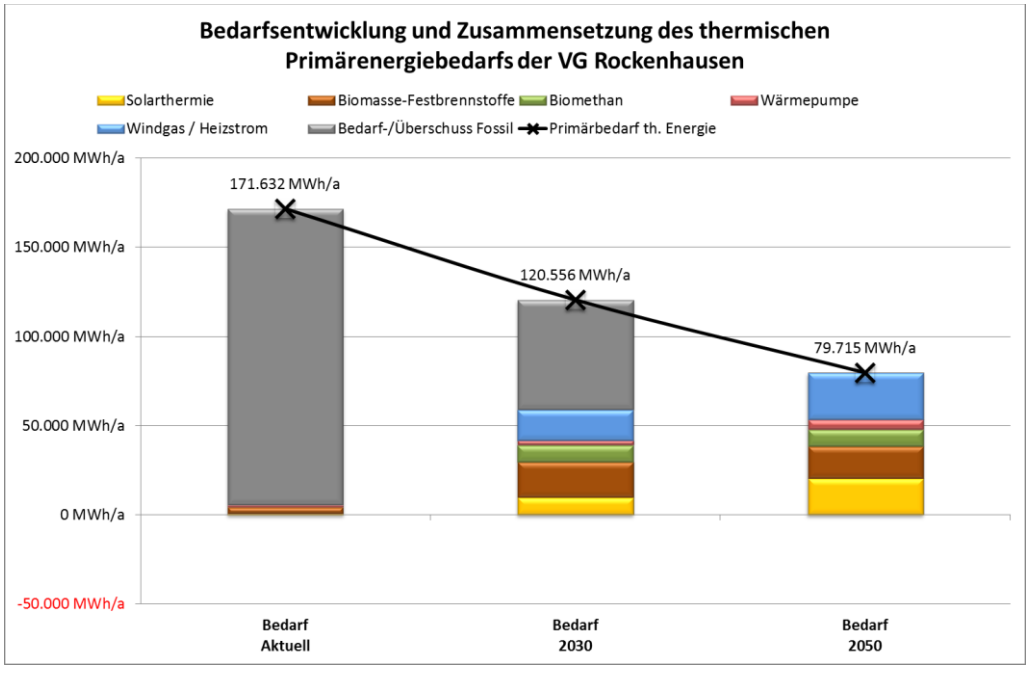


Abbildung 87: Übersicht Entwicklung thermische Energie VG Rockenhausen

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 99: Übersicht elektrische Energie VG Rockenhausen

Quelle: Eigene Darstellung

Indikatoren	Messgröße	Bedarf Aktuell	Bedarf 2030	Bedarf 2050
Elektr. Energie				
Anteil regenerativer Stromproduktion am Gesamtstromverbrauch	Photovoltaik	7.808 MWh/a	23.331 MWh/a	77.563 MWh/a
	Windkraft	42.017 MWh/a	331.008 MWh/a	608.944 MWh/a
	Wasserkraft	0 MWh/a	51 MWh/a	51 MWh/a
	Biomethan	11 MWh/a	10.498 MWh/a	10.498 MWh/a
	Klär- und Grubengas	0 MWh/a	0 MWh/a	0 MWh/a
	Gesamt elektrisch EE	49.836 MWh/a	364.888 MWh/a	697.056 MWh/a
	Bedarf-/Überschuss Fossil	13.038 MWh/a	-288.620 MWh/a	-579.208 MWh/a
Primärbedarf el. Energie	Primärenergieerzeugung	62.874 MWh/a	76.268 MWh/a	117.848 MWh/a
	Anteil EE an el. Primärenergiebereitstellung	79%	478%	591%

Im Bereich der elektrischen Energie ist die VG Rockenhausen aufgrund der hohen Ausbaurate im Bereich Windkraft auf einem guten Weg. Hierbei wurde schon frühzeitig auf lokale Potenziale reagiert und der Ausbau vorangetrieben. Ein Ausbau der Wasserkraft steht nicht zur Verfügung. Im Bereich Sonnenenergie und Windkraft haben die Potenzialanalysen ergeben, dass noch ungenutzte Standorte vorhanden sind und für einen Ausbau aktiviert werden könnten. Hierbei spielt die Akzeptanz der Bevölkerung eine große Rolle. Der aktuelle Anteil erneuerbarer Energien stützt sich größtenteils auf Windkraft und Photovoltaik. Hier werden z. T. Privatdächer als auch Freiflächen genutzt und die Energie größtenteils über die EEG-Förderung in das öffentliche Netz eingespeist. Der Anteil liegt schon heute bei ca. 79 % und soll bis 2030, trotz Mehrbedarf im elektrischen Bereich, auf knapp 478 % und bis 2050 auf knapp 591 % ausgebaut werden. Hierdurch werden gerade ländliche Räume zu Energieproduzenten und dadurch auch zu Energielieferanten von Ballungszentren und Großstädten. Hier werden sich ganz neue Chancen zur Vermarktung und Finanzierung ergeben.

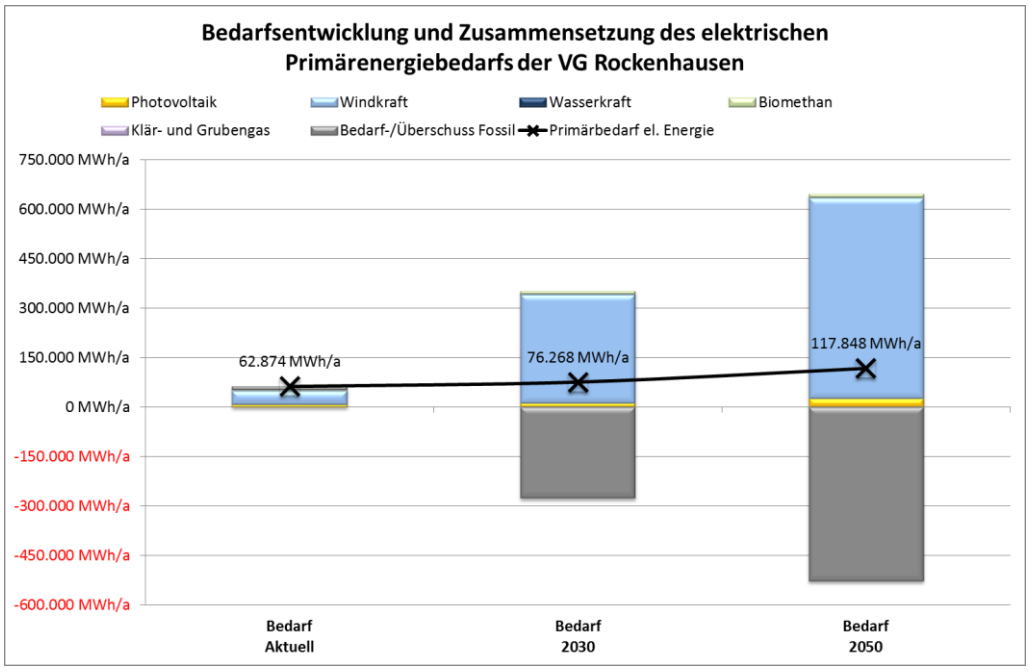


Abbildung 88: Übersicht elektrische Energieerzeugung VG Rockenhausen

Quelle: Eigene Darstellung

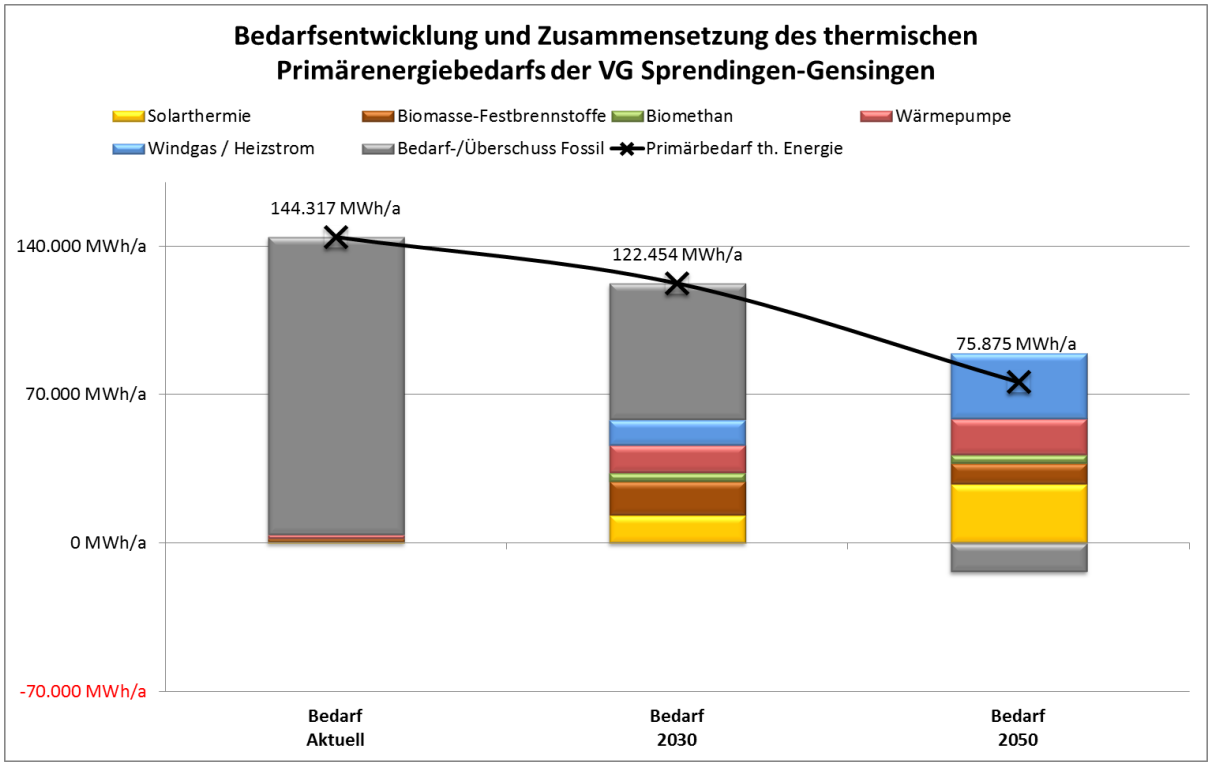


Abbildung 89: Bedarfsentwicklung und Zusammensetzung der Deckung der VG Sprendlingen-Gensingen
Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 100: VG Sprendlingen-Gensingen: Übersicht elektrische Energie
Quelle: Eigene Darstellung

Indikatoren	Messgröße	Bedarf Aktuell	Bedarf 2030	Bedarf 2050
Elektr. Energie				
Anteil regenerativer Stromproduktion am Gesamtstromverbrauch	Photovoltaik	6.067 MWh/a	48.842 MWh/a	134.660 MWh/a
	Windkraft	0 MWh/a	91.200 MWh/a	292.032 MWh/a
	Wasserkraft	326 MWh/a	337 MWh/a	337 MWh/a
	Biomethan	0 MWh/a	4.300 MWh/a	4.300 MWh/a
	Klär- und Grubengas	906 MWh/a	906 MWh/a	906 MWh/a
	Gesamt elektrisch EE	7.299 MWh/a	145.585 MWh/a	432.235 MWh/a
	Bedarf-/Überschuss Fossil	56.115 MWh/a	-70.716 MWh/a	-312.285 MWh/a
Primärbedarf el. Energie		63.414 MWh/a	74.869 MWh/a	119.950 MWh/a
	Anteil EE an el. Primärenergiebereitstellu	12%	194%	360%

Im Gegensatz zur thermischen Energie wird im Bereich Strom die Energieeffizienz einen großen Teil der Energie einsparen; andererseits werden weitere Nutzungsfelder erobert. Zu den großen Gewinnern zählen hierbei die Elektro-Mobilität sowie Windgas und Power-to-Heat-Konzepte. Damit steigt der Bedarf an elektrischer Energie.

In der VG ist ein Ausbau der Wasserkraft nicht möglich. Im Bereich Sonnenenergie und Windkraft haben die Potenzialanalysen ergeben, dass viele ungenutzte Standorte vorhanden sind und für einen Ausbau aktiviert werden können. Bei einem Ausbau ist es möglich, dass bereits im Jahr 2030 knapp 194 % des tatsächlichen Bedarfs gedeckt werden können, obwohl ein Anstieg um knapp 20 % im Primärenergiebedarf erwartet wird.

Es zeichnet sich ab, dass die VG in der Zukunft als Energieversorger für große Ballungszentren etc. fungieren kann. Hier werden sich ganz neue Chancen zur Vermarktung und Finanzierung ergeben.

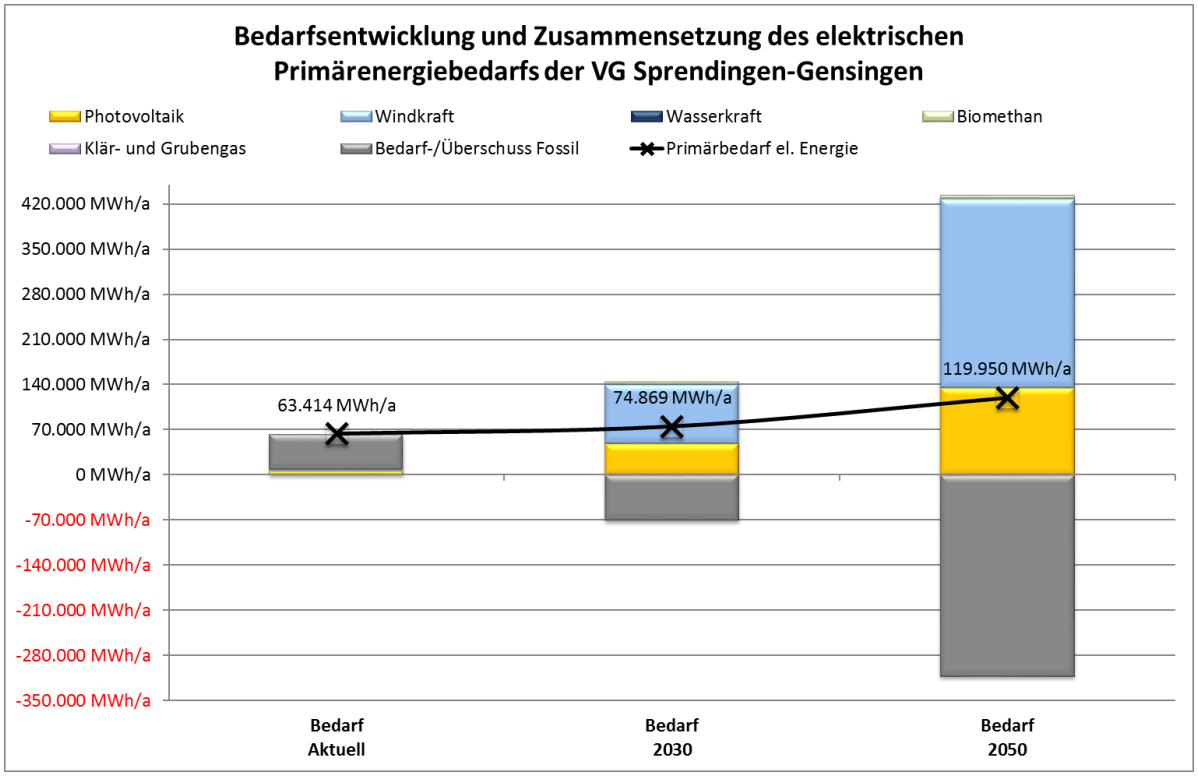


Abbildung 90: Bedarfsentwicklung und Überschuss elektr. Energie VG Sprendlingen-Gensingen
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.6.6.2 Bewertung Soll-Zustand im Handlungsfeld „Energie“

Autoren: Eike Zender und Christian Persohn

Die Bewertung des Soll-Zustands im Handlungsfeld „Energie“ wurde analog zur beschriebenen Methodik des Kapitels II.1.6.1 durchgeführt. Hierzu wurden zunächst handlungsfeldspezifische „Best-Practice-Maßnahmen“ in Bezug auf Unterziele, Indikatoren und entsprechenden Messgrößen formuliert. Diese sind nachfolgender Tabelle für das Handlungsfeld „Energie“ zu entnehmen.

Tabelle 101: Best-Practice-Maßnahmen in Abhängigkeit von Unterzielen im Handlungsfeld „Energie“
Quelle: Eigene Darstellung nach Peschla + Rochmes GmbH

Unterziele	Indikatoren	Messgröße	Best-Practice-Maßnahmen BP
Null fossile Energieträger durch optimal angepasste Erschließung der EE-Potenziale **(Elektrische Energie)**	Anteil regenerativer Stromproduktion am Gesamtstromverbrauch	Stromproduktion PV in MWh/a	Ausbau der dezentralen Stromversorgung mittels Bedarfsgerecht ausgelegtert Photovoltaik auf Dachflächen, Freiflächen, Parkplätzen und Überdachungen und Genutzt zur Eigenstromversorgung
		Stromproduktion Wind in MWh/a	Ausbau von konventioneller Windkraft in dafür geeigneten Gebieten durch regionale Projektgesellschaften. Ausbau kleinst Windkraftanlagen zur Eigenstromerzeugung
		Stromproduktion Wasser in MWh/a	Kommentar: Renaturierung, Querbauwerke wurden Rückgebaut. Wasserrechte in Landeshand.
		Stromproduktion Biomethan in MWh/a	Ausbau Vergärungsanlagen für Grünschnitt und Bioabfall inkl. regelbarer Energieerzeugung über KWK-Kraftwerk.
		Stromproduktion aus Klär- und Grubengas in MWh/a	Nutzung der Klär und Grubengasanlagen als regelbare KWK-Kraftwerke mittels Speicherung von Gasen.
	Erhöhter Anteil durch Energiespeicherung	Stromspeicher	inkl. Speichertechnik: Erweitert die Dezentrale elektrische Energienutzung von PV in die Nachtstunden. Erhöht Flexibilität von Klär- und Gruben- Und Biogasanlagen.
Null fossile Energieträger durch optimal angepasste Erschließung der EE-Potenziale **(Thermische Energie)**	Anteil regenerativer Wärmeproduktion am Gesamtwärmeverbrauch	Wärmeproduktion ST in MWh/a	Nutzung überschüssiger elektrischer Energie für den Betrieb von Wärmeerzeugern
		Wärmeproduktion Biomasse-Festbrennstoffe in MWh/a	Ausbau regionaler Wärmeversorgungsstrukturen durch die Implementierung dezentraler Nahwärmeverbünde auf biogener Feuerungsbasis.
		Wärmeproduktion Biomethan in MWh/a	Zentrale Nutzung Biomethan vor Ort. Wärmegewinnung durch KWK-Kraftwerk. Nutzung Wärme in Nahwärmeverbundnetzwerken.
		Wärmeproduktion Wärmepumpe in MWh/a	Nutzung Wärmepumpen für Power to Heat Konzepte. Überschüssiger Strom wird in Wärme gespeichert und dadurch dezentral genutzt.
		Wärmespeicher	Nutzung für nicht regelbare Biomassebrenner (Scheitholzvergaser). Ermöglicht die Dezentralisierung von Wärmeclustern durch die Realisierung von Power to Heat Konzepten
	Endenergieeinsatz zur Stromerzeugung in MWh/a	Energieeffizienz	Einsatz energiesparsamer Geräte
	Endenergieeinsatz zur Wärmeerzeugung in MWh/a	Einsaprung Wärmebedarf	Sanierung Gebäudehülle Neubau Energieeffizienz Gebäude

Auch die darauf aufbauenden Bewertungsschritte erfolgten nach Maßgabe der im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelten Methodik, dargestellt in Kapitel II.1.6.1.

Die Ergebnisse für das Handlungsfeld „Energie“ sind nachfolgender Tabelle zu entnehmen und beziehen sich dabei auf das methodische Vorgehen der Kapitel:

- II.1.6.1.1.1: Ermittlung der qualitativen Erfüllungsgrade ($E_{1\text{-}Soll}$),
- II.1.6.1.1.2: Ermittlung der quantitativen Erfüllungsgrade ($E_{2\text{-}Soll}$) sowie
- II.1.6.1.1.3: Berechnung des Nutzwertes im Soll-Zustand (N_{Soll}).

Tabelle 102: Nutzwerte der Best-Practice-Maßnahmen im Handlungsfeld „Energie“
Quelle: Eigene Darstellung nach Peschla + Rochmes GmbH

Best-Practice-Maßnahmen BP	Maximale regionale Wertschöpfungseffekte							Optimale Flächennutzung							Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen												
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	$E_{1\text{-Soll}}$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	$E_{1\text{-Soll}}$	K1	K2	K3	K4	K5	K6	$E_{1\text{-Soll}}$	$E_{1\text{-SUM}}$		$E_{2\text{-Soll}}$		N_{Soll}
Ausbau der dezentralen Stromversorgung mittels Bedarfsgerecht ausgelegtert Photovoltaik auf Dachflächen, Freiflächen, Parkplätzen und Überdachungen und Genutzt zur Eigenstromversorgung	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	×	✓	✓	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	8	*	3	=	24
Ausbau von konventioneller Windkraft in dafür geeigneten Gebieten durch regionale Projektgesellschaften. Ausbau kleinst Windkraftanlagen zur Eigenstromerzeugung	✓	✓	×	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	×	×	✓	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	8	*	3	=	24
Kommentar: Renaturierung, Querbauwerke wurden Rückgebaut. Wasserrechte in Landeshand.	✓	×	×	✓	✓	✓	2	✓	✓	✓	×	×	✓	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	7	*	3	=	21
Ausbau Vergärungsanlagen für Grünschnitt und Bioabfall inkl. regelbarer Energieerzeugung über KWK-Kraftwerk.	✓	✓	✓	✓	✓	×	2	✓	✓	×	✓	×	✓	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	7	*	3	=	21
Nutzung der Klär und Grubengasanlagen als regelbare KWK-Kraftwerke mittels Speicherung von Gasen.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	7	*	3	=	21
inkl. Speichertechnik: Erweitert die Dezentrale elektrische Energienutzung von PV in die Nachtstunden. Erhöht Flexibilität von Klär- und Gruben- Und Biogasanlagen.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	×	✓	×	3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	9	*	3	=	27
Nutzung überschüssiger elektrischer Energie für den Betrieb von Wärmeerzeugern	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	×	×	✓	✓	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	8	*	3	=	24
Ausbau regionaler Wärmeversorgungsstrukturen durch die Implementierung dezentraler Nahwärmeverbünde auf biogener Feuerungsbasis.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	✓	×	✓	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	8	*	3	=	24
Zentrale Nutzung Biomethan vor Ort. Wärmegewinnung durch KWK-Kraftwerk. Nutzung Wärme in Nahwärmeverbundnetzwerken.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	×	✓	✓	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	8	*	3	=	24
Nutzung Wärmepumpen für Power to Heat Konzepte. Überschüssiger Strom wird in Wärme gespeichert und dadurch dezentral genutzt.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	×	×	✓	✓	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	8	*	3	=	24
Nutzung für nicht regelbare Biomassebrenner (Scheitholzvergaser). Ermöglicht die Dezentralisierung von Wärmeclustern durch die Realisierung von Power to Heat Konzepten	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	×	✓	×	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	8	*	3	=	24
Einsatz energiesparsamer Geräte	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	×	✓	✓	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	8	*	3	=	24
Sanierung Gebäudehülle Neubau Energieeffizienz Gebäude	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	✓	✓	✓	×	✓	✓	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	3	8	*	3	=	24

Die Auswertung hat gezeigt, dass wir mit den vorgeschlagenen Best-Practice-Maßnahmen zur Ablösung konventioneller Energieerzeugung durchweg positive Ergebnisse bei der Minimierung von Klima- und Umweltbelastungen erzielen können. Im Bereich der maximalen regionalen Wertschöpfung sehen wir im Bereich Wind und Wasser kleine Mankos, denn diese Anlagen werden hauptsächlich von international agierenden Firmen und Investoren errichtet und betreut. Bei der Errichtung und anschließenden Wartung binden diese Unternehmen selten bis keine regionalen Handwerker ein. Eine Wertschöpfung kann hier über verschiedene Investorenmodelle – wie bspw. der Zusammenschluss von Bürgern und Kommunen als Betreibergemeinschaft – erfolgen. Für das Oberziel „Optimale Flächennutzung“ fällt besonders Kriterium 4 auf: „Dient dem Schutz und der Steigerung der lokalen Biodiversität, dem Boden-, Klima- und Gewässerschutz“. Dieses Kriterium wird in den meisten Fällen verneint. Bei den vorgeschlagenen Maßnahmen handelt es sich zum größten Teil um technische Bauwerke. Diese bringen i. d. R. keine nachgewiesene Steigerung der Biodiversität mit sich.

Abschließend wurde darauf aufbauend für jede VG geprüft, inwieweit diese Allgemeinbewertung im Fall der konkreten Vor-Ort-Situation angepasst werden muss und die konkreten Maßnahmen umsetzbar sind.

II.1.6.6.3 Bewertung IST-Zustand im Handlungsfeld „Energie“

Autoren: Eike Zender und Christian Persohn

Die Vergabe der qualitativen Erfüllungsgrade $E_{1\text{-}IST}$, bezogen auf die drei Oberziele, wurde entsprechend der im Basisjahr geltenden Ausgangssituation (Anlagenbestand) in den beiden Modellkommunen vorgenommen. Hierbei wurde geprüft, welche Kriterien (s. II.1.6.1.1) im Basisjahr bei der Potenzialerschließung bereits berücksichtigt wurden.

Für die Ermittlung der quantitativen Erfüllungsgrade $E_{2\text{-}IST}$ wurde die Punktvergabe unter Berechnung und Bewertung eines Zielerreichungsgrades vorgenommen. Als Grundlage dienten dabei der aktuelle IST-Wert im Basisjahr 2010 sowie der Zielwert für das Jahr 2030. Der Zielerreichungsgrad zeigt somit die prozentuale Erschließung des jeweils definierten Ziels. Die Bewertungshierarchie zur Vergabe der Erfüllungsgrade ist nachstehender Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 103: Bewertungshierarchie zur Vergabe quantitativer Erfüllungsgrade im IST-Zustand für beide Verbandsgemeinden am Beispiel des Handlungsfeldes „Energie“
Quelle: Eigene Darstellung nach Peschla + Rochmes GmbH

Erfüllungsgrad ($E_{2\text{-}IST}$)	Zielwerterreichung
0	0-25% (Zielwerterreichung gering)
1	25-50% (Zielwerterreichung eher gering)
2	50-75% (Zielwerterreichung ziemlich hoch)
3	75-100% (Zielwerterreichung sehr hoch)

Unter Maßgabe dieser Bewertungsergebnisse erfolgte die Zusammenführung in Form des Nutzwertes für den IST-Zustand (N_{IST}). Die Teil- und Gesamtergebnisse können, getrennt für die beiden Verbandsgemeinden, den nachfolgenden Tabellen entnommen werden.

Die weiteren Ausbauszenarien unterliegen den real zur Verfügung stehenden Potenzialen. Zur Ermittlung wurde z. B. im Bereich der Photovoltaik ein speziell für dieses Projekt entwickeltes GIS-gestütztes Solarkataster hinzugezogen, um das Maximal-, Objektiv- und Restriktivpotenzial zu ermitteln (s. II.1.5.1.4). Für die Ausbauszenarien wurde mit dem Objektiv- und dem Restriktivpotenzial gearbeitet. Das Objektivpotenzial weist alle geeigneten Flächen aus, ungeachtet ihrer Vergütung oder der aktuellen gesetzlichen Lage. Das Restriktivpotenzial bezieht sich auf aktuell mögliche Flächen, die speziell für den Ausbau von erneuerbaren Energien ausgewiesen sind und die planungsrechtlich umsetzbar sind.

II.1.6.6.3.1 VG Sprendlingen-Gensingen

Tabelle 104: Nutzwerte der Messgrößen im Ist-Zustand der VG Sprendlingen-Gensingen im Handlungsfeld „Energie“
Quelle: IfaS nach Peschla + Rochmes GmbH

Bewertung des IST-Zustands der VG Sprendlingen-Gensingen				Maximale regionale Wertschöpfungseffekte	Optimale Flächennutzung	Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen						
Indikatoren	Messgröße	IST-Wert (2010)	Zielwert (2030)	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-SUM}}$		$E_{2\text{-IST}}$		N_{IST}
Anteil regenerativer Stromproduktion am Gesamtstromverbrauch	Stromproduktion PV in MWh/a	6.076 MWh	48.842 MWh	3	3	2	8	*	3	=	24
	Stromproduktion Wind in MWh/a	0 MWh	91.200 MWh	2	2	2	6	*	1	=	6
	Stromproduktion Wasser in MWh/a	326 MWh	337 MWh	2	0	2	4	*	0	=	0
	Stromproduktion Biomethan in MWh/a	0 MWh	4.300 MWh	2	2	2	6	*	2	=	12
	Stromproduktion aus Klär- und Grubengas in MWh/a	906 MWh	906 MWh	2	2	2	6	*	0	=	0
Erhöhter Anteil durch Energiespeicherung	Stromspeicher						0	*		=	0
Anteil regenerativer Wärmeproduktion am Gesamtwärmeverbrauch	Wärmeproduktion ST in MWh/a	534 MWh	12.864 MWh	3	2	3	8	*	3	=	24
	Wärmeproduktion Biomasse-Festbrennstoffe in MWh/a	1.713 MWh	15.979 MWh	3	2	3	8	*	3	=	24
	Wärmeproduktion Biomethan in MWh/a	0 MWh	4.100 MWh	3	2	3	8	*	1	=	8
	Wärmeproduktion Wärmepumpe in MWh/a	1.763 MWh	13.013 MWh	3	2	3	8	*	3	=	24
	Windgas/Heizstrom	0 MWh	12.087 MWh	3	2	3	8	*	2	=	16

Der elektrische Bedarf von 2030 könnte heute zu 5 % gedeckt werden. Das liegt an den zuvor genannten zahlreichen neuen Anwendungsgebieten. Um den realen Bedarf inkl. Überhang zur thermischen Unterstützung zu gewährleisten, müsste eine Zubaurate erreicht werden, die ca. 10.000 MWh pro Jahr an erneuerbarer elektrischer Energie zur Verfügung stellt. Aufteilen könnte sich diese Zubaurate zu 1/3 auf Photovoltaik und 2/3 Windkraft (vorbehaltlich der Genehmigungsfähigkeit aus naturschutzfachlicher Sicht, s. o.). Zusätzlich sollten Vorbereitungen zur Erzeugung von synthetischem Wasserstoff bzw. Methan getroffen werden. Das bedeutet auch eine Investition in das Erdgasnetz und die Überlegung zur weiteren energetischen Verwertung von biogenen Reststoffen im Bereich Biogas in Form von Vergärungsanlagen zur Erzeugung des notwendigen CO_2. Hier gilt es auch, Gruben- und Klärgasanlagen mit einzubinden.

Im Bereich der thermischen Energie decken die aktuellen erneuerbaren Energien ca. 7 % des zukünftigen Bedarfs von 2030 ab. Der Ausbau erfolgt sukzessive in Verbindung mit Sanierungs- und Neubauprojekten.

Insgesamt zeigt der IST-Zustand der VG Sprendlingen-Gensingen, dass zur Erreichung der Ziele noch erhebliche Anstrengungen erforderlich sind.

Tabelle 105: Potenziale VG Sprendlingen–Gensingen im Handlungsfeld „Energie“
Quelle: Eigene Darstellung

	Messgröße	Objektiv-Potenzial		Restriktiv-Potenzial	
		Summe (MWh/a)	Anteil	Summe (MWh/a)	Anteil
Elektrische Energie	**Photovoltaik**	161.785	331 %	128.539	263 %
	Windkraft	562.000	616 %	70.000	77 %
	Wasserkraft	11	3 %	11	3 %
	Biomethan	4.300	100 %	4.300	100 %
	Klär- und Grubengas	0	0 %	0	0 %
	Summe	728.096	500 %	202.850	139 %
Thermische Energie	**Solarthermie**	26.836	209 %	26.836	209 %
	Biomasse-Festbrennstoffe	17.587	110 %	17.587	110 %
	Biomethan	4.100	100 %	4.100	100 %
	Wärmepumpe	48.536	373 %	25.708	198 %
	Windgas/Heizstrom	269.725	2.232 %	72.159	597 %
	Summe	366.783	632 %	146.389	252 %

Wie aus der Tabelle ersichtlich, besteht aus elektrischer Sicht ein sehr großes Potenzial, welches noch erschlossen werden kann. Gerade die Photovoltaik eignet sich hervorragend zur Deckung der Potenziale und würde ein dezentral agierendes Netz unterstützen. Hierbei würden Wege klein und erzeugte Energie direkt von umliegenden Verbrauchern genutzt. Ein weiteres Potenzial besteht im Bereich der Windkraft. Aus politischer Sicht ist diese aktuell noch nicht gewollt. Potenziale sind vorhanden und sollten, mit Blick in die Zukunft, genutzt werden.

Im Bereich Wärme kann das Pendant zur Photovoltaik, die Solarthermie, in Kombination mit Wärmepumpe und Wärme aus überschüssigem Strom punkten.

Die biogenen Potenziale sind überschaubar und auf eine typische Weinbauregion zurückzuführen. Eine direkte Nutzung von Scheitholz bzw. moderner Wärmemedien wird aber weiterhin zum Alltag vieler Privater gehören.

II.1.6.6.3.2 VG Rockenhausen

Tabelle 106: Nutzwerte der Messgrößen im Ist-Zustand der VG Rockenhausen im Handlungsfeld „Energie“
Quelle: IfaS nach Peschla + Rochmes GmbH

Bewertung des IST-Zustands der VG Rockenhausen				Maximale regionale Wertschöpfungseffekte	Optimale Flächennutzung	Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen						
Indikatoren	Messgröße	IST-Wert (2010)	Zielwert (2030)	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-IST}}$	$E_{1\text{-SUM}}$		$E_{2\text{-IST}}$		N_{IST}
Anteil regenerativer Stromproduktion am Gesamtstromverbrauch	Stromproduktion PV in MWh/a	7.808 MWh	23.331 MWh	3	3	2	8	*	3	=	24
	Stromproduktion Wind in MWh/a	42.017 MWh	331.008 MWh	2	2	2	6	*	1	=	6
	Stromproduktion Wasser in MWh/a	0 MWh	51 MWh	2	0	2	4	*	0	=	0
	Stromproduktion Biomethan in MWh/a	11 MWh	10.498 MWh	2	2	2	6	*	2	=	12
	Stromproduktion aus Klär- und Grubengas in MWh/a	0 MWh	0 MWh	2	2	2	6	*	0	=	0
Anteil regenerativer Wärmeproduktion am Gesamtwärmeverbrauch	Wärmeproduktion ST in MWh/a	632 MWh	9.647 MWh	3	2	3	8	*	3	=	24
	Wärmeproduktion Biomasse-Festbrennstoffe in MWh/a	3.626 MWh	19.720 MWh	3	2	3	8	*	3	=	24
	Wärmeproduktion Biomethan in MWh/a	0 MWh	9.399 MWh	3	2	3	8	*	2	=	16
	Wärmeproduktion Wärmepumpe in MWh/a	1.163 MWh	2.927 MWh	3	2	3	8	*	3	=	24
	Windgas/Heizstrom	0 MWh	17.043 MWh	3	2	3	8	*	2	=	16

Im Jahr 2016 kann sich die VG Rockenhausen im Bereich elektrische Energie bereits zu ca. 79 % selbst versorgen. Sollte dieser Ausbau stagnieren, verringert sich der Anteil für 2030 auf ca. 14 %. Hierbei sind allerdings Überschüsse für Windgas, Elektro-Mobilität und Power-to-Heat-Konzepte mit eingerechnet. Maßgeblich für den sehr hohen Windanteil am Gesamtverbrauch ist die exponierte Lage der VG, die einen massiven Ausbau in den letzten Jahren zur Folge hatte. Die Zubaurate im Bereich der privaten Photovoltaikanlagen ist rückläufig, wird sich allerdings aufgrund von Eigenstromrentabilität in den nächsten Jahren erholen. Das EEG 2017 stellt hierfür die Weichen.

Im Bereich der thermischen Energie decken Wärmepumpen, unterstützt durch Solarthermie, und die Nutzung von Biomasse und Festbrennstoffen ca. 9 % des Primärbedarfs für 2030. Im Gegensatz zur VG Sprendlingen-Gensingen ist die Region sehr ländlich geprägt. Das schlägt sich im vergleichsweise hohen Anteil der Festbrennstoffe nieder, welche zu 80 % in Eigenleistung aus dem Wald geschlagen und im heimischen Sekundärbrenner als Heizungsunterstützung verbrannt werden.

Insgesamt ist der IST-Zustand der VG Rockenhausen als befriedigend bis gut zu bewerten. Vorhandene Potenziale wurden in der Vergangenheit entdeckt und aktiv genutzt sowie ausgebaut.

Die Objektiv- bzw. Restriktivpotenziale verhalten sich wie nachfolgend aufgelistet und unterscheiden sich stark von der VG Sprendlingen-Gensingen.

Tabelle 107: Potenziale VG Rockenhausen im Handlungsfeld „Energie“
Quelle: Eigene Darstellung

	Messgröße	Objektiv Potenzial		Restriktiv Potenzial	
		Summe (MWh/a)	Anteil	Summe (MWh/a)	Anteil
Elektrische Energie	Photovoltaik	233.601	1.001 %	69.699	299 %
	Windkraft	1.115.983	337 %	351.000	106 %
	Wasserkraft	51	100 %	51	100 %
	Biomethan	10.189	97 %	10.189	97 %
	Klär- und Grubengas	0	0 %	0	0 %
	Summe	1.359.824	373 %	430.939	118 %
Thermische Energie	Solarthermie	26.836	209 %	26.836	209 %
	Biomasse-Festbrennstoffe	17.587	110 %	17.587	110 %
	Biomethan	4.100	100 %	4.100	100 %
	Wärmepumpe	70.080	539 %	20.910	161 %
	Windgas/Heizstrom	541.368	4.479 %	72.159	597 %
	Summe	659.971	1.137 %	141.591	244 %

Wie aus der Tabelle ersichtlich, besteht aus elektrischer Sicht ein sehr großes Potenzial, welches noch erschlossen werden kann. Gerade die Photovoltaik eignet sich hervorragend zur Deckung der Tagesbedarfe und würde ein dezentral agierendes Netz unterstützen. Hierbei würden Wege klein und erzeugte Energie direkt von umliegenden Verbrauchern genutzt. Das führt zu einer Entlastung der Netze aber auch zu einer Entlastung der Bürger mittels Reduzierung der Lebenshaltungskosten. Aber auch Unternehmen werden durch den lokal produzierten Anteil an Energie bei den Betriebskosten entlastet. Ein weiteres Potenzial besteht im Bereich der Windkraft. Aus politischer Sicht ist diese aktuell nicht gewollt. Potenziale sind vorhanden und sollten, mit Blick in die Zukunft, genutzt werden.

Im Bereich Wärme kann das Pendant zur Photovoltaik, die Solarthermie, in Kombination mit Wärmepumpe und Wärme aus überschüssigem Strom punkten.

Die biogenen Potenziale sind überschaubar und werden bisher gut genutzt. Eine direkte Nutzung von Scheitholz wird aber weiterhin zum Alltag vieler Privater gehören.

II.1.6.6.4 Null-Emissions-Zielerreichungsgrad im Handlungsfeld „Energie“

In einem letzten Schritt erfolgt die Berechnung des „Zielerreichungsgrad Null-Emission“ (**Z**). Nachstehend sind abschließend die Zielerreichungsgrade für beide Modellkommunen getrennt dargestellt einsehbar.

Tabelle 108: Zielerreichungsgrade der Messgrößen für die VG Sprendlingen-Gensingen im Handlungsfeld „Energie“
Quelle: Eigene Darstellung nach Peschla + Rochmes GmbH

Berechnung des NE-Zielerreichungsgrades der VG Sprendlingen-Gensingen		Maximale regionale Wertschöpfungseffekte	Optimale Flächennutzung	Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen										
Indikatoren	**Messgröße**	$E_{1\text{-}IST}$	$E_{1\text{-}IST}$	$E_{1\text{-}IST}$	$E_{1\text{-}SUM}$		$E_{2\text{-}IST}$		N_{IST}	N_{IST}		N_{Soll}		**Z**
Anteil regenerativer Stromproduktion am Gesamtstromverbrauch	Stromproduktion PV in MWh/a	3	3	2	8	*	3	=	24	24	/	24	=	100%
	Stromproduktion Wind in MWh/a	2	2	2	6	*	1	=	6	6		24	=	25%
	Stromproduktion Wasser in MWh/a	2	0	2	4	*	0	=	0	0		21	=	0%
	Stromproduktion Biomethan in MWh/a	2	2	2	6	*	2	=	12	12		21	=	57%
	Stromproduktion aus Klär- und Grubengas in MWh/a	2	2	2	6	*	0	=	0	0		21	=	0%
Anteil regenerativer Wärmeproduktion am Gesamtwärmeverbrauch	Wärmeproduktion ST in MWh/a	3	2	3	8	*	3	=	24	24		24	=	100%
	Wärmeproduktion Biomasse-Festbrennstoffe in MWh/a	3	2	3	8	*	3	=	24	24		24	=	100%
	Wärmeproduktion Biomethan in MWh/a	3	2	3	8	*	1	=	8	8		24	=	33%
	Wärmeproduktion Wärmepumpe in MWh/a	3	2	3	8	*	3	=	24	24		24	=	100%
	Windgas/Heizstrom	3	2	3	8	*	2	=	16	16		24	=	67%

Tabelle 109: Zielerreichungsgrade der Messgrößen für die VG Rockenhausen im Handlungsfeld „Energie“
Quelle: Eigene Darstellung nach Peschla + Rochmes GmbH

Berechnung des NE-Zielerreichungsgrades der VG Rockenhausen		Maximale regionale Wertschöpfungseffekte	Optimale Flächennutzung	Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen										
Indikatoren	**Messgröße**	$E_{1\text{-}IST}$	$E_{1\text{-}IST}$	$E_{1\text{-}IST}$	$E_{1\text{-}SUM}$		$E_{2\text{-}IST}$		N_{IST}	N_{IST}		N_{Soll}		**Z**
Anteil regenerativer Stromproduktion am Gesamtstromverbrauch	Stromproduktion PV in MWh/a	3	3	2	8	*	3	=	24	24	/	24	=	100%
	Stromproduktion Wind in MWh/a	2	2	2	6	*	1	=	6	6		24	=	25%
	Stromproduktion Wasser in MWh/a	2	0	2	4	*	0	=	0	0		21	=	0%
	Stromproduktion Biomethan in MWh/a	2	2	2	6	*	2	=	12	12		21	=	57%
	Stromproduktion aus Klär- und Grubengas in MWh/a	2	2	2	6	*	0	=	0	0		21	=	0%
Anteil regenerativer Wärmeproduktion am Gesamtwärmeverbrauch	Wärmeproduktion ST in MWh/a	3	2	3	8	*	3	=	24	24		24	=	100%
	Wärmeproduktion Biomasse-Festbrennstoffe in MWh/a	3	2	3	8	*	3	=	24	24		24	=	100%
	Wärmeproduktion Biomethan in MWh/a	3	2	3	8	*	2	=	16	16		24	=	67%
	Wärmeproduktion Wärmepumpe in MWh/a	3	2	3	8	*	3	=	24	24		24	=	100%
	Windgas/Heizstrom	3	2	3	8	*	2	=	16	16		24	=	67%

II.1.6.7 Ergebnisse im Handlungsfeld „Kulturlandschaft“

II.1.6.7.1 Bewertung Soll-Zustand im Handlungsfeld „Kulturlandschaft“

Autor: Eike Zender

Die Bewertung des Soll-Zustands im Bereich „Kulturlandschaft“ kann aufgrund der besonderen Charakteristik des Handlungsfeldes nicht nach Maßgabe der zuvor dargestellten Methodik und damit auch nicht analog zu den übrigen Handlungsfeldern durchgeführt werden.

Kulturlandschaftsmanagement wird durch umweltbedingte, lokal-spezifische biologische, ökologische, topografische und klimatische Faktoren bestimmt, die zudem auch in wechselseitiger Abhängigkeit miteinander stehen. Diese Faktoren beeinflussen auch die Qualität der Ökosystemleistungen, begonnen bei Klima-, Erosions- oder Grundwasserschutz bis hin zu einer Steigerung der Biodiversität. Die Vielzahl biotischer und abiotischer Leistungen der Böden in Verbindung mit lokalen „lebendigen“ Potenzialen verdeutlicht die Notwendigkeit von Einzelfallbetrachtungen bei der Maßnahmenentwicklung. Ferner stehen die vielfältigen Bewirtschaftungsoptionen in der Landwirtschaft, wie bspw. die Wahl und Führung landwirtschaftlicher Anbaukulturen, in direkter Abhängigkeit zu Entwicklungen auf dem Weltmarkt – es existieren i. d. R. kaum langfristige Vergütungssysteme für landwirtschaftliche Rohstoffe wie bspw. das EEG für die Energiebereitstellung im Energie-Sektor, z. B. für Biogasanlagen. Biomasse wird hier über die Veredelung in Energie nur indirekt gefördert. Eine diesen Rohstoffmärkten geschuldete fluktuierende Erzeugerpreisentwicklung erfordert daher auch Flexibilität und Dynamik bei der Auswahl von Kulturen und Bewirtschaftungsformen. Dies macht eine entsprechende Bewertung von Agrarsystemen und deren Zukunftsprognosen ungleich schwieriger. Technische Machbarkeit, der Ausbau lokaler Direktvermarktung, Gewinnerwartungen und demografische Verantwortung ergänzen die genannten Faktoren wiederum in vergleichbarer Art und Weise zu den weiteren betrachteten Handlungsfeldern.

Der Anspruch an Vergleichbarkeit sowie die Zielsetzung von Entwicklung und Anwendung einer allgemeingültigen, handlungsfeldübergreifenden Methodik stieß bei der „Kulturlandschaft“ immer wieder an Grenzen.

Nachfolgend werden beispielhafte „Best-Practice-Maßnahmen“ in Bezug auf die Messgrößen der entsprechenden Unterziele und Indikatoren dargestellt. Diese dienen einem Überblick über mögliche Best-Practice-Maßnahmen. Maßnahmen im Kulturlandschaftsmanagement sind und bleiben stark standortabhängig und können daher nicht allgemeingültig als Best- oder Worst-Case formuliert werden. Eine Einzelfallbetrachtung ist im Rahmen der Maßnahmen- und Projektentwicklung im Handlungsfeld „Kulturlandschaft“ wesentlich.

Tabelle 110: Best-Practice-Maßnahmen in Abhängigkeit von Unterzielen im Handlungsfeld „Kulturlandschaft“
Quelle: Eigene Darstellung

Unterziele	Indikatoren	Messgröße	Best-Practice-Maßnahmen BP
Null C-Verluste	Kohlenstoff Umsetzungsverhältnis (Forst)	Nutzungs-Zuwachs-Verhältnis	Weitgehende Nutzung des Holzuwachses unter Berücksichtigung anderer Waldfunktionen und der (Nährstoff)nachhaltigkeit
	Veränderung der Corg-Gehalte im Boden	Corg Reproduktion [kg ha-1 a-1]	Integration von Dauerkulturen, u.a. Agrarholz/Agroforstsysteme (Erzeugung von Festbrennstoffen) und Kleegras (auch als Biogassubstrat) in Ackerflächen bzw. Fruchtfolgen
Null N-Verluste	Stickstoff-Emissionen (direkt)	Ungenutzte N-Potenziale (Verluste) [kg ha-1 a-1]	Rückgewinnung und Inwertsetzung von Stickstoff aus Reststoffen (v.a. aus Abwasser-Stoffströmen, Gärresten) Reduktion gasförmiger N-Verluste durch Biokohleeinsatz (ggf. als Kaskadennutzung)
	Stickstoff-Emissionen (diffus)	N-Überhang (Verlust)	Vermeidung von Austrägen über Abschwemmung und Bodenwasser durch Gewässerschutzstreifen (Agrarholz / Biogasgemenge / Grünland)
Null P-Verluste	Phosphor-Emissionen	Ungenutzte P-Potenziale (Verluste) [kg ha-1 a-1]	Vermeidung von Austrägen über Abschwemmung und Bodenwasser durch Gewässerschutzstreifen (Agrarholz / Biogasgemenge) Rückgewinnung und Inwertsetzung von Phosphor aus Reststoffen (v.a. aus Abwasser-Stoffströmen, Gärresten)
Optimale Ertragsfähigkeit	Erosion	Erosionsgefährdung (Potenzielle Verluste) [t a-1]	Erosionsschutz durch Agrarholz / Agroforstsysteme und Biogasgemenge auf gefährdeten Ackerschlägen
	Erosion/N-/P-Verluste	Anteil der Schläge mit Bodendeckung im Winter (Stichprobenkartierung)	Erosionsschutz durch Agrarholz / Agroforstsysteme und Biogasgemenge auf gefährdeten Ackerschlägen
	Flächeninanspruch-nahme ertragsfähiger Böden	Versiegelung/Umwidmung von Acker-, Grünland und Wald [ha a-1]	Vermeidung der Flächeninanspruchnahme durch verstärkte Innenentwicklung, flächenschonende Planung Umsetzung produktionsintegrierter Kompensationsmaßnahmen (mit nachwachsenden Rohstoffen)

II.1.6.7.2 Bewertung IST-Zustand im Handlungsfeld „Kulturlandschaft“

Autor: Eike Zender

Die Vergabe der qualitativen Erfüllungsgrade $E_{1\text{-}IST}$, bezogen auf die drei Oberziele, wurde entsprechend der im Basisjahr geltenden Ausgangssituation in den beiden Modellkommunen vorgenommen. Hierbei wurde geprüft, welche Kriterien (s. II.1.6.1.1) im Basisjahr bei der Potenzialerschließung bereits berücksichtigt wurden.

Die nachfolgenden Bewertungsergebnisse beziehen sich auf die im Rahmen des Projektes in Feldversuchen analysierten Flächen und sind demnach nicht als Gesamtergebnis für alle Flächen der Verbandsgemeinden anzusehen. Für viele Messgrößen liegen keine (validen) Daten für ganze Gemeinden vor, da diese zumindest gegenwärtig regional noch nicht ausreichend beachtet werden; bspw. Erhebungen zu organischem Kohlenstoff im Humus der Böden. Auf betrieblicher Ebene werden diese Untersuchungen zwar beauftragt und erfasst, aber i. d. R. nicht an Dritte weitergegeben. Die dargestellten nicht direkt gemessenen Datengrundlagen sind daher nur als Näherungsrechnungen zu interpretieren. Gleichwohl ist es empfehlenswert, die grundlegenden Messgrößen bei künftigen Planungs- oder Analysetätigkeiten zumindest zu beachten und – sofern möglich – auch kleinteilige, standortspezifische Zielwerte zu formulieren, z. B. bei der Steigerung des organischen Kohlenstoffs mittels Bodenhilfsstoffen wie Biokohle oder einer stärkeren Gründüngung durch Zwischenfrüchte.

Für die Ermittlung der quantitativen Erfüllungsgrade $E_{2\text{-}IST}$ wurde die Punktvergabe verbal-argumentativ unter Berücksichtigung und Bewertung der bisherigen und laufenden Aktivitäten der Verbandsgemeinden zum jeweiligen Thema, wie bspw. die ergriffenen Erosionsschutzmaßnahmen vor dem Hintergrund der regionalen Gefährdungspotenziale, durchgeführt.

Unter Maßgabe dieser Bewertungsergebnisse erfolgte die Zusammenführung in Form des Nutzwertes für den IST-Zustand (N_{IST}). Die Teil- und Gesamtergebnisse können, getrennt für die beiden Verbandsgemeinden, den nachfolgenden Tabellen entnommen werden.

Tabelle 111: Nutzwerte der Messgrößen im Ist-Zustand der VG Sprendlingen-Gensingen im Handlungsfeld „Kulturlandschaft“

Quelle: Eigene Darstellung

Bewertung des IST-Zustands der VG Sprendlingen-Gensingen				Maximale regionale Wertschöpfungseffekte	Optimale Flächennutzung	Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen						
Indikatoren	Messgröße	IST-Wert (2010)	Zielwert (2030)	$E_{1\text{-}IST}$	$E_{1\text{-}IST}$	$E_{1\text{-}IST}$	$E_{1\text{-}SUM}$		$E_{2\text{-}IST}$		N_{IST}
Kohlenstoff Umsetzungsverhältnis (Forst)	Nutzungs-Zuwachs-Verhältnis	65,20%	0,8	1	1	1	3	*	2	=	6
Veränderung der Corg-Gehalte im Boden	Corg Reproduktion [kg ha-1 a-1]	VG-weite Datenerhebung nicht möglich		keine Bewertung möglich	keine Bewertung möglich	keine Bewertung möglich	k.A.	*	k.A.	=	k.A.
Stickstoff-Emissionen (direkt)	Ungenutzte N-Potenziale (Verluste) [kg ha-1 a-1]	-39	0	1	1	1	3	*	1	=	3
Stickstoff-Emissionen (diffus)	N-Überhang (Verlust)	-46	0	1	1	1	3	*	1	=	3
Phosphor-Emissionen	Ungenutzte P-Potenziale (Verluste) [kg ha-1 a-1]	2,5	0	1	1	1	3	*	1	=	3
Erosion	Erosionsgefährdung (Potenzielle Verluste) [t a-1]	8.202,37	so gering wie möglich	1	1	1	3	*	1	=	3
Flächeninanspruchnahme ertragsfähiger Böden	Versiegelung/Umwidmung von Acker-, Grünland und Wald [SuV Fläche in %]	23,1	so gering wie möglich	0	0	0	0	*	0	=	0

Tabelle 112: Nutzwerte der Messgrößen im Ist-Zustand der VG Rockenhausen im Handlungsfeld „Kulturlandschaft“

Quelle: Eigene Darstellung

Bewertung des IST-Zustands der VG Rockenhausen				Maximale regionale Wertschöpfungseffekte	Optimale Flächennutzung	Minimierung von Klima- & Umweltbelastungen						
Indikatoren	Messgröße	IST-Wert (2010)	Zielwert (2030)	$E_{1\text{-}IST}$	$E_{1\text{-}IST}$	$E_{1\text{-}IST}$	$E_{1\text{-}SUM}$		$E_{2\text{-}IST}$		N_{IST}
Kohlenstoff Umsetzungsverhältnis (Forst)	Nutzungs-Zuwachs-Verhältnis	67,00%	0,8	1	1	1	3	*	2	=	6
Veränderung der Corg-Gehalte im Boden	Corg Reproduktion [kg ha-1 a-1]	VG-weite Datenerhebung nicht möglich		keine Bewertung möglich	keine Bewertung möglich	keine Bewertung möglich	k.A.	*	k.A.	=	k.A.
Stickstoff-Emissionen (direkt)	Ungenutzte N-Potenziale (Verluste) [kg ha-1 a-1]	-35	0	0	0	0	0	*	0	=	0
Stickstoff-Emissionen (diffus)	N-Überhang (Verlust)	-71	0	1	2	2	5	*	1	=	5
Phosphor-Emissionen	Ungenutzte P-Potenziale (Verluste) [kg ha-1 a-1]	1,7	0	2	2	3	7	*	1	=	7
Erosion	Erosionsgefährdung (Potenzielle Verluste) [t a-1]	15.824,32	so gering wie möglich	2	2	3	7	*	1	=	7
Flächeninanspruchnahme ertragsfähiger Böden	Versiegelung/Umwidmung von Acker-, Grünland und Wald [SuV Fläche in %]	8,7	so gering wie möglich	0	0	0	0	*	0	=	0

II.1.6.7.3 Null-Emissions-Zielerreichungsgrad im Handlungsfeld „Kulturlandschaft“

Autor: Eike Zender

Bezugnehmend auf die zuvor dargestellten Abhängigkeiten des Handlungsfeldes „Kulturlandschaft“, kann demnach auch der Null-Emissions-Zielerreichungsgrad nicht dargestellt werden. Obgleich die Nutzwerte im IST-Zustand beispielhaft für einzelne Versuchsflächen vorliegen, war die zusammenfassende Berechnung des Null-Emissions-Zielerreichungsgrades v. a. in Ermangelung einer sinnvollen und aussagekräftigen Bewertung eines Soll-Zustands nicht möglich.

II.1.6.7.4 Maßnahmen zur Erosionsminderung

Autoren: Frank Wagener, Jörg Böhmer

Allgemein anerkannte landwirtschaftliche Maßnahmen wie z. B. Zwischenfruchtanbau und Untersaaten werden als gute fachliche Praxis nicht näher erwähnt, sondern als Standard vorausgesetzt. Im Folgenden werden nur neue und in der Fläche nicht eingeführte Maßnahmen und Techniken dargestellt.

Die VG Sprendlingen-Gensingen teilt sich in drei große Flächennutzungen auf: Bebaute Flächen und Infrastruktur (rund 1/4), Ackerland und Weinbau (etwas weniger als 3/4); alle anderen spielen kaum eine Rolle. Naturgemäß konzentriert sich der Weinbau auf die Hanglagen. Bis auf eine neue Flurbereinigung „Wißberg“ (193 ha, Vernetzung NSG Wißberg mit dem renaturierten „Johannesbach“) weisen alle anderen Weinbaustandorte eine fast komplett ausgeräumte Landschaft auf, die eine hohe Anfälligkeit gegenüber Erosion aufweist.

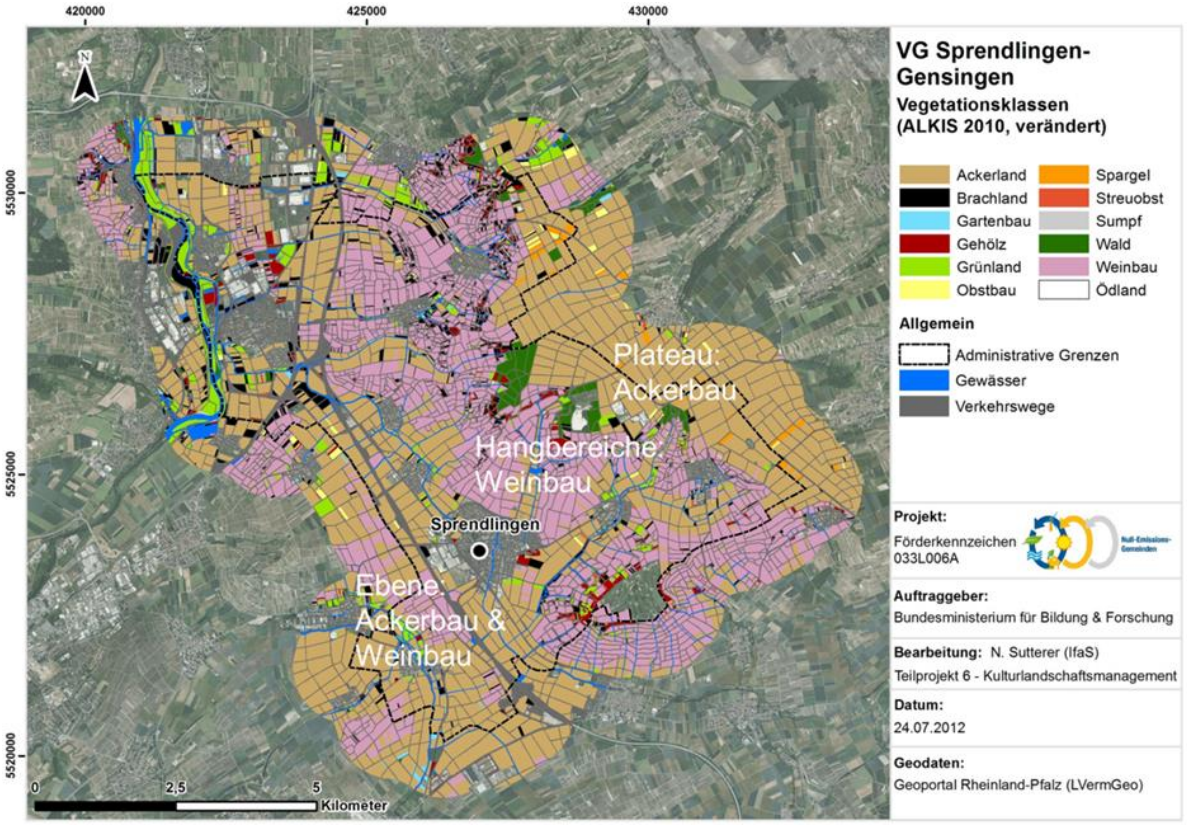


Abbildung 91: Vegetationsklassen in Sprendlingen-Gensingen.
Quelle: Eigene Karte

Eine Verminderung der Erosion ist durch eine ganzjährige Begrünung der Weinberge möglich. Allerdings arbeiten die überwiegend konventionell wirtschaftenden Betriebe mit jeweils einer begrünten und einer unbegrünten Gasse in den Rebreihen.

Ein zweiter Ansatzpunkt arbeitet mit einer stärkeren Aktivierung der Bodenprozesse durch den Einbau von Biokohle über z. B. Bodenhilfsstoffe. Die pyrolisierte Kohle verfügt über eine enorm große Oberfläche, speichert effektiv Wasser und Nährstoffe und steigert die Aktivität der Bodenfauna. Die Versuche in einem neu angelegten Weinberg des konventionell bewirtschafteten Hofgutes Geil belegen eine Steigerung der Kationenaustauschkapazität und der Basenverfügbarkeit. Der Aufbau von

stabilem Humus und die Aktivierung der Bodenfauna kann eine Erosionsminderung erreichen, wenn der Boden ein größeres Porenvolumen aufweist und gleichzeitig die Rauigkeit wie Stabilität der Bodenoberfläche zunimmt. Allerdings können so Starkregenereignisse nicht abgemildert werden. Mit Sicht auf die überwiegende konventionelle Nutzung helfen nur eine Umgestaltung der Flur und ein Einbau von wirksamen Erosionsschutzmaßnahmen an den gefährdeten Erosionsrinnen.

Abbildung 92: Sicht von einem ökologisch bewirtschafteten Weinberg mit durchgehender Gassenbegrünung auf die ausgeräumten Weinbergslagen.
Quelle: Wagener F. (2016)

Die Mittelgebirgslandschaft in der VG Rockenhausen weist ein bewegtes Relief untergliedert mit Mittelgebirgsbächen auf. Durch eine Erosionsmodellierung kann man die gefährdeten Schläge im Raum identifizieren (s. Abbildung 93). Mit dieser Basis werden Regionen identifiziert, die für Dauerkulturen wie z. B. flächige oder streifenartige Agrarholzsysteme, Großgräser oder überjährige Gemenge empfehlenswert sind (vgl. auch Kapitel II.1.8.5).

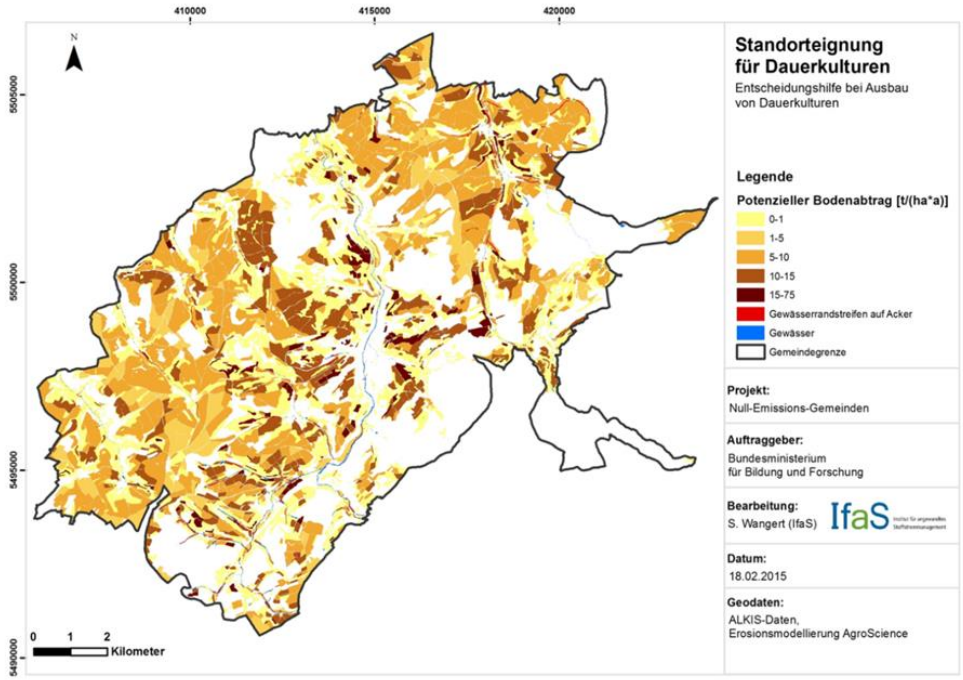


Abbildung 93: Identifikation von Standorten für Erosion reduzierende Dauerkulturen in der VG Rockenhausen.
Quelle: Eigene Darstellung

In der Abbildung 94 wurde ein Ausschnitt vergrößert, der eine hohe Anzahl an gefährdeten Standorten aufweist. In Verbindung mit den Energiesenken in den Ortslagen empfehlen wir auf diesen Standorten einen Mischanbau von Nahrungsmitteln und Energiepflanzen zur Erosionsreduzierung z. B. in Agroforstsystemen oder mit Großgräsern wie bspw. Miscanthus.

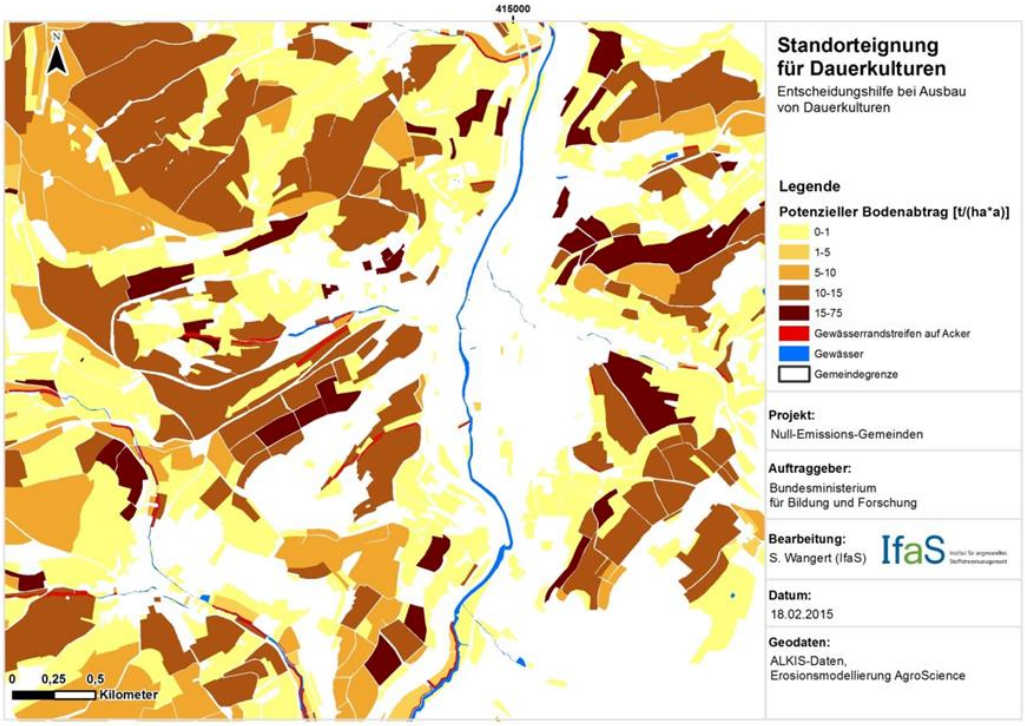


Abbildung 94: Ausschnitt aus Standorteignungskarte der VG Rockenhausen.
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.6.7.5 Reduzierung der N & P-Verluste

Autoren: Frank Wagener, Jörg Böhmer

Im Ergebnis werden durch Erosionsschutzmaßnahmen die Verluste von Phosphor und Stickstoff reduziert. Flankierend empfehlen wir die Nutzung ungenutzter Biomasse aus dem Grünschnitt und der Landschaftspflege (s. II.1.6.5).

Ein weiterer Ansatzpunkt liegt in der Rückgewinnung und Inwertsetzung von Stickstoff und Phosphor aus Reststoffen insbesondere aus Abwasser-Stoffströmen und Gärresten (s. II.1.6.4). Ein weiteres Arbeitsfeld ist die Reduktion gasförmiger N-Verluste durch Biokohleeinsatz z. B. in einer Kaskadennutzung (s. II.1.6.7.6.2).

II.1.6.7.6 Kohlenstoff

Autoren: Frank Wagener, Jörg Böhmer

Die Einbindung von Kohlenstoff in Biomasse, in die Böden und die verbundene Substitution von fossilem durch biogenen Kohlenstoff sind die wesentlichen Maßnahmen innerhalb eines Kulturlandschaftsmanagements der beiden Verbandsgemeinden.

Die Sicherung von Kohlenstoffvorräten durch Erosionsschutz und einen möglichst geringen Versiegelungsgrad wird empfohlen. Eine weitere Möglichkeit liegt in der Umwandlung von Ackerland in Dauerkulturen. Es wurde nachgewiesen, dass sowohl Großgräser wie Miscanthus als auch Agrargehölze eine aktive Kohlenstoffspeicherung im Humusaufbau der Standorte auslösen. [WAGENER ET AL. 2013]

Aufgrund der Verschiedenartigkeit der Landschaften werden nachfolgend zwei Lösungswege für die aktive Kohlenstoffbewirtschaftung vorgestellt.

II.1.6.7.6.1 Waldbau

ES wird empfohlen, das Kohlenstoff-Umsetzungsverhältnis in der Forstwirtschaft durch eine Steigerung der Nutzung auf 80 % auszubauen. In der VG Rockenhausen würde sich der Gesamthiebsatz um rund 1.600 Efm erhöhen. Die Umverteilung der Sortimente vom Industrieholz zum Energieholz substituiert zusätzlich fossilen Kohlenstoff und erhöht die Wertschöpfung im Raum.

Tabelle 113: Sortimentsverteilung und Gesamthiebsatz von 2012 bis 2050 in der VG Rockenhausen.
Quelle: Eigene Darstellung

VG Rockenhausen - Sortimentsverteilung [Efm]				
	2012	2020	2030	2050
Stammholz	6.910	7.601	7.601	7.601
Industrieholz	6.910	6.783	6.105	5.495
Energieholz	2.591	3.604	4.283	4.893
Ohne	864	950	950	950
Gesamthiebsatz	**17.276**	**18.939**	**18.939**	**18.939**
Steigerung	0%	10%	0%	0%

In der VG Sprendlingen-Gensingen spielt der Waldbau keine bedeutende Rolle, insofern sind die Ergebnisse aus dem Forstsektor weniger relevant.

Tabelle 114: Sortimentsverteilung und Gesamthiebsatz von 2012 bis 2050 in der VG Sprendlingen-Gensingen.
Quelle: Eigene Darstellung

VG Sprendlingen-Gensingen - Sortimentsverteilung [Efm]				
	2012	2020	2030	2050
Stammholz	0	0	0	0
Industrieholz	83	82	74	66
Energieholz	0	9	17	25
Ohne	143	157	157	157
Gesamthiebsatz	**225**	**248**	**248**	**248**
Steigerung	0%	10%	0%	0%

Die nachfolgende Abbildung zeigt die empfohlene Hiebsatzsteigerung und Sortimentsverteilung der beiden Verbandsgemeinden in der Zukunft.

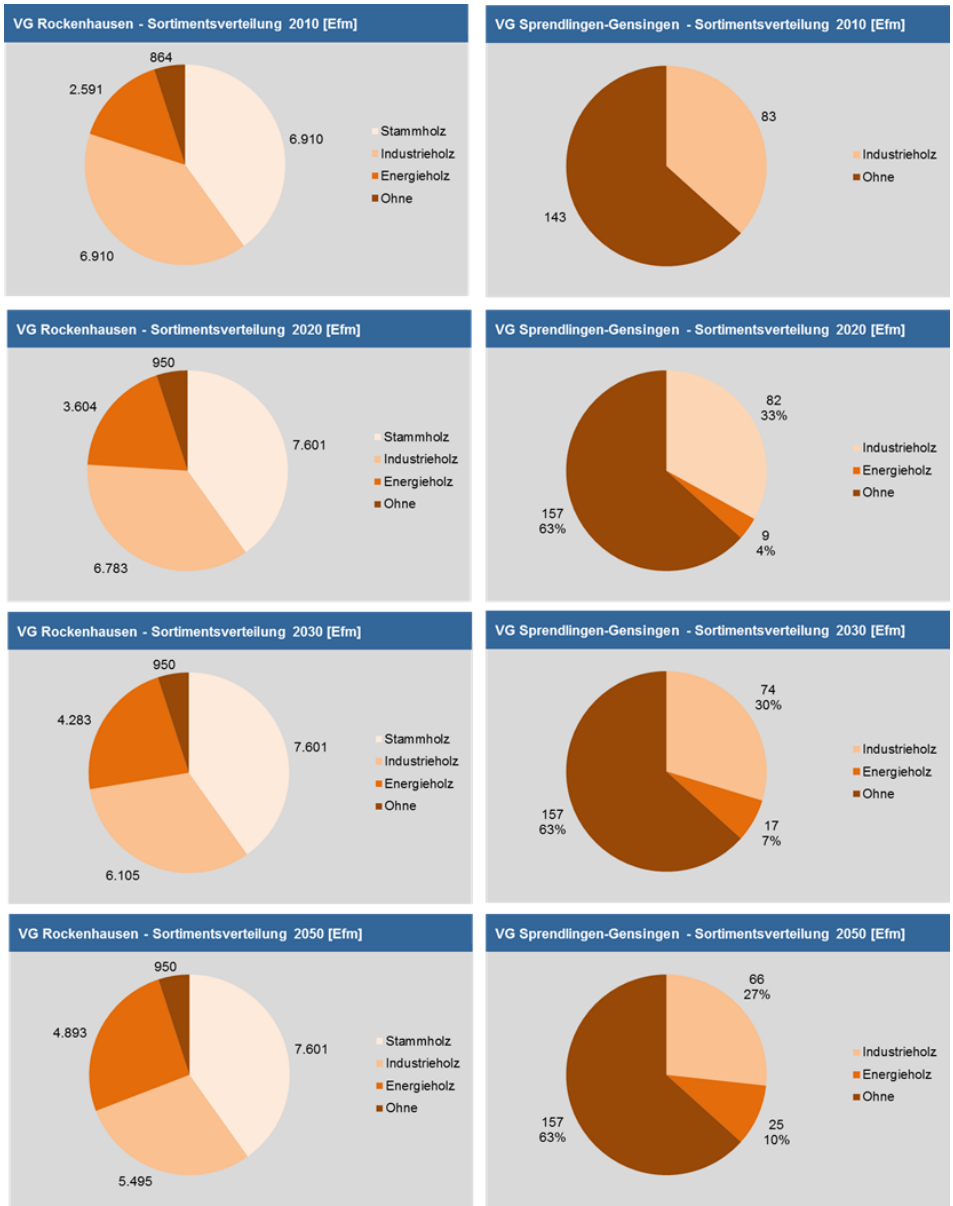


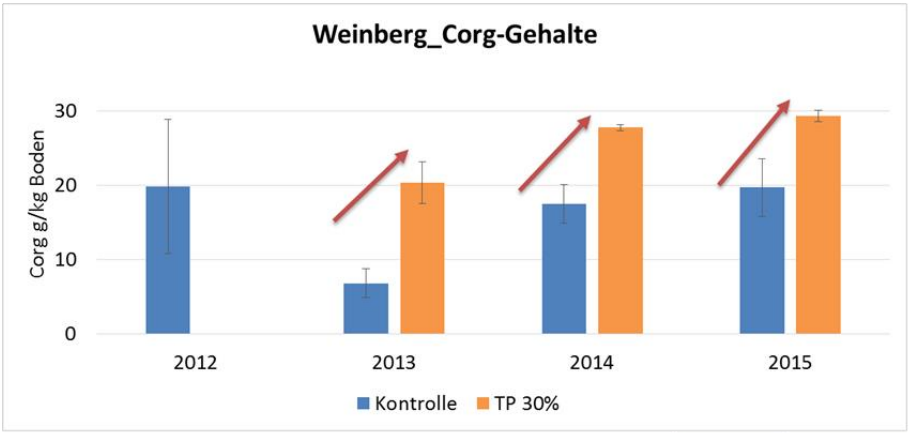
Abbildung 95: Steigerung der Holznutzung auf 80 % des Zuwachses und Sortimentsverteilung in beiden Verbandsgemeinden.
Quelle: Eigene Darstellung

Wir empfehlen die Steigerung des Hiebsatzes und eine Sortimentsanpassung vom Industrieholz zum Energieholz. Ein höherer Nutzungsgrad steigert die Produktivität der Standorte, die über ein ausreichend hohes Nährstoffnachlieferungsvermögen verfügen. Nur auf diesen Standorten sollte eine Nutzungsintensivierung umgesetzt werden.

II.1.6.7.6.2 Weingärten

In den Weingärten der VG Sprendlingen-Gensingen empfehlen wir nach jetzigem Kenntnisstand den Einsatz von Biokohle in einem organischen Substrat. Der Weinberg zeigt als einziger Standort eine gute Kohlenstoffbilanz des eingesetzten Biokohlesubstrates im Boden. Der Einsatz von Biokohle zur Bodenverbesserung ist zwar z. B. über die Kationenaustauschkapazität messbar, aber eine reale Verbesserung der Ertragsleistung oder Qualität konnte bisher nicht nachgewiesen werden.

Die Biokohle ist aus Sicht des Landwirtes aktuell wenig attraktiv. Sie wird hier empfohlen zur Kohlenstoffspeicherung bei der Neuanlage von Weingärten. Diese Leistung muss durch eine Nachfrage aus der Kommune oder Dritten finanziert werden. Es bietet sich z. B. ein Ausgleich aufgrund der Versiegelung von Böden durch Baumaßnahmen an oder regionale Kohlenstoffzertifikate.



Substrat	TOC in g/kg	C/N
TP30%	265,56	25,97

Steigerung der Corg-Gehalte durch TP-Substrat

Abbildung 96: Steigerung der organischen Kohenlstoffgehalte
Quelle: Sandhage-Hofmann et al. 2016

Die Entwicklung des Weinbergs wird aktuell zumindest in 2016 weiter durch die Universität Bonn untersucht. Es bleibt abzuwarten, ob sich die positive Entwicklung fortsetzt sowie im Erntegut ein Unterschied gegenüber der Nullvariante sichtbar wird.

II.1.6.7.7 Naturschutz

Autoren: Frank Wagener, Jörg Böhmer

Der Naturschutz in beiden Verbandsgemeinden ist in Teilen defizitär. Es bestehen zwar ausgewiesene Schutzgebiete in einem größeren Umfang, aber der Erhaltungszustand in vielen Gebieten ist mancherorts schlecht bis ungenügend. Die Potenziale der Standorte werden in Sachen Naturschutz nicht gehoben. Mehr noch verhindern diese Gebiete andere Entwicklungen, wie z. B. die Nutzung als Windkraftstandort (s. Abbildung 97). In diesem Zusammenhang weisen wir darauf hin, dass das Land

Rheinland-Pfalz in der Pflicht steht, in Schutzgebieten mit gesamtstaatlicher Bedeutung sowohl konstruktive wie machbare Bewirtschaftungspläne herstellen zu lassen als auch die dann notwendigen Investitionen bereitzustellen. Eine reine Verwaltung der Gebiete und Delegation an ehrenamtliche Naturschutzvereine oder Einzelpersonen ohne eine professionelle Unterstützung vor Ort – und das ist wesentlich - ist nicht zielführend. Die überschaubare Ausstattung der Landkreise mit Biotopbetreuern und Vertragsnaturschutz-Beratern (aktuell EULLa-Berater) ist i. d. R. nicht ausreichend, um defizitäre Großschutzgebiete marktbasiert in einen besseren Zustand zu überführen. Eine Analyse der Agrarstruktur ist die Grundlage für eine marktbasierte Zusammenarbeit mit landwirtschaftlichen Betrieben.

Es wird empfohlen, die Ziele des Naturschutzes in realistischen und betrieblich anpassbaren Nutzungsoptionen zu verfolgen. Überall dort, wo die Ziele des Naturschutzes nicht mehr erreicht werden können, empfehlen wir die Aufhebung des Gebietsschutzes. Denn wenn der Gegenstand der rechtlichen Sicherung nicht mehr erreicht werden kann, ist eine Rechtssatzung die sich darauf beruft Gegenstandslos. Wir empfehlen das Land Rheinland-Pfalz konkret anzusprechen, um bestehende Defizite aufzuzeigen und Mittel für eine kommunal getragene Naturschutzstrategie nebst Personalressourcen einzuwerben. Der hier favorisierte produktionsintegrierte Naturschutz wird am Beispiel des Vogelschutzgebietes Ober-Hilbersheimer Plateaus in Kapitel II.1.8.3 dargestellt.

Wir empfehlen die Schaffung einer Arbeitsstelle zur Konkretisierung und Umsetzung der Naturschutzstrategie, die als Stabsstelle direkt beim Bürgermeister in der Verwaltung angesiedelt wird. Aktuell gibt es keinen ausreichend qualifizierten Mitarbeiter in beiden Verbandsgemeinden. Die Landmanager können diesen speziellen Fachteil bei der Vielzahl an weiteren Aufgaben nicht befriedigend abdecken. Wir empfehlen das Land für ein Pilotprojekt anzusprechen, um zum einen eine Kofinanzierung einer Personalstelle vorzuschlagen und zum anderen Geldmittel für eine marktbasierte Entwicklungsstrategie einzuwerben. Die Verbandsgemeinden können aus eigenen, noch einzurichtenden Ökokonten einen Teil der Maßnahmenfinanzierung beitragen.

Überall dort wo eine landwirtschaftliche Betriebsintegration nicht möglich ist, empfehlen wir, dass die öffentliche Hand bzw. Kommune die Nutzung der Pflegeschnitte organisiert. Dazu ist der Aufbau eines Biomassehofes sinnvoll (s. II.1.6.7.9).

Die Kommunen sind aktuell im Naturschutz kaum oder gar nicht engagiert, gleichwohl sie von den Festsetzungen in ihrer Entwicklung eingeschränkt werden. Wenn der Naturschutz als systemimmanenter Teil der Kulturlandschaftsentwicklung gesehen wird, dann empfehlen wir den Aufbau einer integrativen Naturschutzstrategie. Impulse dazu können in der eigenen Bauleitplanung umgesetzt werden, da hier in erheblichem Maße Geldmittel und Flächen aus Umlageverfahren der Erwerber von Bauland durch die Kommune investiert werden (s. II.1.6.7.8).

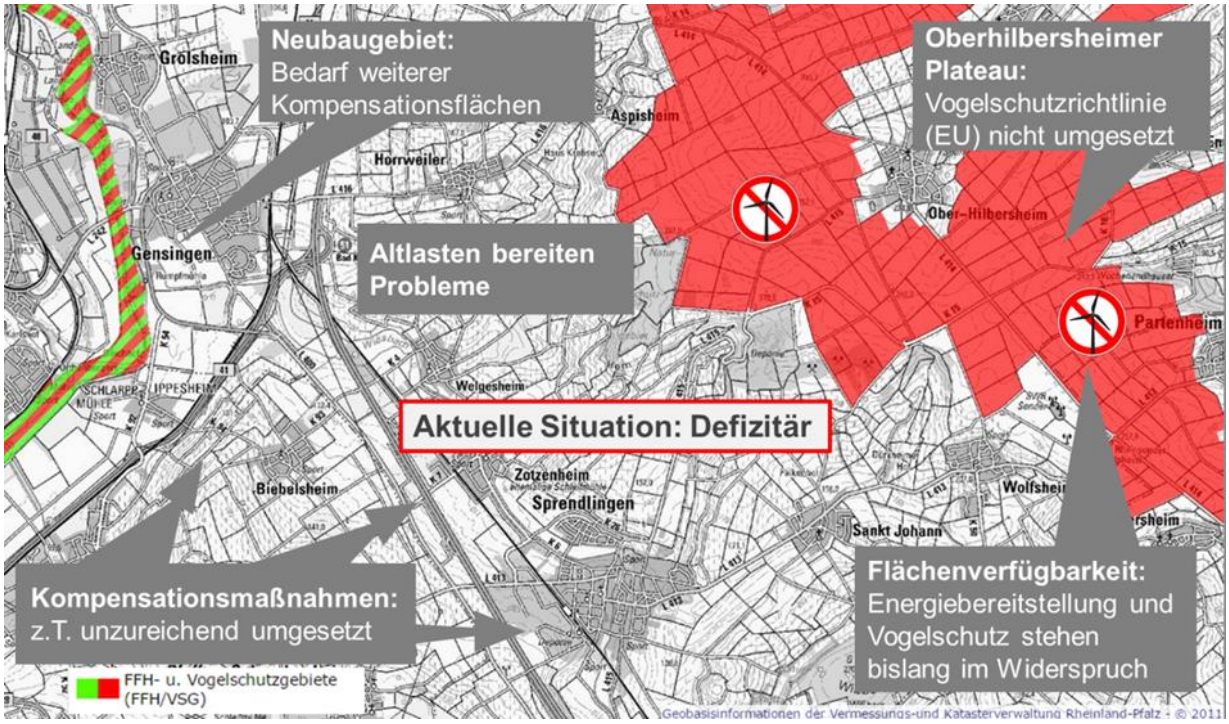


Abbildung 97: Natur- und Umweltschutz zeigen insbesondere in Sprendlingen-Gensingen einen defizitären Zustand.
Quelle: Eigene Darstellung

Wir empfehlen den Verbandsgemeinden eine Naturschutzstrategie, die

1. Schutzgebiete als CO_2-Senken ausweisen, wenn dort insbesondere der Prozessschutz im Vordergrund steht.
2. auf Naturschutzflächen eine Landnutzung mit geringem Betriebsmitteleinsatz etabliert.
3. die Beerntung von Biomasse in Schutzgebieten organisiert.

II.1.6.7.8 Kommunales Ökokonto

Autoren: Frank Wagener, Jörg Böhmer

Wir empfehlen beiden Verbandsgemeinden den Aufbau eines effizienten Ökokontos. Bei der VG Sprendlingen-Gensingen ist die Einrichtung eines Ökokontos mit der Unteren Naturschutzbehörde bereits abgestimmt. In gleicher Weise ist eine Implementierung in der VG Rockenhausen möglich.

Das Ökokonto ist ein wesentliches kommunales Werkzeug für die regionale Naturschutzstrategie. Wir empfehlen, die aktuelle Ausgleichsplanung durch externe Planungsbüros dringend neu zu gestalten. Dabei ist auch hier die Naturschutzstrategie maßgebend für die Ausgestaltung von Kompensationsmaßnahmen.

Nachfolgend werden die grundlegende Funktion und der Verfahrensablauf in Anlehnung an einen produktionsintegrierten Naturschutz mit nachwachsenden Rohstoffen dargestellt. [WAGENER ET AL. 2016] Das aktuelle Landesnaturschutzgesetz (LNatSchG) in RLP ist am 06.10.2015 ausgefertigt worden. Eine komplette Analyse konnte im Projekt nicht mehr umgesetzt werden. Einzelne Hinweise werden im folgenden Verfahrensablauf nach dem Vollgesetz BNatSchG gegeben.

II.1.6.7.8.1 Kompensation

Während es in verschiedenen Punkten einen fachlichen Ermessensspielraum bei der Entwicklung von Kompensationsmaßnahmen gibt, umfassen die Vorschriften der Eingriffsregelung auch Anforderungen, die strikt beachtet und folglich in der Praxis der Kompensationsmaßnahmen umgesetzt werden müssen. Unter diese grundlegenden Aspekte fallen die Verursacherverantwortlichkeit und bestimmte Anforderungen an die Qualität sowie die Dauer der Aufwertung.

II.1.6.7.8.2 Ausgleich oder Ersatz?

Bei der Kompensation von Eingriffen wird im BNatSchG – im Gegensatz zum BauGB - feinsinnig zwischen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen unterschieden. Der Gesetzgeber regelt über § 15 Abs. 2: „Der Verursacher ist verpflichtet, unvermeidbare Beeinträchtigungen durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege auszugleichen (Ausgleichsmaßnahmen) oder zu ersetzen (Ersatzmaßnahmen). Ausgeglichen ist eine Beeinträchtigung, wenn und sobald die beeinträchtigten Funktionen des Naturhaushalts in gleichartiger Weise wiederhergestellt sind und das Landschaftsbild landschaftsgerecht wiederhergestellt oder neugestaltet ist. Ersetzt ist eine Beeinträchtigung, wenn und sobald die beeinträchtigten Funktionen des Naturhaushalts in dem betroffenen Naturraum in gleichwertiger Weise hergestellt sind und das Landschaftsbild landschaftsgerecht neugestaltet ist. … “ Als Ausgleich gilt demnach eine gleichartige, als Ersatz eine gleichwertige Kompensation der Eingriffsfolgen. Was also der Natur durch den unvermeidbaren Eingriff genommen wird, muss der Natur als Kompensationsmaßnahme wieder zurückgegeben werden.

Der Gesetzgeber hat im Rahmen der Novellierung des BNatSchG in 2009 die naturschutzrechtliche der baurechtlichen Eingriffsregelung durch die Formulierung „Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen“ angenähert. Damit ist die individuelle Betrachtung des konkreten Einzelfalls und nicht die Prüfungsabfolge in den Vordergrund des Verfahrens gerückt. Die Art der Kompensation soll aus naturschutzfachlicher Sicht mit der Maßgabe der bestmöglichen Eignung und nicht in erster Linie räumlichen Nähe zum Eingriffsort ausgewählt werden. Das Gesetz gewährt der genehmigenden Behörde – i. d. R. der unteren Naturschutzbehörde (UNB) - damit also kein beliebiges Wahlrecht, schreibt aber auch kein einfaches Abarbeiten eines immer gleichen Schemas vor. Der fachliche Beurteilungsspielraum der UNB wird ähnlich dem der unteren Bauaufsichtsbehörden in Hinsicht auf eine fachlich begründete konkrete Einzelfallentscheidung gestärkt. Die Möglichkeit einer räumlichen und funktionalen Entkoppelung von Eingriff und Kompensation ist somit in beiden Gesetzen gegeben.

II.1.6.7.8.3 Ökokonten und Flächenpools

Abbildung 98 zeigt die abweichungsfeste Prüfungsabfolge im Genehmigungsverfahren gemäß BNatSchG und verbundene Maßnahmenarten, die wiederum in Ökokonten und Flächenpools umgesetzt und zusammengeführt werden können (aber nicht müssen). Diese ermöglichen eine strategische Verknüpfung von Kompensationsmaßnahmen, sodass deren Raumwirksamkeit z. B. als Bestandteil von Biotopverbundkonzepten in der Kulturlandschaft verbessert werden kann.

In den beiden Verbandsgemeinden wird genau diese Verknüpfung in einer Naturschutzstrategie empfohlen. Das Abfließen von Ersatzgeldern aus den Verbandsgemeinden sollte vermieden werden; denn hier werden nicht nur dringend benötigte Geldmittel nicht genutzt, sondern auch die Chance auf die Umsetzung eines eigenen Gestaltungsrahmens, der maßgeblich dem Vorbild einer Null-Emissions-Gemeinde folgt, vergeben.

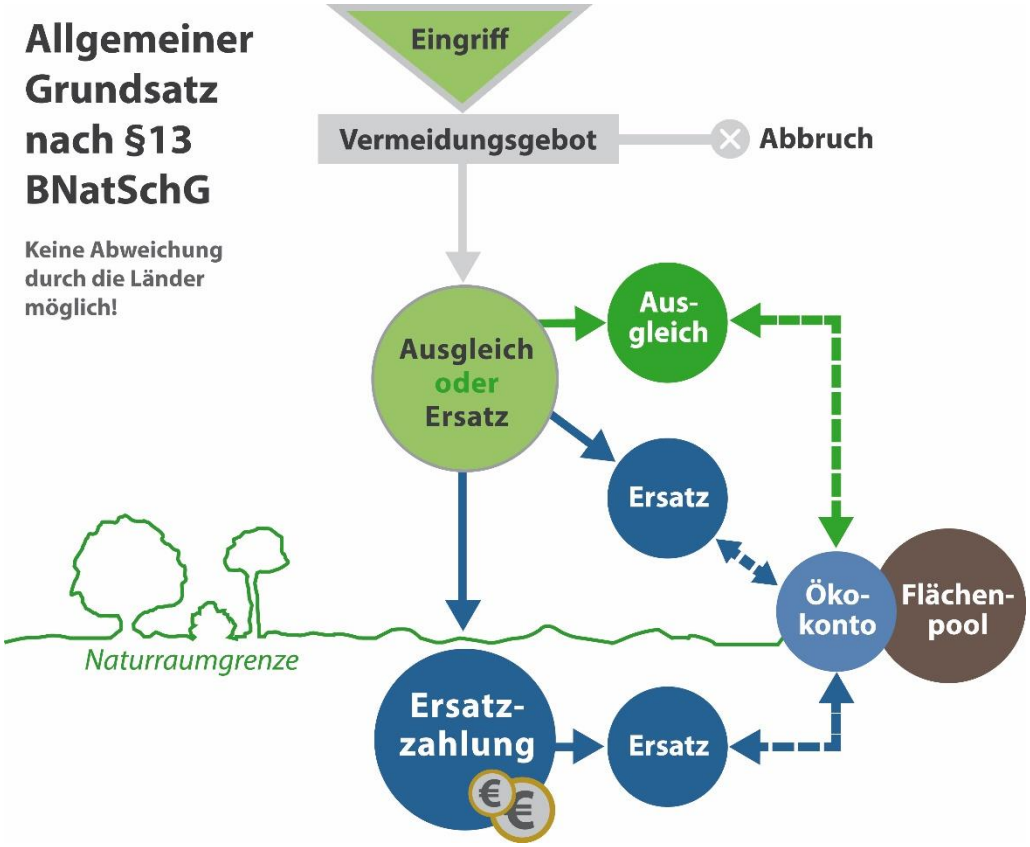


Abbildung 98: Verfahrensablauf im Genehmigungsverfahren eines Eingriffes nach BNatSchG.
Quelle: Wagener et al. 2016

Können weder Ausgleichs- noch Ersatzmaßnahmen umgesetzt werden, dürfen nach Maßgabe der zuständigen Behörde Ersatzzahlungen festgesetzt werden. In diesem letzten Kompensationsfall darf die Naturraumgrenze vom Eingriffsort zum Ort der Kompensationsmaßnahme auch überschritten werden. Ersatzmittel werden in verschiedenen Bundesländern zentral verwaltet und bspw. für große, zusammenhängende Maßnahmen landesweit über Stiftungen oder Flächenagenturen eingesetzt. In Rheinland-Pfalz ist eine Übertragung der Ersatzmittel an die Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz in Vorbereitung. Deren Vorsitzende ist die aktuelle Ministerin Höfken. „Der Stiftungsvorstand steuert die Aufgaben der Stiftung und bringt sich aktiv in die Entwicklung von Natur und Umwelt in Rheinland-Pfalz ein.“ Die elf ehrenamtlichen Mitglieder, die überwiegend aus Politik und Regierung stammen, sollen „unterschiedliche gesellschaftliche Bereiche“ abdecken.

Wir empfehlen den Verbandsgemeinden, die Stiftung frühzeitig als Partner für ihre Naturschutzstrategie anzusprechen und sich auf diesem Weg einen weiteren Kooperationspartner für die Umsetzung zu gewinnen.

II.1.6.7.8.4 Aufwertungsqualität

Die Aufwertungsqualität betroffener Funktionen und Leistungen muss auf einer aufwertbaren Fläche als Kompensationsleistung nachgewiesen werden. Wenn also z. B. der Lebensraum einer bestimmten Tierart durch einen Eingriff beeinträchtigt wird, so muss dieser nach Möglichkeit an anderer Stelle wieder geschaffen werden. Besteht diese Möglichkeit der gleichartigen Kompensation nicht, so muss eine gleichwertige Maßnahme geplant werden. Hier gilt, dass nicht zwingend die betroffene Tier- oder Pflanzenart, sondern auch andere gefährdete Arten des Lebensraumes z. B. einer Agrarland-

schaft gefördert werden können. Es reicht jedoch in beiden Fällen nicht, einen anderen vergleichbaren, aber schon bestehenden Lebensraum lediglich zu sichern oder zu erhalten. Es muss durch aktive Maßnahmen ein ökologisch höherwertiger Zustand im Verhältnis zum Ausgangszustand etabliert und nachgewiesen werden. Dies gilt sowohl für biotische, als auch für abiotische Schutzgüter und Funktionen.

II.1.6.7.8.5 Produktionsintegrierter Naturschutz

Im Hinblick auf den Flächenverlust durch Baumaßnahmen liegt es auf der Hand, zunächst auf eine Vermeidung und flächenschonende Gestaltung neuer Eingriffe zu verweisen, etwa durch den Vorrang der Innen- vor der Außenentwicklung und die Vermeidung von Versiegelung, wo dies möglich ist. Darüber hinaus sollte die Kompensation notwendiger Eingriffe an den ökologischen Erfordernissen orientiert, aber auch zeitgemäß und unter Berücksichtigung der regionalen Gegebenheiten erfolgen. Ein möglicher, sinnvoller Weg – nicht überall, aber in vielen Fällen – ist die produktionsintegrierte Kompensation. Wo immer dies möglich ist, sollte, auch aus Gründen einer dauerhaften Sicherung der Kompensationsmaßnahmen selbst, eine Nutzung integriert werden, um einen möglichst großen Teil dieser Flächen für die landwirtschaftliche Produktion zu erhalten.

Im Landesnaturschutzgesetz (LNatSchG) in RLP beziehen sich einzelne Abschnitte auf die produktionsintegrierte Kompensation:

§ 7 Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (Ergänzung zu und Abweichung von § 15 Abs. 2 bis 6 BNatSchG)

(1) „ … auf Flächen in geschützten Teilen von Natur und Landschaft sowie auf den dafür vorgesehenen Flächen in Landschaftsplänen und Grünordnungsplänen festgelegt. Für eine Kompensation kommen auch Bewirtschaftungs- und Pflegemaßnahmen zur dauerhaften Aufwertung des Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes in Betracht. “

(3) Als Kompensationsmaßnahmen kommen nur solche in Betracht, zu deren Durchführung die Person, die einen Eingriff verursacht hat, oder andere Personen nicht anderweitig rechtlich verpflichtet sind. Kompensationsmaßnahmen müssen zu einer nachhaltigen Aufwertung führen.

Sie sind zu richten auf:

1. eine ökologische Verbesserung bestehender land- oder forstwirtschaftlicher Bodennutzung und landschaftlicher Strukturen,
2. die Erhaltung und Verbesserung von Dauergrünland, insbesondere durch Beweidung,
3. die Renaturierung von Gewässern,
4. die Entsiegelung und Renaturierung von nicht mehr benötigten versiegelten Flächen im Innen- und Außenbereich,
5. die Schaffung und Erhaltung größerer, zusammenhängender Biotopverbundstrukturen,
6. die Entwicklung und Wiederherstellung gesetzlich geschützter Biotope einschließlich des Verbunds zwischen einzelnen, benachbarten Biotopen oder
7. die Herstellung eines günstigen Erhaltungszustands eines Lebensraumtyps oder eines Vorkommens einer besonders geschützten Art.

Im Zusammenhang mit der rechtlichen Interpretation von Agrarholz im Kurzumtrieb (auch als Kurzumtriebsplantagen – KUP bezeichnet), welches im europäischen Sprachgebrauch mit „Niederwald im Kurzumtrieb“ übersetzt wird, haben wir eine ausführliche rechtliche Ausarbeitung dem zuständigen

Ministerium zur Verfügung gestellt. Notwendig wurde dies, weil unser Partnerbetrieb Otto Bauer in der VG Rockenhausen nach Anmeldung seines Agrarholzbestandes bei seiner UNB eine unverhältnismäßige und nicht statthafte Sicherungsleistung auferlegt bekommen hatte. Ein Mitarbeiter des Ministeriums sah in dieser Agrarholzfläche gar einen Eingriff in das Landschaftsbild.

Mit Schreiben vom 24. November 2015 des zuständigen Ministeriums wurden zum einen gegenstandslose alte Hinweise desselben aufgehoben und zum anderen neue Hinweise zur Verwendung von KUP als Kompensationsmaßnahme gegeben. Im Ergebnis wurde so zum einen das Verfahren gegen Herrn Bauer aufgehoben und zum anderen Rechtssicherheit für den Anbau von Agrarholz im Kurzumtrieb in RLP geschaffen. Wir sehen allerdings Diskussionsbedarf in der biotischen Leistungsfähigkeit für den Naturschutz. Betrachtet man die in Rede stehende Agrarholzfläche von Herrn Bauer, finden sich in dieser Kultur zum einen das Kulturgerüst der Pappeln und zum anderen eine mesophile Berg-Glatthaferwiese im Unterstand; insgesamt mehr als 25 Pflanzenarten. Von einer Monokultur kann keine Rede sein. Es besteht in RLP noch erheblicher Forschungsbedarf in der Bewertung von modernen halbintensiven bis extensiven Kulturen in Hinsicht auf den biotischen und abiotischen Ressourcenschutz.

Wir empfehlen den Verbandsgemeinden die Aufstellung einer Naturschutzstrategie mit einem kommunalen Grünordnungsplan zu koppeln, um auch außerhalb von Schutzgebieten Kompensationsmaßnahmen umsetzten zu können.

II.1.6.7.9 Biomassehof

Autoren: Frank Wagener, Jörg Böhmer

Wir empfehlen den Verbandsgemeinden den Aufbau eines Biomassehofes. Dieser kann ein Teil eines umfassenderen Ressourcenzentrums werden (s. II.1.8.4).

Im Biomassehof kann nicht anderweitig verwerte Biomasse gesammelt, aufbereitet und qualifiziert werden. Ein weiterer Baustein kann auch der durch die Landwirte in Sprendlingen-Gensingen angebotene Trester sein. Eine Veredelung über eine Vergärung reduziert Ausgasungs- und Auswaschungsverluste und die Landwirte erhalten im Gegenzug einen besser pflanzenverfügbaren organischen Dünger zurück. Als weiteres Modul empfehlen wir zur Veredelung von holzartiger Biomasse die Installation einer Pyrolyseanlage zur Herstellung von Biokohle. Diese Biokohle kann z. B. durch die Biogasanlage mit dem Trester in den Weinbergen eingesetzt werden, um Kohlenstoff aktiv im Humus des Bodens einzubinden.

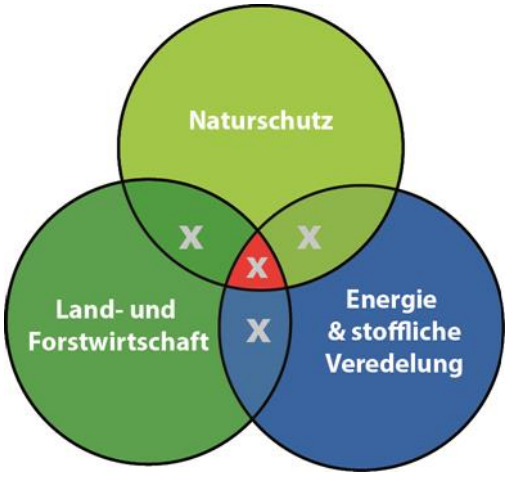


Abbildung 99: Ein Biomassehof nimmt die Rohstoffe aus den Schnittmengen der Landschaft auf.
Quelle: Wagener et al. 2016

Die nachfolgende Abbildung zeigt funktionale Zusammenhänge, in denen ein Biomassehof seine Geschäftsfelder aufbauen kann.

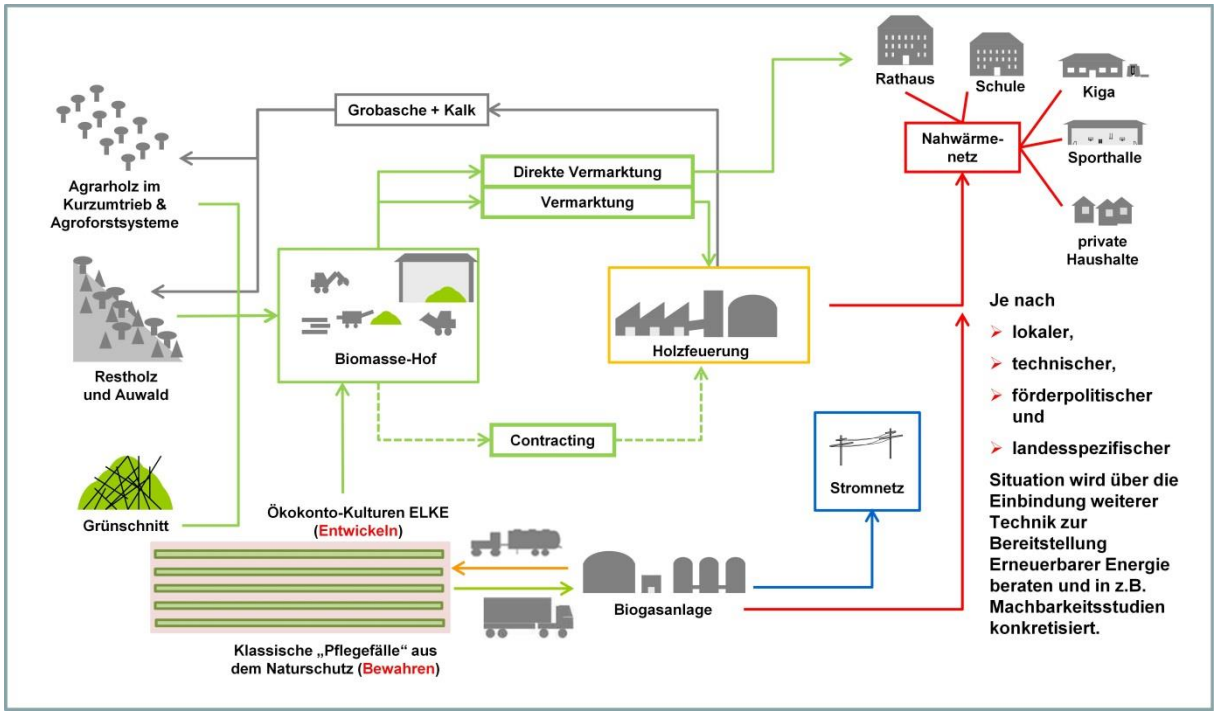


Abbildung 100: Die Einbindung eines Biomassehofes in regionale Stoffströme und Wertschöpfung.
Quelle: Wagener et al. 2016

II.1.7 Projektcontrolling: Aufstellung des Null-Emissions-Szenarios

Der Erfolg des Null-Emissions-Managements soll durch die Implementierung eines strukturierten Controlling-Systems unterstützt werden. Der im Rahmen des Verbundvorhabens definierte Ablauf eines Controllings dient dabei einer regelmäßigen Positionsbestimmung zur Sicherung des Erreichens der Projektziele und somit der Kontrolle des Projektverlaufs. Hierdurch können personelle und finanzielle Ressourcen zur Zielerreichung effektiv eingesetzt werden. Durch den Prozess soll zudem der Zeitraum der definierten Ziele eingehalten und auftretende Schwierigkeiten bei der Bearbeitung frühzeitig erkannt werden, um Gegenmaßnahmen einleiten zu können (Kontinuierlicher Verbesse-

rungsprozess KVP). Die Zuständigkeiten für die Betreuung und Durchführung des Controllings sind daher klar zu regeln. Die Frage, welche Organisationseinheit und welche Personen verantwortlich sind, muss folglich von der Kommune fallbezogen definiert werden. Die Aufgabe des Controllings wird an den Null-Emissions-Manager im Rahmen seiner Stabstellenfunktion übertragen. Alternativ wären Personen aus dem bestehenden Personalstamm für diese Aufgabe einzuplanen.

II.1.7.1 Methodik

Autoren: Michael Müller, Eike Zender

Grundlegendes Kriterium für das Controlling-System sollte die Etablierung eines **Plan, Do, Check, Act (PDCA) Zyklus** sein. Im Rahmen dieses Prozessverlaufs können die im vorliegenden Leitfaden definierten Prozessschritte für das Gesamtvorhaben „Null-Emissions-Gemeinde“ wie folgt zugeordnet werden:

1. **Plan:** Willensbekundung, Leitbildentwicklung, Strategieentwicklung, Zieldefinition, Aufbau des Organisationsmanagements, Aufbau des Akteursmanagements, Legitimierung durch Ratsbeschluss, Durchführung der Stoffstromanalysen, Erhebung relevanter Indikatoren, Definition von Handlungsmaßnahmen
2. **Do:** Partizipation von Handlungsakteuren, Öffentlichkeitsarbeit, Maßnahmenumsetzung, Dokumentation und Berichterstattung
3. **Check:** Überwachung des Projekterfolges, Interne Revision, ggf. externe Zertifizierung
4. **Act:** Korrekturmaßnahmen, Politische Revision, Kontinuierlicher Ablauf

Zur Regelmäßigen Kontrolle des Projekterfolges dienen die nachfolgenden Monitoring-Elemente:

- Null-Emissions-Bilanz
- Szenarien
- Monitoring- und Null-Emissions-Berichte

Auch das im Rahmen der Stoffstromanalyse dargelegte Modell zur Berechnung regionaler Wertschöpfungseffekte kann als weiteres Controlling-Instrument hinzugezogen werden.

II.1.7.1.1 Null-Emissions-Bilanz

Die Null-Emissions-Bilanz wird im Rahmen der durchzuführenden Stoffstromanalyse durch die Erhebung der handlungsfeldspezifischen Indikatoren erstellt (Indikatorenbilanz). Als zentrales Element des Monitorings werden somit in der Null-Emissions-Bilanz alle Messgrößen und Erfüllungsgrade der durchgeführten Stoffstromanalyse, in den jeweils betrachteten Handlungsfeldern, zusammenfassend dargestellt. Die Null-Emissions-Bilanz setzt sich demnach aus mehreren Bilanzierungsergebnissen der Handlungsfelder zusammen:

- Energiebilanz (kann um den Sektor Energieverbrauch im Verkehr aufgestockt werden),
- Abfall-/Sekundärrohstoffbilanz,
- Wasser-/Abwasser-Bilanz,
- Kulturlandschaftsbilanz.

Im vorliegenden Leitfaden kann nicht detailliert auf die zugrundeliegenden Bilanzierungsprinzipien der einzelnen Handlungsfeldbilanzen eingegangen werden. An dieser Stelle wird auf den Praxisleitfaden „Kommunaler Klimaschutz“ verwiesen.

Die zusammenfassende Darstellung der einzelnen Handlungsfeldbilanzen in der Null-Emissions-Bilanz, ermöglicht es einen Gesamtüberblick bezüglich des IST-Zustands des Vorhabens abzuleiten. Auf dieser Datengrundlage können die Auswirkungen des aktuellen Systemzustandes auf die Null-Emissions-Oberziele offengelegt werden.

II.1.7.1.2 Szenarien

Die perspektivische Darstellung der Erschließung bzw. Inwertsetzung von Potenzialen durch geeignete Maßnahmen und Projekte erfolgt in den jeweiligen Handlungsfeldern anhand einer Szenarienbetrachtung. Analog zur Bestimmung der sich im Zeitverlauf veränderbaren Rahmenparameter (z. B. Bevölkerungsentwicklung), verläuft die Entwicklung der Szenarien unter Berücksichtigung von Trendentwicklungen. In den beiden Verbandsgemeinden wurden für die Handlungsfelder jeweils zwei Szenarien für die Zieljahre 2030 und 2050 entwickelt, dabei resultieren ebenjene Szenarien aus den zuvor durchgeführten Analyseschritten. So werden die entwickelten Maßnahmen zur Zielerreichung in jährliche Ausbauraten übersetzt:

- Das **Business-as-usual-Szenario („BAUS“)**: Ein Referenzszenario, welches auf Basis weitestgehend unveränderter Rahmenbedingungen eine Fortschreibung der bisherigen Entwicklung vorsieht. Hierbei werden gegenwärtige Planungsstände und das Wissen über strategische/perspektivische Zielsetzungen innerhalb der Kommunen zugrunde gelegt. Es mussten demnach für jede Messgröße spezifische Entscheidung getroffen werden, wie die Kommunen aller Voraussicht nach künftig agieren wird. So konnten im Einzelfall Annahmen getroffen werden, ob bspw. die Tätigkeiten (bspw. Ausbau PV oder Windkraft) der letzten Jahre zugrunde gelegt werden oder dass die Bemühungen eines bis in das Zieljahr reichenden Systemumbaus mit einer geänderten Intensität wie bisher verfolgt werden. Generell bleibt der Ausbau der Potenziale in diesem Szenario weit hinter der eigentlichen Leistungsfähigkeit zurück. Zudem erfolgt keine Verschneidung der Potenziale unter den Handlungsfeldern, da dieser Flächenmanagementprozess gegenwärtig ebenso keine Anwendung findet.
- Das **Null-Emissions-Szenario („NES“)**: Ein Best-Case-Szenario, das unter Berücksichtigung einer durch logistische, technische und organisatorische Innovation ermöglichte maximale Ausnutzung von Potenzialen entwickelt wurde. Dabei bildet das Szenario lediglich einen von vielen möglichen NE-Zuständen ab. Innerhalb des NES werden alle Maßgaben des dargestellten Null-Emissions-Ansatzes befolgt und ein enger kooperativer Prozess aller Arbeitsschritte geführt. Das NES soll den Beweis für die Sinnhaftigkeit sowie die Machbarkeit eines Systemumbaus bzw. Paradigmenwechsels, sowohl speziell im Landmanagement, aber auch in der Kommunalentwicklung im Allgemeinen, erbringen.

II.1.7.1.3 Dokumentation / Monitoring- und Null-Emissions-Berichte

Die jährliche Erstellung eines Monitoringberichtes wird empfohlen, um eine regelmäßige Darstellung der Aktivitäten in einer Übersicht festzuhalten.

Zusätzlich sollte alle zwei bis vier Jahre ein Null-Emissions-Bericht erstellt werden, in dem über den aktuellen Stand der Maßnahmenumsetzung informiert wird sowie Strukturen und übergreifende

Ergebnisse des Transformationsprozesses zur Null-Emissions-Kommune dargestellt werden. Dadurch können die geplanten Strategien aufgrund eines aktuellen Informationsstandes angepasst und gegebenenfalls neue Maßnahmen entwickelt werden.

Ebenfalls ist es sinnvoll, in einer kompakten Darstellung, die Öffentlichkeit über die wichtigsten Ergebnisse und Erfolge zu informieren. Dadurch kann das Bewusstsein der Bevölkerung geweckt und der Vorbildcharakter der Kommune zum Ausdruck gebracht werden. Weiterhin trägt der Null-Emissions-Bericht zur Motivation der teilnehmenden Akteure bei. Eine enge Zusammenarbeit mit der lokalen Presse- und Öffentlichkeitsarbeit kann als gute Informationsgrundlage dienen.

Die folgende Abbildung zeigt eine schematische Darstellung des Controlling-Konzeptes.

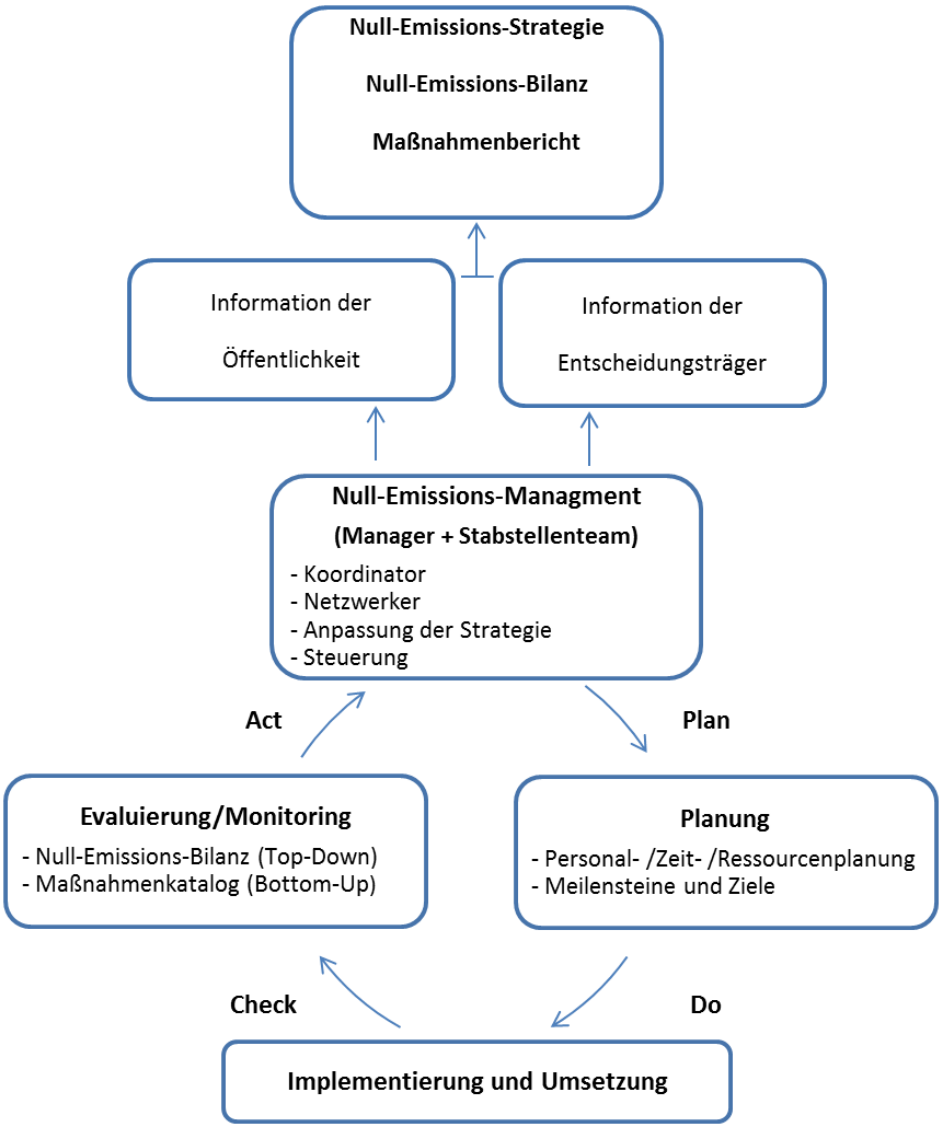


Abbildung 101: Schematische Darstellung des Controlling-Konzeptes
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.7.2 Forschungserkenntnisse aus dem Projektcontrolling

Autoren: Michael Müller

Nachstehend werden entsprechend der Erfahrungen aus der Projektbearbeitung die zentralen Herausforderungen bzw. sich daraus ergebende Erkenntnisse beim Projektcontrolling aufgeführt.

II.1.7.2.1 Herausforderung: Handlungsfeldübergreifende Gesamtbilanzierung

Eine besondere Herausforderung im Rahmen der Handlungsfeldübergreifenden Effektanalyse bzw. Gesamtbilanzierung liegt v. a. in der fehlenden Vergleichbarkeit der verschiedenen Stoff- und Energieströme bzw. Stoff- und Energiestromgruppen. So fehlt es bisweilen immer noch an anerkannten Methoden, um Ergebnisse aus verschiedenen Bereichen angemessen vergleichbar zu machen. Einerseits betrifft dies die Tatsache, dass die verschiedenen erfassten Stoff- und Energieströme in unterschiedlichen physikalischen Einheiten gemessen werden bzw. gemessen werden müssen. Andererseits sind selbst Stoffströme oder Stoffstromgruppen, welche in derselben physikalischen Einheit gemessen werden können, ebenso oftmals nur schwer miteinander vergleichbar.

Im vorliegenden Fall wurde diese Aufgabe aufgrund der hohen Komplexität der Aufgabenstellung und der Tatsache, dass Untersuchungen mit derartigem Umfang für entsprechende Teilaufgabe nicht vorgesehen waren, modifiziert. Diesbezüglich fokussiert die Gesamtbilanzierung jene 25 Stoff- und Energiestrombereiche, welche in den einzelnen Handlungsfeldern als solche identifiziert wurden (vgl. Indikatoren bzw. Messgrößen). Hierbei wurden bei der Berechnung und Darstellung der Gesamtbilanzierung für alle 25 Stoff- und Energiestrombereiche jeweils die Treibhausgasemissionen in t CO_2-Äquivalenten, die Beschäftigungseffekte in Vollzeitäquivalenten (VZÄ), die korrelierten Abraummengen in t/a und die relative Flächeninanspruchnahme in % der gesamten betrachteten Flächeninanspruchnahme über in der GEMIS (Globales-Emissions-Modell-Ingtergrierter-Systeme)-Datenbank hinterlegten Prozesse ermittelt.

Da jedoch innerhalb der GEMIS-Datenbank einzelne Prozesse von verschiedenen Instituten anhand unterschiedlicher Datenbasis und Methodenanwendung ermittelt wurden, sind die errechneten Ergebnisse der Gesamtbilanzierung, je nach Qualität der zugrundeliegenden Daten und auch bei Darstellung in gleicher SI-Einheit, gegebenenfalls nur bedingt vergleichbar.

II.1.7.2.2 Herausforderung: Aufstellung von Szenarien

Grundsätzlich ist es herausfordernd, sowohl in einem Szenario möglichst viele Aspekte einfließen zu lassen, die das prognostizierte Ergebnis realitätsnäher erscheinen lassen sollen, als auch die Komplexität der Szenarien in Grenzen zu halten, um für den Abstimmungsprozess bspw. mit Praxisakteuren eine nachvollziehbare Diskussionsgrundlage vorliegen zu haben. Gängige Aspekte, welche die Komplexität der Szenarien erhöhen, sind bspw.:

- Veränderungen im Bedarf aufgrund zukünftiger Entwicklungen bei den Bevölkerungszahlen, Energiekosten oder technischen Innovationen
- Laufende Rückkopplungseffekte zwischen einzelnen Parametern, z. B. ein zwischenzeitlich hoher Energiebedarf erfordert eine hohe Potenzialerschließung, ein späterer rückläufiger Bedarf erfordert (nachträglich) eine geringere Potenzialerschließung
- Veränderungen durch den Klimawandel (im Rahmen des Vorhabens wurden jedoch Klimamodelle wegen der Kleinräumlichkeit nicht berücksichtigt, d. h., die kleinteiligen Veränderungen des Klimawandels bis zu den Zieljahren 2030 / 2050 waren zu marginal, um diese in die Betrachtung mit aufzunehmen)

Hinzu kommt, dass zwischen den einzelnen Handlungsfeldern unterschiedliche zeitliche Zielhorizonte bei der Szenarienaufstellung möglich sind. Ziele im Energiesektor werden sowohl für kurzfristige als auch längerfristige Zeiträume formuliert (2020, 2030, 2050). Im Bereich der Kulturlandschaftsent-

wicklung können v. a. in Bezug auf die Verbesserung von Bodeneigenschaften nur langfristige Zielformulierungen sinnvoll ausgelegt werden.

II.1.7.3 Ergebnisse im Handlungsfeld „Wasser“

Autoren: Joachim Böttcher, Dominic Scheer

Für die Szenarienbildung im Bereich Wasser sind insbesondere der Demografische Wandel und die damit verbundene Bevölkerungsentwicklungsprognose für die jeweiligen Verbandsgemeinden maßgeblich. Der Zusammenhang besteht durch die einfache Abhängigkeit von Bevölkerungsanzahl und Abwasserproduktion bzw. Trinkwasserverbrauch. Weiterhin wurden auch Reduktionen für den Trinkwasserverbrauch angesetzt, die sich zum einen auf dem Einsatz neuerer wassersparender Technologien beziehen und zum anderen auf die Bewusstseinsförderung im sparsamen Umgang mit Wasser.

II.1.7.3.1 Business-as-usual-Szenario

Handlungsziel “Null-Abwasser”

Bei dem Business-as-usual-Szenario verändert sich die Abwassermenge der Verbandsgemeinden entsprechend ihrer demografischen Entwicklung für die Jahre 2030 und 2050. Weiterhin wurde hierfür eine Abwassereinsparung von 5 % der jeweiligen Bürger bis 2030 und 10 % bis 2050 prognostiziert.

Handlungsziel „Null Nährstoffverluste im Abwasser“

Auch hier werden die Parameter „demografische Entwicklung“ und 5 % Einsparung der jeweiligen Bürger bis 2030 und 10 % bis 2050 einbezogen.

Handlungsziel „optimal angepasste Trinkwassernutzung“

Hier wird für beide Verbandsgemeinden eine Reduktion der Trinkwassernutzung von 8 % bis 2030 und von 17 % bis 2050 angesetzt. Dies ist durch den vermehrten Gebrauch von Brauchwasser aus Zisternen für Bewässerung und Toilettenspülungen zu erklären. Außerdem wird auch hier die demografische Entwicklung mitbetrachtet. Der Brauchwasserbedarf wird sich entsprechend für das Jahr 2030 um 5 % und für das Jahr 2050 um 10 % erhöhen.

Handlungsziel „maximale Wasserverfügbarkeit“

Die Wasserspeicherkapazität wird in diesem Szenario weiter rückläufig sein, da die intensiv betriebene Landwirtschaft zu einem weiteren Humusabbau im Boden führt, was direkt zu einer Verringerung der Infiltrationsleistung führt. Hier ist die Annahme, dass bis 2030 das vom Boden direkt zurückgehaltene Wasser um 5 % reduziert und bis zum Jahr 2050 bis 10 % reduziert wird.

II.1.7.3.2 Null-Emissions-Szenario

Für das Null-Emissions-Szenario wird das Objektivpotenzial herangezogen. Die beschriebenen Maßnahmen könnten alle schon bis 2030 umgesetzt werden, wodurch Unterschiede zwischen 2030 und 2050 nur noch durch die spezifischen Rahmenbedingungen entstehen.

Handlungsziel "Null-Abwasser"

Durch Bewässerung mit gereinigtem Abwasser können in der VG Rockenhausen 10 Prozent des gereinigten Abwassers genutzt werden. Durch die größeren landwirtschaftlichen Flächen im Umkreis der Kläranlage können in der VG Sprendlingen-Gensingen bis zu 30 % des gereinigten Abwassers genutzt werden.

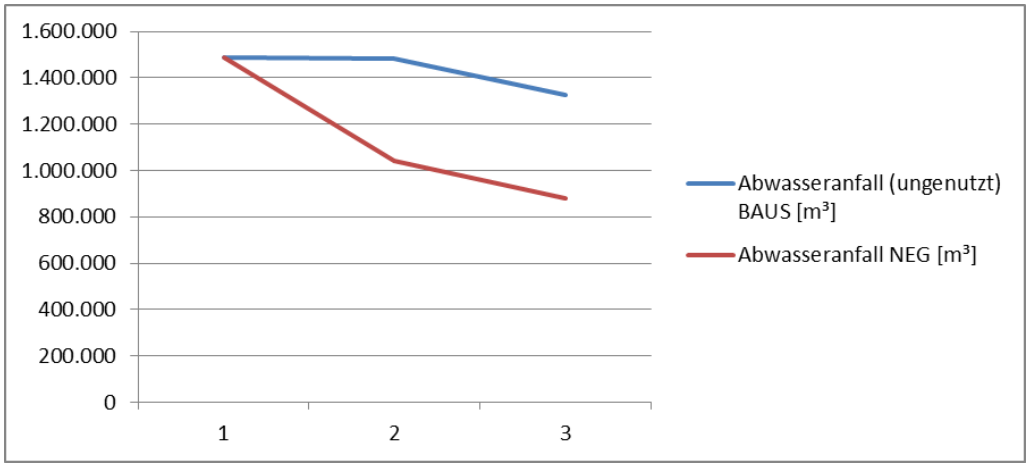


Abbildung 102: : Vergleich Szenarien VG Sprendlingen-Gensingen – Abwasseranfall
Quelle: Eigene Darstellung

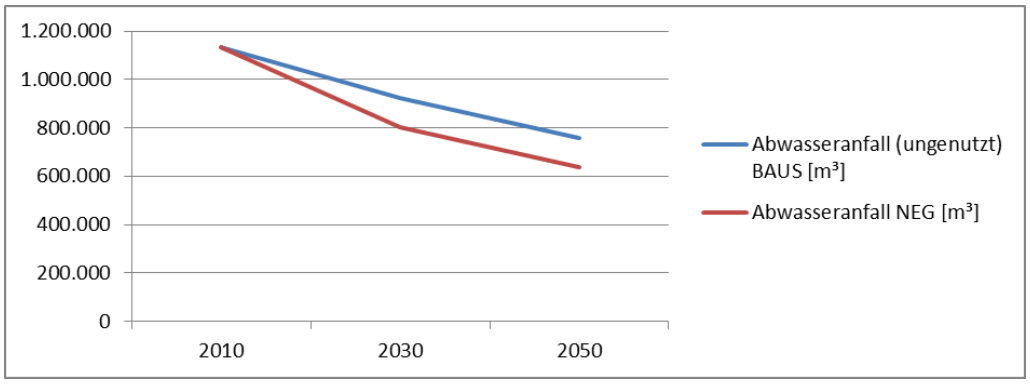


Abbildung 103: Vergleich Szenarien VG Rockenhausen – Abwasseranfall
Quelle: Eigene Darstellung

Handlungsziel „Null Nährstoffverluste im Abwasser"

Durch Maßnahmen wie OSF-Filter und Ähnliches können in der VG Rockenhausen bis zu 15 % des Stickstoffs und 15 % des Phosphors aus dem Abwasserstrom zurückgehalten und einer landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt werden. Durch die Maßnahmen in Sprendlingen-Gensingen können hier bis zu 40 % des Stickstoffs und 70 % des Phosphors aus dem Abwasserstrom zurückgehalten und einer landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt werden. Der Unterschied der beiden Verbandsgemeinden ist insbesondere durch die Umsetzung eines Weinbaukonzepts in der VG Sprendlingen-Gensingen zu erklären.

- **Stickstoff**

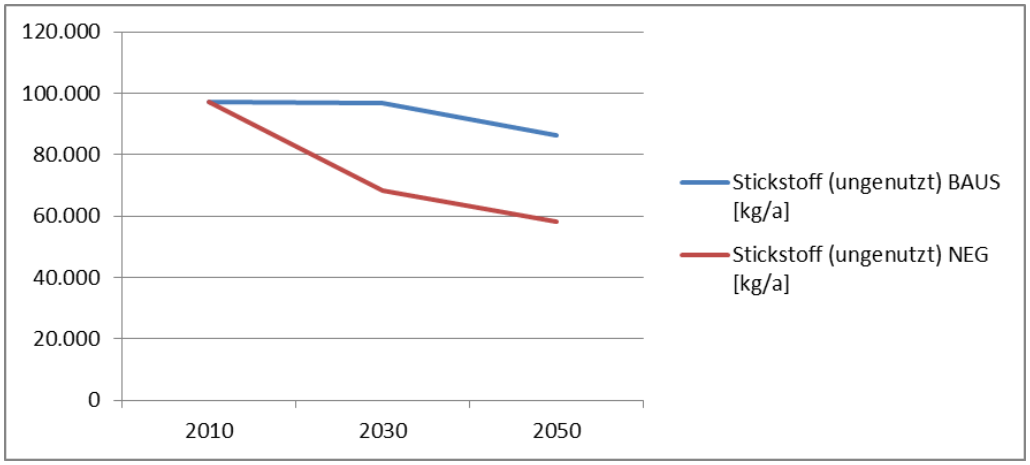


Abbildung 104: Vergleich Szenarien VG Sprendlingen-Gensingen – Stickstoff
Quelle: Eigene Darstellung

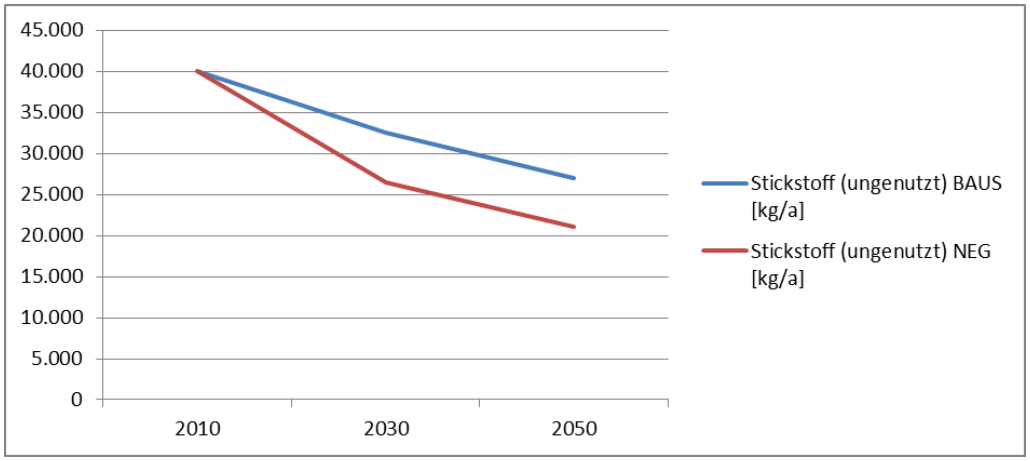


Abbildung 105: Vergleich Szenarien VG Rockenhausen – Stickstoff
Quelle: Eigene Darstellung

- **Phosphor**

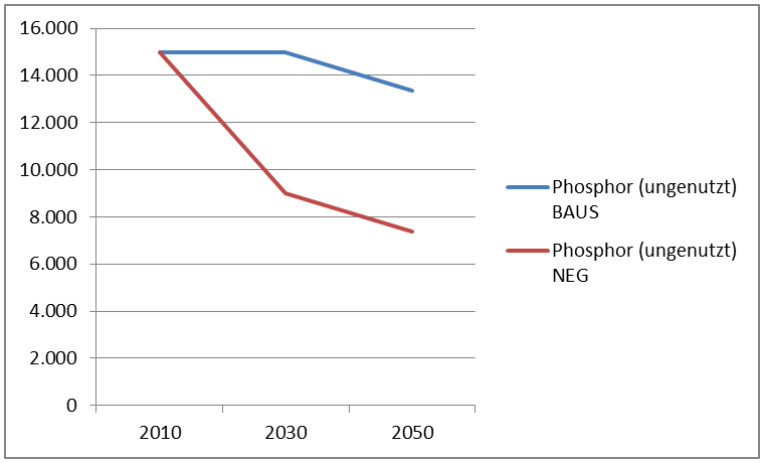


Abbildung 106: Vergleich Szenarien VG Sprendlingen-Gensingen – Phosphor
Quelle: Eigene Darstellung

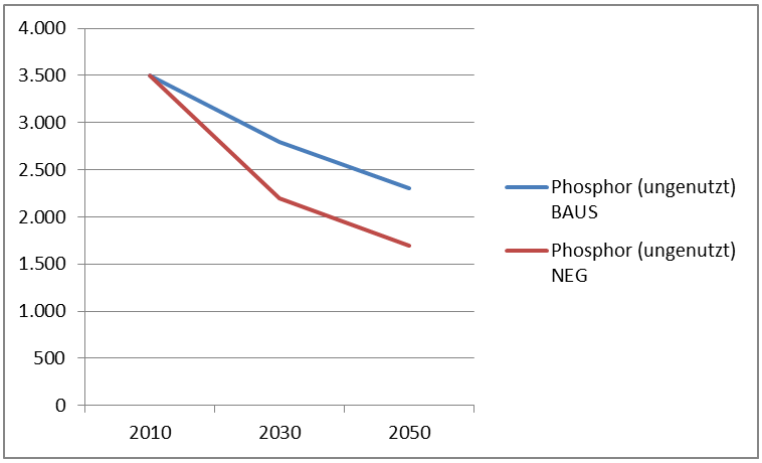


Abbildung 107: Vergleich Szenarien VG Rockenhausen – Phosphor
Quelle: Eigene Darstellung

Handlungsziel- „optimal angepasste Trinkwassernutzung“

Der Trinkwasserverbrauch könnte in beiden Verbandsgemeinden durch die genannten Maßnahmen um 80 % reduziert werden, wobei der Brauchwasserbedarf dabei entsprechend um 80 % ansteigen würde. Eine Trinkwassersubstitution ist allerdings nur in der VG Rockenhausen überlegenswert.

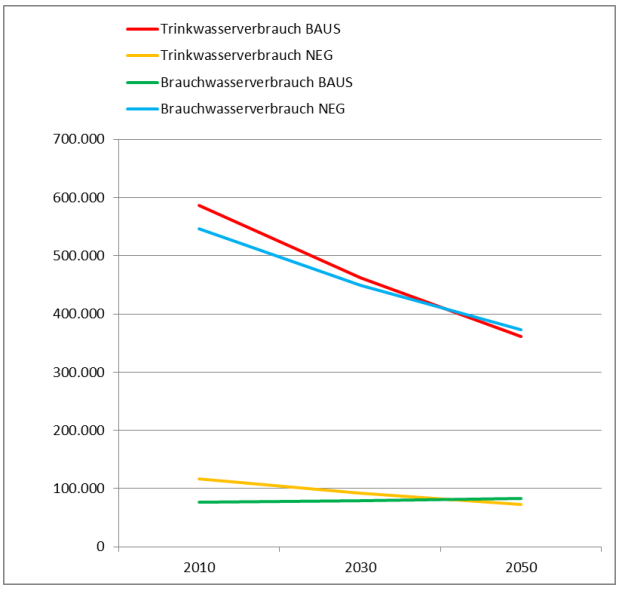


Abbildung 108: Vergleich Szenarien VG Rockenhausen - Trinkwasserverbrauch und Brauchwasserbedarf
Quelle: Eigene Darstellung

Handlungsziel „maximale Wasserverfügbarkeit“

Insbesondere durch Humusaufbau, aber auch durch weitere Maßnahmen zur Wasserrückhaltung auf der Fläche kann eine erhöhte Infiltrationsrate und somit eine höhere Rückhaltung erreicht werden. Hier wird für beide Verbandsgemeinden eine Erhöhung von 20 % angenommen.

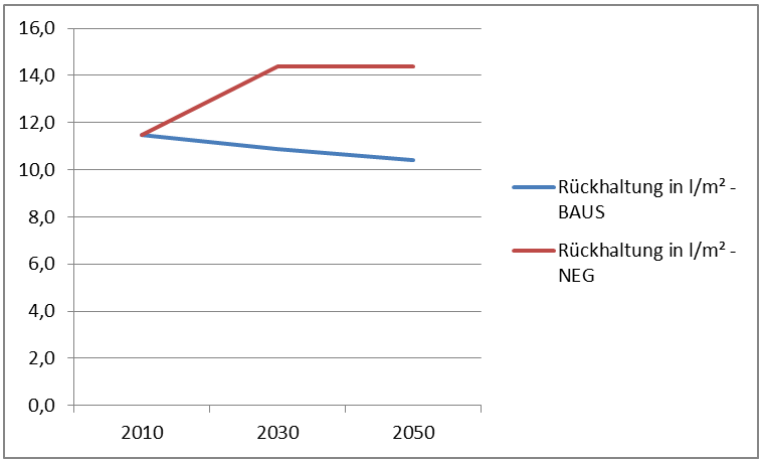


Abbildung 109: Vergleich Szenarien VG Sprendlingen-Gensingen - Rückhaltung des Niederschlags auf der Fläche
Quelle: Eigene Darstellung

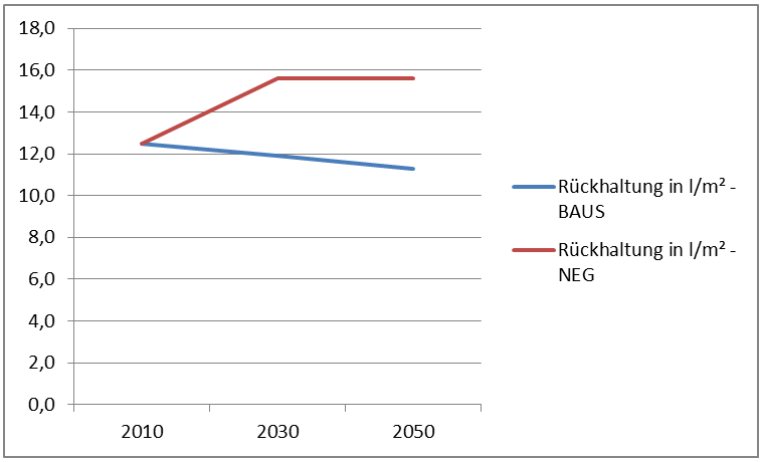


Abbildung 110: Vergleich Szenarien VG Rockenhausen - Rückhaltung des Niederschlags auf der Fläche
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.7.4 Ergebnisse im Handlungsfeld „Sekundärrohstoffe“

Autoren: Florian Noll, Manuel Trapp, Andreas Klein, Mike Speck

Die Szenarienentwicklung und -betrachtung wurde unter der Leitung von Teilprojekt 2 ‚Null-Emission‘ in enger Abstimmung mit den anderen Teilprojekten durchgeführt. Dies gewährleistet vergleichbare Ansätze und Annahmen und erlaubt nachfolgend die Zusammenführung der Teilergebnisse zu Verbundprojekt-übergreifenden Szenarien. Die Verbundprojekt-übergreifenden Szenarien können dem Verbundendbericht entnommen werden.

Auf Grundlage der im vorherigen Kapitel dargestellten Potenziale werden jeweils zwei Szenarien für die beiden Verbandsgemeinden entwickelt:

1. Szenario Status Quo
2. Zielszenario

II.1.7.4.1 Status Quo

Das Szenario **Status Quo** bildet die Entwicklung der Abfallmengen unter der Voraussetzung ab, dass keine zusätzlichen Maßnahmen bezüglich der Optimierung der Abfallmengenerfassung in den Verbandsgemeinden durchgeführt werden. Folglich bleiben die Sammelmengen in den Verbandsgemeinden im Zeitverlauf unverändert. Die entsprechenden Sammelmengen ergeben sich aus der Bevölkerungsentwicklung (vgl. Tabelle 115 und Tabelle 116).

Tabelle 115: Entwicklung der Abfallmengen in der VG Rockenhausen gemäß Status Quo
Quelle: Eigene Darstellung

	VG Rockenhausen			
	2013	**2013**	**2030**	**2050**
Bevölkerung		**11.088**	**9.601**	**8.313**
	Spez. Sammelmengen		**Sammelmenge**	
	[kg/(E*a)]	**[Mg/a]**	**[Mg/a]**	**[Mg/a]**
Restmüll	142,2	1.577	1.365	1.182
Bioabfall	62,7	695	602	521
Grünschnitt	216,5	2.400	2.078	1.799
PPK	91,4	1.013	878	760
Glas	25,5	283	245	212
LVP	36,9	409	354	307
Kunststoffe	0,7	8	7	6
Metall	0,4	4	4	3

Tabelle 116: Entwicklung der Abfallmengen in der VG Sprendlingen-Gensingen gemäß Status Quo
Quelle: Eigene Darstellung

	VG Sprendlingen-Gensingen			
	2010	**2010**	**2030**	**2050**
Bevölkerung		13.980	14.712	13.850
	Spez. Sammelmengen		**Sammelmenge**	
	[kg/(E*a)]	**[Mg/a]**	**[Mg/a]**	**[Mg/a]**
Restmüll	115,6	1.616	1.701	1.601
Bioabfall	82,1	1.147	1.207	1.137
Grünschnitt	130,2	1.820	1.916	1.804
PPK	100,9	1.411	1.484	1.397
Glas	36,7	513	540	508
LVP	40,1	561	590	555
Kunststoffe	4,4	62	65	61
Metall	4,5	63	66	62

II.1.7.4.2 Zielszenarios

Innerhalb des **Zielszenarios** wird davon ausgegangen, dass in den beiden Verbandsgemeinden zukünftig zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden, um die im vorherigen Kapitel beschriebenen Potenziale zu mobilisieren. Das Restriktivpotenzial stellt dabei den Zielwert für das Jahr 2030 und das Objektivpotenzial den Zielwert für das Jahr 2050 dar.

Dementsprechend ergeben sich für die beiden Verbandsgemeinden die in Tabelle 117 und Abbildung 111 sowie

Tabelle 118 und Abbildung 112 dargestellten Abfallmengen.

Tabelle 117: Entwicklung der Abfallmengen in der VG Rockenhausen gemäß Zielszenario
Quelle: Eigene Darstellung

	VG Rockenhausen					
	2013		**2030**		**2050**	
Bevölkerung	11.088		9.601		8.313	
	Abfall-menge	**Spez. Menge**	**Abfall-menge**	**Spez. Menge**	**Abfall-menge**	**Spez. Menge**
	[Mg/a]	**[kg/(E*a)]**	**[Mg/a]**	**[kg/(E*a)]**	**[Mg/a]**	**[kg/(E*a)]**
Restmüll	1.652	149,0	456	47,5	228	27,5
Bioabfall	695	62,7	870	90,6	753	90,6
Grünschnitt	2.400	216,5	2.242	233,5	1.941	233,5
PPK	1.044	94,2	1.131	117,8	1.046	125,8
Glas	283	25,5	290	30,2	293	35,2
Kunststoffe	211	19,0	351	36,6	362	43,6
FKN	31	2,8	29	3,0	25	3,0
Metall	70	6,3	91	9,5	79	9,5

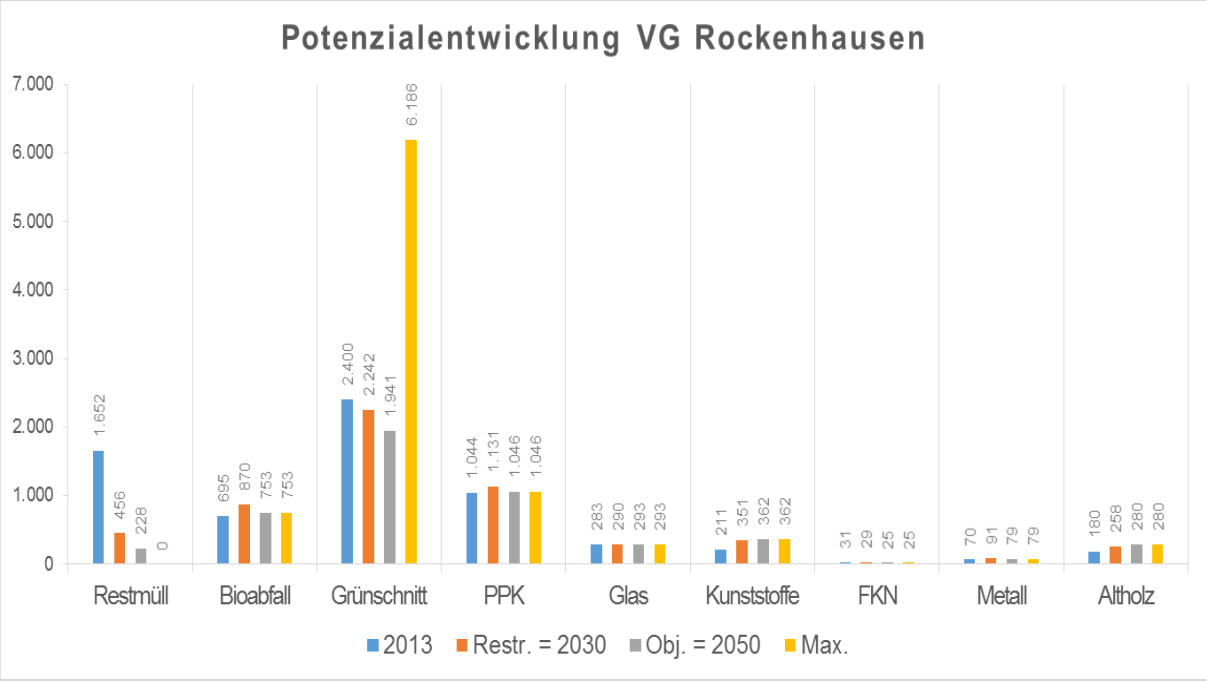


Abbildung 111: Entwicklung der Abfallmengen in der VG Rockenhausen gemäß Zielszenario
Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 118: Entwicklung der Abfallmengen in der VG Sprendlingen-Gensingen gemäß Zielszenario
Quelle: Eigene Darstellung

VG Sprendlingen-Gensingen						
	2010		**2030**		**2050**	
Bevölkerung	13.980		14.712		13.850	
	Abfall-menge [Mg/a]	**Spez. Menge [kg/(E*a)]**	**Abfall-menge [Mg/a]**	**Spez. Menge [kg/(E*a)]**	**Abfall-menge [Mg/a]**	**Spez. Menge [kg/(E*a)]**
Restmüll	1.720	123,0	692	47,1	325	23,5
Bioabfall	1.147	82,1	1.546	105,1	1.455	105,1
Grünschnitt	1.820	130,2	2.120	144,1	1.996	144,1
PPK	1.453	103,9	1.793	121,9	1.799	129,9
Glas	513	36,7	583	39,6	618	44,6
Kunststoffe	340	24,3	557	37,9	622	44,9
FKN	42	3,0	46	3,1	43	3,1
Metall	153	10,9	177	12,0	188	13,6

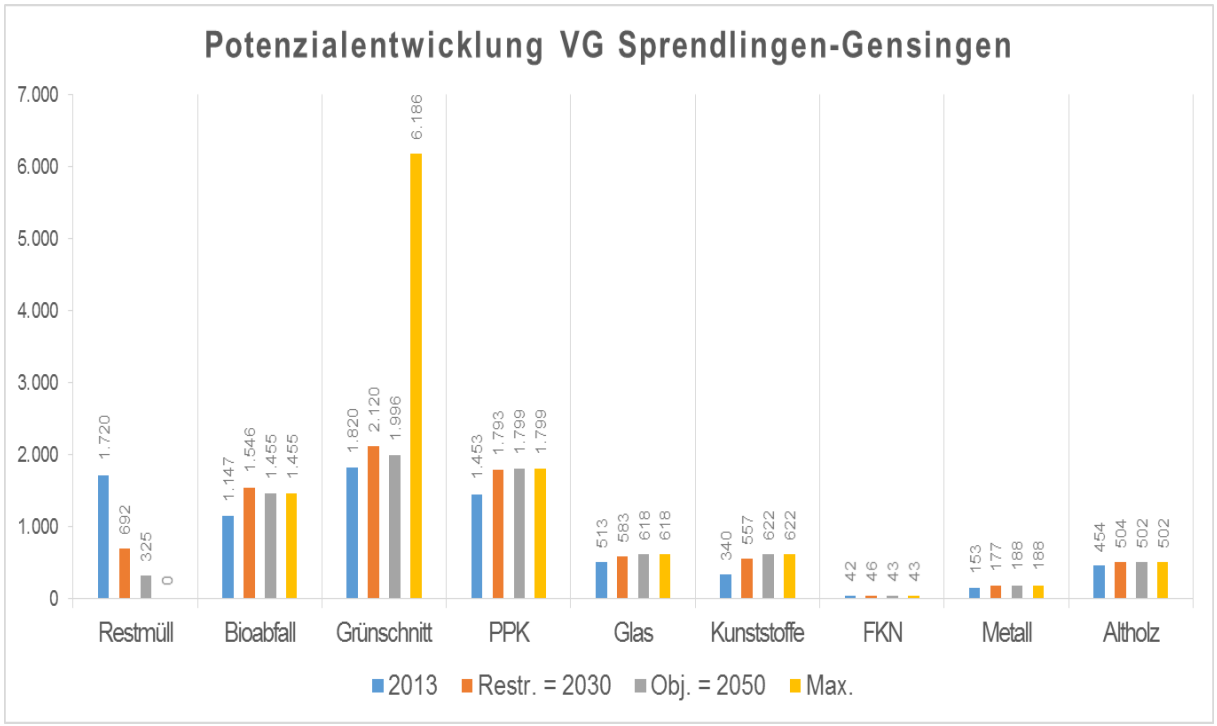


Abbildung 112: Entwicklung der Abfallmengen in der VG Sprendlingen-Gensingen gemäß Zielszenario. [Mg/a]
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.7.4.3 Bewertung der Szenarien

Hinsichtlich des Flächenverbrauchs wurde zwischen direktem und indirektem Flächenverbrauch sowie dem ökologischen Fußabdruck unterschieden (vgl. Abbildung 113).

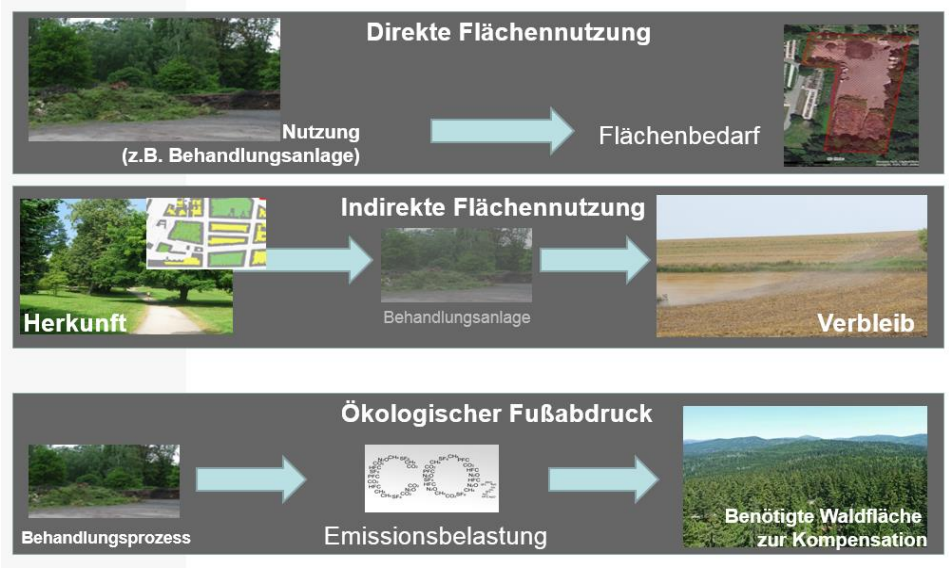


Abbildung 113: Direkter Flächenverbrauch, indirekter Flächenverbrauch & ökologischer Fußabdruck
Quelle: Eigene Darstellung

Die o.g. Szenarien wurden hinsichtlich des Flächenverbrauchs (ökologischer Fußabdruck), der Treibhausgas-Emissionen sowie ansatzweise der Geldströme (Konsumausgaben vs. Wertigkeit der Sekundärressourcen) bewertet. Aufgrund der Komplexität und der zahlreichen Stoffgruppen wurde die Modellierung im Rahmen des Projekts im Detail exemplarisch am Beispiel der PKW der VG Rocken-

hausen durchgeführt. Wie in Kapitel II.1.5.3.2.1 „Güter: Lagerbestand im Bereich der Privathaushalte“ gezeigt wurde, stellen die PKW bei den Gebrauchsgegenständen massenmäßig den größten Lagerbestand/Stoffstrom dar.

Das Produktsystem Personenkraftwagen wurde ganzheitlich, d. h. von der Rohstofferschließung bis zur Entsorgung (Re-use, Recycling, Beseitigung) untersucht (*“cradle to grave“*). Zudem wurden die benötigten Infrastrukturprozesse berücksichtigt.

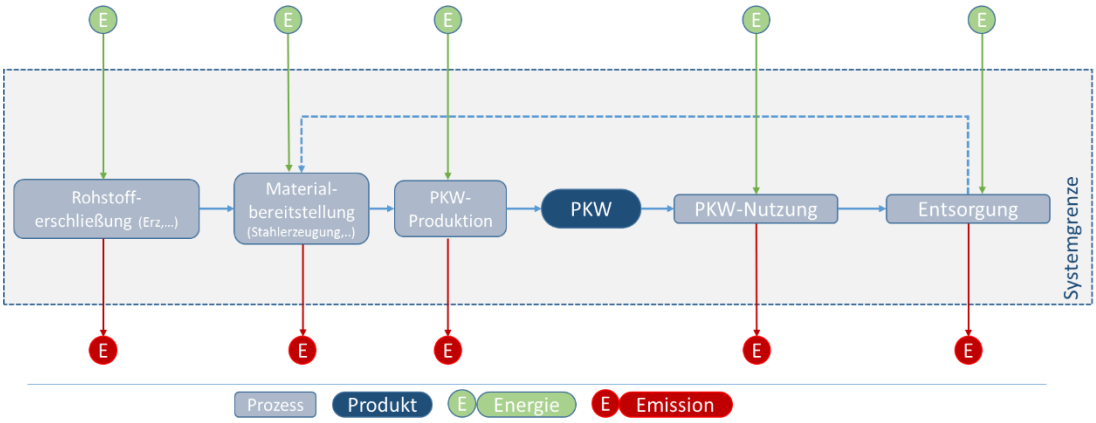


Abbildung 114: Systemgrenze
Quelle: Eigene Darstellung

Die Prozesskette in Abbildung 114 zeigt die einzelnen Lebenszyklusphasen eines PKW. Das System geht bis auf die Elementarebene zurück, d. h., alle Prozesse bis auf die Rohstoffebene sind in das System integriert. Alle benötigten Betriebs-/Hilfsmittel sowie Betriebs-/Hilfsstoffe sind Teil des Systems. Werden neben dem eigentlichen Produkt weitere Produkte in einem Prozess erzeugt, wie bspw. Baustahl (Stahlerzeugung), oder fallen verwertbare Abfälle im System an, wurden diese über eine Systemraumerweiterung in der Bilanzierung entsprechend berücksichtigt.

II.1.7.4.3.1 Der ökologische Fußabdruck der PKW-Flotte der VG Rockenhausen

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Bilanzierung der Umweltauswirkungen in Form des ökologischen Fußabdrucks bezogen auf die Lebenswegphase eines PKW und auf den Gesamtbestand an PKW in der VG Rockenhausen im Jahr 2012 dargestellt (vgl. Abbildung 115).

Die Auswirkungen des ökologischen Fußabdrucks sind in die vier Kategorien *EF – CO_2, EF – Land occupation, EF – Nuclear* und *EF – Total* unterteilt, wobei die Kategorie *EF – Total* die Aufsummierung der vorangegangenen Kategorien mit entsprechendem Kategorisierungsfaktor darstellt[29]. Im Laufe der Lebenswege der PKW in der VG Rockenhausen nimmt die Nutzungsphase zunächst infolge der Treibstoffbereitstellung insbesondere aber durch deren Umwandlung (Verbrennung) die größte Fläche ein. Die Kompensation der verursachten CO_2-Emissionen nimmt ca. 64 % der EF – CO_2-Fläche und ca. 28 % der Gesamtfläche (EF – Total) ein. Die Entsorgung der PKW-Flotte führt im Gegensatz zu den früheren Lebenswegphasen zu einer Entlastung der Flächenbilanz. Durch Recyclingmaßnahmen wird

[29] Die Kategoriebezeichnungen für den ökologischen Fußabdruck sind der englischen Begrifflichkeit für *Ecological Footprint* (EF) geschuldet: Equivalence factor forest (EqFf); Equivalence factor built-up area (EqFb); Equivalence factor primary cropland (EqFc); Equivalence factor hydropower area (EqFh); Equivalence factor pasture (EqFp); Equivalence factor marine area (EqFm); Fraction CO2 absorbed by the ocean (FCO2); Sequestration rate of CO2 (SCO2); Fossil fuel emission intensity of CO2 (ICO2)

die Erschließung von Primärrohstoffen substituiert infolgedessen Flächengutschriften angerechnet werden.

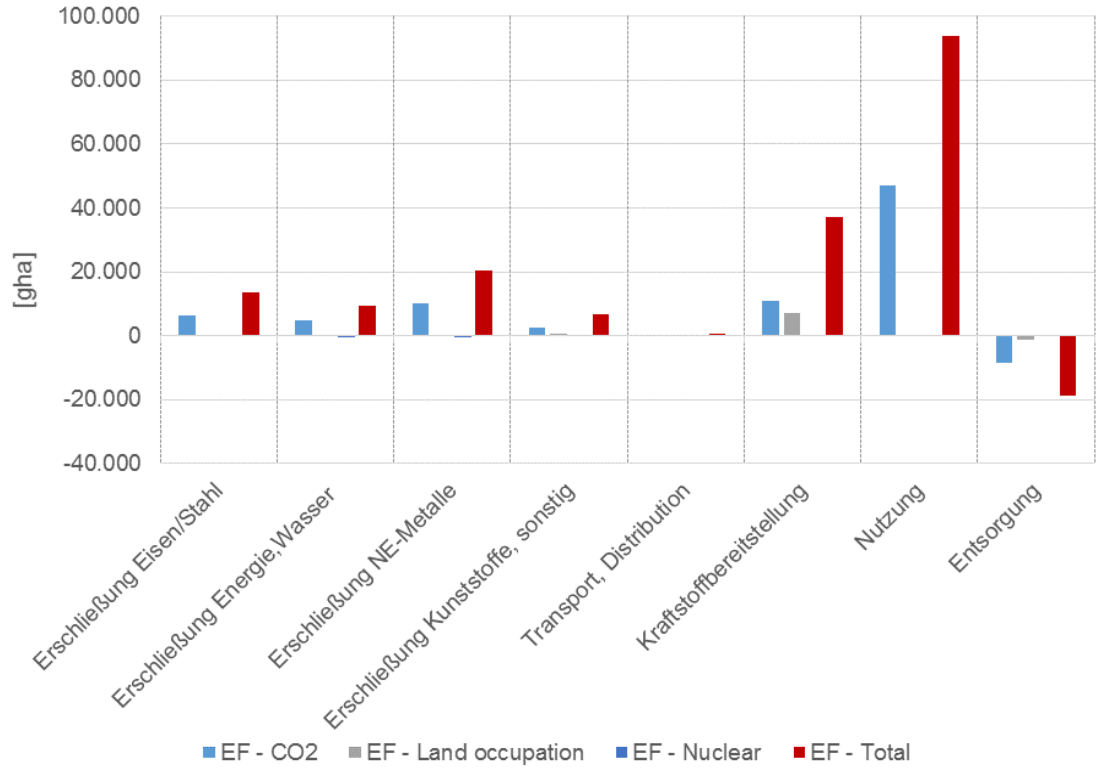


Abbildung 115: Ökologischer Fußabdruck der PKW-Flotte der VG Rockenhausen in 2012 nach Lebenswegphasen
Quelle: Eigene Darstellung

Der starke Einfluss der Wirkungskategorie EF – CO_2 erschließt sich auch in Abbildung 116. Etwa 45 % der EF – Total-Fläche resultieren aus der EF – CO_2-Fläche[30].

Insgesamt verursacht die PKW-Flotte der VG Rockenhausen einen ökologischen Fußabdruck von rund 163.000 gha. Der Anteil EF– Nuclear liegt bei etwa 0,5 % und kann vernachlässigt werden. Der Anteil EF – Land occupation beträgt rund 7.300 gha (4.5 % bzgl. EF – Total) und entspricht in etwa der ermittelten direkten Flächennutzung. Die Differenz von 1.900 (g)ha erschließt sich aus der Flächeninanspruchnahme infolge von Flächenumwandlungen.

[30] Ohne Berücksichtigung der Äquivalenz-Faktoren

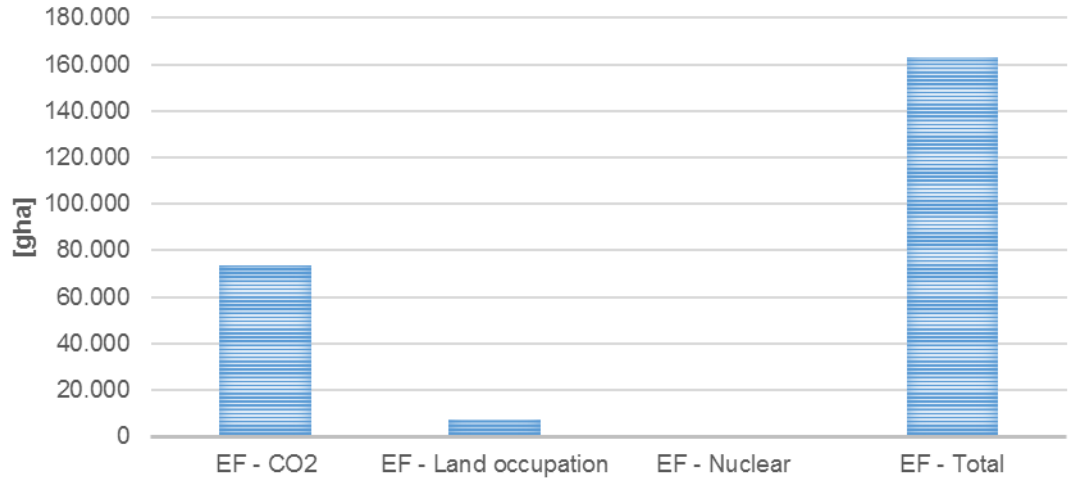


Abbildung 116: Ökologischer Fußabdruck der PKW-Flotte der VG Rockenhausen in 2012 gegliedert nach Wirkungskategorie
Quelle: Eigene Darstellung

Hinsichtlich des Ressourcenanspruches der PKW-Flotte in der Produktion entfallen ca. 30 % des (gesamten) ökologischen Fußabdrucks auf die Erschließung der Rohstoffe. Wovon wiederum ca. 30 % der Erschließung von Eisenerz und der Bereitstellung von Stahl angerechnet werden. Rückblickend ist zu erkennen, dass das größte Einsparungspotenzial für den ökologischen Fußabdruck in erster Linie im Bereich des Treibstoffverbrauchs und anschließend im Bereich des Materialeinsatzes in der Produktion zu erwarten ist.

Durch die Darstellungen des ökologischen Fußabdrucks auf globaler Ebene wird sehr schnell deutlich, welche globalen Auswirkungen mit dem (täglichen) Konsum, in diesem Fall bezogen auf den PKW-Konsum, verbunden sind. Für den einzelnen Bürger der VG sind die Darstellungen des ökologischen Fußabdrucks auf globaler Ebene allerdings weniger fassbar. Daher ist Abbildung 117 die Projektion der globalen Fläche, also der gesamte ökologische Fußabdruck, gemäß dem Verursacherprinzip zurück auf die VG Rockenhausen dargestellt.

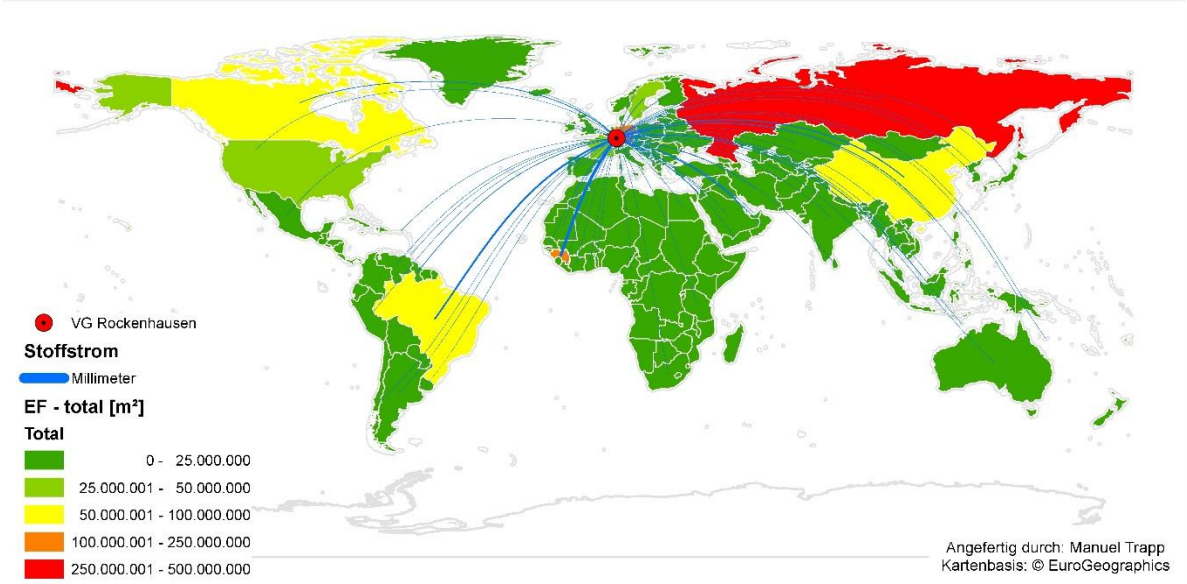


Abbildung 117: Projektion des globalen ökologischen Fußabdrucks auf die verursachende VG

Quelle: Eigene Darstellung

Resultierend aus dieser Projektion ergibt sich eine vergrößerte Gemeindefläche gemäß Abbildung 118. Durch die Pufferbildung über die Fläche des ökologischen Fußabdrucks zeigt sich, dass bis zu 31 Kommunen bzw. Verbandsgemeinden im Umkreis der VG durch deren ökologischen Fußabdruck betroffen sind.

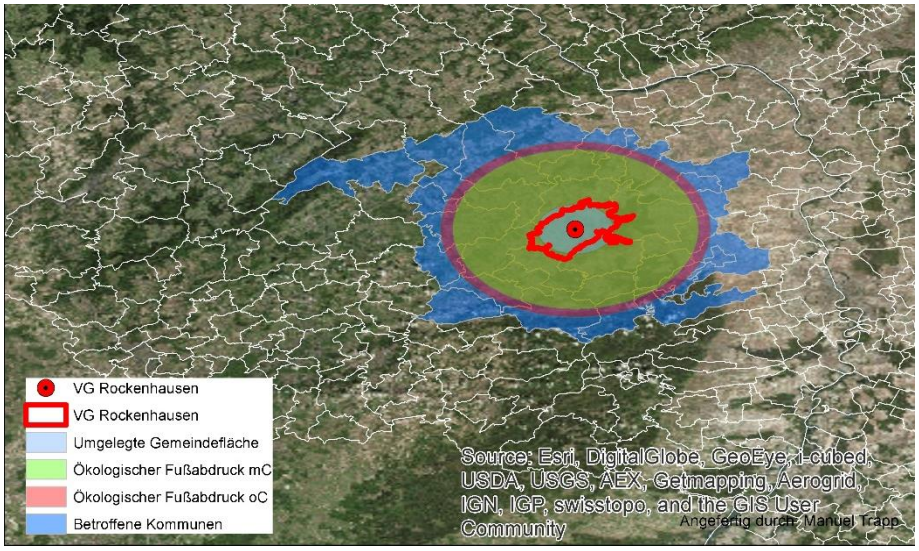


Abbildung 118: Ökologischer Fußabdruck bezogen auf die Fläche der VG

Quelle: Eigene Darstellung

Im Rahmen der Modellierung des PKW-Bestands der VG Rockenhausen wurden drei Themen behandelt:

- die kommunale Ressourcenthematik unter Berücksichtigung der Einsparpotenziale,
- die Bilanzierung des ökologischen Fußabdrucks in Bezug auf die Ressourceneinsparpotenziale exemplarisch anhand des kommunalen PKW-Bestands der VG Rockenhausen und
- die Integration der LCA-Methodik in ein GEO-Informationssystem

Die Bilanzierung der kommunalen Ressourcenwirtschaft, exemplarisch an dem PKW-Bestand der VG Rockenhausen zeigt die weitreichenden Folgen des kommunalen Handelns bzw. Konsums und des damit einhergehenden Ressourcenbedarfs. Die Lebenszyklusanalyse hat einerseits die Beanspruchung von Ressourcen innerhalb der Kommune sichtbar gemacht, andererseits wurde die Beanspruchung von Ressourcen, die durch Versorgung der Kommune mit Konsumgütern beansprucht werden, deutlich hervorgehoben. In Bezug auf das Untersuchungsobjekt PKW wurden neben den direkten Umweltauswirkungen infolge deren Nutzung (notwendigen Verkehrsflächen) sowie den Auswirkungen durch die Ressourcenbeanspruchung durch die Nutzung (Folgen des Treibstoffverbrauchs), aber auch durch die Bereitstellung der Fahrzeuge herausgearbeitet. Diesbezüglich kann durch die Minderung der Nutzung bzw. der Fahrleistung einerseits ein großer Anteil zur Ressourceneinsparung geleistet werden, andererseits kann der Ressourcenanspruch durch eine Reduzierung der Anzahl an Fahrzeugen deutlich gesenkt werden. Durch Konzepte, wie das hier ebenfalls näher betrachtete CarSharing, kann die Anzahl der PKW gesenkt und somit auch der Ressourcenbedarf gemindert werden. Allerdings hat die Untersuchung auch gezeigt, dass durch CarSharing in Bezug auf den ökologischen Fußabdruck die Einspareffekte geringer ausfielen, als zu Beginn der Untersuchung vermutet. Jedoch sollten CarSharing-Maßnahmen nicht isoliert betrachtet werden, sondern im Gesamtkontext in Verbindung mit weiteren öffentlichen Verkehrsmitteln. Zudem ist bei CarSharing-Anbietern ein Trend hin zur Verwendung von Elektrofahrzeugen in deren Flotten zu verfolgen. Diese Entwicklung ist hier nicht näher untersucht worden, allerdings wird sich diese Entwicklung insbesondere in der Nutzungsphase je nach bilanziertem Energiemix bemerkbar machen.

Die Verknüpfung der LCA-Methodik mit einem Geo-Informationssystem hat sich als sehr umfangreiches Thema herausgestellt. Im Laufe des Projekts hat sich ergeben, dass die Implementierung durchaus möglich ist, allerdings nur verbunden mit einem erheblichen Aufwand. Insbesondere stellt sich die Frage, ob der Nutzen einer Implementierung den Aufwand hierfür rechtfertigt. Die Nutzung eines GIS zur Eruierung geografischer Daten zur Durchführung einer LCA erscheint in einem kompakten Kontext auf regionaler Ebene umsetzbar. Beispielsweise kann die Emissionsausbreitung bei der Anwendung von verschiedenen Düngemitteln in GIS ermittelt und in Verbindung mit einer LCA viel konkreter bewertet werden. Auf überregionaler Ebene scheint momentan die Verbindung lediglich für konzeptionelle Bilanzierungen sinnvoll. Sobald konkrete, reale Strukturen abgebildet werden sollen, erhöht sich der Bearbeitungsaufwand dementsprechend, dass der Nutzeneffekt infrage gestellt wird.

Die Darstellung der Bilanzierungsergebnisse mittels GIS hat gezeigt, dass Ergebnisse einer LCA, grafisch anschaulich dargestellt, fassbar bzw. verständlicher werden. Dementsprechend sollte aber auch bei der Visualisierung berücksichtigt werden, dass durch die Art der Darstellungen die Aussage der Ergebnisse sehr unterschiedlich sein kann. Beispielsweise können durch entsprechende Skalierung von Größenklassen in GIS-Darstellungen die ökologischen Auswirkungen dramatischer im umgekehrten Fall in abgeminderter Form präsentiert werden. Für die Zukunft stellt dieser zweite Ansatz der LCA-GIS Verknüpfung eine generelle Option zur Präsentation von LCA-Ergebnissen dar.

II.1.7.4.3.2 Die Bewertung der Ziel-Szenarien

Auf Basis der Input-Output-Bilanz sowie unter Anwendung der oben beschriebenen Methodik wurden die Emissionen und möglichen Effekte der Zielszenarien ermittelt und quantifiziert. Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht den hier praktizierten Ansatz.

Abbildung 119: Schematische Darstellung der Input-/Output-Bilanz
Quelle: Eigene Darstellung

Die am Beispiel des PKW-Bestands der VG Rockenhausen entwickelte und beschriebene Methodik zur Ermittlung des ökologischen Fußabdruckes wurde vereinfacht auf die Stoffströme der Zielszenarien (vgl. II.1.5.3 und II.1.7.4) angewandt.

Die so erzielten Ergebnisse sind aufgrund der oben beschriebenen Komplexität allerdings mit Vorsicht zu genießen und wurden im Projektverlauf lediglich dafür genutzt, Tendenzen aufzuzeigen und besonders bedeutende Stoffströme zu identifizieren und relevante Maßnahmen abzuleiten.

II.1.7.4.3.3 Ergebnisse der VG Rockenhausen

Ausgehend von dem in Kapitel II.1.5.3 beschriebenem Stoffstromsystem (Ist-Zustand) führt die Modellierung zu folgenden Ergebnissen (vgl. Abbildung 120).

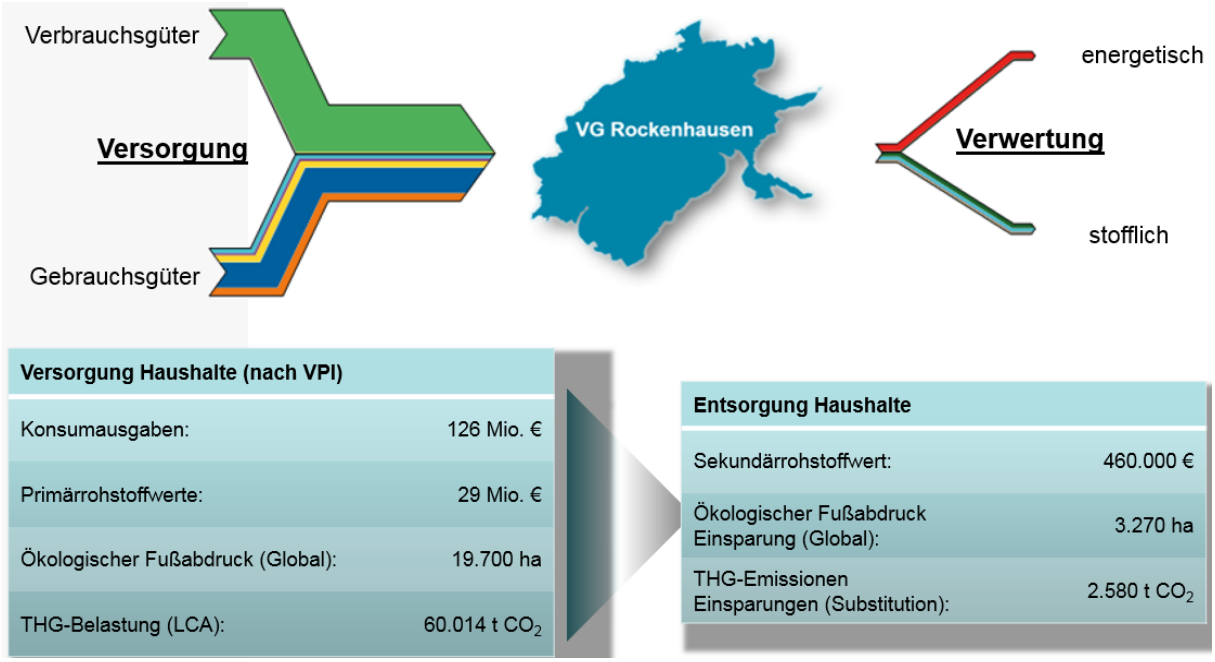


Abbildung 120: Gesamtergebnis der Modellierung für die VG Rockenhausen – Ist-Zustand
Quelle: Eigene Darstellung

Überträgt man die beschriebene Methodik auf die in Kapitel II.1.7.4.2 beschriebenen Szenarien mit den jeweiligen Mengenentwicklungen (vgl. Abbildung 121) erhält man folgende veränderte CO_2- und Flächeneinsparungen (vgl. Abbildung 122).

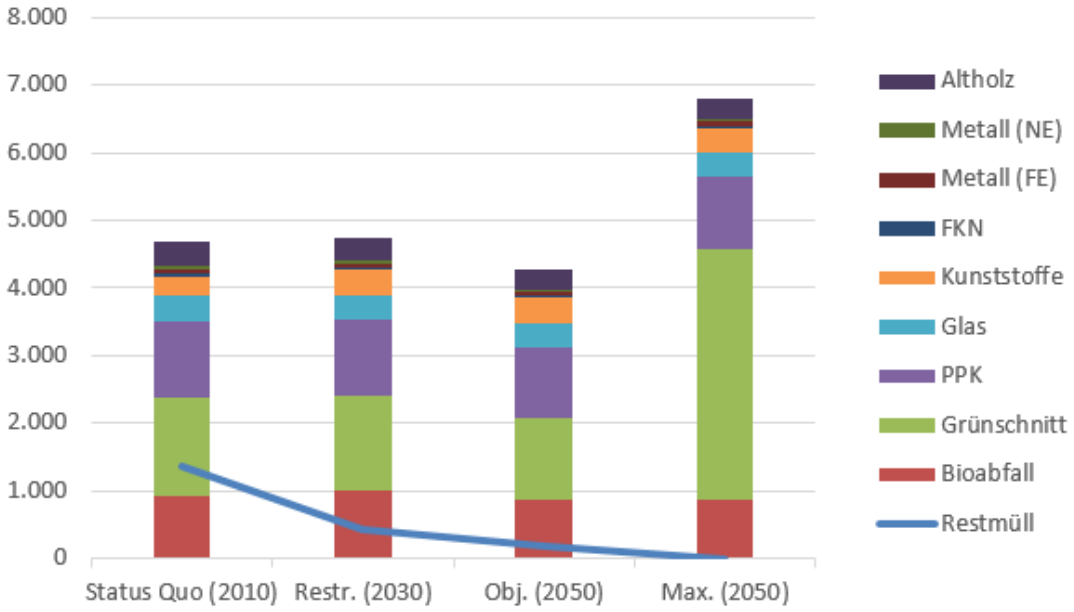


Abbildung 121: Mengenentwicklung in Anlehnung an die Szenarien – VG Rockenhausen; Angaben in. [Mg/a]
Quelle: Eigene Darstellung

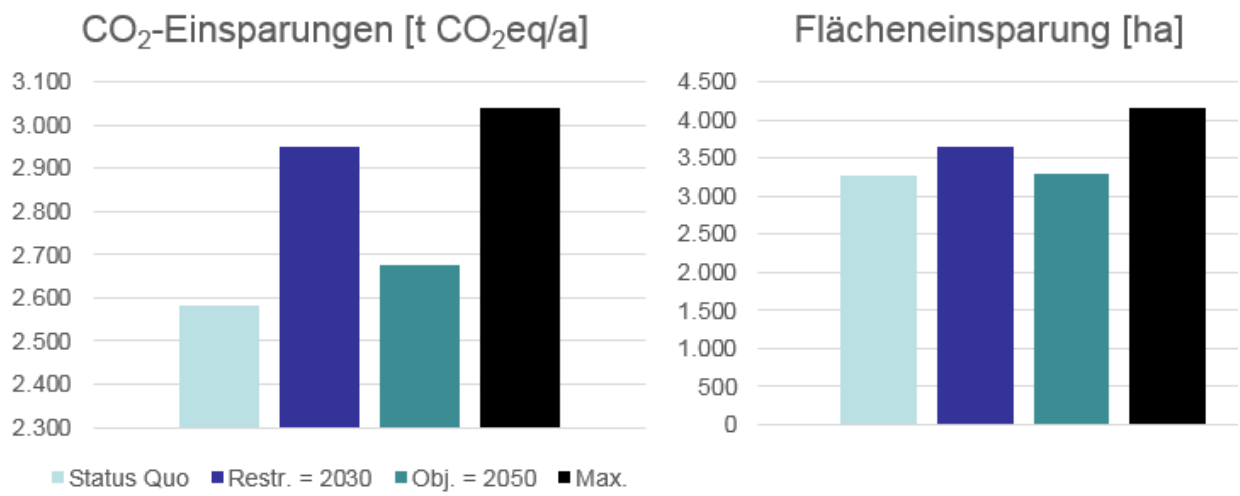


Abbildung 122: CO_2-EInsparungen und Flächeneinsparungen der Szenarienbetrachtung – VG Rockenhausen
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.7.4.4 Ergebnisse der VG Sprendlingen-Gensingen

Ausgehend von dem in Kapitel II.1.5.3 beschriebenem Stoffstromsystem (Ist-Zustand) führt die Modellierung zu folgenden Ergebnissen (vgl. Abbildung 123).

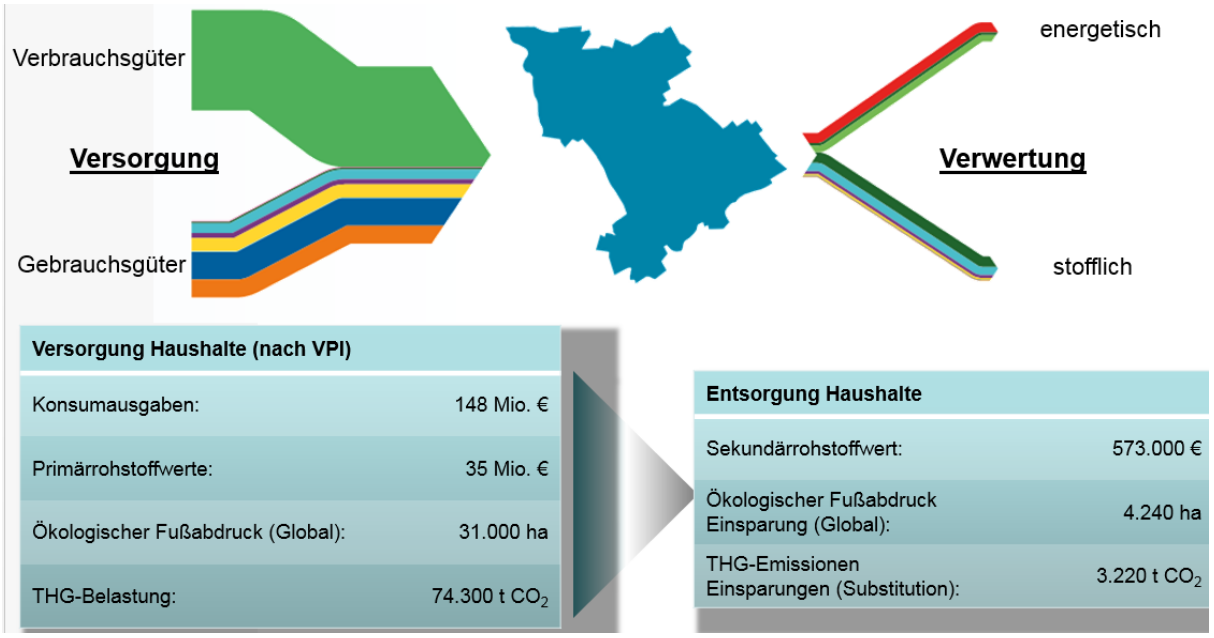


Abbildung 123: Gesamtergebnis der Modellierung für die VG Sprendlingen-Gensingen – Ist-Zustand
Quelle: Eigene Darstellung

Überträgt man die beschriebene Methodik auf die in Kapitel II.1.7.4.2 beschriebenen Szenarien mit den jeweiligen Mengenentwicklungen (vgl. Abbildung 124) erhält man folgende veränderte CO_2- und Flächeneinsparungen (vgl. Abbildung 125).

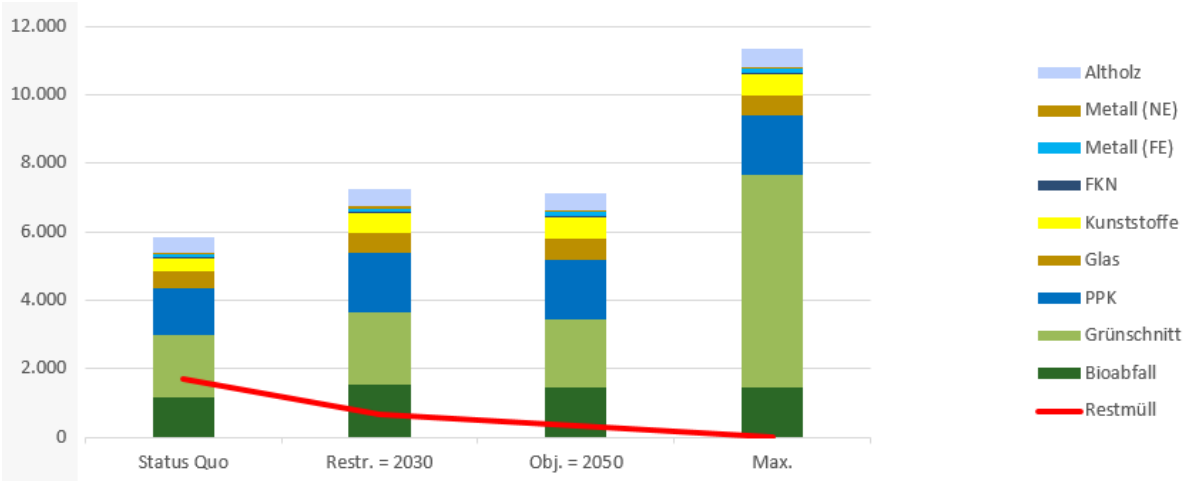


Abbildung 124: Mengenentwicklung in Anlehnung an die Szenarien – VG Sprendlingen-Gensingen; Angaben in. [Mg/a]
Quelle: Eigene Darstellung

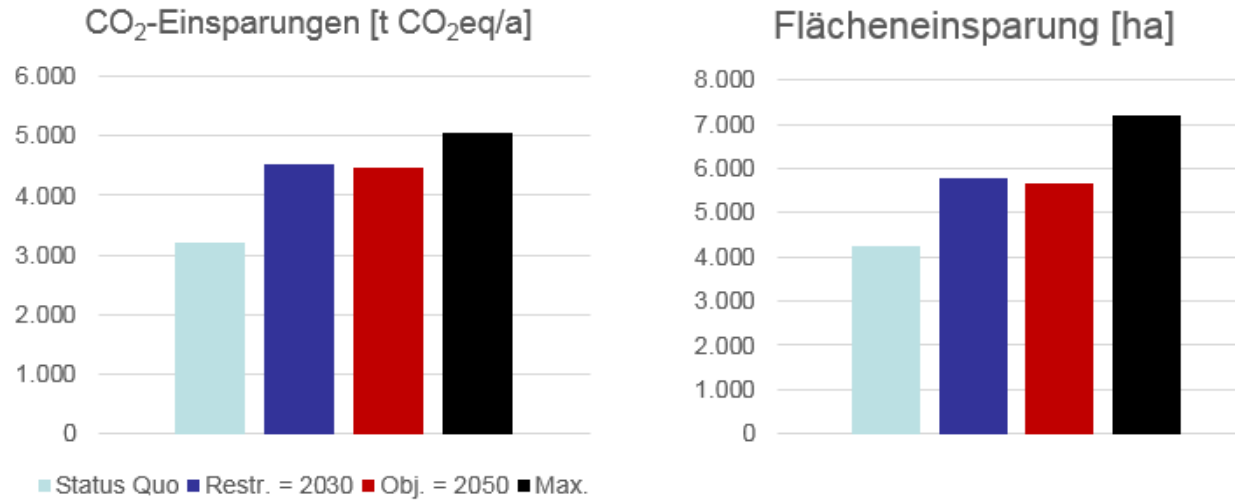


Abbildung 125: CO2-Einsparungen und Flächeneinsparungen der Szenarienbetrachtung – VG Sprendlingen-Gensingen
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.7.5 Ergebnisse im Handlungsfeld „Energie“

Autoren: Caterina Orlando, Eike Zender, Jasmin Jost, Kevin Hahn, Pascal Thome, Sara Schierz, Steffen Schwan, Thomas Anton

Für die Szenarienbildung werden die ermittelten Gesamtenergiebedarfe beider Verbandsgemeinden als Zielstellung zugrunde gelegt. Im Null-Emissions-Szenario wird dem jeweiligen Gesamtenergiebedarf, das jeweils vorhandene Restriktivpotenzial (s. II.1.5.4.2) gegenübergestellt, um so Rückschlüsse auf eine emissionsfreie Energieversorgung zu erhalten. Dabei wird der Ausbau über die Jahre hinweg so verteilt, dass der zukünftige Gesamtenergiebedarf (Jahr 2050) im Kontext der Kosten abgedeckt werden kann.[31]

Um einen Vergleich zu ermöglichen, wird dem Null-Emissions-Szenario ein „Business-as-usual“-Szenario gegenübergestellt. In diesem Szenario gilt die Annahme, dass die Bemühungen der Verbandsgemeinden im Zusammenhang mit dem Ausbau Erneuerbarer Energien nahezu erliegen. Dies betrifft v. a. die drei folgenden Bereiche:

Annahmen im „Business-as-usual (BAU)”-Szenario

Private Haushalte:

Es wird angenommen, dass es zu maximal 1 % Senkung durch die allgemeine Effizienzsteigerung kommt.

Windkraft:

Die im Zubau befindlichen und genehmigen Analgen werden angesetzt, darüber hinaus kommt es zu keinem weiteren Zubau.

Photovoltaik:

Solare Potenziale werden mit einem weiteren Zubau von 1 % pro Jahr für Dachanlagen angerechnet. Das entspricht in etwa dem gegenwärtigen Trend. Für den Ausbau der Freiflächen konnte keine Annahme getroffen werden, da neue Anlagen durch ein Ausschreibungsverfahren geplant werden.

Durch die Aufstellung und Betrachtung der beiden Szenarien BAU und NE können die unterschiedlichen Entwicklungen im Bereich der THG-Emissionen und der Regionalen Wertschöpfung dargestellt und miteinander verglichen werden.

II.1.7.5.1 Szenario bis 2050 privater Haushalte im Wärmebereich

Private Haushalte sind potenziell dazu in der Lage bis zum Jahr 2050 rund 50 % ihres Wärmeenergiebedarfs zu reduzieren. Zu diesem Ergebnis kommt eine Studie von Prognos, die der folgenden Szenarienentwicklung zugrunde gelegt wurde. [EWI ET AL. 2010] Um diese Reduktion zu erreichen, müssen neben der Sanierung der Gebäudesubstanz (Außenwand, Fenster, Dach etc.) auch alte ineffiziente Heizungsanlagen ausgetauscht werden.

Im Rahmen des Projektes „Null-Emissions-Gemeinden“ wurden zwei Szenarien konzipiert, um die zukünftigen Energieverbräuche der privaten Haushalte zu ermitteln:

[31] Anm.: In den dazwischenliegenden Jahren können die Energiebedarfe beider Verbandsgemeinden, durch Erneuerbare Energien überfüllt werden.

Das **Business-as-usual-Szenario (BAU Szenario)** legt dabei zugrunde, dass die Gebäudesanierung sowie die technischen Verbesserungspotenziale in dem Maße voranschreiten, wie es zum heutigen Zeitpunkt der Fall ist. Dieser Darstellung wird das **Null-Emissions-Szenario (NE-Szenario)** gegenübergestellt. In dieser Betrachtung wird eine zeitgemäße Entwicklung beschrieben, die sowohl regionale Potenziale miteinschließt, als auch eine ambitioniertere Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen vorsieht. Im Zuge der energetischen Sanierungsmaßnahmen und dem altersbedingten Austausch der Heizungsanlagen kann bis zum Jahr 2050 mit einer deutlichen Minderung des Energiebedarfs gerechnet werden. Des Weiteren wurde aufgrund steigender Energiepreise für fossile Brennstoffe sowie der Möglichkeit zur Reduzierung der CO_2-Emissionen auf einen verstärkten Ausbau regenerativer Energieträger geachtet. Die zugrundeliegenden Daten des NE-Szenarios basieren auf den Ergebnissen der Restriktivpotenzial-Erhebung. (s. II.1.5.4.2)

Im BAU-Szenario wurde eine Sanierungsquote von 1,0 % und im NE-Szenario von 2,0 % zugrunde gelegt. In den beiden Szenarien wurden zudem Auswirkungen des demografischen Wandels auf den Wohngebäudebestand der Verbandsgemeinden berücksichtigt. Für die VG Rockenhausen ist in diesem Zusammenhang mit einem Rückgang der Wohngebäudeauslastung und damit verbunden, mit einer Erhöhung der Leerstandsquote zu rechnen. Für Sprendlingen-Gensingen wird ein Anstieg der Wohngebäude prognostiziert, welcher bis 2050 wieder leicht zurückgeht. Grund hierfür ist die Lage der VG im Stadt-Umland-Gefüge sowie der damit verbundenen Ausweisung von Neubaugebieten in den kommenden Jahren.

Entwicklung der Wärmeverbräuche (Rockenhausen)

Nachfolgend sind die Ergebnisse der beiden Szenarien aufgeführt. Für den Wärmeverbrauch in Rockenhausen ergibt sich folgendes BAU-Szenario:

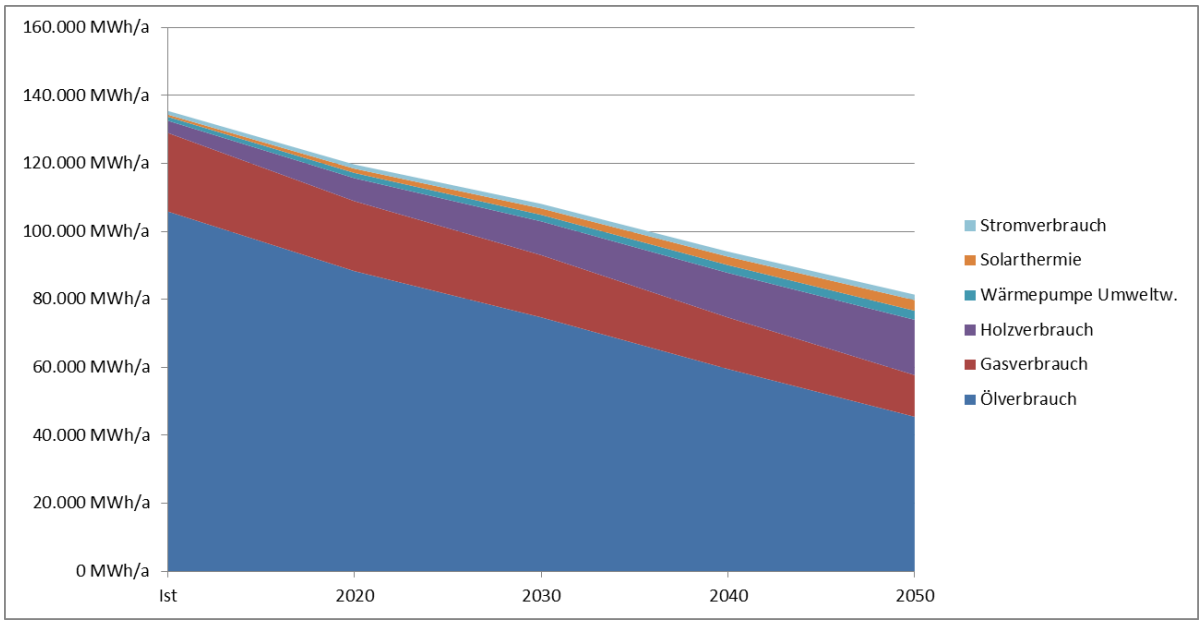


Abbildung 126:Wärmeverbrauch privater Haushalte nach Energieträgern VG Rockenhausen BAUS
Quelle: Eigene Darstellung

Der jährliche Heizenergiebedarf reduziert sich bis zum Jahr 2050 auf etwa 82.000 MWh. Dies entspricht einer Reduktion von 40 % gegenüber dem Basisjahr 2010.

Das NE-Szenario gestaltet sich wie folgt:

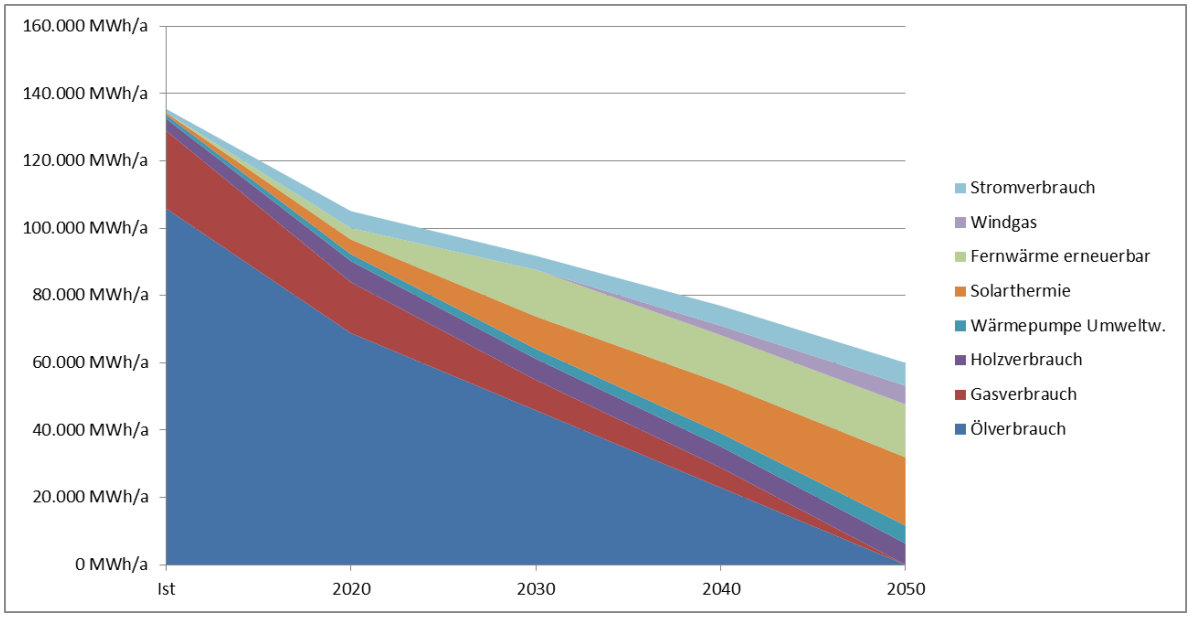


Abbildung 127: Wärmeverbrauch privater Haushalte nach Energieträgern VG Rockenhausen Null-Emissions-Szenario
Quelle: Eigene Darstellung

Demzufolge reduziert sich der jährliche Heizenergiebedarf im Gebäudebereich bis zum Jahr 2050 auf etwa 60.000 MWh. Dies entspricht einer Reduktion von 56 % gegenüber dem Basisjahr 2010.

Entwicklung der Wärmeverbräuche (Sprendlingen-Gensingen)

Das BAU-Szenario in Sprendlingen-Gensingen gestaltet sich folgendermaßen:

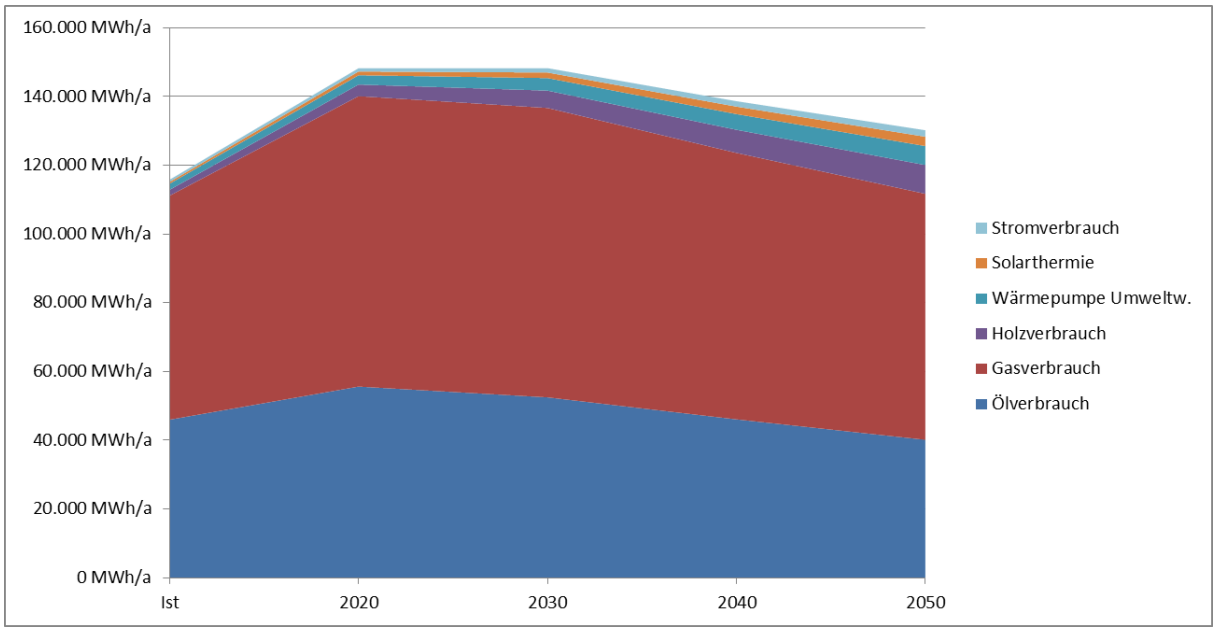


Abbildung 128: Wärmeverbrauch privater Haushalte nach Energieträgern VG Sprendlingen-Gensingen BAUS
Quelle: Eigene Darstellung

Aufgrund des Zubaus an Wohngebäuden und der geringen Sanierungsrate steigt der Wärmebedarf bis 2050 auf etwa 130.000 MWh. Dies entspricht einer Erhöhung des Wärmebedarfs von 12 % gegenüber dem Basisjahr 2010.

Für die VG Sprendlingen-Gensingen ergibt sich folgendes NE-Szenario:

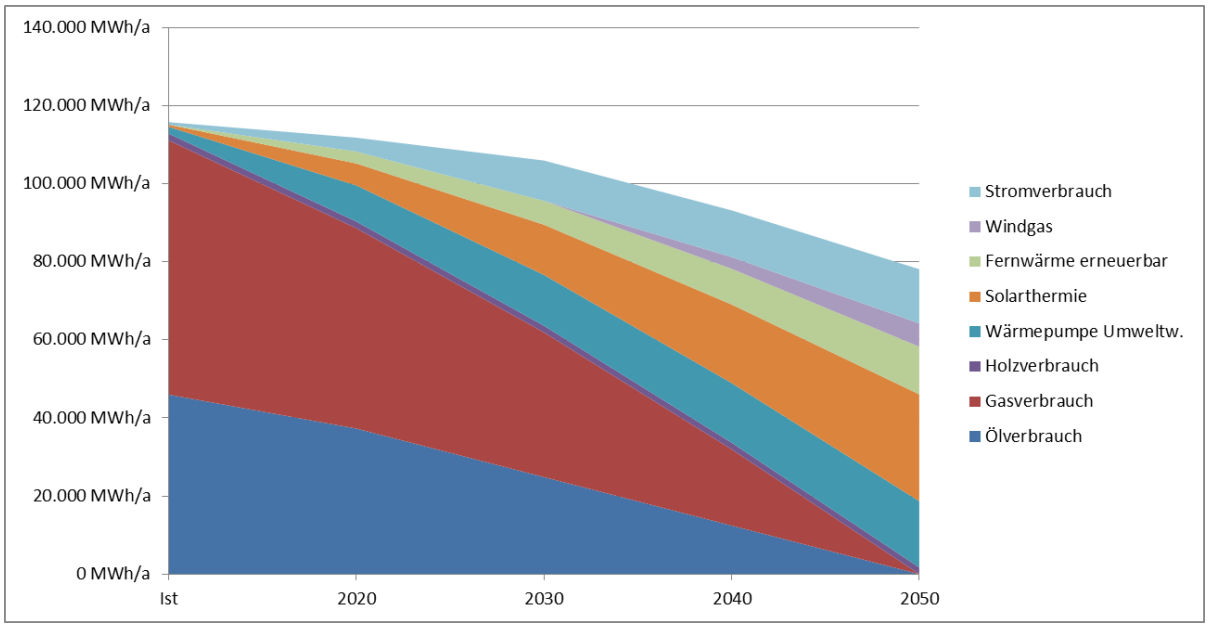


Abbildung 129: Wärmeverbrauch privater Haushalte nach Energieträgern VG Sprendlingen-Gensingen Null-Emissions-Szenario

Quelle: Eigene Darstellung

Der jährliche Heizenergiebedarf reduziert sich bis zum Jahr 2050 auf etwa 72.000 MWh. Dies entspricht einer Reduktion von 38 % gegenüber dem Basisjahr 2010.

Aufgrund der steigenden Energiepreise für fossile Brennstoffe und der Möglichkeit zur Reduzierung der CO_2-Emissionen wurde im Null-Emissions-Szenario auf einen verstärkten Ausbau regenerativer Energieträger geachtet.

Neben den Öl- und Gasheizungen wurden noch die Energieerträge aus dem jährlichen Zubau des Solarpotenzials und den Wärmegewinnen der Wärmepumpen (Umweltwärme) sowie die regional ermittelten Potenziale regenerativer Energien zur Abdeckung des Wärmebedarfs eingerechnet.

Für Holzbrennstoffe empfehlen sich hocheffiziente Holzvergaser-, Pellet- oder Hackschnitzelkessel. Des Weiteren bieten sich Wärmepumpen an, welche Umweltwärme oder oberflächennahe Geothermie nutzen. Zudem bietet sich auf Basis des bestehenden Gasnetzes die Chance, „grünes Methan“ einzusetzen, welches im regionalen Umland aus Biogas oder erneuerbarer Elektroenergie (Power to gas) erzeugt werden kann.

In nachfolgender Tabelle sind die berechneten Energieverbräuche und -einsparungen der beiden Szenarien für die beiden Verbandsgemeinden gegenübergestellt.

Tabelle 119: Gegenüberstellung der Energieverbräuche- und –einsparungen
Quelle: Eigene Darstellung

	Verbrauch IST	Verbrauch 2050 Null-Emissions-Szenario	%	Verbrauch 2050 BAUS	%
Rockenhausen	136.000	60.000	56	82.000	40
Sprendlingen-Gensingen	116.000	72.000	38	130.000	-12

II.1.7.5.2 Energie- und Treibhausgasbilanz (VG Rockenhausen)

Mit dem Ziel, ein auf den regionalen Potenzialen der VG Rockenhausen aufbauendes Szenario der zukünftigen Energieversorgung und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 abzubilden, werden an dieser Stelle die Bereiche Strom und Wärme hinsichtlich ihrer Entwicklungsmöglichkeiten der Verbrauchs- und Versorgungsstrukturen analysiert. Die zukünftige Wärme- und Strombereitstellung wird auf der Grundlage ermittelter Energieeinsparpotenziale im Bereich der privaten Haushalte (s. Kapitel II.1.7.5.1) und Potenziale regenerativer Energieerzeugung errechnet (s. Kapitel II.1.5.4.2). Bei der Entwicklung des Stromverbrauches, welcher durch den Eigenbedarf der zugebauten Erneuerbare-Energien-Anlagen sowie durch die steigende Nachfrage im Verkehrssektor beeinflusst wird, wurde der Mehrverbrauch eingerechnet.

II.1.7.5.2.1 Struktur der Strombereitstellung bis zum Jahr 2050

Im Folgenden werden die Entwicklungsszenarien zur regenerativen Stromversorgung kurz- (bis 2020), mittel- und langfristig (bis 2030 und bis 2050) auf Basis der in Kapitel II.1.5.4.2 ermittelten Potenziale erläutert. Während im Rahmen des BAU-Szenario lediglich der fortgeschriebene Zubau abgebildet wird, werden im NE-Szenario alle Potenziale sukzessive und vollständig ausgebaut.

Für beide gewählten Szenarien gilt, dass das Verhältnis zwischen Stromverbrauch und Stromerzeugung sich verändern wird. Technologische Fortschritte und gezielte Effizienz- und Einsparmaßnahmen können bis zum Jahr 2050 zu enormen Einsparpotenzialen innerhalb der verschiedenen Stromverbrauchssektoren führen (s. II.1.5.4.3). Im gleichen Entwicklungszeitraum wird der forcierte Umbau der Energiesysteme jedoch auch eine steigende Nachfrage an Strom mit sich bringen. So werden die Trendentwicklungen im Verkehrssektor (Elektromobilität) und der Eigenstrombedarf dezentraler, regenerativer Stromerzeugungsanlagen zu einer gesteigerten Stromnachfrage im Betrachtungsgebiet führen (vgl. nachstehende Abb.).

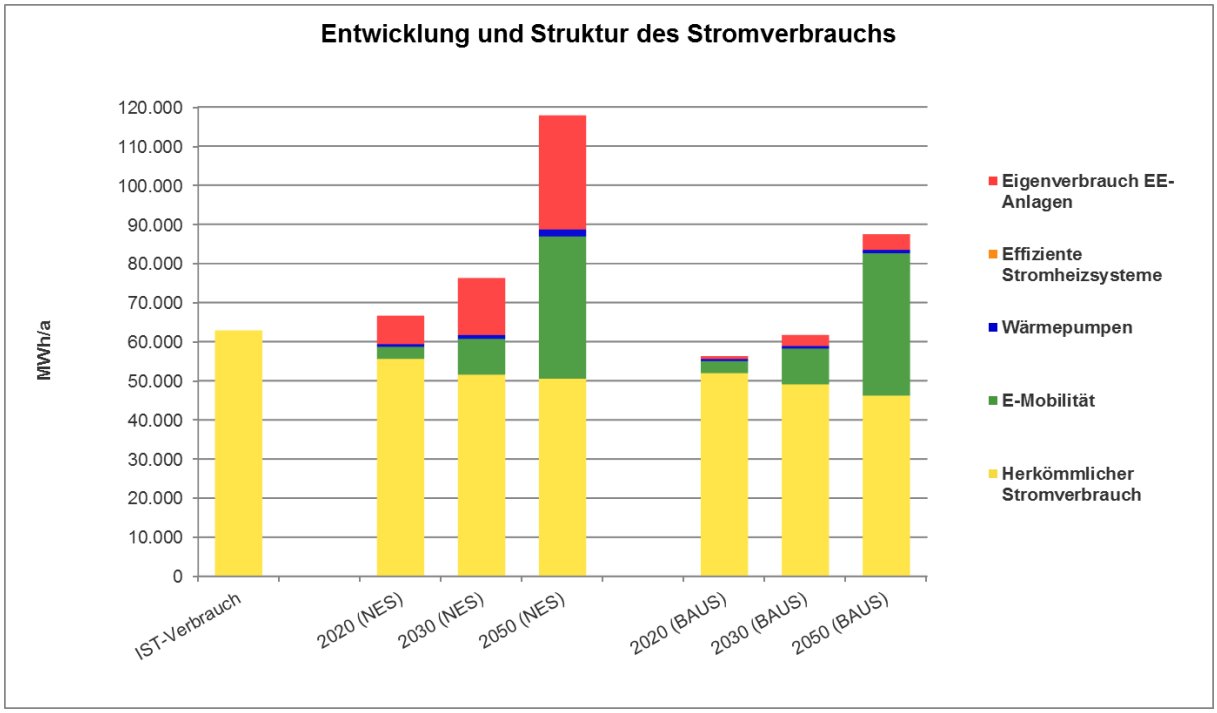


Abbildung 130: Entwicklung und Struktur des Stromverbrauchs bis zum Jahr 2050 (VG Rockenhausen)
Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 130 verdeutlicht, wie sich der Stromverbrauch in den kommenden Dekaden verändern wird. Hierbei wird festgestellt, dass der Stromverbrauch im NE-Szenario höher ausfällt als im gegenübergestellten BAU-Szenario. Dieser Umstand kommt zum einen mit dem Eigenstrombedarf der geplanten EE-Anlagen einher, darüber hinaus werden im NE-Szenario eine größere Anzahl an regenerativen Stromheizsystemen installiert.

Der Gesamtstromverbrauch (Abbildung 130) und dessen Entwicklung in den beiden Szenarien bis zum Jahr 2050 werden in nachfolgender Grafik (Abbildung 131) als Linie dargestellt. Hier wird das Verhältnis der regenerativen Stromproduktion (Säulen) gegenüber dem im Betrachtungsgebiet ermittelten Stromverbrauch deutlich.

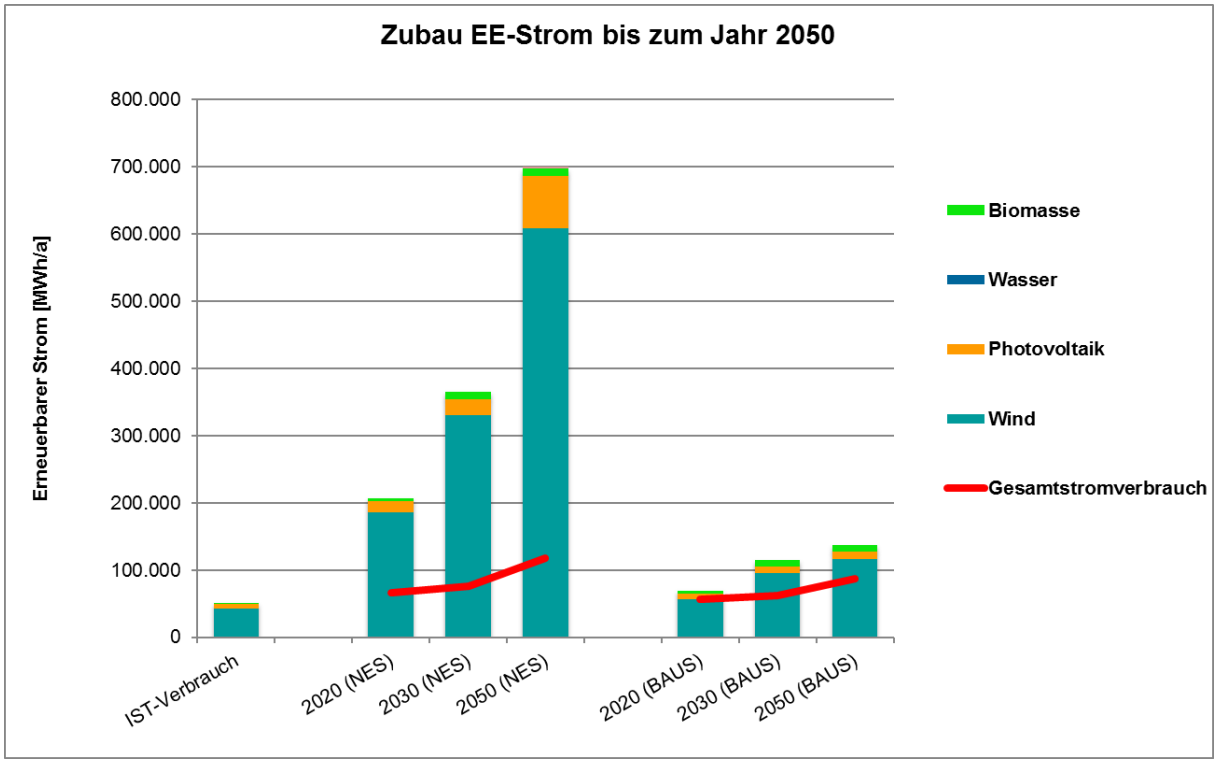


Abbildung 131: Entwicklungsprognosen der regenerativen Stromversorgung bis zum Jahr 2050 (VG Rockenhausen)
Quelle: Eigene Darstellung

- Im **Null-Emission-Szenario** können ab dem Jahr 2020 etwa 207.400 MWh/a elektrischer Strom durch Erneuerbare Energien produziert werden. Diese Menge reicht aus, um den Strombedarf zu 311 % abzudecken. Bei voller Ausschöpfung der nachhaltigen Potenziale kann der steigende Strombedarf bis zum Jahr 2050 (v. a. durch Elektromobilität) zu 595 % regional gedeckt werden.[32] Die dezentrale Stromproduktion stützt sich dabei v. a. auf Windkraftanlagen, die im Jahr 2050 rund 609.000 MWh Strom generieren.
- Das **Business-as-usual-Szenario** weist einen deutlich geringeren Verlauf der EE-Stromproduktion auf. So können im Jahr 2020 lediglich 124 % des Stromverbrauchs gedeckt werden, was rund einem Drittel der Werte des NE-Szenarios entspricht (69.600 MWh). Dies liegt insbesondere am geringeren Anteil der anzunehmenden Windkraftanlagen. Im Jahr 2050 kann in diesem Szenario der Stromverbrauch der VG Rockenhausen zu 157 % durch erneuerbaren Strom gedeckt werden.

An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass Erneuerbare-Energien-Anlagen aufgrund ihrer dezentralen und fluktuierenden Strom- und Wärmeproduktion besondere Herausforderungen an die Energiespeicherung und Abdeckung von Grund- und Spitzenlasten im Verteilnetz mit sich bringen. Intelligente Netze und Verbraucher werden in Zukunft in diesem Zusammenhang unerlässlich sein. Um die forcierte dezentrale Stromproduktion im Jahr 2050 zu erreichen, ist folglich der Umbau des derzeitigen Energiesystems unabdingbar.[33]

[32] Die Entwicklungsprognose bis zum 2050 ist nur strategisch und verliert an Detailschärfe.

[33] Im Rahmen des Projektes konnte eine Betrachtung des erforderlichen Netzumbaus, welcher Voraussetzung für die flächendeckende Installation ausgewählter dezentraler Energiesysteme ist, nicht berücksichtigt werden.

II.1.7.5.2.2 Struktur der Wärmebereitstellung bis zum Jahr 2050

Die folgende Betrachtung basiert auf den für die privaten Haushalte ermittelten Gesamtverbräuchen (s. II.1.7.5.1) sowie den verfügbaren Potenzialen zur Wärmebereitstellung.

Die Bereitstellung regenerativer Wärmeenergie stellt eine große Herausforderung dar. Der Anteil der Biomasse zur Wärmebereitstellung kann bis zum Jahr 2050 gegenüber dem heutigen Stand unter Ausschöpfung des vorhandenen Potenzials gesteigert werden.[34] In Bezug auf die Solarpotenzialanalyse ist eine Heizungs- und Warmwasserunterstützung durch den Ausbau von Solarthermieanlagen auf Dachflächen privater Wohngebäude eingerechnet. Außerdem wird davon ausgegangen, dass die technische Feuerstättensanierung den Ausbau oberflächennaher Geothermie in Form von Wärmepumpen begünstigt. In Kapitel II.1.5.4.3 hat sich bereits gezeigt, dass derzeit insbesondere die privaten Haushalte ihren hohen Wärmebedarf aus fossilen Energieträgern decken. Aus diesem Grund werden hier auch die in Kapitel II.1.7.5.1 dargestellten Effizienz- und Einsparpotenziale der privaten Haushalte eine wichtige Rolle einnehmen.

Die nächste Abbildung gibt einen Gesamtüberblick der Ausbauszenarien (s. Abbildung 132) im Bereich der regenerativen Wärmeversorgung. Dabei wird das Verhältnis der regenerativen Wärmeproduktion (Säulen) gegenüber der sukzessiv reduzierten Wärmemenge (rote Linie) deutlich.

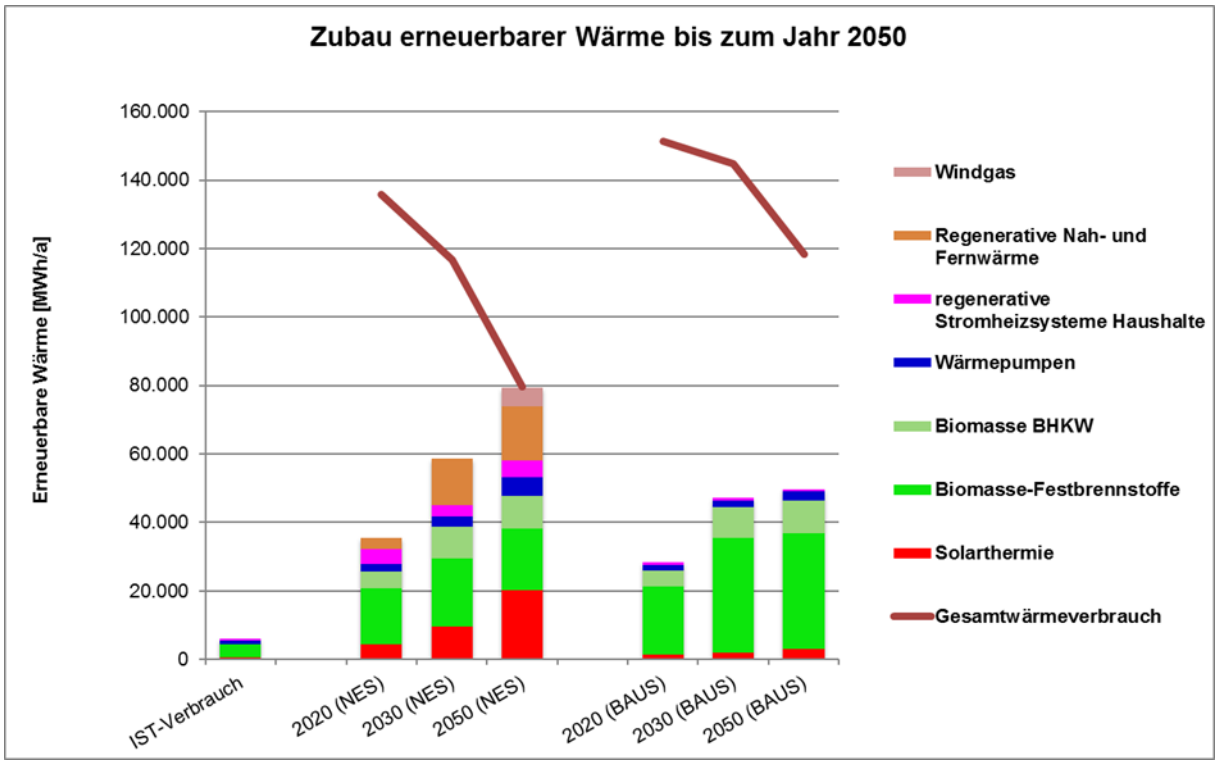


Abbildung 132: Entwicklungsprognosen der regenerativen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2050 (VG Rockenhausen)
Quelle: Eigene Darstellung

An dieser Stelle werden Folgestudien benötigt, die das Thema Netzausbau / Smart Grid in der Region im Detail analysieren.

[34] Voraussetzung hierzu ist der vorgeschlagene Anbaumix im Rahmen der Biomassepotenzialanalyse, der Ausbau moderner Holzheizsysteme im Wohngebäudebestand und der Ausbau von KWK-Anlagen.

- Der aktuelle Gesamtwärmebedarf der VG in Höhe von ca. 171.600 MWh/a reduziert sich im **Null-Emissions-Szenario** um 21 % bis zum Jahr 2020. Im Jahr 2030 werden unter Berücksichtigung der Energieeinsparung ca. 50 % des Gesamtwärmebedarfes durch Erneuerbare Energieträger versorgt werden. Für den Gesamtwärmeverbrauch der VG kann bis zum Jahr 2050[35] ein Einsparpotenzial von ca. 54 % gegenüber dem IST-Zustand erreicht werden. Die Potenzialanalysen aus Kapitel II.1.5.4.2 kommen zu dem Ergebnis, dass die Wärmeversorgung bis zum Jahr 2050 zu 100 % aus regenerativen Energieträgern abgedeckt werden kann (vgl. Abbildung 132).
- Im **Business-as-usual-Szenario** können aufgrund der geringeren Gebäudesanierungsraten weniger Effizienz-Einsparungen im Gesamtbetrachtungszeitraum erzielt werden. Gegenüber dem aktuellen Wärmebedarf verringert sich der Verbrauch bis zum Jahr 2020 um lediglich 12 %. Auch kann eine vollständige Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energieträgern bis zum Jahr 2050 nicht erschlossen werden. Zu diesem Zeitpunkt können etwa 42 % des Gesamtwärmebedarfs aus EE-Potenzialen bereitgestellt werden.

II.1.7.5.2.3 Zusammenfassung Gesamtenergieverbrauch

Der Gesamtenergieverbrauch in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr wird sich gemäß den Annahmen des **NE-Szenarios**, von derzeit ca. 346.800 MWh um rund 42 % im Jahr 2050 reduzieren. Auch im **BAU-Szenario** ist von einer deutlichen Senkung des Gesamtverbrauchs auszugehen (39 %).

In nachfolgender Abbildung wird der Gesamtenergieverbrauch der VG Rockenhausen verdeutlicht und nach Sektoren unterteilt dargestellt.[36]

[35] Die Entwicklungsprognose zum Jahr 2050 ist nur strategisch und verliert an Detailschärfe.

[36] Der Gesamtenergieverbrauch in den Energieszenarien 2020 bis 2050 bildet sich nicht aus der Addition der Werte in den drei o. g. Textabschnitten zur Beschreibung der zukünftigen Energieverbräuche in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr. Grund hierfür ist eine Sektoren überschreitende Bilanzierung des eingesetzten Stroms für Stromheizsysteme (ebenfalls im Sektor Wärme aufgeführt) und die Elektromobilität (ebenfalls im Sektor Verkehr aufgeführt). In der Einzelbetrachtung werden die hierfür benötigten Strommengen zunächst auch dem Sektor Strom zugerechnet, um die Gesamtverbräuche je Sektor sichtbar zu machen.

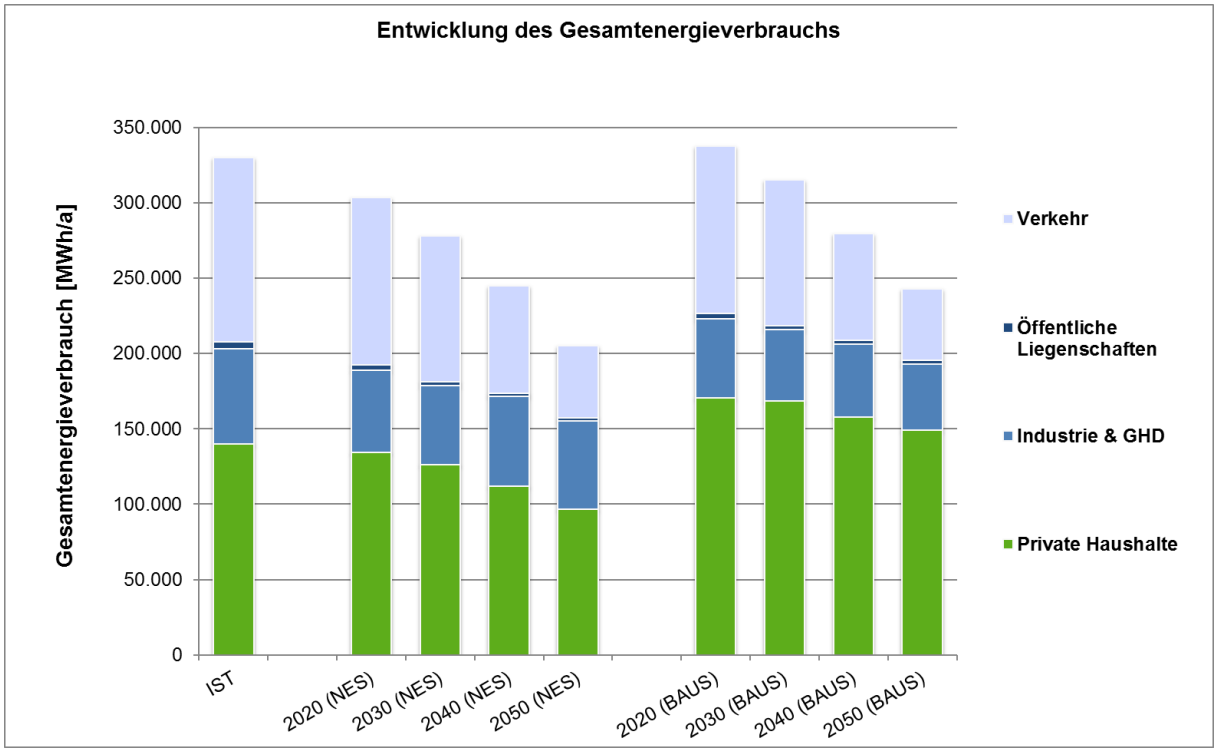


Abbildung 133: Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs von heute bis 2050 (VG Rockenhausen)
Quelle: Eigene Darstellung

Die in der obenstehenden Abbildung erkennbaren Energieeinsparungen im Bereich Verkehr beruhen auf dem zunehmenden Anteil an Elektrofahrzeugen, deren Motoren eine höhere Effizienz aufweisen[37]. Die Verbrauchergruppe private Haushalte trägt ebenfalls zu einer Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs bei, indem sie durch Effizienz- und Sanierungsmaßnahmen ihren stationären Energieverbrauch stetig bis 2050 senkt (s. II.1.7.5.1). Einsparungen durch Effizienzmaßnahmen der Verbrauchergruppe Industrie & GHD sowie der öffentlichen Liegenschaften wurden nicht berücksichtigt. Durch einen prognostizierten Mehrverbrauch aufgrund von z. B. Eigenstromverbrauch der EE-Anlagen, (vgl. Abbildung 130) kann sich der stationäre Energieverbrauch dieser beiden Verbrauchergruppen erhöhen.[38]

Die Senkung des Energieverbrauchs ist gekoppelt mit einem enormen Umbau des Versorgungssystems, welches sich von einer primär fossil geprägten Struktur zu einer regenerativen Energieversorgung entwickelt. Folgende Abbildung zeigt die Verteilung der Energieträger auf die Verbrauchergruppen im Jahr 2050.

[37] Im Vergleich zu Motoren, die mit Ottokraftstoffen oder Diesel betrieben werden.

[38] Der Eigenstromverbrauch der PV-Freiflächenanlagen wird der Verbrauchergruppe Industrie & GHD zugerechnet. Den privaten Haushalten wird der Eigenstromverbrauch der PV-Dachflächenanlagen zugeordnet. Je nachdem wie sich dieses Verhältnis verändert (z. B. durch Errichtung von PV durch öffentliche Liegenschaften), wird sich die Zuordnung des Eigenstromverbrauchs der EE-Anlagen ändern.

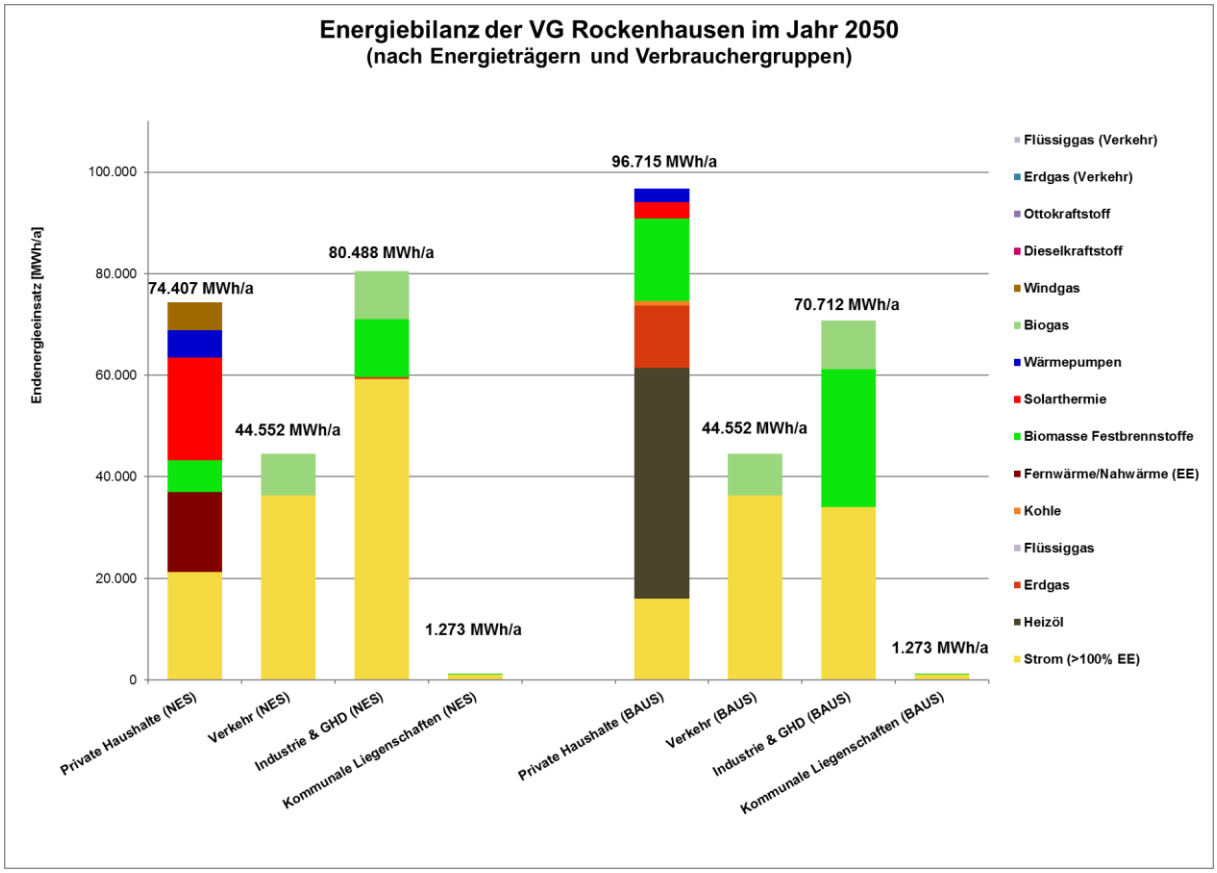


Abbildung 134: Energiebilanz nach Verbrauchergruppen und Energieträgern nach Umsetzung der Entwicklungsszenarien im Jahr 2050 (VG Rockenhausen)

Quelle: Eigene Darstellung

II.1.7.5.2.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050

Durch den Ausbau einer regionalen, regenerativen Strom- und Wärmeversorgung sowie die Erschließung der Effizienz- und Einsparpotenziale im Bereich der privaten Haushalte lassen sich im **NE-Szenario** bis zum Jahr 2050 rund 153.00 t CO_2-Äquivalente gegenüber dem Jahr 1990 einsparen. Dies entspricht einer Gesamteinsparung von rund 123 % und übertrifft somit die aktuellen Klimaschutzziele der Bundesregierung.[39] [40] Auch im **BAU-Szenario** sind erhebliche CO_2-Minderungen festzustellen. In diesem Szenario vermindern sich die Werte gegenüber 1990 um 90 % auf ca. 12.600t-$CO_{2äq}$.

Einen großen Beitrag hierzu leisten jeweils die CO_2-Einsparungen im Stromsektor. Gegenüber dem Basisjahr 1990 gehen die CO_2-Emissionen um 163 % (NES) und 105 % (BAUS) zurück. Durch den zuvor beschriebenen Aufbau einer nachhaltigen Wärmeversorgung können die Treibhausgasemissionen in diesem Bereich vollständig vermieden werden (NES). bzw. um 70 % reduziert werden (BAUS).

In beiden Szenarien werden die Emissionen des Verkehrssektors aufgrund technologischer Fortschritte der Antriebstechnologien sowie Einsparpotenzialen durch den Einsatz innovativer Verbrennungsmotoren sukzessive gesenkt. Im Jahr 2050 kann der Verkehr im Betrachtungsraum klimaneutral gestaltet werden. Die heutigen Emissionen in Höhe von rund 28.600 t/a $CO_{2äq}$ können im Jahr 2050

[39] Anm.: Enthält bilanzielle Gutschriften auf überschüssig erzeugte EE-Strommengen.

[40] 80-95 % Reduktion der CO_2-Emissionen bezogen auf das Jahr 1990

gänzlich vermieden werden, denn bis zu diesem Zeitpunkt sind alle fossilen Treibstoffe sukzessive über die Dekaden durch biogene Treibstoffe oder den Einsatz von Elektromobilität ersetzt worden.[41]

Die nachfolgende Grafik veranschaulicht die Entwicklungspotenziale der Emissionsbilanz aller Sektoren, die zuvor beschrieben wurden.

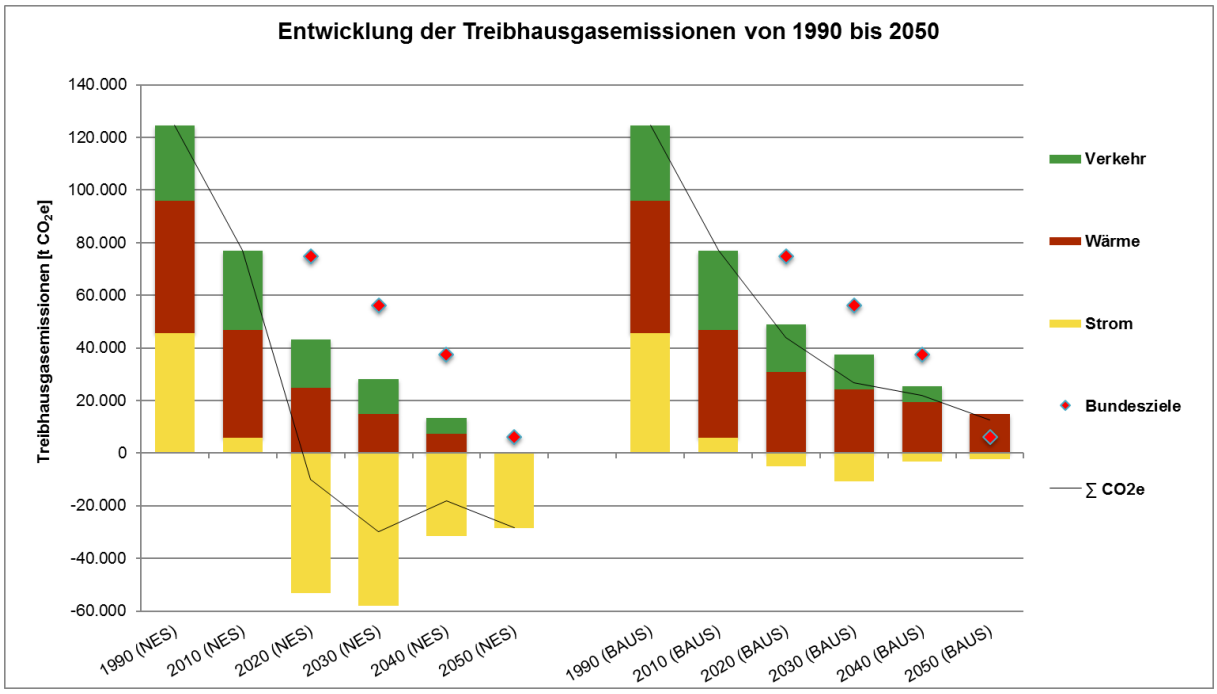


Abbildung 135: Entwicklung der Treibhausgasemissionen auf Basis der zukünftigen Energiebereitstellung (VG Rockenhausen)

Quelle: Eigene Darstellung

Im **BAU-Szenario** können die gesetzten Klimaschutzziele der Bundesregierung nicht erreicht werden. Zwar wurde im Bereich der Stromversorgung sowie des Sektors Verkehr eine bilanzielle Nullemission erreicht, jedoch kann dies im Bereich der Wärmeversorgung nicht erfüllt werden. Somit verfehlt dieses Szenario die Ansprüche einer emissionsfreien Energieversorgung. (s. Abbildung 135)

Das **NE-Szenario** zeigt deutlich auf, dass die VG Rockenhausen das Ziel Null-Emission im Bereich Energie, bis zum Jahr 2050 erreichen und die Ziele der Bundesregierung übertreffen kann.[42] Durch die gezielte Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen werden nicht nur die Emissionen der einzelnen Sektoren vollständig vermieden, sondern darüber hinaus der fossile Anteil der bundesweiten Stromproduktion vermindert.[43] Somit ergibt sich eine bilanzielle Emissionsminderung von 123 % gegenüber 1990.

[41] Anm.: Der anteilige Strom zum Betrieb der Elektromobilität wird in beiden Szenarien vollständig aus EE-Anlagen gefördert, wodurch die gesamten $CO_{2äq}$-Emissionen um 100 % gesenkt werden.

[42] Der Begriff Null-Emission bezieht sich im vorliegenden Kontext lediglich auf den Bereich der bilanzierten Treibhausgase.

[43] Anm.: Überschüsse der EE-Produktion (Strom) werden anteilig angerechnet.

II.1.7.5.3 Regionale Wertschöpfungseffekte (VG Rockenhausen)

Der in Kapitel II.1.7.5.2 benannte Zubau löst im Betrachtungsgebiet der VG Rockenhausen Wertschöpfungseffekte aus. Diese stellen sich in Form von Investitionen und Erträgen dar und beziffern darüber hinaus die Kosteneinsparungen gegenüber einer konventionellen Energieversorgung. Die regionale Wertschöpfung wurde über die Dekaden hinweg pro Handlungsfeld ausgewiesen. Nachfolgende Darstellung fast die Ergebnisse zusammen:

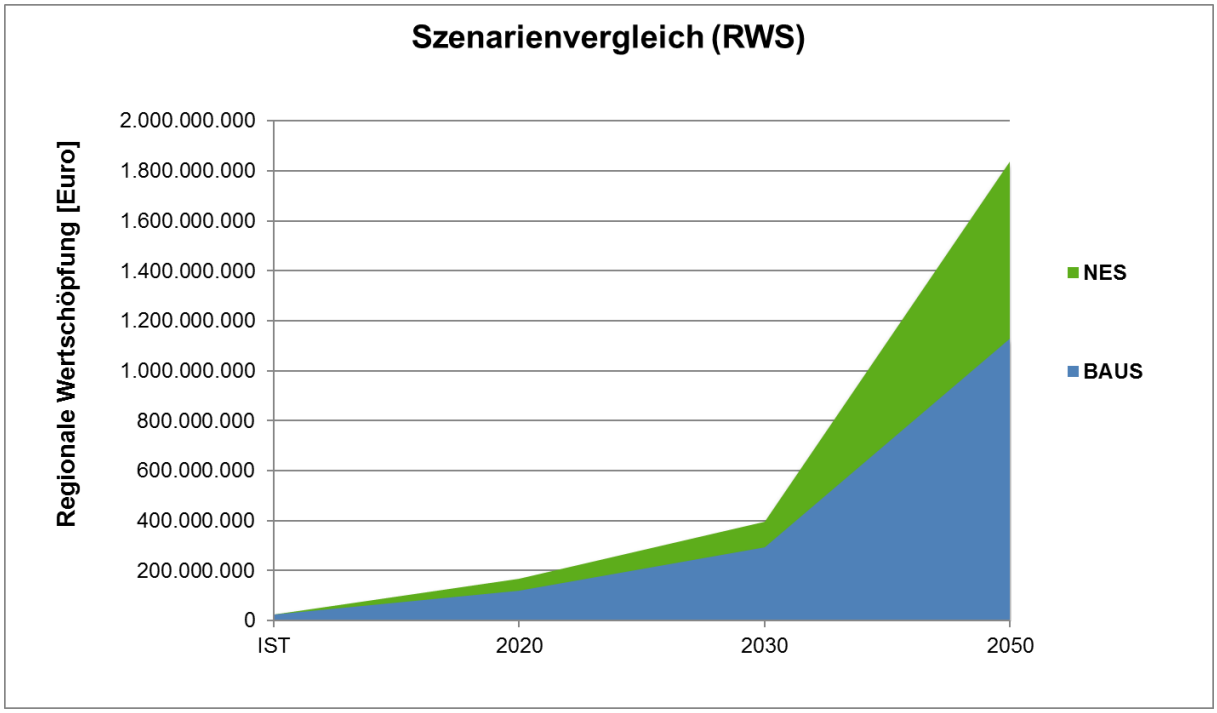


Abbildung 136: Regionale Wertschöpfung der Szenarien im Vergleich (VG Rockenhausen)
Quelle: Eigene Darstellung

Im folgenden Abschnitt werden für die Dekade 2050 die entstehenden Finanzflüsse exemplarisch dargestellt.

II.1.7.5.3.1 Regionale Wertschöpfung der stationären Energieversorgung 2050

Bis zum Jahr 2050 wird unter Berücksichtigung der definierten Gegebenheiten[44] eine Wirtschaftlichkeit der Umsetzung erneuerbarer Energien und Effizienzmaßnahmen erreicht.

Für beide unterstellten Szenarien werden in der folgenden Abbildung alle Kosten- und Einnahmepositionen des Strom- und Wärmebereiches sowie die damit einhergehende Wertschöpfung 2050 für die VG Rockenhausen zusammenfassend dargestellt:

[44] Politische Entscheidungen, die sich entgegen des prognostizierten Ausbaus Erneuerbarer Energien stellen oder unvorhergesehene politische oder wirtschaftliche Auswirkungen können nicht berücksichtigt werden.

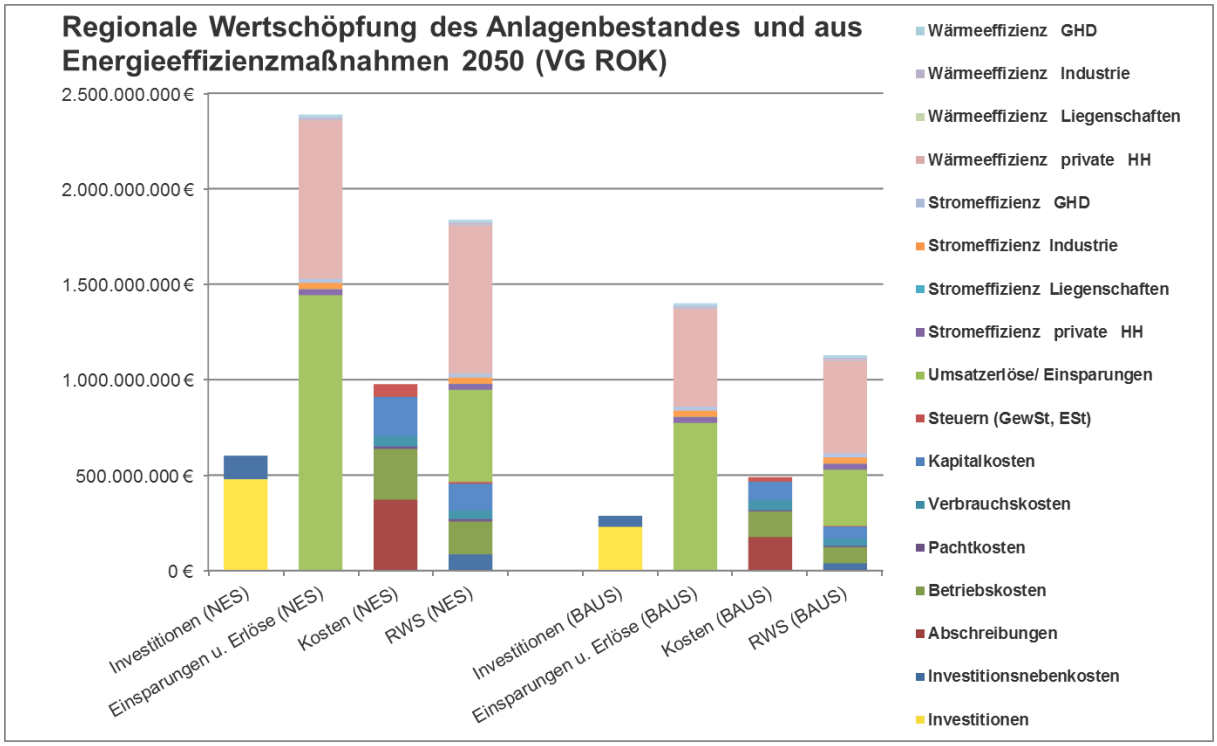


Abbildung 137: Regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes und aus Energieeffizienzmaßnahmen 2050 der VG Rockenhausen

Quelle: Eigene Darstellung

Null-Emissions-Szenario

Durch Ausschöpfung aller vorhandenen Potenziale sowie der Durchführung von Effizienzmaßnahmen (Strom & Wärme) kann die regionale Wertschöpfung im Jahr 2050 in der VG Rockenhausen erheblich gesteigert werden.

Für das Jahr 2050 errechnet sich ein Gesamtinvestitionsvolumen von ca. 602 Mio. €, wobei der größte Anteil im Strombereich mit rund 486 Mio. € liegt. In den Wärmebereich wird eine Summe von rund 107 Mio. € und in die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung ca. 9 Mio. € investiert. Damit einhergehend entstehen über 20 Jahre betrachtet Gesamtkosten von ca. 977 Mio. €. Demgegenüber stehen im Jahre 2050 Einsparungen und Erlöse in Höhe von rund 2,4 Mrd. €. Die aus allen Investitionen, Kosten und Einnahmen abgeleitete regionale Wertschöpfung für die Gemeinde Rockenhausen beträgt im Null-Emissions-Szenario rund 1,8 Mrd. €.

Anders als in den vorangegangenen Dekaden entsteht die größte Wertschöpfung im Jahr 2050 im Wärmebereich. Sie basiert hauptsächlich auf der Umsetzung von sektoralen Wärmeeffizienzmaßnahmen, insbesondere im Sektor private Haushalte. Danach tragen die Betreibergewinne aus der Nutzung regenerativer Wärmeversorgungssysteme wesentlich zur Wertschöpfung im Wärmebereich bei. Die Wertschöpfung steigt von ca. 4 Mio. € im IST-Zustand auf ca. 1,3 Mrd. € im Jahr 2050.

Die Wertschöpfung im Strombereich steigt aufgrund des Ausbaus erneuerbarer Energien und der Ergreifung von Stromeffizienzmaßnahmen auf ca. 543 Mio. €. Sie basiert hauptsächlich auf den Betriebskosten, den Betreibergewinnen und den Kapitalkosten, gefolgt von den realisierten Stromeffizienzmaßnahmen. Diese werden hauptsächlich in den Sektoren Industrie und private Haushalte umgesetzt.

Daneben kann im Bereich der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme v. a. durch die Verbrauchs-, die Betriebskosten und die Betreibergewinne – aufgrund des Einsatzes nachhaltiger Systeme (z. B. Biogasanlagen) – die Wertschöpfung gesteigert werden. Sie beträgt im Jahre 2050 rund 27 Mio. €.

Business-as-usual-Szenario

Durch den unterstellten niedrigeren Erneuerbaren-Energien-Ausbau im Business-as-usual-Szenario errechnet sich für die Dekade 2050 ein Gesamtinvestitionsvolumen von rund 287 Mio. €. Auch in diesem Szenario investiert die VG Rockenhausen hauptsächlich in die Stromerzeugung (z. B. PV- und Windenergieanlagen) mit ca. 202 Mio. €. Die Investitionssumme im Wärmebereich beträgt rund 76 Mio. €. Dahingegen wird die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme durch das hier unterstellte Szenario nicht tangiert, d. h., in diesem Bereich gilt der unterstellte Ausbau des Null-Emissions-Szenarios (Investition 2050 = 9 Mio. €).

Mit den ausgelösten Investitionen entstehen über 20 Jahre betrachtet Gesamtkosten von rund 490 Mio. €. Die Kosten werden ebenfalls in diesem Szenario vorrangig durch die Abschreibungen, Betriebs- und Kapitalkosten ausgelöst. Den Gesamtkosten stehen ca. 1,4 Mrd. € Einsparungen und Erlöse gegenüber. Die aus allen Investitionen, Kosten und Einnahmen abgeleitete regionale Wertschöpfung für die Gemeinde Rockenhausen beträgt im vorliegenden Szenario rund 1,1 Mrd. €. Die niedrigere Wertschöpfung ist u. a. auf den geringeren Ausbau der Erneuerbaren-Energien-Anlagen – gegenüber dem Null-Emissions-Szenario – zurückzuführen, bspw. im Bereich Windkraft.

Auch im Business-as-usual-Szenario wird die Wertschöpfung hauptsächlich durch den Wärmesektor ausgelöst, sie basiert hauptsächlich auf der Umsetzung von sektoralen Wärmeeffizienzmaßnahmen, insbesondere im Sektor private Haushalte sowie den Betreibergewinnen. Die Wertschöpfung steigt von ca. 4 Mio. € im IST-Zustand auf ca. 849 Mio. € im Jahr 2050. Im Strombereich erhöht sich die Wertschöpfung von ca. 21 Mio. € (IST-Zustand) auf rund 252 Mio. € (2050). Dies ist auch in diesem Fall auf die Ergreifung von Stromeffizienzmaßnahmen, insbesondere in den Sektoren Industrie und private Haushalte, zurückzuführen. Danach folgen die Betriebskosten, die Betreibergewinne sowie die Kapitalkosten.

Im Bereich der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme kann die Wertschöpfung ebenfalls gegenüber dem IST-Zustand gesteigert werden. Sie basiert v. a. auf den Verbrauchskosten und den Betriebskosten. Im vorliegenden Szenario beträgt die Wertschöpfung ebenfalls rund 27 Mio. € (RWS IST-Zustand: 10.000 €).

II.1.7.5.3.2 Profiteure der regionalen Wertschöpfung

Es ist hervorzuheben, dass die Wertschöpfung für die Bürger und Kommunen sowie die Unternehmen wesentlich höher ausfällt, sobald sie sich als Anlagenbetreiber beteiligen. Daher ist es Ziel und Empfehlung, Teilhabemodelle für den Ausbau regenerativer Energien und die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen intensiv und in der Breite zu etablieren.

Alle Vorketten, d. h. die Herstellung und der Handel von Anlagen und -komponenten, finden methodisch keine Berücksichtigung. Aus diesem Grund wird die regionale Wertschöpfung bei diesen Profiteuren mit 0 € angesetzt.

Untenstehende Grafik zeigt die Profiteure der regionalen Wertschöpfung zum Jahr 2050 der VG Rockenhausen, nach Szenarien untergliedert, auf:

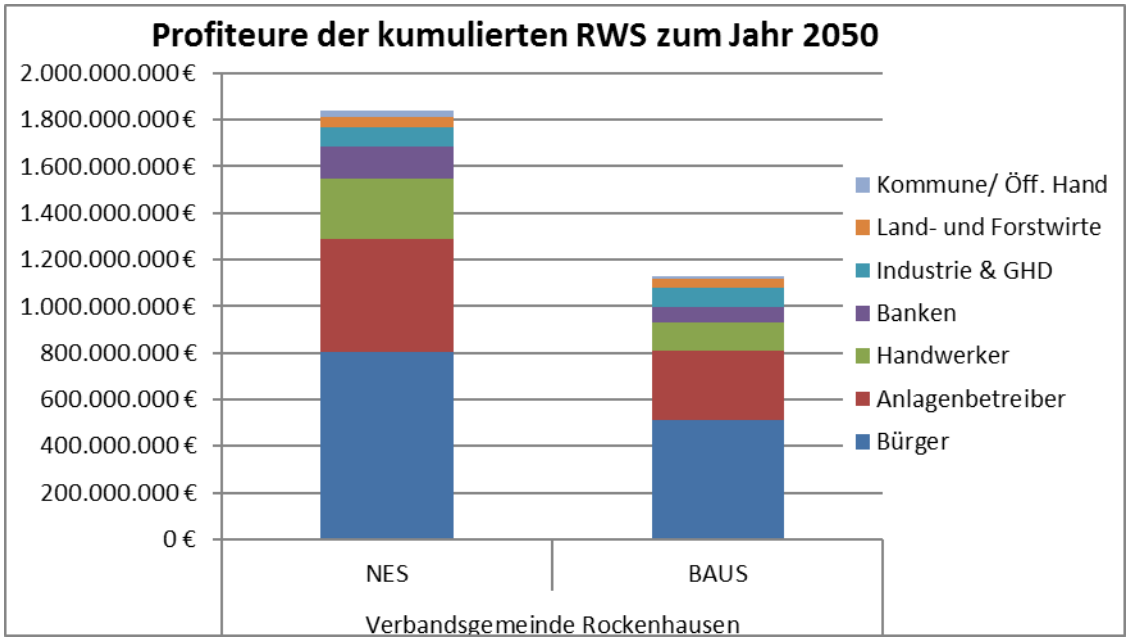


Abbildung 138: Profiteure der kumulierten, regionalen Wertschöpfung zum Jahr 2050 in der VG Rockenhausen (Null-Emissions- und Business-as-usual-Szenario)

Null-Emissions-Szenario

Die **Bürger** können mit ca. 805 Mio. € an der Wertschöpfung durch die Substitution fossiler Brennstoffe in ihren Haushalten und den dadurch realisierten Kosteneinsparungen partizipieren. Somit stellen diese die Hauptprofiteursgruppe dar. Danach folgen die **Anlagenbetreiber** mit einem Anteil von 482 Mio. €, gefolgt von den **regionalen Handwerkern** mit ca. 258 Mio. €. Die Wertschöpfung dieser Personengruppen resultiert zum einen aus dem Betrieb (Anlagenbetreiber) sowie zum anderen aus der Installation von Anlagen, deren Wartung und Instandhaltung (Handwerker). Als weitere Profiteure können die **Banken und Kreditinstitute** genannt werden, welche im Rahmen der Finanzierung von Erneuerbaren-Energien-Anlagen bzw. Effizienzmaßnahmen in Höhe von 141 Mio. € an der Wertschöpfung teilhaben.

Der Sektor **Industrie & GHD** kann durch die resultierenden Kosteneinsparungen aufgrund der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen mit ca. 84 Mio. € an der Wertschöpfung 2050 partizipieren. Danach folgen die **Land- und Forstwirte** mit ca. 44 Mio. €. Diese Wertschöpfung beruht u. a. auf den erzielten Erlösen durch die Bereitstellung regenerativer Energieträger. Die **öffentliche Hand** kann mit ca. 25 Mio. € von der Wertschöpfung profitieren.

Business-as-usual-Szenario

Auch in diesem unterstellten Szenario können die **Bürger** als Hauptprofiteursgruppe mit einem Anteil von ca. 514 Mio. € an der Wertschöpfung teilhaben, gefolgt von den **Anlagenbetreibern** mit ca. 295 Mio. €. Danach profitieren ebenfalls die **Handwerker** mit ca. 122 Mio. €. Anders als im Null-Emissions-Szenario folgt nun der Sektor **Industrie & GHD** mit einem Anteil von rund 84 Mio. €, erst dann die **Banken** mit ca. 63 Mio. €. Dies ist dem Umstand geschuldet, dass im vorliegenden Szenario geringere Potenziale erschlossen und somit auch finanziert werden müssen. Danach können die **Land- und Forstwirte** mit ca. 39 Mio. € und die **öffentliche Hand** mit rund 13 Mio. € an der regionalen Wertschöpfung 2050 teilhaben.

II.1.7.5.4 Energie- und Treibhausgasbilanz (VG Sprendlingen-Gensingen)

Mit dem Ziel, ein auf den regionalen Potenzialen der VG Sprendlingen-Gensingen aufbauendes Szenario der zukünftigen Energieversorgung und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 abzubilden, werden an dieser Stelle die Bereiche Strom und Wärme hinsichtlich ihrer Entwicklungsmöglichkeiten der Verbrauchs- und Versorgungsstrukturen analysiert. Die zukünftige Wärme- und Strombereitstellung wird auf der Grundlage ermittelter Energieeinsparpotenziale im Bereich der privaten Haushalte (s. Kapitel II.1.7.5.1) und Potenziale regenerativer Energieerzeugung errechnet (s. Kapitel II.1.5.4.2). Bei der Entwicklung des Stromverbrauches, welcher durch den Eigenbedarf der zugebauten Erneuerbare-Energien-Anlagen sowie durch die steigende Nachfrage im Verkehrssektor beeinflusst wird, wurde der Mehrverbrauch eingerechnet.

II.1.7.5.4.1 Struktur der Strombereitstellung bis zum Jahr 2050

Im Folgenden werden die Entwicklungsszenarien zur regenerativen Stromversorgung kurz- (bis 2020), mittel- und langfristig (bis 2030 und bis 2050) auf Basis der in Kapitel II.1.5.4.2 ermittelten Potenziale erläutert. Während im Rahmen des BAU-Szenarios lediglich der fortgeschriebene Zubau abgebildet wird, werden im NE-Szenario alle Potenziale sukzessive und vollständig ausgebaut.

Für beide gewählten Szenarien gilt, dass das Verhältnis zwischen Stromverbrauch und Stromerzeugung sich verändern wird. Technologische Fortschritte und gezielte Effizienz- und Einsparmaßnahmen können bis zum Jahr 2050 zu enormen Einsparpotenzialen innerhalb der verschiedenen Stromverbrauchssektoren führen (s. II.1.5.4.3). Im gleichen Entwicklungszeitraum wird der forcierte Umbau der Energiesysteme jedoch auch eine steigende Nachfrage an Strom mit sich bringen. So werden die Trendentwicklungen im Verkehrssektor (Elektromobilität) und der Eigenstrombedarf dezentraler, regenerativer Stromerzeugungsanlagen zu einer gesteigerten Stromnachfrage im Betrachtungsgebiet führen (vgl. nachstehende Abb.).

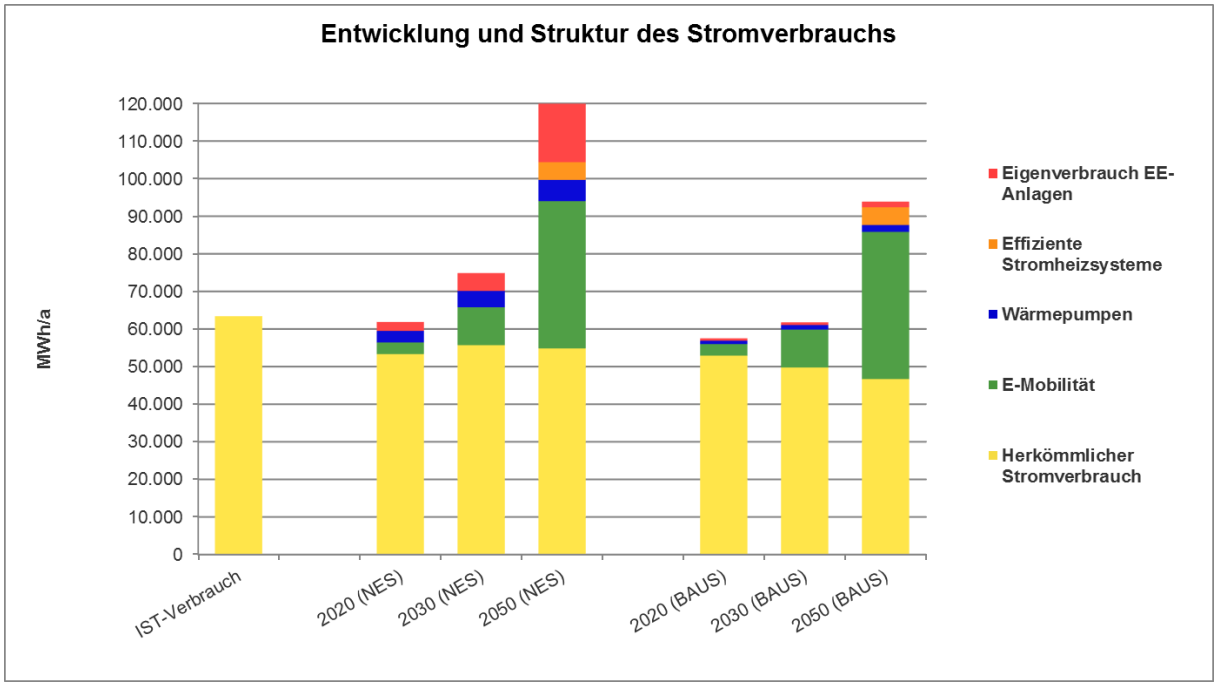


Abbildung 139: Entwicklung und Struktur des Stromverbrauchs bis zum Jahr 2050 (VG Sprendlingen-Gensingen)
Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 139 verdeutlicht, wie sich der Stromverbrauch in den kommenden Dekaden verändern wird. Hierbei wird festgestellt, dass der Stromverbrauch im NE-Szenario höher ausfällt als im gegenübergestellten BAU-Szenario. Dieser Umstand kommt zum einen mit dem Eigenstrombedarf der geplanten EE-Anlagen einher, darüber hinaus wird im NE-Szenario eine größere Anzahl an regenerativen Stromheizsystemen installiert.

Der Gesamtstromverbrauch (Abbildung 139) und dessen Entwicklung in den beiden Szenarien bis zum Jahr 2050 werden in nachfolgender Grafik (Abbildung 140) als Linie dargestellt. Hier wird das Verhältnis der regenerativen Stromproduktion (Säulen) gegenüber dem im Betrachtungsgebiet ermittelten Stromverbrauch deutlich.

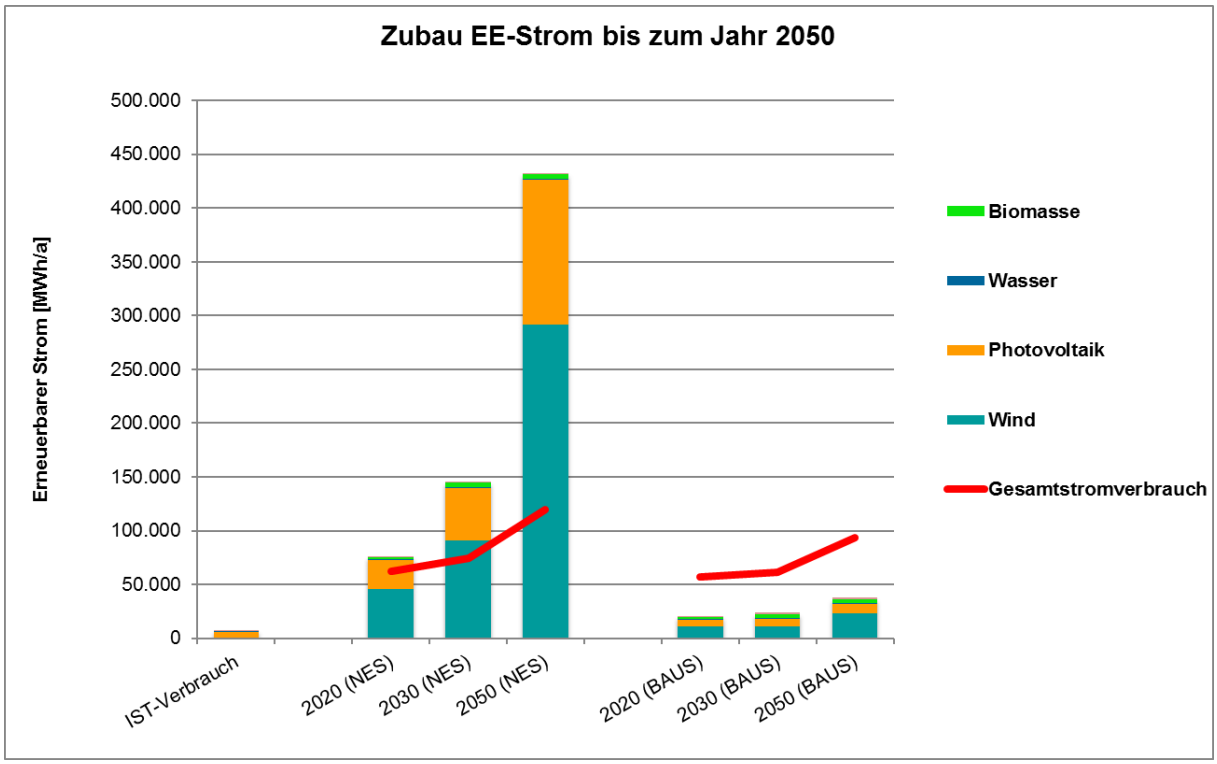


Abbildung 140: Entwicklungsprognosen der regenerativen Stromversorgung bis zum Jahr 2050 (VG Sprendlingen-Gensingen)

Quelle: Eigene Darstellung

- Im **Null-Emission-Szenario** können ab dem Jahr 2020 etwa 76.400 MWh/a elektrischer Strom durch Erneuerbare Energien produziert werden. Diese Menge reicht aus, um den Strombedarf zu 124 % abzudecken. Bei voller Ausschöpfung der nachhaltigen Potenziale kann der steigende Strombedarf bis zum Jahr 2050 (v. a. durch Elektromobilität) zu 360 % regional gedeckt werden.[45] Die dezentrale Stromproduktion stützt sich dabei v. a. auf Windkraftanlagen, die im Jahr 2050 rund 292.000 MWh Strom generieren.
- Das **Business-as-usual-Szenario** weist einen deutlich geringeren Verlauf der EE-Stromproduktion auf. So können im Jahr 2020 lediglich 36 % des Stromverbrauchs gedeckt werden, was rund einem Viertel der Werte des NE-Szenarios entspricht (ca. 20.800 MWh). Dies liegt insbesondere am geringeren Anteil der anzunehmenden Windkraftanlagen. Im Jahr

[45] Die Entwicklungsprognose bis zum 2050 ist nur strategisch und verliert an Detailschärfe.

2050 kann in diesem Szenario der Stromverbrauch der VG Sprendlingen-Gensingen zu 40 % durch erneuerbaren Strom gedeckt werden.

An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass Erneuerbare-Energien-Anlagen aufgrund ihrer dezentralen und fluktuierenden Strom- und Wärmeproduktion besondere Herausforderungen an die Energiespeicherung und Abdeckung von Grund- und Spitzenlasten im Verteilnetz mit sich bringen. Intelligente Netze und Verbraucher werden in Zukunft in diesem Zusammenhang unerlässlich sein. Um die forcierte dezentrale Stromproduktion im Jahr 2050 zu erreichen, ist folglich der Umbau des derzeitigen Energiesystems unabdingbar.[46]

II.1.7.5.4.2 Struktur der Wärmebereitstellung bis zum Jahr 2050

Die folgende Betrachtung basiert auf den für die privaten Haushalte ermittelten Gesamtverbräuchen (s. II.1.7.5.1) sowie den verfügbaren Potenzialen zur Wärmebereitstellung.

Die Bereitstellung regenerativer Wärmeenergie stellt eine große Herausforderung dar. Der Anteil der Biomasse zur Wärmebereitstellung kann bis zum Jahr 2050 gegenüber dem heutigen Stand unter Ausschöpfung des vorhandenen Potenzials gesteigert werden.[47] In Bezug auf die Solarpotenzialanalyse ist eine Heizungs- und Warmwasserunterstützung durch den Ausbau von Solarthermieanlagen auf Dachflächen privater Wohngebäude eingerechnet. Außerdem wird davon ausgegangen, dass die technische Feuerstättensanierung den Ausbau oberflächennaher Geothermie in Form von Wärmepumpen begünstigt. In Kapitel II.1.5.4.3 hat sich bereits gezeigt, dass derzeit insbesondere die privaten Haushalte ihren hohen Wärmebedarf aus fossilen Energieträgern decken. Aus diesem Grund werden hier auch die in Kapitel II.1.7.5.1 dargestellten Effizienz- und Einsparpotenziale der privaten Haushalte eine wichtige Rolle einnehmen.

Die nächste Abbildung gibt einen Gesamtüberblick der Ausbauszenarien (s. Abbildung 141) im Bereich der regenerativen Wärmeversorgung. Dabei wird das Verhältnis der regenerativen Wärmeproduktion (Säulen) gegenüber der sukzessiv reduzierten Wärmemenge (rote Linie) deutlich.

[46] Im Rahmen des Projektes konnte eine Betrachtung des erforderlichen Netzumbaus, welcher Voraussetzung für die flächendeckende Installation ausgewählter dezentraler Energiesysteme ist, nicht berücksichtigt werden. An dieser Stelle werden Folgestudien benötigt, die das Thema Netzausbau / Smart Grid in der Region im Detail analysieren.

[47] Voraussetzung hierzu ist der vorgeschlagene Anbaumix im Rahmen der Biomassepotenzialanalyse, der Ausbau moderner Holzheizsysteme im Wohngebäudebestand und der Ausbau von KWK-Anlagen.

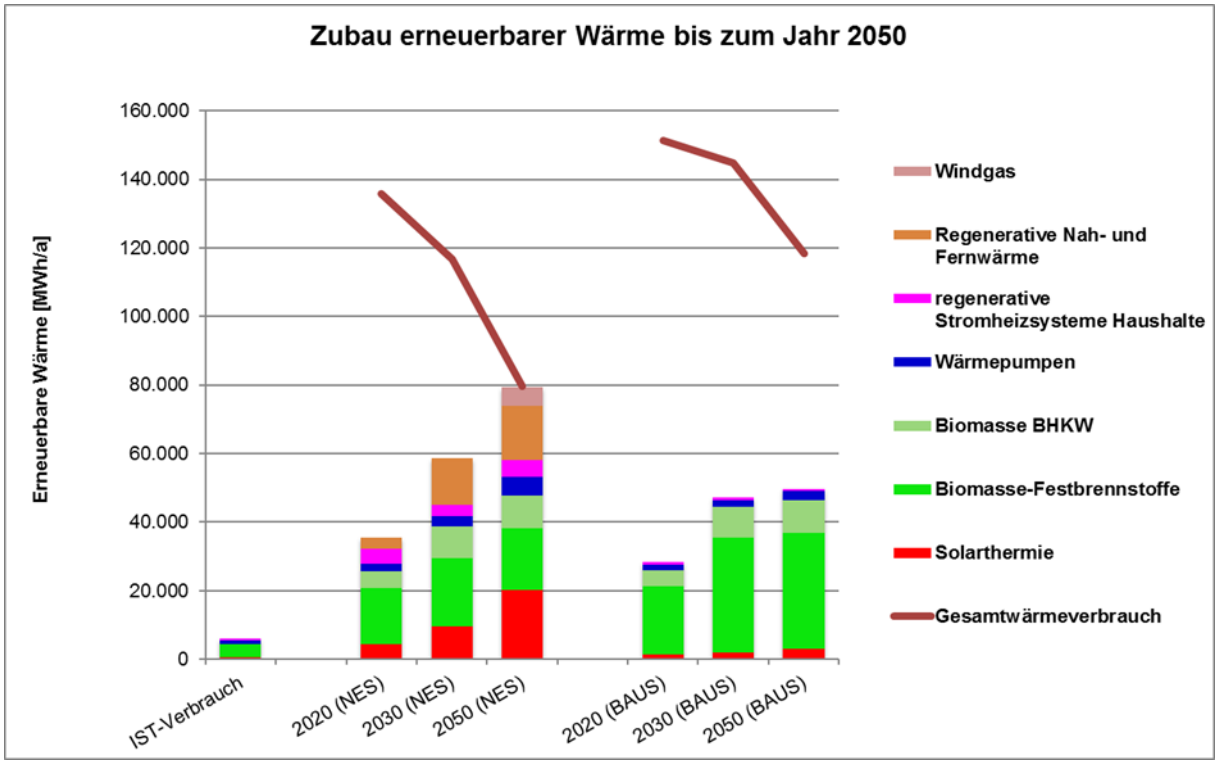


Abbildung 141: Entwicklungsprognosen der regenerativen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2050 (VG Sprendlingen-Gensingen)

Quelle: Eigene Darstellung

- Der aktuelle Gesamtwärmebedarf der VG in Höhe von ca. 144.300 MWh/a reduziert sich im **Null-Emissions-Szenario** um 7 % bis zum Jahr 2020. Im Jahr 2030 werden unter Berücksichtigung der Energieeinsparung 53 % des Gesamtwärmebedarfes durch Erneuerbare Energieträger versorgt werden. Für den Gesamtwärmeverbrauch der VG kann bis zum Jahr 2050[48] ein Einsparpotenzial von ca. 48 % gegenüber dem IST-Zustand erreicht werden. Die Potenzialanalysen aus Kapitel II.1.5.4.2 kommen zu dem Ergebnis, dass die Wärmeversorgung bis zum Jahr 2050 zu 100 % aus regenerativen Energieträgern abgedeckt werden kann (vgl. Abbildung 141).
- Im **Business-as-usual-Szenario** können aufgrund der geringeren Gebäudesanierungsraten weniger Effizienz-Einsparungen im Gesamtbetrachtungszeitraum erzielt werden. Gegenüber dem aktuellen Wärmebedarf erhöht sich der Verbrauch bis zum Jahr 2020 um ca. 19 %. Dies geht auf eine Zunahme des Wohngebäudebestands zurück, welche im BAU-Szenario mit geringer Effizienz gegenüber dem NE-Szenario erfolgt. Auch kann eine vollständige Wärmeversorgung aus erneuerbaren Energieträgern bis zum Jahr 2050 im BAU-Szenario nicht erschlossen werden. Zu diesem Zeitpunkt können etwa 27 % des Gesamtwärmebedarfs aus EE-Potenzialen bereitgestellt werden.

[48] Die Entwicklungsprognose zum Jahr 2050 ist nur strategisch und verliert an Detailschärfe.

II.1.7.5.4.3 Zusammenfassung Gesamtenergieverbrauch

Der Gesamtenergieverbrauch in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr wird sich gemäß den Annahmen des **NE-Szenarios**, von derzeit ca. 330.000 MWh um rund 38 % im Jahr 2050 reduzieren. Auch im BAU-Szenario ist von einer deutlichen Senkung des Gesamtverbrauchs auszugehen (26 %).

In nachfolgender Abbildung wird der Gesamtenergieverbrauch der VG Sprendlingen-Gensingen verdeutlicht und nach Sektoren unterteilt dargestellt.[49]

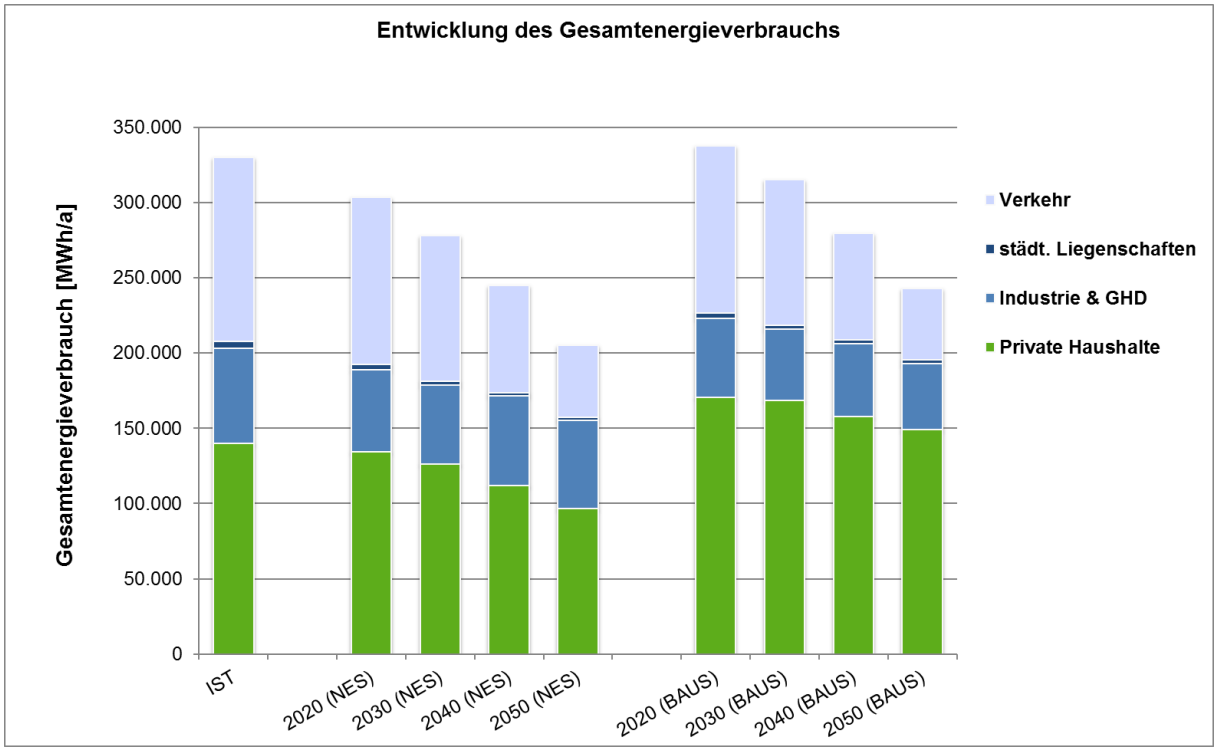


Abbildung 142: Entwicklung des Gesamtenergieverbrauchs von heute bis 2050 (VG Sprendlingen-Gensingen)
Quelle: Eigene Darstellung

Die in der obenstehenden Abbildung erkennbaren Energieeinsparungen im Bereich Verkehr beruhen auf dem zunehmenden Anteil an Elektrofahrzeugen, deren Motoren eine höhere Effizienz aufweisen[50]. Die Verbrauchergruppe private Haushalte trägt ebenfalls zu einer Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs bei, indem sie durch Effizienz- und Sanierungsmaßnahmen ihren stationären Energieverbrauch stetig bis 2050 senkt (s. II.1.7.5.1). Einsparungen durch Effizienzmaßnahmen der Verbrauchergruppe Industrie & GHD sowie der öffentlichen Liegenschaften wurden nicht berücksichtigt. Durch einen prognostizierten Mehrverbrauch aufgrund von z. B. Eigenstromverbrauch der EE-

[49] Der Gesamtenergieverbrauch in den Energieszenarien 2020 bis 2050 bildet sich nicht aus der Addition der Werte in den drei o. g. Textabschnitten zur Beschreibung der zukünftigen Energieverbräuche in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr. Grund hierfür ist eine Sektoren überschreitende Bilanzierung des eingesetzten Stroms für Stromheizsysteme (ebenfalls im Sektor Wärme aufgeführt) und die Elektromobilität (ebenfalls im Sektor Verkehr aufgeführt). In der Einzelbetrachtung werden die hierfür benötigten Strommengen zunächst auch dem Sektor Strom zugerechnet, um die Gesamtverbräuche je Sektor sichtbar zu machen.

[50] Im Vergleich zu Motoren, die mit Ottokraftstoffen oder Diesel betrieben werden.

Anlagen, (vgl. Abbildung 139) kann sich der stationäre Energieverbrauch dieser beiden Verbrauchergruppen erhöhen.[51]

Die Senkung des Energieverbrauchs ist gekoppelt mit einem enormen Umbau des Versorgungssystems, welches sich von einer primär fossil geprägten Struktur zu einer regenerativen Energieversorgung entwickelt. Folgende Abbildung zeigt die Verteilung der Energieträger auf die Verbrauchergruppen im Jahr 2050.

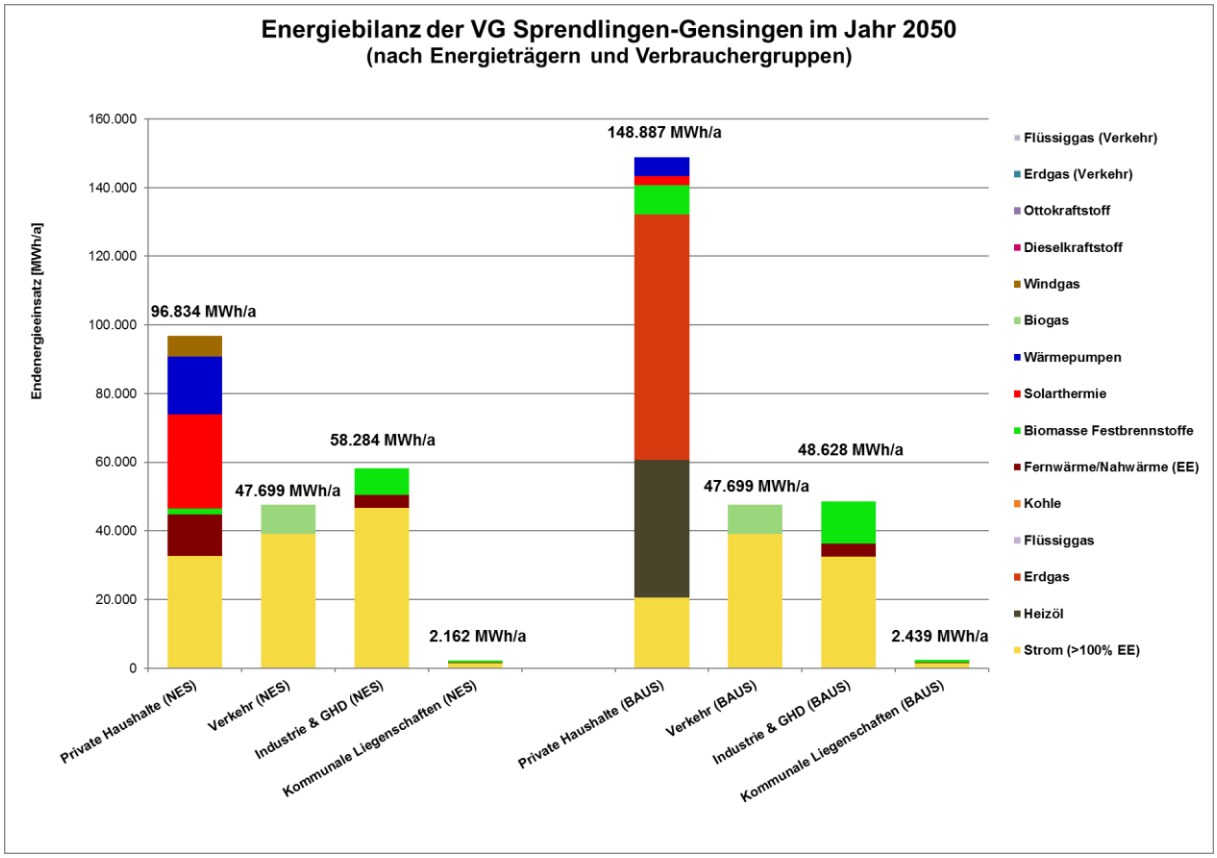


Abbildung 143: Energiebilanz nach Verbrauchergruppen und Energieträgern nach Umsetzung der Entwicklungsszenarien im Jahr 2050 (VG Sprendlingen-Gensingen)
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.7.5.4.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050

Durch den Ausbau einer regionalen, regenerativen Strom- und Wärmeversorgung sowie die Erschließung der Effizienz- und Einsparpotenziale im Bereich der privaten Haushalte lassen sich im **NE-Szenario** bis zum Jahr 2050 rund 120.000 t CO_2-Äquivalente gegenüber dem Jahr 1990 einsparen. Dies entspricht einer Gesamteinsparung von rund 115 % und übertrifft somit die aktuellen Klimaschutzziele der Bundesregierung.[52] [53] Auch im **BAU-Szenario** sind erhebliche CO_2-Minderungen fest-

[51] Der Eigenstromverbrauch der PV-Freiflächenanlagen wird der Verbrauchergruppe Industrie & GHD zugerechnet. Den privaten Haushalten wird der Eigenstromverbrauch der PV-Dachflächenanlagen zugeordnet. Je nachdem wie sich dieses Verhältnis verändert (z. B. durch Errichtung von PV durch öffentliche Liegenschaften), wird sich die Zuordnung des Eigenstromverbrauchs der EE-Anlagen ändern.

[52] Anm.: Enthält bilanzielle Gutschriften auf überschüssig erzeugte EE-Strommengen.

[53] 80-95 % Reduktion der CO_2-Emissionen bezogen auf das Jahr 1990

zustellen. In diesem Szenario vermindern sich die Werte gegenüber 1990 um 74 % auf ca. 27.000t-$CO_{2äq}$.

Einen großen Beitrag hierzu leisten jeweils die CO_2-Einsparungen im Stromsektor. Gegenüber dem Basisjahr 1990 gehen die CO_2-Emissionen um 143 % (NES) und 92 % (BAUS) zurück. Durch den zuvor beschriebenen Aufbau einer nachhaltigen Wärmeversorgung können die Treibhausgasemissionen in diesem Bereich vollständig vermieden werden (NES). bzw. um 38 % reduziert werden (BAUS).

In beiden Szenarien werden die Emissionen des Verkehrssektors aufgrund technologischer Fortschritte der Antriebstechnologien sowie Einsparpotenzialen durch den Einsatz innovativer Verbrennungsmotoren sukzessive gesenkt. Im Jahr 2050 kann der Verkehr im Betrachtungsraum klimaneutral gestaltet werden. Die heutigen Emissionen in Höhe von rund 30.800 t/a $CO_{2äq}$ können im Jahr 2050 gänzlich vermieden werden, denn bis zu diesem Zeitpunkt sind alle fossilen Treibstoffe sukzessive über die Dekaden durch biogene Treibstoffe oder den Einsatz von Elektromobilität ersetzt worden.[54]

Die nachfolgende Grafik veranschaulicht die Entwicklungspotenziale der Emissionsbilanz aller Sektoren, die zuvor beschrieben wurden.

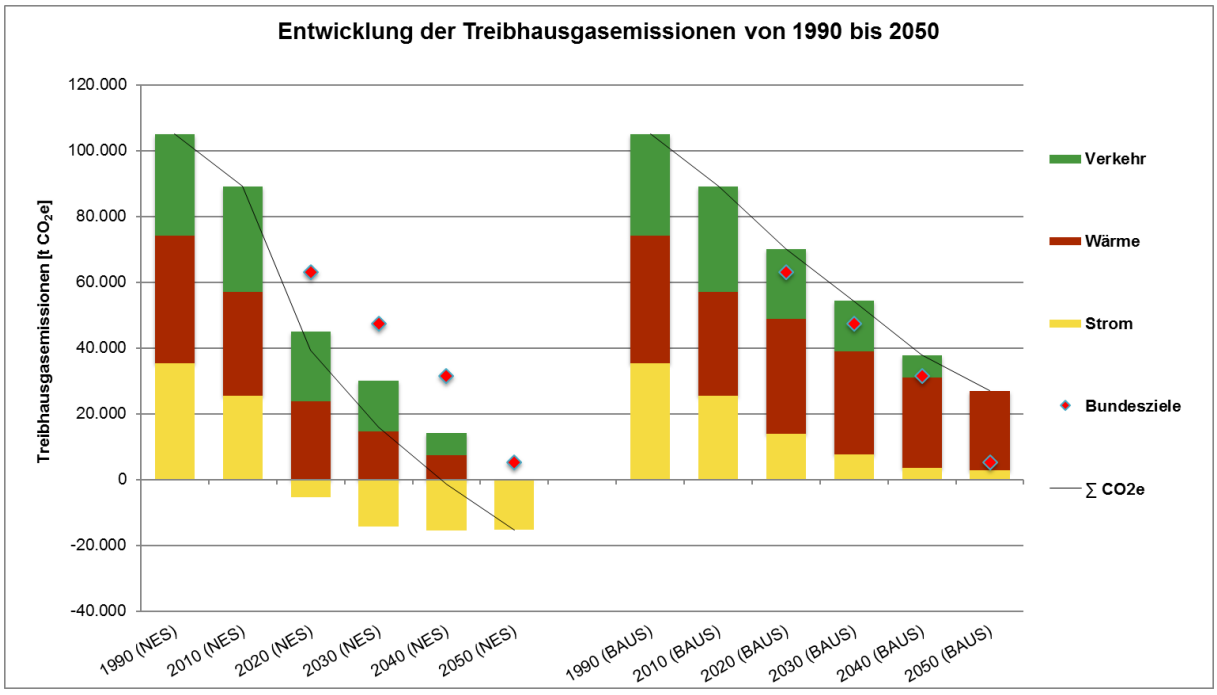


Abbildung 144: Entwicklung der Treibhausgasemissionen auf Basis der zukünftigen Energiebereitstellung (VG Sprendlingen-Gensingen)

Quelle: Eigene Darstellung

Im **BAU-Szenario** können die gesetzten Klimaschutzziele der Bundesregierung nicht erreicht werden. Zwar wurde im Sektor Verkehr eine bilanzielle Nullemission erreicht, jedoch kann dies im Bereich der Strom- und Wärmeversorgung nicht erfüllt werden. Somit verfehlt dieses Szenario die Ansprüche einer emissionsfreien Energieversorgung. (s. Abbildung 144)

[54] Anm.: Der anteilige Strom zum Betrieb der Elektromobilität wird in beiden Szenarien vollständig aus EE-Anlagen gefördert, wodurch die gesamten $CO_{2äq}$-Emissionen um 100 % gesenkt werden.

Das **NE-Szenario** zeigt deutlich auf, dass die VG Sprendlingen-Gensingen das Ziel Null-Emission im Bereich Energie, bis zum Jahr 2050 erreichen und die Ziele der Bundesregierung übertreffen kann.[55] Durch die gezielte Umsetzung der beschriebenen Maßnahmen werden nicht nur die Emissionen der einzelnen Sektoren vollständig vermieden, sondern darüber hinaus der fossile Anteil der bundesweiten Stromproduktion vermindert.[56] Somit ergibt sich eine bilanzielle Emissionsminderung von 115 % gegenüber 1990.

II.1.7.5.5 Regionale Wertschöpfungseffekte (VG Sprendlingen-Gensingen)

Der in Kapitel II.1.7.5.4 benannte Zubau löst im Betrachtungsgebiet der VG Sprendlingen-Gensingen Wertschöpfungseffekte aus. Diese stellen sich in Form von Investitionen und Erträgen dar und beziffern darüber hinaus die Kosteneinsparungen gegenüber einer konventionellen Energieversorgung. Die regionale Wertschöpfung wurde über die Dekaden hinweg pro Handlungsfeld ausgewiesen. Nachfolgende Darstellung fast die Ergebnisse zusammen:

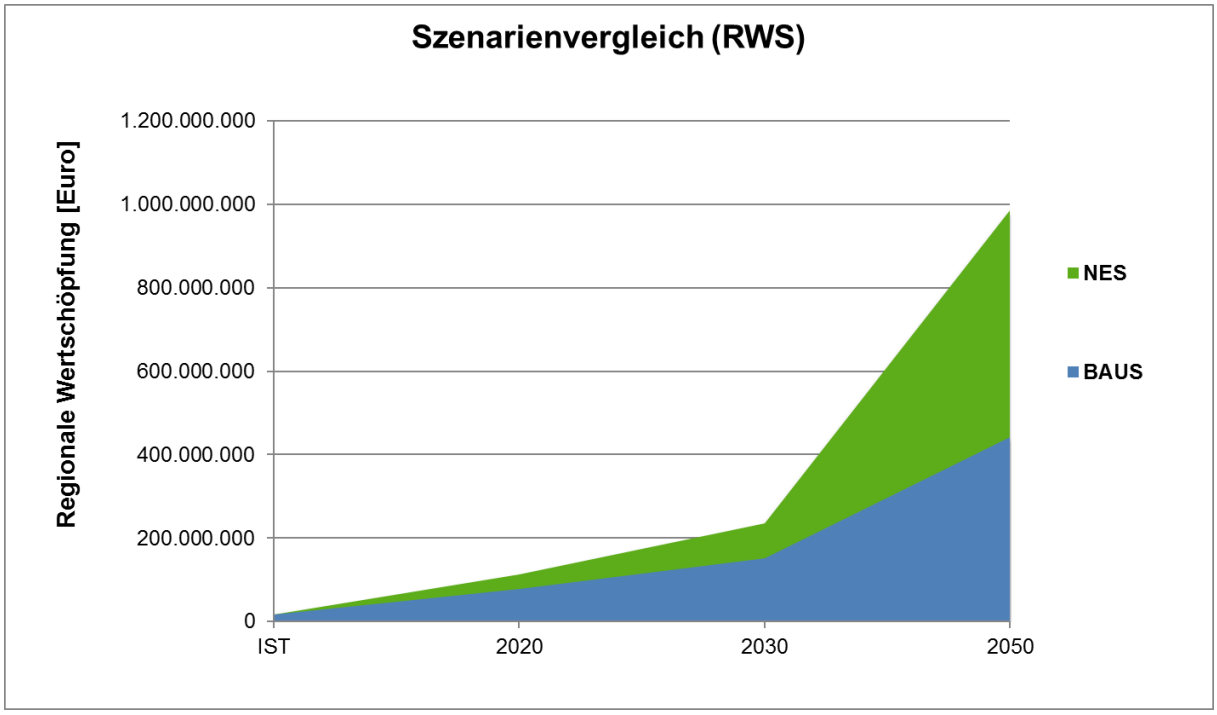


Abbildung 145: Regionale Wertschöpfung der Szenarien im Vergleich
Quelle: Eigene Darstellung

Im folgenden Abschnitt werden für die Dekade 2050 die entstehenden Finanzflüsse exemplarisch dargestellt.

[55] Der Begriff Null-Emission bezieht sich im vorliegenden Kontext lediglich auf den Bereich der bilanzierten Treibhausgase.

[56] Anm.: Überschüsse der EE-Produktion (Strom) werden anteilig angerechnet.

II.1.7.5.5.1 Regionale Wertschöpfung der stationären Energieversorgung 2050

Bis zum Jahr 2050 wird unter Berücksichtigung der definierten Gegebenheiten[57] eine Wirtschaftlichkeit der Umsetzung erneuerbarer Energien und Effizienzmaßnahmen erreicht.

Die nachfolgende Grafik fasst alle Kosten- und Einnahmepositionen des Strom- und Wärmebereiches und der damit einhergehenden regionalen Wertschöpfung 2050 für die VG Sprendlingen-Gensingen zusammen.

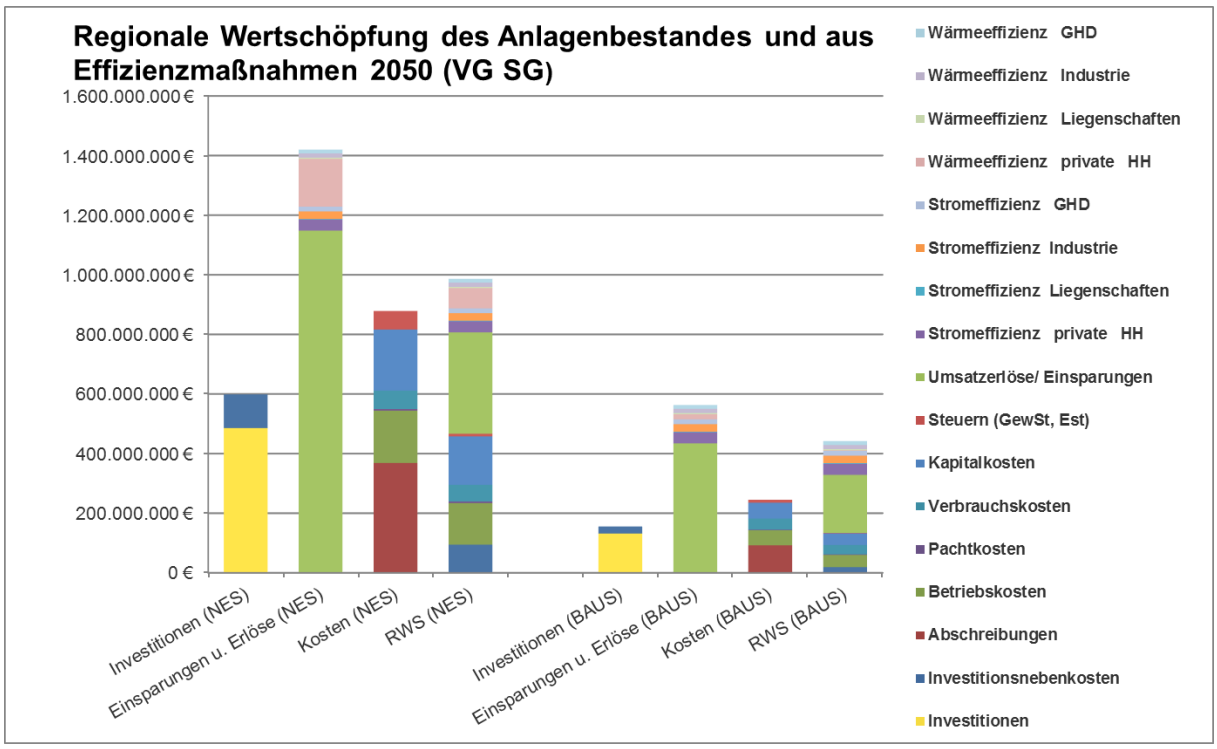


Abbildung 146: Regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes und aus Energieeffizienzmaßnahmen 2050 der VG Sprendlingen-Gensingen
Quelle: Eigene Darstellung

Null-Emissions-Szenario

In der VG Sprendlingen-Gensingen werden für die Dekade 2050 im Null-Emissions-Szenario rund 599 Mio. € in Erneuerbare-Energien-Anlagen und Effizienzmaßnahmen investiert. Hiervon entfällt auf den Strombereich mit ca. 433 Mio. € der größte Investitionsanteil. Im Wärmebereich werden ca. 163 Mio. € und in die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme ca. 3 Mio. € investiert.

Mit den ausgelösten Investitionen entstehen über 20 Jahre betrachtet Gesamtkosten von rund 878 Mio. €, hauptsächlich durch die Abschreibungen, die Kapital- und die Betriebskosten. Den Gesamtkosten stehen ca. 1,4 Mrd. € Einsparungen und Erlöse gegenüber. Die aus allen Investitionen, Kosten und Einnahmen abgeleitete regionale Wertschöpfung für die Gemeinde Sprendlingen-Gensingen beträgt im Null-Emissions-Szenario rund 986 Mio. €.

[57] Politische Entscheidungen, die sich entgegen des prognostizierten Ausbaus Erneuerbarer Energien stellen oder unvorhergesehene politische oder wirtschaftliche Auswirkungen können nicht berücksichtigt werden.

Im Gegensatz zur VG Rockenhausen entsteht die Wertschöpfung in der VG Sprendlingen-Gensingen weiterhin im Strombereich. Sie basiert hauptsächlich auf den realisierten Betreibergewinnen, den Betriebs- und Kapitalkosten. Danach folgen die umgesetzten Stromeffizienzmaßnahmen, insbesondere im Sektor private Haushalte und Industrie. Die Wertschöpfung erhöht sich von ca. 13 Mio. € im IST-Zustand auf ca. 504 Mio. € im Jahr 2050.

Die Wertschöpfung im Wärmebereich entsteht hauptsächlich durch die Betreibergewinne aufgrund der Nutzung nachhaltiger Wärmeversorgungssysteme und durch die Erschließung von Wärmeeffizienzpotenzialen in den unterschiedlichen Verbrauchergruppen, insbesondere im Sektor private Haushalte. Die Wertschöpfung im Wärmebereich erhöht sich 2050 von ca. 3 Mio. € (IST-Zustand) auf etwa 471 Mio. €.

In der Dekade 2050 kann durch den weiteren Ausbau der Biogaspotenziale eine regionale Wertschöpfung in Höhe von rund 11 Mio. € generiert werden.

Business-as-usual-Szenario

Im Business-as-usual-Szenario investiert die Verbandsgemeine Sprendlingen-Gensingen, gegenüber dem Null-Emissions-Szenario, in geringerem Maße. Die Gesamtinvestitionssumme für das Jahr 2050 beträgt rund 156 Mio. € (NES 2050: ca. 599 Mio. €). Im Gegensatz zum vorherigen Szenario wird hauptsächlich in den Wärmebereich mit ca. 80 Mio. € investiert. Danach folgt die Investition in den Strombereich mit rund 72 Mio. € und in die Kraft-Wärme-Kopplung mit ca. 3 Mio. €. Der Ausbaugrad der Kraft-Wärme-Kopplung ist in beiden Szenarien der Gleiche.

Damit verbunden werden in der VG Sprendlingen-Gensingen Gesamtkosten in Höhe von rund 245 Mio. €, vornehmlich durch die Abschreibungen, Kapital- und Betriebskosten, ausgelöst.

Dabei stehen diesem Kostenblock Einsparungen und Erlöse in fast doppelter Höhe zur Verfügung (ca. 563 Mio. €). Im Jahr 2050 entsteht in der VG Gensingen-Sprendlingen, unter Annahme des Business-as-usual-Szenarios, eine regionale Wertschöpfung von rund 441 Mio. €, wovon ca. 139 Mio. € dem Strom-, etwa 291 Mio. € dem Wärmebereich und 11 Mio. € der Kraft-Wärme-Kopplung zugeordnet werden können.

Somit kann in diesem Szenario die Wertschöpfung v. a. im Wärmebereich realisiert werden. Dies ist u. a. dem Umstand geschuldet, dass im Strombereich die vorhandenen Potenziale in geringerem Maße, als im Null-Emissions-Szenario, erschlossen werden.

Der größte Anteil entfällt hier auf die ergriffenen Stromeffizienzmaßnahmen, insbesondere in den Sektoren private Haushalte und Industrie. Die Wertschöpfung im Wärmebereich basiert hauptsächlich auf den Betreibergewinnen und den erschlossenen Wärmeeffizienzpotenzialen, insbesondere in den Sektoren Industrie sowie Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Da sich die Finanzflüsse 2050 bei der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme in beiden Szenarien nicht unterscheiden, sind die Wertschöpfungsquellen (u. a. Verbrauchskosten, Betreibergewinne, Betriebskosten) äquivalent zu beurteilen (RWS 2050: 11 Mio. €).

Untenstehende Grafik zeigt die Profiteure der regionalen Wertschöpfung zum Jahr 2050 der VG Sprendlingen-Gensingen, nach Szenarien untergliedert, auf:

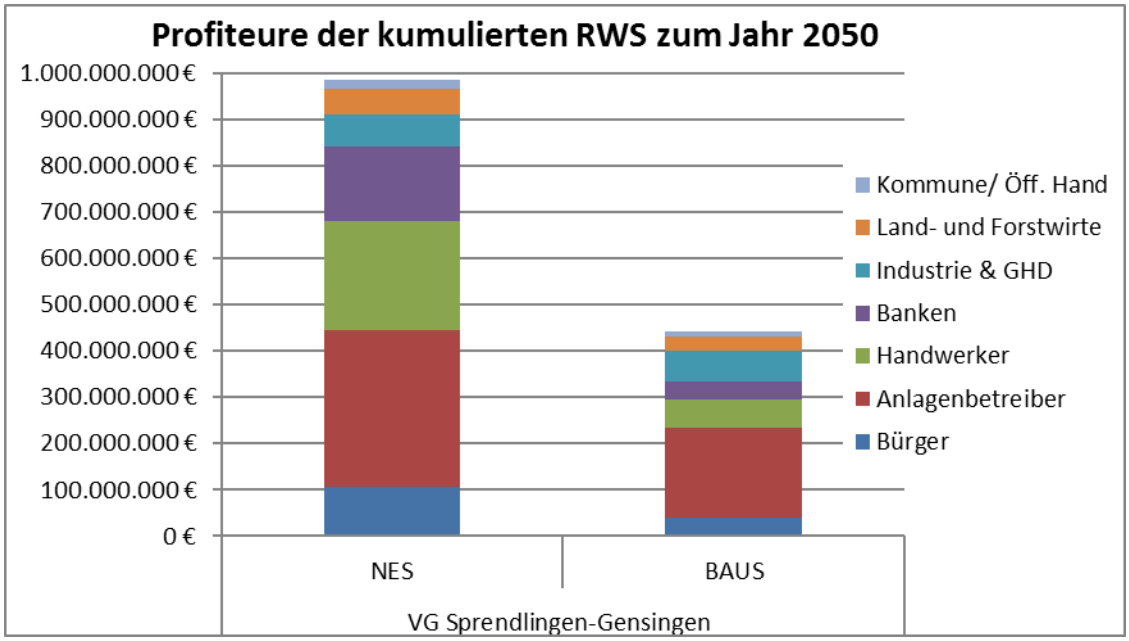


Abbildung 147: Profiteure der kumulierten, regionalen Wertschöpfung zum Jahr 2050 in der VG Sprendlingen-Gensingen (Null-Emissions- und Business-as-usual-Szenario)

Quelle: Eigene Darstellung

II.1.7.5.5.2 Profiteure der regionalen Wertschöpfung (VG Sprendlingen-Gensingen)

Im Folgenden werden die Profiteure der regionalen Wertschöpfung, jeweils nach Szenarien und Verbandsgemeinden getrennt, betrachtet.

Es ist hervorzuheben, dass die Wertschöpfung für die Bürger und Kommunen sowie die Unternehmen wesentlich höher ausfällt, sobald sie sich als Anlagenbetreiber beteiligen. Daher ist es Ziel und Empfehlung, Teilhabemodelle für den Ausbau regenerativer Energien und die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen intensiv und in der Breite zu etablieren.

Alle Vorketten, d. h. die Herstellung und der Handel von Anlagen und -komponenten, finden methodisch keine Berücksichtigung. Aus diesem Grund wird die regionale Wertschöpfung bei diesen Profiteuren mit 0 € angesetzt.

Null-Emissions-Szenario

Die **Anlagenbetreiber** können mit ca. 340 Mio. € an der Wertschöpfung, durch den Betrieb Erneuerbarer-Energien-Anlagen, partizipieren. Somit stellt diese Personengruppe in der VG Sprendlingen-Gensingen auch die Hauptprofiteursgruppe dar. Danach folgen die **regionalen Handwerker** mit ca. 234 Mio. €. Die Wertschöpfung dieser Personengruppe resultiert aus der Installation von Anlagen, deren Wartung und Instandhaltung. Als weitere Profiteure können in der VG Sprendlingen-Gensingen die **Banken** mit einem Anteil von 162 Mio. € an der Wertschöpfung genannt werden.

Die **Bürger** können mit ca. 106 Mio. € teilhaben und der Sektor **Industrie & GHD** mit rund 68 Mio. €. Diese Wertschöpfungsanteile basieren auf der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen (Strom und Wärme) und dem zunehmenden Verzicht auf fossile Energieträger. Danach können die **Land- und Forstwirte** mit ca. 56 Mio. € genannt werden. Diese Wertschöpfung beruht u. a. auf den erzielten Erlösen durch die Bereitstellung regenerativer Energieträger. Die **öffentliche Hand** profitiert mit ca. 20 Mio. € von der Wertschöpfung 2050.

Business-as-usual-Szenario

Auch in diesem unterstellten Szenario können die **Anlagenbetreiber** mit einem Anteil von ca. 195 Mio. € an der Wertschöpfung teilhaben. Anders als im Null-Emissions-Szenario folgt nun der Sektor **Industrie & GHD** mit einem Anteil von rund 68 Mio. €, gefolgt von den **regionalen Handwerkern** mit ca. 60 Mio. €. Danach können die **Bürger** sowie **regionalen Banken/Finanzinstitute** jeweils in Höhe von ca. 39 Mio. € von der Wertschöpfung 2050 profitieren. Die **Land- und Forstwirte** partizipieren mit ca. 31 Mio. € und die öffentliche Hand mit rund 9 Mio. € an den Wertschöpfungseffekten.

II.1.7.5.6 Fazit der Szenarien-Analyse

VG Rockenhausen

Die VG Rockenhausen hat genügend Potenziale, um das bestehende Energiesystem zu einer emissionsfreien Versorgung zu transformieren. Neben der umweltfreundlichen Eigenversorgung mit Strom und Wärme sind insbesondere die Schaffung von regionalen Mehrwerten von großem Interesse (Regionale Wertschöpfung; Kapitel II.1.7.5.3). Im Folgenden werden die Ergebnisse aufgelistet:

- Im Jahr 2050 kann der Wärmebedarf privater Haushalte um 54 % (NES) bzw. 31 % (BAUS) gegenüber dem Jahr 2010 reduziert werden. (s. II.1.7.5.1)
- Anstieg der EE-Stromerzeugung von derzeit etwa 50.000 MWh auf rund 701.000 MWh (NES) bzw. 138.000 MWh (BAUS). (s. II.1.7.5.2.1)
- Deckung des Wärmebedarfs im Jahr 2050 zu 100 % (NES) bzw. zu 42 % (BAUS) aus erneuerbaren Energien. (s. II.1.7.5.2.2)
- Reduktion der THG-Emissionen von 123 % (NES) bzw. 90 % (BAUS) gegenüber dem Jahr 1990. (s. II.1.7.5.2.4)
- Regionale Wertschöpfungseffekte in Höhe von rund 1.800 Mio. Euro (NES) gegenüber rund 1.100 Mio. Euro (BAUS). (s. II.1.7.5.3)

VG Sprendlingen-Gensingen

Auch die VG Sprendlingen-Gensingen verfügt über genügend Potenziale, um das bestehende Energiesystem zu einer emissionsfreien Versorgung zu transformieren. Neben der umweltfreundlichen Eigenversorgung mit Strom und Wärme sind insbesondere regionale Wertströme von großem Interesse (Regionale Wertschöpfung; Kapitel II.1.7.5.5). Im Folgenden werden die Ergebnisse aufgelistet:

- Im NE-Szenario verringert sich der Wärmebedarf der privaten Haushalte um 38 % gegenüber dem Jahr 2010. Im BAU-Szenario wurde sogar ein Anstieg von 1 % gegenüber 2010 ermittelt. (s. II.1.7.5.1)
- Anstieg der EE-Stromerzeugung von derzeit etwa 7.300 MWh auf rund 432.000 MWh (NES) bzw. 37.600 MWh (BAUS). (s. II.1.7.5.4.1)
- Deckung des Wärmebedarfs im Jahr 2050 zu 100 % (NES) bzw. zu 42 % (BAUS) aus erneuerbaren Energien. (s. II.1.7.5.4.2)
- Reduktion der THG-Emissionen von 115 % (NES) bzw. 74 % (BAUS) gegenüber dem Jahr 1990. (s. II.1.7.5.4.4)
- Regionale Wertschöpfungseffekte in Höhe von rund 986 Mio. Euro (NES) gegenüber rund 442 Mio. Euro (BAUS). (s. II.1.7.5.5)

Abzuleitende Aussagen

Durch eine zielgerichtete Umsetzung des Null-Emissions-Szenarios können beide Verbandsgemeinden ihre lokalen Potenziale dazu nutzen ihre Energieversorgung selbstständig zu erbringen und so die bundesweiten sowie regionalen Klimaschutzziele zu unterstützen. Insbesondere im Bereich der Stromversorgung besteht in beiden Verbandsgemeinden das Potenzial, durch eine lokale Stromerzeugung, den Eigenbedarf zu decken und darüber hinaus Überschüsse in das deutsche Stromnetz einzuspeisen.

Damit einhergehend ergeben sich auch im NE-Szenario optimierte Wertschöpfungseffekte. Diese ergeben sich u. a. durch die gezielte Eigenversorgung im Energiebereich und die Nutzung effizienter Haustechnik. Hierdurch können Finanzmittel innerhalb der Regionen gebunden und regionale Mehrwerte geschaffen werden.

II.1.7.6 Ergebnisse im Handlungsfeld „Kulturlandschaftsmanagement“

Autoren: Frank Wagener, Jörg Böhmer

Im Handlungsfeld Kulturlandschaftsmanagement unterliegen Maßnahmen einer Vielzahl an Variablen, die zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Insofern sind hier vorgestellte Szenarien mit rechnerischen Werten hinterlegt, die in der Realität z. B. der heterogenen und unterschiedlichen Böden oder Wuchsleistungen anders ausfallen können. Das Business-as-usual Szenario ist die Fortschreibung der bereits dargestellten Istwerte. Im Folgenden wird daher nur auf das Null-Emissions-Szenario eingegangen, welches 2030 und folgende Jahre darstellt. Es geht also primär um die Potenzialerschließung, die realistisch ist, wenn man sich in den Verbandsgemeinden zu einem Handeln entschließt. Die Beteiligungsverfahren für eine Zusammenarbeit mit z. T. sehr unterschiedlichen Akteurs- und Berufsgruppen sind eine besonders anspruchsvolle Aufgabe für eine ländliche Kommune.

II.1.7.6.1 Kohlenstoffmanagement 2030+

Die Verbandsgemeinden haben ein kommunales Kohlenstoffmanagement eingeführt. Erste Schritte bis 2030 liegen in der Aktivierung ungenutzter Potenziale aus den bestehenden Naturschutzflächen (in Sprendlingen-Gensingen 500 t a^{-1} in Rockenhausen 25.000 t a^{-1}) wie auch der Sekundärrohstoffschiene. Ein Biomassehof organisiert die Logistik und veredelt die Rohstoffe zu Produkten.

Erst entsteht eine Biogasanlage, die zusätzlich Trester vergärt und der Landwirtschaft/Weinbau einen hochwertigen Dünger zurückgibt. Dann kommt eine Pyrolyseanlage dazu, die hochwertige Biokohle herstellt. Die Biokohle wird vielfältig in der Kommune eingesetzt, eine Kaskade ist in Rockenhausen die Verfütterung der Biokohle als diätetische Beigabe in den Futterrationen; eine zweite Kaskade in Sprendlingen-Gensingen ist die Zugabe von Biokohle in die Biogasanlage zur Verbesserung der Gasausbeute. Im Ergebnis kommt die aufgeladene Biokohle so über die Gülle/Mist oder die Gärreste auf bzw. durch Bioturbation in den Boden.

Bis 2050 wir ein regionaler Klimazertifikatehandel aufgebaut, der zunehmend eine Land-Stadt-Partnerschaft mit der Rheinschiene und Mainz erschließt. Große Unternehmen und die Landesministerien sind die ersten Kunden. Der Zertifikatehandel wird ein wichtiger Hebel zur Reinvestition des kommunalen Kohlenstoffmanagements.

In Rockenhausen wurden insbesondere die unternutzten Privatwaldflächen durch Waldflurbereinigungsverfahren in eine bessere Erschließung überführt. Die weitgehende Nutzung des Zuwachses unter Berücksichtigung der Nährstoffnachhaltigkeit erschließt die Holzpotenziale der Region.

Das kommunale Kohlenstoffmanagement wird mit einem landwirtschaftlichen Humusmanagement flankiert. Erste Maßnahmen liegen im Einsatz von Kleegras zur Biogaserzeugung in Marktfruchtfolgen und dem zunehmenden Anbau von Agrarholz im Kurzumtrieb. Zwischenfrüchte werden Standard, Untersaaten nehmen zu. In 2030 verfügen die Ackerstandorte in beiden Verbandsgemeinden über 1 % mehr Humus (C_{org}). Im Mittel sind dies in Sprendlingen-Gensingen 92.988 t und in Rockenhausen 269.954 t organisch gebundener Kohlenstoff. Rechnet man diese Kohlenstoffsenke auf die durchschnittlichen CO_2-Emissionen von 9,32 t pro Einwohner und Jahr um (EW), so würde man in Rockenhausen die Emissionen von rund 99.658 Einwohnern und in Sprendlingen-Gensingen von rund 34.328 Einwohnern ausgleichen können (siehe nachstehende Tabellen)

Tabelle 120: Bindung von CO_2-Equivalenten in Äckern der VG Rockenhausen.
Quelle: Eigene Darstellung

	VG Rockenhausen - Bindung von CO_2-Equivalenten in Acker-, Grünland- & Waldböden							
	Flächen-nutzung	LD 1,4		LD 1,6		Mittel		
		C_{org}, von [EW]	C_{org}, bis [EW]	C_{org}, von [EW]	C_{org}, bis [EW]	C_{org}, von [EW]	C_{org}, bis [EW]	
IST	Acker	107.718	208.084	123.106	237.811	115.412	222.948	
	Grünland	84.154	84.154	94.674	94.674	89.414	89.414	
	Wald	156.482	156.482	176.042	176.042	166.262	166.262	
	Σ	**348.354**	**448.720**	**393.821**	**508.526**	**371.088**	**478.623**	
Szenario 1 %	Acker	200.732	301.098	229.408	344.112	215.070	322.605	
	Grünland	84.154	84.154	94.674	94.674	89.414	89.414	
	Wald	156.482	156.482	176.042	176.042	166.262	166.262	
	Σ	**441.368**	**541.734**	**500.123**	**614.828**	**470.745**	**578.281**	
Differenz	Acker	93.014	93.014	106.302	106.302	99.658	99.658	
	Grünland	0	0	0	0	0	0	
	Wald	0	0	0	0	0	0	
	Σ	**93.014**	**93.014**	**106.302**	**106.302**	**99.658**	**99.658**	

Tabelle 121: Bindung von CO2-Equivalenten in Äckern der VG Sprendlingen-Gensingen.
Quelle: Eigene Darstellung

	VG Sprendlingen-Gensingen - Bindung von CO_2-Equivalenten in Acker-, Grünland- & Waldböden						
	Flächen-nutzung	LD 1,4		LD 1,6		Mittel	
		C_{org}, von [EW]	C_{org}, bis [EW]	C_{org}, von [EW]	C_{org}, bis [EW]	C_{org}, von [EW]	C_{org}, bis [EW]
IST	Acker	37.165	64.946	42.475	74.224	39.820	69.585
	Grünland	4.635	4.635	5.215	5.215	4.925	4.925
	Wald	3.813	3.813	4.289	4.289	4.051	4.051
	Σ	**45.613**	**73.394**	**51.979**	**83.728**	**48.796**	**78.561**
Szenario 1 %	Acker	69.205	96.986	79.091	110.841	74.148	103.913
	Grünland	4.635	4.635	5.215	5.215	4.925	4.925
	Wald	3.813	3.813	4.289	4.289	4.051	4.051
	Σ	**77.653**	**105.434**	**88.595**	**120.345**	**83.124**	**112.889**
Differenz	Acker	32.040	32.040	36.617	36.617	34.328	34.328
	Grünland	0	0	0	0	0	0
	Wald	0	0	0	0	0	0
	Σ	**32.040**	**32.040**	**36.617**	**36.617**	**34.328**	**34.328**

Das Kohlenstoffmanagement ist eng verknüpft mit einem effizienteren Einsatz von Nährstoffen in allen Kulturen, insbesondere das Stickstoffmanagement in den Kulturen sollte ein Input-Output-Saldo in einer Spanne von 0-30 kg N ha^{-1} a^{-1} erreichen. Das bedeutet eine Verringerung der Nährstoffzufuhr bei gleichzeitiger Steigerung der natürlichen Ertragskraft der Böden durch Humusaufbau. Die Überprägung von suboptimalen Bodenzuständen durch die Zufuhr externer synthetischer Düngemittel kann so wirksam zurückgeführt werden.

II.1.7.6.2 Nachhaltiger Landbau – Agrarsysteme der Zukunft

Der Landbau übernimmt mehr Aufgaben in einer Null-Emissions-Gemeinde. Die den Betrieben entstehenden Verzichtskosten werden durch neue Märkte, in denen die Landwirte Leistungen anbieten können, ausgeglichen. Im Gegenzug erhalten die Landwirte wirksame Leistungen aus der Kommune, die eine Anpassung ihres Betriebes wirtschaftlich unterstützen; hier sind zu nennen die Biokohletechnologie, eine Veredelung des Tresters, eine Honorierung geringerer Nitratwerte im Grundwasser, produktionsintegrierter Naturschutz aber auch der Aufbau einer lokalen Qualitätsmarke wie z. B. der CO_2-neutrale Wein bzw. Klimaschutzwein.

Im Jahr 2030 stehen an allen Fließgewässern und allen großen Erosionsrinnen Agrarholzbestände, die als biogener Flächenfilter Nährstoffeinträge benachbarter Äcker und Weinberge vermindern und gleichzeitig über die Ernte wieder abfahren. Das Holz wird in kleinen Kreisläufen zur Substitution fossiler Energieträger eingesetzt.

Erosionsgefährdete Ackerschläge werden mit Agroforstsystemen ausgestattet, die wirksam Erosion verringern, als Basenpumpe aus dem Unterboden über den Laubfall Nährstoffe dem Acker zuführen und mehr Nützlinge in die Flur bringen und damit eine natürliche Schädlingsregulierung stärken. Die Betriebe schließen sich in Gemeinschaften zur Bewirtschaftung der Gehölze zusammen, sodass eine spezialisierte Ernte ermöglicht wird.

Die Landwirte suchen wieder mehr regionale Absatzwege und passen ihre Agrarsysteme darauf an. Dadurch entsteht eine stärkere Diversifizierung der Kulturen. Die Landschaft wird vielfältiger. Die

Agrarsysteme der Zukunft beziehen sich nicht auf einzelne Kulturen, sondern auf den kooperativen Aushandlungsprozess, der die betriebliche Wirklichkeit berücksichtigt und den Gesamtorganismus Kulturlandschaft. Daraus entsteht eine einzigartige Kulturlandschaft die eine hohe Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel aufweist. Wesentliche Merkmale sind die Reduktion der Verwaltung und die Steigerung marktbasierter Prozesse. Oder anders in 2030 gibt es keine unüberschaubare Fülle von Fördertatbeständen mehr, sondern die gemeinsame Agrarpolitik hat die leistungsgebundene Förderung eingeführt und die gießkannenartige Flächenförderung mit einer überbordenden Bürokratie eingestellt. Vollgesetze regeln strafbewehrt den Rahmen, in dem Landbau betrieben werden kann.

Die Verbandsgemeinden nutzen genau diese neue Politik zur Weiterentwicklung Ihrer Kommunen und sind damit seit 2030 Vorreiter in Deutschland.

II.1.7.6.3 Natur- und Umweltschutz 2030+

Im Jahr 2030 besitzen die Verbandsgemeinden einen regionalen Biotopverbund und haben Naturschutz aus einer unangenehmen Pflicht der Verwaltung und Politik in eine marktbasierte Bewirtschaftung überführt. Ineffizienzen in der Geldmittelverwendung aus B-Plänen für Kompensationsmaßnahmen gehören der Vergangenheit an. Naturschutz ist zu einer betrieblichen Option für landwirtschaftliche Betriebe geworden. Ein neu eingestellter Spezialist arbeitet primär mit der Praxis und ist direkt dem Bürgermeister unterstellt. Diese Stabsstelle dient dem progressiven Aufbau von Natur- und Umweltschutz und führt den Biomassehof mit seiner Biogas- und Pyrolyseanlage.

In Sprendlingen-Gensingen hat die Entwicklung von neuen Baugebieten zur Investition in produktionsintegrierten Naturschutz geführt. Auf rund 150 ha Kompensationsflächen wirtschaften die Betriebe halbintensiv weiter; es wurde der Landwirtschaft keine Fläche für Ausgleich und Ersatz entzogen. Die Landwirte identifizieren sich mit ihrer Leistung und begreifen z. B. die Kornweihe wie viele andere gefährdete Arten nicht mehr als potenzielle Gefährdung ihres Wirtschaftsbetriebes, sondern als Qualitätsmerkmal ihrer Kulturlandschaft.

In Rockenhausen werden auf 300 ha Fläche Erosionsschutz in Form von Agroforstsystemen, flächigen Agrarholzbeständen und Energiehecken angebaut. Dörfer und Auen werden so vor Erosionsschäden und Einträgen geschützt. Rund 1.290.000 l Heizöläquivalent (10 t ha^{-1} a^{-1}, w = 15 %) werden in 4 Bioenergiedörfern mit jeweils 90 Häuser und 3 öffentlichen Gebäuden klimaneutral eingesetzt. Die Bauern bewirtschaften die Heizzentralen, die Technik übernehmen lokale Handwerker und die Kommune ist Eigentümerin der Anlagen. Die im Betrieb zurückfließenden Investitionsmittel werden in das nächste Bioenergiedorf investiert, so entsteht ein revolvierender Fond zur Dorfentwicklung.

In Sprendlingen-Gensingen entsteht in der Naheaue ein neuer kommunaler bzw. öffentlicher Auwald, der als Niederwald mit einzelnen Überhältern bewirtschaftet wird. Die Neophyten wie Indisches Springkraut oder Japanischer Knöterich werden wirksam ausgedunkelt. Hochwässer werden in der Aue aufgenommen und die Fließgeschwindigkeit gebrochen. Autochthone Weiden und Erlen bilden das Grundgerüst der Kultur, in die weitere Gehölze durch Hochwasser und Samenflug eingetragen und toleriert werden. Das Vorzeigeprojekt für Gewässerrenaturierung gemäß EU WRRL in RLP verändert auch die alte Maxime, das Wasser so schnell wie möglich aus der Landschaft abzuleiten in die neue Maxime Hochwasserspitzen wirksam zu kappen, um die Unterlieger nicht zu gefährden. Der Auwald versorgt ein kleines Bioenergiedorf mit 215.000 l Heizöläquivalent (10 t ha^{-1} a^{-1}, w = 15 %) Damit werden 60 Häuser und 2 öffentliche Gebäude mit Wärme versorgt.

Das Land RLP investiert über die Stiftung Natur und Umwelt Ersatzgelder in die Unterhaltung der FFH- und Vogelschutzgebiete. Diese Gelder versetzen die Landwirte und die Kommune in die Lage, eine Infrastruktur mit Biogas- und Pyrolyseanlagen aufzubauen.

II.1.7.6.4 Wassergüte 2030+

Die Fließgewässer in beiden Verbandsgemeinden werden bis 2050 behutsam renaturiert. Die bereits erwähnten biogenen Flächenfilter flankieren alle Gewässer in der Kulturlandschaft. Die Gewässergüte erreicht über all die Güteklasse II oder besser.

Das Grundwasser wird bis 2050 sauber. Die Nitratwerte sinken deutlich unter 50 mg l^{-1} auf den Vorsorgewert von 37,5 mg/l^{-1}. An manchen Standorten werden unter 30 mg/l^{-1} erreicht.

Die Landwirte werden für diese Qualitätssteigerung des Grundwassers im lokalen Markt bezahlt. Trinkwasser wird ein Qualitätsprodukt der Verbandsgemeinden.

II.1.8 Next-Practice-Projekte zur Zielerreichung „Null-Emission“

Ziel der Next-Practice-Projekte ist es, keine fachlichen Insellösungen herbeizuführen, sondern abgestimmt auf die Gesamtstrategie in beiden Verbandsgemeinden innovative Lösungen zu entwickeln, welche dazu beitragen, Nutzungskonflikte möglichst auszuräumen und Synergieeffekte zu schaffen. Ausgedrückt durch den Begriff „Next-Practice“ soll hierdurch eine neue „Generation“ von Landnutzungsmodellen entwickelt werden.

II.1.8.1 Null-Emissions Wohngebiet in Gensingen

Autor: Marco Angilella

Die Ortsgemeinde Gensingen plant ein Neubaugebiet auszuweisen, das nach nachhaltigen Kriterien entwickelt wird. Das Neubaugebiet am Standort „Westliche Alzeyer Straße“ in Gensingen umfasst eine Fläche von ca. 60.000 m² und bietet Raum für ca. 80-100 Wohneinheiten bzw. 250-300 Einwohnern. Die Entwicklung des Baugebietes steht unter dem Leitbild: «Gemeinsam planen, bauen, wohnen leben, im Neubaugebiet „Am Wiesbach“ » und verfolgt einen partizipativen Ansatz. Bürger der Ortsgemeinde und Grundstücksinteressenten werden bereits zu Beginn in den Planungsprozess eingebunden. Im Rahmen von Bürgerwerkstätten werden Informationen zu diversen Planungshemen sowie -prozessen bereitgestellt und die Meinung bzw. Wünsche und Anforderungen bei den Teilnehmern eingeholt. Mit dem Neubaugebiet „Am Wiesbach“ wird somit ein modernes und lebendiges Quartier entstehen, das sich in die bestehende Ortstruktur städtebaulich, sozial und ökologisch intergiert.

Neben den Bereichen einer nachhaltigen Ver- und Entsorgung (Energie, Wasser, Abwasser etc.) bilden soziale Themenfelder einen weiteren Schwerpunkt bei der Ausgestaltung des Baugebietes. Insbesondere werden die Themen Mehrgenerationenhausquartier, integrierter Pflege im Quartier und gemeinschaftliches Wohnen berücksichtigt.

Vor diesem Hintergrund wurde durch die Ortsgemeinde Gensingen eine Projektgruppe berufen. Vertreter bzw. Planer der diversen Themenfelder sollen im Rahmen der Projektgruppe ihre Ideen untereinander austauschen, mögliche Synergien identifizieren und nutzen sowie gemeinsam ein ganzheitliches Konzept entwickeln.

Im Hinblick auf die im Forschungsprojekt verfolgten Ziele und zu behandelten Fragestellungen bietet sich das geplante Neubaugebiet am Standort „Westliche Alzeyer Straße“ in Gensingen als „Next Practice-Projekt“ an, da aus den Teilprojekten diverse Forschungsthemen berücksichtigt werden können und ein konkreter Beitrag geleistet werden kann. In Abstimmung mit den Verbundpartnern wurden zu den einzelnen Teilprojekten mögliche Arbeitsinhalte definiert, die im Rahmen des „Next-Practice-Projektes: Null-Emissions Wohngebiet“ bearbeitet und in die Planung einfließen werden. Innerhalb der Forschungsarbeit wurden primär Lösungsansätze von den Teilprojekten „Energie“ und „Wasser“ erarbeitet, welche konkret in die Planung des Neubaugebietes einfließen. Das Teilprojekt „Sekundärrohstoffe“ hat im Rahmen der Projektbearbeitung strategische Handlungsmöglichkeiten formuliert, die auf einer lokal organsierten Ressourceneffizienzstrategie basieren. Diese wurden bereits in Kapitel II.1.6.5.4 dargestellt. Vonseiten des Teilprojektes „Kulturlandschaftsmanagement“ erfolgte eine Bewertung zur Einbindung der Ausgleichsflächenplanung zum entwickelten Lösungsansatz „Effiziente Landnutzung im Vogelschutzgebiet Ober-Hilbersheimer Plateau“ (s. II.1.8.3). Im Teilprojekt „Rechtliche Rahmenbedingungen“ erfolgte die Erarbeitung themenspezifischer Expertisen zu diversen Rechtsfragen, welche sich bei der Entwicklung der Lösungsansätze ergeben haben (s. II.1.11.3 und II.1.11.4).

Darüber hinaus wurde in Kooperation mit Prof. Dr. Dirk Löhr (Hochschule Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld) ein Erbbaurechts-Modell entwickelt, das der Ortsgemeinde als Werkzeug für eine „neue Art“ des Flächenmanagements dienen soll.

Grundlage für die Entwicklung der Lösungsansätze war grundsätzlich der von der igr AG zu entwickelnde Bebauungsplan (Stand 10.2014). Im Rahmen der Projektbearbeitung wurde dieser innerhalb der Projektgruppe diskutiert und entsprechend angepasst.

Abbildung 148: Bebauungsvorschlag zum Neubaugebiet „Westliche Alzeyer Straße“ in Gensingen (Stand 10.2014)
Quelle: igr AG

Abbildung 149: Bebauungsvorschlag zum Neubaugebiet „Westliche Alzeyer Straße“ in Gensingen (Stand 07.2015)
Quelle: igr AG

Im Folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse in den Bereichen „Energieversorgung“, „Wasserver- und Abwasserentsorgung“, „Sekundärrohstoffe“ und „Erbbaurechts-Modell“ vorgestellt.

II.1.8.1.1 Energieautarke Versorgung des Wohngebietes

Autor: Thomas Anton, Bernd Junge, Patrick Huwig

Für die zukünftige Energieversorgung des Wohngebietes hat sich die Ortsgemeinde Gensingen ambitionierte Ziele gesetzt. Das Gebiet soll ausschließlich aus lokal erzeugter Energie versorgt werden und, wenn möglich, am Standort einen Energieüberschuss erzeugen. Im Rahmen der Next-Practice-Projektbearbeitung wurden diverse Varianten entwickelt und hinsichtlich deren Beitrag zur Zielerreichung geprüft.

Im Vorfeld der Variantenuntersuchung wurden eine Bedarfsanalyse zur Ermittlung der Bedarfsstrukturen (Strom, Heizwärme, Warmwasser) sowie eine Potenzialanalyse zur Ermittlung der lokalen Potenziale an regenerativen Energieträgern durchgeführt.

Im Rahmen der energietechnischen Untersuchungen für das Next-Practice-Projekt wurden insgesamt sieben verschiedene Varianten einer regenerativen Versorgung mit Strom und Wärme untersucht. Im Zuge der Konkretisierung sowie der Definition der Zielstellungen und Anforderungen an das künftige Wohngebiet wurde durch die Planergemeinschaft eine Vorauswahl von drei Versorgungsvarianten getroffen.

Neben einer Referenzvariante (fossile Versorgung mit Erdgasbrennwertgeräten) wurden eine Nahwärmeversorgung mit solarthermischer Unterstützung sowie eine zukunftsweisende Wärmepumpenversorgung mit solarthermischer Unterstützung und Photovoltaiknutzung mit Batteriespeichern innerhalb eines Smart-Grids (virtuellen Kraftwerks) näher betrachtet.

Die Machbarkeitsstudie zeigte, dass sich die Nahwärmeversorgung im Idealfall etwas günstiger darstellen lässt, als die Versorgung mit Wärmepumpen, wobei für den Betrieb der Wärmepumpen derzeit von einem Netzbezug zu vergleichsweise hohen Strompreisen ausgegangen wurde.

Die Zielstellungen der Entscheidungsträger sehen jedoch langfristig eine energieautarke Versorgung des Wohngebietes vor. Mit dem Beschluss des Ortsgemeinderates, die Wärmepumpenvariante zu favorisieren, wurde der Grundstein gelegt, um langfristig eine autarke Versorgungsstruktur mit lokal vorhandenen, regenerativen Energieträgern realisieren zu können. Um das Autarkieziel langfristig erreichen zu können, müssen Stromspeicher sowie ggf. Windkraftanlagen (ggf. auch Kleinwindkraftanlagen am Wohngebiet) oder sonstige, regenerative Stromerzeugungsmöglichkeiten ergänzt werden (z. B. Kleinwasserkraft, Holz-KWK), um auch im Winter (bei wenig Solarstromerzeugung) ausreichend elektrische Energie für den Wärmepumpenbetrieb zur Verfügung zu stellen.

II.1.8.1.1.1 Bedarfsanalyse

Im Rahmen der Bedarfsanalyse wurden zur Erhebung der Heizwärmebedarfe unterschiedliche Gebäudeeffizienzstandards betrachtet, wie die Mindestanforderungen gemäß der Energieeinsparverordnung (EnEV) sowie der KfW 55 Standard und der Passivhausstandard. Die Warmwasserbedarfe wurden einheitlich an die Richtwerte der EnEV angelehnt. Die prognostizierten Strombedarfe richten sich nach dem Durchschnittsverbrauch in Rheinland-Pfalz, wobei eine energieeffiziente Gebäudeausstattung (LED-Beleuchtung, Haushaltsgeräte mit Effizienzklasse A oder höher) vorausgesetzt wurde.

Je nach angesetzter Gebäudeeffizienz liegen die Heizwärmebedarfe zwischen ca. 1.450 MWh/a (Mindestanforderungen nach EnEV 2014) und 333 MWh/a (Passivhausstandard). Der Warmwasserbedarf wird auf etwa 300 MWh/a prognostiziert, der Strombedarf liegt voraussichtlich bei etwa 715 MWh/a.

Tabelle 122: Ergebnisse der Bedarfsanalyse
Quelle: Eigene Darstellung

	EnEv	KfW 55	Passivhaus
Heizwärmebedarf	1.450.000 kWh/a	730.500 kWh/a	333.200 kWh/a
Warmwasserbedarf	297.500 kWh/a		
Strombedarf	714.000 kWh/a		

Den folgenden Grafiken können die Verteilungen der Wärme- und Gesamtnutzenergiebedarfe entnommen werden. wie zu erkennen ist, liegt der größte Teil der Heizwärmebedarfe mit etwa 75 % bei den Zweifamilienhäusern, weitere 15 % entfallen auf die Einfamilienhäuser.

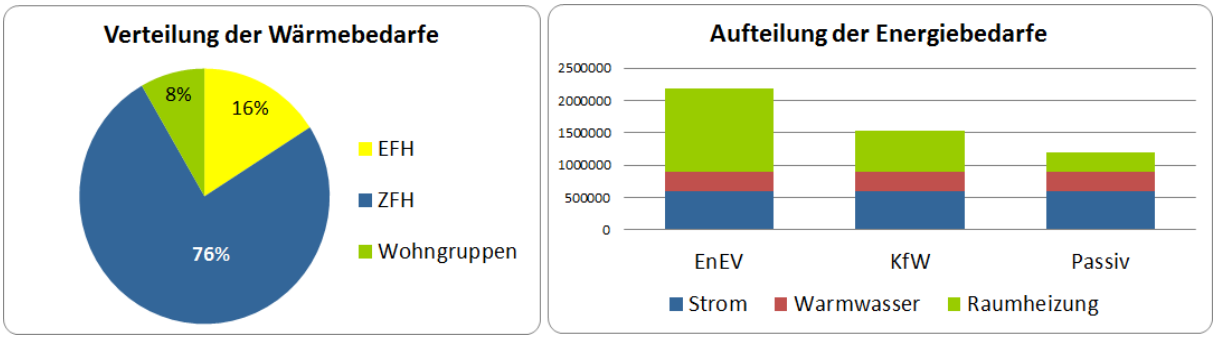


Abbildung 150: Verteilung der Energiebedarfe
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.8.1.1.2 Potenzialanalysen

Untersucht wurden die regenerativen Potenziale der OG Gensingen auf VG-Ebene für die Bereiche Windkraft, PV-Freiflächen, PV-Dachflächen und Biomasse. Die Potenzialerhebung in den Bereichen Biomasse, Windkraft und PV-Freiflächen basiert auf Geoinformationssystemen (GIS), wonach die jeweiligen Potenzialflächen (unter Berücksichtigung verschiedener Restriktionskriterien) ermittelt und mit Kennwerten belegt werden. Hieraus resultieren die jeweiligen installierbaren Leistungen und Anlagenerträge. Den folgenden Grafiken können die Potenzialflächen für PV-Freiflächen (links) und Windkraft (rechts) entnommen werden.

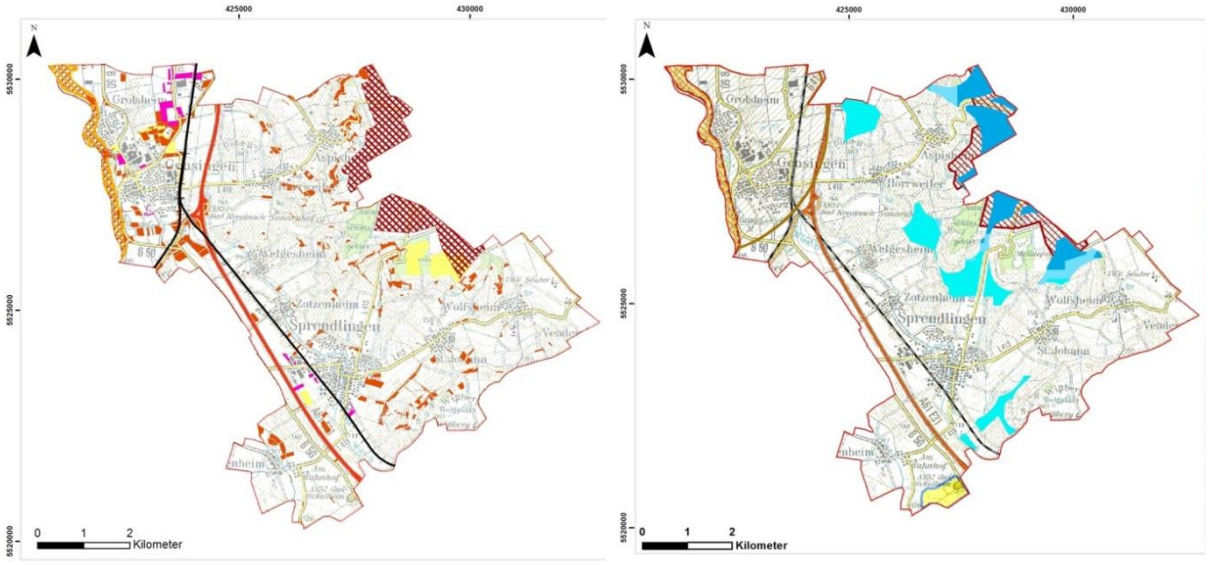


Abbildung 151: PV-Freiflächenpotenziale (links), Windkraftpotenziale (rechts)
Quelle: Eigene Darstellung

Zur Erhebung der Dachflächenpotenziale wurden Simulationen mit der Planungssoftware PV*Sol durchgeführt. Die Simulationen wurden für verschiedene Dachformen (Pultdach, Satteldach) und Dachausrichtungen (Nord-Süd und Ost-West) durchgeführt. Die ermittelten Potenziale werden in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 123: Potenziale der Gemeinde Gensingen
Quelle: Eigene Darstellung

PV-Dachflächen innerhalb des Neubaugebiets	**PV-Freiflächen** innerhalb der VG	**Windkraft** innerhalb der VG	**Biomasse** innerhalb der VG
Pro Gebäude: PV-Leistung: 17,50 kWp Ertrag: 17.269 kWh/a	ca. 130 ha potenzielle Freiflächen innerhalb der VG	Szenario bis 2020: Anzahl: 17 Anlagen, Leistung: 39 MW Ertrag: 82 GWh/a	Festbrennstoffe: 10.500 MWh/a
Insgesamt im Neubaugebiet: PV-Leistung: 1.525 kWp Ertrag: 1.5 Mio. kWh/a	Leistung: 67 MWp Ertrag: 60 GWh/a	Szenario bis 2050: Anzahl: 27 Anlagen Leistung: 122 MW Ertrag: 316 GWh/a	Biogas: 9.200 MWh/a

II.1.8.1.1.3 Ergebnisse der Variantenuntersuchung

Die vorgestellten Ergebnisse beziehen sich auf die durch die Projektgruppe getroffene Vorauswahl von drei der insgesamt sieben untersuchten Varianten (zuzüglich der Referenzvariante mit Gasbrennwertgeräten). Da die Investitionen für sich genommen keine Aussagekraft über die Gesamtkosten (inkl. Verbrauchs- und Betriebskosten) liefern, wurden als Bewertungskriterium die Jahresgesamtkosten herangezogen, die zudem eine Preissteigerung der jeweiligen Brennstoffe enthalten, sodass die Jahresgesamtkosten gemittelt auf die nächsten 20 Jahre als Bewertungsparameter für den Vergleich der Varianten dienen.

Die Untersuchung zeigte, dass sich eine Nahwärmeversorgung mit solarthermischer Unterstützung (Variante 1) langfristig (Jahreskosten im Mittel auf 20 Jahre) am wirtschaftlichsten gestaltet, sofern für die Gebäude die Mindestanforderungen gemäß der EnEV zugrunde gelegt werden. Die Referenzvariante mit Gasbrennwertgeräten liegt mit etwas höheren Jahreskosten dicht hinter Variante 1.

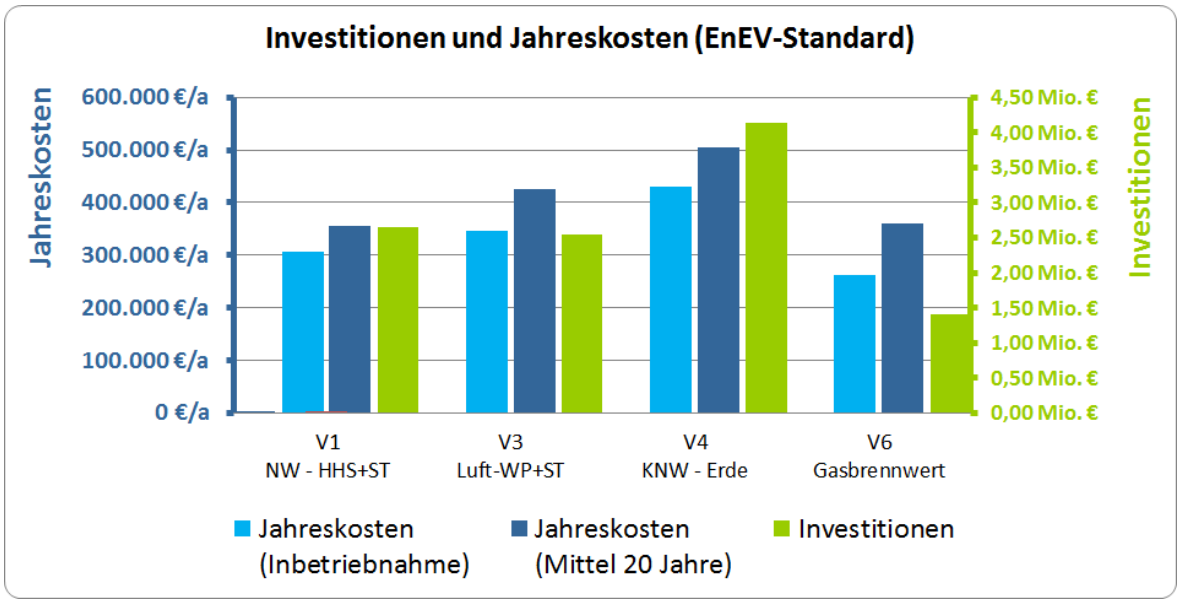


Abbildung 152: Investitionen und Jahreskosten
Quelle: Eigene Darstellung

Die Energiekosten pro Zweifamilienhaus liegen in Variante 1 bei ca. 4.200 €/a, in Variante 6 bei etwa 4.500 €/a. Die von der Projektgruppe favorisierte Variante 3 (Wärmepumpen) gestaltet sich im Rahmen der Untersuchung mit rund 5.100 €/a etwas teurer, jedoch kann nur mit dieser Variante der Grundstein für ein langfristig autarkes Wohngebiet gelegt werden.

Hierbei ist anzumerken, dass im Rahmen der hier vorliegenden Ergebnisse lediglich Luft-Wärmepumpen mit Strombezug aus dem Stromnetz (hohe Strompreise) betrachtet wurden, die künftige Versorgung jedoch mit erdgekoppelten und Synergien nutzenden Wärmepumpen (u. a. Abwärmepotenziale aus der Grauwassertrennung und Abwasserbehandlung) und einem möglichst großen Eigenstromanteil durch PV und Windkraft angedacht ist. Die Kosten dieser Variante sind langfristig gesehen (Mittel 20 Jahre) mit den Kosten einer Gasversorgung vergleichbar.

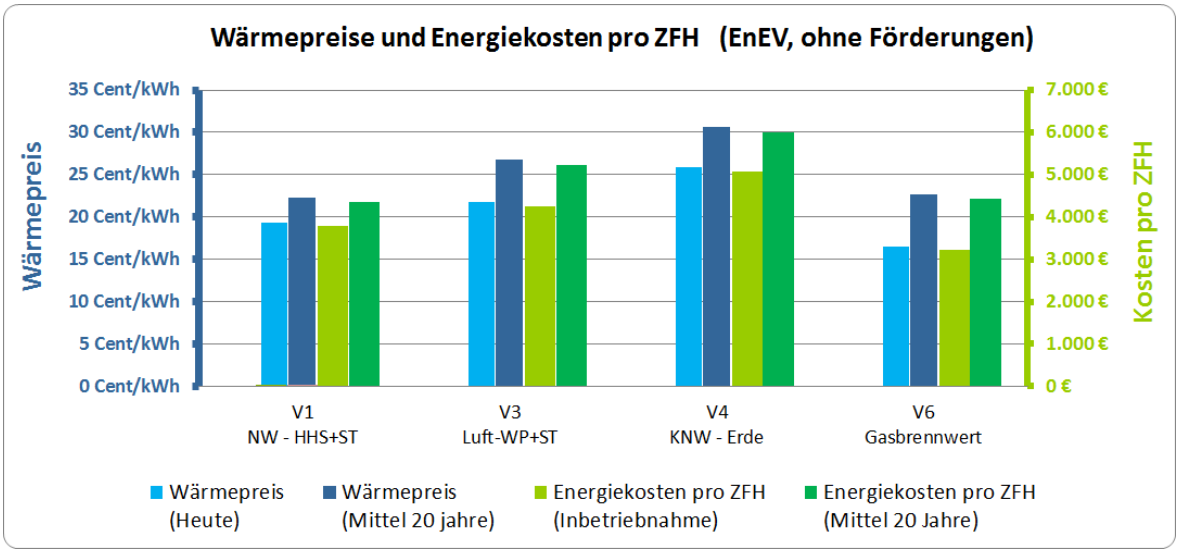


Abbildung 153: Wärmepreise und Energiekosten pro Zweifamilienhaus
Quelle: Eigene Darstellung

Ebenfalls zu erwähnen ist, dass die Nahwärmeversorgung mit steigendem Effizienzstandard bzw. sinkendem Heizwärmebedarf unwirtschaftlicher im Vergleich zu den dezentralen Lösungen wird. In der folgenden Grafik werden die Auswirkungen der Gebäudeeffizienzstandards auf die Wirtschaftlichkeit dargestellt.

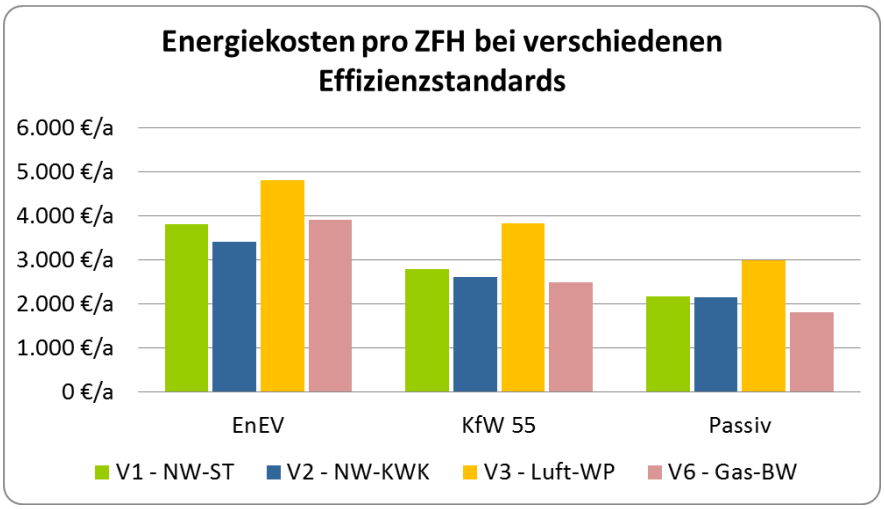


Abbildung 154: Energiekosten für verschiedene Gebäudeeffizienzstandards
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.8.1.2 Das Null-Abwasser-Konzept „OASE21“

Autoren: Joachim Böttcher, Dominic Scheer

In der VG Sprendlingen-Gensingen wird das anfallende Abwasser in der Kläranlage Mittlerer Wiesbach in Welgesheim (Anschlusswert 9.950 EW) und der Kläranlage Unterer Wiesbach in Grolsheim (Anschlusswert 17.000 EW) gereinigt. Aufgrund des wachsenden Anschlussbedarfs von Wohn- und Gewerbeflächen an den Reinigungsanlagen sind die Kläranlagen an ihre Kapazitätsgrenzen angekommen. Auch künftig werden in sämtlichen Ortsgemeinden und Stadtteilen Neuanschlüsse erwartet. Die Auswertung der Betriebsberichte der Kläranlagen der letzten Jahre sowie die Auswertung der Prognose-Planungen für die Einzugsgebiete ergibt eine zukünftige Anschlussbelastung von

15.950 EW(BSB_5) für die Kläranlage Mittlerer Wiesbach sowie 25.100 EW(BSB_5) für die Kläranlage Unterer Wiesbach. Die VG-Werke Sprendlingen-Gensingen haben bereits diverse Maßnahmen für eine sukzessive Erweiterung sowie Entlastung der Kläranlagen entwickelt, welche aber nicht in den nächsten 3 Jahren umgesetzt bzw. abgeschlossen sein können. Zur kurzfristigen Einleitung von Neuanschlüssen wurden auf den Kläranlagen Übergangsbetriebe installiert.

II.1.8.1.2.1 Lösungsansatz

Im Zuge des Next-Practice-Projekts „Null-Emissions-Neubaugebiet“ entwickelte die palaterra GmbH ein „Null-Abwasser-Konzept“. Zum einen basiert dieses auf einem semi-zentralen und dezentralen Lösungsansatz. Zum anderen ermöglichen sie eine energieextensive und ressourcenschonende Aufbereitung des Abwassers sowie eine Rückgewinnung der im Abwasser enthaltenen Nährstoffe wie Stickstoff und Phosphor. Für das geplante „Null-Emissions-Wohngebiet“ wurde somit ein ganzheitlicher und innovativer Lösungsansatz erarbeitet, der eine semizentrale Aufbereitung des anfallenden Abwassers und eine Wiederverwendung des gereinigten Abwassers vor Ort ermöglicht.

Das Abwasser aus dem geplanten Neubaugebiet (NBG) wird über eine Unterdruckentwässerungsanlage (Vakuumkanal) zur „OASE21“ befördert. Zwei Stränge transportieren Schwarzwasser (SW) und Grauwasser (GW) getrennt zu Vorlagebehältern. Das Schwarzwasser wird aus dem Vorlagebehälter über eine Störstoffentfernung und einem Schrägklärer gepumpt. Der abgesetzte Schlamm aus dem Schrägklärer wird in Entwässerungscontainern weiter entwässert und vorgehalten. Nach der Störstoffentfernung und Sedimentation wird der Wasserstrom über die Organischen Sorptionsfilter (OSF) geleitet. Das Filtrat aus den Schwarzwasser-OSF wird danach in einen Sammelschacht geleitet und von dort aus über die Hochleistungsbodenfilter (HBF) gepumpt. Dort wird das Schwarzwasser vollbiologisch gereinigt. Aus diesen HBF wird das gereinigte Abwasser über einen Kontrollschacht dem Vorfluter im Freigefälle angedient. Zur Zielerreichung Null-Abwasser soll das gereinigte Schwarzwasser langfristig zur Bewässerung von Energieholz genutzt werden. Das Grauwasser wird ohne Vorreinigung direkt über die OSF geleitet. Das Filtrat aus den GW-OSF wird anschließend ebenfalls in Schächten gesammelt und über spezielle GW-HBF geleitet um dort eine vollbiologische Reinigung zu vollziehen. Im Anschluss wird das gereinigte Grauwasser über eine UV-Desinfektionsanlage hygienisiert und kann dann über eine Druckerhöhungsanlage dem NBG wieder als Betriebswasser mit Pflegewasserqualität zur Verfügung gestellt werden. Überschüssiges Grauwasser aus dem Pflegewassernetz kann zur lokalen Bewässerung genutzt oder dem Vorfluter (Wiesbach) angedient werden.

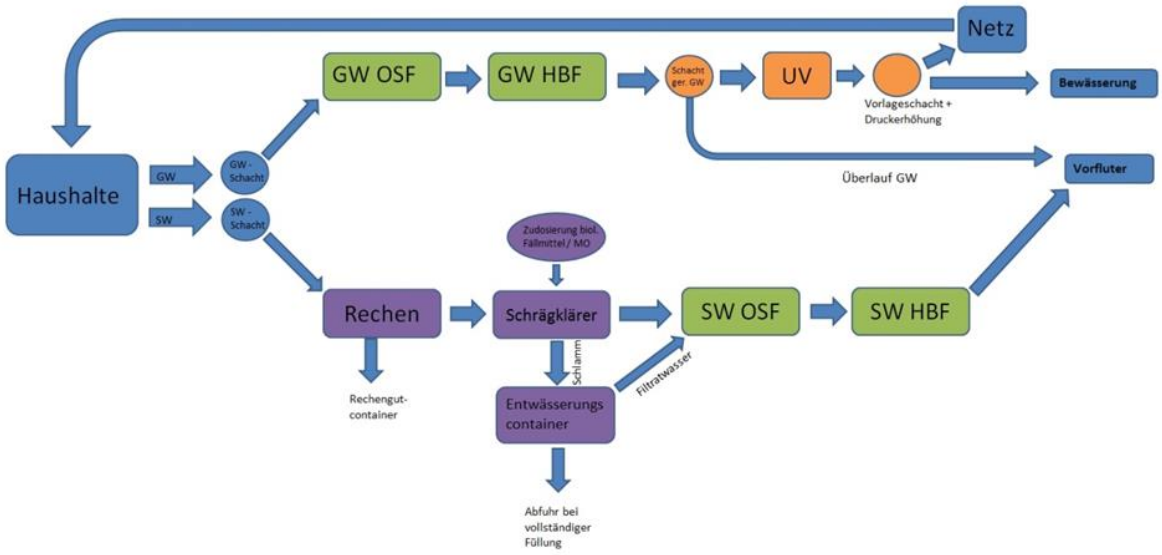


Abbildung 155: Fließschema „OASE21“
Quelle: Eigene Darstellung

Im Zuge der Betrachtung wurde eine Ausbaugröße der „OASE21“-Anlage von 420 Einwohnerwerten (EW) angenommen.

II.1.8.1.2.2 Technische Beschreibung

Die „OASE21“-Anlage besteht im Wesentlichen aus einem Gewächshaus mit einem Betonunterbau. Die Anlage teilt sich in acht kurze Mieten und sechs lange Mieten. Die Anlage verfügt zusätzlich über drei Technikräume. In diesen sind u. a. die Unterdruckstation sowie die Pflegewasserstation untergebracht. Insgesamt ergibt sich ein Flächenbedarf von ca. 1.200 m². In der Gewächshauskonstruktion sind zwei Deckenentlüftungen vorgesehen, die es ermöglichen die Mieten zu entlüften. Die Abluft wird über eine Belüftungsanlage zu den Hochleistungsbodenfiltern transportiert und dort von unten in die Filter geblasen. Dies ermöglicht es, die Emissionen der Anlage deutlich zu senken.

Die Vorreinigung besteht aus einer Rechengut- und Siebabscheidung und einem nachgeschalteten Schrägklärer. Die erste Stufe, die Störstoffentfernung, wird durch eine Siebschnecke abgedeckt. Das Rechengut wird über diese Maschine abgeschieden und weitestgehend entwässert ausgetragen. Das gesiebte Abwasser strömt aus dem Siebkorb in den darunter angeordneten Sandfangbehälter und schließlich über ein Überfallwehr aus dem Behälter. Die Sandabscheidung erfolgt nach dem Prinzip des unbelüfteten Sandfanges. Mithilfe des Sandabzugsschiebers wird der Sand schließlich aus dem konischen Teil des Behälters geleitet. Die zweite Stufe der Vorreinigung umfasst den Einsatz eines Schrägklärers zur Sedimentation. Das Schmutzwasser fließt in den Einlaufkanal des Klärers und in diesem nach unten bis unterhalb der Lamellen. Hier wird es umgelenkt und fließt entlang der Lamellen nach oben. Die Feststoffe sinken auf die Lamellenplatten, während das gereinigte Wasser nach oben weiter fließt. Danach fließt es über ein Überlaufwehr zum Auslauf. Der Schlamm rutscht entlang der Lamellen nach unten, sammelt sich im Schlammtrichter und wird schließlich in Intervallen abgezogen. Abschließend wird der Schlamm gesammelt und mittels Schwerkraft in Entwässerungscontainern entwässert. Sobald die Container gefüllt sind, werden diese verschlossen und zur zentralen Kläranlage abtransportiert, wo der Schlamm behandelt werden kann. Leere Schlammentwässerungscontainer werden in die Miete geladen und neu befüllt. Das Filtratwasser aus den Entwässerungscon-

tainern geht im nächsten Schritt gemeinsam mit dem Wasser aus dem Schrägklärer über die Schwarzwasser-OSF-Filter.

Für die praktische Anwendung der Schwarzwasser-OSF werden handelsübliche Entwässerungscontainer genutzt. Das eingebrachte Filtermaterial besteht aus grob gehäckselter Biomasse (z. B. Grünschnitt, Stroh), gemischt mit Holzkohle und mineralischen Bestandteilen. Zur effektiveren Rückhaltung von Pflanzennährstoffen, insbesondere Phosphor, können im Feinfilter weitere Zuschlagstoffe eingemischt werden. Die OSF-Variante für die Behandlung von Grauwasser (GW) besteht aus einer mit organischem Sorptions- und Filtermaterial gefüllten Miete der „OASE21“. Da von einer längeren Standzeit ausgegangen wird, wurde der GW-OSF unterschiedlich zu den Schwarzwasser-OSF Containern gestaltet. Das Filtermaterial dieser GW-OSF soll ca. 1-mal pro Jahr ausgetauscht werden. Dazu ist ein Radlader notwendig, der das Material aus der Miete befördert und neues Filtermaterial in der Miete platziert. Das vorgereinigte Schwarzwasser (SW) und das Grauwasser (GW) werden jeweils alternierend über die 6 SW-OSF Container und 4 GW-OSF gepumpt. Während der Passage des Abwassers durch das Filtermaterial werden die Nährstoffe teilweise gebunden und zurückgehalten. Durch die große Oberfläche der Holzkohle erfolgt eine deutlich bessere Rückhaltung gegenüber einem Rottesystem. Nach einer Sättigung des Filtermaterials wird die Füllung der Container oder der Miete mit frischem Material ersetzt. Das gesättigte Material kann zu einem Wertstoffhof oder der Kläranlage abgefahren werden, wo es eine Weiterverarbeitung erfolgen und eine vollständige Hygienisierung stattfinden kann. Der so produzierte Wertstoff kann als gütegesichertes Humussubstrat in Landwirtschaft und Gartenbau eingesetzt werden.

Die biologische Hauptreinigungsstufe der „OASE21“ soll mit bewachsenen Hochleistungsbodenfiltern (HBF) realisiert werden. Der Filterkörper besteht aus leistungsfähigem Lavasplit (1/5mm). Auf die Filterschicht wird eine 2cm starke Prallschicht aus Kies (2/8mm) eingebaut. Die HBF werden mit Blutweiderichpflanzen, Lythrum anceps (10 Stück/m²) oder Miscanthus bepflanzt. Unter der Filterschicht liegt eine Drainageschicht aus Kies (8/16mm). Belüftungsrinnen im Boden der Miete sorgen für eine Belüftung der Filterschicht. Dadurch kann die aerobe Nitrifikation begünstigt werden.

Als letzte Stufe vor der Nutzung als Betriebswasser oder vor der Einleitung in den Vorfluter wird das Grauwasser durch eine UV-Anlage desinfiziert. Durch eine Strömungsverteilungseinrichtung wird der Durchfluss innerhalb des Behandlungsraumes verteilt. Hier erfolgt die Bestrahlung des zu desinfizierenden Wassers, durch das von der Lampe emittierte UV-Licht. Durch die Absorption der energiereichen Strahlung wird das Erbgut der Mikroben verändert, was zu einer Vermehrungsunfähigkeit führt. Die durch den Strahler erzeugte UV-Strahlung wird durch einen UV-selektiven Sensor permanent überwacht. Das hygienisierte Wasser wird in einen Sammelschacht geleitet, von dem aus es als Pflegewasser genutzt werden kann und als Betriebswasser zur Verfügung gestellt wird.

Das aufbereitete Grauwasser wird den Anwohnern des Neubaugebietes als Betriebswasser mit Pflegewasserqualität zur Verfügung gestellt werden. Dafür wird das Pflegewasser in einem entsprechend dimensionierten Schacht vorgehalten. Durch eine Druckerhöhungsanlage wird das Pflegewasser in einem Druck der dem Trinkwasser entspricht bereitgestellt. Das Wasser kann z. B. für die Toilettenspülung, Bewässerung, Waschmaschine, Spülmaschine und Reinigungszwecke eingesetzt werden.

Die Entwässerung der Teilströme Schwarz- und Grauwasser erfolgt mittels Unterdrucksystem, bestehend aus einer Unterdruckstation, dem Unterdruckleitungsnetz und Hausanschlussschächten. Die Unterdruckstation ist in der „OASE21“ Anlage integriert und benötigt kein separates Betriebsgebäude. In der Unterdruckstation wird mittels Pumpen ein Unterdruck (ca. -60kPa) im Leitungsnetz er-

zeugt. Jeder Hausanschluss erhält i. d. R. einen Hausanschlussschacht mit integrierter Absaugventileinheit. Bei Bedarf öffnet sich das Ventil und saugt eine gewisse Abwassermenge in das Unterdruckleitungsnetz. Das Ventil schließt, nachdem eine für den Abwassertransport erforderliche Menge Luft in das System nachströmen konnte. Nach diesem Prinzip gelangt das Abwasser durch die mit Hoch- und Tiefpunkten versehene Hauptleitung bis zur Unterdruckstation. Grundwasser sowie Oberflächenwasser, Wasser aus Dachrinnen, Hofentwässerungen, allgemein Regenwasser kann somit nicht in das Unterdrucksystem abgeleitet werden und zu unerwünschten Fremdwassereinträgen in der Behandlungsanlage führen. Schwarz- und Grauwasser muss im Haushalt getrennt erfasst und separat an die Absaugventileinheit angeschlossen werden. Die entstehende Abluft aus der Unterdruckstation durchströmt die Hochleistungsbodenfilter. Dadurch wird eine Neutralisation der Geruchsstoffe erreicht. Das Unterdruckleitungsnetz besteht aus zwei Leitungssystemen. Durch die hohen Fließgeschwindigkeiten benötigen die verlegten Unterdruckrohrleitungen einen weit geringeren Durchmesser als entsprechende Freigefällerohrleitungen.

II.1.8.1.3 Erbbaurechts-Modell als Werkzeug für ein nachhaltiges Flächenmanagement für die Ortsgemeinde Gensingen

Autor: Prof. Dr. Dirk Löhr

Ein Drittel des Baugebiets „Westlich der Alzeyer Straße“ soll über Erbbaurechte vergeben werden. Beim Einsatz von Erbbaurechten zum Zwecke der Erreichung auch nachhaltigkeitspolitischer Zielsetzungen handelt es sich um ein neuartiges Konzept. Traditionell steht das Erbbaurecht als Mittel zur Sicherung bezahlbaren Bauens in der Diskussion – kaum hingegen wurde es im umweltpolitischen Kontext diskutiert. Die Ortsgemeinde Gensingen ist im Rahmen des Projektes nun pionierhaft diesen neuen Weg gegangen. Dabei wurden auch neue Wege bei der Handhabung von Erbbaurechten gewählt. Einige markante Merkmale des „Modells Gensingen“ werden nachfolgend erläutert.

II.1.8.1.3.1 Vertragsgestaltung

Ganz bewusst sollte – in Abkehr von der in Deutschland üblichen Praxis – auf „liberalisierte“, marktgerechte und marktgängige Erbbaurechte gesetzt werden. Dementsprechend sollte auf überflüssige Regulierungen (Zustimmungserfordernisse, Gebote etc.) in den Verträgen so weit wie möglich verzichtet und stattdessen eher mit ökonomischen Verhaltensanreizen gearbeitet werden. Dementsprechend orientieren sich die Erbbaurechtsverträge an Marktdaten (z. B. bei der Festlegung des Erbbauzinssatzes oder der Entschädigungsregelungen). Durch derartige „liberalisierte Erbbaurechtsverträge“ soll das Erbbaurecht soweit wie möglich dem Volleigentum angenähert und verhindert werden, dass sich Erbbauberechtigte als „Eigentümer zweiter Klasse“ fühlen. Hierdurch soll die Akzeptanz der Erbbaurechte gesteigert und diese marktgängiger gemacht werden. Weniger Komplexität erleichtert auch das Handling der Erbbaurechte durch die finanzierenden Banken.

Auf der anderen Seite durfte natürlich der umweltpolitische Lenkungszweck nicht aus den Augen verloren werden. Erbbaurechte eignen sich in besonderer zur Verfolgung von Lenkungszwecken, da in den Erbbaurechtsverträgen bestimmte vertragliche Verpflichtungen z. B. hinsichtlich des Anschlusses an eine gemeinsame Energieversorgung für das Wohngebiet vorgenommen werden können. Um die Verträge diesbezüglich nicht zu überfrachten, wurden die betreffenden Bestimmungen in einer für alle Erbbaurechtsnehmer geltenden Bezugsurkunde aufgenommen.

II.1.8.1.3.2 Vermögenseffekte für die Kommune

Besonderer Wert wurde auf die Marktorientierung der Erbbaurechtsverträge gelegt. Auf Vergaben zum Höchstpreis wurde dementsprechend verzichtet. Dies betrifft den Erbbauzinssatz, der in Gensingen mit 3 % auf einem von der Gemeinde festzulegenden Bodenwert angesetzt wird. Idealerweise sollte hierbei eine Orientierung an den Bodenrichtwerten stattfinden. Diese 3 % entsprechen ungefähr dem Liegenschaftszinssatz, der auf Einfamilienhausgrundstücke im Volleigentum anzulegen ist.

Obwohl die Kommune ganz bewusst auf Höchstpreisvergaben verzichtet, erreicht sie dennoch beachtliche Vermögenseffekte, die eine alternative Grundstücksveräußerung zu Bodenrichtwerten in den Schatten stellen. Der Grund hierfür liegt darin, dass wegen seiner anderen Rendite-Risiko-Konstellation der Marktwert der Cash-Flow-Ströme aus (kommunalen) Erbbaurechten regelmäßig höher als der Bodenrichtwert ist (der an Volleigentum orientiert abgeleitet wird).

Diesen Effekt machen sich auch gewerblich-institutionelle Ausgeber von Erbbaurechten zunutze (wie z. B. die Continuum Capital, http://www.continuum-capital.de/) zunutze. Diese verstehen Erbbaurechte als eine besondere Anlageklasse. Ein zentraler Punkt ihres Geschäftsmodells besteht in der Veränderung der Rendite-Risiko-Konstellation via „Unbundling“ von Grundstück und aufstehendem Gebäude. So kauft z. B. die Continuum Capital die Bodenanteile von Immobilieneigentümern „heraus“ und gibt Erbbaurechte an diesen aus („sale and lease back“). Sie separiert also zwei Vermögensgegenstände mit für sich genommen unterschiedlicher Rendite-Risiko-Konstellation („Unbundling“). Der Cash-Flow aus einem Erbbaurecht ist dabei v. a. aufgrund der üblichen Heimfall- oder Zwangsversteigerungsregelungen in den Erbbaurechtsverträgen sowie der erstrangigen Eintragung im Grundbuch „übersichert“ – und damit regelmäßig kaum risikobehafteter als eine festverzinsliche Bundesanleihe. Die untenstehende Abbildung illustriert das Modell des „Unbundling“ anhand der Effizienzlinie:

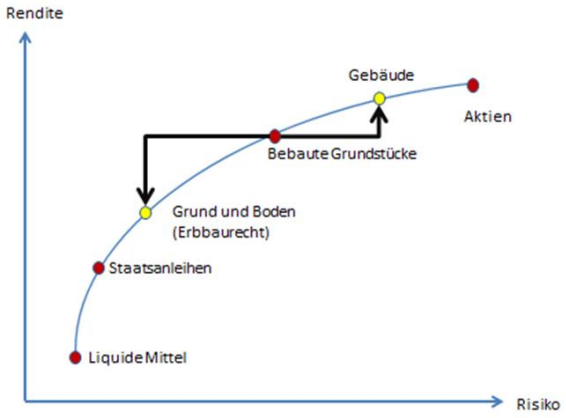


Abbildung 156: Veränderung der Rendite-Risiko-Konstellation durch „Unbundling“ von Grundstück und aufstehendem Gebäude

Quelle: Eigene Darstellung nach Jung 2016[58]

Wegen der geringeren Risikoprämie kann der Cash-Flow aus dem Erbbaurecht mit einem deutlich geringeren Kapitalisierungszinssatz abdiskontiert werden als der Cash-Flow, der dem Bodenanteil des Grundstücks im Volleigentum zugeordnet werden kann. Hieraus ergibt sich ein Marktwert für den

[58] Jung 2016: Michael Jung, Continuum Capital (Vortrag: „Einsatz von Erbbaurechtsmodellen zur Optimierung des Anlageerfolgs“) beim 3. Erbbaurechtskongress des Deutschen Erbbaurechtsverbandes am 22. und 23. Februar 2016 in Hannover

Cash-Flow aus einem Erbbaurecht, der denjenigen des Bodenanteils eines bebauten Grundstücks in Volleigentum deutlich übersteigt.

Unternehmen wie die Continuum Capital sind daher sogar in der Lage, aus dem Wertunterschied zwischen den Cash-Flow-Strömen aus dem Erbbaurecht und dem Bodenanteil im Volleigentum dem Gebäudeeigentümer einen „Aufpreis" auf den Verkehrswert des Bodens zu bezahlen, der durchaus 50 % des Bodenwertes betragen kann. Diese „Prämie" wird im gewerblichen Bereich genutzt, um die Rendite des Gebäudeeigentümers zu „subventionieren". Doch auch Kommunen könnten sich diesen „Mehrwert" in ähnlicher Weise wie gewerbliche Akteure zunutze machen.

II.1.8.1.3.3 Überschlägige Quantifizierung der Vermögenseffekte

Gensingen hat mit seinem Modell insoweit auch haushaltspolitisch einen vernünftigen Weg eingeschlagen. Allerdings schlagen sich die Vermögensvorteile nicht in der kommunalen Bilanz nieder, da stille Reserven hier nicht gezeigt werden. Für den Teilabschnitt des für das Erbbaurecht vorgesehenen Baugebietes (ca. 14.400 qm Nettobauland) ergeben sich näherungsweise folgende Effekte:

Verkauf zu Bodenrichtwerten: 14.400 qm x 140 Euro / qm ≈ 2.000.000 Euro

Vergabe als Erbbaurechtsgrundstücke:

Bodenrichtwert	x	Liegenschaftszinssatz	=	Bodenertrag im Volleigentum
≈ 2.000.000 Euro	x	3,00 %	=	≈ 60.000 Euro pro Jahr

Der Marktwert des Cash-Flow-Stroms aus dem Erbbaurecht hängt von der Renditeforderung der Gemeinde ab.

Tabelle 124: Marktwert des Cash Flow-Stroms
Quelle: Eigene Darstellung

Renditeforderung der Gemeinde	Wert Cash Flow aus dem Erbbaurecht	Wertdifferenz zum sofortigen Verkauf
1,00 %	6.000.000 €	4.000.000 €
1,50 %	4.000.000 €	2.000.000 €
2,00 %	3.000.000 €	1.000.000 €

Die Differenz zwischen dem Marktwert des Erbbaurechts und dem Erlös bei Abverkauf der Grundstücke macht bei einer Renditeforderung zwischen 1,50 % und 2,00 % immerhin 1 Mio. (konservativ) bis 2 Mio. Euro (mittleres Szenario) aus.

Zentral bei der o. a. Beispielsrechnung ist die Differenz zwischen der Marktrendite des Bodenanteils bei Volleigentum (hier: 3,00 %) und der – wegen der veränderten Rendite-Risiko-Konstellation aufgrund des „Unbundling" – geringeren Marktrendite bei Cash-Flow-Strömen aus Erbbaurechten (hier: 1,00 % bis 2,00 %). Letztere hängt davon ab, welches die nächstbeste Investitionsalternative für die Gemeinde (mit einem vergleichbaren Risiko) darstellt. Angesichts der finanziellen Situation von Gensingen dürfte dies weniger in der Rückführung von entsprechend hoch verzinsten Schulden (mit höheren Zinssätzen als 3,00 %), sondern v. a. in festverzinslichen Bundesanleihen liegen. Diesbezüglich liegt – bei Berücksichtigung von Risiken – eine Orientierung an der 1,50 %-Marke nahe.

Die Übertragung des gewerblich-institutionellen Modells auf die kommunale Ebene setzt streng genommen voraus, dass der „Mehrwert" den Erbbauberechtigten bzw. dem Baugebiet wieder zugutekommt. Der „Mehrwert" sollte also grundsätzlich nicht in den allgemeinen Haushalt der Kommune

fließen. Zudem entsteht der Mehrwert einstweilen nur auf der Vermögens- und nicht auf der Liquiditätsebene. (Im Modell Gensingen wird allerdings eine gewisse „Quersubventionierung“ vorgenommen, zumal 2/3 des Baugebietes konventionell, im Zuge des Verkaufs, vergeben werden).

Umgekehrt entstehen für die Bauherren Vorteile mit Blick auf die Liquidität. Die 3 % Erbbauzinsen sind immer noch wesentlich geringer als eine Annuität bei Kreditfinanzierung des Bodenanteils. Den Erbbauberechtigten kommt zudem noch eine unmittelbare Förderung zugute, indem eine Ermäßigung des zu zahlenden Erbbauzinssatzes bei minderjährigen Kindern im Haushalt gewährt wird.

II.1.8.1.3.4 Planung

Ein weiterer Vorteil des Erbbaurechts ist, dass mit dem Grundstückseigentum auch bessere Zugriffsmöglichkeiten auf das Grundstück bestehen, was v. a. für die Planung von Relevanz ist. Grundsätzlich sollte sich die Nutzungsdauer von Erbbaurechten an der Lebensdauer der aufstehenden Gebäude (plus eine gewisse Karenzzeit von 10 Jahren) orientieren. Diesbezüglich sind in Gensingen die 99 Jahre eher traditionell, in Orientierung an üblicher Praxis angesetzt.

Insgesamt handelt es sich also beim Erbbaurechtsmodell Gensingen um eine innovative Gestaltung sowohl in ökologischer, ökonomischer wie sozialer Hinsicht.

II.1.8.1.4 Weiteres Vorgehen

Autor: Marco Angilella

Zur Umsetzung des Energiekonzeptes wird die Ortsgemeinde die weitere Planung in Zusammenarbeit mit der regionalen Energiegesellschaft Rheinhessen-Energie GmbH vertiefen. Die VG-Werke Sprendlingen-Gensingen, als Gesellschafter der Rheinhessen-Energie GmbH, begleitet ebenfalls die weitere Detailplanung.

Das „OASE21“-Konzept wurde der VG und den VG-Werken vorgestellt. Hierbei wurde entschieden, dass dieses „Null-Abwasser-Konzept“ mit einer „konventionellen Variante“ bzgl. Wirtschaftlichkeit und Nutzen verglichen wird. Die palaterra GmbH wurde zu diesem Zweck zur Durchführung der Leistungsphasen 1 und 2 (Vorplanung) für beide Varianten von den VG-Werken Sprendlingen-Gensingen beauftragt. Da die Kostenvergleichsrechnung zum Abschluss dieses Berichts noch nicht fertiggestellt wurde, kann hier nur eine Tendenz erwähnt werden. Durch den neuartigen und innovativen Charakter des Vorhabens und durch Unsicherheiten, die durch ein Nichtvorhandensein einer Beispielanlage resultiert, kann davon ausgegangen werden, dass sich die „OASE21“-Variante kostenintensiver darstellt, als die konventionelle Variante. Zur Sicherstellung einer Umsetzung ist eine Innovations-Förderung notwendig. Hierzu wurde bereits ein Antrag im Rahmen des Förderaufrufs „Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte“[59] zur Förderung der Konzeptumsetzung eingereicht, dieser wurde jedoch nicht positiv beschieden. Demnach werden weiterhin Fördermöglichkeiten geprüft.

Im Rahmen der Modellentwicklung wurde ebenso ein Entwurf für einen Erbbaurechtsvertrag durch die Notare Hans Jürgen Baltes & Prof. Dr. Christopher Keim erstellt. Dieser bildet die Grundlage bei der Umsetzung des Erbbaupacht-Modells. Die Ortsgemeinde möchte im Rahmen der Veräußerung den Grundstücksinteressenten die freie Wahl über Kauf oder Erbbaupacht überlassen. Mittels Bür-

[59] Förderaufruf im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, April 2016

gerinformationsveranstaltungen sollen jedoch die Interessenten über die Vorteile des Erbbaupachtmodells informiert und sensibilisiert werden.

II.1.8.2 Organischer Sorptions-Filter

Autoren: Joachim Böttcher, Dominic Scheer

Das Next-Practice-Projekt „Organischer Sorptionsfilter“ (OSF) besteht aus mehreren Einzelprojekten, die alle als wesentlicher Bestandteil den OSF beinhalten. Der OSF und seine Einsatzmöglichkeiten wurden im Zuge der Ergebnisdarstellung in Kapitel II.1.6.4.4.1 ausführlich vorgestellt. Im Zuge dieses Next-Practice-Projekts sollte nun die konkrete Umsetzung der theoretischen Möglichkeiten betrachtet werden. Folgende Teilprojekte sind Bestandteil des Next-Practice-Projekts:

- OSF für das Höfe-Konzept (s. II.1.6.4.4.2)
- OSF für die Trüb- und Filtratwasserbehandlung
- OSF im Weinbau

II.1.8.2.1 OSF für das Höfe-Konzept

Zu Beginn des Forschungsprojekts NEG wurde deutlich, dass die letzten Höfe der VG Rockenhausen, die noch keine geregelte Abwasserentsorgung besitzen, nun eine ordnungsgemäße Abwassersammlung und -behandlung erfahren sollen. Hierzu entwickelte die Palaterra Betriebs- und Beteiligungsgesellschaft mbH ein spezielles „Höfe-Konzept“, welches insbesondere die Stoffströme Wasser und Nährstoffe aus dem Abwasserstrom nutzen soll. Hier spielt der OSF eine wichtige Rolle, denn dieser soll in diesem Szenario als Vorreinigung, eine Art mobile Rotte, dienen. Die Entwässerungscontainer sind mit einem groben Filtermaterial ausgestattet und können je nach Bedarf auch mit Zuschlagsstoffen gefüllt werden. Das Rohabwasser wird in mehreren Schüben pro Tag auf den Filter gegeben. Ein großer Teil der Nährstoffe wird im Filter zurückgehalten, indem sich diese an das Filtermaterial aus Pflanzenkohle und Miscanthus-Häcksel binden. Die flüssige Phase läuft durch den Filterboden aus dem Container ab und kann dann durch eine Pflanzenkläranlage vollbiologisch gereinigt werden. Das gereinigte Abwasser soll in diesem Konzept zur Bewässerung von Biomasse genutzt werden.

Nachdem das Filtermaterial gesättigt ist, soll das Material an die Gruppenkläranlage geliefert werden und kann dort hygienisiert und zu einem Bodenverbesserer weiterverarbeitet. So wird ein großer Teil des Wassers und der im Abwasser befindlichen Nährstoffe nutzbar gemacht.

Dieses Konzept wurde der VG Rockenhausen und den VG-Werken Rockenhausen vorgestellt und mithilfe einer Kostenvergleichsrechnung anderen Varianten gegenübergestellt. Als Ergebnis stand fest, dass die Variante „Höfe-Konzept“ bei 3 Höfen die günstigste Variante darstellte. Das Konzept wurde daraufhin weiterverfolgt, was zu einem Planungsauftrag für die Palaterra Betriebs- und Beteiligungsgesellschaft mbH führte, der ohne dieses Konzept deutlich unwahrscheinlicher gewesen wäre. Auch die verantwortliche Genehmigungsbehörde (SGD Süd) konnte von dem Nutzen und der Sicherheit der Technologie überzeugt werden. Zum Zeitpunkt der Berichtsabgabe befinden sich alle 3 Anlagen in der Bauphase.

II.1.8.2.2 OSF als Trüb- und Filtratwasserbehandlung

Eine Aufgabe der Palaterra Betriebs- und Beteiligungsgesellschaft mbH war Untersuchung der Kläranlagen in der VG Sprendlingen-Gensingen hinsichtlich der Anpassungs- und Verbesserungsmöglichkei-

ten bezüglich nachhaltiger Aspekte. In diesem Zusammenhang wurden auch die Einsatzmöglichkeiten eines OSF-Systems untersucht. Hierbei erwies sich das Trüb- und Filtratwasser als geeignet, da dieser Volumenstrom relativ hoch mit Nährstoffen befrachtet ist und gleichzeitig relativ schadstofffrei ist. Das Medium besteht aus dem Filtratwasser der Klärschlammpressung und dem Trübwasser aus der Klärschlammeindickung. Dieses Wasser wird über ein, mit einem speziellen Filtermaterial befüllten, Entwässerungscontainer geleitet. Dabei entsteht neben der Absorption ein Nährstoffabbau insbesondere von Ammoniumstickstoff. Aber auch ein deutlicher Phosphorrückhalt kann hierbei festgestellt werden. Als Ergebnis kann das Filtermaterial mit Nährstoffen beladen werden und anschließend als Düngematerial in der Landwirtschaft verwendet werden. Zum anderen wird die Kläranlage entlastet, da die Konzentration von Ammoniumstickstoff und Phosphor im Abwasserstrom deutlich reduziert werden kann. Insbesondere Ammoniumstickstoff kann in großen Konzentrationen in Filtrat- und Trübwasser problematisch werden, da diese dem biologischen Prozess beigegeben werden und dort ein höherer Energieaufwand notwendig wird, um die Belastung zu verarbeiten.

Als Resultat einer kleinen Feldstudie im Rahmen des Forschungsprojekts NEG konnte gemeinsam mit den VG-Werken Sprendlingen-Gensingen eine Pilotanlage auf der Kläranlage Welgesheim initialisiert werden. Diese Anlage läuft bereits seit einigen Monaten und soll bei entsprechenden Ergebnissen in die Planung der neuen zentralen Kläranlage mit aufgenommen werden.

Die Firma Palaterra Betriebs- und Beteiligungsgesellschaft mbH und die Firma Palaterra GmbH sehen in dieser Technologie ein großes Potenzial, um Probleme bei Kläranlagen in ganz Deutschland betrachten zu können.

II.1.8.2.3 OSF für den Weinbau

Der Weinbau ist für die VG Sprendlingen-Gensingen sicherlich eine Besonderheit. Gerade im Bereich Abwasser werden die VG-Werke immer wieder vor Herausforderungen gestellt. Im Zuge des Next-Practice-Projekts „OSF“ konnten die Eigenschaften und konzeptionelle Ansätze für einen OSF-Einsatz im Weinbau untersucht werden.

Zunächst wurde die VG bzgl. ihrer Weinbauabwässer untersucht und ein konzeptioneller Ansatz entwickelt, bei dem die momentanen Problemlagen und möglichen Ansatzpunkte dargestellt wurden.

	Trockenrückstand [TR in %]	m³	CSB Belastung in kg	BSB_5 Belastung in kg	EW	Verwertung
Trester, Mosttrub	20-50	7.978	k.a.	k.a.	k.a.	Landwirtschaft
Schönungstrub	48	236	k.a.	30.680	1.401	Kläranlage
Reinigungswasser	1,54	26.852	204.470	k.a.	10.336	Kanalisation
Trub flüssig (Most-, Hefetrub)	8	948	k.a.	144.527	6.600	Kläranlage
		36.014	204.470	175.205	18.337	

Abbildung 157: Untersuchung des Stoffstroms "Weinbauabwässer"
Quelle: Eigene Darstellung

Nachdem die Spülwässer aus der Weinproduktion als größtes Ansatzpotenzial für den OSF festgestellt wurden, konnten darauf aufbauend ein Konzept und eine Versuchsreihe angesetzt und durchgeführt werden.

II.1.8.2.3.1 Ergebnisdarstellung eines Versuchs zur Leistungsfähigkeit des OSF-Systems im Weinbau

Auf dem Weingut Wilhelm Laubenstein in Gensingen wurden im Jahr 2013 erste OSF-Feldversuche zur Behandlung von Weinbauabwässern durchgeführt. Aus dem Filtermaterial wurde anschließend ein Terra Preta ähnliches Humussubstrat hergestellt. Im Feldversuch wurde ausnahmsweise ein mit Trub stark organisch befrachtetes Schmutzwasser (CSB 55.000 mg/l) behandelt. Dennoch konnte ein CSB - Rückhalt von 32 % und eine Neutralisierung des pH von 3,5 auf 6,9 erreicht werden. Bei den deutlich geringer belasteten Spülwässern, welche mit 96 % den größten Anteil des Schmutzwassers aus der Weinbereitung ausmachen, liegen die CSB-Rückhalteleistungen bei rund 70 %.

Abbildung 158: OSF-Versuch mit Weinbauabwässer auf dem Weingut Laubenstein
Quelle: Eigene Aufnahme

Im Rahmen dieser Betrachtung wurde ein Modell zur Behandlung von Weinbaurückständen im Sinne eines regionalen und nachhaltigen Stoffstrommanagements dargestellt und bewertet. Ziel dieses Modells ist eine möglichst umfassende Nutzung bzw. Wiederverwendung und „Veredelung“ der festen und flüssigen Weinbaurückstande in der VG. Hierbei sollen gleichzeitig eine Entlastung der zukünftigen Kläranlage und eine Optimierung für die Weinbaubetriebe im Sinne eines Null-Emissions-Konzeptes erfolgen.

Die Spülwässer der weinverarbeitenden Betriebe werden vor Ort mit dem OSF-Verfahren vorgereinigt und anschießend in die Kanalisation eingeleitet. Durch Zuschlagsstoffe kann der pH-Wert des Spülwassers neutralisiert werden, wodurch sich die Mengen an Neutralisationsmittel (Kosten) seitens des Winzers reduzieren. Hierbei wird eine Entlastung der Kläranlage erreicht und eine Schonung der Kanalisation ermöglicht (geringere Betriebskosten). Die Ausbaukapazität der zukünftigen Kläranlage Grolsheim kann mit dem flächendeckenden, dezentralen Einsatz des OSF-Verfahrens in der VG geringer dimensioniert werden. Die OSF-Technologie kann aufgrund des modularen Aufbaus flexibel und betriebssicher an die jeweilige Betriebsgröße der Winzer angepasst werden. Weinbaubetrieben können die üblichen Abwassergebühren von 2 bis 5 EUR pro 500 m² Rebfläche als Anreiz bspw. zu 80 % erlassen werden. Die VG stellt OSF-Container zur Verfügung und erhält Einsparungen über eine reduzierte Ausbaugröße und geringere Betriebskosten der zukünftigen Kläranlage.

Das OSF-Filtermaterial wird turnusmäßig zweimal jährlich gewechselt, indem die gesättigten OSF-Container abgeholt und gegen Behälter mit frischem Filtermaterial ausgetauscht werden. Die OSF-Container mit dem gesättigten Filtermaterial werden einem Wertstoffzentrum angedient, wo auch der Austausch des Filters und die Weiterbehandlungen zu Humussubstraten erfolgen.

Ein geeigneter Standort für ein Wertstoffzentrum wäre das Gelände der KA „Mittlerer Wiesbach“, da die Flächen und Einrichtungen aufgrund der Neustrukturierung der Abwasserbehandlung teilweise nicht mehr benötigt werden und da der Standort relativ zentral im VG-Gebiet gelegen ist.

Der organisch hoch belastete flüssige Hefe- und Mosttrub wird vom Winzer in geeigneten Behältern gesammelt und bedarfsmäßig per Saug-Tankwagen abgeholt (Holsystem). Die energetische Verwertung dieses Stoffstroms könnte in der geplanten neuen Vergärungsanlage am Standort der KA Unterer Wiesbach erfolgen. Die großen Vorteile dieser Variante liegen in einer effektiven und synergetischen Nutzung aller flüssigen Reststoffe aus der Weinbereitung sowie in einer signifikanten Entlastung der Winzer in der zeitintensiven Phase der Weinlese und Weinverarbeitung.

Die festen Produktionsrückstände wie Trester, fester Most- und Schönungstrub mit einem TR von > 40 % werden im Regelfall vom Winzer auf die Reb- und Ackerflächen aufgebracht. Eine bessere Wertschöpfung einhergehend mit deutlich geringeren Belastungen der Umwelt kann gewährleistet werden, wenn diese Stoffströme zukünftig dem Wertstoffzentrum angedient werden. Die Anlieferung der festen Rückstände könnte durch die Winzer direkt erfolgen, da sie diesen Aufwand ohnehin bereits im Normalbetrieb erbringen, indem sie das Material auf ihre Felder bringen. Alternativ könnte auch für diese Stoffströme ein Holsystem organisiert werden, um die einzelnen Betriebe arbeitsmäßig zu entlasten. Aus dem mit organischen Stoffen und Pflanzennährstoffen gesättigten OSF-Filtermaterial sowie aus den festen Weinbaurückständen werden im Wertstoffzentrum hochwertige Substrate für Bodenverbesserung und Düngung hergestellt. Dazu werden die Materialien bei Bedarf zerkleinert, gut vermischt und anschließend in Fahrmieten eingebracht und verdichtet. Nach einer mehrwöchigen anaeroben Fermentationsphase entsteht ein nährstoffreiches Substrat, welches Eigenschaften einer hochfruchtbaren Terra Preta aufweist. Das Humussubstrat wird anschließend auf den Weinbauflächen oder Ackerflächen der VG eingesetzt oder an Dritte verkauft.

Abbildung 159: Stoffstrommanagement-Modell zur Behandlung von Weinbaurückständen mit der OSF-Technologie
Quelle: Eigene Darstellung

Die Nachteile dieses Konzeptes liegen in den Investitionskosten für eine Erstausstattung der Betriebe mit je einem bis zwei OSF, den turnusmäßigen Filterwechseln und der Errichtung des Wertschöpfungszentrums mit einer Pyrolyse-Anlage. Auf den Weinbaubetrieben müssen zudem passende Stellplätze für den OSF zur Verfügung stehen. Dies sollte jedoch aufgrund der zahlreichen OSF-Varianten problemlos möglich sein. Auf der anderen Seite kann mit der Einführung des OSF-Holsystems und der Einrichtung des Wertstoffzentrums ein einzigartiges Stoffstrommanagementmodell für Weinbaugemeinden etabliert werden. Die Winzer werden finanziell entlastet und erhalten hochwertige Substra-

te für den Humusaufbau und die Düngung der Anbauflächen. Dabei wird eine optimale Kreislaufführung von organischen Reststoffen und Pflanzennährstoffen gewährleistet. Hinzu kommt eine umfassende Entlastung der kommunalen Kläranlage, welche aufgrund der Vorbehandlung des Weinbauabwassers in den Betrieben kleiner dimensioniert werden kann. Auch die Betriebskosten der Kläranlage können aufgrund der vorbehandelten Weinbauabwässer deutlich reduziert werden. Auf dem Wertstoffzentrum werden zudem Einnahmen über die regionale Strom-, Wärme und Substratproduktion erzielt.

II.1.8.3 Effiziente Landnutzung im Vogelschutzgebiet Ober-Hilbersheimer Plateau

Autoren: Frank Wagener, Gerd Ostermann

II.1.8.3.1 Ausgangslage

Das Vogelschutzgebiet (VSG) „Ober-Hilbersheimer Plateau“ liegt am Ostrand der VG Sprendlingen-Gensingen und ist Bestandteil des europäischen Netzwerkes NATURA 2000. Es stellt eine von Getreideanbau dominierte, weithin offene und störungsfreie Hochfläche mit steppenartigem Charakter dar. Das VSG hat eine Größe von 2.502 ha, davon 2.240 ha Ackerland. Die VG Sprendlingen-Gensingen hat daran einen Anteil von 439 ha (370 ha Ackerland).

Naturschutzfachlicher Schwerpunkt des Gebietes sind die landes- und bundesweit bedeutenden Brutvorkommen von Wiesen- und Kornweihe sowie die Nutzung als Rastgebiet für Vogelarten wie Mornellregenpfeifer, Goldregenpfeifer, Brachpieper, Ortolan, Heidelerche, Kraniche und Raufußbussard. Es handelt sich um sehr sensible Brut- und Gastvögel gegenüber Habitatveränderungen. Vor allem einige Durchzügler und Wintergäste wie Mornell- und Goldregenpfeifer, Kranich und Kampfläufer benötigen die offene, nach allen Richtungen sichtgebende Landschaft. Zu hohen Strukturen wie Baumreihen, Wald, Feldgehölze, Gebäude etc. halten sie i. d. R. bestimmte Mindestabstände ein. Die seltenen Brutvögel, v. a. Rohrweihe, Wiesenweihe, Wachtel und Kiebitz, sind auf eine offene Landschaft angewiesen. Die Wiesenweihe brütet regelmäßig erfolgreich mit jeweils nur 1-2 Brutpaaren in diesem einzigen, in RLP genutzten Gebiet. Dies bedeutet v. a., dass ein Projektträger im Umgang mit dieser Kulturlandschaft sehr vorsichtig sein muss. Großflächige Agrarholzbestände, Streuobstwiesen oder eine Verbuschung dürfen den offenen Landschaftscharakter nicht verändern. Einzelne Gehölze oder am Rand gelegene kleinere Bestände sind als Ansitzwarten aber durchaus erwünscht.

In der weitläufigen Ackerlandschaft fehlen aktuell etlichen Brutvogelarten geeignete Fortpflanzungs- und Nahrungshabitate. Dies hat zu einer Abnahme der Zielarten geführt und kennzeichnet den schlechten Zustand des Vogelschutzgebietes. Das Potenzial für eine Verbesserung der Vogelbestände führt zwangsläufig zu einer dienenden Umgestaltung von bis zu 5 % der Ackerfläche. Dazu können nachwachsende Rohstoffe eingesetzt werden, die die Landschaft weitgehend offenhalten und Nährstoffe aus den Flächen abfahren (Verringerung des Nährstoffniveaus). Es geht um die Gestaltung von Nahrungshabitaten (Weihen brauchen Mäuse), Ansitzen z. B. für Grauammer sowie Neuntöter und Bruthabitaten (Weihen). Und es geht um die Einpassung dieser Flächen in die betriebliche Wirklichkeit der dort wirtschaftenden Betriebe.

Aus Sicht der Landwirte entstehen Verzichtskosten gegenüber der ortsüblichen Bewirtschaftung, die durch den Träger des Naturschutzes in diesem Gebiet aufgebracht werden müssen. Die Gemeinde sollte sich für eine Erschließung des Naturschutzpotenzials entscheiden. Dazu bedarf es eines langfristigen Umsetzungsplanes, der durch einen professionellen Projektmanager ausgeführt und fort-

entwickelt wird. Es geht also um eine Kreislaufwirtschaft für den Naturschutz, die Habitate schafft und die Erntegüter effizient verwertet. Es wird empfohlen die lokalen Gebietskenner, die zwei Ornithologen Hans-Georg Folz und Phil Boswell, in diese Gebietsentwicklung einzubeziehen. [FOLZ ET AL. 2013]

II.1.8.3.2 Ziele

Für das Gebiet liegt der Entwurf eines Bewirtschaftungsplanes vor (Stand 9/2014, SGD Süd). Wichtigste Ziele sind der Erhalt und die Etablierung dauerhafter Brutvorkommen von Wiesen- und Kornweihen und die Erhaltung der Rastflächen bundesweit gefährdeter Arten wie Mornell- und Goldregenpfeifer.

II.1.8.3.3 Akteure

In diesem sehr anspruchsvollen Next-Practice-Projekt muss eine Kommunikationsplattform für unterschiedlichste Institutionen und Fachrichtungen aufgebaut werden:

1. Vor Ort aktive Landwirte und VG Sprendlingen-Gensingen
2. Überörtliche Verwaltungen: Agrarverwaltung, DLR, VGV, UNB, SGD Süd
3. Naturschutzakteure: dort aktive Einzelpersonen und Verbände, Biotopbetreuer und EULLa-Berater
4. Landesebene: Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz

Diese Aufgabe kann nur von einem interdisziplinär ausgerichteten Experten(team) mit den Schwerpunkten Landwirtschaft, Ökologie und angewandten Stoffstrommanagement ausgeführt werden. Die VG Sprendlingen-Gensingen verfügt aktuell nicht über einen derartigen Experten.

II.1.8.3.4 Qualitätsanforderungen für Naturschutzmaßnahmen & Verwertungslinien

Die Existenz der Vogelarten ist entscheidend von der bisherigen landwirtschaftlichen Nutzung abhängig. Es muss der großflächige Wintergetreideanbau auf mind. 60 % der Anbaufläche erhalten werden. Bis zu 5 % der Ackerflächen sollen für den Erhalt und die Neuanlage von Graswegen, Saumstrukturen, Brachen, Luzernefeldern und blütenreichen Wiesen reserviert werden. Das entspricht im Gesamtgebiet einem maximalen Bedarf von etwa 110 ha und in der VG etwa 18 ha.

Es muss auf den Anbau hochwüchsiger und spät geernteter Feldfrüchte verzichtet werden (Mais, Sonnenblumen, Großgräser wie Miscanthus u. a.). Gehölze sind ebenfalls als flächige Kulturen, nicht aber als randliche Strukturen erwünscht. Die Brutplätze der Zielarten müssen geschützt werden (Bodenbrüterhilfsprogramm).

Der Entwurf eines Bewirtschaftungsplanes der SGD Süd sieht einen Verzicht auf die Errichtung von Windenergieanlagen, Photovoltaikanlagen und Biogasanlagen im Plateaubereich vor. [SGD SÜD 2014] Mit Sicht auf die Biogastechnologie ist es weder zielführend noch fachlich überzeugend begründet, warum diese Technik nicht zum Einsatz kommen soll. Denn die vorgeschlagenen Maßnahmen wie Luzernefelder, Blühgemenge und blütenreiche Wiesenbestände müssen einer Verwertung zugeführt werden, um andere Umweltziele nicht zu gefährden: u. a. Klimaschutz, Grundwasserschutz, Erosionsschutz, ausgeglichene Stoffströme - Kreislaufwirtschaft. Dazu wird im Plan keine Aussage getroffen. Es wird daher dringend empfohlen, die Biogastechnologie überall dort einzusetzen, wo eine andere Verwertung des Aufwuchses nicht mehr gegeben ist. Nur die hier verfolgten Naturschutzmaßnahmen

werden kein ausreichendes Potenzial für eine Biogasanlage bereitstellen können. Weitere Potenziale aus allen anderen Naturschutzgebieten, Grünschnitt und landwirtschaftliche Reststoffe wie Trester sollten in einer Anlage zusammengeführt werden.

Es wird empfohlen die nachfolgende pauschale Aussage im Bewirtschaftungsplan [SGD SÜD 2014] zu überarbeiten: „Zum Schutz der Vogelarten und zur Verhinderung einer Beeinträchtigung der Arten ist im Vogelschutzgebiet auf die Errichtung von Windenergieanlagen und den Anbau nachwachsender Rohstoffe zu verzichten.“ Denn unter die Kategorie nachwachsende Rohstoffe fallen grundsätzlich alle land- und forstwirtschaftlichen Kulturen, die nicht als Nahrungs- und Futtermittel eingesetzt aber einer anderen stofflichen oder energetischen Verwertung zugeführt werden. Der Begriff wird hier also fachlich falsch eingesetzt. Wir empfehlen stattdessen den Hinweis auf die problematischen hochwachsenden Kulturen wie z. B. Mais, Sonnenblumen, Miscanthus oder Agrarholzflächen im Kurzumtrieb.

II.1.8.3.5 Umsetzungsoptionen

Die praktische Umsetzung kann aktuell über verschiedene Förderprogramme des Landes RLP und über ein Ökokonto als produktionsintegrierte Maßnahmen finanziert werden. Im Folgenden werden die einzelnen Werkzeuge für eine Umsetzung im VSG dargestellt und für eine Aktivierung empfohlen.

II.1.8.3.5.1 Werkzeug: Natura 2000-Projekt

Förderung: EULLa (Förderprogramm des Landes zu Agrarumweltmaßnahmen)

Bewilligung: SGD Süd / Biotopbetreuer

Eine grundlegende Konzepterstellung für biotopgestaltende Maßnahmen kann als Modellprojekt mit einem integrierten Monitoring mit dem Ziel der Verbesserung des Erhaltungszustandes von Tierarten innerhalb des NATURA 2000-Gebietes beantragt werden. Ein wesentlicher Teilaspekt liegt in der Analyse der Agrarstruktur und dem Aufbau einer Kommunikationsplattform, um Angebote passend auf die Betriebe zuschneiden zu können.

Ein zweites wesentliches Arbeitsfeld liegt in einem umfassenden Stoffstrommanagement der Flächen, um zum einen das Erntegut sinnvoll zu verwerten und zum anderen organische Nährstoffgaben auf die Standorte bezogen in einer Bilanz anzupassen. Da in dem Gebiet fast ausschließlich Marktfrüchte produziert werden und keine nennenswerte Tierhaltung stattfindet, muss eine energetische Verwertung und zum anderen Gründüngung zum Humusaufbau der Standorte als Optionen berücksichtigt werden. Das Material kann als Teilstrom in den Aufbau einer Biogasanlage eingebracht werden. Diese Kreislaufwirtschaft ist ein grundlegendes Ziel eines tragfähigen Konzeptes.

Eine Differenzierung der Nutzung und Anpassung an Brut- und Rastzeiten der wichtigsten Indikatorarten ist die Grundlage für die Landnutzung (s. Abbildung 160). Die Abbildung zeigt das grundlegende Vorgehen. Ziel ist die Abstimmung der Kulturen auf die Rast- und Setzzeiten der Leitarten.

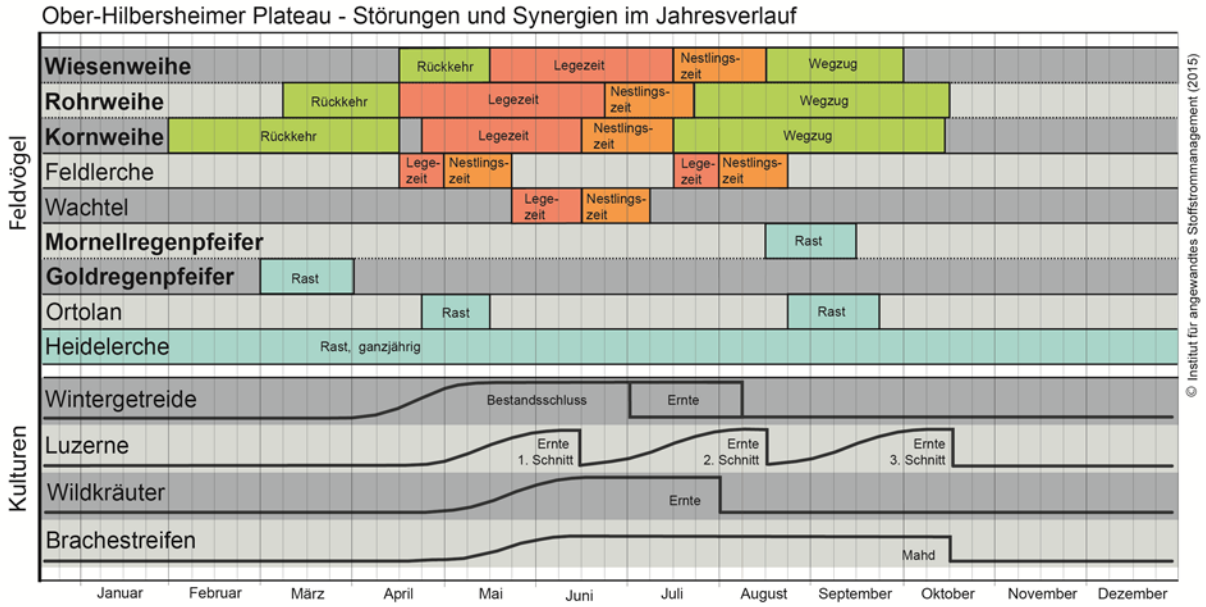


Abbildung 160: Kombination von Landnutzungssystemen und Vogellebensraumansprüchen
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.8.3.5.2 Saum- und Bandstrukturen (EULLa)

Förderung: EULLa (Förderprogramm des Landes zu Agrarumweltmaßnahmen)

Bewilligung: SGD Süd / Biotopbetreuer

Folgende Rahmendaten werden durch das Programm vorgegeben und müssen in das Konzept eingepasst werden:

- Finanzielle Förderung von 390 – 1.000,- € ha^{-1} a^{-1}, u. a. abhängig von der EMZ
- Ansaat verschiedener Wildkrautmischungen
- 5-20 m breite Streifen; in Ausnahmen auch Schläge bis max. 1 ha
- Antragsteller: Landwirt/Bewirtschafter
- Mahd von max. 70 % der Fläche ab 15.07.
- Abfuhr und Bereitstellung von Biomasse
- 5 Jahre Laufzeit

II.1.8.3.5.3 Greening/Ökologische Vorrangflächen

Anderweitige Verpflichtungen aus der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU (GAP) müssen durch den Landwirt über eine Aktivierung der Flächenprämie ausgeführt werden. Das sog. Greening wird als Teilkomponente dieser Flächenprämie jährlich ausgeführt:

- Umsetzung auf mind. 5 % der Ackerfläche für Ackerbaubetriebe
- Anbau stickstoffbindender Pflanzen (z. B. Luzerne); 1- oder mehrjährig, Gewichtungsfaktor 0,7
- Ackerbrachen (schlagbezogen); 1- oder mehrjährig, Gewichtungsfaktor 1
- Feldränder (1-20 m breit); Gewichtungsfaktor 1,5
- Ggf. Abfuhr und Bereitstellung von Biomasse

II.1.8.3.5.4 Produktionsintegrierte Kompensation im Rahmen der Eingriffsregelung (PIK)

Das dritte Umsetzungswerkzeug teilt sich auf in das kommunale Ökokonto und in die Aktivierung von landesweit anfallenden Ersatzgeldern über die Stiftung Natur und Umwelt Rheinland-Pfalz.

Die Maßnahmen müssen die beiden vorgenannten Werkzeuge ergänzen und lassen individuelle Konzepte auch auf wechselnden Flächen zu. Gleiches gilt für die Ermittlung der Kompensationszahlungen. Es werden privatrechtliche Verträge mit den Bewirtschaftern abgeschlossen, die Festlegungen zu Laufzeit, Flexibilität, Bewirtschaftungsauflagen und Monitoring enthalten. Die Untere Naturschutzbehörde muss als Genehmigungsbehörde diesen Maßnahmen zustimmen. Eine grundsätzliche Bereitschaft ist dazu in ausführlichen Gesprächen vereinbart worden.

Das Ökokonto kann auch zur Bevorratung von Maßnahmen für zukünftige Eingriffe eingesetzt werden. Insbesondere bei den 10 geplanten Baugebieten in der VG macht eine gemeinsame Konzeption besonderen Sinn, um bekannte Ineffizienzen auflösen zu können.

Im Rahmen eines Ökokontos kann der Kauf eines auslaufenden Betriebes auf dem Ober-Hilbersheimer Plateau eine zielführende Maßnahme sein. Dabei kann auch die Gemeindegrenze überschritten werden und sollte selbstverständlich eine Absprache mit benachbarten Kommunen erfolgen. Es kann so auch ein gemeinsames interkommunales Ökokonto aufgebaut werden.

II.1.8.3.6 Fazit

Dieses Next-Practice-Projekt kombiniert verschiedene Bausteine neu zu einer Gesamtstrategie und löst damit bekannte Defizite in der Konzeption und Zusammenarbeit zwischen Landwirtschaft, Naturschutz und kommunaler/überörtlicher Verwaltung auf. Das örtlich verbreitete Bild des „Naturschutzes“ wandelt sich vom „Bremser“ zum „Angebots-Naturschutz“. So entsteht ein aus betrieblicher Sicht ernstzunehmender örtlicher Markt, der verlässlich und belastbar ist. Die Freiwilligkeit ist primäre Maxime der hier vorgeschlagenen kooperativen Zusammenarbeit. Es werden folgende Handlungsfelder miteinander verbunden:

- Einsatz neuer Landbaustrategien im Einklang mit den Bedürfnissen des Arten- und Biotopschutzes
- Einsatz neuer Werkzeuge für ökonomische und ökologische Optimierungen in der Landnutzung (z. B. PIK, erfolgreiche Umsetzung von Kompensationsmaßnahmen, Biomassenutzung, Kreislaufwirtschaft)
- Ausschöpfung von Synergieeffekten im Kontaktbereich von Umweltschutz, Landwirtschaft und Kommune
- Der Aufbau eines Ökokontos als kostengünstiges und effektives Steuerungsinstrument der Kommune bei der Umsetzung von Bauleitplänen und Infrastrukturmaßnahmen
- Kommunal gesteuerte Umsetzung europäischer Richtlinien mit Naturschutzaspekten (VSG) durch Nutzung europa- und landesweiter Förderungs- und Steuerungsinstrumente
- Einbau der Maßnahmen in eine kommunale Kreislaufwirtschaft

II.1.8.4 Vom Wertstoffhof zum Ressourcenzentrum

Autoren: Andreas Klein, Mike Speck, Joachim Böttcher, Dominic Scheer

II.1.8.4.1 Zielsetzung

Vor dem Hintergrund einer emissionsfreien Kommune stellt die Kreislaufführung von Wertstoffen eine signifikante Stellschraube zum Erreichen von Klimazielen sowie der Erschließung übergeordneter Synergien dar. Der Paradigmenwechsel der entsorgungsorientierten Abfallwirtschaft hin zu einer versorgungsorientierten Ressourcenwirtschaft kann dabei als Plattform für zahlreiche Aktivitäten auch aus anderen Bereichen dienen. Ein Ressourcenzentrum, das derartige Aktivitäten bündelt, kann demnach als Keimzelle einer nachhaltigen Regionalentwicklung wirken.

Durch die bundesweit etablierten Entsorgungswege und -strukturen, welche im Großen und Ganzen häufig immer noch auf End-of-Pipe-Lösungen bei der Entledigung von Abfällen beruhen, werden die in den Kommunen gesammelten Abfälle zentralen Verwertungs-/Entsorgungsanlagen zugeführt. Diese Vorgehensweise stellt einen nicht außer Acht zu lassenden Abfluss (Verlust) von Geldwerten dar. Zudem werden durch die Transporte erhöhte Emissionen an Treibhausgasen freigesetzt, welche sich wiederum negativ auf die Klimabilanz der Kommunen auswirken. In diesem Kontext stellt sich die Frage, ab welchen Mengen eine effiziente Verwertung möglich ist und somit ob dies auf kommunaler Ebene umsetzbar ist oder ob auf eine höhere Verwaltungsebene zurückgegriffen werden muss. Auf alle Fälle kann und sollte die Kommune (hier VG) eine bedeutende Rolle bei der nachhaltigen Bewirtschaftung von Sekundärressourcen spielen. Die getrennte Erfassung von Bioabfällen, Wertstoffen und Restabfällen führt zu einer relativ sortenreinen Sammlung, jedoch ist die Bereitschaft der Bürger zur getrennten Sammlung abhängig von monetären aber auch von ideellen Anreizen. Auch hier ist die Kommune als Kommunikator bedeutend.

Ziel des Vorhabens ist es, Ressourcenströme in den Kommunen zu bündeln und durch effiziente Verwertungsmethoden möglichst vor Ort zu verwerten und damit einen finanziellen und ökologischen Mehrwert für die Kommune zu generieren. Die dadurch erzielten Einnahmen sollen zum einen die monetären Investitionen – zumindest teilweise – refinanzieren, und zum anderen soll durch die Integration der Ressourcenschonung und Wiederverwertung von Wertstoffen das Bewusstsein der Bürger geschärft und die Idee der regionalen Kreislaufwirtschaft in das soziale Bewusstsein der Kommune getragen werden. Ein Einschleifen der kommunalen Rohstoff- und Energiepotenziale in eine regionale Nutzungs- und Wertschöpfungskaskade stellt ein in naher Zukunft vorstellbares Lenkungsinstrument für die regionale Abfall-/Kreislaufwirtschaft dar.

Eine Option zur Bündelung derartiger Ansätze auf kommunaler Ebene stellt ein erweitertes und integriertes Ressourcenzentrum dar. Grundsätzlich stellt das Ressourcenzentrum ein in sich geschlossenes, jedoch jederzeit erweiterbares modulares System zur regionalen Stoffstromlenkung dar. Wie bereits beschrieben, sollen die in der Kommune anfallenden Ressourcen möglichst in der Kommune genutzt werden. Erst wenn dies technisch und/oder wirtschaftlich nicht darstellbar ist, wird eine Nutzung oder Verwertung außerhalb der Kommune angedacht. Hierbei sollen Synergien zwischen den einzelnen Aufbereitungsverfahren aufgedeckt und ausgebaut werden. Das Ressourcenzentrum erlaubt und erfordert auch die enge Kooperation mit den Themenbereichen der anderen Teilprojekte. Weiter ist eine soziale und gesellschaftliche Integration des Ressourcenzentrums vorgesehen, um eine größtmögliche Akzeptanz in der Bevölkerung zu erreichen.

Das Ressourcenzentrum bietet ein modular auf jede Kommune anpassbares Konzept, welches sich ohne Weiteres um neue Ansätze erweitern lässt. Generell soll das Ressourcenzentrum energetisch wie finanziell möglichst autark betrieben werden. Dies soll durch Nutzung der in der Kommune vorhandenen Ressourcen durch Vermarktung und energetische Verwertung sichergestellt werden. Die erzeugten Produkte sollen möglichst in der Kommune zum Einsatz kommen. Daher sollen Optionen zur kommunalen Vermarktung an die Bürger (z. B. Kompost, Terra Preta oder Holzprodukte) sowie an lokale Firmen überprüft und die Produktpalette daran angepasst werden. Im Projektverlauf wurde gemeinsam mit den beiden Verbandsgemeinden Teilprojekt-übergreifend eine Maßnahmen- bzw. Modulliste erarbeitet (vgl. Abbildung 161). Die Kommunen haben hier ihre spezifischen Vorstellungen eingebracht. Diese Module wurden den einzelnen Teilprojekten zugeordnet und hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Machbarkeit überprüft und in entsprechende Datenblätter überführt.

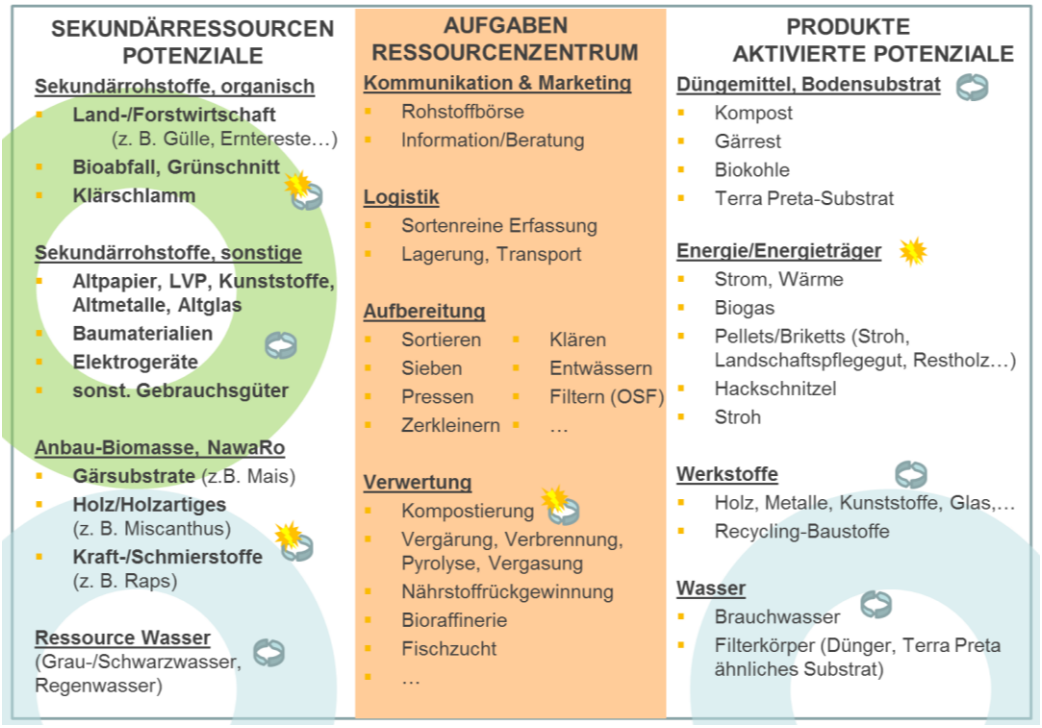


Abbildung 161: Mögliche Bestandteile des Ressourcenzentrums
Quelle: IfaS 2014

II.1.8.4.2 Bestandteile eines Ressourcenzentrums (Module)

Entsprechend der Abfallhierarchie des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) wird auch bei dem Next-Practice-Projekt Ressourcenzentrum eine **Vermeidung von Abfällen** als erste Priorität gesehen. Durch gezielte Informationsangebote sowie eine **Tauschbörse für Gebrauchtgegenstände** soll die Abfallgenerierung in der Kommune auf ein Minimum reduziert werden. Zudem könnte bspw. in der Verbandsgemeinden Rockenhausen ein bereits **bestehender Second-Hand-Laden** [WEBSITE ANDERKAUF] mit einbezogen werden. Auf diese Weise werden Ressourcen besser genutzt, Abfälle vermieden und Geld gespart. Zur Förderung eines nachhaltigen Konsums wurden bereits einige Initiativen zum Tauschen und Leihen von Konsumgütern gegründet wie bspw. der Leihladen „Leila“ in Berlin. [WEBSITE LEILA BERLIN] Eine vergleichbare Leihplattform kann auch in das Ressourcenzentrum integriert werden. Eine moderne Form sind Online-Plattformen, die als „digitale Regale“ einen Leih- und Tauschservice für Gegenstände aller Art anbieten (vgl. hierzu auch die Ausführungen in Kapitel II.1.6.5.4).

Der AWB Mainz-Bingen hat zur Förderung der Abfallvermeidung kürzlich eine kostenlose nicht kommerzielle Online-Gebrauchtwaren-Börse [WEBSITE MAINZ-BINGEN] eingerichtet, die bisher gut von den Bürgern angenommen wurde. [AWB MAINZ-BINGEN 2015] Die Bürger haben damit die Möglichkeit kostenlos gut erhaltene Gebrauchtgegenstände (wie z. B. Möbel, Elektrogeräte etc.) mit Mitbürgern zu tauschen, zu verschenken und danach zu suchen.

Zur Information der Bürger über eine sinnvolle Verwertung und den Weiter- und Wiedergebrauch von Gebrauchsgegenständen soll ein am Standort integriertes **Informationszentrum** dienen. Da der ggf. vorhandene Gebäudebestand in das Konzept integriert werden soll, böte sich eine Nutzung der Räume durch das Informationszentrum an. Die Gebäude sollen zu diesem Zweck auf einen energetisch und Gebäudetechnisch aktuellen Stand gebracht werden.

Die im KrWG vorgesehene Vorbereitung zur Wiederverwendung soll durch ein **Reparaturcafé** sowie einen **Reparaturservice für kleine Reparaturen** sichergestellt werden. In Deutschland und auch international existieren bereits an mehreren Orten sog. „Repair Cafés". [WEBSITE REPAIR CAFE] Auf ehrenamtlichen Treffen können Besucher ihre defekten Geräte wie z. B. elektrische Geräte, Möbel, Fahrräder, Textilien etc. zur Reparatur bringen. Den Teilnehmern wird fachmännische Unterstützung sowie Werkzeug und Material für alle möglichen Reparaturen angeboten. Unterstützung bei der Realisierung eines „Repair Cafés" bietet das Netzwerk Reparatur-Initiativen. [WEBSITE ANSTIFTUNG] Weiterhin gibt es in Deutschland einen Verbund Offener Werkstätten. [WEBSITE OFFENE-WERKSTÄTTEN]

Den Kern des Ressourcenzentrums soll ein Wertstoffhof nach „klassischem" Vorbild bilden (vgl. Abbildung 162). Dieser soll die in der Kommune anfallenden (Abfall-)Ressourcen bündeln und als Verteilzentrum an die einzelnen Module dienen. Die im Wertstoffhof angenommenen Abfälle werden möglichst getrennt gesammelt bzw. sortenrein getrennt. Die Fraktionen der **Metalle, Kunststoffe, Glas** und **Papier** sollen möglichst gewinnbringend als Sekundärressource in den produzierenden Sektor vermarktet werden. Abfallfraktionen wie **Restmüll** und **Leichtstoffverpackungen** werden zwar ebenfalls auf dem Wertstoffhof gesammelt, jedoch aufgrund des hohen Sortieraufwandes (z. B. Trennung der LVP-Komponenten) außerhalb der Kommune verbracht und dort aufbereitet. Angedienter Bauschutt soll zu Recyclingmaterial aufbereitet werden. Noch intakte Materialien aus dem Rückbau von Gebäuden sollen über eine Second-Hand-Vermarktung in die Wiederverwendung überführt werden.

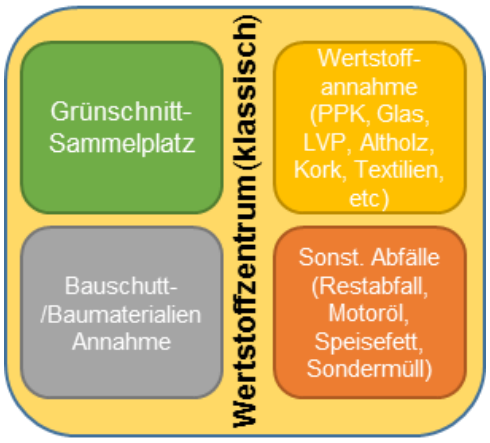


Abbildung 162: Klassisches Wertstoffzentrum
Quelle: Eigene Darstellung

Eine bedeutende und interessante Stoffgruppe bilden die organischen Abfälle und Reststoffe, da hier ein Teilprojekt-/ Sektor-übergreifender Ansatz verfolgt werden kann. Die organischen Reststoffe unterteilen sich in Bioabfälle aus der **Biotonne**, **Grüngut** sowie Reste aus der **Land-und Forstwirtschaft**. Bei organischen Abfällen ist eine Nutzung in Kaskaden bspw. durch die Produktion von Biogas oder Biokohle mit anschließender stofflichen und energetischen Verwertung anzustreben. Beispielsweise ist bei der energetischen Nutzung mit Biogasproduktion von keiner nachteiligen Beeinflussung der Qualitäten in der stofflichen Nutzung (Kompostierung, Biokohlenutzung) auszugehen.

Bioabfälle sollten wie oben beschrieben zunächst zur energetischen Verwertung einer **Biogasanlage** zugeführt werden. Bioabfälle besitzen eine recht hohe Gasausbeute von bis zu 120 Nm³/Mg FM. Bei der Vergärung wird neben anderen Unterscheidungskriterien i. d. R. zwischen der Nass- und der Trockenfermentation unterschieden. Durch eine Nachrotte im Anschluss an die Fermentation wird das Substrat hygienisiert und ein hochwertiger Kompost erzielt. Die Potenziale der Bioabfälle können ggf. mit Biomassen aus dem Bereich der Landwirtschaft ergänzt werden. Darüber hinaus stellen Klärschlämme sowie organische Reststoffe aus dem Gewerbe weitere interessante Stoffströme dar, die unter Umständen gemeinsam verwertet werden können. Die Entscheidung zwischen Nass- und Trockenfermentation hängt von dem gewählten/zur Verfügung stehenden Inputmix ab. Sollte eine energetische Verwertung aus wirtschaftlichen Gründen oder wegen zu geringer Inputströme nicht zustande kommen können, stellt die **Kompostierung**, also rein stoffliche Verwertung, eine weitere Option dar.

Grüngut kann grundsätzlich mit vergoren werden oder als Strukturmaterial erst der Nachrotte zugeführt werden. Hierbei kommt es v. a. auf die Qualität des Grünguts (Holzanteil) und dessen Gasertrag an. Durch die hohe Störstoffbelastung des Grüngutes (Sand, Holzanteile) wird von der Nutzung in einer Nassfermentation i. d. R. abgesehen. Der krautige Grüngutanteil verfügt über einen spezifischen Gasbetrag von ca. 80 Nm³ Biogas pro Tonne Frischmasse. Der Holzanteil kann energetisch verwertet werden oder zur Biokohleproduktion herangezogen werden.

Im Hinblick auf die beiden Verbandsgemeinden ist anzumerken, dass die im Donnersbergkreis gesammelten Bioabfälle sowie das anfallende Grüngut bereits im Biomassekraftwerk Enkenbach-Alsenborn bzw. durch die ZAK (Zentrale Abfallwirtschaft Kaiserslautern) in Kaiserslautern energetisch und stofflich genutzt werden. Im Landkreis Mainz-Bingen wurde bis 2015 ebenfalls Biomasse durch die Biomasseanlage in Essenheim verwertet, welche momentan aufgrund eines Brandschadens außer Betrieb ist. Im Hinblick auf eine Steigerung des Mehrwertes in der Kommune sollte über eine dezentralere Nutzung der Biomasse in den Kommunen nachgedacht werden.

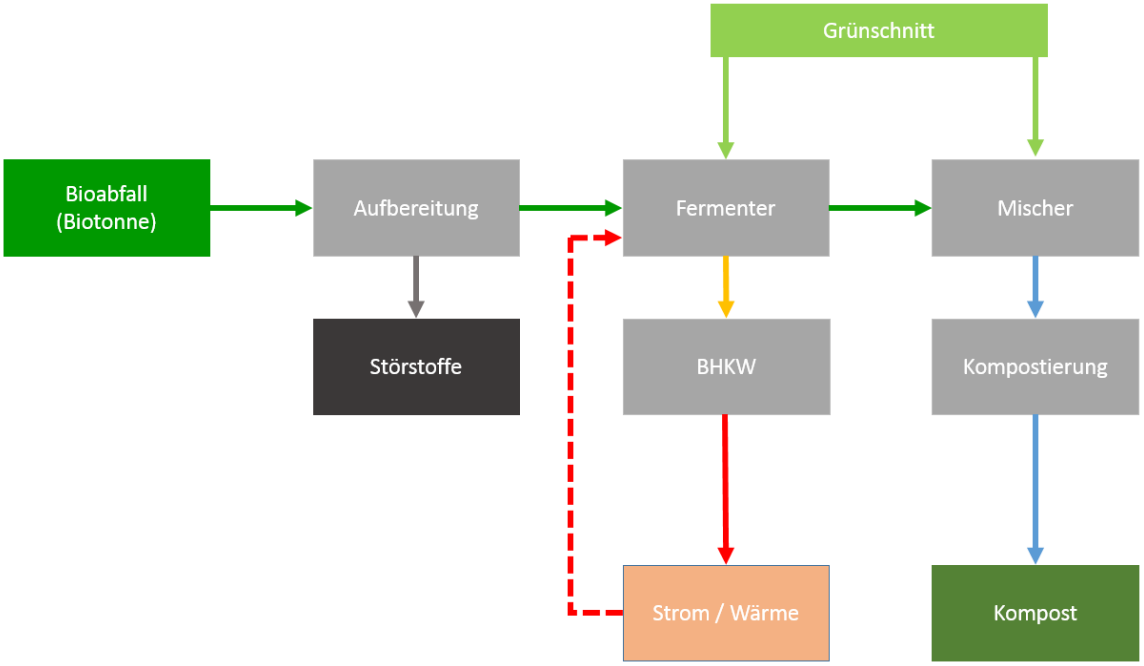


Abbildung 163: Möglichkeit der Nutzung von Grüngut in einer Vergärungsanlage
Quelle: Eigene Darstellung

Holzige Materialien wie holziges Grüngut, unbehandeltes Restholz aus der Holzverarbeitung sowie Hölzer aus dem Forst und von Kurzumtriebsflächen können zu hochwertigen Brennstoffen wie Holzhackschnitzel, Pellets oder evtl. Scheitholz verarbeitet und vermarktet werden. Sofern im Ressourcenzentrum oder im nahen Umfeld ein gesteigerter Wärmebedarf besteht, kann das Holz bspw. unter Verwendung einer Holzhackschnitzelfeuerung verwertet werden.

Eine weitere Möglichkeit der Verwertung stellt die **Pyrolyse** der organischen Substrate zu Biokohle und einer Heizwertreichen Gasphase dar. Hier könnte ebenfalls der in der Kläranlage anfallende Klärschlamm zu Biokohle verarbeitet werden. Die entstehende Biokohle könnte (je nach Schadstoffgehalt) daraufhin zur Produktion eines **Terra-Preta ähnlichen Substrates** oder zur allgemeinen Bodenverbesserung genutzt werden.

Die **Verwertung von Klärschlamm** stellt einen weiteren Baustein des Ressourcenzentrums dar. Neben der Klassischen Verbrennung bietet sich hier eine Pyrolyse in einer (zur Pyrolyse von anderer Biomasse separaten) Pyrolyseeinheit an. Die erzeugte Klärschlammasche kann, je nach Schadstoffbelastung, als Dünger verwendet oder einer Phosphatrückgewinnung zugeführt werden.

Das Ressourcenzentrum soll möglichst energieautark arbeiten können. Daher ist vorgesehen, **Photovoltaikmodule** auf den Dächern der Gebäude zu installieren. In Abhängigkeit der generierten elektrischen Energie können auch innovative Formen der Energiespeicherung zum Einsatz kommen. Zu nennen sind hier bspw. **Power-to-Heat** zur Nutzung des erzeugten Stroms als Wärmeenergie oder eine **Power-to-Gas** Anlage zur Speicherung volatiler Strommengen.

Wenn die Gegebenheiten vor Ort die Integration weiterer erneuerbarer Energien erlauben (Wasserkraft, Geothermie, Windkraft, …), sollten diese ebenfalls umgesetzt und integriert werden.

Soziale Module

Wie bereits beschrieben, können in der Kommune bereits etablierte soziale Einrichtungen (direkt und/oder indirekt) in das Konzept eingebunden werden. So kann bspw. durch die Nutzung der (de-

zentral) erzeugten Energie (Wärme, Strom) die Heiz- und Wärmebedarfe verschiedener kommunaler und sozialer Einrichtungen gedeckt werden. Als weiteres Beispiel dient die Integration von **Behindertenwerkstätten** oder ehrenamtlicher Tätigkeiten in die **Wiederaufbereitung von Gebrauchtgegenständen** wie Möbel oder Haushaltsgeräten, welche danach wiederverkauft werden können.

Die Nutzung von im Ressourcenzentrum produzierten Komposten in einem **Schaugarten/Gemeinschaftsgarten** stellt eine weitere Möglichkeit zur aktiven Integration engagierter Bürger dar. Hierdurch lässt sich ggf. ein Bewusstsein für die Thematik der Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit schaffen und die regionalen Märkte und Verwertungsstrukturen werden gestärkt. So erzeugte Lebensmittel (Obst und Gemüse) können entweder durch die aktiv teilnehmende Bevölkerung genutzt oder an die Tafel gespendet werden.

II.1.8.4.3 Ausgangslage in den Verbandsgemeinden

Die im Projektverlauf für die Kommunen ermittelten Mengenpotenziale im Bereich der Abfallwirtschaft konnten aufgrund der Zuständigkeiten meist nur über spezifische Werte des Landkreises ermittelt werden. Erhebungen auf Ebene der Verbandsgemeinden waren lediglich für Grüngut (nur Rockenhausen) und Klärschlamm möglich. Dementsprechend ist eine genaue Differenzierung der Aufkommen an Abfällen aus Haushalten kaum möglich.

Das Ziel einer möglichst emissionsfreien Kommune kann nur unter Berücksichtigung der Abfall- und Ressourcenströme erreicht werden. Die lokale Wertschöpfung innerhalb der Kommunen fördert im höchsten Maße die Akzeptanz der Abfall-/Kreislaufwirtschaft bei den Bürgern, sodass eine soziale Identifikation mit den in der Kommune erzeugten und von außen eingebrachten Ressourcen entsteht.

In den beiden Verbandsgemeinden werden bereits relativ hohe spezifische Sammelmengen erreicht, sodass auf eine gute Grundlage an bereits erfassten Mengenströmen zurückgegriffen werden kann. Jedoch müsste für eine regionale Stoffstromlenkung die Zuständigkeit von den Landkreisen als örE zu den Kommunen transferiert werden (vgl. Teilprojekt 7). Die lokalen Ressourcenpotenziale werden momentan fast ausschließlich außerhalb der Kommunen genutzt.

II.1.8.4.3.1 Stoffströme der VG Rockenhausen

Die VG Rockenhausen hat im Jahr 2012, wie der gesamte Donnersbergkreis, die Energietonne (Biotonne) eingeführt. Diese wird allerdings laut lokaler Pressemitteilungen von der Bevölkerung, v. a. aus hygienischen Gründen wie Madenbefall nicht immer gut angenommen. Jedoch konnte im Jahr 2013 bereits eine Sammelmenge von 65,3 kg/E*a an Biogut erzielt werden. Das Potenzial der Bioguterfassung wird in den nächsten Jahren als steigerungsfähig angesehen. Dagegen ist die spezifische Erfassung von Grüngut in Rockenhausen mit 214 kg/E*a im Vergleich zum restlichen Landkreis und ähnlich strukturierten Landkreisen in Rheinland-Pfalz bereits überdurchschnittlich, sodass keine Mengensteigerungen zu erwarten sind. Nachholbedarf besteht v. a. in der Sammlung der Kunststoffe und Metalle, bei denen ein höheres Potenzial erreichbar erscheint (vgl. hierzu die Ausführungen in Kapitel II.1.5.3.7 und II.1.7.4).

Tabelle 125: Abfall und Wertstoffpotenziale in der VG Rockenhausen
Quelle: Eigene Darstellung

Ressourcen	Angefallene Mengen in der VG. [Mg/a]	Spezifisches Mengenaufkommen. [kg pro Einwohner u. Jahr]
Bioabfall (2013)	732	65,3
Grünschnitt (2012)	2.400	214,1
- Krautartige Bestandteile	1.084	96,7
- Holzartige Bestandteile	542	48,4
Altpapier (PPK)	1.066	95,1
Altglas	293	26,1
Leichtverpackungen (LVP)	402	35,9
Kunststoffe	7,2	0,6
Altmetalle***	1,5	0,1
Altholz**	326	29,1
Sonstige Wertstoffe****	19,6	1,7
Elektro(-nik)altgeräte	115	10,3
Bau- und Abbruchabfälle	24.836	2.215,9
Klärschlamm	2.010	179,3

* Annahme: ca. 2/3 der Masse an vergärbaren Substraten und ca. 1/3 der Masse an holzartigen Materialien; ** Grüngut aus direkten Mengenermittlungen auf den Sammelplätzen der VG; *** einschl. der Wertstoffanteile aus dem Sperrmüll; **** Altreifen, Alttextilien, Kork

II.1.8.4.3.2 Stoffströme der VG Sprendlingen-Gensingen

Im Landkreis Mainz-Bingen und somit in der VG Sprendlingen-Gensingen, hat sich bereits eine gute Sammel- und Trennkultur etabliert. Im Vergleich mit spezifischen Sammelmengen [ABFALLBILANZ 2012] auf Bundesebene liegt die VG bzw. der Landkreis [LANDESABFALLBILANZ 2013] bereits auf hohem Niveau (vgl. Tabelle 126).[60]

Die bestehenden Potenziale können Kapitel II.1.5.3.7 und II.1.7.4 entnommen werden.

[60] VHE: Bio-und Grünschnitterfassung in Deutschland, kartenmäßige Darstellung der kommunal erfassten Mengen an Bioabfällen in Bezug zur Einwohnerdichte

Tabelle 126: Abfall-und Wertstoffpotenziale der VG Sprendlingen-Gensingen 2010
Quelle: Eigene Darstellung

Ressourcen	Angefallene Mengen in der VG. [Mg/a]	Spezifisches Mengenaufkommen. [kg pro Einwohner u. Jahr]
Bioabfall	1.147	82,1
Grünschnitt	1.820	130,2
- Krautartige Bestandteile	1.213	86,8
- Holzartige Bestandteile	607	43,4
Altpapier (PPK)	1.410	100,9
Altglas	514	36,7
Leichtverpackungen (LVP)	561	40,1
Kunststoffe	62,2	4,4
Altmetalle***	63,1	4,5
Altholz**	455	32,5
Sonstige Wertstoffe****	315	22,5
Elektro(-nik)altgeräte	133	9,5
Bau- und Abbruchabfälle	30.979	2.215,9
Klärschlamm	1.986	142,1

* Annahme: ca.2/3 der Masse an vergärbaren Substraten und ca. 1/3 der Masse an holzartigen Substraten
**einschl. der Wertstoffanteile aus dem Sperrmüll
***Altreifen, Alttextilien, Kork

II.1.8.4.4 Akteure

Neben den beiden Verbandsgemeinden spielt v. a. der jeweilige Landkreis als öffentlich-rechtlicher Entsorger eine Schlüsselrolle bei der Umsetzung eines weitgefassten, integrierten Ressourcenzentrums.

Als Träger eines solchen Ressourcenzentrums wird ein Konsortium aus mehreren Akteuren gesehen bzw. erscheint die Einbindung mehrerer und unterschiedlicher Akteure interessant. Neben den schon erwähnten öffentlichen Akteuren sind hier von privater Seite v. a. Akteure aus dem sozialen Sektor zu nennen.

Im Folgenden werden die wichtigsten Akteure kurz dargestellt:

Landkreis

Der Landkreis als öffentlich-rechtlicher Entsorgungsträger verfügt über den Zugriff auf die meisten Abfallströme und somit auf die Wertstoffe, die darin enthalten sind. Somit ist die Beteiligung des Landkreises an dem Projekt mit den derzeitigen rechtlichen Rahmenbedingungen und der Organisation der Abfallwirtschaft unabdingbar.

Weiter kann der Landkreis als Multiplikator auf andere Kommunen dienen, sowie Synergien schaffen, um die Ressourcenpotenziale mehrerer Kommunen zu bündeln, falls diese für lokale Umsetzungen nicht auseichend sind.

Kommune

Die Kommune stellt die Fläche bzw. die Örtlichkeit zur Verfügung und legt den Bedarf bzw. den Umfang des Ressourcenzentrums fest (Auswahl der einzelnen Module). In Kooperation mit dem Land-

kreis erfolgt eine Koordinierung der verschiedenen Module, um eine möglichst effiziente Ausgestaltung zu erzielen.

Private Akteure

Bspw. Zoar Werkstätten für geistig und/oder seelisch behinderte Menschen in Rockenhausen

Die Zoar Werkstätten könnten als sozialer Arbeitgeber/soziale Einrichtung in das Ressourcenzentrum integriert werden. Zudem könnte durch eine derartige Kooperation eine weitere Integration der Arbeit der physisch und psychisch beeinträchtigten Menschen in die Dorfgemeinschaft erreicht werden.

Die Tafel

Durch die Weiterentwicklung bzw. die Erweiterung des Ressourcenzentrums um derartige Akteure lässt sich das bisher rein entsorgungsorientierte Ressourcenzentrum um Maßnahmen und Aktivitäten der Versorgung erweitern. Darüber hinaus kann die Tafel bspw. mit Energie versorgt werden, die bei der Verwertung der Sekundärrohstoffe entsteht bzw. die im Rahmen des Ressourcenzentrums generiert wird.

Auf kommunaler Ebene würde es sich anbieten, einen Förderverein, Genossenschaft, o. ä. zu gründen, der die sozialen Komponenten des Ressourcenzentrums koordiniert und somit aus dem rein technischen Verwertungsstandort einen Ort der ökologischen und sozialen (Weiter)Bildung und Integration zu machen.

Private Verwertungsunternehmen in den Verbandsgemeinden

Die Verwertung einiger Ressourcenströme erfolgt durch private Unternehmen auf dem Gebiet der Verbandsgemeinden. Diese sollten, wenn möglich, in das Konzept einbezogen werden.

Land- und Forstwirtschaft

Die Potenziale der in der Land- und Forstwirtschaft anfallenden Rohstoffe können ebenfalls in das Konzept des Ressourcenzentrums integriert werden. Hier wird v. a. auf ungenutzte Stoffströme abgezielt. Hierdurch können ggf. bei manchen Maßnahmen die erforderlichen Inputmengen (bspw. Biogasanlage) erreicht werden.

Schlussendlich ist die Liste der möglichen Akteure beliebig erweiterbar. Welche Akteure integriert werden können, hängt nachher von den örtlichen Gegebenheiten sowie der Ausrichtung und dem Umfang (Module) des Ressourcenzentrums ab.

II.1.8.4.5 Standorte

II.1.8.4.5.1 Mögliche Standorte in der VG Rockenhausen

In Rockenhausen stehen zwei mögliche Standorte für das Ressourcenzentrum zur Verfügung, sodass angedacht ist den technischen Teil (bspw. Pyrolyse, Biogasanlage) und den öffentlichen Teil (bspw. Bildungseinrichtungen, Werkstätten) voneinander zu trennen. Der technische Teil könnte auf dem Gelände des ehemaligen Sportplatzes verortet werden, während der öffentliche Teil in und an der Kolbenmühle in einem „saubereren Ambiente“ untergebracht werden könnte. Der Standort Kolbenmühle ist in einem relativ schlechten baulichen Zustand, sodass größere Renovierungsarbeiten zur energetischen Sanierung erforderlich sind. Danach kann die Mühle aber auch als Anschauungsobjekt zum Thema ‚Sanieren im Altbestand‘ genutzt werden. Ein weiterer Vorteil dieses Standortes ist das

noch vorhandene **Wasserrecht**, welches durch die Nutzung einer geeigneten Turbine zur anteiligen Versorgung des Ressourcenzentrums mit **Elektrizität** beitragen könnte. Beide Standorte können von den Bürgern bequem erreicht werden.

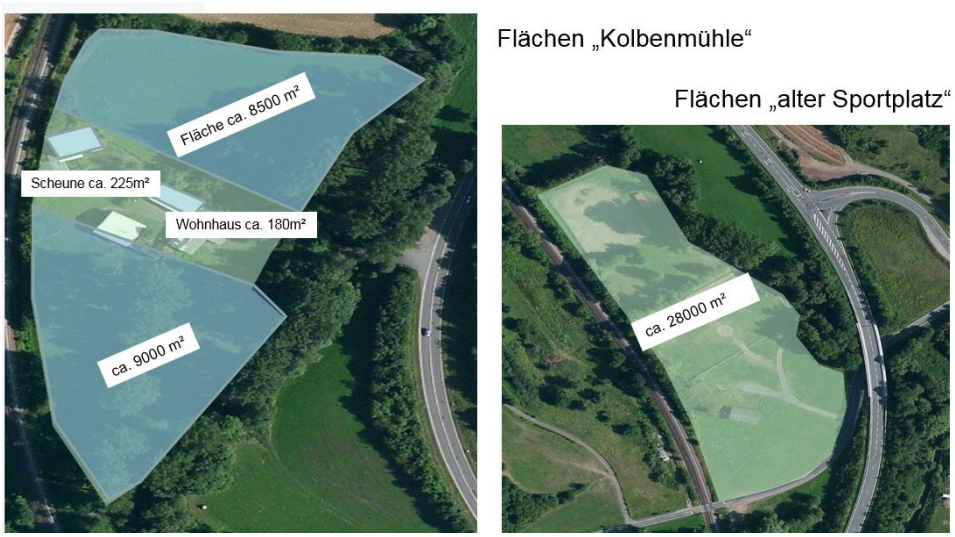


Abbildung 164: Mögliche Standorte Ressourcenzentrum in der VG Rockenhausen
Quelle: Eigene Darstellung

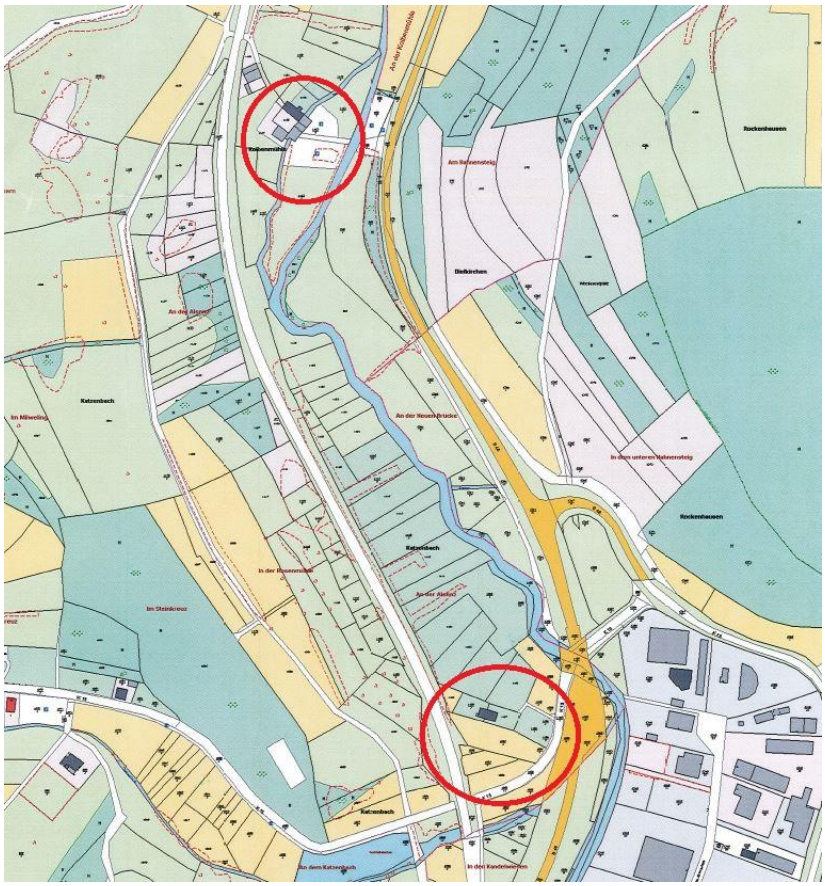


Abbildung 165: Mögliche Standorte für das Ressourcenzentrum in Rockenhausen Kolbenmühle (oben) und Sportplatz (unten)
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.8.4.5.2 Möglicher Standort in der VG Sprendlingen-Gensingen

In Sprendlingen-Gensingen steht ein Standort an der alten Kläranlage im Ortsteil Welgesheim zur Verfügung. Die dort derzeit noch in Betrieb befindliche Kläranlage wird teilweise rückgebaut und zu einem Pumpwerk umgerüstet, welches das Abwasser zur Reinigung zu einer anderen/neuen Kläranlage transportiert. Dadurch, dass einige der Becken aus Gründen der Retention bestehen bleiben müssen, ist die Flächenverfügbarkeit für das Ressourcenzentrum recht eingeschränkt.

Direkt neben diesem Standort befindet sich ein Wertstoffhof einer privaten Recyclingfirma, auf welchem die Bürger von Sprendlingen-Gensingen ihr privates Grüngut abgeben können (Kooperation mit dem Landkreis). Etwas weiter entfernt, jedoch innerhalb von wenigen Minuten mit dem Auto erreichbar, befindet sich der Wertstoffhof des Landkreises Mainz-Bingen auf der alten Kreismülldeponie.

Ob es bei der Umsetzung des Ressourcenzentrums am Standort der „Kläranlage Welgesheim“ tatsächlich zu Platzproblemen kommt, hängt maßgeblich von den Modulen ab, die an diesem Standort etabliert werden sollen. Ggf. müssen einzelnen Aktivitäten (Module) auf andere Standorte verlagert werden.

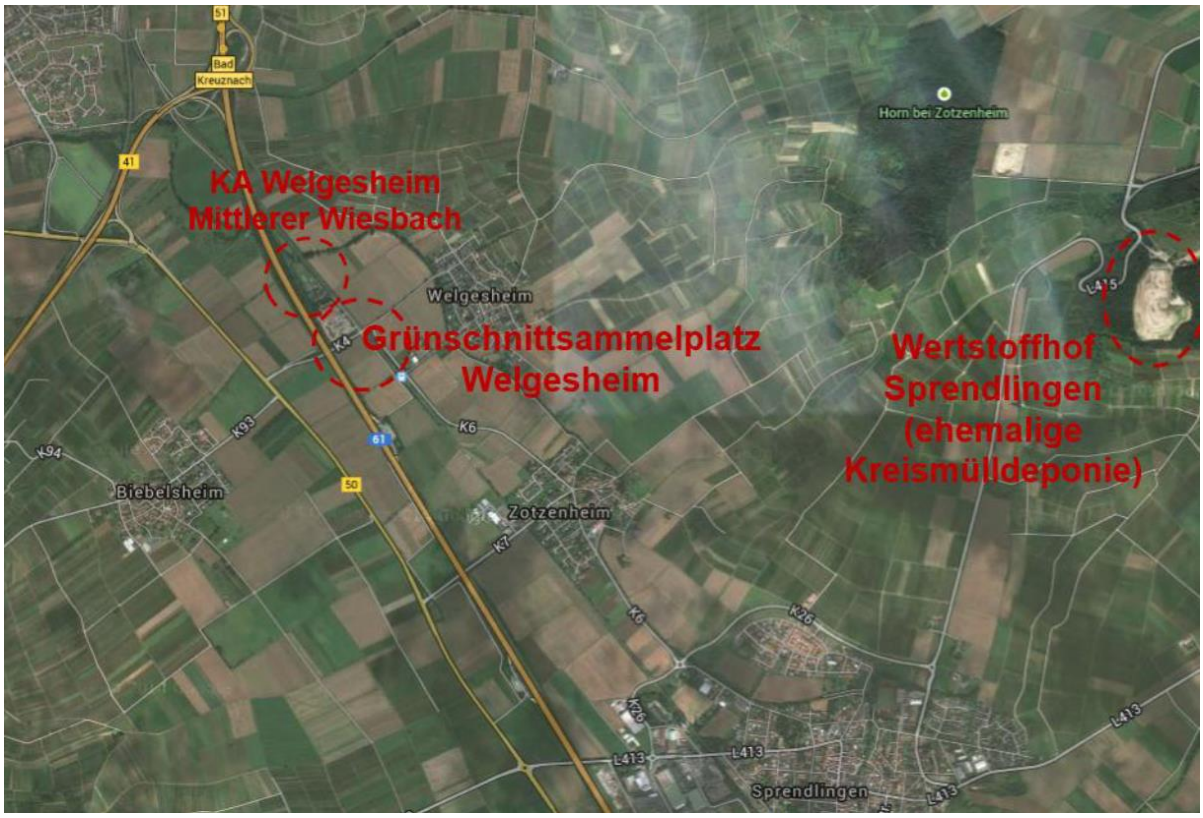


Abbildung 166: Standort KA Welgesheim, Grünschnittsammelplatz Welgesheim und Wertstoffhof des Landkreises auf der ehemaligen Kreismülldeponie
Quelle: Eigene Darstellung

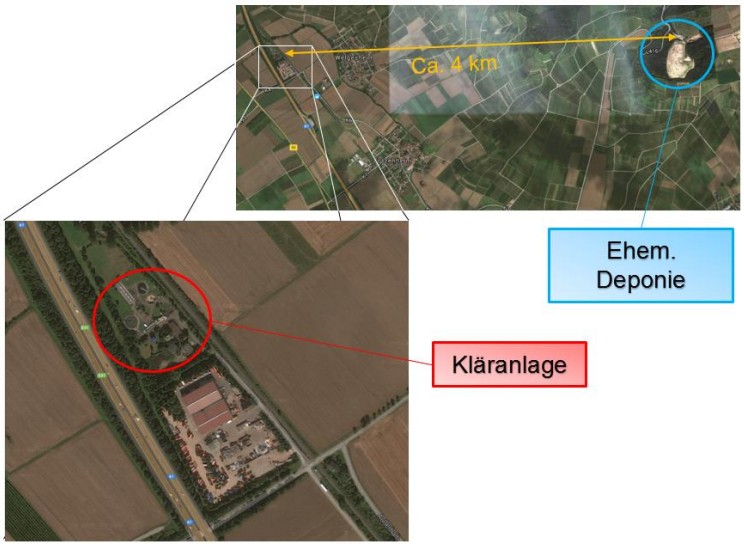


Abbildung 167: Mögliche Standorte Ressourcenzentrum in der VG Sprendlingen-Gensingen
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.8.4.6 Rechtliche Einordnung des Ressourcenzentrums

Unter rechtlichen Gesichtspunkten stellt sich die Frage, ob die anfallenden Wertstoffe überhaupt über das Ressourcenzentrum der Verbandsgemeinden erfasst und später verwertet bzw. vermarktet werden können. Rechtlich stellen sich hier in etwa die gleichen Fragen, die bereits im Zusammenhang mit dem Next-Practice-Projekt Null-Emissions-Neubaugebiet thematisiert wurden (s. II.1.11.5).

Für eine eigene Sammlung und Verwertung/Vermarktung in der VG sind die Überlassungspflichten gegenüber dem öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger sowie die daraus resultierenden Besitzverhältnisse zu klären. Nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) sind Abfälle aus privaten Haushalten dem zuständigen öffentlich rechtlichen Entsorgungsträger zu überlassen, sodass im Hinblick auf eine zu vermeidende Überlassung die Frage gestellt werden muss, ab wann die in der VG gesammelten Wertstoffe als Abfälle deklariert werden müssen. In der Rechtsexpertise „Kreislaufwirtschafts- und genossenschaftsrechtliche Fragestellungen innerhalb der Projektplanung „Null-Emissions-Wohngebiet“ durch Prof. Dr. Tomerius wird erläutert, dass sich die begriffliche und rechtliche Definition von „Abfall“ in einer Grauzone bewegt. Während die Rechtsprechung (BVerwG, EuGH) mit der Veräußerung die Abfalleigenschaft nicht als eingeschränkt oder ausgeschlossen ansieht, wird in der Literatur der Entledigungstatbestand, welcher im KrWG zur Abfalldefinition dient, bei einer Veräußerung verneint. Der Entledigungswille steht also im Zentrum der Diskussion, ob es sich bei den über das Ressourcenzentrum gesammelten Wertstoffen um überlassungspflichtige Abfälle nach KrWG handelt. Weiter führt Prof. Dr. Tomerius aus, dass nach § 17 KrWG die Besitzer von Abfällen aus privaten Haushaltungen verpflichtet sind, Abfälle (die regelmäßig bei der privaten Lebensführung in Haushalten anfallen) den nach Landesrecht zur Entsorgung verpflichteten juristischen Personen (öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger) zu überlassen, soweit sie zu einer Verwertung auf den von ihnen im Rahmen ihrer privaten Lebensführung genutzten Grundstücken nicht in der Lage sind oder diese nicht beabsichtigen. Mit dieser Regelung wird auf eine Eigenverwertung von den in den privaten Haushalten anfallenden Bioabfällen abgezielt. (s. II.1.11.5)

Durch die diffuse Rechtslage kommen laut Teilprojekt 7 – ähnlich wie bei dem Null-Emissions-Neubaugebiet – zwei gegensätzliche Möglichkeiten für eine Eigenvermarktung in Betracht:

1. *Es liegt ein Fall vor, in dem keine Überlassungspflicht von bestimmten Abfällen gegenüber dem örE besteht.*

2. *Die VG könnte durch den örE „als Dritter“ mit der Verwertung und Beseitigung beauftragt werden (§ 22 KrWG).*

Letztendlich führt dies erneut zu der Erkenntnis, dass der öffentlich rechtliche Entsorger, in diesem Fall der jeweilige Landkreis, bei der Umsetzung sowie beim späteren Betrieb der Ressourcenzentren involviert werden muss. Mit dem Einverständnis des örE steht und fällt ein Großteil der angedachten Stoffstromverlagerungen und damit viele der Verwertungsmodule. Dagegen würde es sich für die Landkreise anbieten, bestehende Synergien mit benachbarten Kommunen auszuschöpfen und so Stoffkreisläufe auf interkommunaler Ebene oder auf Landkreisebene zu schließen.

II.1.8.4.7 Konzepte des Ressourcenzentrums für die beiden Verbandsgemeinden

II.1.8.4.7.1 Konzept eines Ressourcenzentrums für die VG Rockenhausen

In der VG Rockenhausen stellt das Areal an der Kolbenmühle einen sehr gut geeigneten Standort für ein sozial integriertes Ressourcenzentrum dar. In mehreren Vorort-Terminen wurden gemeinsam mit den lokalen Akteuren folgende Module für die weitre Betrachtung ausgewählt (vgl. Abbildung 168).

Nach Rücksprache mit den Gemeindewerken wird auf technischer Ebene eine Verwertung der in der VG anfallenden organischen Ressourcen forciert. Ein besonderes Augenmerk wird hier auf die Verwertung der Klärschlämme gelegt, welche durch die gestiegenen Restriktionen in der Klärschlammverordnung sowie im Düngerecht einer Neuausrichtung bedarf. Hier wird eine Pyrolyseanlage nach dem Modell der im Ortsteil Bisterschied bereits installierten Pyrolyse-Anlage angedacht. Die entstehende Biokohle könnte nach vorangegangenen Analysen bspw. für die Produktion von Terra-Preta ähnlichen Bodensubstraten genutzt werden.

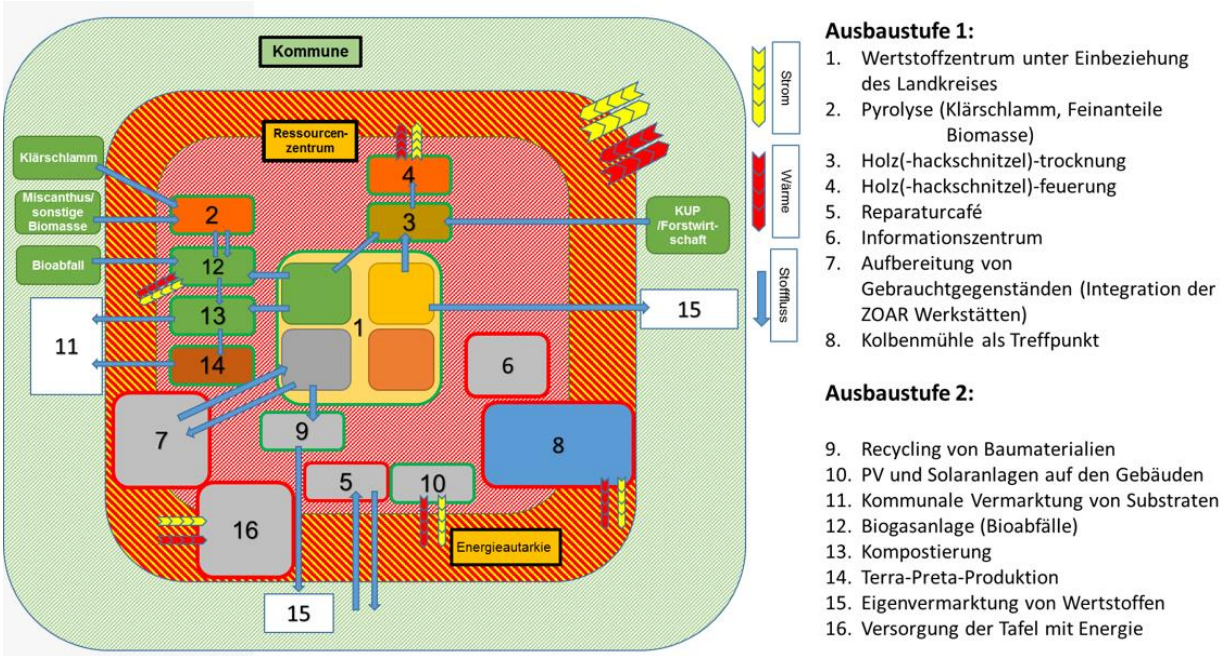


Abbildung 168: Ressourcenzentrum in der VG Rockenhausen am Standort 'Kolbenmühle'
Quelle: Eigene Darstellung

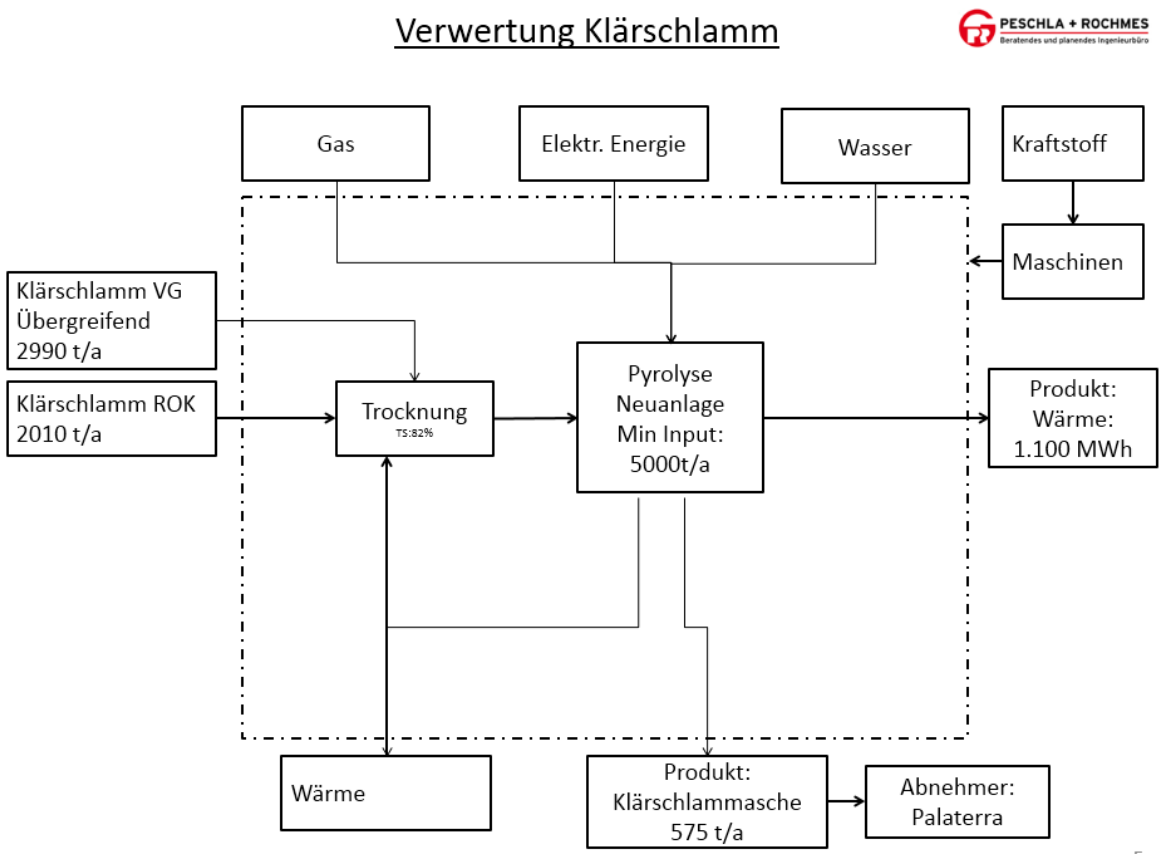


Abbildung 169: Fleißschema zur Pyrolyse von Klärschlamm
Quelle: Peschla + Rochmes, 2015

Ebenso steht die Verwertung des in der VG anfallenden Grünguts im Fokus der Betrachtung. Die energetische Verwertung des holzigen Anteils (ca. $^1/_3$ der Masse) soll hierbei über zwei Verwertungswege erfolgen. Der Großteil der Holzmassen könnte in einer Holzhackschnitzelfeuerung verwertet werden, das bei der Aufbereitung anfallende Feinmaterial könnte ebenfalls einer Pyrolyseanlage zugeführt werden. Die derzeitige Erfassung der Grüngutmengen erfolgt über drei Sammelplätze, welche die Bestimmungen der zukünftigen bundeseinheitlichen Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) nicht mehr erfüllen werden, da mit der neuen Verordnung Bioabfälle als grundsätzlich wassergefährdend eingestuft werden. Daher wird empfohlen die Sammlung von Grüngut in der Kommune auf eine Sammelstelle zu konzentrieren, die die zukünftigen Anforderungen der umweltrechtlichen Standards gewährleistet. Diese Sammelstelle kann und sollte in das Ressourcenzentrum integriert werden. Hier wird mit Augenmerk auf die AwSV eine Sickerwasserfassung (medienbeständige Oberfläche, Anschluss an das Abwassersystem) sowie für eine immissionsschutzkonforme Ausgestaltung eine Einfriedung und Eingangskontrolle, lärmgünstige Planung der An- und Abfahrwege etc. eingeplant. Da auf dem Ressourcenzentrum auch andere Abfälle gesammelt werden sollen, sind die entsprechenden immissionsrechtlichen Bestimmungen zu beachten und einzuhalten. Die einzelnen Sachverhalte sind im Zuge der Genehmigung des Ressourcenzentrums zu prüfen.

II.1.8.4.7.2 Konzept eines Ressourcenzentrums für die VG Sprendlingen-Gensingen

Ebenso wie in der VG Rockenhausen wurde auch in Sprendlingen-Gensingen in mehreren Vorort-Terminen gemeinsam mit den lokalen Akteuren die Module des Ressourcenzentrums ausgewählt (vgl. Abbildung 170).

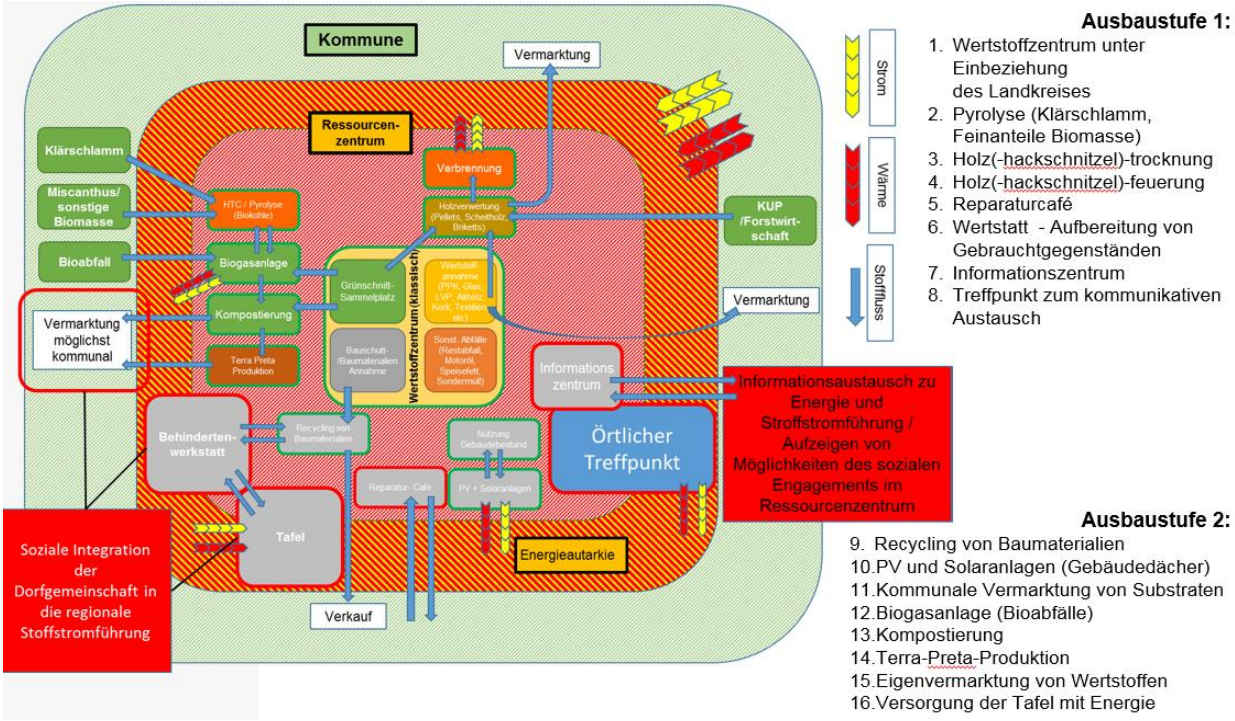


Abbildung 170: Ressourcenzentrum in der VG Sprendlingen-Gensingen
Quelle: Eigene Darstellung

Das Ressourcenzentrum umfasst bspw. eine Biomasse-Wirbelschicht Feststoffvergasungsanlage mit einer elektrischen Leistung von 400 kW zur Strom, Wärme und Pflanzenkohleproduktion. Im Gegensatz zur konventionellen Verbrennung von Biomasse, bei der lediglich Wärmeenergie erzeugt wird, entsteht bei der Vergasung der Inputstoffe ein Brenngas (Schwachgas). Mit diesem kann ein Verbrennungsmotor mit angeschlossenem Generator betrieben werden. Als Inputstoffe sind fast alle festen Biomassen mit einer Restfeuchte von max. 15 % und einer Korngröße unter 15mm geeignet. In der VG Sprendlingen-Gensingen fallen bspw. Grünschnitt und Rebholz der Weinbaubetriebe in größeren Mengen an, welche sich als Brennstoff für die Wirbelschicht-Feststoffvergasungsanlage sehr gut eignen. Ein weiteres geeignetes Brennmaterial wäre bspw. Miscanthus sinensis (Elefantengras), welches als landwirtschaftliche Dauerkultur in Verbindung mit der Bewässerung von gereinigtem Schmutzwasser angebaut werden könnte. Ebenso eignet sich Miscanthus für den Anbau auf Feuchtflächen oder Überschwemmungsgebieten.

Als Endprodukt der Wirbelschichtvergasung entsteht neben Strom und Wärmeenergie auch eine hochwertige Pflanzenkohle. Diese kann nun für die Herstellung des Humussubstrats und die OSF-Filtermischungen zur Verfügung gestellt werden. Der Strom kann ins öffentliche Netz eingespeist werden, während die Wärme zur Trocknung der Inputstoffe und zur Förderung des Fermentationsprozesses der Substrat-produktion zugeführt wird.

Die überschüssige Wärme könnte für weitere Gewerbe mit hohem Wärmeverbrauch z. B. ökologische Aquakulturen effektiv genutzt werden. Aufgrund der Neustrukturierung der Abwasserbeseiti-

gung in der VG stünde zukünftig am Standort „Mittlerer Wiesbach“ ausreichend Flächen und Anlagen für neue Nutzungen z. B. Aquakulturen zur Verfügung.

Die folgende Abbildung (Abbildung 171: Wertstoffzentrum auf der Kläranlage Mittlerer Wiesbach mit Wirbelschichtanlage, Humussubstrat-Produktion, Bodenfiltern und möglichen Flächen einer Aquakultur & Miscanthusplantage) zeigt eine schematische Darstellung eines Wertstoffzentrums, welches die Nutzung der bestehenden Gebäude und zukünftig nicht mehr benötigten Becken der Kläranlage „Mittlerer Wiesbach“ einbezieht. Alle grün unterlegten Gebäude und technischen Einheiten gehören zum Wertstoffzent-rum, welches aus einer Systemhalle für die Wirbelschichtanlage, einer Lagerhalle für Brennstoffe und den Fermentationsmieten besteht. Zudem könnte das bisherige doppelstufige Belebungsbecken zu einer Bodenfilteranlage umgerüstet werden, welche der Reinigung für die Prozesswässer der Wirbelschichtanlage und der Fermentationsanlage dienen kann.

Blau markiert sind die Anlagenbestandteile, welche zur Vorreinigung und Pufferung der Abwässer vor der zukünftigen Pumpstation genutzt werden sollen. Alle braun gekennzeichnet Flächen könnten z. B. zu einer zukünftigen Aqua-Kultur-Anlage umgerüstet werden. Hierzu bieten sich ideale Bedingungen durch die frei werdenden Becken und den Wärmeüberschuss der Wirbelschichtanlage. Im weiteren Verlauf dieser Studie wird das „Aqua-Kultur-System“ noch näher beschrieben.

Eine zusätzliche Nutzfläche ist hellgrün markiert. Hier könnte sich der Anbau von Miscanthus anbieten, welcher mit dem gereinigten Wasser aus den Bodenfiltern bewässert wird. Alternativ könnte diese Fläche auch zur Erweiterung der Aquakultur dienen.

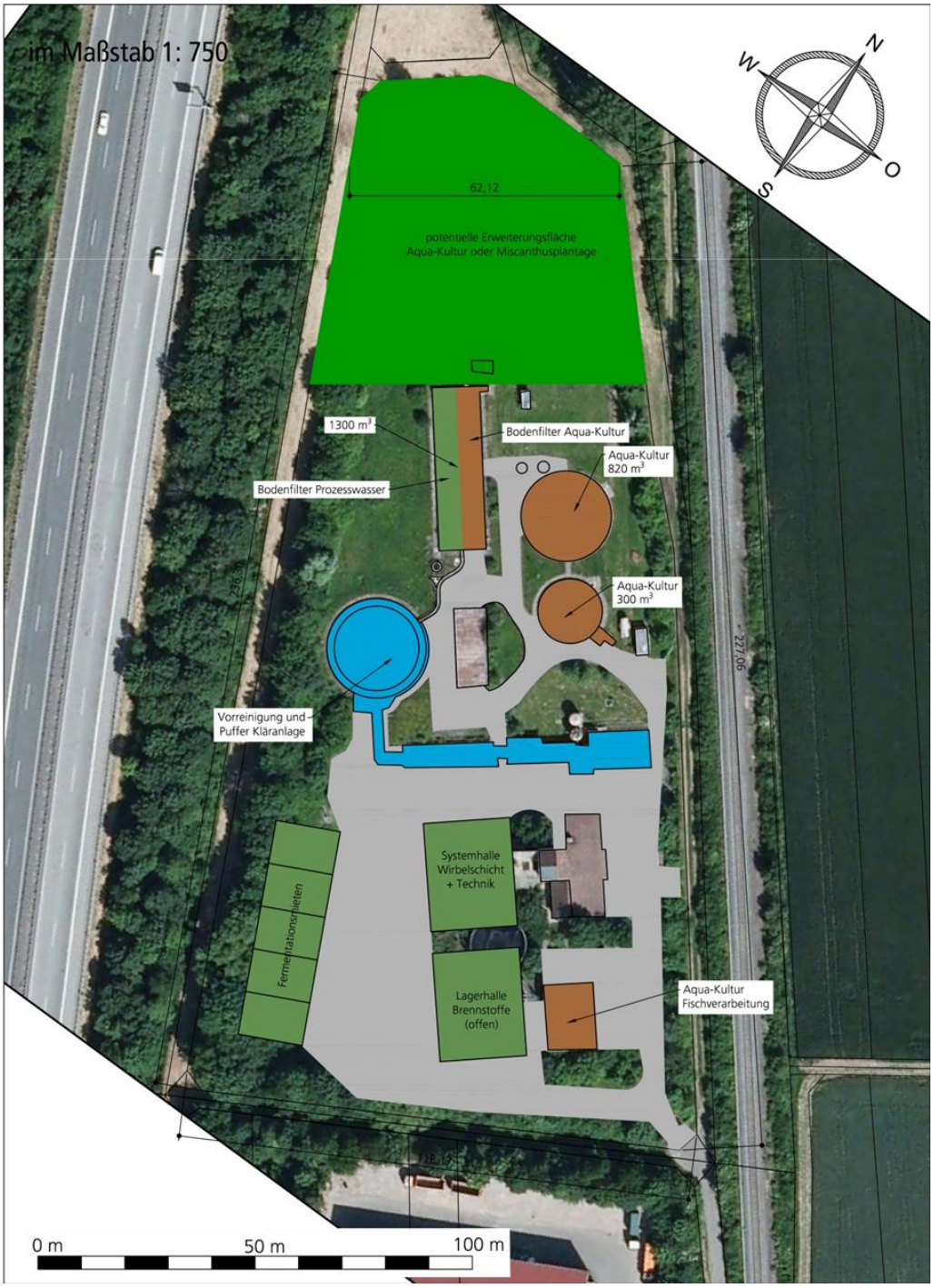


Abbildung 171: Wertstoffzentrum auf der Kläranlage Mittlerer Wiesbach mit Wirbelschichtanlage, Humussubstrat-Produktion, Bodenfiltern und möglichen Flächen einer Aquakultur & Miscanthusplantage
Quelle: palaterra GmbH

Die Ergebnisse sind vergleichbar mit denen der VG Rockenhausen. Allerdings ist der Standort der Kläranlage Welgesheim in puncto Attraktivität und Flächenverfügbarkeit ein limitierender Faktor. Auf der anderen Seite dürfte der Standort im Hinblick auf die Genehmigung Vorteile aufweisen.

II.1.8.4.8 Fazit/Handlungsempfehlung

Im Rahmen der Projektlaufzeit fanden mehrere Treffen mit den Projektmanagern der beiden Verbandsgemeinden, den VG-Werken sowie den Bürgermeistern und anderer relevanter Akteure statt. In diesem Rahmen wurde die weitere Vorgehensweise nach Projektende besprochen und auf bestehende Förderprogramme, die zur weiteren Realisierung herangezogen werden könnten, hingewiesen.

Schlussendlich konnte im Rahmen des Projekts die theoretische Machbarkeit der Ressourcenzentren sowohl in der VG Rockenhausen als auch in der VG Sprendlingen-Gensingen nachgewiesen werden. Allerdings muss in der Folge bzgl. der konkreten Umsetzung unbedingt das Gespräch mit dem jeweiligen Landkreis als öffentlich-rechtlichem Entsorgungsträger gesucht werden.

Des Weiteren sollte man in beiden Verbandsgemeinden das hier erarbeitete theoretische Grobkonzept im Detail mit allen relevanten (lokalen) Akteuren - inkl. der Landkreise - diskutieren und gemeinsam festlegen, was man tatsächlich realisieren möchte und wer welche Rolle übernehmen wird. In diesem Kontext wäre auch die Fragestellung der Finanzierung sowie des Betreibermodells zu erörtern.

Um die spätere Umsetzung zu unterstützen, wurde im Projekt eine Excel-basierte Plattform (vgl. Abbildung 172) angelegt, die die Konzeption des Ressourcenzentrums und die Verschneidung der einzelnen Stoffströme erleichtern und visualisieren soll. Zur Fertigstellung dieses Tools müssen die einzelnen Module jedoch noch um Realdaten ergänzt werden. Leider konnte diese Entwicklung im Projektverlauf nicht abgeschlossen werden, da man hierzu die konkrete Umsetzung hätte weiter begleiten müssen.

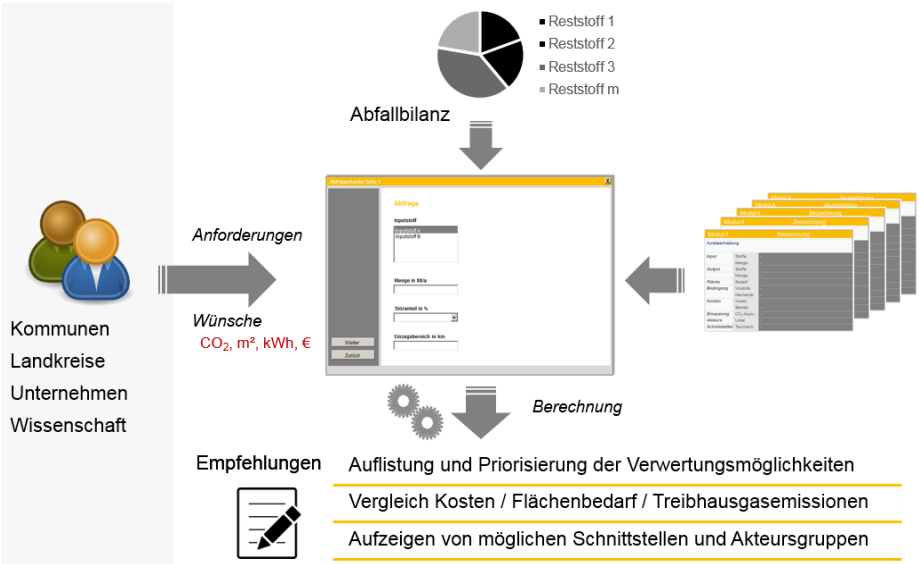


Abbildung 172: Konzept einer Entscheidungshilfe RAINIER
Quelle: Eigene Darstellung

Dieses Tool könnte später auch in den Leitfaden (vgl. Teilprojekt 2) integriert werden und einen Beitrag zur ersten Abschätzung der Machbarkeit einzelner Verwertungsoptionen leisten.

II.1.8.5 Integriertes Energie- und Landnutzungskonzept Bisterschied

Autoren: Frank Wagener, Jörg Böhmer, Christian Persohn, Gabriele Brüggehofe

II.1.8.5.1 Einführung

Das nachfolgend vorgestellte Projekt entstand im Zusammenwirken von IfaS mit der Peschla + Rochmes GmbH. Die Aufgabenverteilung folgte den Teilprojekten: IfaS formulierte das Gesamtkonzept in der Kulturlandschaft bis zur Rohstoffbereitstellung und Peschla + Rochmes übernahm die Energieauslegung für die Energiebereitstellung und das Wärmenetz. Das grundlegende Konzept der „Integrierten Energie- und Landnutzungskonzepte“ wurde durch das IfaS entwickelt.

Wesentliches Organisationsziel ist die Betrachtung der Kulturlandschaft als kohärenten Organismus. Die lokale Situation ist maßgebend für eine differenzierte Landnutzung. Dabei ist das Dorf und die VG eine Organisationsplattform, um die Kulturlandschaftsentwicklung über konkrete Angebote umzusetzen. Folgende Themen lassen sich dazu adressieren:

- Kopplung der Daseinsvorsorge an die Landschaft, insbesondere Energieerzeugung und -bereitstellung, Wasser sowie Unwetter- und Katastrophenschutz u. a.
- Bauleitpläne an dem Ziel der Null-Emissions-Gemeinde ausrichten und Kompensationsmaßnahmen als produktionsintegrierte Kompensation in Mehrnutzungskonzepten organisieren
- Unterstützung sinnvoller Kaskaden, z. B. regionales Holz zu Biokohle veredeln und über die Tierfütterung (Tiergesundheit, Lachgasemissionen) sowie organische Düngung in die Äcker oder Dauerkulturen einbauen (Kohlenstoffspeicher Boden, Humusaufbau, Aggregatstabilität) = C-Sequestrierung/Nährstoffspeicher

II.1.8.5.1.1 Extremwetterereignisse und ländliche Entwicklung

Der Klimawandel stellt Landwirte und Kommunen vor neue Herausforderungen. Zunehmende Extremwetterereignisse führen zu Erosionsproblemen und damit zu einer Verringerung der Ertragsfähigkeit der landwirtschaftlich genutzten Böden, zu Hochwasserproblemen in den Ortschaften und zu verstärkten Nährstoffeinträgen in die Gewässer. Dabei besteht gesellschaftlich weitgehend Konsens darüber, dass dringend Maßnahmen für Klimaschutz, Energiewende und eine Anpassung an den Klimawandel ebenso wie für den Erhalt der Biodiversität und den Schutz unserer natürlichen Lebensgrundlagen ergriffen werden müssen.

Die Landwirtschaft steht vor der Aufgabe, diese vielfältigen gesellschaftlichen Anforderungen, die an sie herangetragen werden, mit ihrer betrieblichen Realität in Einklang zu bringen. Die Kommunen müssen gemeinsam mit der Landwirtschaft die Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie, die lange ausstehende Realisierung eines (über)regionalen Biotopverbunds und die wirtschaftliche Entwicklung des ländlichen Raums als Bestandteil der Daseinsvorsorge in Angriff nehmen.

II.1.8.5.1.2 Wertschöpfung und Entwicklungspotenziale

Für die Menschen im ländlichen Raum ist es dabei von entscheidender Bedeutung, dass Maßnahmen für mehr Umwelt- und Naturschutz nicht zulasten regionaler Wirtschaftskreisläufe gehen, sondern idealerweise mehr Wertschöpfung und Entwicklungspotenziale für die Region bringen. Viele der bis-

her verfolgten Maßnahmen zur Verfolgung von Schutzzielen in der Landnutzung sind jedoch von hohen Kosten und dem häufigen Prinzip der Nichtnutzung (bzw. Stilllegung) geprägt.

Erosionsschutz-, Gewässerrand- oder Ackerrandstreifen ebenso wie Hecken sind heutzutage i. d. R. nicht auf eine Nutzung der dort wachsenden Biomasse ausgelegt und tragen so zu einer fortschreitenden Segregation der Landnutzung (hier Schutz/Stilllegung, dort Nutzung/Intensivierung) bei. Dabei sind viele dieser Landschaftselemente historisch gar nicht aus Gründen des Umwelt- und Naturschutzes entstanden, sondern aus einer Nutzung wie z. B. dem Bedarf an Brenn- oder Bauholz.

II.1.8.5.1.3 Mehrnutzungssysteme und Kooperation

Bestimmte extensive Anbausysteme zur Erzeugung von Energierohstoffen sind besonders geeignet für die Integration zusätzlicher Leistungen für den Umwelt- und Naturschutz, ohne dabei hohe betriebswirtschaftliche und gesellschaftliche Kosten zu verursachen. So können genutzte Pflanzungen schnellwachsender Baumarten als Streifen in der Landschaft (Agroforstsysteme) einen wirksamen Erosionsschutz mit Beiträgen zum Biotopverbund und der Erzeugung von Energierohstoffen auf einer Fläche verbinden. Blühende Biogasgemenge verbinden Futterangebot, Brut- und Rückzugsmöglichkeiten wildlebender Arten mit einer bodenschonenden nachhaltigen Erzeugung von Biogassubstraten als Alternative zum Mais an empfindlichen Punkten wie Gewässerrändern.

Damit handelt es sich bei diesen Kulturen um „Mehrnutzungssysteme“, die zwar i. d. R. eine verminderte Ertragsleistung gegenüber der praxisüblichen intensiven Landnutzung aufweisen, aber dafür zahlreiche Landschaftsfunktionen erbringen können. Entscheidend für die Realisierung dieser Mehrnutzungssysteme in einer Region ist die Kooperation der verschiedenen beteiligten Akteure aus Landwirtschaft, Kommunen, Naturschutz, Wasserwirtschaft etc. Auf lokaler Ebene muss ein transparenter Austausch der verfolgten Ziele, realisierbaren Leistungen und ggf. Restriktionen erfolgen. Nur durch eine gezielte Honorierung ökologischer Leistungen lassen sich diese Synergien für einen nachhaltigen, ressourcen-, klima- und umweltschonenden Energiepflanzenanbau letztlich realisieren. Der Weg dahin führt über die Vereinbarung regionaler Landnutzungsstrategien als Ergebnis eines moderierten Planungsprozesses. Erfahrungen aus vorangegangenen Projekten haben gezeigt, dass für den Erfolg solcher Strategien ein effizientes Management der Wissensgrundlagen und von Entscheidungsprozessen notwendig ist.

II.1.8.5.1.4 Ausgangslage in der Ortsgemeinde Bisterschied

Die Ortsgemeinde Bisterschied liegt in der VG Rockenhausen im Donnersbergkreis. Mit ca. 240 Einwohnern liegt die Ortschaft unter den Einwohnerzahlen der umliegenden Ortsgemeinden (im Mittel: 302 Einwohner).

Ein erster Anknüpfungspunkt für ein Projekt ging auf die Initiative der Ortsgemeinde Bisterschied in Kooperation mit der Verwaltung der VG Rockenhausen, Herr Persohn zurück. Dort wurde der Bedarf einer Heizungserneuerung im Bürgerhaus, Kindergarten und evtl. der Kirche dargestellt. Die mögliche Erweiterung auf ein „klassisches“ Bioenergiedorf auf Nahwärmebasis war aufgrund der Bedarfssituation und der Demographie, also v. a. der Überalterung der Einwohner, schwierig. Ein modulares Energiekonzept mit kleinen Nahwärmeinseln, Einzelhauslösungen und Steigerung der Effizienz zielt in Richtung individuell optimaler Lösungen für Bisterschied. In der Diskussion entstand eine Vision vom kommunalen Nahwärme-Projekt hin zu einem Null-Emissions-Dorf, das auf modularen Energiekonzepten begründet werden kann.

Ein Unwetter am 20. September 2014 in der Nordpfalz traf auch den Ort Bisterschied in der VG Rockenhausen. Ein Starkregenereignis löste starke Erosion und Hochwasser in den Bächen aus. Erosionsrinnen bildeten sich auf den wenig bedeckten Äckern. Strukturen wie Hecken oder andere Gehölze sind in den Ackerlagen größtenteils entfernt worden. Das Wasser floss sehr schnell in die Ortslage und in den bereits ausufernden Layerbach. Im Ergebnis entstanden Schäden sowohl in der Ortschaft als auch auf den Äckern.

ROCKENHAUSEN

Die Sintflut

Licht am Horizont

Nach dem Unwetter in der Nordpfalz können die Opfer auf finanzielle Hilfe durch das Land hoffen

An Strohballen geklammert, mit Huhn im Arm

Abbildung 173: Unwetter am 20. September 2014 in der Nordpfalz
Quelle: Tageszeitung „Die Rheinpfalz“, Georg Budell (VG Rockenhausen)

Im Jahr 2013 pflanzte der Betrieb Otto Bauer ein Feld mit Agrarholz im Kurzumtrieb (Kurzumtriebsplantage) an. Die nachfolgenden Fotos zeigen, wie wirksam diese Gehölzpflanzung die Erosion gebremst hat. Das Grünland wurde bei diesen hohen Abflussmengen geknickt und trug so nicht mehr zur Verlangsamung des Wasserflusses bei. Eine Sedimentation des Bodenabtrages aus dem oberhalb liegenden Acker gelang nur in der Pappelpflanzung, die im Unterstand eine Berg-Glatthaferwiese aufweist.

Abbildung 174: Agrarholz im Kurzumtrieb auf der Fläche von Betrieb Otto Bauer im 2. Standjahr nach dem Unwetterereignis im September 2014
Quelle: Georg Budell (VG Rockenhausen)

Die Anlage des Pappelbestandes erfolgte durch eine streifenweise Pflugfurche auf rund 1/3 der Fläche. Das trug zur Reduktion des Humusabbaus bei und erhielt die mesophile Glatthaferwiese, die die Pflanzung v. a. im ersten Jahr gegen Erosion geschützt hat. Der Zuwachs der Pappeln liegt im erwar-

teten Rahmen von rund 8 t ha^{-1} a^{-1} im ersten Umtrieb. Im benachbarten Betrieb Ingweiler Hof, der eine vollflächige Saatbettbereitung zur Bestandbegründung einsetzte, wurden rund 9 t ha^{-1} a^{-1} gemessen. Nach der ersten Ernte erfolgt ein vieltriebiger Stockausschlag, der im Ergebnis die Zuwachsleistung erhöht. Wird eine Steigerung von rund 30 % im Verhältnis zur ersten Ernte angenommen, so kann mit 10,5 bis zu 11,5 t ha^{-1} a^{-1} in den nächsten Umtrieben gerechnet werden.

Abbildung 175: Agrarholz im Kurzumtrieb auf der Fläche von Betrieb Otto Bauer im 3. Standjahr (2015)
Quelle: Eigene Aufnahme (Frank Wagener, IfaS)

Moderne Agrarholzsysteme können offensichtlich in Streifen oder flächig die Erosion wirksam begrenzen und sind daher geeignet, um neben dem Biomasseertrag auch weitere Umweltschutzleistungen wie z. B. Erosionsschutz zu etablieren.

Nach dem Unwetterereignis wurde die ganz konkrete Umweltvorsorge in die Diskussion einer synergetischen Verknüpfung von Leistungen eingebracht. Starkregen in 2015 und 2016 hielten die Diskussion in Gang.

II.1.8.5.2 Verknüpfung von Landnutzung und Energiebereitstellung

Das Ziel des integrierten Energie- und Landnutzungskonzeptes Bisterschied ist, eine lokale Kreislaufwirtschaft zu etablieren und den Bürgern sowie der Gemeinde Alternativen zu den derzeitigen fossilen Versorgungskonzepten anzubieten. Die Innovation dieses Next-Practice-Projektes liegt in der Verknüpfung von verschiedenen Einzelmaßnahmen in ein Bewirtschaftungskonzept von der Rohstofferzeugung bis zur Wärmenutzung.

II.1.8.5.2.1 Landnutzungskonzept

Die Organisation der Landnutzung zur Energiebereitstellung soll neben dem Hauptprodukt Agrarholz weitere Synergien im Raum erschließen. Die Platzierung der Kulturen im Raum soll nach der Analyse der Gefährdungsstellen folgende synergetische Leistungen erschließen:

- Verbesserter Erosionsschutz in den Ackerbauflächen
- Beitrag zum Klimaschutz durch regenerative Energieversorgung und Kohlenstoff-Sequestrierung

- Steigerung der regionalen Wertschöpfung durch Inwertsetzung regionaler Ressourcen
- Minderung der Hochwassergefährdung in den Gewässersystemen bei Starkregenereignissen
- Beitrag zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie
- Marktgerechte Verknüpfung von Landnutzung und lokaler Energieversorgung

Erosionsmodelle

Das aktuelle Erosionsmodell kategorisiert gefährdete Schläge in Erosionsklassen. Diese Klassen sind ab einem flächenhaften Bodenabtrag von mehr als 10 t ha^{-1} a^{-1} von Interesse. Ab einem Bodenabtrag von 15 t ha^{-1} a^{-1} sollten Erosionsschutzmaßnahmen ergriffen werden.

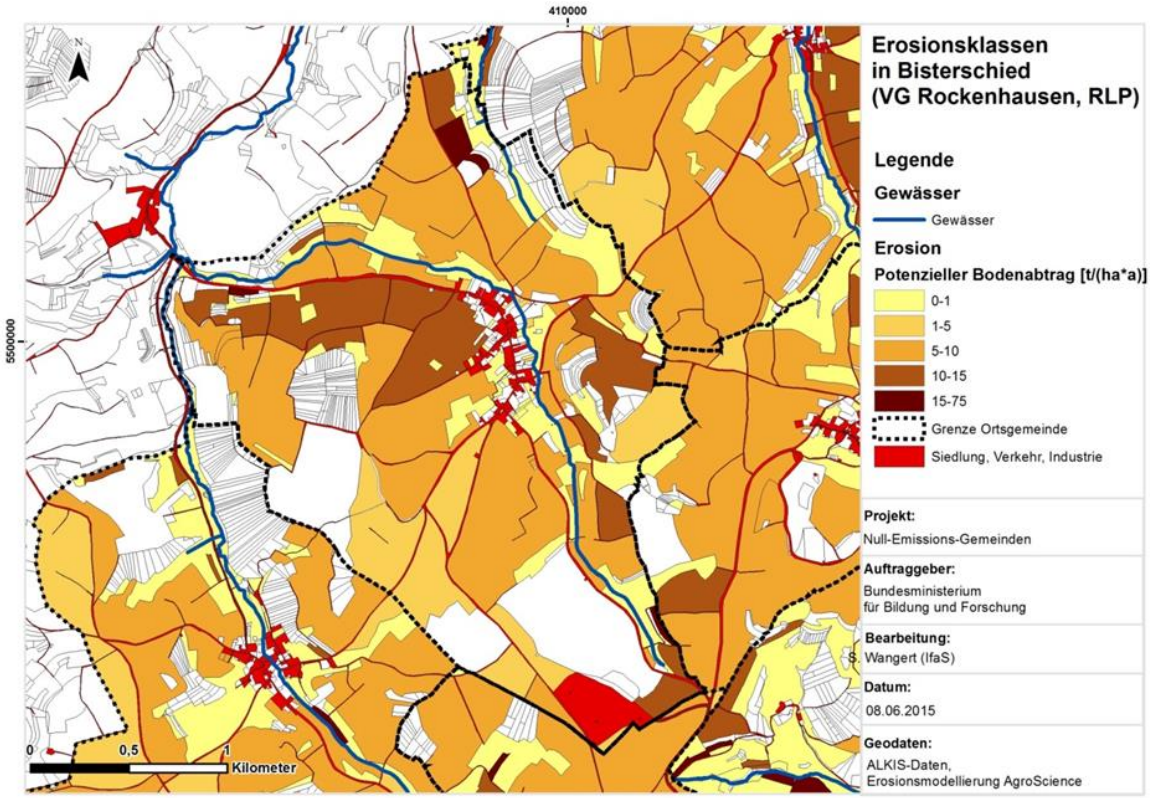


Abbildung 176: Modellierung der Erosionsklassen in Bisterschied (2015)
Quelle: Eigene Darstellung

Die Karte zeigt um Bisterschied nur in westlicher und östlicher Richtung Handlungsbedarf auf. Die zuvor bereits erwähnte Agrarholzkultur liegt in der mittleren Gefährdungsklasse 3 (10-15 t ha^{-1} a^{-1}) in westlicher Richtung.

Dieses Erosionsmodell auf Schlagebene schien nicht ausreichend für eine Beurteilung der Gefährdungssituation der Ortslage Bisterschied zu sein. Aus diesem Grund wurde eine Modellierung der Erosionsrinnen erarbeitet. Hier zeigten sich die nach Aussage verschiedener Bürger tatsächlich auftretenden Ablaufrinnen in der Feldflur, die Schäden verursacht haben. Es konnte nachgewiesen werden, dass in flächiger Betrachtung weniger gefährdeten Schlägen durchaus gefährliche Erosionsrinnen vorkommen können, z. B. südlich der Ortslage.

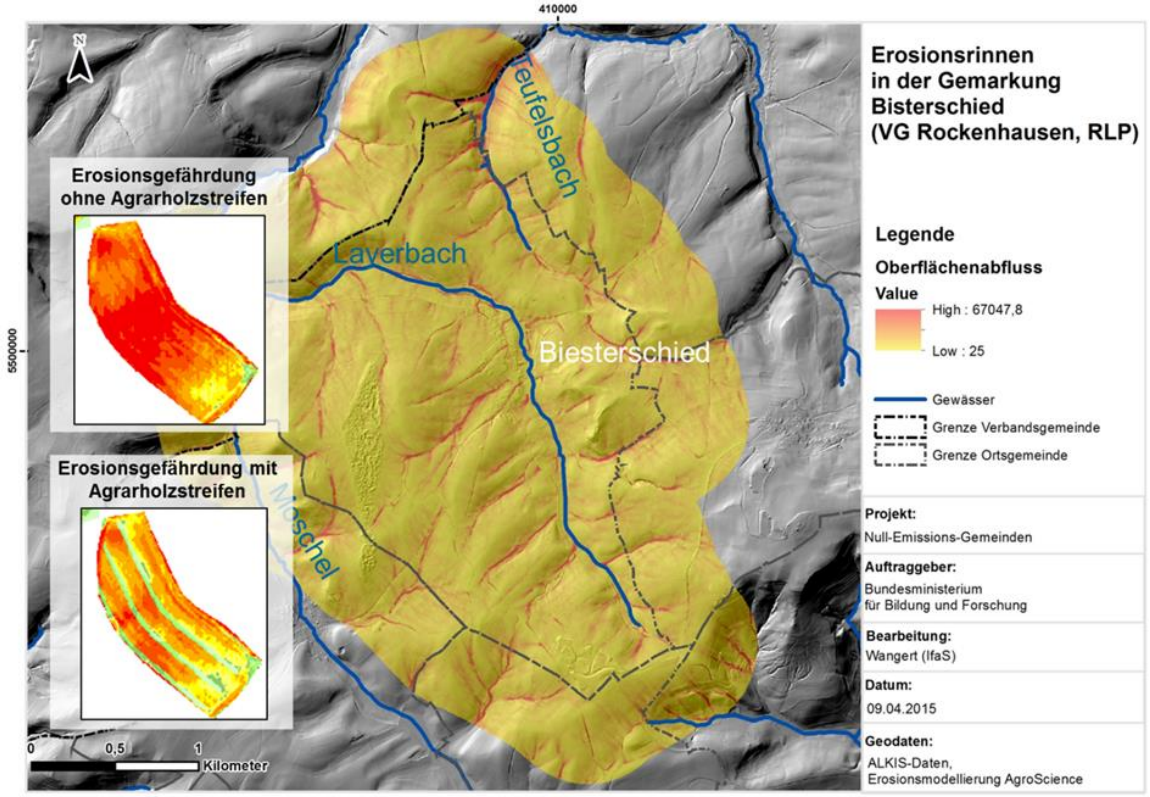


Abbildung 177: Erosionsrinnen in der Gemarkung Bisterschied (2015).
Quelle: Eigene Darstellung

Landwirtschaftliche Betriebe

In mehreren Gesprächen zeigten sich v. a. ortsansässige Landwirte interessiert. In anderen Orten beheimatete Betriebe waren zurückhaltender. Für alle Betriebe galt, dass das Angebot des lokalen Marktes Grundlage für weitere Überlegungen ist.

In einer betriebswirtschaftlichen Betrachtung konnten die Verzichtskosten gegenüber einer ortsüblichen Bewirtschaftung mit rund 250,- € ha^{-1} a^{-1} errechnet werden. Hierbei handelt es sich um den reinen Rohstofferlös (Erzeugerpreis). Durch die Einbindung in die Veredelungskette kann eine höhere Wertschöpfung erzielt werden. Hier liegen mit Sicht auf den lokalen Markt weitere Entwicklungshebel außerhalb einer langfristig unsicheren „Förderung“.

Die Erarbeitung und Kalkulation eines Energiekonzeptes ist die Voraussetzung für ein Angebot an die Landwirte. Das Energiekonzept ist also die Grundlage für einen lokalen Markt.

II.1.8.5.2.2 Energiekonzept zur Wärmeversorgung

Im Rahmen des Projektes wurden zwei Nahwärmekonzepte erarbeitet: Das erste Netz versorgt den Kindergarten und das Bürgerhaus; das zweite Netz wurde für vier Wohngebäude ausgelegt.

Anhand der praktischen Beispiele wurde eine Umstellung vom dezentralen fossilen Heizen auf eine nachhaltige zentrale Variante geprüft. Die Wärme wird in einer Heizzentrale erzeugt, die

- gut zugänglich ist,
- deren sichere Rohstoffversorgung durch regionalen Anbau gewährleistet werden kann und

- einen wartungsarmen Betrieb der Anlage ermöglicht.

Als Einsatzstoffe bieten sich in der Region sowohl Holzhackschnitzel als auch Scheitholz in verschiedenen Längen an.

Wärmekonzept

Die Wärmeversorgung wurde in vier logische und für sich abgeschlossene Teilsysteme unterteilt. Die Systeme nutzen ab der „Beschickung“ das jeweilige Produkt des vorangegangenen Prozessschrittes. Die Beschaffung des Brennmaterials erfolgt über den Privatwald der Familie Bauer, deren Agrarholzkultur (Kurzumtriebsplantage) und regional verfügbarem Holz aus der Forstwirtschaft.

Die Vorbereitung und Verarbeitung erfolgt vor Ort über ein spezielles Lohnunternehmen. Endprodukt kann sowohl Hackschnitzel als auch Scheitholz sein. Aus diesem Grund werden im weiteren Verlauf zwei Varianten der Heizzentrale betrachtet. Zusätzlich wird zwischen einem regionalen Contracting (Bauer vor Ort) und einem überregionalen Contracting unterschieden.

Die Beschickung erfolgt anlagenspezifisch bei einem Hackschnitzelkessel über eine Bunkeranlage inkl. Förderanlage. Die Variante Scheitholzvergaser nutzt ein Meter lange Hölzer zur Wärmeerzeugung.

Die Heizzentrale wurde speziell auf die Bedürfnisse der Gebäude vor Ort ausgelegt. Hierzu wurde eine Vor-Ort-Begehung durchgeführt. Dabei wurden alle vorhandenen Erzeuger aufgenommen, um eine ausreichende Wärmeversorgung für die Zukunft zu gewährleisten.

Die Brennstoffkessel bzw. Vergaser unterscheiden sich durch ihre Einsatzstoffe. Im Gegensatz zur Hackschnitzelanlage, welche aufgrund der einfach zu dimensionierenden Brennstoffzufuhr bedarfsorientiert betrieben wird, kann ein Scheitholzkessel nur sehr schwer geregelt werden. Dieser Umstand wurde bei der Auslegung der einzelnen Komponenten berücksichtigt. Bei einem Scheitholzvergaser müssen bspw. die Wärmespeicher erheblich größer ausgelegt werden, um die temporär erzeugte Wärme aufzunehmen, zu speichern und anschließend zu übergeben.

Die Übergabe und die Integration der neuen Wärmequelle erfolgen bestandsorientiert. Das gilt sowohl für die Brauchwasser- als auch die Trinkwasserproduktion. Die beiden Kreisläufe wurden voneinander getrennt betrachtet.

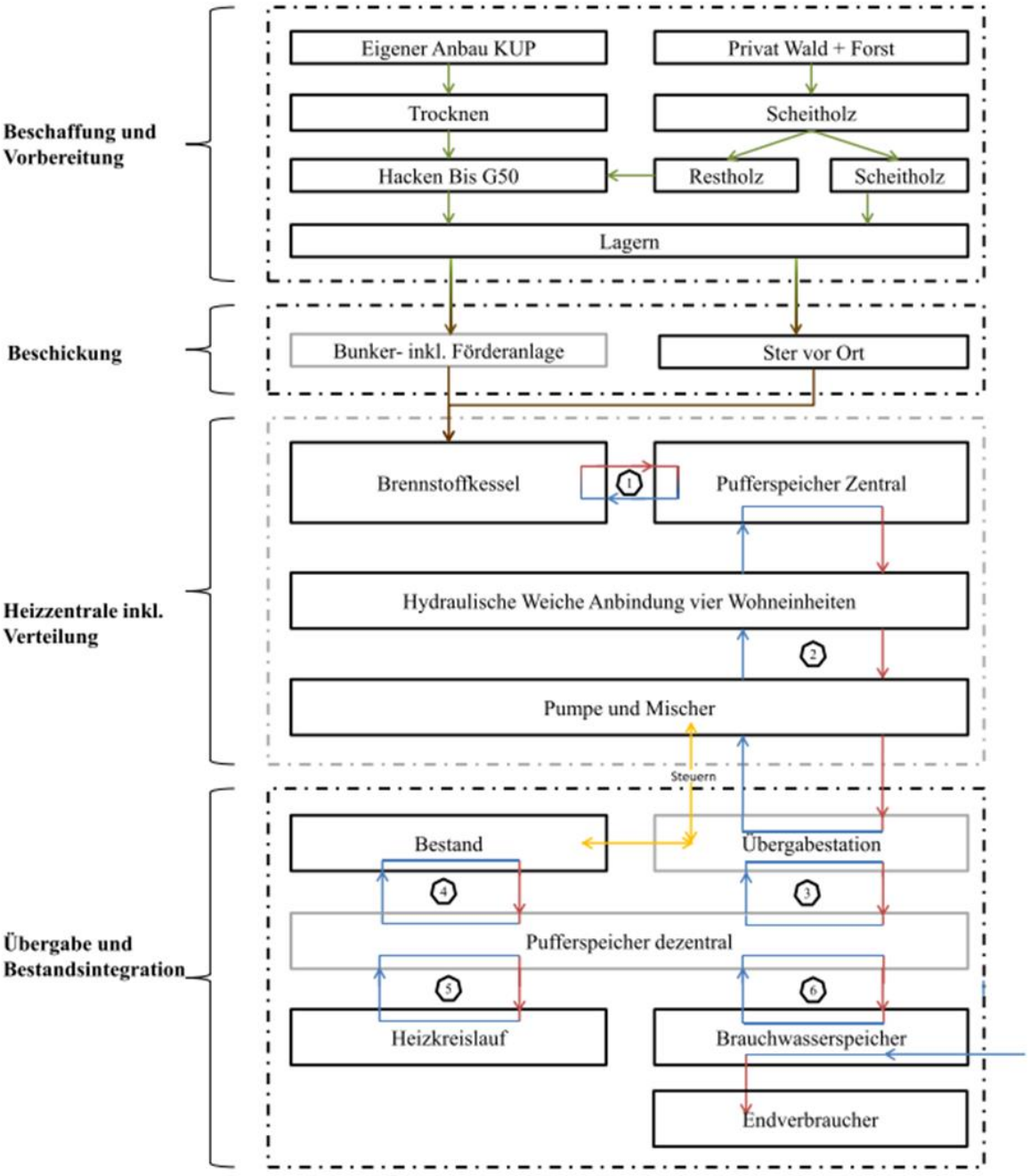


Abbildung 178: Wärmekonzept Bisterschied – von der Beschaffung bis zur Wärmenutzung
Quelle: Eigene Darstellung

Ausgangsbasis

Um den Ergebnissen einen praktischen Bezug zu geben und damit eine realistische Handlungsempfehlung für den Bürger vor Ort aussprechen zu können, wird auf kommunaler Seite das Bürgerhaus und der Kindergarten betrachtet; zum anderen haben sich die Familien Bauer, Weber, Mai und Günther-Mai für die nachfolgende Studie angeboten. Wie in der folgenden Abbildung zu erkennen ist, stehen die vier Einfamilienhäuser in räumlicher Nähe zueinander. Dass gleiche gilt für den Kindergarten und das Bürgerhaus.

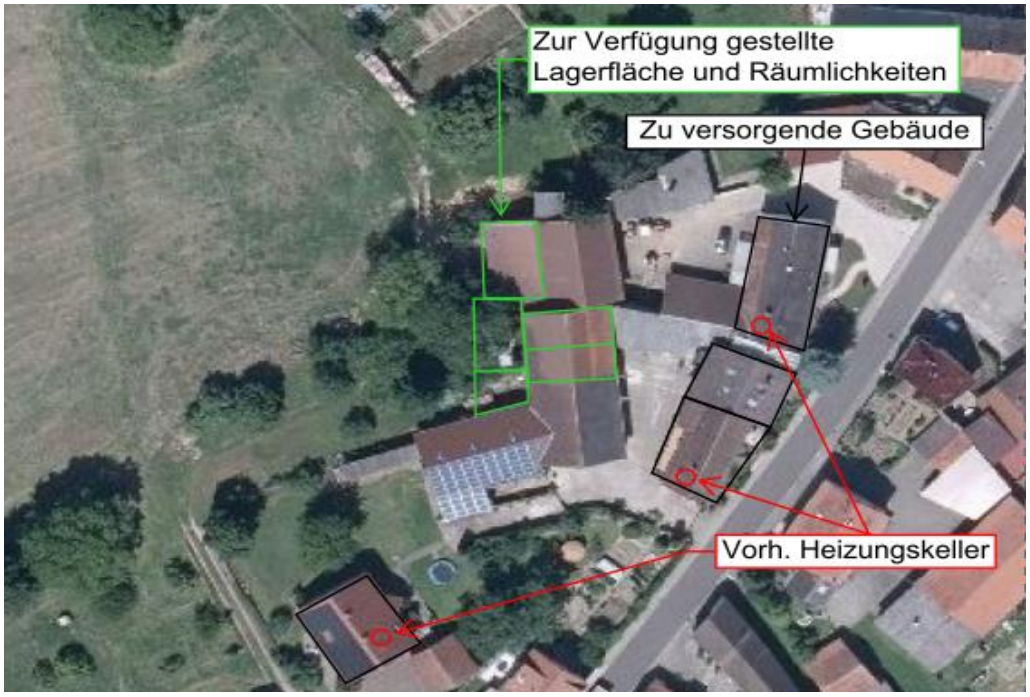


Abbildung 179: Übersicht Hauptstraße 7-9 OG Bisterschied
Quelle: Eigene Darstellung

Wärmebedarf

Der Wärmebedarf ist ausschlaggebend für die Heizungsdimensionierung und beläuft sich auf 193.620 kWh thermischer Energie pro Jahr bei einer Kesselleistung von insgesamt 103 kW. Das Bürgerhaus und der Kindergarten haben einen Gesamtverbrauch von ca. 100.000 kWh bei einer installierten Leistung von insgesamt 106 kW. Basierend auf den Erfahrungswerten der Fa. Lopper wurde für die Hackschnitzelanlage eine Leistung von 85 kW festgelegt. Der Scheitholzvergaser wurde, aufgrund fehlender Regelbarkeit, um 5 kW auf 90 kW erweitert.

Zentrale Wärmeversorgung

Eine zentrale Wärmeversorgung versorgt über ein angeschlossenes Nahwärmenetz die einzelnen Häuser. Um den Bürgern und der Kommune eine praxisnahe Entscheidungsgrundlage bieten zu können, wurden die Gegebenheiten vor Ort berücksichtigt und mögliche Leitungstrassen inkl. Durchbrüche, Erdarbeiten und Anschlussarbeiten sowie Wiederherstellungsmaßnahmen mit den betroffenen Personen besprochen und im Anschluss geplant.

Des Weiteren konnten bereits Lagerräume für Brennmaterialen sowie ein möglicher Standort für eine Bunkeranlage identifiziert werden, um Wege für eine lokale Versorgung möglichst effizient zu gestalten. Außerdem wurden alle Anschlüsse sowie technischen Einrichtungen zur Anbindung des neuen Netzes begutachtet und auf Eignung sowie Platzbedarf überprüft.

Um den Umbau für alle betroffenen Bewohner greifbarer zu machen, wurde daraufhin ein exemplarischer Aufbau erstellt. Dieser diente als Diskussionsgrundlage sowie der Ermittlung von notwendigen Leitungslängen.

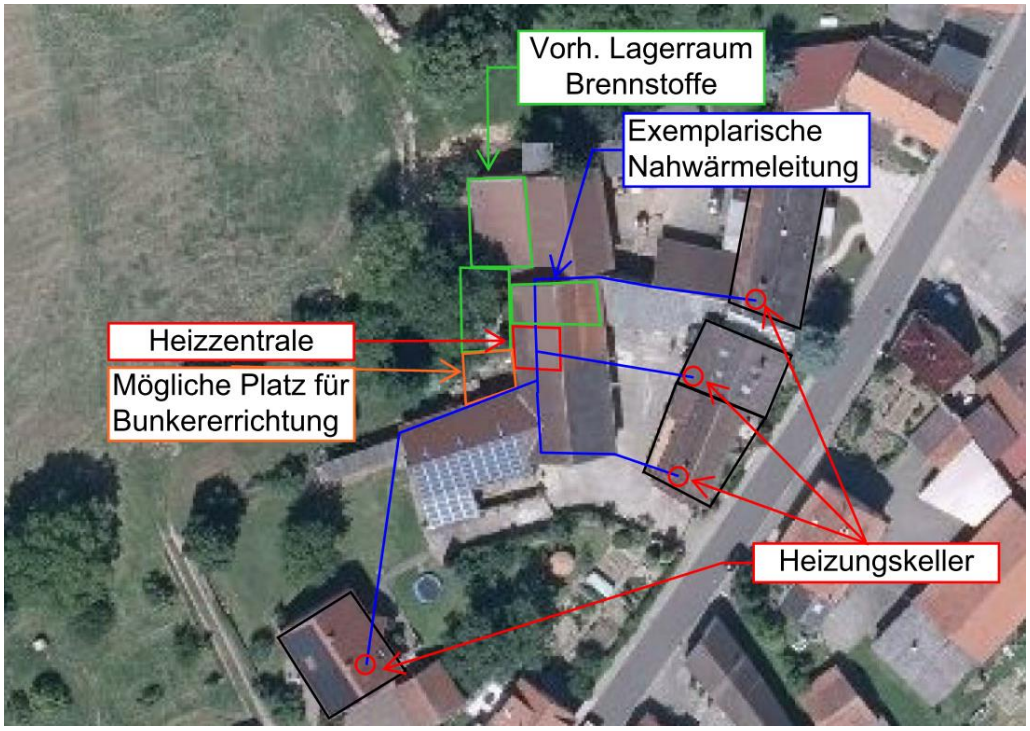


Abbildung 180: Exemplarischer Aufbau zentrale Nahwärmeversorgung
Quelle: Eigene Darstellung

Die Gesamtleitungslänge für Nahwärme und Steuerungskabel, in der Abbildung blau dargestellt, beträgt ca. 179 m.

Kostenermittlung

Die Kostenermittlung basiert auf realen Angeboten. Es wurde darauf geachtet, sämtliche Normen sowie Brandschutzbedingungen einzuhalten. Die Kostenberechnung sieht keine Eigenleistung vor. Alle Arbeiten werden durch Fremdfirmen abgedeckt. Zusätzlich wurden mögliche Fördermittel von der Energieagentur des Landes Rheinland-Pfalz ermittelt und in der Kalkulation berücksichtigt.

Tabelle 127 Kostenermittlung
Quelle: Eigene Darstellung

	Turner 92 mit 85 kW Hackschnitzel	Drummer mit 90 kW Scheitholz
Nettobausumme	59.686,40 €	66.346,40 €
Fördersumme	-13.290,00 €	-17.020,00 €
Nettoinvest	46.396,40 €	49.326,40 €
19 % Mwst.	8.815,32 €	9.372,02 €
Bruttoinvest	55.211,72 €	58.698,42 €

Kalkulation der Einsatzstoffe

Der Gesamtbedarf beträgt aktuell 193.620 kWh thermische Energie pro Jahr. Diese Energie wird aus 60 Raummeter Buchenholz und 6.900 l Heizöl hergestellt. Für das neue zentrale Heizungskonzept wurden, basierend auf den verschiedenen Kesseltypen, neue Mengen und Massen ermittelt. Als Redundanz sollen die aktuellen Ölbrenner in das Konzept eingebunden werden und als Spitzenausgleich und Redundanz bei unerwarteten Wartungsarbeiten in den Wintermonaten dienen. Aus diesem

Grund wurde ein Gesamtverbrauch von 1.000 l Heizöl im Jahr für die angeschlossenen Gebäude angenommen.

Grundlage für die Berechnung sind Wirkungsgrade der Heizung sowie der Energiegehalt der Einsatzstoffe.

Tabelle 128: Kosten, Leistung sowie Dichte der Einsatzstoffe
Quelle: Eigene Darstellung

Fertig gekaufte Einsatzstoffe laut C.A.R.M.E.N WG35					
		Preis/t	Kosten	Leistung	Dichte
Buche	4,2 kWh/kg	150 €/t	0,15 €/kg	2.100 kWh/rm	500 kg/m³
KUP	4,2 kWh/kg	84,77 €/t	0,08 €/kg	1.400 kWh/rm	333 kg/m³
Heizöl Öl	11,4 kWh/kg		0,65 €/kg	9,8 kWh/l	0,85 kg/l

Selbst angebaut und geerntet Familie Bauer WG35					
		Preis/t	Kosten	Leistung	Dichte
Hartholz	4,2 kWh/kg	69 €/t	0,07 €/kg	2.100 kWh/rm	500 kg/m³
KUP	4,2 kWh/kg	33,9 €/t	0,03 €/kg	1.400 kWh/rm	333 kg/m³
Heizöl Öl	11,4 kWh/kg		0,65 €/kg	9,8 kWh/l	0,85 kg/l

Die Kosten für die zugekauften Einsatzstoffe basieren auf den ausgewiesenen Preisen der C.A.R.M.E.N e.V. 2015. Preise für selbst geerntetes Holz wurde von Herrn Bauer zur Verfügung gestellt.

Tabelle 129: Bedarfsermittlung Einsatzstoffe
Quelle: Eigene Darstellung

	Aktueller Bedarf	Bedarf Turner	Bedarf Drummer
Hartholz	60,00 rm	42,00 rm	61,00 rm
KUP	0,00 rm	68,50 rm	40,00 rm
Heizöl Öl	6.900 l	1.000 l	1.000 l
Leistung	193.620 kWh	193.900 kWh	193.900 kWh

Opportunitätskosten

Mit Sicht auf die Landwirtschaft wurden zusätzlich Verzichtskosten gegenüber der ortsüblichen Bewirtschaftung durch den Anbau von KUP auf Ackerflächen berücksichtigt. Diese Opportunitätskosten wurden konservativ mit 1000 € pro Jahr und einer Preissteigerung von 2 % über 25 Jahre angesetzt. Die Kosten setzen sich aus den benötigten Einsatzstoffen zusammen. Hierbei werden Zuwachsleistungen von 8t pro Hektar und Jahr angesetzt. Die Verzichtskosten gegenüber üblicher Förderprogramme belaufen sich auf 250€ - 330€ pro Jahr und Hektar. Bei einem Bedarf von ca. 23t/a entspricht das einer Ackerfläche von 3 ha.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde mit einer Laufzeit von 25 Jahren gerechnet. Es werden Betriebsstoffe nach Massen und Einsatzstoff unterschieden und mit den aktuell gültigen Preisen hinterlegt. Wir gehen davon aus, dass die fossilen Energieträger aufgrund ihrer Endlichkeit in den nächsten Jahren einer höheren Preissteigung als die regional verfügbare Biomasse unterliegen. Die Betrachtung kann dennoch mit einer Preissteigerung von 3 % bei Erdöl und 2 % bei biogenen Einsatzstoffen als konservativ angesehen werden. Des Weiteren wurden laufende Kosten wie Wartung, Lohnunternehmer zum Hacken sowie elektrische Energiekosten für den Betrieb von Pumpen und Heizungen eingerechnet und ebenfalls mit einer Preissteigerung von 2 % berücksichtigt. Die Finanzie-

rung erfolgt über das KfW-Programm 271 sowie 281 und ist mit 1 % Zinsen bei 2 Jahren tilgungsfreier Anlaufzeit festgelegt.

Zwei Varianten werden verglichen, die als regionale Kreislaufkonzepte aufgebaut werden können. Es wird in einer Betriebskostenrechnung ein lokales Contracting „Landwirt“ mit einem gleichwertigen, aber außerhalb der Region hergestellten Einsatzstoff verglichen.

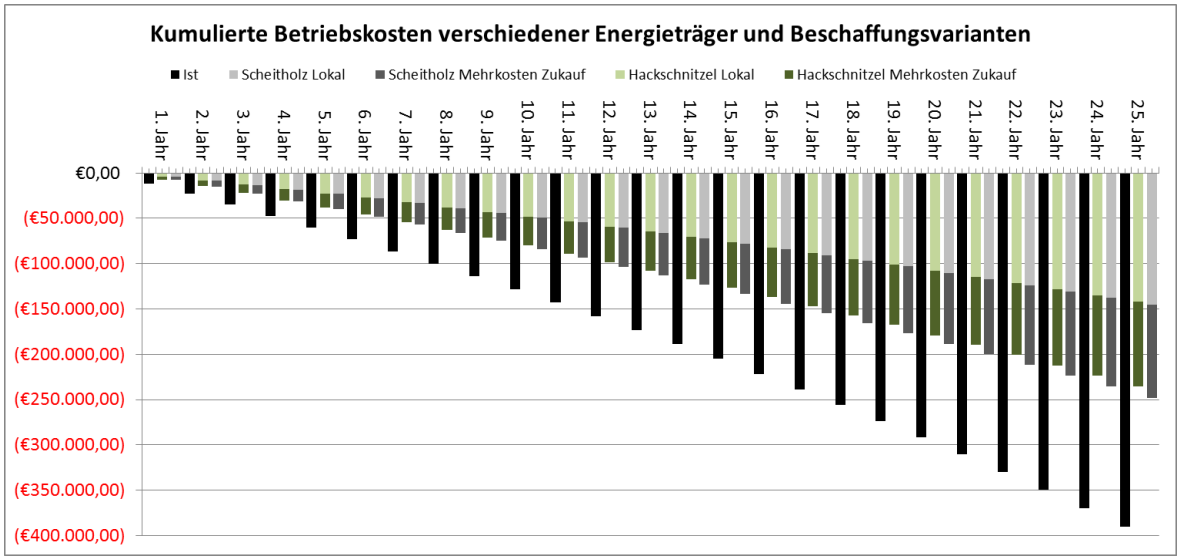


Abbildung 181: Kumulierte Betriebskosten verschiedener Energieträger und Beschaffungsvarianten.
Quelle: Eigene Darstellung

Im direkten Vergleich zum bisherigen Betrieb mit Heizöl schneiden Hackschnitzel und Scheitholz sehr gut ab. Die regionalen Rohstoffe, in der Abbildung hellgrau für den Scheitholzvergaser und hellgrün für Hackschnitzelbetrieb, sind ca. 1/3 günstiger als die Nutzung zugekaufter Einsatzstoffe.

Amortisationsrechnung

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung stützt sich auf eine Vollkostenrechnung, in der sowohl Investitions- als auch Betriebs- sowie Wartungskosten über 25 Jahre aufgeschlüsselt wurden. Aufgrund des Baualters der aktuellen Heizungsanlagen (1990 – 1998) wurde von einer Erneuerung des Öl-Kessels nach 10 Jahren ausgegangen.

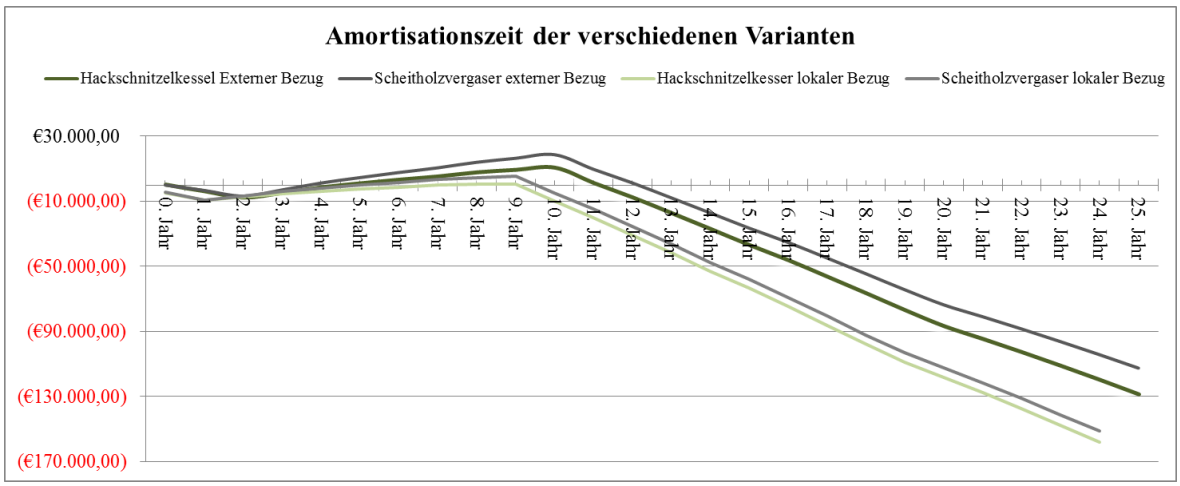


Abbildung 182: Abbildung 87: Amortisation
Quelle: Eigene Darstellung

Der Variantenvergleich zeigt deutlich, dass ein lokaler Bezug der Einsatzstoffe einen großen Einfluss auf die Betriebskosten und damit die Amortisationszeit hat. Der Einsatz von lokalen Einsatzstoffen, hier in Hellgrün und Hellgrau dargestellt, reduziert die Amortisationszeit um ca. 2 Jahre und ist zu empfehlen.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Tabelle 130: Zusammenfassung der Ergebnisse Wärmecluster für vier Privathäuser
Quelle: Eigene Darstellung

	Überregionales Contracting			Lokales Contracting		
Investigative Kosten	**Ist-Situation**	**Scheitholzverg.**	**Hackschnitzel**	**Ist-Situation**	**Scheitholzverg.**	**Hackschnitzel**
Kosten Heizungssystem	28.000 €	66.346 €	59.686 €	28.000 €	66.346 €	59.686 €
Zinsen (Finanzierung)	4.620 €	3.815 €	3.589 €	4.620 €	3.815 €	3.589 €
Förderung	-	-17.020 €	-13.290 €	-	-17.020 €	-13.290 €
Summe	**32.620 €**	**53.142 €**	**49.985 €**	**32.620 €**	**53.142 €**	**49.985 €**
Gesamtkosten Brutto	**32.620 €**	**63.239 €**	**59.482 €**	**32.620 €**	**63.239 €**	**59.482 €**
Kosten Einsatzstoff 1. Jahr						
Heizöl	5.434,76 €/a	787,65 €/a	787,65 €/a	5.434,76 €/a	787,65 €/a	787,65 €/a
KUP	-	1.152,87 €/a	1.974,29 €/a	-	461,04 €/a	789,53 €/a
Hartholz	4.590,00 €/a	4.666,50 €/a	3.213,00 €/a	4.590,00 €/a	2.146,59 €/a	1.477,98 €/a
Sonstiges	1.418,55 €/a	921,39 €/a	1.168,14 €/a	1.418,55 €/a	921,39 €/a	1.168,14 €/a
Opportunitäskosten	-	-	-	-1.000,00 €/a	1.000,00 €/a	1.000,00 €/a
Summe Einsatzstoffe	**11.443,32 €/a**	**7.528,40 €/a**	**7.143,08 €/a**	**10.443,32 €/a**	**5.316,66 €/a**	**5.223,29 €/a**
Wirtschaftlichkeit						
Amortisationszeit	-	12 Jahre	11 Jahre	-	9 Jahre	9 Jahre
Einsparung nach 25 Jahren	-	-112.604 €	-128.660 €	-	-151.417 €	-158.121 €

Die Ortsaufnahme hat ergeben, dass der Kindergarten sowie das Bürgerhaus einen ähnlich hohen Bedarf an Wärme haben, wie die vier Wohngebäude. Aus diesem Grund konnten auf die gleiche Dimensionierung und die entsprechenden Angebote zurückgegriffen werden. Variiert wurden die Baukosten, denn das Wärmenetz ist 60 m kürzer. Dieser Umstand wirkt sich leicht positiv auf die Wirtschaftlichkeit aus.

Tabelle 131: Zusammenfassung Bürgerhaus und Kindergarten
Quelle: Eigene Darstellung

	Variante 1: Überregionales Contracting			Variante 2: Regionales Contracting		
Investigative Kosten	**Ist-Situation**	**Scheitholzverg.**	**Hackschnitzel**	**Ist-Situation**	**Scheitholzverg.**	**Hackschnitzel**
Kosten Heizungssystem:	20.000 €	54.102 €	52.080 €	20.000 €	54.102 €	52.080 €
Zinsen (Finanzierung)	3.300 €	3.295 €	3.299 €	3.300 €	3.295 €	3.299 €
Förderung	-	-11.500 €	-9.431 €	-	-11.500 €	-9.431 €
Summe	**23.300 €**	**45.898 €**	**45.948 €**	**23.300 €**	**45.898 €**	**45.948 €**
Gesamtkosten Brutto	**23.300 €**	**54.618 €**	**54.678 €**	**23.300 €**	**54.618 €**	**54.678 €**
Kosten Einsatzstoff 1. Jahr						
Heizöl	7.088,82 €/a	393,82 €/a	393,82 €/a	7.088,82 €/a	393,82 €/a	787,65 €/a
KUP	-	360,27 €/a	1.066,41 €/a	-	180,09 €/a	533,08 €/a
Hartholz	0,00 €/a	2.409,75 €/a	1.147,50 €/a	0,00 €/a	1.385,61 €/a	659,81 €/a
Sonstiges	550,05 €/a	785,13 €/a	963,39 €/a	550,05 €/a	825,14 €/a	963,39 €/a
Opportunitäskosten	-	-	-	0,00 €/a	0,00 €/a	0,00 €/a
Summe Einsatzstoffe	**7.638,87 €/a**	**3.948,97 €/a**	**3.571,12 €/a**	**7.638,87 €/a**	**2.784,66 €/a**	**2.943,92 €/a**
Wirtschaftlichkeit						
Amortisationszeit	-	11,50 Jahre	10,50 Jahre	-	9,50 Jahre	9,00 Jahre
Einsparung nach 25 Jahren	-	-113.669 €	-125.713 €	-	-150.963 €	-144.058 €

II.1.8.5.3 Fazit

Die Bevölkerung von Bisterschied diskutiert sehr engagiert das Zusammenwirken zwischen nachhaltiger Landnutzung und damit verbundener zentraler Wärmeenergieversorgung. Mehrgenerationenhäuser und kleine Verbunde waren interessiert an zentralen Lösungen. Hier zeigt sich auch eine erfreuliche soziale Kompetenz, denn die junge Generation übernimmt den Betrieb und Brennstoffbereitstellung für die ältere Generation. Das schließt nicht nur ein Gefährdungspotenzial für ältere Bürger aus, sondern schafft auch eine größere Bereitschaft, gemeinsam neue Lösungen zu erarbeiten. Im Gegenzug boten die Älteren Lagermöglichkeiten sowie Räumlichkeiten zur Errichtung der Heizzentrale an.

Die kommunalen Gebäude Kindergarten und Gemeinschaftshaus ergänzen sich in den Nutzungsprofilen, sodass eine zentrale Energieversorgung Synergien in der Auslastung der Heizzentrale erschließen kann. Der Kindergarten wird in der Woche hauptsächlich tagsüber genutzt, Gemeinschaftshäuser eher in den Abendstunden und z. T. ganztägig am Wochenende. Die gemeinsame Investition verringert gegenüber Einzellösungen die Kosten für das jeweilige Gebäude.

Das regionale Versorgungskonzept schafft Sicherheit in der Rohstoffbereitstellung und erhöht die regionale Wertschöpfung. Der Rohstoff Holz soll mit zunehmendem Anbau in der Feldflur um die Ortschaft herum eine bessere Umweltvorsorge gegenüber Extremwetterereignissen erschließen. Ein zweiter Aspekt liegt in der Steigerung der Vielfalt in Raum und Zeit, die zu einem regionalen Biotopverbund und einer Steigerung der Biodiversität beitragen kann.[61] Dieses Vorgehen erschließt im Ergebnis eine hohe lokale Nachhaltigkeit, Klimaschutz und Preisstabilität in der Energiebereitstellung. Die weltpolitischen Preisschwankungen auf den Rohstoffmärkten werden bedeutungslos und durch eine lokale Rohstoffsicherheit und Wertschöpfung ersetzt.

[61] [WAGENER ET AL. 2013]; [WAGENER ET AL. 2015]; [WAGENER ET AL. 2016]

II.1.8.5.4 Anschlussprojekt MUNTER

Die Weiterentwicklung und Umsetzung des integrierten Energie- und Landnutzungskonzeptes Bisterschied wird in einem Anschlussprojekt weiter erarbeitet. Zwei weitere Praxisstandorte in der Vulkaneifel und der Westpfalz haben sich im Projekt MUNTER zusammengeschlossen: „Entwicklung eines Managementsystems für Landwirte und Kommunen für mehr Umwelt- und Naturschutz durch einen optimierten Energiepflanzenanbau“. Die operationelle Gruppe umfasst 3 Landwirtschaftsbetriebe, 2 Institute und 1 Stiftung, die lösungsorientiert mit Kooperationspartnern aus der Wasserschutzberatung RLP, dem Naturschutz und den Kommunen zusammenarbeiten. Ein Internetauftritt ist im Jahr 2017 geplant: munter.stoffstrom.org.

Dieses Projekt wird im Rahmen des Entwicklungsprogramms EULLE unter Beteiligung der Europäischen Union und des Landes Rheinland-Pfalz, vertreten durch das Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau, gefördert (Laufzeit 10/2016 – 3/2020).

Abbildung 183: Logo des EIP-Agri-Projektes MUNTER
Quelle: © IfaS

Ziel dieser Europäischen Innovationspartnerschaft ist der Entwurf und die Entwicklung eines Managementsystems für Landwirte und Kommunen für mehr Umwelt- und Naturschutz durch einen optimierten Energiepflanzenanbau. Konkret wird damit ein Werkzeug für die strategische Entwicklung regionaler Konzepte durch eine verbesserte Zusammenarbeit von Landwirten, Kommunen und weiteren beteiligten Akteuren erarbeitet. Um die Praktikabilität dieses Werkzeugs zu gewährleisten, erfolgt die Entwicklung direkt in und mit der Praxis.

In einem ersten Schritt wird der Entwurf eines Managementsystems erarbeitet, der dann in einem zweiten Schritt in die Praxisentwicklung gegeben wird und mit der Umsetzung von Pilotvorhaben in zwei Pilotregionen (Westpfalz und Vulkaneifel) verknüpft und validiert wird. So entsteht ein neues Produkt für die Organisation der Landnutzung im Zusammenwirken der Landwirtschaft mit den Kommunen.

Folgende Module eines Managementsystems werden erarbeitet:

- Modul A: Erosions- und Hochwasserschutz
- Modul B: Gewässerschutz
- Modul C: Biotopverbund
- Modul D (Synthese A-C): Anbau & Verwertung

Abbildung 184: Die Partner in Bisterschied initiieren das Anschlussprojekt MUNTER.
Quelle: Eigene Aufnahme (Frank Wagener, © IfaS)

Für die Menschen im ländlichen Raum ist es von entscheidender Bedeutung, dass Maßnahmen für mehr Umwelt- und Naturschutz nicht zulasten regionaler Wirtschaftskreisläufe gehen, sondern idealerweise mehr Wertschöpfung und Entwicklungspotenziale für die Region bringen. Viele der bisher eingesetzten Maßnahmen zur Verfolgung von Schutzzielen in der Landnutzung sind jedoch von hohen Kosten und dem häufigen Prinzip der Nichtnutzung (bzw. Stilllegung) geprägt.

In MUNTER platzieren Praktiker, Kommunalvertreter und Experten Mehrnutzungssysteme genau an den Stellen in der Landschaft, wo die erzielbaren Zusatzleistungen auch einer Honorierung direkt oder indirekt zugeführt werden können. Dieses "Synergienmanagement" kann nur durch einen moderierten Planungsprozess erarbeitet werden.

Damit werden betriebliche Innovationen in der Landbewirtschaftung und die Erschließung neuer Geschäftsfelder für landwirtschaftliche Betriebe mit gesellschaftlichen Anforderungen verbunden, ohne dabei hohe betriebswirtschaftliche und gesellschaftliche Kosten zu verursachen.

Zugleich bietet der verfolgte Ansatz einen Beitrag zur Diversifizierung landwirtschaftlicher Betriebe, zur ländlichen (Wirtschafts-)Entwicklung und regionalen Wertschöpfung.

II.1.8.6 Energieautarke Kläranlage Rockenhausen

Autoren: Stefan Krieger, Andreas Blank, Marco Angilella

Ein Unterziel des Forschungsvorhabens ist eine dauerhafte CO_2-neutrale Energieversorgung der Modellkommunen durch Kombination von Energieeffizienz und Einsatz erneuerbarer Ressourcen zu erreichen. Hierbei spielt insbesondere der Energiebedarf von Kläranlagen eine entscheidende Rolle, da kommunale Kläranlagen die größten kommunalen Einzelenergieverbraucher darstellen. Im Rahmen des Next-Practices-Projektes „Energieautarke Kläranlage Rockenhausen“ sollen die energetischen Potenziale einer Verfahrensumstellung von einer aerob stabilisierenden zu einer anaerob stabilisierenden Kläranlage mit und ohne Co-Vergärung unter wirtschaftlichen, technischen und betrieblichen Gesichtspunkten untersucht und bewertet werden. Das Next-Practice-Projekt beruht am konkreten Beispiel der Kläranlage Rockenhausen. Zur Ausarbeitung der Projektskizze wurde eine Machbarkeitsstudie durch ein externes Ingenieurbüro, den HYDRO-Ingenieure Energie & Wasser GmbH, erarbeitet.

In diesem Zusammenhang soll unter technischen und wirtschaftlichen Aspekten geprüft werden, inwieweit der Energiebedarf der Kläranlage Rockenhausen durch eine Verfahrensumstellung von einer aerob stabilisierenden zu einer anaerob stabilisierenden Kläranlage mit oder ohne Co-Vergärung gesenkt und im Gegenzug Energie mittels Nutzung des anfallenden Klärgases produziert werden kann. Als Co-Substrat würden hierbei bspw. ca. 680 t/a Biomüll aus Haushalten der VG Rockenhausen zur energetischen Verwertung zur Verfügung stehen.

Im Folgenden werden die relevanten Ergebnisse der Studie vorgestellt. Die vollständige Studie ist auf der Projekthomepage veröffentlicht. [WEBSITE NEG]

II.1.8.6.1 Ausgangssituation

Die Kläranlage der VG Rockenhausen ist eine mechanisch biologische Abwasserreinigungsanlage mit einer ursprünglichen Ausbaugröße von ca. 20.000 EW. Derzeit reinigt diese das Abwasser von ca. 10.540 EW.

Die mechanische Vorreinigung besteht aus zwei Rechen, dem Grobrechen und Feinrechen und anschließendem Sandfang mit einem Volumen von 113 m³. Die anschließende biologische Reinigungsstufe besteht aus drei gleich großen in Reihe geschalteten, intermittierend belüfteten Becken mit einem Volumen von jeweils 1.750 m³. Die Abtrennung des Belebtschlammes erfolgt in den beiden Nachklärbecken mit je einem Volumen von 1.100 m³. Danach gelangt das gereinigte Abwasser in die benachbarte Alsenz. Der absinkende Belebtschlamm wird mittels Räumerbrücke im Beckentrichter abgezogen und gelangt als Rücklaufschlamm zurück in die Belebungsbecken. Überschüssiger Schlamm wird in die beiden Schlammstapelbehälter V=2x350 m³ mit Trübwasserabzug befördert und statisch eingedickt. Der in den Schlammstapelbehältern eingedickte Klärschlamm wird in einer Kammerfilterpresse unter Zugabe von Kalk und Eisen-Chlorid entwässert.

Anschließend erfolgt eine landwirtschaftliche Verwertung des Schlammes.

Abbildung 185: Kläranlage Rockenhausen
Quelle: Bilder © 2016 DigitalGlobe, GeoBasis-DE/BKG, GeoContent, Kartendaten © 2016 GeoBasis-DE/BKG (©2009), Google

Im Jahr 2015 wurde die Belüftung der Belebungsbecken erneuert, wodurch der spezifische Energiebedarf von 56 auf 40 kWh/(EW*a) reduziert werden konnte.

Im Zuge der weiteren Betrachtung wird überprüft, ob eine Verfahrensumstellung von aerober auf anaerobe Schlammstabilisierung der Kläranlage Rockenhausen wirtschaftlich darstellbar ist. Hierbei soll einerseits durch die Verfahrensumstellung, andererseits durch zusätzliche Co-Vergärung die Maximierung des Energieertrags betrachtet werden.

Darüber hinaus werden die Betriebs- und Bemessungsdaten zusammengestellt, aufbereitet und auf ihre Plausibilität geprüft. Anhand der Bemessungsgrundlagen werden dann die erforderlichen neuen Anlagenteile vordimensioniert und die jeweiligen Investitionskosten und Betriebskosten der betrachteten Varianten geschätzt und die daraus resultierenden Projektkostenbarwerte und Jahreskosten berechnet.

II.1.8.6.1.1 Co-Vergärung

Unter Co-Vergärung wird die Mitbehandlung begrenzter Menge eines Materials in einer Vergärungsanlage verstanden, welche bei der Planung und Genehmigung der Anlage zunächst nicht vorgesehen war. Die Substrate weichen in ihren materiellen und rechtlichen Eigenschaften von der Genehmigung ab und erfordern diesbezüglich eine technische Anpassung oder genehmigungsrechtlichen Änderungen. In Kapitel II.1.11.6 erfolgt eine tiefergehende Betrachtung der Rechtfragen zum Thema Co-Vergärung auf kommunalen Kläranlagen.

II.1.8.6.2 Bemessungsgrundlagen

II.1.8.6.2.1 Zuflussmengen

Die Bestimmung des mittleren Kläranlagenzuflusses bei Trockenwetter $Q_{T,d.}$ [m³/d] erfolgte auf Basis der gemessenen Abwasser-Durchflussmengen analog zum Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 198 „Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen“. [ATV-DVWK-A 198]

Der maximale stündliche Trockenwetterabfluss zur Kläranlage wurde anhand des geschätzten Schmutzwasseranfalles (140 l/(EW*d) mit dem Faktor x_{Qmax} = 13 nach A 198 $Q_{T,h,max}$= 128,7 m³/h berechnet und bildet die Grundlage für die Dimensionierung des Vorklärbeckens.

Tabelle 132: Abwassermengen
Quelle: Eigene Darstellung

	m³/a	m³/d	m³/h	l/s
Abwassermenge	1.045.292	2.864	119,3	33,1
Trockenwetterzufluss	675.593	1.851	77,1	21,4
Schmutzwassermenge	533.995	1.463	61,0	16,9
Fremdwasser	141.598	388	16,2	4,5
Fremdwasseranteil	21%	21%	21%	21%
x_{Qmax}				13,0
Q_{tmax}			128,7	35,8

II.1.8.6.2.2 Einwohnerwerte und Zulauffrachten

Zur Ermittlung der maßgebenden Zulauffrachten und Einwohnerwerte standen Daten von 01.01.2011 bis 31.12.2015 mit je einer 24h-Mischprobe (mit entsprechender Zulaufmenge) pro Monat (12 Werte pro Jahr) für den Parameter CSB zur Verfügung.

Aufgrund der geringen Probedichte (2-4 Messungen pro Monat) für die 24h-Mischprobe, wurden die Fracht über die 85 %-Quantile aller wesentlichen Bemessungsparameter ermittelt. Darauf aufbauend erfolgten die Ermittlung des BSB_5/CSB-Verhältnisses sowie die Berechnung der Zulauffrachten und die entsprechenden Einwohnergleichwerte sowohl für die CSB- als auch für die BSB-Zulauffrachten.

Tabelle 133: Frachten und resultierende Einwohnergleichwerte in Abhängigkeit vom Betrachtungszeitraum
Quelle: Eigene Darstellung

Zulauffracht aus 24h-Proben			spez. Fracht	EW	$EW_{gerundet}$
	Quantil	[kg/d]	[g/(EW*d)]	[-]	[-]
CSB	85%	1.532,80	120	12.773	12.770
	50%	829,2	120	6.910	6.910
	15%	617,6	120	5.147	5.150
	MW	**1.072,10**	**120**	**8.934**	**8.930**
BSB	85%	904,4	60	15.073	15.070
	50%	489,2	60	8.154	8.150
	15%	364,4	60	6.073	6.070
	MW	**632,5**	**60**	**10.542**	**10.540**
P_{ges}	85%	24,2	2	13.428	13.430
	50%	14,8	2	8 .234	8.230
	MW	**18**	**2**	**10.015**	**10.010**

Aufgrund der höheren Werte für die BSB_5-Belastung, wird diese als Leitparameter betrachtet und die aktuelle mittlere Kläranlagenbelastung auf **ca. 10.540 EW festgelegt**.

II.1.8.6.2.3 Schlammanfall

Zur Ermittlung des Schlammanfalls standen Daten des Verwertungsunternehmens FWE GmbH & Co.KG über den Zeitraum von 2011 bis 2015, sowie Angaben von SGD Süd für das Jahr 2014 zur Verfügung. Laut SGD Süd fielen im Jahr 2014 ca. **356 t/a** Klärschlamm an. Subtrahiert man die Kalk- und Eisenzugabe (insgesamt 187,3 t/a) errechnete sich eine Schlammmenge von **168,7 t/a**.

Darüber hinaus wurde der anfallende Schlamm anhand der Angaben des DWA-M 368 berechnet und mit den vorhandenen Daten verglichen. Geht man von einer einwohnerspezifischen Schlammfracht von 50 gTS/(EW*d), einem Glühverlust von 70 % (Schlammalter von 25 Tagen) und einem Einwohnergleichwert von 10.540 EW aus, errechnet sich eine Schlammmenge von 192,4 tTS/a.

Überschussschlamm:

$B_{d,Üs}$ = (50,0 gTS/(EW*d) x 10.540 EW)/1000 = 527,0 kgTS/d

$B_{d,Üs}$ = 527,0 kgTS/d x 365 / 1000 = **192,4 tTS/a** zuzüglich 194,9 t/a Kalk und Eisenzugabe

$B_{d,Üs}$ = 192,4 tTS/a + 187,3 = **379,6 tTS/a**

Für die weitere Betrachtung wurde eine Klärschlammmenge im Mittel von **200 tTS/a** gewählt, diese erscheint auch im Vergleich des theoretisch berechneten Schlammanfalls mit den Daten der Kläranlage als stimmig.

Nach Angaben des Betreibers belaufen sich die Kosten für die Entwässerung im Mittel auf 31.067,00 €/a. Die Klärschlammentsorgung kostet jährlich im Mittel 58.211,09 €, dies entspricht 379,13 € pro Tonne TS des anfallenden Klärschlamms.

II.1.8.6.2.4 Strombedarf

Der Jahresverbrauch an elektrischer Energie für die Kläranlage Rockenhausen beläuft sich für die Jahre 2013 und 2014 im Mittel auf 592.809 kWh/a. Der einwohnerspezifische Energieverbrauch berechnet sich zu ca. 56 kWh/(EW*a) bezogen auf 10.540 EW. Durch die Umbaumaßnahmen im Jahr 2015 ist der Energieverbrauch 2015 auf 714.171,0 kWh angestiegen.

Ab November 2015 hat sich der Stromverbrauch auf ca. 35.500 kWh/Monat reduziert. Grund hierfür ist die Modernisierung des gesamten Belüftungssystems. Hierdurch ergibt sich ein aktueller spezifischer Energieverbrauch von ca. 40,4 kWh/(EW*a).

Der Strompreis wurde den Stromrechnungen vom Dezember 2015 sowie Januar 2016 entnommen. Hieraus wurde der Strompreis für November 2015 bis Januar 2016 zu 0,216 € (brutto) bzw. 0,175 € (netto). Zur weiteren Betrachtung wird von einem jährlichen Stromverbrauch von 425.508 kWh/a ausgegangen, errechnet aus den Monaten November 2015 bis Januar 2016.

II.1.8.6.2.5 Energiebilanzierung IST-Zustand

Zur Bestimmung des Energiebedarfs wurde für den IST-Zustand der Kläranlage sowie für die einzelnen Betriebsvarianten eine Energiebilanzierung erstellt.

Der elektrische Gesamtenergieverbrauch der Kläranlage Rockenhausen beträgt nach der Belüftungserneuerung ca. 425.508 kWh/a bzw. ca. 1.165,8 kWh/d. Der einwohnerspezifische Energieverbrauch berechnet sich zu 40,4 kWh/(EW*a) bezogen auf 10.540 EW, Tabelle 134.

Tabelle 134: Energiebilanz KA Rockenhausen
Quelle: Eigene Darstellung

		IST-Zustand (2013-2015)	IST-Zustand (Nov, Dez 2015 - Feb 2016)
Verbrauch	**kWh/a**	**512.460**	**425.508**
	kWh/d	1.404	1.166
	kWh/h	58,5	48,6
spez. Energieverbrauch	**kWh/(EW*a)**	**48,6**	**40,4**
Energieverbrauch Belüftung	kWh/(EW*a)	28,0	28,0
Energieverbrauch KFP	kWh/(EW*a)	2,7	2,7
Energieverbrauch Sonstige	kWh/(EW*a)	9,3	9,3
Energieverbrauch Faulung, VKB	kWh/(EW*a)	0,0	0,0
Bezug	**kWh/a**	**512.460**	**425.508**
Eigenversorgungsgrad %		0%	0%

Wie in nachstehender Abbildung veranschaulicht wird, splittet sich der einwohnerspezifische Energieverbrauch wie folgt auf: 2,7 kWh/a für Schlammeindickung, 28,0 kWh/a für die Belebung und 9,3 kWh/a für die mechanische Vorreinigung und sonstige Energieverbraucher.

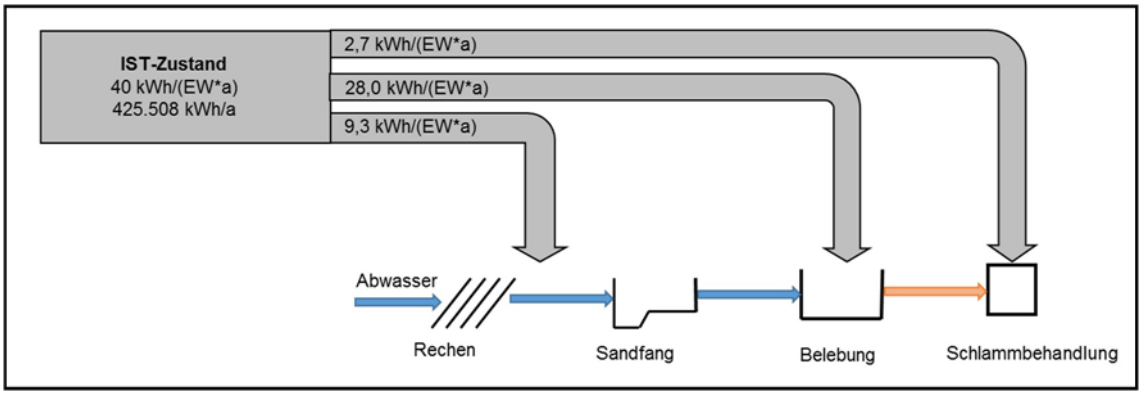


Abbildung 186: Energiebilanzierung IST-Zustand
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.8.6.3 Gasproduktion und -Nutzung

Für die mittlere Belastung der Kläranlage wurden die anfallenden Mengen hinsichtlich Primärschlamm und Überschussschlamm nach dem DWA-M 368 bestimmt und der potenzielle Gasanfall berechnet.

Hierbei wurde ein spezifischer Gasanfall aus dem Primärschlamm von 570 Nl/kgoTS$_{zu}$ und aus dem Überschussschlamm von 330 Nl/kgoTS$_{zu}$ zugrunde gelegt.

- **Berechnung anhand des Schlammanfalls**

  Primärschlammanfall = 28,0 gTS/(EW*d)

  Einwohnerwerte = 10.540 EW

oTS/TS	= 0,75
theoretischer Gasanfall	= 570 l/kgoTS$_{zu}$
Primärschlammanfall	= 126,2 m³/d
Überschussschlammanfall	= 31,7 gTS/(EW*d)
Einwohnerwerte	= 10.540 EW
oTS/TS	= 0,70
theoretischer Gasanfall	= 330 l/kgoTS$_{zu}$
Überschussschlammanfall	= 77,2m³/d
Gasanfall	= 203,3 m³/d

Auf Basis dieses Ansatzes wurde ein mittlerer Klärgasanfall von ca. 203,3 m³/d bzw. 19,3 l/(EW*d) berechnet.

II.1.8.6.4 Variantenberechnung

Im Rahmen der Studie wurden unterschiedliche Varianten erarbeitet. Hierbei wurde insbesondere eine mögliche Nutzung vorhandener Bauwerke berücksichtigt. Erarbeitet wurden drei Varianten, die als zielführend eingestuft wurden:

- Variante 1: Faulung nach dem Kombiverfahren
- Variante 2: Faulung nach dem Kombiverfahren mit Annahme von Fetten als Co-Substrat
- Variante 3: Faulung nach dem Kombiverfahren mit Annahme von Biomüll als Co-Substrat

II.1.8.6.4.1 Variante 1: Faulung nach dem Kombiverfahren

Die anaerobe Schlammstabilisierung (Faulung) erfolgt in einem geschlossenen Faulbehälter, unter Luftabschluss und Mitwirkung von verschiedenen Bakteriengruppen.

Bei Variante 1 wird ein Kombinationsreaktor verwendet, bestehend aus einem Fermenter mit integrierter Schlammerwärmung und Gasspeicher. Um den energiereichen Primärschlamm abzutrennen, ist es erforderlich, eine Vorklärung zu errichten. Der Rohschlamm (Primärschlamm und Überschussschlamm) wird auf 5 % eingedickt und anschließend in die Faulung gefördert. Das anfallende Klärgas wird mittels Kraft-Wärme-Kopplung verwertet. Die anfallende thermische Energie wird für die Beheizung des Faulbehälters und der Betriebsgebäude verwendet, die anfallende elektrische Energie wird für den Betrieb der Kläranlage eingesetzt.

Energiebilanzierung Variante 1

Bei einer Verfahrensumstellung auf anaerobe Schlammstabilisierung und einer Nutzung des Klärgases mittels Kraft-Wärme-Kopplung können unter Annahme eines Wirkungsgrades von $\eta_{ele.}$ = 0,35 bzw. $\eta_{th.}$ = 0,50 und einem Methangehalt von ca. 65 %, ca. 169.225,0 kWh$_{ele.}$/a bzw. 241.749,9 kWh$_{th.}$/a produziert werden. Aus nachstehender Abbildung können die Energieverbräuche der einzelnen Verbrauchergruppen entnommen werden.

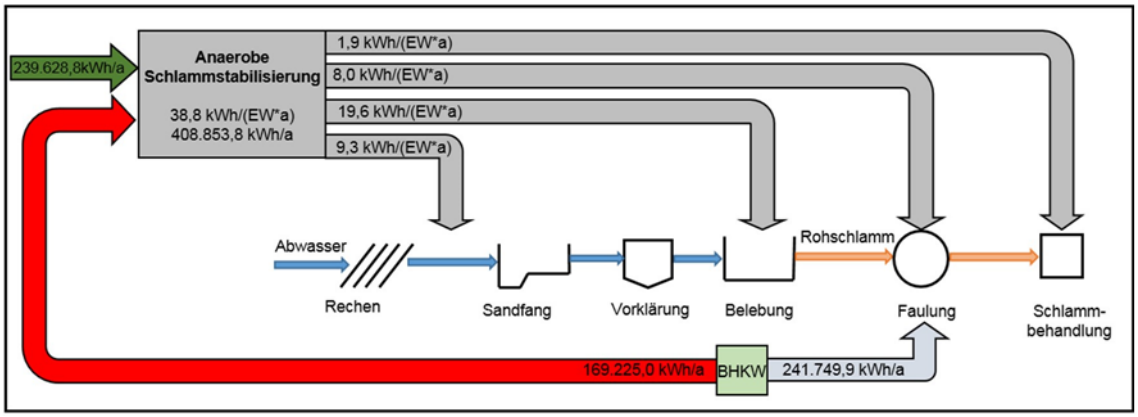


Abbildung 187: Energiebilanzierung nach Verfahrensumstellung
Quelle: Eigene Darstellung

Die Kläranlage benötigt nach der Umstellung insgesamt 408.853,8 $kWh_{ele.}$/a an elektrischer Energie um alle Verbrauchergruppen zu versorgen. Im Vergleich zum momentan Zustand der Kläranlage reduziert sich der Bezug an Fremdenergie um ca.186.000 $kWh_{ele.}$/a. Jedoch muss weiterhin ein Bedarf von 239.628,8 $kWh_{ele.}$/a an Fremdenergie gedeckt werden.

Aus nachstehender Tabelle wird ersichtlich, dass sich die Kläranlage mittels Kraft-Wärme-Kopplung zu knapp 41 % selbst mit elektrischer Energie versorgen kann.

Tabelle 135: Energiebilanz KA Rockenhausen
Quelle: Eigene Darstellung

		IST-Zustand (2013-2015)	IST-Zustand (Nov, Dez 2015 - Feb 2016)	Anaerob (DWA-M 368)
Gasanfall	m³/a			74.623
	m³/d			204,4
	m³/h			8,5
	l/EW*d			19,4
Gasqualität	m³/d			204,4
	CH4 in %			65%
	m³/d			132,9
	m³/a			48.505
Heizwert	kW/m³			10,0
BHKW	kWh/a_{el} 35%			169.225
	kWh/a_{th} 50%			241.750
Produktion	**kWh/a**			**169.225**
	kWh/d			464
	kW			19,3
Verbrauch	**kWh/a**	**645.847**	**425.508**	**408.854**
	kWh/d	1.769	1.166	1.120
	kWh/h	73,7	48,6	46,7
spez. Energieverbrauch	**kWh/(EW*a)**	**61,30**	**40,40**	**38,80**
Energieverbrauch Belüftung	kWh/(EW*a)	28,0	28,0	19,6
Energieverbrauch KFP	kWh/(EW*a)	2,70	2,70	1,90
Energieverbrauch Sonstige	kWh/(EW*a)	9,3	9,3	9,3
Energieverbrauch Faulung, VKB	kWh/(EW*a)	-	-	8,0
Bezug	**kWh/a**	**645.847**	**425.508**	**239.629**
Eigenversorgungsgrad %		**0,0%**	**0,0%**	**41,4%**

II.1.8.6.4.2 Variante 2: Faulung nach Kombiverfahren mit Annahme von Fetten als Co-Substrat

Die Co-Vergärung von biogenen Abfällen als Co-Substrat in Verbindung mit Klärschlamm als Basis-Substrat kann zur Optimierung der Auslastung und Energiebilanzierung einer Kläranlage beitragen. Hierbei werden die freien Kapazitäten im Faulbehälter bestmöglich ausgenutzt und das zusätzlich gewonnene Faulgas energetisch weiter verwertet. Gemäß DWA-M 380 weisen z. B. Fettabscheider-rückstände einen TS-Gehalt von 2-70 % und einen oTS-Gehalt von 69-99 % auf. Durch die Annahme solcher Co-Substrate lassen sich zusätzlich 600-700 l/kg oTS Methanausbeute erzielen.

Variante 2 wird weitestgehend wie Variante 1 betrieben nur mit dem Unterschied, dass hier Fette als Co-Substrat angenommen werden. Hierfür wird der Bau einer Fettannahmestation nötig.

Für die Stabilisierung wird ein Faulbehälter mit einem Volumen von 550 m³ erforderlich. Die Beschickung des Faulbehälters erfolgt durch ein Gemisch aus Primärschlamm, Überschussschlamm und zusätzlichem Fett. Vor und nach der eigentlichen Vergärung muss das Inputmaterial aufbereitet werden. Die Aufbereitung umfasst das Herausfiltern von Störstoffen, die Zerkleinerung und die Mischung

des Materials. Fetthaltige Co-Substrate wie Fettabscheiderinhalte können zu Ablagerungen in Rohrleitungen und Pumpen führen, deshalb ist eine Erwärmung des Substrates auf ca. 40°C empfehlenswert. Danach erfolgt eine Mischung des Co-Substrates mit dem Basis-Substrat, welches sodann im Faulbehälter vergoren und stabilisiert wird. Das anfallende Klärgas wird mittels Kraft-Wärme-Kopplung verwertet.

Die anfallende thermische Energie wird für die Beheizung des Faulbehälters und der Betriebsgebäude verwendet, die anfallende elektrische Energie wird für den Betrieb der Kläranlage eingesetzt.

Um den zusätzlich erforderlichen Strom von ca. 239.600 $kWh_{el.}$/a zur Deckung des Eigenenergiebedarfs und ca. 16.000 $kWh_{el.}$/a für die Aufbereitung und Speicherung der Fette zu erzeugen, müssen zusätzlich ca. 310 m³/d Gas bzw. 201 m³CH4/d mittels des Co-Substrates produziert werden. Anhand der spezifischen Methanausbeute aus dem Co-Substrat von ca. 650 l/kg oTS_{zu} müssen ca. 310 kg oTS/d Fett im Faulbehälter mitbehandelt werden (Tabelle 10) bzw. bei einem TS Gehalt von 10 % und einem Glühverlust von 90 % sind täglich ca. 3,44 t OS[62] Fett erforderlich bzw. ca. 3,44 m³/d (Dichte ca. 1 t/m³).

Tabelle 136: Berechnung Co-Substrat (Fette)
Quelle: Eigene Darstellung

Rohschlamm		
Rohschlamm 10540EW	kg oTS/d	458,6
Raumbelastung	kg oTS/(m³*d)	1,15
Co-Vergärung		
zusätzliche Co-Substratmenge	kg oTS/d	446
Max Kapazität	kg oTS/d	905,0
erforderliches Volumen	m³/d	790
Fett		
Erforderliche Stromerzeugung	kWh/a	257.373
Methanproduktion aus Fetten	m³/d	201,5
	l/kg oTS	650,0
oTS Fett	kg oTS	310
TS Fett	kg TS	344,4
OS Fett	kg OS	344.387

Auslegung BHKW und Gasspeicher

Bei der Dimensionierung des Gasspeichers und des BHKWs ist zu berücksichtigen, dass der produzierte Strom weitestgehend für den Betrieb der Kläranlage genutzt werden soll.

Anhand des theoretisch anfallenden Klärgases von 203 m³/d und einem Methangehalt von 65 % ergibt sich eine Brennstoffleistung von 139 kW. Unter der Annahme eines elektrischen Wirkungsgrades von 35 % wurde die elektrische und thermische Leistung für den 24-h/d Betrieb berechnet. Die Ergebnisse sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

[62] OS = Originalsubstanz

BHKW	MW	Einheit
Gasproduktion Rohschlamm + Fett	514	m³/d
Methananfall 24-h/d-Betrieb; Methangehalt: 65%; spez. Heizwert CH_4: 9,968 kW/m³	334	m³/d
Brennstoffleistung	139	kW
Elektrische Leistung ($\eta_{el.}$ = 0,35)	48,6	$kW_{el.}$
Thermische Leistung ($\eta_{th.}$ = 0,50)	69,4	$kW_{th.}$
Volumen (vorhanden)	100	m³
Speicherzeit	0,19	d

Abbildung 188: Auslegung des BHKW Variante 2
Quelle: Eigene Darstellung

Energiebilanzierung Variante 2

Variante 2 wird weitestgehend energieorientiert betrachtet. Dabei wird durch die Verfahrensumstellung und Annahme von Fetten als Co-Substrat mittels Kraft-Wärme-Kopplung 425.31,6 $kWh_{ele.}$/a an elektrischer und 607.599,4 kWh/a an thermischer Energie produziert. Der momentane Gesamtenergiebedarf der Kläranlage beträgt 408.853,8 $kWh_{ele.}$/a, die rechnerische Überproduktion von 16.465,8 $kWh_{ele.}$/a ist erforderlich, um den Energiebedarf für die Aufbereitung und Speicherung der Fette zu decken.

Nachstehende Abbildung gewährt einen Überblick über die verschiedenen Energieströme der Variante. Zu erkennen ist, dass identisch zur Variante 1 ca. 169.225 $kWh_{ele.}$/a aus der anaeroben Stabilisierung des Klärschlamms gewonnen wird. Aus dem Co-Substrat werden 256.094,7 $kWh_{ele.}$/a an elektrischer Energie gewonnen.

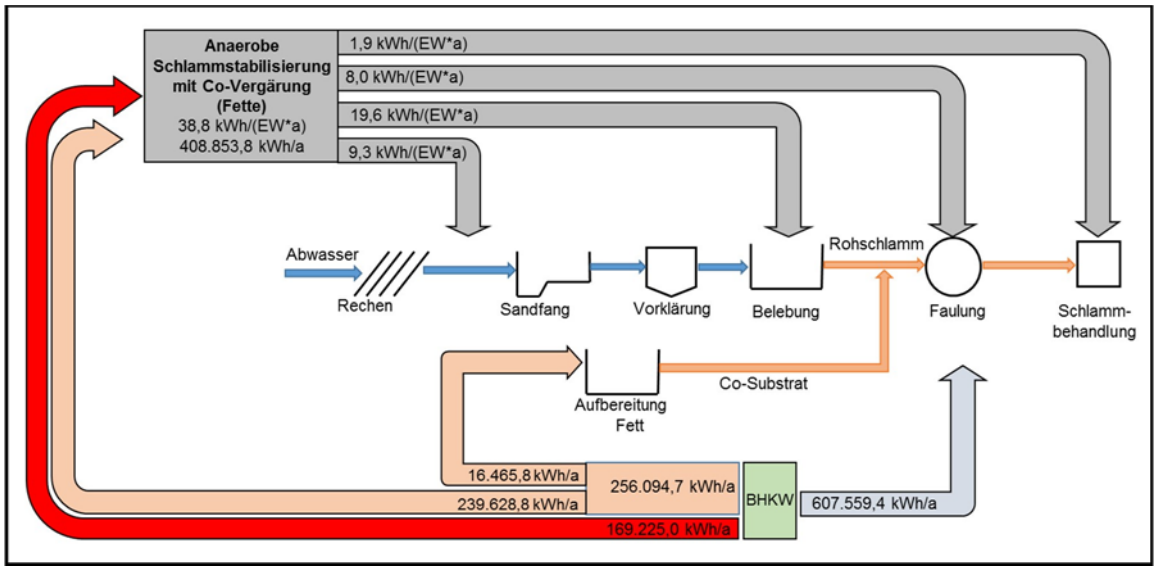


Abbildung 189: Energiebilanzierung Variante 2
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.8.6.4.3 Variante 3: Faulung nach Kombiverfahren mit Annahme von Biomüll als Co-Substrat

Variante 3 wurde eine Faulung nach dem Kombiverfahren und Annahme von Bioabfällen als Co-Substrat zugrunde gelegt. Gemäß DWA-M 380 weisen Bioabfälle einen TS-Gehalt von 40-75 % und einen oTS-Gehalt von 50-70 % auf. Durch die Annahme solcher Co-Substrate lassen sich zusätzlich 200-400 l/kg oTS Methanausbeute erzielen.

Für die Behandlung der Bioabfälle muss eine Aufbereitungsanlage auf der bestehenden Kläranlage errichtet werden. In einer solchen Aufbereitungsanlage werden zunächst die Bioabfälle mittels einer Schraubenmühle grob zerkleinert und homogenisiert. Danach wird der Biomüll in einem sog. Abfall-Pulper mit integrierter oder nachgeschalteter Störstoffabtrennung weiterverarbeitet. Die Aufbereitung erfolgt hierbei chargenweise durch eine intensive Durchmischung des Biomülls mit bspw. Filtratwasser der Kläranlage. Dadurch wird die vergärbare Organik des Biomülls aufgelöst und es bildet sich eine pumpfähige Suspension. Anschließend werden die mit dem Biomüll eingetragenen Schwerstoffe mittels hydrodynamischer Schwerstoffabscheidung entfernt und der Zentrifuge, in der die Fest-/ Flüssig-Trennung stattfindet, zugeführt. Die Flüssigphase ist organisch hoch belastet (CSB = 20.000-30.000 mg/l) und wird nach einer Zwischenspeicherung mit dem Rohschlamm dem Faulbehälter kontinuierlich zugegeben.

Um den erforderlichen Strom von ca. 239.600 kWh/a zu erzeugen, müssen zusätzlich ca. 300 m³/d Gas mittels des Co-Substrates produziert werden. Anhand der spezifischen Methanausbeute aus dem Co-Substrat (Biomüll) von ca. 300 l/kg oTS müssen ca. 1.000 kg oTS/d im Faulbehälter mitbehandelt werden.

Jedoch darf die Kläranlage in ihrer rechtlichen Einordnung nur etwas weniger als die vorhandene oTS-Fracht aus dem Schlammanfall (ca. 455 kg/d) zusätzlich als Co-Substrat annehmen.

Somit ergibt sich eine maximale Menge von etwa 450 kg oTS/d. Hieraus ergäbe sich eine zusätzliche Gasmenge von ca. 210 m³/d bzw. 135 m³CH4/d.

Von dem angelieferten Bioabfall gelangen nach der Aufbereitung lediglich ca. 3040 % als Suspension (TS-Gehalt ca. 8-10 %; GV ca. 50 %) in den Faulbehälter; die restlichen 50-60 % als Kompostrohstoff zu einer Kompostanlage. Um eine oTS-Fracht von 450 kg/d aus Biomüll zu erhalten, sind somit ca. 5 tOS/d (1.825 tOS/a) Biomüll erforderlich. In der VG Rockenhausen stehen jedoch lediglich ca. 680 t OS/a zur Verfügung.

Tabelle 137: Berechnung Co-Substrat (Biomüll)
Quelle: Eigene Darstellung

Biomüll			
Angelieferter Biomüll	5,00	t/d	OS Biomüll
Dichte Biomüll	7,14	m³/d	Dichte Biomüll 0,7 t/m³
Erforderliche Wassermenge zum Pulpen	10,00	m³/d	10 m³ pro 5-6 Mg Biomüll (z.B. Kammerfilter-Presswasser)
Suspension nach Aufbereitung	12,90	m³/d	40% von OS
TS-Fracht zur Faulung	1,00	t TS/d	TS-Gehalt ca. 8-10 %
oTS-Fracht zur Faulung	0,50	t oTS/d	GV 50%
spezifischer Methanertrag	250 -300	Nl/kg oTSzu	
Methanertrag	135,00	m³CH_4/d	

Da die Aufbereitung des Biomülls sehr energieintensiv ist, müssen ca. 50-60 % der elektrischen Energie (bzw. des Methananfalls), die durch die Vergärung des Biomülls produziert werden für die Aufbereitung aufgewendet werden.

Tabelle 138: Auslegung des BHKW Variante 3
Quelle: Eigene Darstellung

BHKW	MW	Einheit
Gasproduktion Rohschlamm + Biomüll	414	m³/d
Methananfall 24-h/d-Betrieb; Methangehalt: 65%; spez. Heizwert CH_4: 9,968 kW/m³	268	m³/d
Brennstoffleistung	111	kW
Elektrische Leistung ($\eta_{el.}$ = 0,35)	39,0	$kW_{el.}$
Thermische Leistung ($\eta_{th.}$ = 0,50)	55,7	$kW_{th.}$
Volumen (vorhanden)	100	m³
Speicherzeit	0,24	d

Energiebilanzierung Variante 3

Bei Variante 3 wird durch die Verfahrensumstellung und Annahme von Biomüll als Co-Substrat mittels Kraft-Wärme-Kopplung 341.274,4 $kWh_{el.}$/a an elektrischer Energie (169.225 $kWh_{el.}$/a aus Klärschlamms und 172.049,5 $kWh_{el.}$/a aus Biomüll) und 487.534,9 kWh/a an thermischer Energie produziert.

Für die Aufbereitung des Biomülls sind 86.231,3 $kWh_{el.}$/a erforderlich. Dadurch können lediglich 85.818,2 $kWh_{el.}$/a der Gesamtenergie aus dem Biomüll für den Betrieb der Kläranlage zur Verfügung gestellt werden, wodurch ein Zukauf an Fremdenergie von rund 154.000 kWh/a erforderlich ist.

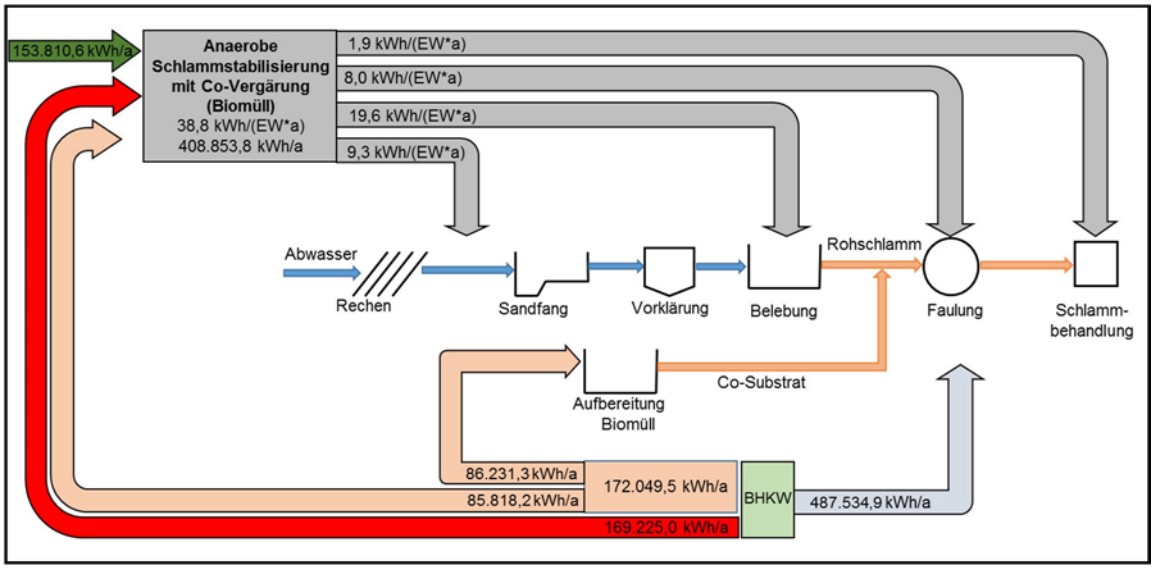


Abbildung 190: Energiebilanzierung Variante 3
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.8.6.5 Kostenermittlung und dynamische Kostenvergleichsrechnung

Für die ökonomische Bewertung wurde eine Kostenermittlung der einzelnen Varianten durchgeführt. Hierfür wurden sowohl die Investitionen als auch die Betriebskosten ermittelt und daraus die Jahreskosten errechnet.

Die Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.

II.1.8.6.5.1 Investitionen

Für die Varianten wurden die Investitionen in unterschiedliche Kostengruppen wie Bau, Maschinentechnik und EMSR-Technik unterteilt. Die Ergebnisse der Investitionskostenschätzung inklusive der Baunebenkosten sind in der Tabelle 139 zusammengefasst.

Hinsichtlich der Investitionskosten ergibt sich die Variante 1 „Anaerobe Schlammstabilisierung“ mit ca. 1.76 Mio. € (netto) als die günstigste Lösung, gefolgt von Variante 2 „Anaerobe Schlammstabilisierung mit Co-Vergärung (Fette)“ mit ca. 1,9 Mio. € (netto). Die kostenintensivste Variante stellt Variante 3 „Anaerobe Schlammstabilisierung mit Co-Substrat (Fette) aufgrund der zusätzlichen Aufbereitungsanlage für den Biomüll mit ca. 5,4 Mio. € (netto) dar.

Tabelle 139: Investitionen
Quelle: Eigene Darstellung

Position		Variante 1 Anaerob	Variante 2 Co-Vergärung Fette	Variante 3 Co-Vergärung Biomüll
1	Baukosten	530.000 €	563.000 €	1.747.000 €
2	Maschinentechnik	708.000 €	766.000 €	2.211.000 €
3	EMSR-Technik	230.000 €	250.000 €	510.000 €
	Summe Investitionen	**1.468.000 €**	**1.579.000 €**	**4.468.000 €**
	Baunebenkosten (20 %)	293.600 €	315.800 €	893.600 €
	Gesamtkosten netto	**1.761.600 €**	**1.894.800 €**	**5.361.600 €**
	MwSt. (19%)	334.704 €	360.012 €	1.018.704 €
	Gesamtkostenkosten brutto	**2.096.304 €**	**2.254.812 €**	**6.380.304 €**

II.1.8.6.5.2 Betriebskosten

Nachfolgende Randbedingungen wurden bei der Ermittlung der Betriebskosten zugrunde gelegt.

- Energiekosten: 0,175 €/kWh (netto)
- Personalkosten: 40.000 €/a (netto)
- Schlammentsorgung: 379 €/t
- Wartung/Versicherung: 1 bzw. 1,5 % Investitionskosten

Anhand des Energiebedarfs und der Energiepreise pro kWh wurden die Energiekosten berechnet. In der nachstehenden Tabelle wird ersichtlich, dass sich durch eine Verfahrensumstellung die Energiekosten um mindesten 40 % reduzieren bzw. um mindestens 60 % bei zusätzlicher Verwendung von Co-Substrat.

Bei den Varianten mit Co-Vergärung steigen jedoch die Personalkosten an, da mit einem erhöhten Aufwand gerechnet wird, aufgrund intensiverer Betreuung durch Annahme von Co-Substraten. Die Schlammentsorgungskosten werden aufgrund eines Faulungsvorgangs bei Variante 1 und 2 reduziert.

Bei Variante 3 wird davon ausgegangen, dass durch das Co-Substrat die Entsorgungskosten im Vergleich zum IST-Zustand gleichbleiben.

Hinsichtlich der Betriebskosten schneidet die Variante 2 mit ca. 91.000 € (netto) am preiswertesten ab. Die im Verhältnis zur Variante 1 geringeren Betriebskosten ergeben sich aus der zusätzlichen Gasproduktion durch die Annahme von Fetten und deren energetischen Nutzung.

Bei Variante 3 ist die Reduzierung der Betriebskosten trotz einer im Vergleich zu Variante 1 doppelt so hohen Gaserzeugung gering, da 50 % der zusätzlich produzierten Energie für den Betrieb der Biomüllanlage aufgewendet werden muss. Grundsätzlich sind die Betriebskosten der Variante 3 aufgrund der hohen Kosten für Wartung und Versicherung der neuen Anlagenteile (insbesondere der Biomüllaufbereitungsanlage) höher als die Betriebskosten des IST-Zustandes.

Tabelle 140: Betriebskosten
Quelle: Eigene Darstellung

Position		Ist	Variante 1 Anaerob	Variante 2 Co-Vergärung Fette	Variante 3 Co-Vergärung Biomüll
1	Personal	- €	- €	8.000 €	8.000 €
2	Energiekosten	74.464 €	45.040 €	- €	29.950 €
3	Schlammverbrennungs-/ Entsorgungskosten	89.279 €	62.495 €	62.495 €	89.279 €
4	Kosten Wartung u. Versicherungen	- €	19.370 €	20.870 €	58.285 €
	Summe Betriebskosten netto	**163.743 €**	**126.905 €**	**91.365 €**	**185.513 €**
	MwSt. (19%)	31.111 €	24.112 €	17.359 €	35.248 €
	Summe Betriebskosten brutto	**194.854 €**	**151.017 €**	**108.724 €**	**220.761 €**
	Summe Prozente	**129%**	**100%**	**72%**	**146%**

II.1.8.6.5.3 Projektkostenbarwerte und Jahreskosten

Auf Basis der Investitionen und Betriebskosten wurden die Projektkostenbarwerte und Jahreskosten der einzelnen Varianten berechnet. [KVR 2012] Hierbei wurden ein Betrachtungszeitraum von 50 a und ein Zinssatz von 3 % angesetzt. Die Preissteigerungsrate für Energie wurde sehr konservativ mit 3 % angenommen. Für Reinvestitionen und sonstige Betriebskosten wurde eine Preissteigerungsrate von 1 % veranschlagt. Reinvestitionen ergeben sich für das BHKW-Modul nach 12,5 a und 37,5 a, Reinvestitionen für EMSR-Technik und die prozess- und verfahrenstechnische Anlagen nach 25 a.

Des Weiteren wurde bei der dynamischen Kostenvergleichsrechnung der KWK-Bonus berücksichtigt, der bei der Installation eines neuen BHKW erstattet wird.

Hierbei ergibt sich für ein BHKW mit einer elektrischen Leistung kleiner 50 kW (Variante 1 und 3) ein KWK-Bonus von ca. 39.800 € bzw. 78.800 € über ca. 9 Jahre. Bei Variante 2 wird ein BHKW > 50 kW eingesetzt, wodurch sich ein KWK-Bonus von ca. 34.000 € über 4 Jahre ergibt.

Anhand der angegebenen Randbedingungen ergeben sich für den IST-Zustand Jahreskosten von ca. 302.500 €/a (brutto) und ein Projektkostenbarwert von ca. 7,78 Mio. € (brutto). Für die kostengünstigste Variante 2 ergibt sich ein Projektkostenbarwert von ca. 6,26 Mio. € (brutto) und Jahreskosten in Höhe von 243.000 €/a (brutto). Die Varianten 1 und 3 führen unter den gegebenen Randbedingungen im Vergleich zum IST-Zustand zu höheren Projektkostenbarwerten und Jahreskosten und sind somit momentan wirtschaftlich nicht darstellbar (s. nachfolgende Tabellen).

Tabelle 141: Projektkostenbarwerte[63]
Quelle: Eigene Darstellung

Position	Ist	Variante 1 Anaerob	Variante 2 Co-Vergärung Fette	Variante 3 Co-Vergärung Biomüll
Projektkostenbarwert netto	6.540.365 €	7.012.444 €	5.258.964 €	12.674.619 €
MwSt. (19%)	1.242.669 €	1.332.364 €	999.203 €	2.408.178 €
Projektkostenbarwert brutto	7.783.034 €	8.344.808 €	6.258.168 €	15.082.796 €
Differenz zum IST-Zustand	-	561.774 €	-1.524.866,24 €	7.299.762 €

Tabelle 142: Projektkostenbarwerte
Quelle: Eigene Darstellung

Position	Ist	Variante 1 Anaerob	Variante 2 Co-Vergärung Fette	Variante 3 Co-Vergärung Biomüll
Jahreskosten netto (€/a)	254.195 €	272.542 €	204.392 €	492.605 €
+ 19 % MwSt. (€/a)	48.297 €	51.783 €	38.835 €	93.595 €
Jahreskostent brutto (€/a)	302.491 €	324.325 €	243.227 €	586.200 €
Differenz zum IST-Zustand	-	21.834 €	-59.264,68 €	283.709 €
Prozent	124%	133%	100%	241%

Die Rentabilitätsschwelle der Variante 2 liegt aufgrund der Reinvestitionen nach 25 Jahren bei über 30 Jahren (s. Abbildung 191: Projektkostenbarwerte (Steigerungsrate Strompreis 3 %)).

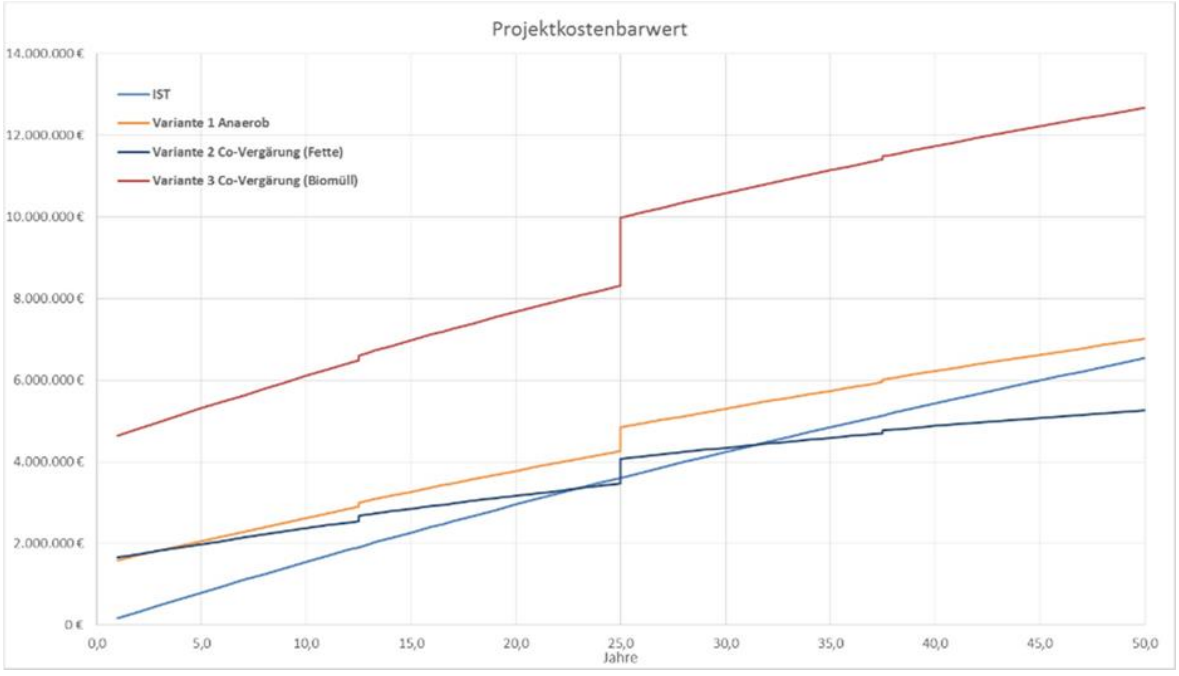


Abbildung 191: Projektkostenbarwerte (Steigerungsrate Strompreis 3 %)
Quelle: Eigene Darstellung

[63] Betrachtungszeitraum (n): 50,00 Jahre; Zinssatz (i): 3,00 %

Hierbei wurden mögliche Kosten für das Co-Substrat nicht berücksichtigt. Entstehen Kosten für die Annahme des Co-Substrats, erhöht sich der Zeitraum bis zum Erreichen der Rentabilitätsschwelle.

Um eine Rentabilität innerhalb des Betrachtungszeitraums (50 Jahre; Preissteigerung 1 %) zu erreichen, darf der spezifische Preis für die Co-Substrate (Fette) aktuell einen Wert von netto 323,05 €/t TR (brutto 384,43 €/t TR) nicht überschreiten.

II.1.8.6.6 Sensitivitätsanalyse

Bei der Sensitivitätsanalyse wurden die Projektkostenbarwerte und die Jahreskosten unter Variation der Preissteigerungsrate für die Energiekosten betrachtet. Hierbei wurden eine Preissteigerungsrate von 4,3 % (mittlere Preissteigerungsrate der letzten 15 Jahre) und 4,8 % (mittlere Preissteigerungsrate der letzten 10 Jahre) zugrunde gelegt.

II.1.8.6.6.1 Steigerungsrate Strompreis 4,3 %

Bei einer Steigerungsrate des Strompreises von 4,3 %, welche der Strompreissteigerungsrate der letzten 15 Jahre entspricht, lässt sich auch Variante 1 für den Betrachtungszeitraum von 50 Jahren im Vergleich zum IST-Zustand wirtschaftlich darstellen. Jedoch wird die Rentabilitätsschwelle erst am Ende des Betrachtungszeitraumes nach ca. 48 Jahre erreicht.

Für Variante 2 reduziert sich der Zeitraum bis zum Erreichen der Rentabilität auf ca. 20 Jahre. Hierbei wurden mögliche Kosten für das Co-Substrat nicht berücksichtigt.

Entstehen Kosten für die Annahme der Fette, erhöht sich der Zeitraum bis zum Erreichen der Rentabilitätsschwelle.

Um eine Rentabilität innerhalb des gleichen Zeitraumes wie für Variante 1 (48 Jahre; Preissteigerung 1 %) zu erreichen, darf der spezifische Preis für die Co-Substrate (Fette) aktuell einen Wert von netto 668,91 €/t TR (brutto 796 €/t TR) nicht überschreiten.

Variante 3 lässt sich weiterhin nicht wirtschaftlich darstellen.

II.1.8.6.6.2 Steigerungsrate Strompreis 4,8 %

Bei einer Steigerungsrate des Strompreises von 4,8 %, welche der Strompreissteigerungsrate der letzten 10 Jahre entspricht, reduziert sich der Zeitraum bis zur Rentabilität für Variante 1 auf ca. 44 Jahre und für Variante 2 auf ca. 19 Jahre.

Bei Variante 2 wurden mögliche Kosten für das Co-Substrat nicht berücksichtigt. Entstehen Kosten für die Annahme der Fette, erhöht sich bei Variante 2 der Zeitraum bis zum Erreichen der Rentabilitätsschwelle.

Um eine Rentabilität innerhalb des gleichen Zeitraumes wie für Variante 1 (44 Jahre; Preissteigerung 1 %) zu erreichen, darf der spezifische Preis für die Co-Substrate (Fette) aktuell einen Wert von netto 785,29 €/t TR (brutto 934,5 €/t TR) nicht überschreiten.

Variante 3 lässt sich auch für eine Steigerungsrate des Strompreises von 4,8 % nicht wirtschaftlich darstellen.

II.1.8.6.7 Zusammenfassung

Die Studie hat gezeigt, dass die Wirtschaftlichkeit der untersuchten Varianten stark von der Entwicklung des Energiepreises und den Kosten für die Annahme der Co-Substrate (Variante 2) abhängt.

Eine anaerobe Stabilisierung ohne Co-Substrate (Variante 1) ist nur dann wirtschaftlich darstellbar, wenn zukünftig mit einer Steigerung der Energiekosten von mehr als 4 % zu rechnen ist und eine sehr langfristig zu erreichende Rentabilität nach fast 50 Jahre in Kauf genommen wird.

Durch die Annahme von Co-Substraten –im Speziellen **„Fette“**- ist die Rentabilität deutlich früher zu erreichen. Je nach angesetzter Steigerungsrate der Energiekosten kann die Rentabilität nach ca. 18 bis 20 Jahre (Preissteigerungsrate Energiepreis > 4 %). Bei einer sehr konservativ angesetzten Energiepreissteigerung von 3 % wird die Rentabilität erst nach über 30 Jahre erreicht.

Hierbei wurden Kosten für das Co-Substrat (Fette) nicht berücksichtigt. Der Zeitraum bis zum Erreichen der Rentabilität hängt stark von möglichen Kosten für die Annahme der Co-Substrate (Fette) ab. Beispielsweise dürfen die spezifischen Kosten für die Fette bei einer Strompreissteigerung von 3 % einen Betrag von brutto 384,43 €/t TR nicht überschreiten, um im Vergleich zum IST-Zustand zumindest im Betrachtungszeitraum die Rentabilitätsschwelle zu erreichen. Jedoch gilt dies nur für das in der Studie untersuchte Co-Substrat „Fette“. Für das Co-Substrat **„Biomüll“** ist die Co-Vergärung auf der Kläranlage Rockenhausen wirtschaftlich nicht darstellbar, da die erforderliche Aufbereitungsanlage die Investitionskosten der eigentlichen Faulungsanlage bei Weitem übersteigt. Zudem müssen mehr als 50 % der erzeugten elektrischen Energie aus dem Biomüll für die Aufbereitung eingesetzt werden. Bei dieser Betrachtung muss jedoch erwähnt werden, dass die Ersparnisse durch die verringerten Kosten für die Entsorgung des Biomülls nicht berücksichtigt wurden.

II.1.9 Weitere praxisorientierte Ergebnisse zur Zielerreichung „Null-Emission“

II.1.9.1 Solarkataster

Autoren: Remigius Baron, Christian Persohn

II.1.9.1.1 Zielstellung

Ziel des entwickelten GIS-gestützten Solarkatasters ist die qualitative und quantitative Bestimmung des Potenzials für Solaranlagen auf den Dächern der VG Sprendlingen-Gensingen und der VG Rockenhausen. Als Ergebnis wird eine Kategorisierung und Ausweisung der Dachflächen im Hinblick auf ihre Eignung für die Belegung mit Solaranlagen angestrebt. Weiter sollen auf VG-, sowie Gemeindeebene Statistiken der kategorisierten Flächenpotenziale berechnet werden.

II.1.9.1.2 Datengrundlage und verwendete Software

Die Datengrundlage lässt sich in Fernerkundungsdaten und Geobasisdaten gliedern. Die Fernerkundungsdaten LIDAR (Light detection and ranging) und DOP (Digitale Orthophotos) sowie die ALKIS (Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem) Geobasisdaten – Gebäudegrundrisse und Flurstückspolygone – wurden vom Projektpartner IfaS zur Verfügung gestellt. LIDAR-Daten werden vom Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz im ASCII.xyz Rohdatenformat vertrieben. Die Befliegungen wurden in den Jahren 2007/2008 durchgeführt. Das zugrundeliegende

Koordinatensystem ist UTM (Universal Transverse Mercator) mit dem Bezugsellipsoid ETRS89. Es wird zwischen Gelände-Laserpunkten (LPG) und Objekt-Laserpunkten (LPO) unterschieden. Das Alter des ALKIS-Datensatzes entspricht dem Zeitpunkt der Erwerbung, hier also dem Zeitpunkt des Projektbeginns 2010.

Die Geo-Verarbeitung sowie die -Analyse wurde mit der GIS-Software ArcGis 10.1 und den Erweiterungen Spatial Analyst und 3D Analyst der Firma ESRI vorgenommen. Hierbei kamen sowohl ArcGis-interne als auch eigens entwickelte, mittels der Skriptsprache Python programmierte, Tools zum Einsatz.

II.1.9.1.3 Methodisches Vorgehen

Aus den Flurstücken wurden zunächst die Gemeindegrenzen generiert. Anschließend erfolgte eine räumliche Verschneidung der Gebäudegrundrisse mit den Gemeindegrenzen, wodurch eine eindeutige Zuordnung der einzelnen Gebäude zu einer Gemeinde realisiert wurde.

Aus den LIDAR-Rohdaten wurden mit dem 3D Analyst Punktwolken generiert. Hierbei wurde jeder Punkt über seine x,y,z-Koordinaten eindeutig im dreidimensionalen, geografischen Raum verortet. Die Höhengenauigkeit der Laserpunkte kann mit ± 0,15 m angegeben werden. Aus den Punktwolken lassen sich in der Folge ein DGM (Digitales Geländemodel), ein DOM (Digitales Oberflächenmodel) und ein nDOM (normalisiertes Digitales Oberflächenmodel) berechnen. Die Rasterauflösung der digitalen Gelände- bzw. Oberflächenmodelle beträgt 0,5 m. Die Neigung und Ausrichtung der Dachflächen wurde aus dem DOM mittels der Spatial Analyst-Funktion slope und aspect ermittelt. Zusätzlich erfolgte auf Basis der Hillshade-Funktion eine Verschattungsanalyse der Dachflächen. Die Pixelwerte der mittels der Oberflächenanalysen erzeugten Rastermasken wurden über ein Pythonskript in Attributfelder einer der Rasterauflösung von 0,5 m Zellenbreite entsprechenden Polygon-Feature-Class übernommen. Die Kategorisierung der Dachflächenpolygone erfolgte analog zur Eignungsklassifizierung von Dachflächen der Modernus-Einstrahlungsscheibe. [WEBSITE MODERNUS] Zusätzlich wurde die Verschattung berücksichtigt, wobei Dachflächen, welche pro Tag im Jahresdurchschnitt weniger als 4 Stunden Sonnenbeleuchtung erhalten, wegen zu häufiger Verschattung als ungeeignet klassifiziert werden. Abschließend wurden die kategorisierten Dachflächenpolygone mit den Gebäudegrundrissen räumlich verschnitten. Hierdurch wurden Abfragen bzw. statistische Berechnungen der Dachpotenzialflächen in allen Skalierungen, d. h.: auf VG-, Gemeinde- und Einzelgebäudeebene, realisiert.

II.1.9.1.4 Ergebnis

Das Ziel einer nicht nur qualitativen Analyse (Dach geeignet/nicht geeignet), sondern v. a. quantitativen Ermittlung des Solardach-Potenzials (gebäudescharf) wurde erreicht. Somit können die Verbandsgemeinden auf Anfrage dem jeweiligen Hauseigentümer Auskunft erteilen, welche PV-Leistung und/oder Solarthermie-Leistung auf dem Dach installiert werden kann und wieviel kWh/a an Strom durchschnittlich generiert werden kann.

Abbildung 192: Verschattungsanalyse Rockenhausen am 21.04. um 18:00 Uhr
Quelle: Eigene Darstellung

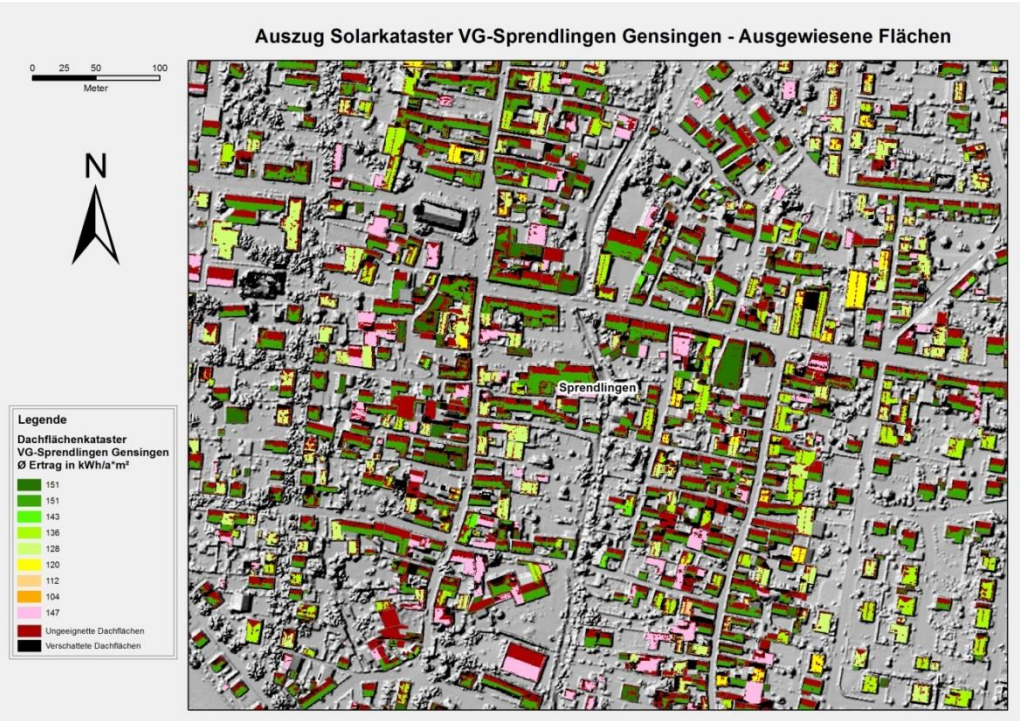


Abbildung 193: Auszug Solarkataster Sprendlingen
Quelle: Eigene Darstellung

Das Kataster ist bspw. auch in der Lage, die 100 geeignetsten Dächer in der VG oder einer Ortsgemeinde aufzulisten oder das Potenzial ausgewählter Dächer zu ermitteln.

Es erlaubt den Gemeinden auch z. B. Analysen, wie sie in der nachfolgenden Abbildung dargestellt ist.

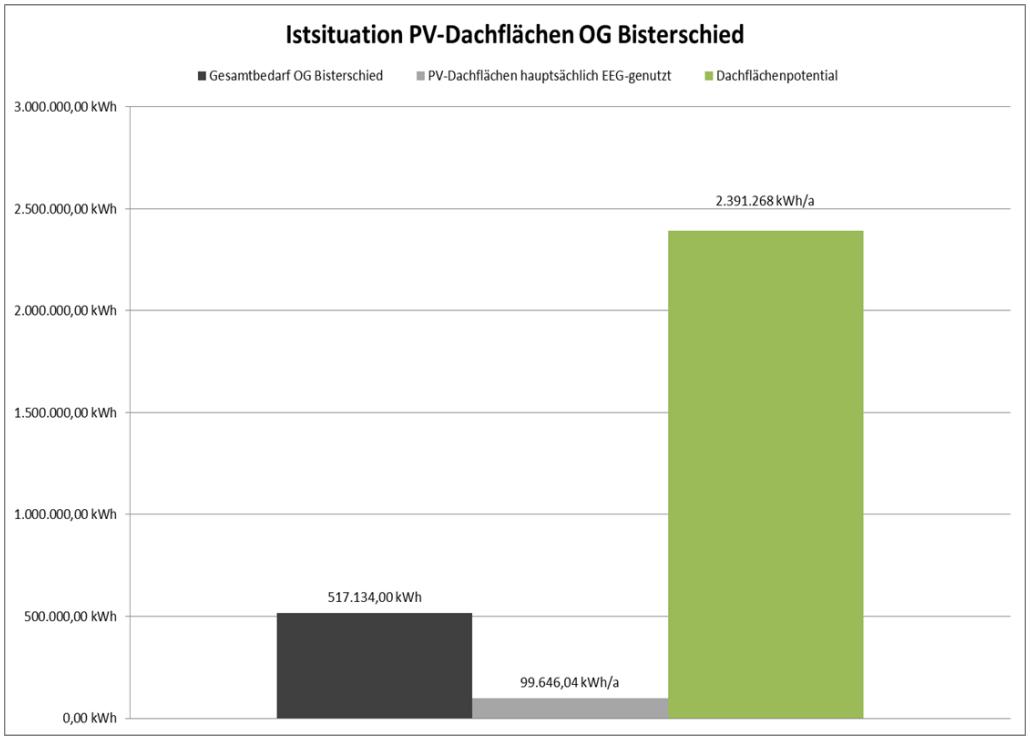


Abbildung 194: Vergleich Strombedarf, Bestand PV-Dach und Dachflächenpotenzial der Ortsgemeinde Bisterschied
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.9.1.5 Probleme und Grenzen der Analyse

Die Genauigkeit bzw. Vollständigkeit der Dachflächenpotenzialanalyse unterliegt gewissen Einschränkungen, welche v. a. auf den Datenbestand zurückzuführen sind. So konnten bspw. Dachflächen auf Gebäuden, welche nach den Jahren 2007/2008 errichtet wurden, nicht anhand der zum Zeitpunkt der Erstellung vorliegenden LIDAR-Daten (Befliegung 2007/8) analysiert werden. In Bereichen, in denen Baumkronen Dachflächen verdecken, können die LIDAR-Daten ebenfalls keine Informationen bezüglich der Eigenschaften liefern. Darüber hinaus repräsentieren die Gebäudegrundrisse nicht zwingend die vollständigen Dachflächen der Gebäude. Überdachte Bereiche wie Balkon- oder auch Terrassenüberdachungen werden hierdurch nicht mitberücksichtigt, wodurch die tatsächliche Dachfläche größer als die hier verwendete Grundlage ausfällt. Eine weitere Fehlerproblematik ergibt sich aus dem ALKIS-Datensatz selbst. Der Datensatz ist zwar recht aktuell, bildet allerdings nicht zu hundert Prozent den momentanen Ist-Gebäudebestand ab. Nach Aussage des für beide Verbandsgemeinden zuständigen Katasteramtes Westpfalz werden hier durchaus Gebäude weitergeführt, welche bereits abgerissen sind, sowie Gebäude nicht geführt, welche tatsächlich existieren. Der Grund hierfür liegt in der teilweise nicht eingehaltenen Meldepflicht der Grundstückseigentümer bei Neubau oder Abriss an das zuständige Vermessungsbüro.

II.1.9.2 Wärmebedarfskataster

Autoren: Remigius Baron, Christian Persohn

II.1.9.2.1 Zielstellung

Ziel des entwickelten GIS-gestützten Wärmekatasters ist die Ermittlung des Wärmebedarfs der einzelnen Gebäude der VG Sprendlingen-Gensingen und der VG Rockenhausen. Als Ergebnis wurde eine Ausweisung des Gebäudebestandes nach Wärmebedarfsklassen angestrebt. Des Weiteren sollten auf VG- sowie Gemeindeebene Statistiken des kategorisierten Gebäudebestandes berechnet werden.

II.1.9.2.2 Datengrundlage

Die Datengrundlage lässt sich zunächst in Fernerkundungsdaten und Geobasisdaten gliedern. Die Fernerkundungsdaten LIDAR (Light detection and ranging) und DOP (Digitale Orthophotos) sowie die ALKIS (Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem) Geobasisdaten – Gebäudegrundrisse und Flurstückspolygone – wurden vom Projektpartner IfaS zur Verfügung gestellt. LIDAR-Daten wurden vom Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz im ASCII-xyz-Rohdatenformat vertrieben. Die Befliegungen wurden in den Jahren 2007/2008 durchgeführt. Das zugrundeliegende Koordinatensystem ist UTM (Universal Transverse Mercator) mit dem Bezugsellipsoid ETRS89. Es wird zwischen Gelände-Laserpunkten (LPG) und Objekt-Laserpunkten (LPO) unterschieden. Das Alter des ALKIS-Datensatzes dürfte dem Zeitpunkt der Erwerbung, hier also dem Zeitpunkt des Projektbeginns 2010 entsprechen. Zusätzlich wurden für die Studie analoge Pläne, welchen den Zeitraum der Erschließung der einzelnen Quartiere, bzw. Baugebiete verzeichnen, verwendet. Die Datenerhebung zur Ausweisung der Bau- bzw. Erschließungs-Gebiete wurde von den Verbandsgemeinden selbst vorgenommen.

II.1.9.2.3 Methodik

Die Geo-Verarbeitung sowie die -Analyse wurde mit der GIS-Software ArcGis 10.1 und den Erweiterungen Spatial-Analyst und 3D-Analyst der Firma ESRI vorgenommen. Hierbei kamen sowohl ArcGis-interne als auch eigens entwickelte, mittels der Skriptsprache Python programmierte, Tools zum Einsatz.

Aus den Flurstücken wurden zunächst die Gemeindegrenzen generiert. Anschließend erfolgte eine räumliche Verschneidung der Gebäudegrundrisse mit den Gemeindegrenzen, wodurch eine eindeutige Zuordnung der einzelnen Gebäude zu einer Gemeinde realisiert wurde. Die analogen Pläne wurden georeferenziert und die hierauf ausgewiesenen Bau- bzw. Erschließungs-Gebiete als Polygone digitalisiert. Durch eine räumliche Verschneidung der Baualterspolygone mit den Gebäudegrundrissen wurde das Baualter als Attribut den Gebäuden zugeordnet. In Quartieren, welchen durch die analogen Pläne kein Erschließungszeitraum zugeordnet werden konnte, wurde als Baualter das Attribut „Zeitpunkt der Entstehung“ des Flurstücksdatensatzes übernommen.

Aus den LIDAR-Rohdaten wurden mit dem 3D-Analyst Punktwolken generiert. Hierbei wurde jeder Punkt über seine x,y,z-Koordinaten eindeutig im dreidimensionalen, geografischen Raum verortet. Die Höhengenauigkeit der Laserpunkte kann mit ± 0,15 m angegeben werden. Aus den Punktwolken lassen sich in der Folge ein DGM (Digitales Geländemodel), ein DOM (Digitales Oberflächenmodel) und ein nDOM (normalisiertes Digitales Oberflächenmodel) berechnen. Die Rasterauflösung der Digitalen Gelände- bzw. Oberflächenmodelle beträgt 0,5 m. Die Gelände- bzw. Oberflächenmodelle wur-

den im Folgeschritt in Bezug auf ihre Höhenwerte, räumlich auf die Gebäudegrundrisse beschränkt, analysiert und die ermittelten Minima, Maxima und durchschnittlichen Gebäudehöhen den Gebäuden als Attribut angehängt. Aus den Flächen und Höhenwerten wurden die Geschosszahl sowie die Wohnfläche der Gebäude ermittelt und als Attribut gespeichert. Weiter wurde den Gebäuden anhand der Wohnfläche einer der drei Gebäudetypen: Ein- bis Zweifamilienhaus, kleines Mehrfamilienhaus oder Großes Mehrfamilienhaus zugeordnet.

II.1.9.2.4 Ergebnisse

Die Kategorisierung des Gebäudebestands nach Energiebedarfsklassen in kWh/(m²*a) erfolgte über eine kombinierte Abfrage der Attribute Baualter und Gebäudetyp. Als Grundlage hierfür dienten die Angaben zum Energiebedarf von Gebäudetypen der Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung e.V. [HAUSER ET.AL. 2010]. Durch die Multiplikation des Energiebedarfsklassen-Wertes mit der Wohnfläche wurde der Gesamtenergiebedarf der Gebäude ermittelt, gespeichert und anschließend ebenfalls in Klassenkategorien visualisiert. Durch die Attributisierung der Gebäude mit: Gemeindezugehörigkeit, Wohnfläche, Energiebedarf etc. wurden Abfragen bzw. statistische Berechnungen in allen Skalierungen d. h. auf VG-, Gemeinde- und Quartierebene realisiert.

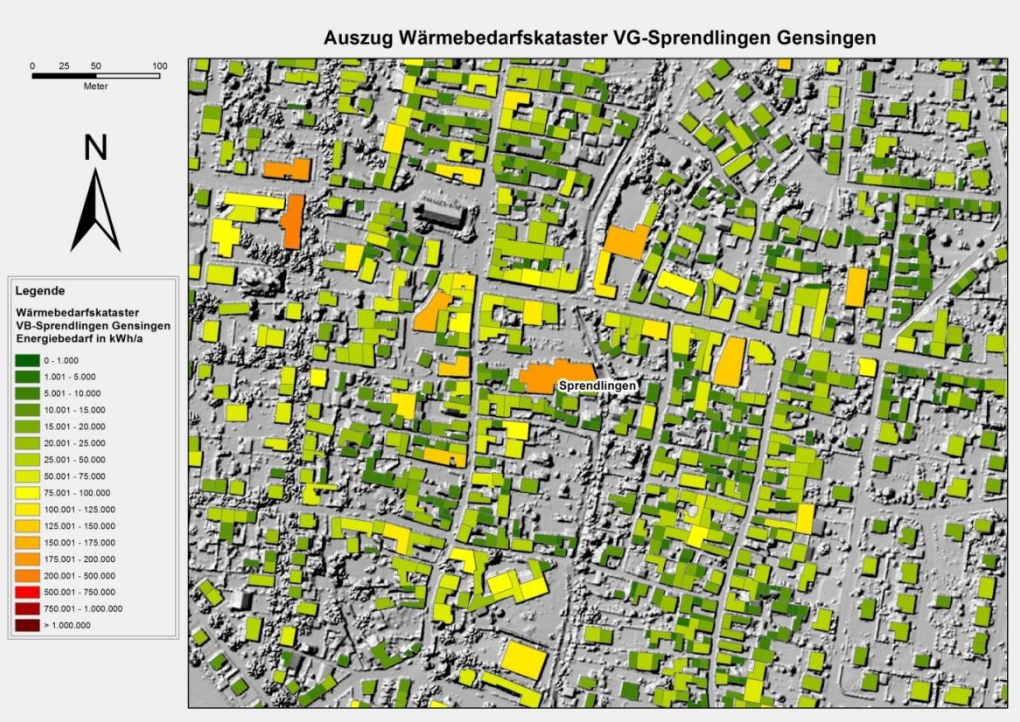


Abbildung 195: Auszug Wärmebedarfskataster Sprendlingen
Quelle: Eigene Darstellung

Das Wärmebedarfskataster ist somit ein gutes Werkzeug für die (Verbands-)Gemeinde, um z. B. geeignete Standorte für zukünftige Nahwärmenetze zu selektieren. Optimiert werden kann das Kataster, wenn

- nicht nur vollständige Daten über das Gebäudealter, sondern auch
- über die Schornsteinfeger Daten zu Leistung und Alter der installierten Heizung nicht nur erfasst, sondern auch zur Verfügung gestellt werden und
- Angaben zum Sanierungsstand der Häuser durch Schornsteinfeger erfasst werden.

Letzteres wird in Zukunft an Bedeutung zunehmen, da der Wärmebedarf je nach Sanierungsart und –umfang der Gebäudehülle reduziert wird und damit eine Aussage allein aufgrund der Kubatur und des Gebäudealters (auf Basis statistischer Angaben) nicht mehr korrekt wäre.

II.1.9.2.5 Probleme und Grenzen

Die Genauigkeit bzw. Vollständigkeit der Wärmebedarfsanalyse unterliegt gewissen Einschränkungen, welche v. a. auf den Datenbestand zurückzuführen sind. Die Haupt-Fehlerproblematik ergibt sich aus dem ALKIS-Datensatz selbst. Der Datensatz ist zwar recht aktuell, bildet allerdings nicht zu hundert Prozent den momentanen Ist-Gebäudebestand ab. Nach Aussage des für beide Verbandsgemeinden zuständigen Katasteramtes Westpfalz werden hier durchaus Gebäude weitergeführt, welche bereits abgerissen sind, sowie Gebäude nicht geführt, welche tatsächlich existieren. Der Grund hierfür liegt in der teilweise nicht eingehaltenen Meldepflicht der Grundstückseigentümer bei Neubau oder Abriss an das zuständige Vermessungsbüro. Weitere Einschränkungen ergeben sich aus dem nur unvollständig vorliegenden Datenbestand der analogen Pläne zu den Bau- bzw. Erschließungs-Gebieten. Derzeit kann bspw. hierüber, innerhalb der VG Sprendlingen-Gensingen, nur ca. 40 % des Gebäudestandes ein Baualter zugewiesen werden.

II.1.9.3 Prozesslandkarte

Autoren: Gabriele Brüggehofe

Bis zur Umsetzung von Maßnahmen in einer VG ist neben der im Forschungsprojekt bzw. Klimaschutzprojekten durchgeführten Bedarfs- und Potenzialanalysen eine Vielzahl an weiteren Planungsschritten erforderlich. Diese können nur teilweise durch Beauftragung entsprechend erfahrener Planungsbüros erfolgen. Um eine Übersicht über die Vielzahl an Arbeitsschritten zu bekommen, wurde für die Verbandsgemeinden im Rahmen des Forschungsprojektes die in Anhang 1 am Beispiel von Rockenhausen dargestellte Prozesslandkarte erarbeitet. Diese zeigt (Spalte „Ist-Analyse) übersichtlich für die Energiebereiche Strom, Wärme und Verkehr den Bedarf für die verschiedenen Verbrauchsgruppen, stellt den bisherigen Anteil an Erneuerbaren Energien zur Bedarfsdeckung dar und die jeweiligen Potenziale gegenüber. Sämtliche möglichen Maßnahmen werden (senkrecht von oben nach unten) übersichtlich aufgelistet (Effizienzmaßnahmen zur Senkung des Bedarfs und Ausbau erneuerbarer Energien) und die Arbeitsschritte nacheinander (Steps 1-4) bis zur Realisierung aufgeführt.

Die Steps bzw. Effizienzmaßnahmen wurden nun farblich markiert, und zwar in folgende Kategorien:

- **Grün:** Leistungen bereits auf dem regionalen Markt (beratende Büros) beauftragbar
- **Gelb:** Leistungen durch uns (Peschla+Rochmes GmbH = P+R) oder andere beratende Büros erbringbar
- **Hellorange:** neu zu entwickeln (wurde bereits im Rahmen des Forschungsprojekts erbracht)
- **Orange:** neu zu entwickeln

Da zum Zeitpunkt der Entscheidung für Next-Practice-Projekte eine Bewertungsmatrix für Einzelmaßnahmen noch nicht zur Verfügung stand, konnte die Prozesslandkarte genutzt werden, um für die Verbandsgemeinden hilfreiche weiterführende Next-Practice-Projekte innerhalb des Forschungsprojektes zu generieren. Ziel war es dabei, mit den beispielhaften Projekten möglichst viele der orange gefärbten Teilbereiche abzudecken.

Die Prozesslandkarte kann aber auch der VG dazu dienen, eine kompakte Übersicht über Ist-Stand, Bedarf, Potenzial, alle Maßnahmen und deren nötige Arbeitsschritte zu erhalten, mittels eigener farblicher Markierung eine Auswahl an konkreten Maßnahmen zu treffen und später für die gewählten Prozesse den Arbeitsstand (mittels der Ampelfarbenvergebung) zu markieren. Dies setzt zukünftig natürlich eine Aktualisierung des Anlagenbestands und ggf. eine Anpassung des Bedarfs und der Potenziale voraus (z. B. wenn fachlich und planungsrechtlich geeignete Standorte aufgrund aktueller naturschutzfachlicher Untersuchungen sich als ungeeignet erweisen, bspw. Rotmilan-Vorkommen an für Windkraft geeignetem Standort).

II.1.9.4 Beratungsflyer „Heizung zu alt, was tun?“ - Ein Ratgeber mit Heizungskostenvergleich für Sanierung im Bestand

Autoren: Gabriele Brüggehofe, Frank Steitz

Im Rahmen der Ist-Analyse der Verbandsgemeinden wurde festgestellt, dass ca. 44 % der Heizungsanlagen älter als 20 Jahre sind und somit in den nächsten Jahren ausgetauscht werden sollten. Bei den Vor-Ort-Gesprächen im Rahmen des NPP Bisterschied wurde von den Bürgern mehrfach geäußert, dass eine erhebliche Verunsicherung besteht, welche Heizungsart derzeit die geeignete wäre. Eine Beratung durch die bekannten Heizungsbauer erfolgt noch immer für die konventionellen Systeme (Öl- oder Gasheizung), Anbieter von Pellet- oder Scheitholzkesseln werben für ihre Systeme. Wärmepumpen kommen meist nur für Neubauten in die engere Wahl, deren Einsatzfähigkeit im Gebäudebestand und preisliche Konkurrenzfähigkeit ist oft nicht bekannt. Bei Preisvergleichen werden oft nur die Anschaffungskosten genannt, nicht jedoch die Gesamtkosten berücksichtigt, die auch die Kosten für Brennstoff, Wartung, Schornsteinfeger, Hilfsenergie etc. umfassen.

Daher wurde für zwei konkrete Beispiele (Ein-Familienhaus, Heizenergiebedarf ca. 18.000 kWh/a, Systemleistung 10 kW und Zwei-Familienhaus, 27.000 kWh/a bzw. 15 kW) mittels aktueller Kosten und konkreter Angebote ein Gesamtkostenvergleich für einen Heizungstausch im Bestand berechnet. Der Beratungsflyer gibt daneben weitere wichtige Hinweise, was bei der Planung eines neuen Heizkessels berücksichtigt werden sollte. Der Beratungsflyer wurde den Verbandsgemeinden zur Verfügung gestellt und wird auf der Projekthomepage auch für weitere Interessierte zum Einsehen bzw. Runterladen angeboten.

Abbildung 196: Deckblatt des Beratungsflyers
Quelle: Eigene Darstellung

II.1.10 Kommunikation und Partizipation

Autoren: Prof. Dr. Alfons Matheis, Hanna Donate, Lisa Rothe, Dominik Trumm, Ruben Kemper

Um die folgenden Ausführungen und die Arbeitsweise besser einschätzen zu können, sei hier angemerkt, dass die Ausführungen der folgenden Abschnitte weniger aus einer ingenieurs- bzw. technikwissenschaftlichen und auch nicht aus einer betriebswirtschaftlichen Perspektive erfolgen. Der vorgegebene Untersuchungsraum wird ganz bewusst aus inter- bzw. transdisziplinären Gründen eher aus einer gesellschaftswissenschaftlichen und hier u. a. auch aus einer soziologischen und politikwissenschaftlichen Perspektive betrachtet.

Die inter- bzw. transdisziplinäre Übernahme einer solch wissenschaftlichen Betrachtungs- und Untersuchungsperspektive geht über die reduktionistische Betrachtung von ingenieurs- und betriebswirtschaftlichen Aspekten als Grundlage für die Entwicklung regionaler Stoff- und Energiestrom-Managementstrategien hinaus. Diese systematische Nichtberücksichtigung unterschiedlicher Interessen bzw. die Verringerung auf eigennutzenmaximierende Homo oeconomicus-Agenten (welche schon länger als unzureichender Betrachtungsrahmen angesehen werden) [HÄRING 2001] entlang der Stoff- und Energieströme agierenden Akteure hat allzu oft die Komplexität der tatsächlichen Prozesse

verfehlt. Die aus diesen reduktionistischen Modellen abgeleiteten Handlungsstrategien haben i. d. R. „unbeabsichtigte Nebenwirkungen“ und Ergebnisse zur Folge.[64]

Um solche Fehlentwicklungen als Folge rein technischer und ökonomischer Ansätze zu vermeiden, wurde im vorliegenden Ansatz die Erweiterung durch sozialwissenschaftliche Perspektiven gewählt. Diese ergänzen die Betrachtung der Stoff- und Energieströme u. a. durch die Betrachtung der demografischen Struktur der Regionen im Allgemeinen, anschließend auch spezifischer der konkreten Akteure und der Kommunikationsflüsse zwischen diesen. Dabei wird die Betrachtung eines „herausgezoomten“, größeren gesamtgesellschaftlichen Rahmens mit einbezogen.

Dies stellt die Grundlage für die Wahl oder auch Entwicklung sinnvoller Instrumente und Handlungsempfehlungen dar, die eine für alle beteiligten Akteure konstruktive und zufriedenstellende Partizipation insbesondere am Gesamtprojekt „Null-Emissions-Gemeinden“ und denen daraus entstehenden „Maßnahmen“ und „Next-Practice-Projekte“ ermöglichen soll. Die schließlich gewählten oder auch entwickelten Handlungsschritte sollen zusammen mit den aus der Anwendung in diesem Projekt generierten Erfahrungswerten darüber hinaus auch für andere vergleichbare Projekte als mögliche Unterstützung dienen, in denen eine Bürgerpartizipation angestrebt ist. Eine sozialwissenschaftliche Perspektive einzunehmen und aus ihr heraus partizipationsorientierte Handlungsvorschläge zu entwickeln, ergibt sich auch aus Vorgaben bzw. Rechten und Pflichten, welche insbesondere in der Rio-Erklärung [UNCED 1992], in der Aarhus-Kovention [UNECE 2001] und in der daraus entstandenen Richtlinie [2003/35/EG] genannt werden.

Bevor nun die Vorgehensweise erläutert wird, werden zentrale Begrifflichkeiten definiert. Die Begriffe “Akteur” und “Stakeholder” werden im Kontext des Projektberichtes häufig verwendet. Hier ist herauszustellen, dass die beiden Begriffe, die ihre Ursprünge in unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen haben, in diesem Bericht nicht synonym verwendet werden (anders als z. B. im „Leitfaden: Öffentlichkeitsbeteiligung im Hochwasserschutz“ [STICKLER 2008]). Hier, in Anlehnung an den Leitfaden für die Akteurs- und Netzwerkanalyse der Arbeitsgemeinschaft Friedensentwicklung, wird “Akteur” verstanden als "Einzelne Individuen oder Gruppen, die ein gemeinsames Ziel verfolgen. [...]". [HÜBNER-SCHMID ET AL. 2003]

Somit lassen sich Akteure individuelle Akteure und kollektive Akteure unterscheiden. Akteure sind durch soziale Beziehungen miteinander verbunden. Die jeweilige Konstellation bzw. Figuration dieser Beziehungen konstituiert ein soziales Akteursnetzwerk. Dabei unterscheiden wir im vorliegenden Fall zwischen fünf verschiedenen Gruppen von kollektiven Akteuren:

[64] Als Beleg für diese Behauptung mögen die Entwicklungen im Bereich “Nutzung nachwachsender Rohstoffe als regenerative Energielieferanten” dienen. Unter der Maßgabe nachhaltiger Entwicklung wird z. B. die damit eingeleitete stärkere Verwendung von Maispflanzen als Substrat für Biogas-Anlagen, die u. a. auch durch Stoffstrommanagement-Strategien befördert wurde, im Nachhinein von vielen als nicht durchdachter Schritt gesehen.

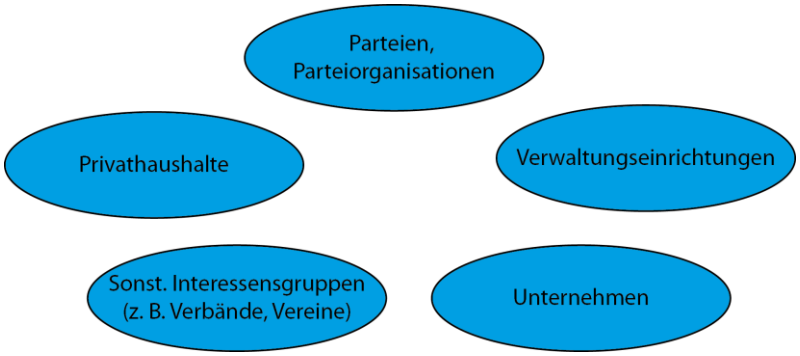


Abbildung 197: Gruppen kollektiver Akteure
Quelle: Eigene Darstellung

Die obere Abbildung zeigt fünf Hauptakteursgruppen, welche die kollektiven Akteure anhand ihrer Funktion zusammenfasst.

Als "Stakeholder" werden Akteure bezeichnet, welche, bezogen auf das NEG-Projekt, ein Interesse (z. B. ökonomisch) verfolgen und/oder über Einflussmöglichkeiten in Bezug auf ein bestimmtes projektrelevantes Thema oder einen bestimmten projektrelevanten Gegenstand verfügen. „Stakeholder" werden somit als spezifische Teilmenge der Gesamtmenge betrachtet.

Der Aufbau dieses Berichtsteils orientiert sich an dem im Folgenden dargestellten schematischen Plan, welcher ebenfalls einen Überblick über die bearbeiteten Bereiche bietet.

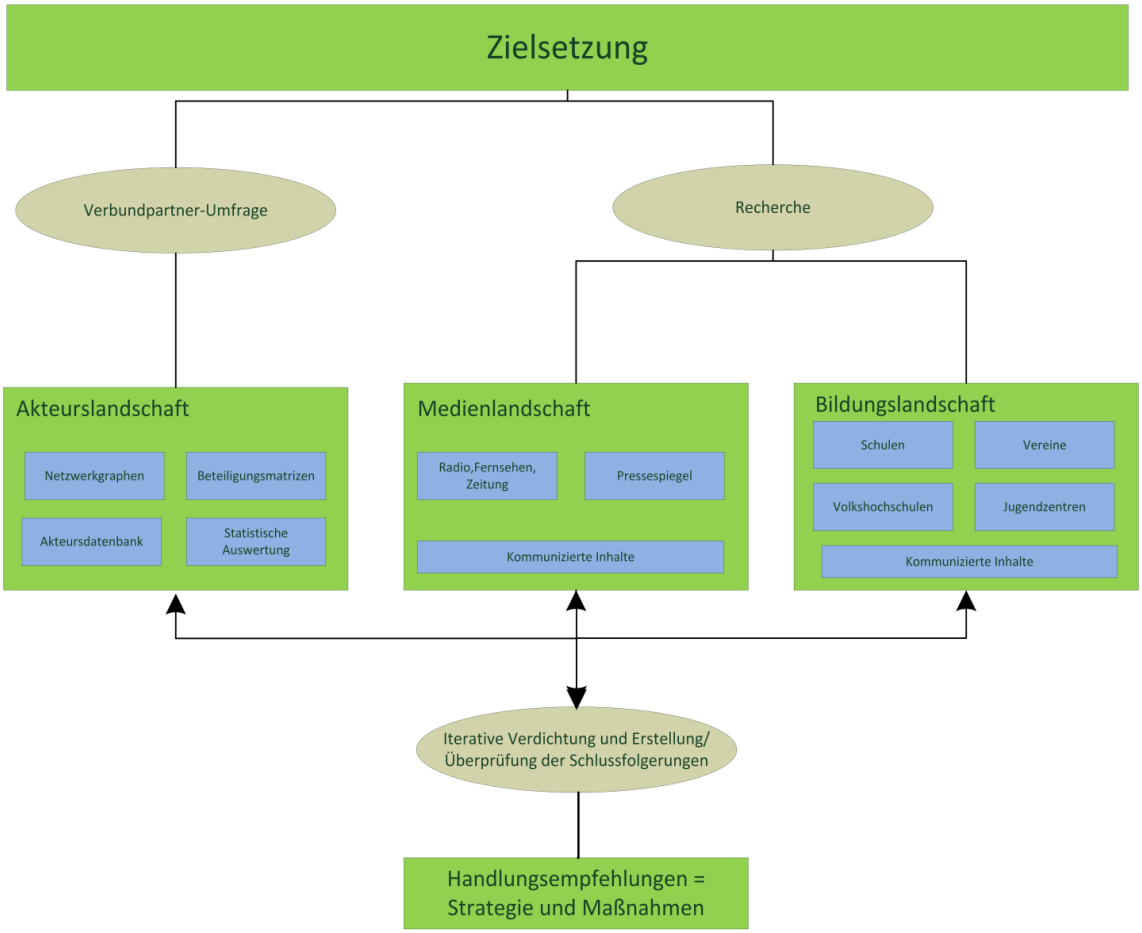


Abbildung 198: Aufgabenstruktur im Bereich Kommunikation und Partizipation
Quelle: Eigene Darstellung

Ausgehend von der Zielsetzung des Projekts für den Bereich Bürgerpartizipation, also der Wahl oder auch Entwicklung sinnvoller Instrumente und Handlungsschritte zur Bürgerpartizipation, wird in einem ersten methodischen Schritt eine Bestandsaufnahme regionaler Informations- und Kommunikationsnetzwerke sowie Bildungsstrukturen durchgeführt. Hierzu wird vor dem Hintergrund einer Desktop-Recherche die Medien- und Bildungslandschaft analysiert. Akteure und Kommunikationsnetzwerke werden mithilfe einer Verbundpartnerbefragung rekonstruiert. Die Erfassung der vorhandenen Medien- und Bildungslandschaft liefert eine Grundlage für die darauf aufbauenden Schlussfolgerungen und die daraus abgeleiteten Handlungsstrategien.

Ziel der vorgeschlagenen Handlungsstrategien ist die Optimierung der Beziehungs- und Kommunikationsstrukturen und -flüsse im Hinblick auf eine zukunftsfähige Gestaltung des jeweiligen regionalen Natur- und Kulturraumes durch die betroffenen und beteiligten Akteure in den Regionen. Ziel der Bestandsaufnahme ist es dabei nicht, eine vollständige Erfassung bestehender Verhältnisse zu erreichen, sondern lediglich die Relevanz und Übersichtlichkeit der prägenden Strukturen aufzuzeigen.

Um einen ersten Eindruck der Zielgemeinden zu bekommen, wird zunächst eine allgemeine Beschreibung der Zielgemeinden anhand demografischer Betrachtungen, der Zusammenstellung von Daten zur Erwerbssituation und dem verfügbaren Einkommen in den Regionen gegeben.

Nachfolgend werden die einzelnen Untersuchungen zur bestehenden Medien- und Bildungslandschaft sowie zur Akteursanalyse in der VG Rockenhausen und der VG Sprendlingen-Gensingen in Kurzform dargestellt (Zielstellung und Methodik, Ergebnisausblick). Darüber hinaus werden die Ergebnisse aus der Untersuchung zur „Bürgerpartizipation“ und damit einhergehenden Handlungsempfehlungen für die beiden Modellkommunen sowie im Allgemeinen für Gemeinden erläutert.

Eine ausführliche Beschreibung der Ergebnisse sowie Hintergrundinformationen zu den Grundlagen und Instrumenten der Bürgerpartizipation stehen in Berichtsform auf der Projekthomepage zur Verfügung. [WEBSITE NEG]

II.1.10.1 Allgemeine Beschreibung der Zielgemeinden

Vor dem Hintergrund der Tatsache, dass das gesamte Projektvorhaben am Prinzip der nachhaltigen Entwicklung ausgerichtet ist und es damit um die Weichenstellung für die Gestaltung intra- und intergenerationalen Beziehungen der Zukunft geht, erachten wir es als unabdingbar, die Situation der Bevölkerung in den Untersuchungsgebieten zu erfassen.

In der VG Rockenhausen lebten im Jahr 2011 11.173 Einwohner (Statistisches Bundesamt 2012). Dies entspricht einer Bevölkerungsdichte von 79 Einwohnern pro km². Die Gesamteinwohnerzahl lässt sich bezüglich der Altersstruktur wie folgt aufschlüsseln:

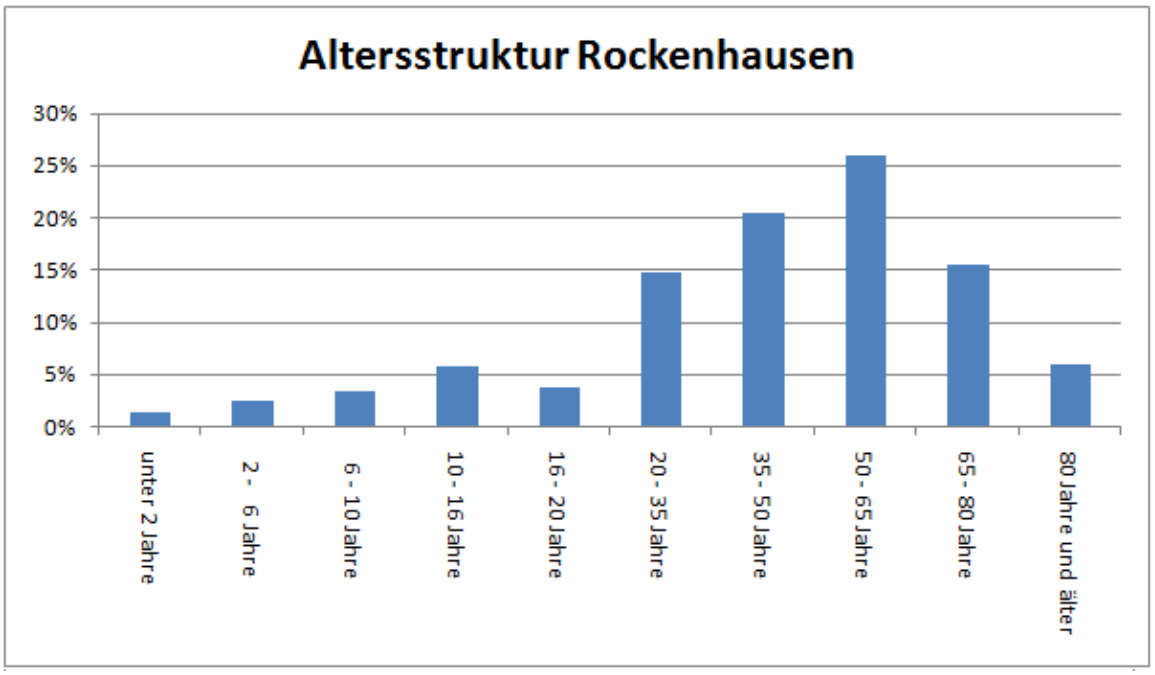


Abbildung 199: Altersstruktur Rockenhausen

Quelle: Eigene Darstellung nach Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2012a

Die Abbildung verdeutlicht, dass die Anzahl der Bürger unter 20 Jahren geringer ist als die Anzahl der Bürger über 20. Fast 25 % aller Bürger sind zwischen 50 und 65 Jahren alt und insgesamt knapp die Hälfte aller Bürger älter als 50 Jahre.

Das verfügbare Einkommen der privaten Haushalte pro Einwohner im Jahr 2009 im gesamten Landkreis betrug dabei 17.658 € (Bundesagentur für Arbeit 2011). Die Arbeitslosenquote im Donnersbergkreis lag im Juni 2013 bei einem Wert von 5,7 % (Bundesagentur für Arbeit 2013b) aller potenziell Erwerbsfähigen.

In der VG Sprendlingen-Gensingen lebten zum gleichen Zeitpunkt 14.083 Einwohner (Statistisches Bundesamt 2012), was einer Dichte von 251 Einwohnern pro km² entspricht. Die folgende Tabelle zeigt die Altersstruktur in dieser Gemeinde:

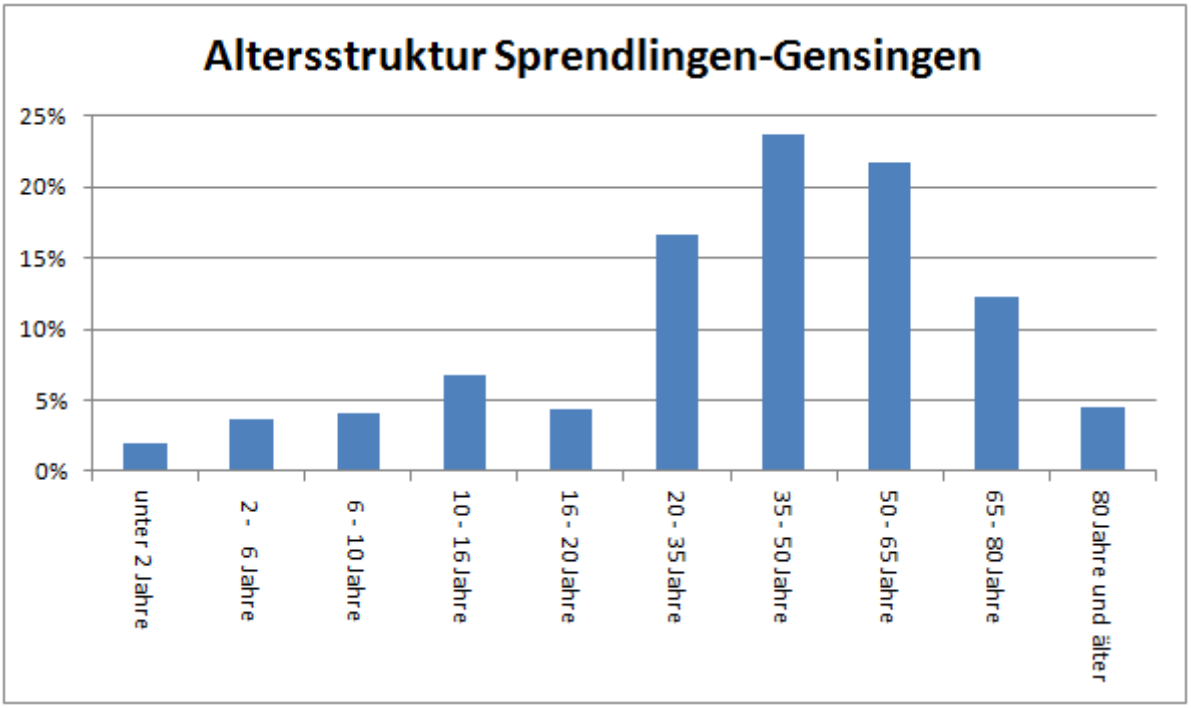


Abbildung 200: Altersstruktur Sprendlingen-Gensingen
Quelle: Eigene Darstellung nach Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2012b

Ein ähnliches Bild wie in der Gemeinde Rockenhausen zeigt sich in der Altersstruktur der Gemeinde Sprendlingen-Gensingen, wobei hier die Mehrheit der Bürger in der Altersgruppe zwischen 35- und 50 Jahren einzuordnen ist. Der Anteil der Altersgruppen unter 20 Jahren, bis auf die Gruppe der 10- bis 16-Jährigen, beträgt jeweils unter 5 %.

Bei den beiden aufgeführten Diagrammen ist zu beachten, dass die Aufteilung der Altersgruppen, dem Statistischen Landesamt folgend, nicht anhand gleicher Altersabstände durchgeführt ist. So sind in den älteren Jahrgängen Abstände von 15 Jahren zusammengefasst, wobei in den jüngeren Altersgruppen Abstände von 2-6 Jahren gewählt wurden. Summiert man die Prozentpunkte der Bürger von 6-20 Jahren, kommt man in Sprendlingen-Gensingen auf 15,1 %. Damit ist diese Gruppe ungefähr gleich groß wie die der 20-35 und 65-80 Jährigen.

Das durchschnittlich verfügbare Einkommen pro Person im gesamten Landkreis in 2009 lag bei 21.836 €. Damit hat Sprendlingen-Gensingen die Spitzenposition aller Landkreise in Rheinland-Pfalz inne. [BA 2011] Die Arbeitslosenquote betrug im Juni 2013 im gesamten Landkreis 4,1 %. [BA 2013A]

II.1.10.2 Analyse der regionalen Medien- und Bildungslandschaften

II.1.10.2.1 Strukturen der jeweiligen regionalen Medienlandschaft

II.1.10.2.1.1 Zielstellung und Methodik

Die Medienstrukturen werden berücksichtigt, weil die Verständigung zwischen den gesellschaftlichen Akteuren ohne moderne Medien nicht mehr vorstellbar ist.

Die medienbasierte Öffentlichkeit stellt die moderne Variante der "Agora"[65] dar, in denen sich nicht nur die Bürger eines bestimmten Gemeinwesens, sondern zumeist (sofern keine Zugangsbeschränkung zu den Kommunikationskanälen existiert) alle interessierten Bürger mit ihren Anliegen treffen und verständigen können. Kooperativ können so Ansichten und aus diesen hervorgehende Entscheidungen erarbeitet werden, die der Entwicklung des Gemeinwohls und des Wohls der individuell Betroffenen und Beteiligten dienen. Soll dieser Raum nicht zugunsten partikulärer (z. B. ökonomischer Interessen) korrumpiert werden, ist darauf zu achten, dass sich alle Betroffenen und Beteiligten mit ihren jeweiligen Interessen Gehör verschaffen können.

Auch unter diesem Gesichtspunkt ist es notwendig, dass sich zukunftsfähige Gemeinwesen Strukturen erarbeiten, welche es ermöglichen, die als Folge der unterschiedlichen Perspektiven auftretenden Konfliktpotenziale einer konstruktiven Bearbeitung zugänglich zu machen. Traditionellen Verfahren, um divergierende Interessen und Blickwinkel im Raum regionaler bzw. kommunaler politischer Räume zusammenzuführen, reichen zumeist aktuell nicht mehr aus. Sie müssen um moderne, stärker inkludierende Partizipationsverfahren erweitert werden (auch in der Politik ist diese Erkenntnis angekommen, allerdings mit unterschiedlich starker Reaktion seitens der verschiedenen politischen Strömungen und innerhalb der verschiedenen Ebenen (Bund, Land, Kommune) - vgl. u. a. die Auseinandersetzung bezüglich Stuttgart 21. [LIEBNITZKY 2010]

Neben den klassischen Kommunikationskanälen, wie etwa Printmedien, Radio und Fernsehen, ist auch das Internet zu betrachten. Dabei gewährleistet die bloße technische Verfügbarkeit einer Internetanbindung, bei ausreichender Bandbreite (als Voraussetzung für die Verwendung multimedialer Formate wie Videos, Streams oder Audio-Podcasts), keineswegs auch deren soziokulturelle Verwendung im Sinne politisch-demokratischer Verhältnisse. Dennoch gewinnt das Internet zunehmend an Bedeutung aufgrund der wachsenden Möglichkeiten zur politischen Meinungsbildung und Organisation, im Besonderen durch soziale Kommunikationsplattformen wie Facebook, Twitter u. a.

Die Erfassung der regionalen Informations- und Kommunikationsnetzwerke in den Verbandsgemeinden erfolgte durch eine Analyse der Medienstruktur. Hierbei wurden neben regionalen Medienstrukturen, die geprägt sind durch Print Medien (z. B. Tages- und Wochenzeitungen) auch regionale Fernseh- und Kino-Angebote sowie die Internetanbindung und Mobilfunkabdeckung der Gemeinden betrachtet. So soll transparent werden, wie und über welche "Kanäle" die (medienbasierten) Informations- und Kommunikations-Ströme in den Verbandsgemeinden Rockenhausen und Sprendlingen-Gensingen fließen.

Für die Analyse der Medienstrukturen wurden mehrere Kommunikationskanäle eingehend untersucht. Im Bereich der Print-Medien wurden Recherchen zu Tages- und Wochenzeitungen, Verbands- und Kirchenzeitschriften, regionalen Werbezeitschriften, aber auch zu Vereins- und Schulzeitungen angestellt. Außerdem wurde das Angebot regionaler Fernsehsender und Radiostationen untersucht, sowie das Kommunikationsmedium Internet.

II.1.10.2.1.2 Ergebnisausblick

Die Analyse der Medienstruktur und damit die Untersuchung mehrerer Kommunikationskanäle wie der Tages- und Wochenzeitungen oder der Fernsehsender und Radiostationen in beiden Verbandsgemeinden haben folgende Ergebnisse ergeben:

[65] Die Agora war im antiken Griechenland der zentrale Fest-, Versammlungs- und Marktplatz einer Stadt.

- Die Internetverbindungen und die Mobilfunkabdeckung (Internet über das Smartphone nutzbar) sind in beiden Zielgemeinden so gut ausgebaut, dass eine Nutzung dieses Mediums sinnvoll möglich ist.
- Im Bereich des Web 2.0 gibt es bisher fast keine etablierten Kommunikationskanäle (Ausnahme: Facebook-Auftritt von Sprendlingen-Gensingen (VG Sprendlingen-Gensingen)).
- Das Themengebiet des NEG-Projektes ist in den Print-Medien erkennbar vertreten.
- Jugendliche Mediennutzer sind vorhanden.

Eine Grundsensibilisierung für das NEG-Projekt bzw. die damit verbundenen Themenfelder ist durch die vorhandenen Print-Medien gegeben.

Ein Grund für die Vernachlässigung, der Web 2.0-Kanäle könnte, vermutlich in den (noch) vorhandenen Defiziten der Medienkompetenz regionaler Entscheider bzw. deren PR-Mitarbeiter zu finden sein.

Es wird weiterhin vermutet, dass jugendliche Medienbenutzer, die zwar sehr intensiv und häufig im Bereich Web 2.0 kommunizieren, aber i. d. R. kaum in politische Entscheidungen eingebunden werden, wenig Bezug zu und Interesse an Entscheidungen der VG zeigen, bei denen eine direkte Betroffenheit nicht sofort erkennbar ist (was z. B. für die Themen des NEG-Projektes gelten könnte).

II.1.10.2.2 Strukturen der jeweiligen regionalen Bildungslandschaft

II.1.10.2.2.1 Zielstellung und Methodik

Die Berücksichtigung der spezifischen regionalen Bildungsstrukturen leitet sich für uns aus der Tatsache ab, dass die Gestaltung der zukünftigen Entwicklung v. a. für die Altersgruppe der Kinder und Jugendlichen Relevanz besitzt. Die späteren Erwachsenen werden mit den Auswirkungen und Folgen der gegenwärtigen Entscheidungen und Weichenstellungen umgehen müssen. Die heutigen Kinder und Jugendlichen können sich vermittels der Lerninhalte / -formate, denen sie in den jeweiligen Bildungsinstitutionen begegnen, Kenntnisse und Kompetenzen bezüglich der Gestaltung einer jeweiligen Zukunft aneignen.

Nicht erst seit der “Agenda 21” [SITARZ 1993] kann es als eine der vornehmsten Aufgaben von Bildungsinstitutionen betrachtet werden, das notwendige Wissen und die notwendigen Kompetenzen und Einstellungen zu vermitteln, die für eine “Transformation” [WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT 2011] gesellschaftlicher Zustände in Richtung Zukunftsfähigkeit eine unumgängliche Voraussetzung darstellen.

> „Nachhaltigkeit ist nicht zuletzt eine Frage der Phantasie.“ [WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT 2011]

Als Bildungsinstitutionen im engeren Sinn verstehen die Autoren des vorliegenden Berichtes v. a. schulische Einrichtungen und Einrichtungen der Kinder- und Jugendhilfe, aber auch der Erwachsenenbildung wie z. B. Volkshochschulen und öffentliche Bibliotheken.

Durch die folgende Analyse der Bildungsstrukturen soll die Ist-Situation der Verbandsgemeinden erfasst werden. Durch die Erfassung der Bildungseinrichtungen, wie Kindertagesstätten, Grundschulen und weiterführenden Schulen, kann analysiert werden, ob in den Gemeinden ein ausreichendes Angebot vorhanden ist oder ob Optimierungspotenziale im Hinblick auf die Versorgung mit staatlichen Bildungseinrichtungen zu aktivieren sind.

Für eine nachhaltige Entwicklung der Verbandsgemeinden sind Bildung und Kinder- und Jugendarbeit wichtige Themen (u. a. auch festgelegt in der Weltdekade der Vereinten Nationen „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ (Deutsche UNESCO-Kommission e.V.). So ist insbesondere die Jugendarbeit ein wichtiges Mittel, um Heranwachsenden Räume zur Ausbildung von Metakompetenzen [HÜTHER 2013] durch das freiwillige bzw. intrinsisch motivierte Sammeln von Erfahrungen (und dadurch Wissen) und die eigenständige Entwicklung von Einstellungen und Kompetenzen zu bieten. Auch der Generationendialog und damit der Zusammenhalt und die gegenseitige Unterstützung innerhalb einer Kommune, kann dadurch gefördert werden.

Im Rahmen der Analyse der Bildungsstrukturen wurde identifiziert, welche Bildungs- und Betreuungsangebote für Kinder und Jugendliche in den Verbandsgemeinden vorhanden sind. Dabei wurden v. a. Kindertagesstätten, Grundschulen und weiterführende Schulen in den Fokus der Betrachtung gestellt. Die Erfassung erfolgte durch die Befragung der Landmanager, da diesen die Gemeindestruktur bekannt ist. Eine Internetrecherche wurde durchgeführt, um die Inhalte in Erfahrung zu bringen, welche in den Zielgemeinden vermittelt werden. Dabei wurde einerseits eine Schlagwortsuche in den Lehrplänen von Rheinland-Pfalz durchgeführt und andererseits wurden diese über Direktgespräche und Aktivitäten im Bereich der Null-Emission (bzw. weiter gefasste Nachhaltigkeit) ermittelt.

II.1.10.2.2.2 Ergebnisausblick

Die Analyse der Bildungsstrukturen diente der Identifizierung der Bildungs- und Betreuungsangebote für Kinder und Jugendliche in den Verbandsgemeinden. Dabei konnten folgende Ergebnisse erfasst werden:

- Auspendlerüberschüsse gibt es in Rockenhausen sowie in Sprendlingen Gen-singen in der Primarstufe (Grundschule) und in der Sekundarstufe II (es gibt in beiden Gemeinden kein Gymnasium).
- Im informellen und außerschulischen Bereich gibt es mehrere Vereine und etablierte Strukturen in der Jugendarbeit.
- In den Lehrplänen sind außer dem Schlagwort „Null-Emission“ alle Themen des NEG-Projektes vertreten, allerdings nicht fächerübergreifend.

Wir dürfen daher davon ausgehen, dass im Bereich der formellen Bildung die Themen des NEG Projektes größtenteils kommuniziert werden. Denn in Kindertagesstätten und allen Schulen sind die Themen des NEG-Projektes vertreten. Jedoch sind diese noch fächerübergreifender in die Schulpläne integrierbar. So ist z. B. der Begriff der „Nachhaltigkeit“ nicht nur wichtig zum Verständnis der Gründe und der Hauptmotivation für das NEG Projekt, sondern auch generell elementar für die Gestaltung der Zukunft und sollte daher in weiteren Fächern als nur im Fach „Ökonomische Bildung“ in der Primarstufe vermittelt werden.

Die verschiedenen Institutionen im informellen und außerschulischen Bereich ermöglichen es zusätzlich, die Themen auch außerhalb der Schule auf verschiedene Arten und Weisen an die Gemeindemitglieder heranzutragen und diese am Projekt teilhaben zu lassen.

II.1.10.3 Akteursanalyse

II.1.10.3.1 Zielstellung und Methodik

Die Akteursanalyse kann genutzt werden, um die Relevanz von Akteuren in dem vom Projekt initiierten Veränderungsprozess einzuschätzen [HECK ET AL. 2002]und [VÖCKLINGHAUS 2012]. Ein Hauptbestandteil ist die Identifizierung von Akteuren und einer Beschreibung und Bewertung dieser über verschiedene Parameter sowie die Darstellung der Vernetzung der identifizierten Akteure untereinander. Die Parameter können z. B. den Zugang zu Ressourcen, wie etwa Wissen oder Sachverstand, Einfluss und / oder die jeweilige Einstellung zu einer bestimmten Sache, wie in diesem Fall dem Projekt, umfassen. Neben der reinen Erfassung dieser Merkmale gehört zu einer Akteursanalyse i. d. R. auch eine grafische Aufbereitung, um die identifizierten Merkmale anschaulich darzustellen.

Der Einsatz des akteursanalytischen Instrumentariums dient dazu, Hindernisse und Barrieren, aber auch Optimierungspotenziale der Informations- und Kommunikationsflüsse, der Verständigungsprozesse und der Beziehungsstrukturen der betroffenen und beteiligten Akteure hinsichtlich der Thematik einer zukünftigen und zukunftsfähigen Regionalentwicklung aufzuzeigen. Dabei geht es nicht um eine komplette Erfassung aller Akteure, was aufgrund der Größe der beiden Zielgebiete nur mit erheblichem Aufwand zu realisieren wäre. Stattdessen sollen Gatekeeper[66] und Widerstände zum Projekt identifiziert werden, wodurch eine Ableitung passender handlungs- und strategieorientierter Maßnahmen ermöglicht wird.

Ein real existierendes Akteursnetzwerk verzerrungsfrei zu erfassen, ist quasi unmöglich. Verzerrung meint hierbei den Unterschied zwischen den dargestellten Beziehungen / Eigenschaften der Akteure und den daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen zu den in Wirklichkeit stattfindenden Prozessen und existierenden Beziehungen. Bei einer Netzwerkanalyse wird der Grad der Verzerrung sehr stark von der Eingrenzung des Netzwerkes bzw. der Auswahl der zu befragenden Akteure und der Wahl der Fragestellungen sowie Auswertungsmethoden beeinflusst. Dabei spielen auch Ressourcen (z. B. Zeit, Geld) und Motivation der Befragten eine wichtige Rolle.

In diesem Projekt wurde die Reputationsmethode als realistischer Ansatz zur Netzwerkerfassung gewählt:

> „Geht es um die Perzeption als zugehörig, so muss erst einmal ein Kern von Akteuren definiert werden, deren Urteil über die Zugehörigkeit anderer Akteure ausschlaggebend sein soll. Hierbei verlässt sich die Forschung regelmäßig auf Informanten und Experten des Untersuchungsfeldes (Reputationsmethode).“ [JANSEN 1999]

Im Rahmen des Projektes bedeutet dies, dass die NEG-Verbundpartner als „Experten“ fungieren und auf der Basis einer Fragebogenerhebung projektrelevante Akteure nennen und anhand definierter Parameter beschreiben müssen. Als Parameter zur Beschreibung und Bewertung der einzelnen Akteure wurden die „Einstellung“, das „Wissen“ und die „Wichtigkeit“ gewählt. Diese Auswahl ermöglicht eine unter Komplexitätsgesichtspunkten durchführbare und vertretbare Akteursanalyse und sorgt zudem für eine ausreichend „dichte Beschreibung“ [GEERTZ 1987] der einzelnen Akteure im Bezug zur oben genannten Zielstellung.

[66] Meint Stakeholder mit hohen Einflussmöglichkeiten auf das Projekt (z. B. aufgrund einer hohen Stellung in der Gemeinde).

Bei der Datenerhebung wurde ein Namensgenerator zur Pseudonymisierung verwendet. Mit dessen Hilfe wurden die "Alteri" mit einer Zahl versehen. Dadurch können die Ergebnisse personenunabhängig dargestellt und veröffentlichen werden. So kann z. B. auch ohne genaue Personenangaben auf einen Blick erkannt werden, welche Einstellungen gegenüber dem Projekt die identifizierten Gatekeeper haben.

Dazu wurden folgende Fragen verwendet:

1. Mit welchen Akteuren würden Sie in Kontakt treten / sind Sie schon in Kontakt getreten, um relevante Informationen für Ihr Handlungsfeld in Erfahrung zu bringen? (Merkmal Namen und Adressen)
2. Wie ist die Einstellung des jeweiligen Akteurs gegenüber dem Projekt? (Merkmal Einstellung)
3. Wie ist der Informationsstand des jeweiligen Akteurs über das Projekt? (Merkmal Wissen)
4. Welchen Einfluss hat der jeweilige Akteur aus Ihrer Sicht auf andere Akteure bzw. Akteursgruppen? (Merkmal Wichtigkeit)
5. Über welches Kommunikationsmedium setzen Sie sich mit den Akteuren in Verbindung? (E-Mail, Telefon, persönlich) (Merkmale Kommunikationsmedien)

Mit den Merkmalen 2-4 soll herausgefunden werden, wie die relevanten Akteure, die mit Frage 1 identifiziert wurden, zum Projekt stehen. Dabei kann über Merkmal 4 herausgefunden werden, inwiefern diese Akteure Gatekeeper sind. Über Merkmal 3 wird abgeprüft, inwiefern die Akteure über das Projekt informiert sind. Merkmal 2 prüft, ob die Akteure als Gegner oder Befürworter eingestuft werden können. Merkmal 5 beleuchtet, über welche Medien die Kommunikation zwischen den Verbundpartnern und Akteuren läuft.

Die in dieser Verbundpartnerbefragung gewonnen Daten, zusammen mit den im vorigen Kapitel gewonnen Akteursdaten, wurden in einer Akteursdatenbank aggregiert. Neben der statistischen Auswertung über Boxplots, Tortendiagramme und den Spearman'schen Korrelationskoeffizienten, wurden Auswertungen über Beteiligungsmatrizen und Netzwerkgraphen getätigt. Der Sinn dieser Auswertungen und die genaue Vorgehensweise sind in den entsprechenden Unterkapiteln beschrieben. Wichtig ist dabei, dass diese Auswertung nur eine Momentaufnahme der bis jetzt erhobenen Daten bietet. Die auf der Basis des Namensgenerators entstandene Akteurs- bzw. Stakeholderliste liefert zunächst nur einen Ausgangspunkt. Sie wird im Rahmen des Projektes aufgrund neuer und zusätzlicher Informationen permanent korrigiert, erweitert und ergänzt, sodass mit der Entwicklung des Projektes eine wesentlich höhere Datendichte bzw. eine "dichte Beschreibung" [GEERTZ 1987] erzielt werden kann.

II.1.10.3.2 Ergebnisausblick

Im Rahmen der Akteursanalyse wurden Akteure identifiziert, um eine Darstellung der Vernetzung in den jeweiligen Verbandsgemeinden untereinander darzustellen. Somit ist eine Identifizierung der relevanten Akteure möglich, welche dazu beitragen können, den Veränderungsprozess in den Verbandsgemeinden zu unterstützen.

Weitere Ergebnisse der Analyse können wie folgt zusammengefasst werden:

- In beiden Zielgemeinden ist eine überwiegende positive Einstellung gegenüber dem Projekt zu verzeichnen.
- Das Wissen im Bezug zum Projekt ist in großen Teilen vorhanden, kann aber noch ausgebaut werden.
- Wichtige Akteure (Multiplikatoren) haben bis auf ganz wenige Ausnahmen eine positive Einstellung gegenüber dem Projekt und besitzen auch ein hohes Wissen über das Projekt.
- Wenige Akteure haben mangelndes Wissen oder eine negative Einstellung gegenüber dem Projekt.
- Akteure die eine negative Einstellung haben, haben auch öfters wenig Wissen im Bezug zum Projekt.
- Die Verbundpartner kommunizieren am häufigsten über den persönlichen Kontakt mit den Akteuren.

Somit ist festzustellen, dass Kommunikation (im Sinne von Information) zwischen den relevanten Akteuren bzgl. der Thematik des NEG-Projektes prinzipiell vorhanden ist. Außerdem haben die meisten Akteure eine positive Einstellung gegenüber dem Projekt.

Mögliche Gründe für negative Einstellungen gegenüber der NEG-Problematik der Akteure sind anscheinend u. a. auf Informationsdefizite oder auch auf unbearbeitete Alt-Konflikte und persönliche Beziehungsprobleme zurückzuführen.

Informationsdefizite können mit einer hohen Projekttransparenz, also einfach zugänglichen, umfangreichen, aufbereiteten und regelmäßig aktualisierten Informationen zu dem Projekt, ausgeglichen werden. Auch öffentliche Informationsveranstaltungen können durchgeführt und Schnittstellen zur Beantwortung von Fragen Projektinteressierter geschaffen werden.

Sofern Alt-Konflikte und persönliche Beziehungsprobleme das Projekt und die Umsetzung der Maßnahmen belasten, so kann ein Versuch der Schlichtung über die Methode der Mediation durchgeführt werden.

II.1.10.4 Ergebnis der Ist-Analyse und weiteres Vorgehen

Durch die Analyse der Medien- und Bildungslandschaft in den Verbandsgemeinden Rockenhausen und Sprendlingen-Gensingen war es möglich, Rückschlüsse auf vorhandene Kommunikationsstrukturen und Bildungsangebote zu ziehen. Im Bereich der Medienlandschaft konnte herausgestellt werden, welche Print, - Internet, - Radio, - und TV-Angebote es in den VG gibt und welche in besonderem Maße genutzt werden.

Diese Informationen und die Analyse der aktuellen Bildungsangebote im formellen und informellen Bereich können genutzt werden, um projektbezogene Themen adressatengerecht zu transportieren und die interessierte Öffentlichkeit über das Vorhaben zu informieren, Partizipationsmöglichkeiten anzubieten oder zu Partizipationsmaßnahmen einzuladen.

Durch die Befragung der Verbundpartner konnte eine Vielzahl der für die Erreichung der Projektziele relevanten Akteure in den beiden Gemeinden identifiziert werden. Durch die drei Merkmale “Einstellung”, “Wissen” und “Wichtigkeit” konnten diese Akteure über Beteiligungsmatrizen und die Netzwerkanalyse klassifiziert werden. Durch die Erstellung der Beteiligungsmatrizen konnten die Akteure somit anhand der Merkmale verschiedenen Clustern zugeordnet werden, was auf der einen Seite eine Komplexitätsverringerung zur Folge hat und auf der anderen Seite einen Ansatz zur Entwicklung

von Normstrategien (Verhaltensrichtlinien) auf diesen Clustern (Zielgruppen) bietet. So konnten auch problematische Cluster identifiziert werden, denen im Folgenden eine stärkere Aufmerksamkeit bzgl. der Beseitigung / Überwindung von Kommunikations- und Verständigungsproblemen zukommen muss. Über die Netzwerkanalyse konnten die einzelnen Akteure in ihrem sozialen Umfeld dargestellt werden und im Besonderen einzelne relevante Akteure identifiziert werden. Neben der Klassifizierung der einzelnen Akteure konnte über die statistische Auswertung der Befragung ein allgemeines Bild über die Akteurslandschaft, das ist die vorhandenen Beziehungs- und Kooperationsstrukturen zwischen den wichtigen Akteuren in der jeweiligen Gemeinde gegeben werden.

Durch diese Analysen können Rückschlüsse auf die Bereitstellung von Informationen über die Projektziele und den Einsatz möglicher partizipativer Methoden bzw. Beteiligung- und Gestaltungsformate sowie einer umfassenden Bürgerpartizipationsstrategie geschlossen werden. Als erste Hinweise auf mögliche – auch kurzfristig umzusetzende Handlungsmaßnahmen dienen die folgenden Anmerkungen:

Die weiter oben festgestellten Informationsdefizite sind durch ein verstärktes Engagement im Bereich Öffentlichkeitsarbeit vonseiten der VG-Verwaltung auf der Basis der vorhandenen Strukturen der Medienlandschaft sowie im Rahmen der Möglichkeiten der schulischen und außerschulischen Bildungsarbeit mit überschaubarem finanziellen und personellen Ressourceneinsatz (z. B. die Beauftragung der „Landmanager“) zeitnah zu beheben.

Möglich Altkonflikte bzw. „Konfliktherde“ zwischen relevanten Akteuren konnten mit dem im Rahmen des NEG-Projektes eingesetzten Instrumentarium zwar wahrgenommen, jedoch nicht eindeutig und zweifelsfrei identifiziert bzw. erschöpfend erfasst werden. Durch den Einsatz finanzieller Ressourcen könnten vermittelt über die NEG-Projektleitung am Umwelt-Campus vorhandene Kompetenzen (z. B. BMKM (Büro für Mediation und Konfliktmanagement (BMKM)) in einem Folgeprojekt zeitnah aktiviert werden. Die für die Erreichung der regionalen Entwicklungsziele hinderlichen Konfliktherde könnten dann präzise identifiziert werden. Unter Anleitung von erfahrenen Mediatoren („unbeteiligten Dritten“) könnten mit den Konfliktbeteiligten und –betroffenen konstruktive Lösungswege zur Konfliktbewältigung entwickelt werden persönliche Beziehungskonflikte könnten mit den betreffenden Akteuren im Rahmen von vertraulichen persönlichen Beratungs- und Coachingprozessen bearbeitet und bewältigt werden, sodass ein guter Umgang der Beteiligten miteinander wieder erfolgen kann.

II.1.10.5 Bürgerpartizipation

II.1.10.5.1 Maßnahmenkatalog aus den Konzepten der Klimaschutzinitiative (KSI) für die jeweilige Gemeinde

Das IfaS hat im Jahr 2010 im Rahmen von „Klimaschutz- und Energiemanagementkonzepten“ sowohl für die VG Sprendlingen-Gensingen als auch für die VG Rockenhausen im Jahr 2013 entsprechende Kommunikationskonzepte erarbeitet und zur Diskussion gestellt. Beide Vorschlagskataloge mit entsprechenden Interventionsstrategien verfolgen als primäres Ziel, die Bürger und Bürgerinnen der jeweiligen Gemeinde für das Thema Klimawandel bzw. für den aktiven Klimaschutz zu sensibilisieren und motivieren. In diesem Kapitel werden diese auf Handlungsempfehlungen für die Bürgerpartizipation näher untersucht.

Als wichtige allgemeine Punkte für Sprendlingen-Gensingen seien aus KSI-Maßnahmenkatalog u. a. genannt:

- Entwicklung einer Corporate Identity (CI) für die Klimaschutzstrategie der Gemeinde
- Erstellung von PR-Berichten in den regionalen regelmäßig erscheinenden Druckwerken; zusätzlich dazu Erstellung von eigenen Druckwerken (Flyern, Broschüren)
- Hörfunk einbinden, um auf Veranstaltungen im Rahmen der Klimaschutzinitiative aufmerksam zu machen
- Ein Klimaschutzhaus - eine zentrale Einrichtung in der Region mit zahlreichen Informationsmöglichkeiten für BürgerInnen, Ortsgemeinden, Bildungseinrichtungen und Unternehmen, z. B. mit einer Bücherecke, klimarelevanten Broschüren, Beratungs- und Workshopangeboten
- Erstellung einer internetbasierten Klimaschutzplattform
- Durchführung eines Klimaschutz-Events

Zielgruppenspezifisch sind in der Kommunikationsstrategie für Sprendlingen-Gensingen folgende Punkte erwähnt:

- Ortsgemeinden
  - Workshops für politische Entscheidungsträger
  - Klimafreundliche Beschaffungsrichtlinie
  - Öffentlichkeitswirksame Nutzung von Elektrofahrzeugen
- Privathaushalte
  - Informationsveranstaltung für Bürger
  - EnergiesparwettbewerbEnergiesparmeisterIn des Jahres“
  - Kampagne „2018 - 20 Solardächer in 18 Monaten)
  - Autofreier Tag
  - Energiespartipp-Anzeigenserie
  - Klimaschutzkalender
  - Kummer- und Vorschlagskasten
  - Müllsammelaktion
- Industrie und Gewerbe
  - Klimaschutznetzwerk für Unternehmen
  - Schulung für Beschaffung klimafreundlicher Büromaterialien und Green IT in der Firma
  - Workshop „Grüne Märkte – gemeinsame Investitionsprojekte“
  - Regionale Multiplikatoren
  - Kooperation Fahrschule-Bewusstseinsbildung
  - Spendenaktion für den Klimaschutz
  - Fifty-fifty-Modell für Schulen
  - Projekttage zum Klimaschutz in Schulen
  - Malwettbewerb für Grundschulkinder
  - Umweltkasperle-Theater
  - Klimaschutzcamp für Kinder
  - Ausflüge
  - Klimaschutzschulenatlas
  - Wettbewerb für Studierende

- Klimalauf (Sportvereine)

Für die VG Rockenhausen sind u. a. folgende Maßnahmen erstellt worden:

- Erstellung einer Corporate Identity
- Kampagnenentwicklung nach Kampagnentiming
- Internetbasierte Klimaschutzplattform
- Social Media Profile
- Erstellung Werbe- und Infomaterials zum Klimaschutz
- Energieagentur stärker bewerben

Die überwiegende Mehrzahl der KSI-Maßnahmenempfehlungen konzentriert sich auf Informations- und Überzeugungsaufgaben in Bezug zur Bewusstseinsbildung für Klimaschutz. Einige der aufgelisteten Maßnahmen verfolgen jedoch darüber hinaus das Ziel, aktivierende Motivationsanreize für Eigeninitiativen und kooperative Vernetzungen zwischen den Akteuren zu setzen.

Die im Rahmen der Bürgerpartizipation empfohlenen Interventionsstrategien verfolgen v. a. das Ziel, die Mitglieder der Verbandsgemeinden zur Zusammenarbeit einzuladen, um damit Erfahrungen zu ermöglichen, dass die (Wieder) -Übernahme der Verantwortung für die Gestaltungsaufgaben hinsichtlich der aktuellen und zukünftigen Lebenssituation in der VG möglich und umsetzbar ist. Dieser Ansatz leitet sich u. a. aus den von Aaron Antonovsky[67] erstellten Grundregeln der Salutogenese[68] ab, die durch den Hirnforscher Gerald Hüther in seinem Forschungsgebiet bestätigt und folgendermaßen zusammengefasst wurden [HÜTHER 2013]:

> „Leben muss als verstehbar, gestaltbar und sinnhaft empfunden werden." und gleichzeitig ist es wichtig, ein „Gefühl der Zusammengehörigkeit und Bedeutsamkeit der Mitglieder eine Gemeinde" zu stärken.

Bei den Maßnahmen geht es daher insbesondere darum, dass bestehende Ansätze und schon vorhandene Initiativen aufgegriffen und gestärkt werden, die Situationen schaffen, im Rahmen derer für die BürgerInnen Erfahrungen selbstbestimmten und gleichzeitig gemeinsamen Handelns möglich sind. In solchen Situationen oder Möglichkeitsräumen können dann kleinere und größere konkrete Schritte in eine zukunftsfähige Richtung erprobt und letztendlich auch umgesetzt werden.

Von den oben genannten Einzelmaßnahmen erfüllen die wenigsten diese Anforderungen vollständig. Einige mehr oder weniger passende Maßnahmen sind: Klimaschutzhaus, Projekttage zum Klimaschutz in Schulen, Müllsammelaktion, Malwettbewerb für Grundschulen, Wettbewerb für Studierende. Hier können die Maßnahmenakteure selbst gestaltend wirken und das je nach Maßnahme auch potenziell gemeinsam in Gruppen / in Absprache mit anderen. Dennoch hängt es sehr von der tatsächlichen Ausgestaltung der jeweiligen Maßnahmenumsetzung ab, ob diese auch von den meisten Akteuren z. B. als „sinnhaft" empfunden wird / werden kann.

Dies soll nicht bedeuten, dass die genannten Maßnahmen „die besten" sind oder alle anderen Maßnahmen nicht empfehlenswert. Die Maßnahmen sind jedoch größtenteils in Hinsicht auf eine tiefergreifendere und nachhaltigere Bürgerpartizipation, die nicht nur die Ebene der Information bedient und die Ebene der Mitwirkung streift, zu wenig bzw. sollten um Maßnahmen ergänzt werden, welche

[67] Prägte den Begriff der „Salutogenese" in den 1980ern

[68] Bei der Salutogenese geht es im Gegensatz zur Pathogenese nicht um die Gründe für Krankheiten des Menschen, sondern um Gründe für das gesund sein / bleiben von Menschen.

auf der Ebene der Mitwirkung zu verordnen sind und die oben genannten Möglichkeitsräume schaffen.

II.1.10.5.2 Strategiekonzept für Schaffung einer (Bürger-)Partizipationskultur

Im Folgenden werden Handlungsempfehlungen vorgestellt, welche für die beiden Verbandsgemeinden des NEG Projektes empfohlen werden, aber auch allgemein für jegliche Gebietskörperschaften in Betracht gezogen werden können. Dabei wird beachtet, dass eine lebendige Partizipationskultur über die reine politische Bürgerpartizipation hinausgeht und in dieser nicht nur von der jeweiligen Gebietskörperschaftsverwaltung, sondern auch durch BürgerInnen selbst viele Teilhabemöglichkeiten am Zusammenleben auch ohne konkreten politischen Prozess ermöglicht und wahrgenommen werden. Das Strategiekonzept unterteilt daher die Handlungsempfehlungen in 3 Bereiche, in denen vorhandene Potenziale ausgebaut und neue geschaffen werden sollten.

Abbildung 201: Strategiekonzept - Ausbau von 3 Bereichen
Quelle: Eigene Darstellung

Ein kontinuierlicher Ausbau des ersten Bereiches ist wichtig, da der Zugang zu Kommunikationsinfrastrukturen und Mediennutzungskompetenzen Voraussetzung für einen effizienten und effektiven Ausbau der anderen beiden Bereiche darstellt:

- Ausbau von und Zugang zu Kommunikationsinfrastrukturen und Mediennutzungskompetenzen
- Ausbau (politischer) Bürgerpartizipation
  - Verankerung von Bürgermitwirkung und Bürgerbeteiligung in den Kommunalverfassungen / in Form von Leitlinien
  - Einrichtung einer Beteiligungskoordination/eines Partizipationsbeauftragten
  - Bereitstellung und Betrieb einer Online-Plattform zur öffentlichen Eingabe, Diskussion, Abstimmung und Dokumentation von Vorhaben (z. B. Liquid Feedback)
- Ausbau allgemeiner Partizipationskultur
- Förderung einer Anerkennungskultur
- Schaffung von intergenerationalen Begegnungs- und Erfahrungsstätten

II.1.10.5.2.1 Ausbau Bürgerpartizipation

Verankerung von Bürgermitwirkung und Bürgerbeteiligung in den jeweiligen Kommunalverfassungen

Damit Bürgerbeteiligung erfolgreich sein kann, braucht es den Willen für diese bei den BürgerInnen selbst und dazu einen ermöglichenden politischen und sozio-kulturellen Rahmen. Sollte dieser Rah-

men nur in unzureichendem Maße vorhanden sein, dann gilt es diesen selbst zu schaffen und/oder von den aktuellen verantwortlichen Entscheidern in Politik, Verwaltung und Wirtschaft einzufordern.

Der Partizipation ermöglichende politisch-juristische Rahmen wird als Umsetzung der Aarhus-Konvention (auf EU-Ebene in Form der Richtlinie 2003/35/EG (Europäisches Parlament und Europarat 2003)) auch in Deutschland von einer zunehmenden Zahl von Städten und Gemeinden durch die Verankerung von Bürgermitwirkung und Bürgerbeteiligung in den jeweiligen Kommunalverfassungen in Form von Leitlinien geschaffen (s. als Beispiel für Leitlinien das Ergebnis einer Arbeitsgruppe Bürgerbeteiligung aus Bonn (Arbeitsgruppe Leitlinien Bürgerbeteiligung Bonn 2014)). Durch die Schaffung einer transparenten und verbindlichen Ausgangsbasis ist eine solche Verankerung in den Kommunalverfassungen ein wichtiger grundlegender Baustein für eine effektive / erfolgreiche Konzipierung und Anwendung von Maßnahmen im Bereich der Bürgerpartizipation.

Inhaltlich sollten solche Leitlinien über eine reine Bekundung zum Willen zur Bürgerpartizipation hinausgehen und möglichst u. a. Qualitätskriterien für Bürgerbeteiligung (z. B. Frühzeitig und Transparenz, Ergebnisoffenheit, Evaluation), Standardablauf bei kleinen und größeren Vorhaben der Gemeinde (z. B. zentrale Planmeldungsstelle für frühestmögliche Bekanntgabe von Vorhaben) und ein evaluierender Planungsbericht festgelegt werden, welcher transparent Prozessschritte darstellt, dass das gesamte Vorhaben dokumentiert und laufend aktualisiert wird.

In einem Standardablauf für kleinere und größere Vorhaben sollte außerdem vorgegeben sein, dass generell vor jedem Projektstart (Projekt kann z. B. die Zukunftsplanung eines Stadtviertels sein) darüber nachgedacht wird, welche Bürgerbeteiligungsinstrumente (z. B. Bürgerversammlung, Planning for Real) in welchen Prozessphasen (z. B. IST-Analyse, Entwurfserstellung, Umsetzung) angewandt werden sollen. Ziel sollte dabei sein, möglichst viele BürgerInnen anzusprechen, zu aktivieren und ihre Stärken in das Projekt einfließen zu lassen. Dazu können zielgruppenspezifische (SeniorInnen, Kinder und Jugendliche, Familien etc.) Maßnahmen ausgewählt werden.

Informationen und Transparenz sind wichtige Grundvoraussetzungen gelingender Bürgerpartizipation. Daher empfiehlt sich auch die Verabschiedung einer Informationsfreiheitssatzung, welche festlegt, dass möglichst viele und welche Informationen veröffentlicht werden dürfen und sollen und wo die Grenzen (z. B. personenbezogene Daten) sind.

Einrichtung einer Beteiligungskoordination / eines Partizipationsbeauftragten

Dabei sollte neben Zielsetzungen und Leitlinien der Bürgerpartizipation auch festgeschrieben werden, dass eine Beteiligungskoordination eingerichtet / ein Partizipationsbeauftragter ernannt wird. Dieser Partizipationsbeauftragte initiiert oder greift als Vermittler und Antreiber in Absprache mit verschiedenen Akteuren Angebote die Partizipationsmöglichkeiten auf. Er kommuniziert und evaluiert entsprechende Partizipationsprozesse. Akteure, die diese Tätigkeit ausführen, müssen daher die jeweilige Gemeindesituation gut kennen oder Zeit zur Einarbeitung in die Gemeindestrukturen erhalten. Es besteht die Möglichkeit, ein solches Amt als Ehrenamt auszuschreiben. Dies sollte aber aufgrund der anspruchsvollen und zeitintensiven Aufgabe nur bei Knappheit finanzieller Ressourcen in Erwägung gezogen werden.

Bereitstellung und Betrieb einer Online-Plattform zur öffentlichen Eingabe, Diskussion, Abstimmung und Dokumentation von Vorhaben

Bezogen auf (relativ) neue Möglichkeiten für die Bürgerpartizipation sei in diesem Bericht v. a. die Plattform Liquid Feedback hervorgehoben, welche eine höhere Bekanntheit insbesondere durch den

Einsatz in der Piratenpartei erreicht hat. Mittlerweile hat sich diese in einigen Organisationen und Landkreisen / Gemeinden bereits etabliert hat (siehe u. a.: (Landkreis Friesland), (Slow Food Deutschland e.V.), (Piratenpartei Deutschland)).

Bei Einsatz der Plattform sollte die Verbindlichkeit der getroffenen Entscheidungen in den jeweiligen Kommunalverfassungen der Verbandsgemeinden definiert werden. Eine absolute Verbindlichkeit ist zwar wünschenswert unter gewissen Bedingungen, jedoch unter den zu erwartenden Umständen nicht empfohlen. Denn es werden kaum alle Mitglieder der jeweiligen Verwaltungseinheit (einfachen) Zugang zur Plattform haben und selbst wenn, so ist davon auszugehen, dass nicht alle Mitglieder diese nutzen werden, zumindest in der Anfangszeit. Eine erhöhte Nutzung, und damit ein hoher Nutzen der Plattform, ist durch die verbindliche Integration in Vorhabenabwicklungen und durch öffentliche Workshops, Trainings, PR-Strategien etc. erwirkbar.

II.1.10.5.2.2 Ausbau von und Zugang zu Kommunikationsinfrastrukturen und Mediennutzungskompetenzen

Zu diesen Rahmenbedingungen für eine gelingende Bürgerpartizipation im Rahmen einer globalen Mediengesellschaft gehören an prominenter Stelle die Versorgung mit digitaler Informations- und Kommunikationsinfrastruktur und -technologie sowie die Schaffung von Zugangsmöglichkeiten für alle Mitglieder des Gemeinwesens. Neben diesen technologischen Aspekten ist es aber v. a. die Vermittlung von Medienkompetenz (effizienter und effektiver Umgang mit digitaler Informations- und Kommunikations- bzw.- Medientechnologie) durch Bildungseinrichtungen, die als vorrangige öffentliche Aufgaben betrachtet werden muss. Diese Vermittlung betrifft alle Altersgruppen, wobei je nach Alter andere Hauptziele im Fokus sind. Zum Beispiel sollten für Senioren Angebote geschaffen werden (Workshops, Senioren Internetcafé), um überhaupt Zugang zu und Nutzungskompetenz für mittlerweile etablierte Internettechnologien (angefangen beim Besuchen einer Website über das Abrufen und Schreiben von E-Mails hin zu der Nutzung von Social Media) erlangen zu können.

II.1.10.5.2.3 Ausbaus allgemeiner Partizipationskultur

Förderung einer Anerkennungskultur

Neben all den zu schaffenden Leit- / Richtlinien, institutionellen Bürgerbeteiligungsmöglichkeiten und unterstützenden Maßnahmen ist es auch besonders wichtig, ehrenamtliches und gemeinwohlorientiertes Engagement öffentlich anzuerkennen und zu würdigen (Anerkennungskultur), um die Motivation zur partizipatorischen Teilnahme am Zusammen- / Gemeindeleben zu fördern und hochzuhalten. Neben der öffentlichen Würdigung eines solchen Engagements durch Berichte, Reportagen, Nennungen etc. über verschiedene Medienkanäle sollten noch weitere Maßnahmen ergriffen werden. Besondere gegenständliche Preise und deren feierliche Verleihung (Statue, Urkunde) in wichtigen Bereichen können in diesen ein Ansporn sein, aktiv zu werden. Aber auch finanzielle / materielle Vergütungen sind erwägenswert. So gibt es z. B. eine Ehrenamtskarte in Bayern (Landesnetzwerk Bürgerschaftliches Engagement Bayern e.V.), welche an Bürger mit besonderem ehrenamtlichem Engagement vergeben wird und diesen Vergünstigungen als Dankeschön für ihren Einsatz gewährt.

Schaffung von intergenerational Begegnungs- und Erfahrungsstätten

Eine gute Anerkennungskultur leistet einen wichtigen Beitrag zur Förderung nicht nur von herausragendem politisch-bürgerpartizipatorischem, sondern auch allgemein partizipatorischem Engagement. Dazu gehört auch (von nicht zwangsläufig nur politischer, sondern auch von bürgerlicher Seite aus)

das Schaffen von Begegnungsstätten, an denen praktische Erfahrungen gemacht werden können und Wissen erweitert und ausgetauscht werden kann. Möglichkeiten dazu gibt es zu viele (ein Sportplatz ist bereits eine Begegnungsstätte), als das diese hier genannt werden könnten. Aber einige besondere, generationenübergreifende Begegnungsstätten seien hier erwähnt:

Besonders hervorgehoben sei das Bürgerhaus (einige Begegnungsstätten dieser Art haben andere Namen, können dennoch als Bürgerhäuser angesehen werden), welches in vielen Städten (immer etwas anders ausgestaltet) bereits existiert. Allgemein ist es ein Treffpunkt für Bürger, je nach Ausgestaltung am jeweiligen Ort werden dort Kurse und Workshops angeboten, Veranstaltungen organisiert und durchgeführt und Räume / Gegenstände (Geräte, Spiele, Sportartikel etc.) zur Nutzung freigegeben. Dabei sind die Angebote üblicherweise kostenlos und von BürgerInnen für BürgerInnen organisiert (abgesehen von der organisatorischen Leitung solcher Bürgerhäuser). In einigen Städten gibt es in Bürgerhäusern besondere Angebote oder es sind passende Einrichtungen angebunden (z. B. Senioren-Internetcafé, Jugendzentrum, Reparaturcafé, Tauschbörse, …). Ist dies der Fall, kann man auch von einem Bürgerzentrum (oder wie z. B. in Berlin Pankow von einem „Stadtteilzentrum“) sprechen. Dabei sind Bürgerhäuser nicht immer von der jeweiligen Stadt / Gemeinde verwaltet (wie z. B. in Ingolstadt oder Neumarkt), sondern z. T. durch bürgerliche Gruppen / Vereine getragen (z. B. „Ladenlokal“ in Mönchengladbach“, „Berlin Pankow Stadtteilzentrum“, „Kreativ-Haus“ in Berlin).

Weitere intergenerationale Begegnungsstätten sind Selbsthilfewerkstätte, in den letzten Jahren unter dem Namen „Repair-Cafe“ bekannter und verbreiteter geworden. Kurz gesagt bieten BürgerInnen in den offenen Reparaturcafés dem Namen entsprechen ehrenamtlich ihr Wissen und dazu an, Gegenstände zusammen mit dem „Kunden“ (andere Bürger) zu reparieren oder gar aufzuwerten / an die Wünsche des Kunden anzupassen („UpCycling“). Dazu werden in Reparaturcafés entsprechend Werkbänke und Werkzeug zur Verfügung gestellt und üblicherweise die Organisation der ehrenamtlichen Helfer durchgeführt (wer kommt wann, wer wartet die Werkzeuge etc.). Neben der Reparatur gibt es auch in mehreren Städten bereits Räumlichkeiten, in denen getauscht werden kann oder in denen es von anderen Bürgern nicht mehr benötigte Dinge kostenlos im Angebot gibt (Tauschbörsen, Geschenkläden, auch Geschenkboxen, Mischformen). Diese Orte als nachhaltige(re) Alternativen zu Läden mit neuen Produkten können dabei nebenher ebenfalls der Begegnung und des Austausches nicht nur an Gegenständen dienen, jedoch liegt hier nicht der Hauptfokus.

Eine der genannten Maßnahmen aus den Kommunikationsstrategien für die Verbandsgemeinden stellt hier eine allgemeine Empfehlung (also nicht nur auf Klimaschutz bezogen, sondern als allgemein nutzbare Maßnahme) wieder. So ist z. B. im Klimaschutzkonzept für die VG Sprendlingen-Gensingen die Durchführung von Projekttagen in Schulen zum Oberthema „Klimaschutz“ angedacht. Solche Projekttage können je nach Ausgestaltung z. B. die Wünsche und Bedürfnisse von SchülerInnen sichtbar und deren Kreativität für das jeweilige Projekt nutzbar machen sowie generell tolle Erfahrungsräume / Erfahrungen ermöglichen. So bietet z. B. der Verein KREATIVHAUS e. V. die Konzipierung und Durchführung von Projekttagen für/in Schulen in Berlin an, in denen mit theaterpädagogischen Methoden auf kind- bzw. jugendgerechte Art und Weise („spielend neue Welten erfahren“), Lern- und Gruppenerfahrungen erreicht werden können (KREATIVHAUS e.V.). Und dies abseits des im allgemeinen Schulsystem etablierten und kritisch zu betrachtenden Stillsitz- und Zuhörzwang sowie den dem Lehrplan entsprechenden vorgegebenen / vorgestellten Antworten auf Fragen, die nur selten in dem vom Lehrplan vorgesehen Zeitraum überhaupt gestellt wurden. Diese Gefahr besteht bei Projekttagen nur insofern, dass das Thema üblicherweise vorgegeben ist - dieser lose Rahmen kann

jedoch mit Rücksicht auf die Zusammenstellung (Alter, Anzahl etc.), Dynamik und v. a. die Wünsche Gruppe mit Leben gefüllt werden.

II.1.10.6 Ergebnisausblick zu Kommunikation und Partizipation

Im Rahmen der Projektbearbeitung zu NEG wurden innerhalb des Untersuchungsbereich „Kommunikation und Partizipation“ verschiedene Analysen durchgeführt (Struktur Medienlandschaft, Strukturen der regionalen Bildungslandschaft, Akteursanalyse). Es wurde festgestellt, dass alle Medien und Zugänge (Internet- und Mobilfunkabdeckung) in beiden Projektgemeinden ausreichend vorhanden sind, um diese für das Projekt sinnvoll nutzen zu können. Die Ergebnisse der Analyse der regionalen Bildungslandschaft ergab, dass die Themen des NEG-Projektes verankert sind, es demnach besonderer, zusätzlicher Strategien eigentlich nicht Bedarf. Die Ergebnisse der Akteursanalyse zeigen, dass die Einstellung gegenüber dem Projekt unter den genannten Akteuren (darunter die identifizierten Gatekeeper) deutlich überwiegend positiv bis sehr positiv ist.

In einem weiteren Schritt wurden nach einer Definition und Beschreibung von Bürgerpartizipation die Voraussetzungen und mögliche Hindernisse, Probleme und Schwierigkeiten in Bezug auf diese festgestellt sowie Stufen der Partizipation definiert. Diese umfassen Information, Mitwirkung und Mitbestimmung (kooperative Bürgerbeteiligung). Über der Mitbestimmung steht noch die Bürgerregierung oder Selbstorganisation.

Zur Übersicht über klassischere Methoden und Werkzeugen der Bürgerpartizipation wurde ein Maßnahmenkatalog erstellt. Des Weiteren wurden die neueren Möglichkeiten der E-Partizipation dargelegt, die sich durch die Verbreitung und den Ausbau der Verbindungsqualität des Internets herausgebildet haben. Besonders hervorzuheben sind die neuen Möglichkeiten der Meinungsbildung und Entscheidungsfindung wie z. B. die Software Liquid Feedback. Dadurch fällt die Zugangsbarriere für diese Prozesse deutlich niedriger aus und BürgerInnen können durch ihre virtuelle Stimme bei Entscheidungen gleichberechtigt mit politischen AmtsträgerInnen oder anderen, bisher alleinigen EntscheidungsträgerInnen mitbestimmen.

Abschließend wurde auf Grundlage der Analysen, den Erkenntnissen der Recherche zur Bürgerpartizipation und dem erstellten Maßnahmenkatalog eine Auswahl an verschiedenen Maßnahmen in Form von Handlungsempfehlungen zu einem dreistufigen Strategiekonzept gebündelt. Die erste Stufe umfasst den Ausbau von und Zugang zu Kommunikationsinfrastrukturen und Mediennutzungskompetenzen. Die zweite den Ausbau (politischer) Bürgerpartizipation und die dritte den Ausbau einer allgemeinen Partizipationskultur.

Für den Ausbau der Bürgerpartizipation müssen Möglichkeiten auf allen genannten Stufen kontinuierlich ausgebaut werden. Als wichtige Grundlagen hierzu dienen die Verankerung von Bürgermitwirkung und Bürgerbeteiligung in den Kommunalverfassungen / in Form von Leitlinien sowie die Einrichtung einer Beteiligungskoordination / eines Partizipationsbeauftragen. Aufgrund der weiter oben genannten Vorteile wird auch der Einsatz der Software Liquid Feedback für kommunalpolitische Entscheidungen empfohlen. Eine Entscheidungsverbindlichkeit sollte jedoch gut abgewogen und ggf. nur unter bestimmten Voraussetzungen (z. B. ab einem definierten Grad der Beteiligung durch BürgerInnen) festgelegt werden, denn bei niedriger Beteiligung ist eine durch die Plattform getroffene Entscheidung kaum repräsentativ.

Für den Ausbau der allgemeinen Partizipationskultur müssen die Möglichkeiten zur Partizipation an der Gestaltung der Gemeinde und des Zusammenlebens außerhalb fest definierter politischer Pro-

zesse gefördert werden. Dazu gehört insbesondere die Schaffung von intergenerationellen, öffentlichen Begegnungs- und Erfahrungsstätten, z. B. Bürgerhäusern, Gemeinschaftsgärten und Repair-Cafés. Diese sind Treiber von Vernetzung / Austausch, Lernerfahrungen und damit (nachhaltiger) Entwicklung.

Denn wie Harald Welzer schreibt, wird die Welt als Lebensraum der Menschheit nicht „gerettet" vor Klimawandel und anderen globalen Problemen durch die „mantraartige" Wiederholung von apokalyptischen Szenarien und in diesem Zusammenhang Aufruf zur Weltrettung. Sondern vielmehr durch konkretes Handeln des Einzelnen in benenn- und erfahrbaren Bereichen des eigenen Lebens mit dementsprechend lebenswirklichen Zielen, wie z. B. das Ziel einer Stadt ohne Autos. [WELZER 2013A]Denn Das Erfahren von Selbstwirksamkeit „ist ein starkes Bollwerk gegen Gleichgültigkeit".

> „Lokale Kulturen sind für die Entwicklung und Etablierung neuer Handlungsnormen von entscheidender Bedeutung. In allen Institutionen, Unternehmen, Dorfgemeinschaften, Schulen, Akademien, NGO etc. ist es jeweils die gelebte Kultur, die ihren Mitgliedern das positive Gefühl gibt, Teil einer Wir-Gruppe und darauf stolz zu sein – oder eben nicht. Im positiven Fall setzt diese Identifikation Bereitschaft zum Engagement frei, im negativen blockiert die fehlende Identifikation jedes Engagement, das über das Notwendige hinausgeht." [WELZER 2013B] [WELZER ET AL. 2014]

Hier liegt die Chance für die beiden Verbandsgemeinden des Projektes. Es bleibt also festzuhalten, dass das Ziel nicht eine starke Bürgerpartizipation allein, sondern darüber hinaus die Aktivierung einer regionalen und lebendigen Partizipationskultur sein muss. Allen BürgerInnen mit Willen, am Gemeindeleben innerhalb und außerhalb definierter politischer Prozesse bzw. Entscheidungen mitzuwirken, müssen festgeschriebene, aber auch informelle Möglichkeiten sowie Freiräume zur Entfaltung dieser Partizipationswünsche gegeben sein. Diese Möglichkeiten müssen bekannt gemacht werden, damit BürgerInnen von ihnen erfahren und dementsprechend auf eigenen Wunsch handeln können. Denn es braucht nicht nur fähige und motivierte Personen, sondern auch entsprechende Handlungsräume für eine gesamtgesellschaftliche Transformation hin zu einer lebendigen Partizipationskultur und damit zu einer nachhaltige(re)n Zukunft!

II.1.11 Rechtliche Rahmenbedingungen

Autor: Prof. Dr. Stephan Tomerius

Das Teilprojekt 7 „Rechtliche Rahmenbedingungen" ist in Absprache mit dem Projektträger Jülich inhaltlich und administrativ den Pilotgemeinden im Forschungsvorhaben zugeordnet worden. Dies gilt auch für die jeweiligen Arbeitsaufträge, die dann im Auftrag der VG Sprendlingen-Gensingen und VG Rockenhausen ausgeführt wurden. Diese Projektstruktur wurde letztlich vor dem Hintergrund gewählt, dass für die diversen Forschungsansätze in den anderen Teilprojekten „Energie, Wasser, Sekundärrohstoffe sowie Kulturlandschaftsmanagement" die VG die reale Plattform und damit dem transdisziplinären Ansatz des Vorhaben nach das Spielfeld darstellten, auf dem innovative Ansätze aus den Teilprojekten in praktische Projekte der VG übertragen wurden.

Im Lauf des Vorhabens manifestierten sich diverse rechtliche Problemstellungen, die – wie von der Verfahrensweise im Forschungsprojekt beabsichtigt - aus den Teilprojekten und den VG heraus an das Teilprojekt 7 „gemeldet" wurden. Hierbei wurden jeweils zunächst interdisziplinäre Vorgespräche zur Identifizierung und Erklärung der Problemlage geführt sowie z. T. auch Vor-Ort-Begehungen durchgeführt. Aufgabe für Teilprojekt 7 war es dann jeweils, die rechtlichen Rahmenbedingungen des entsprechenden fachlichen Problems zu analysieren, rechtliche Hemmnisse und Ansatzmöglichkeiten

aufzuzeigen und taugliche Lösungswege für die vorgefundenen Problemstellungen in der kommunalen Praxis aufzuzeigen.

Im Laufe des Projekts konzentrierten sich die vorgefundenen Rechtsprobleme v. a. auf das Pilotprojekt „Null-Emissionsgebiet Gensingen“, das zentrale Next-Practice-Project im Forschungsverbund, in dem diverse Ansätze zur Realisierung des Null-Emissions-Ansatzes aus den Teilprojekten in einem konkreten kommunalen Wohngebietsprojekt zusammengeführt und verwirklicht werden sollen.

Im Folgenden werden die bearbeiteten rechtlichen Fragestellungen im Überblick zusammengefasst. Die vollständigen Ausarbeitungen mit detaillierten Hinweisen auf Rechtsprechung und rechtswissenschaftliche Literatur sind auf der Projekthomepage einsehbar.[69]

II.1.11.1 Rechtsfragen eines dezentralen Stoffstrommanagement- und Abwasserkonzepts in der VG Rockenhausen – Rechtsfragen zur Wiederverwendung und Verwertung von Abwasser und seiner Rückführung in den Stoffkreislauf

Hintergrund für die rechtliche Untersuchung war ein Projekt des Stoffstrommanagements aus dem Teilprojekt „Wasser“, das sich in der VG Rockenhausen dem Ansatz der Wiedergewinnung und Verwertung von Abwässern im ländlichen Raum widmete. Das Vorhaben verfolgte den folgenden technischen Ansatz: In einer Kleinkläranlage werden zunächst die Feststoffe von den flüssigen Stoffen durch einen speziellen Filter (Austauschfilter) getrennt. Die Feststoffe werden bei Bedarf abgefahren und zu einem zentralen Wertstoffhof gebracht, wo dieser Primärschlamm stabilisiert (Intensivrotte) und mit anderen biologischen Reststoffen gemischt und zu dem natürlichen Düngemittel „Terra Preta“ verarbeitet werden soll. Die flüssigen Abwässer werden durch eine Pflanzenkläranlage gereinigt. Das entstandene Klarwasser soll im Sommer zur Bewässerung naheliegender (direkt angrenzender) Energiefelder genutzt werden (z. B. Miscanthus). Im Winter, wenn die Aufnahmefähigkeit der Pflanzen sinkt, soll in ein nahegelegenes, kleines Gewässer eingeleitet werden. Die entstandene Biomasse soll für die Austauschfilter bzw. für die Biogasanlage der Region genutzt werden.

In rechtlicher Hinsicht warf dieses Projekt der Wiederverwendung und Verwertung von Abwasser sowie der Rückführung in den Stoffkreislauf komplizierte Rechtsfragen auf. Vor allem ging es darum, die Vielzahl an unterschiedlichen Regelungen aus dem Wasser-, Bodenschutz-, Dünge- und Kreislaufwirtschaftsrecht in ihrem komplizierten Verhältnis zueinander zu sichten und in ihrer Anwendung einander zuzuordnen. Hierbei zeigte sich, dass der geltende gesetzliche Rahmen, der sich stark an einer Output-Perspektive anlehnt, eine stoffbezogene, an der Wiederverwertung von Abwässern orientierte Interpretation des Rechts sehr schwer macht.

II.1.11.1.1 Zulässigkeit der Bewässerung von Energiepflanzen mit gereinigtem Abwasser

Die Wiederverwendung von gereinigtem Abwasser, etwa zur Bewässerung von Energiepflanzen, ist nur dann eine wasserrechtlich relevante Benutzung im Sinne eines Einleitens oder Einbringens, wenn die entsprechenden Stoffe über die Bodenschichten in Kontakt mit dem Grundwasser treten können. Ist dies durch verfahrenstechnische Maßnahmen ausgeschlossen, so stellt diese Wiederverwendung

[69] http://www.null-emissions-gemeinden.de/

gereinigten Abwassers – im Einklang mit der Zielvorstellung aus Art. 12 der EU-Richtlinie über die Behandlung kommunalen Abwassers – zunächst eine Maßnahme der Kreislaufwirtschaft nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrwG) dar. Demgegenüber wird allerdings – insbesondere von den Vollzugsbehörden - auch die Auffassung vertreten, das Wasserrecht müsse ganzjährig Anwendung finden, da die Bewässerung mit gereinigtem Abwasser schon in der Trockenphase zur Anreicherung von Schadstoffen führe, die später in der Herbst-/Winterphase – der Phase, wo das Grundwasser neu gebildet wird – über dann erfolgende Einleitungen das Grundwasser belaste.

Ist der Kontakt zwischen gereinigtem Abwasser und Grundwasser nicht auszuschließen und besteht objektiv für das Grundwasser ein Gefährdungspotenzial, so gilt das Wasserrecht nach WHG und LWG, insbesondere sind dann die Vorgaben der den Besorgnisgrundsatz konkretisierenden Grundwasserverordnung (GrWV) einzuhalten. Das gereinigte Abwasser wäre wiederum bei auszuschließendem Grundwasserkontakt als zu verwertender Abfall zu qualifizieren, wobei dann im Fall der Nutzung der Abfälle als Dünger § 8 KrWG – als allgemeine Regelung für die Rangfolge und Hochwertigkeit der Verwertung – und ggf. speziell für Bioabfälle und Klärschlämme § 12 KrWG gelten. Diese Normen verweisen auf konkretisierende Rechtsverordnungen. In Betracht kommen die Klärschlammverordnung (AbfKlärV) und für Düngemaßnahmen auch die Düngemittelverordnung (DüMV). Erstere ist anwendbar, wenn es sich um die Aufbringung von Klärschlämmen handelt, die in § 2 II AbfKlärV näher definiert sind. Daneben sind nach § 1 II AbfKlärV die §§ des DüngeG und der DüMV anwendbar.

Bei dem im Höfe-Konzept geplanten Trennungssystem stellte sich die Frage für die Abwasserströme – flüssig und fest – jeweils getrennt: Für die Bewässerung/Versickerung fragte sich, ob die AbfKlärV und das Düngerecht – falls man gereinigtes Abwasser fachlich als Düngemittel ansehen kann - parallel anwendbar sind oder die eine Regelungsmaterie die andere verdrängt. Die AbfKlärV besagt insofern gem. § 1 II lediglich: Die Vorschriften des Düngemittelrechts bleiben unberührt. Dies spricht für eine parallele Anwendbarkeit beider Regelungssysteme, solange es sich begrifflich um Klärschlämme inkl. seiner besonderen Varianten in § 2 II AbfKlärV – Begriffsbestimmungen – handelt. Allerdings stellen die abgetrennten flüssigen Anteile im Abwasser nach der beschriebenen Konzeption des Abwasser-Stoffkreislaufs keinen Klärschlamm mehr dar. § 2 II 3 AbKlärV besagt zudem, dass die Entwässerung von Rohschlamm – auch diese denkbare Einstufung wäre umweltfachlich zu klären - nicht als Behandlung von Klärschlamm gilt.

Insofern verbleiben – unterstellt, es lässt sich ein Grundwasserkontakt definitiv ausschließen - für die Bewässerung von Böden mit gereinigtem Abwasser die Vorgaben des Düngemittelrechts. Dies gilt allerdings nur, soweit die Bewässerung als fachgerechte Düngung eingesetzt wird. Abwässer werden nach wie vor in der Praxis und Wissenschaft als „Sekundärrohstoffdünger“ angesehen. Fachlich-naturwissenschaftlich klärungsbedürftig ist allerdings die Frage, ob gereinigtes Abwasser als „Wasser“ im Sinne von § 2 Nr. 1 DüngeG anzusehen ist und damit qua gesetzlicher Definition kein Düngemittel wäre.

Die Qualität des Bewässerungswassers muss einerseits den Anforderungen der zu bewässernden Pflanzen und andererseits hygienischen Mindeststandards entsprechen. Internationale Richtlinien dazu wurden von der FAO und der UNO herausgebracht. Auch der Einsatz aufbereiteten Abwassers kann fachgerecht erfolgen.

Als technisches Regelwerk hinsichtlich des Reinigungsgrades für eine Nutzung als Bewässerungswasser ist die DIN 19650 - Hygienisch-mikrobiologische Klassifizierung und Anwendung von Bewässerungswasser – einschlägig.

Einschlägig erscheint ferner die ATV-M 205: Desinfektion von biologisch gereinigtem Abwasser.

Die Regelungen des BBodSchG und der BBodSchV treten nach § 3 I Nr. 1 und 4 BBodSchG subsidiär zurück, wenn die Regelungen des KrwG und des Düngemittelrechts bei der Bewässerung durch gereinigtes Abwasser die Einwirkung auf den Boden speziell regeln. Dies ist nach hier vertretener Auffassung jedenfalls dann der Fall, wenn das wiederverwendete gereinigte Abwasser mangels auszuschließenden Kontakts mit dem Grundwasser zunächst unter die vorrangigen Regelungen des KrWG und – falls man es als Düngemittel im gesetzlichen Sinne ansehen kann - auch des Düngerechts fiele.

Ein aus Sicht der Betreiber des beschriebenen Höfe-Konzepts gangbarer praktischer Weg wäre aber sicherlich auch, die Kläranlage insgesamt als wasserrechtlich relevante Anlage genehmigen zu lassen und so die Trennung von Transpirationsphase (kein wasserrechtlicher Bezug) und Einleitungs- oder Einbringungsphase im Winter (wasserrechtlicher Bezug wegen Grundwasserkontakt) genehmigungstechnisch zu klammern. Diesen Weg bevorzugen jedenfalls die Genehmigungsbehörden im Land Rheinland-Pfalz.

II.1.11.1.2 Zulässigkeit der Weiterverarbeitung abgetrennter Feststoffe zu Dünger (Terra Preta)

Für die Weiterverarbeitung der abgetrennten Feststoffe zu Dünger (Terra Preta) lässt sich vertreten, dass das Abwasserrecht keine Anwendung findet, solange beim Entnahmeprozess die Tatbestände des Einbringens, Einleitens oder der sonstigen nachteiligen Maßnahmen für Gewässer nicht erfüllt sind. Solange also kein Grundwasserbezug bei der Abtrennung der Feststoffe besteht, richtet sich die weitere Verwertung der Feststoffe nach dem Kreislaufwirtschaftsrecht (KrwG und konkretisierende Verordnungen) sowie bei der Verwendung und beim Inverkehrbringen als Dünger nach dem Düngemittelrecht.

Schwierig einzuschätzen ist die Frage, ob das geschilderte Verfahren der Produktion von Terra Preta aus Abwässern unter die Klärschlamm-Verordnung (AbfKlärV) fällt. Dies ließe sich verneinen, wenn es sich bei den abgetrennten Feststoffen des gesammelten Abwassers nicht um „Klärschlamm“, sondern um vorab getrennten „Rohschlamm“ handelt, der gemäß Kreislaufwirtschafts- und Düngerecht verwertet werden soll. Dies ist eine fachliche Frage, die die Ingenieure zu klären haben. Rechtlich stuft jedenfalls die AbfKlärV in § 2 II 3 die Entwässerung von Rohschlamm nicht als Behandlung von Klärschlamm ein. Im Zweifel sprächen die Grundsätze der ressourcenschonenden Abwasserbeseitigung dafür, abgetrennte Feststoffe im Abwasser als zu verwertenden Rohschlamm zu qualifizieren. Diese Interpretation im Sinne einer ressourcenschonenden Wiederverwendung von Abwasser würde auch durch Art. 12 der EU-Abwasser-Richtlinie gestützt.

Für das geplante stoffbezogene Verfahren ist jedoch das Düngerecht anwendbar, da die Feststoffe im Abwasser als Sekundärrohstoffdünger einzuordnen sind und daher ein Düngemittel nach § 2 Nr. 1 DüngG sind. Die Düngung muss daher „nach guter fachlicher Praxis“ (§ 3 II DüngG) erfolgen. Beim Vertrieb von Terra Preta sind die Regelungen über das Inverkehrbringen von Stoffen gem. den §§ 5 ff. DüngG zu beachten.

Die Erzeugung von Terra Petra aus Feststoffen getrennten Abwassers und ggf. weiteren biologischen Abfällen fällt parallel zu den düngerechtlichen Vorgaben auch unter die Regelungen der BioAbfV. Falls bei der Terra-Preta-Erzeugung neben Bioabfällen auch tierische Nebenprodukte verwendet

werden, so gelten nach der novellierten BioAbfV auch die Regelungen nach dem „Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsgesetz“ nebst auf dieser Grundlage erlassenen Rechtsverordnungen.

Für das Fernziel einer zusätzlichen Biomasse-Verstromung wäre die Biomasseverordnung (BiomasseV) zu beachten.

§ 10 III der Düngemittelverordnung (DüMV) hat zwischenzeitlich geregelt, dass Düngemittel, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate und Pflanzenhilfsmittel, zu deren Herstellung

1. Klärschlämme nach Anlage 2 Tabelle 7 Zeile 7.4.3, die einen Grenzwert nach Anlage 2 Tabelle 1.4 überschreiten, jedoch einen nach der Klärschlammverordnung für denselben Schadstoff geltenden Grenzwert einhalten, oder
2. andere Stoffe, die der Bioabfallverordnung unterliegen und die einen Grenzwert nach Anlage 2 Tabelle 1.4 überschreiten, jedoch einen nach der Bioabfallverordnung für denselben Schadstoff geltenden Grenzwert einhalten, verwendet werden, nur noch bis zum 31. Dezember 2014 in den Verkehr gebracht werden dürfen.

Insofern müsste das Produkt Terra Preta genau auf die in der Anlage genannten Grenzwerte hin überprüft werden, um nicht einem Verbot der des Inverkehrbringens zu unterliegen.

II.1.11.1.3 Fazit

Zusammenfassend muss konstatiert werden, dass der Regelungsrahmen für stoffstrombezogene Verfahrensansätze, die sich eine verstärkte Wiedergewinnung und Verwertung von Abwässern zum Ziel setzen, äußerst unübersichtlich ist und damit hemmend wirkt. Hinsichtlich der Trennung von Fest- und Flüssigstoffen ist der rechtliche Rahmen fragmentiert. Es überlagern sich wasser-, kreislaufwirtschafts- und düngemittelrechtliche Regelungen, die in ihrem Anwendungsbereich für die Praxis schwer überschaubar und somit für die Entwicklung innovativer Verwertungsverfahren auch kaum handhabbar sind. Hierbei stellen sich eine Reihe konkreter Abgrenzungsfragen, etwa, ob nach Trennung der Stoffströme Rohschlamm entsteht, der nicht als Behandlung von Klärschlamm gilt oder ob gereinigtes Abwasser als „Wasser“ im Sinne von § 2 Nr. 1 DüngeG anzusehen ist und damit qua gesetzlicher Definition kein Düngemittel wäre. Solche Fragen müssten über die ingenieurtechnischen Fachkreise zunächst einmal geklärt werden, um für Unternehmen, die mit innovativen Ansätzen ressourcenschonend Stoffkreisläufe schließen und Wertstoffe generieren wollen, dann auch Rechts-, Planungs- und Investitionssicherheit zu gewinnen. Es ist verständlich und richtig, dass nach wie vor der Grundwasserschutz oberste Priorität haben muss. Allerdings scheint der Regelungsrahmen – in seiner Unübersichtlichkeit und mit den Reibungsverlusten der sich überlagernden Regelungsgebiete – sowie die Vollzugpraxis insgesamt zu sehr einer „End-of-Pipe“-Perspektive verhaftet zu sein, um ein verfahrensbezogenes, energie- und ressourcenschonendes Stoffstrommanagement befördern zu können.

II.1.11.2 Rechtsfragen des Anschluss- und Benutzungszwangs (ABZ) für eine kommunale Fern- & Nahwärmeversorgung und für die Anbindung an eine Brauchwasserleitung

Aus Gründen der Energieeffizienz und Ressourcenschonung über Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) kann es für eine Gemeinde sinnvoll sein, ein eigenes System der Nah- oder Fernwärmeversorgung zu etablieren. Hierbei ist aus wirtschaftlichen Gründen ein hoher Anschlussgrad erforderlich. Im Projekt ha-

ben sich den VG dabei die folgenden Fragen zu einem gemeindlichen Anschluss- und Benutzungszwang (ABZ) kraft gemeindlicher Satzung gestellt.

- Welches sind die Rechtsgrundlagen für eine wirksame kommunale Satzung?
- Ist es rechtlich auch möglich, einen ABZ auf den Gebäudebestand zu erstrecken?
- Rechtfertigen allgemeine Beiträge zum globalen Klimaschutz einen kommunalen ABZ für ein Fernwärmenetz?
- Wie ist der Einfluss des EEWärmeG auf die kommunalen Handlungsmöglichkeiten für einen ABZ an die Fernwärmeversorgung einzuschätzen?
- Wie ist die rechtliche Bewandtnis der AVBFernwärmeV für den ABZ und insbesondere für die Frage der Befreiung vom ABZ?
- Welches sind die verfassungsrechtlichen Vorgaben für einen ABZ an die Fernwärmeversorgung?
- Ist es möglich, Mindestabnahmemengen von Wärmeenergie im Rahmen des Anschluss- und Benutzungszwangs festzulegen?
- Kann ein ABZ auch zur Nutzung von Wärmepumpen und zur Abnahme von Mindestmengen an Wärme verhängt werden?
- Kann ein ABZ auch zur Nutzung von Brauchwasser und zur Abnahme von Mindestmengen verhängt werden?

II.1.11.2.1 Allgemeine Anforderungen an einen rechtssicheren Anschluss- und Benutzungszwang kraft gemeindlicher Satzung

Eine Rechtsgrundlage für einen ABZ besteht. Einschlägige Vorschrift ist im Land Rheinland-Pfalz § 26 GemO RLP, der es den Gemeinden erlaubt (Abs.1),

> bei öffentlichem Bedürfnis durch Satzung für Grundstücke ihres Gebiets den Anschluss an Wasserversorgung, Abwasserbeseitigung, Straßenreinigung, Fernheizung, von Heizungsanlagen an bestimmte Energieversorgungseinrichtungen sowie den Anschluss an andere dem Gemeinwohl dienende Einrichtungen vorschreiben (Anschlusszwang). Sie können durch Satzung bei öffentlichem Bedürfnis auch die Benutzung dieser und anderer dem Gemeinwohl dienender Einrichtungen vorschreiben (Benutzungszwang).

§ 26 Abs. 2 GemO RLP sieht Befreiungs- und Beschränkungsmöglichkeiten vor:

> (2) Die Satzung kann Ausnahmen vom Anschluss- und Benutzungszwang zulassen; sie kann den Anschluss- und Benutzungszwang auf bestimmte Teile des Gemeindegebiets und auf bestimmte Gruppen von Grundstücken oder Personen beschränken.

Aus § 26 GemO folgt zunächst, dass der Landesgesetzgeber einen ABZ per Satzung speziell zu Zwecken der Fernheizung vorgesehen hat. Es besteht wie in den meisten anderen Bundesländern auch keine Einschränkung des ABZ nur für Neubauten, sodass grundsätzlich auch Altbauten erfasst werden können. [KAHL 2010] Allerdings hat das Land Rheinland-Pfalz - anders als andere Bundesländer[70] - keine Ermächtigung für einen ABZ zum Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen oder im Interesse des Klimaschutzes statuiert. Ohne eine solche ausdrückliche gesetzliche Zweckbestimmung ist es in einigen Fällen zu rechtlichen Problemen gekommen, weil die Rechtsprechung teilweise einen klaren kommunalen Bezug und klima- bzw. gesundheitsbezogene Vorteile im kommunalen Gebiet als Recht-

[70] Etwa § 11 GO Baden-Württemberg oder § 17 Abs. 2 GO Schleswig-Holstein.

fertigung für den ABZ gefordert und allgemeine Gründe des Klimaschutzes nicht für ausreichend gehalten hatte.[71]

Mittlerweile hat der Bundesgesetzgeber auf das oben beschriebene Kompetenzproblem im Spannungsverhältnis „Globaler Klimaschutz und kommunaler örtlicher Bezug" reagiert: Er ermöglicht es den Kommunen nunmehr über § 16 EEWärmeG ausdrücklich – hier wortwörtlich wiedergegeben -,

> von einer Bestimmung des Landesrechts, die sie zur Begründung eines ABZ an ein Netz der öffentlichen Fernwärme- oder Fernkälteversorgung ermächtigt, auch zum Zweck des Klima- und Ressourcenschutzes Gebrauch zu machen.

Hiermit stellt sich nun auch nicht mehr die Frage, ob die Kommunen einen konkreten örtlichen Bezug nachweisen müssen, oder – so nun die Gesetzeslage gem. § 16 EEWärmeG - ob es ausreicht, dass die Fernwärmeversorgung in ihrer Energieeffizienz nachweislich einen Beitrag zum globalen Klima- und Ressourcenschutz leistet.

Des Weiteren sind für eine rechtssichere Nah- oder Fernwärmesatzung einer Gemeinde noch folgende Punkte zu beachten:

- Kommunale Nah-/Fernwärmesatzungen mit ABZ müssen mit dem höherrangigen Recht des § 3 AVBFernwärmeV vereinbar sein. Befreiungsmöglichkeiten vom ABZ für die auch nachträgliche Deckung des Wärmebedarfs durch die vollständige oder teilweise Nutzung emissionsarmer, regenerativer Energiequellen müssen daher in der Satzung regelmäßig vorgesehen sein. Bei der konkreten Beurteilung von Befreiungsanträgen hat die Kommune den klimaschützenden Beitrag sinnvoller dezentraler Lösungen der Nahwärmeversorgung, die nach Studien des Umweltbundesamts in der Energieeffizienz überlegen und daher auch im umweltpolitischen Interesse der Kommune wünschenswert sind, angemessen zu berücksichtigen.
- Da die Kommunen seit Erlass des § 16 EEWärmeG befugt sind, selbst bei nur allgemeiner landesgesetzlicher Ermächtigung zum ABZ die Fernwärmesatzung mit Beiträgen zum globalen Klimaschutz zu rechtfertigen, ist es für die Eignung des ABZ ausreichend, wenn die Gemeinde signifikante Beiträge zur CO_2-Emissionsminderung belegen kann.
- Auf der Ebene der individuellen Betroffenheit des Grundstücks- und Gebäudeeigentümers in Art. 14 I GG ist die Angemessenheit des ABZ nach der Rechtsprechung zu verneinen, wenn die Grenze der wirtschaftlichen Zumutbarkeit überschritten ist, der Eingriff also übermäßig belastet und in keinem vernünftigen Verhältnis zum gegebenen Anlass und dem mit ihm verfolgten Zweck steht. Hierbei sind die umweltpolitischen Zielvorstellungen der Kommune, ihr Auftrag nach der Landesverfassung und nach Art. 20a GG Beiträge zum Klima- und Ressourcenschutz zu leisten sowie den Detaillierungsgrad ihrer Umweltschutzkonzepte im öffentlichen Interesse in der erforderlichen Abwägung zu gewichten. Zur Vermeidung unzumutbarer wirtschaftlicher Härten können die Befreiungstatbestände in der Fernwärmesatzung Elastizität und Milderung der Eingriffsintensität bewirken, insbesondere in den Fällen, in denen der Eigentümer selbst schon im Interesse des Klimaschutzes dezentrale regenerative Systeme installiert hat oder dies nachweislich plant.
- Vor allem mit Blick auf Bestandsbauten bietet es sich an, wesentliche Anforderungen, die die Rechtsprechung aus Sicht der Eigentumsgarantie aus Art. 14 GG an kommunale Solar-

[71] OVG Magdeburg, NVwZ-RR 2008, 810, 812, auf Grundlage der GemO Sachsen-Anhalt.

satzungen gestellt hat, auch für den ABZ über Fernwärmesatzungen zu beachten. Hierbei geht es v. a. um angemessene Überleitungsregelungen zur Anpassung seiner Wärmeversorgung und Ausnahmeregelungen für Eigentümer, die schon eine emissionsarme dezentrale Wärmeversorgungsanlage betreiben oder diese auf Basis regenerativer Energien nachweislich zu installieren gedenken.[72]

II.1.11.2.2 Zulässigkeit von Mindestabnahmemengen von Wärmeenergie im Rahmen des Anschluss- und Benutzungszwangs (ABZ)

Dem ABZ ist es zunächst einmal immanent, dass eine bestimmte Grundmenge an Fernwärme ohnehin an die angeschlossenen Haushalte geliefert wird. Insofern dürfte eine Mindestabnahmemenge vom Grundsatz her satzungsrechtlich zulässig sein. Rechtlich entscheidend sind Ausgestaltung und Höhe. Die Vorgehensweise bei der Bemessung der Menge muss sich nach hier vertretener Auffassung an allgemeinen rechtsstaatlichen Kriterien – v. a. dem Gleichheitsgrundsatz und dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit – sowie in entsprechender Anwendung an gebührenrechtlichen Grundsätzen orientieren.

Eine über alle typisierten Haushaltsgruppen gleich ausgerichtete Mindestabnahmemenge liefe – wenn sie zu hoch angesetzt ist – Gefahr, bei späterer Abrechnung gegen das gebührenrechtliche Äquivalenzprinzip und eventuell auch gegen das Kostendeckungsprinzip aus dem Landes-Kommunalabgabengesetz (KAG) zu verstoßen. Das Äquivalenzprinzip verlangt, dass die Höhe der Gebühr nicht in einem Missverhältnis zu der Bedeutung, dem wirtschaftlichen Wert oder dem sonstigen Nutzen einer Amtshandlung oder Benutzung für den Gebührenpflichtigen stehen darf. Zulässig (und praktisch auch notwendig) ist es allerdings, bei der Gebührenbemessung einen Wahrscheinlichkeitsmaßstab zugrunde zu legen. Pauschalierungen – auch nach der Mindestabnahmemenge – wären hiernach möglich, dürften aber nicht zu groben Missverhältnissen im Vergleich zur tatsächlichen Inanspruchnahme der Fernwärmeleistung führen.

Aus Sicht des Kostendeckungsprinzips dürften die Mindestabnahmemengen nicht dazu führen, dass von den Bürgern mehr an Gegenleistung gefordert wird als zur Kostendeckung tatsächlich erforderlich ist. Es besteht insofern ein Kostenüberdeckungsverbot, was bedeutet, dass die im Zeitpunkt des Satzungserlasses vorhersehbaren Gebühreneinnahmen nicht höher sein dürfen als die zum gleichen Zeitpunkt vorhersehbaren Kosten.

Aus der Perspektive des Gleichheitssatzes dürfte es genügen, dass aus Gründen der Praktikabilität und der Begrenzung des Verwaltungsaufwands Pauschalierungen bei der Gestaltung der Gebührensätze vorgenommen werden. Diese dürfen jedoch nicht den Rahmen dessen sprengen, was angesichts der Unterschiedlichkeit der erfassten Fälle angemessen ist. Ein Verstoß gegen das Gebot der Gleichbehandlung ist erst dann zu besorgen, wenn die Pauschalierung in einer Weise vorgenommen wird, die zu den tatsächlich bestehenden relevanten Unterschieden der Fälle außer Verhältnis steht.

Die genannten Vorgaben sprechen für differenzierte, d. h. nach bestimmten, typisierten Verbrauchergruppen gestaffelten Mindestabnahmemengen.

[72] VG Gießen, ZUR 2010, 375, Rn. 141 – juris, mit zahlreichen Verweisen auf die Rspr. des BVerfG und des BVerwG sowie das Schrifttum; zum Urteil im Einzelnen Kahl, ZUR 2010, 371 ff.; ders., ZUR 2010, 393, 400 f.; Ennuschat/Volino, CuR 2010, 99 ff.; Murswiek, JuS 2011, 1145 ff.

II.1.11.2.3 ABZ für die Anbindung an eine Brauchwasserleitung sowie für die Festlegung einer Mindestabnahmemenge

Rechtsgrundlage für einen Benutzungszwang wäre wiederum § 26 Abs. 1 GemO, der allerdings nur allgemein die Wasserversorgung erfasst. Dafür, dass Brauchwasser ebenso wie Trinkwasser unter die Wasserversorgung im Sinne des § 26 Abs. 1 GemO RLP fallen kann, spricht eine systematische Betrachtung der Begriffe im Landeswassergesetz Rheinland-Pfalz: So verpflichtet § 46 Abs.1 LWG, die Regelung über die Träger der Wasserversorgung, die kreisfreien Städte, die verbandsfreien Gemeinden und die Verbandsgemeinden zur öffentlichen Wasserversorgung. Hierfür haben sie die dafür erforderlichen Einrichtungen und Anlagen zu errichten und diese so zu betreiben, dass Trink- und Brauchwasser den gesetzlichen Bestimmungen in Bezug auf Gesundheitsvorsorge und Hygiene entsprechen. Auch § 48 LWG – Bau und Betrieb von Anlagen der Wasserversorgung – spricht von der Versorgung mit Trink- und Brauchwasser.

In der Konsequenz bedeutet dies, dass § 26 Abs. 1 GemO mit einem möglichen Anschlusszwang im Bereich der Wasserversorgung auch einen Benutzungszwang für die Brauchwasserversorgung abdeckt. Auch die Rechtsprechung bestätigt diese Auffassung.

Im Übrigen gelten die allgemeinen Anforderungen an einen verhältnismäßigen, grundrechtskonformen ABZ, wie sie oben schon unter Kapitel II.1.11.2.1 skizziert worden sind.

Zur Zulässigkeit der Festlegung einer Mindestabnahmemenge von Brauchwasser per ABZ siehe schon oben unter Kapitel II.1.11.2.2 zur gleichen Frage bei der Fernwärmeversorgung.

II.1.11.2.4 ABZ für ein Wärmepumpensystem?

Ein ABZ wäre auf der Grundlage von § 26 Abs. 1 GemO RLP denkbar. Hiernach können die Gemeinden

> bei öffentlichem Bedürfnis durch Satzung für Grundstücke ihres Gebiets den Anschluss an Wasserversorgung, Abwasserbeseitigung, Straßenreinigung, Fernheizung, von Heizungsanlagen an bestimmte Energieversorgungseinrichtungen sowie den Anschluss an andere dem Gemeinwohl dienende Einrichtungen vorschreiben (Anschlusszwang). Sie können durch Satzung bei öffentlichem Bedürfnis auch die Benutzung dieser und anderer dem Gemeinwohl dienender Einrichtungen vorschreiben (Benutzungszwang).

Fraglich ist aber zunächst, ob man das beabsichtigte Wärmepumpensystem im Sinne des § 26 Abs. 1 GemO RLP als „Heizungsanlage, die an eine bestimmte Energieversorgungseinrichtung angeschlossen wird“ oder als eine „andere dem Gemeinwohl dienende Einrichtung“ qualifizieren kann. Falls die technischen Besonderheiten des Systems eine Interpretation als „Heizungsanlage“ hergeben oder das System in der zweiten Variante von Umfang und Funktion her über technische Einzelgeräte hinaus auch als „Einrichtung des Gemeinwohls“ (mit Bezug zum Klimaschutz und zur 0-Emissions-Strategie der VG) eingestuft werden kann, so könnte man über einen ABZ kraft Satzung näher nachdenken.

Allerdings existiert noch ein Problem in der landesgesetzlichen Rechtsgrundlage des § 26 Abs. 1 GemO RLP: Die Norm enthält keine Satzungsermächtigung für kommunale ABZ im Interesse des Klimaschutzes. § 16 EEWärmeG überbrückt dieses Defizit ausdrücklich nur für ABZ an ein Netz der öffentlichen Fernwärme- oder Fernkälteversorgung. Wenn sich das Wärmepumpensystem nicht unter die

Fernwärmeversorgung fassen lässt, mangelt es daher in Rheinland-Pfalz für ein Wärmepumpensystem an einer konkreten landesgesetzlichen Kompetenz für einen kommunalen ABZ kraft Satzung.

II.1.11.3 Bauplanungs- und grundstücksrechtliche Fragestellungen innerhalb der Projektplanung „Null-Emissions-Wohngebiet“ Gensingen

Im Rahmen des NPP „Null-Emissions-Gebiet“ in der Ortsgemeinde Gensingen (VG Sprendlingen-Gensingen) stellte sich aus Sicht der Gemeinde eine Reihe praktischer Rechtsfragen. Hierbei ging es zum einen um vorgelagerte, planerische Aspekte des Bauplanungsrechts. Zum anderen ergaben sich ganz konkrete Rechtsfragen für die praktische Umsetzung des Null-Emissions-Konzepts, die sich v. a. auf grundstücks- und sachenrechtliche Instrumente bezogen, mit dem Ziel, die Energieversorgung der Wohneinheiten auf Basis erneuerbarer Energien verbindlich abzusichern. Öffentlich-rechtliches Bauplanungs- und zivilrechtliches Sachenrecht stehen hierbei in einem engen praktischen Zusammenhang. Im Einzelnen wurden folgende Themenkomplexe behandelt:

- Realisierung einer obligatorischen Nutzung von Solarenergie / PV-Anlagen auf privaten Dachflächen über
  - Festsetzungen in Bebauungsplänen und/oder
  - privatrechtliche Gestaltungsmöglichkeiten, einschließlich eines Verpachtungsmodells für die Dachflächen;
- Möglichkeiten einer bauplanungsrechtlichen Festsetzung für eine Brauchwasserversorgung in Bebauungsplänen;
- Möglichkeiten einer bauplanungsrechtlichen Festsetzung von Energieeffizienzstandards in Bebauungsplänen;
- rechtliche Zulässigkeit von sozialen und ökologischen Kriterien bei der gemeindlichen Vergabe von Siedlungsland.

II.1.11.3.1 Obligatorischen Nutzung von Solarenergie auf privaten Dachflächen – Festsetzungen in Bebauungsplänen

Im Bebauungsplan sollten verschiedene Festsetzungen erfolgen, um bspw. die privaten Dachflächen für Sonnenenergieanlagen durch die öffentliche Hand oder durch Fremdbetreiber nutzen zu können. Das Planungsbüro sah nach eigenen Recherchen zu aktuellen Gesetzgebungen und Urteilen nur die Möglichkeit, dies privatrechtlich in den Kaufverträgen zu regeln. Jede Festsetzung zu dem Thema bedürfe einer städtebaulichen Begründung, die nur mit allgemeinen Aussagen zum Klimaschutz nicht rechtssicher begründet werden könne. Ein Kurgebiet oder mit Luftverschmutzung stark belastetes Gebiet sei in Gensingen nicht vorhanden. Möglich sei auch eine Solarsatzung, die die Gemeinde separat aufstellen könne (Beispiel Solarsatzung Marburg).

Rechtsfrage: Wie könnte, falls rechtlich möglich, eine entsprechende Festsetzung aussehen?

Was den Sonderbereich des Klimaschutzes anbetrifft, so hat die BauGB-Novelle von 2011 deutliche Änderungen mit sich gebracht, die die planerischen Handlungsmöglichkeiten der Städte und Gemeinden erweitert haben. In der Klimaschutzklausel des § 1 Abs. 5 BauGB hat der Gesetzgeber den Gemeinden nunmehr aufgetragen, durch die Bauleitplanung den Klimaschutz und die Klimaanpassung, insbesondere auch in der Stadtentwicklung, zu fördern. Dieser Grundsatz verstärkt die Verantwortung der Gemeinden für den allgemeinen Klimaschutz, unabhängig von örtlichen Gegebenheiten. Die Aufgabe und Zielsetzung des Klimaschutzes stehen nunmehr gleichrangig neben den Umwelt-

schutz und den sonstigen Zielen der städtebaulichen Gestaltung und Entwicklung. Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel sind damit vom Gesetzgeber in den Rang einer originären Aufgabe der gemeindlichen Bauleitplanung erhoben worden. In der praktischen Konsequenz bedeutet dies, dass die gemeindliche Bauleitplanung die Förderung regenerativer Energien – also auch der Solarenergie - in der planerischen Abwägung generell zu berücksichtigen hat.

Zudem sind die konkreten Festsetzungsmöglichkeiten in Bebauungsplänen für den Einsatz regenerativer Energien in § 9 Abs. 1 Nr. 23 b) BauGB erweitert worden. Die planungsrechtliche Festsetzung kann sich nunmehr auf bauliche „und sonstige technische Maßnahmen" beziehen. Hiermit ist nun klar, dass die Gemeinden auf der Grundlage des novellierten BauGB z. B. auch die Installation einer Photovoltaik-Anlage selbst planerisch festsetzen können. Für diese Festsetzungen reicht, wie oben ausgeführt, eine allgemeine klimapolitische Zielsetzung der Gemeinde im Einklang mit § 1 Abs. 5 BauGB als hinreichende städtebauliche Rechtfertigung aus. Auf besondere klimatische Umstände des Plangebiets kommt es nicht mehr an.

Die im Bebauungsplan festgesetzten „baulichen und sonstigen technischen Maßnahmen" für den Einsatz erneuerbarer Energien und die Kraft-Wärme-Kopplung beziehen sich darauf, dass die aus ihnen gewonnene Energie tatsächlich auch im Gebäude Verwendung finden kann. Hiermit kann allerdings nicht zugleich die verpflichtende, tatsächliche Nutzung der gewonnen PV-Energie durch Betrieb der Anlage (etwa Verbrauch im Gebäude oder Netzeinspeisung) vorgeschrieben werden kann. Für solche Betriebs- oder Nutzungspflichten fehlt der erforderliche bodenrechtliche Bezug. Es besteht allerdings die Möglichkeit der Vereinbarung von Betriebs- oder Nutzungspflichten über städtebauliche Verträge nach § 11 Abs. 1 Nr. 4 BauGB.

An Beispielen für Festsetzungen im Bereich der Solarenergie und sonstigen erneuerbaren Energien nach § 9 Abs. 1 Nr. 23 b) BauGB findet man etwa die Festsetzung der Dachform von Gebäuden, die Festsetzung von Anschlüssen an gemeinsame Einrichtungen zur Erzeugung und Verteilung von Energie aus erneuerbaren Energien, aus Nah- und Fernwärmeversorgungsanlagen oder aus Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung.

II.1.11.3.2 Privatrechtliche Gestaltungsmöglichkeiten für PV-Anlagen auf Dachflächen

II.1.11.3.2.1 Erfordernis grundbuchrechtlicher Regelungen

Im Next-Practice-Projekt „Null-Emissions-Wohngebiet" der Ortsgemeinde Gensingen stellte man sich richtigerweise auch die Frage, wie das gewollte Konzept der regenerativen Energieversorgung dauerhaft, d. h., auch für Fälle von Eigentümerwechseln gesichert werden kann.

Rechtsfrage: Ist auch eine Regelung über das Grundbuch möglich, um Folgeeigentümer auch hinsichtlich der PV-Anlage verpflichten zu können?

Zu klären ist hierbei zunächst, welches zivilrechtliche Modell die Gemeinde verfolgen will. Je nach gewählter Variante können sich unterschiedliche sachen-, insbesondere eigentums- rechtliche und schuldrechtliche Konsequenzen bzw. Optionen ergeben. Hierbei stellen sich aus rechtlicher Sicht folgende Vorfragen:

- Übereignung von Grundstück und PV-Anlage an die Käufer?

- Übereignung nur des Grundstücks an die Käufer? Verbleib der PV-Anlage im Eigentum der Gemeinde?
- Damit verbundene Frage: Wer soll die PV-Anlage betreiben? Die Gemeinde oder der Käufer?
- Vermietung oder Verpachtung der Anlage (Anmerkung: Das ginge nur, wenn die Anlage nicht „wesentlicher Bestandteil" des Grundstücks oder Gebäudes ist – vgl. §§ 93 und 94 BGB -, denn als wesentlicher Bestandteil geht sie grundsätzlich in das Eigentum des Grundstückserwerbers über – vgl. § 946 BGB)?

Je nach verfolgtem Modell stellen sich in der Folge komplizierte eigentums-/sachenrechtliche Fragen.

Für die Frage, wer Eigentümer der Dachanlage ist (Anlage eventuell als wesentlicher Bestandteil des Grundstücks oder Gebäudes?, § 94 BGB, s. o.), kommt es auf die Umstände des Einzelfalls an, insbesondere darauf, wie einfach oder schwer die Anlage demontiert oder remontiert werden kann.

Will die VG das Modell der Installation und gemeindlicher Betrieb der PV-Anlagen auf fremdem Grundstück verfolgen, so stellen sich im Grundsatz die gleichen eigentumsrechtlichen Fragen.

Ein wichtiger Aspekt bei der Betrachtung der Eigentumsverhältnisse ist die Frage, welche Auswirkung eine sog. dingliche Sicherung der Anlagennutzung hat. Hiermit ist eine sachen-/grundbuchrechtliche Sicherung eines Nutzungsrechts der Gemeinde an dem Grundstück gemeint, im Hinblick auf die Nutzung der PV-Anlagen. In der Fachliteratur wird hierfür die „Beschränkte persönliche Dienstbarkeit" nach § 1090 Abs. 1 BGB empfohlen.

Dies kann zum einen eine eigentumsrechtliche Implikation haben: Denn § 95 Abs. 1 S. 2 BGB sagt aus, dass zu den Bestandteilen eines Grundstücks (die bei Eigentumsübertragung nach § 946 BGB mit ins Eigentum des Erwerbers übergehen, s. o.) nicht ein Gebäude oder ein anderes Werk gehört (etwa eine PV-Anlage), das in Ausübung eines Rechts (Anm.: etwa in Folge einer dinglichen Sicherung eines Nutzungsrechts am Grundstück) an einem fremden Grundstück von einem Berechtigten mit dem Grundstück verbunden worden ist. Man spricht dann von einem „Scheinbestandteil".

Zum anderen kann mit der dinglichen Sicherung über eine beschränkte persönliche Dienstbarkeit eine sicherungsrechtliche Implikation verbunden sein. Denn wenn die Anlage nach über § 95 Abs. 1 S. 2 BGB nicht als Bestandteil des Grundstücks ins Eigentum des Erwerbers übergeht, steht der Weg für eine Sicherungsübereignung an einen Finanzierungsgläubiger (Bank) offen.

Zur Bestellung der beschränkten persönlichen Dienstbarkeit sind eine dingliche Einigung nach § 873 BGB und die Eintragung ins Grundbuch erforderlich.

II.1.11.3.2.2 Verpflichtungen zur Verpachtung an Dritte

Rechtsfrage: Kann festgelegt werden, dass die Dachflächen bei keiner Eigennutzung an eine kommunale Betreibergesellschaft (ggf. auch Bürgergenossenschaft) verpachtet werden müssen?

Auch diese Frage hängt – wie oben geschildert – vom gewählten Modell und den eigentumsrechtlichen Verhältnissen in Bezug auf die PV-Dachanlagen ab.

Im Übrigen eröffnen städtebauliche Verträge gemäß § 11 Abs. 1 Nr. 4 BauGB diverse vertragliche Gestaltungsmöglichkeiten.

Auf der Linie der BGH-Rechtsprechung zum vertraglichen Anschluss- und Benutzungszwang für ein gemeindliches Fernwärmesystem sollte es im Rahmen allgemeiner vertragsrechtlicher Leitlinien und

im öffentlichen Interesse der Null-Emissions-Strategie der VG auch möglich sein, ein Verpachtungsmodell der in der Frage angedeuteten Art, gekoppelt an den Grundstückskaufvertrag, privatrechtlich zu vereinbaren. Der BGH hatte im Jahr 2002 eine Grundsatzentscheidung zur Zulässigkeit der Kopplung von Grundstückskaufverträgen mit einem privaten Anschluss- und Benutzungszwang (ABZ) für einen kommunalen Gas- und Fernwärmedienst getroffen. In diesem Urteil werden grundsätzliche Aussagen zu privatrechtlichen Handlungsmöglichkeiten der Gemeinden im Bereich „Kommunalwirtschaft und erneuerbare Energien“ getroffen, die den Gemeinden weite Handlungsspielräume verleihen.

II.1.11.3.3 Zur bauplanungsrechtlichen Festsetzung einer Brauchwasserversorgung

Im Bereich Wasser/Abwasser ist im Next-Practice-Neubaugebiet der Gemeinde vorgesehen, dass die Abwässer im Haus in Grau- und Schwarzwasser getrennt werden sollen. Zudem soll neben einer Trinkwasserleitung auch eine Brauchwasserleitung verlegt werden. Die Abwasserentsorgung und Trinkwasser- sowie Brauchwasserversorgung soll weiterhin über das Unternehmen der VG, die VG-Werke, erfolgen.

Rechtsfrage: Können diese baulichen Maßnahmen im B-Plan festgelegt werden?

In der Rechtsprechung findet sich für Brauchwasserleitungen die Variante der Festsetzung nach § 9 Abs. 1 Nr. 21 BauGB, nämlich von Flächen, die mit Geh-, Fahr- oder Leitungsrechten belastet werden. Hierfür müssen städtebauliche Gründe vorgebracht werden. Um Benutzungsansprüche gegenüber dem Eigentümer zu begründen, müssen allerdings eigentumsbeschränkende Rechte begründet werden, entweder durch Baulasten gem. der LBauO oder - dinglich - durch beschränkte persönliche Dienstbarkeiten oder Grunddienstbarkeiten gem. der §§ 1018 ff. und 1090 ff, BGB.

Konkret für Versorgungsleitungen sieht § 9 Abs. 1 Nr. 13 BauGB eine Festsetzungsmöglichkeit vor. Diese Variante erfasst auch Wasserversorgungsleitungen. Bei systematischer Auslegung des Begriffs der Wasserversorgung, der – konkretisiert durch das LWG Rheinland-Pfalz - sowohl Trink- als auch Brauchwasser erfasst – ließe sich argumentieren, dass man auch Brauchwasserleitungen unter § 9 Abs. 1 Nr. 13 BauGB fassen kann. Die Festsetzung nach § 9 Abs. 1 Nr. 13 BauGB reicht allerdings nur aus, wenn die Anlagen oder Leitungen dem Versorgungsträger bereits gehören oder für diese Anlagen und Leitungen bereits Rechte nach § 9 Abs. 1 Nr. 21 BauGB begründet worden sind. Diese Festsetzung begründet auch keine Benutzungsrechte an den betroffenen Grundstücken oder Duldungspflichten der betroffenen Eigentümer. Solche dinglichen Rechte müssen – s. o. - privatrechtlich begründet werden.

Festsetzungen nach Nr. 13 können Veranlassung sein für eine Kombination mit Festsetzungen nach Nr. 21, um auf diese Weise den weiteren Vollzug zu unterstützen. Für das Land Rheinland-Pfalz geht das OVG Koblenz von einem städtebaulichen Erfordernis einer Festsetzung nach Nr. 21 aus, wenn die Versorgungsanlagen und -einrichtungen nicht unter öffentlichen Flächen, sondern auf Privatgrundstücken verlaufen und wenn nicht schon Geh-, Fahr- oder Leitungsrechte begründet sind.

Hinzuweisen ist ferner auf die Möglichkeit des § 14 Abs. 2 BauNVO: Hiernach können infrastrukturelle Nebenanlagen, ohne dass für sie bestimmte Flächen festgesetzt worden sind, als Ausnahme zugelassen werden. Dies setzt aber voraus, dass es sich bei der Brauchwasserleitung von der Funktion und Dimension her nicht um eine Hauptanlage der Wasserversorgung handelt. Eine Nebenanlage liegt

vor, wenn die Anlage dezentraler, untergeordneter Bestandteil eines übergreifenden Versorgungs- oder Entsorgungssystems ist. Hauptanlagen fallen nicht in den Anwendungsbereich der BauNVO. Als Nebenanlage müsste sie dem Baugebiet ferner funktionell zugeordnet werden können.

II.1.11.3.4 Zulässigkeit der bauplanungsrechtlichen Festsetzung von Energieeffizienzstandards in Bebauungsplänen

Wie oben unter Kapitel II.1.11.3.1 schon dargestellt, hat die BauGB-Novelle von 2011 die planungsrechtlichen Festsetzungsmöglichkeiten zur Förderung erneuerbarer Energien v. a. in § 9 I Nr. 23 lit. a) und b) BauGB erweitert. So kann etwa unter dem Gesichtspunkt des vorsorgenden Immissionsschutzes gem. § 9 I Nr. 23 lit. a) BauGB die Verwendung bestimmter Heiz- bzw. Brennstoffe ausgeschlossen oder eingeschränkt werden. Denkbar wäre es daher über diesen Weg z. B., den Einsatz von Biomasse als Brennstoff zur Wärmeversorgung in Gebäuden bestimmter Gemeindegebiete oder auch die Fernwärmeversorgung zum Einsatz kommen zu lassen. Ausdrückliche Ansatzmöglichkeiten für die Festsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen finden sich in § 9 I Nr. 23 lit. a) BauGB indes nicht.

Als weitere Festsetzungsmöglichkeit für verpflichtende Energieeffizienzstandards kommt § 9 I Nr. 23 lit. b) BauGB in Betracht. Hiernach kann die Gemeinde im Bebauungsplan festsetzen, dass bei der Errichtung von Gebäuden und bestimmten sonstigen baulichen Anlagen bestimmte bauliche und sonstige technische Maßnahmen für die Erzeugung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien (und aus Kraft-Wärme-Kopplung) getroffen werden müssen.

Die Frage nach der Zulässigkeit von Festsetzungen von Energieeffizienzstandards lenkt die Diskussion allerdings auf das – rechtlich umstrittene - Verhältnis der Bauleitplanung zum – ordnungsrechtlichen – Energieeinsparrecht, namentlich zum EEWärmeG i. V. m. der Energieeinsparverordnung (ENEV). Zunächst kann das Energiefachrecht über den Verhältnismäßigkeitsgrundsatz beschränkend wirken. Denn wenn die Festsetzungen für Maßnahmen im B-Plan allein auf Gründe gestützt werden, die schon in verpflichtenden Regelungen des EE-WärmeG Berücksichtigung gefunden haben, mangelt es an der Erforderlichkeit der planerischen Festsetzung.

Die Festsetzungsmöglichkeiten nach § 9 I Nr. 23 lit. b) BauGB sollen es – so weitere kritische Stimmen - lediglich ermöglichen, die energiefachrechtlich gesetzten Standards zu erfüllen. Für Maßnahmen, die über diese Standards hinaus nach Grundstücken differenzierte Anforderungen zum Gegenstand haben, könne § 9 I Nr. 23 lit. b) nicht als Grundlage dienen. Hierfür sei der städtebauliche Vertrag – § 11 I 2 Nr. 5 BauGB – das richtige Instrument, etwa auch für Anforderungen an die Wärmedämmung von Gebäuden, die sich auf einzelne Grundstücke beziehen und die allgemeineren gesetzlichen und planerischen Anforderungen grundstücksbezogen konkretisieren.

Andere Autoren halten eine Festsetzung von bestimmten Energieeffizienzstandards gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB für vertretbar. Die Norm erlaubt Festsetzungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen und sonstigen Gefahren im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes oder zu deren Vermeidung oder Minderung zu treffenden baulichen und sonstigen technischen Vorkehrungen. Da bei der Wärmeerzeugung CO_2-Emmissionen als schädliche Umweltauswirkungen entstünden, ließe sich vertreten, die mit dem „Niedrigenergiestandard“ verbundenen baulichen und technischen Vorkehrungen auf der Grundlage des § 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB festzusetzen.

Angesichts der unsicheren Rechtslage wird in der gemeindlichen Praxis regelmäßig auf vertragliche Instrumente, namentlich den städtebaulichen Vertrag oder den Grundstückskaufvertrag mit Bauwilligen, ausgewichen.

II.1.11.3.5 Rechtliche Zulässigkeit von sozialen und ökologischen Kriterien bei der gemeindlichen Vergabe von Siedlungsland

Für die Gemeinde stellte sich bei der Planung des Null-Emission-Neubaugebiets die Frage, ob sie fest definierte Kriterien (etwa sozialer oder ökologischer Art) zur Vergabe der Grundstücke in einer Satzung festzulegen hat oder diese auch im Rahmen einer internen Verwaltungsvorschrift festlegen kann. Hintergrund dieser Frage ist die Annahme der Gemeinde, dass sich ggf. ein benachteiligter Bewerber in einem Rechtsstreit auf rechtlich verbindliche, in einer Satzung festgelegte Kriterien berufen könnte. Dies sei aber eventuell anders, wenn die Kriterien „nur“ in internen Richtlinien oder Verwaltungsvorschriften enthalten seien. Ferner kam die Frage auf, ob gegenüber den privaten Bewerbern für ein Grundstück der Gleichheitsgrundsatz aus Art. 3 I GG nur bei Festlegung von Vergabekriterien in einer Satzung, nicht aber in einer internen Verwaltungsvorschrift bestünde.

Die Vergabe von Grundstücken, z. B. im Rahmen sog. „Einheimischen-Modelle”, zu sozialen Zwecken wie der Familienförderung oder auch verbunden mit ökologischen Zielsetzungen ist eine Fallgruppe des sog. Verwaltungsprivatrechts. Zwar handelt die gemeindliche Verwaltung im Rahmen von Grundstücksgeschäften regelmäßig auf privatrechtlichem Boden, aber sie hat aufgrund ihrer hoheitlichen Stellung als trotzdem grundsätzlich rechtliche Prinzipien und die Grundrechte auch in ihrem privatrechtlichen Handeln zu beachten. Diese Prinzipien, wie etwa der Gleichbehandlungsgrundsatz aus Art. 3 I GG oder der Verhältnismäßigkeitsgrundsatz, überlagern die privatrechtlichen Handlungsmöglichkeiten der Gemeinde. Es besteht mithin eine unmittelbare Grundrechtsbindung auch in allen Bereichen der privatrechtlich handelnden Verwaltung. Diese Auffassung findet sich für die gemeindliche Vergabe von Bauland an Private auch in der Rechtsprechung wieder.

Somit ist es irrelevant, ob die Vergabekriterien in einer gemeindlichen Satzung oder „nur“ in internen Vergaberichtlinien festgehalten worden sind. In jedem Fall hat die Gemeinde nach den oben geschilderten Grundsätzen des Verwaltungsprivatrechts dem Gleichheitsgrundsatz zu genügen und über die Vergabe der Grundstücke willkürfrei und nach sachlich gerechtfertigten Kriterien zu entscheiden. Dies bedeutet, dass die Gemeinde im Fall eines Rechtsstreits begründungspflichtig ist. Sie muss darlegen können, dass sie sich bei der Auswahl der Bewerber von sachlichen Kriterien hat leiten lassen und auch etwaige Zurückstellungen von Gesuchen willkürfrei auf eben diesen sachlichen Kriterien beruhen.

Leitlinien für rechtssichere Kriterien lassen sich der Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichts (BVerwG) entnehmen. Das BVerwG hat boden-, sozial- und familienpolitische sowie demografische Erwägungen als sachliche Kriterien akzeptiert, entlang der planungsrechtlichen Leitplanke einer geordneten städtebaulichen Entwicklung und einer dem Wohl der Allgemeinheit entsprechenden sozialgerechten Bodennutzung. Mittlerweile dürften hierunter - im Rahmen der zentralen Leitungsfunktion der Bauleitpläne nach § 1 V BauGB, nämlich einer geordneten städtebaulichen Entwicklung und eine dem Wohl der Allgemeinheit entsprechende sozialgerechte Bodennutzung -, auch Zielvorstellungen der in § 1 V BauGB genannten nachhaltigen Stadtentwicklung, einschließlich des Klimaschutzes, fallen.

II.1.11.4 Nutzung von Wärmepumpen und Einsatz von Contracting-Instrumenten

Zielvorstellung im „Null-Emissions-Neubaugebiet“ ist die Umsetzung eines „virtuellen Kraftwerks“. Hierfür müssen alle Gebäude mit einer dezentralen Wärmepumpe ausgestattet sein, um eine relevante Leistung für die Regelenergievermarktung (negative Minutenreserve) aufzuweisen. Ein finanzieller Anreiz, z. B. eine Beteiligung an Erlösen aus der Regelenergievermarktung, soll vorgesehen werden. Aus dieser Zielvorstellung heraus ergeben sich für die Umsetzung je nach Betreibermodell diverse rechtliche Fragestellungen.

II.1.11.4.1 Verpflichtung der Bauherren zur Einbindung in ein virtuelles Kraftwerk mit Wärmepumpen

Rechtsfrage: Wie können Bauherren/Gebäudeeigentümer verpflichtet werden, eine Wärmepumpe mit integrierter Kommunikationseinheit (derzeit wenige Hersteller bekannt) installieren und in ein virtuelles Kraftwerk einbinden zu lassen?

Eine Verpflichtung, eine Wärmepumpe mit integrierter Kommunikationseinheit installieren und in ein virtuelles Kraftwerk einbinden zu lassen, könnte durch städtebauliche Verträge gemäß § 11 Abs. 1 Nr. 4 BauGB realisiert werden. Insofern kann die Gemeinde entsprechend ihrer Strategie und auf dem Weg zur Null-Emissions-Gemeinde auch die Verpflichtung in einen städtebaulichen Vertrag aufnehmen, eine Wärmepumpe mit integrierter Kommunikationseinheit installieren und in ein virtuelles Kraftwerk einbinden zu lassen. Der Wortlaut des Gesetzes wirft hier keine Probleme auf.

Auch in der Literatur wird es so gesehen, dass § 11 Abs. 1 Nr. 4 BauGB die Gemeinde dazu befähigt, Anschluss- und Benutzungspflichten auf den genannten bautechnischen Einsatzfeldern regenerativer Energien vertraglich zu verankern. 36 Der Katalog der Einsatzmöglichkeiten ist in der letzten BauGB-Novelle im Interesse des kommunalen Klimaschutzes bewusst erweitert worden. Vertraglich erfasst werden nunmehr sämtliche Anlagen, also auch Wärmepumpen, die im Bereich der regenerativen Strom- oder Wärmeerzeugung, -verteilung, -nutzung und -speicherung einsetzbar sind.

Auf der unter Kapitel II.1.11.3.2.2 geschilderten Linie der BGH-Rechtsprechung dürfte es im öffentlichen Interesse der Null-Emissions-Strategie der VG auch möglich sein, die Nutzung einer Wärmepumpe, gekoppelt an den Grundstückskaufvertrag oder auch einen Erbbaurechtsvertrag, privatrechtlich zu vereinbaren.

II.1.11.4.2 Nutzungspflicht für einheitliche Wärmepumpensysteme im Wohngebiet

Ziel der Planer des „Null-Emissions-Neubaugebiets“ ist, dass einheitliche Wärmepumpensysteme benutzt werden. In diesem Fall würde entweder eine Betreibergesellschaft die Wärmepumpen zur Verfügung stellen oder die Anwohner müssten eine bestimmte Wärmepumpe selbst anschaffen und einbauen lassen. Letztendlich sollen regelbare Wärmepumpen energieeffizient in einem Smart-Grid gesteuert werden. Hierfür können keine beliebigen Wärmepumpen verwendet werden. Für den Fall, dass ein Smart-Grid etabliert werden sollte, werden die Wärmepumpen, PV-Anlagen etc. zentralisiert gesteuert, d. h., der Nutzer selbst hat keine Kontrolle über die Anlagen.

Rechtsfrage: Wie könnte eine Nutzungspflicht für einheitliche Wärmepumpensysteme im Wohngebiet geregelt werden?

Zur Etablierung einer Nutzungspflicht für einheitliche Wärmepumpensysteme im Wohngebiet kommen zwei Ansatzpunkte in Betracht: Erstens ein ABZ und zweitens vertragliche Vereinbarungen über städtebauliche Verträge gemäß § 11 Abs. 1 Nr. 4 BauGB realisiert werden. Wie oben unter Kapitel II.1.11.4.1 schon dargestellt, ermöglicht es diese Regelung einer Gemeinde, entsprechend den mit den städtebaulichen Planungen und Maßnahmen verfolgten Zielen und Zwecken die Errichtung und Nutzung von Anlagen und Einrichtungen zur dezentralen und zentralen Erzeugung, Verteilung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung zum Vertragsgegenstand zu machen.

Nach dem Wortlaut der Norm können Städte und Gemeinde mit ihren Partnern eindeutig auch Nutzungsverpflichtungen im Hinblick auf Anlagen erneuerbarer Energieerzeugung etc. vereinbaren.

II.1.11.4.3 Wärmelieferungs-Contracting als Verpflichtung für die Bauherren und Gebäudeeigentümer

Eine diskutierte Variante des Wärme-Contracting sieht vor, dass ein Contractor die dezentralen Wärmepumpen in einem virtuellen Kraftwerk betreibt und die Wärme an die Gebäudenutzer liefert. Die Wärmeverbrauchskosten sind hierbei so zu gestalten, dass sie maximal den Jahreskosten eines Wärmepumpenbetriebs durch den Gebäudeeigentümer selbst entsprechen.

Rechtsfrage: Wie ist ein Wärmelieferungs-Contracting (z. B. durch die VG-Werke) verpflichtend für die Bauherren und/oder Gebäudeeigentümer rechtlich umsetzbar?

Das Recht des Energie- und speziell des Wärmecontracting hat sich mittlerweile im Zuge der Energiewende zu einem eigenständigen Beratungsfeld entwickelt. Es existieren unterschiedliche Modelle, etwa das Contracting bei Bauträgervorhaben. Die anwaltliche Praxis trifft auf dem Gebiet des Wärmecontracting Vereinbarungen in privatrechtlichen Verträgen.

Was die Rechtsbeziehungen anbetrifft, so sind üblicherweise folgende Vereinbarungen notwendig (hier im Überblick dargestellt):

- Vereinbarung zwischen Contractor und Grundstücks-/Wohnungseigentümern über die Flächen- und Raumnutzung für die Energieerzeugungsanlagen und für den Einbau des Leitungssystems (Nutzungs- und Gestattungsvereinbarung);
- Wartungsverpflichtung des Contractors für die Anlage und das Leitungssystem;
- Finanzierungsverpflichtung des Contractors (regelmäßig über Kreditinstitute);
- Wärmelieferungsvertrag (als zentrales Element, unter Umständen notariell beurkundungs-pflichtig, wenn er eine rechtliche Einheit mit dem Grundstückskaufvertrag bildet), der die Modalitäten von Lieferung und Bezug der Wärme zwischen Contractor und Abnehmer regelt; auch Klärung des Vertragspartners des Contractors bei vermieteten Objekten oder WEG;
- ggf. Einzelheiten zum Netzanschluss und zur Einspeisevergütung (Netzanschluss- und Netz-einspeisungsvertrag).

Auch im Hinblick auf das Eigentum an den Energieerzeugungsanlagen sind rechtliche Fragen zu klären, da nach dem Contracting-Geschäftsmodell üblicherweise der Contractor Eigentümer der Anlagen sein soll. Hierbei ergeben sich für die Wärmepumpen ähnliche rechtliche Fragestellungen wie beim Thema „PV-Dachanlagen“. Es wird dann bei diesem Modell des Contracting erneut darum gehen, die Wärmepumpen über dingliche Sicherungen (etwa beschränkte persönliche Benutzungs-

dienstbarkeiten, §§ 1018 Abs. 1, 1090 BGB) zu „Scheinbestandteilen" des Gebäudes (§ 95 Abs. 1 S. 2 BGB) zu machen und damit deren Übergang ins Eigentum der Grundstücks-/Gebäudeeigentümer zu verhindern.

Es folgen dann – wie zuvor beschrieben – weitere vertragliche Vereinbarungen (Nutzungs- und Gestattungsvereinbarung, Wärmelieferungsvertrag etc.), die das Vertragspaket „Wärmecontracting" komplettieren.

II.1.11.5 Kreislaufwirtschafts- und genossenschaftsrechtliche Fragestellungen innerhalb der Projektplanung „Null-Emissions-Wohngebiet"

Das Next-Practice-Projekt Gensingen verfolgt das ehrgeizige Ziel, im Rahmen eines gemeinschaftlichen Wohnprojekts eine möglichst ressourcenschonende Kreislaufwirtschaft zu etablieren. Hierbei wurden Ansätze diskutiert, die diverse Fragen des Kreislaufwirtschaftsrechts aufwarfen, etwa: „Können die Bewohner eines gemeinschaftlichen Wohnprojekts Wertstoff-Fraktionen eigenständig sammeln und eigenvermarkten?"

Ferner wurde nach den rechtlichen Chancen gefragt, die sich dem gemeinschaftlichen Wohnprojekt eröffnen, wenn es sich in der Rechtsform der Genossenschaft organisiert.

II.1.11.5.1 Eigensammlung und -vermarktung von Wertstofffraktionen durch ein gemeinschaftliches Wohnprojekt? – Ansätze und Restriktionen nach dem Abfallbegriff des KrWG sowie Überlassungspflicht gegenüber öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern

Vorab ist nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) klarzustellen: Grundsätzlich sind die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger (örE) verantwortlich für die Entsorgung der Abfälle aus privaten Haushalten. Die Erfüllung der Pflichten bleibt auch bei Beauftragung von Dritten unberührt (§ 17, § 20, § 22 KrWG).

Es tauchte nun die folgende Rechtsfrage auf:

Ist es aus rechtlicher Sicht möglich, dass die Bewohner eines gemeinschaftlichen Wohnprojekts oder (Verbands-)Gemeinden Wertstoff-Fraktionen wie z. B. Bioabfall, Altpapier, Altmetalle, Leichtverpackungen, Altglas oder Elektrogeräte sammeln und eigenvermarkten?

Hierbei stellt sich die grundsätzliche Vorfrage, ob es sich bei den gesammelten Wertstoffen überhaupt um „Abfälle" handelt, die den Überlassungspflichten an die örE unterfallen könnten.

II.1.11.5.1.1 Vorfrage: Sind Wertstoffe, die gesammelt oder angenommen und verkauft werden, „Abfälle" im Sinne des KrWG?

Die Annahme liegt zunächst nah, dass es sich, wenn es um Stoffe geht, die vermarktet werden sollen, um Abfälle zur Verwertung handelt. Die Wertstoffe sollen ja letztendlich einen Verwertungsweg auf dem Markt finden. Hierin könnte schon nach dem sog. subjektiven Abfallbegriff gem. § 3 Abs. 2 KrWG eine Entledigung liegen, da der Besitzer die Stoffe letztendlich einer Verwertung zuführt. Entscheidend für die rechtliche Einordnung ist die Begriffsbestimmung für Abfälle in § 3 Abs. 1 und 2 KrWG.

In der Literatur wird vereinzelt vertreten, dass der Verkauf gebrauchter Waren und Produkte kein abfallrechtlicher Tatbestand sei. Es fehle an einem Entledigungswillen: Der Verkauf verfolge eine Zweckbestimmung, sodass die Sachherrschaft nicht ohne Zweckbestimmung aufgegeben werde.

Allerdings haben das Bundesverwaltungsgericht (BVerwG) und auch der EuGH entschieden, dass allein der Umstand eines Verkaufs von Stoffen die Abfalleigenschaft nicht zwingend ausschließt. Das Kreislaufwirtschaftsrecht solle im Interesse der Ressourcenschonung und im Interesse einer ordnungsgemäßen und schadlosen Entsorgung solange anwendbar bleiben, bis der Verwertungserfolg eingetreten sei. Hierbei sei es ohne Belang, ob zwischenzeitlich Veräußerungsgeschäfte stattfänden.

In der Literatur wird demgegenüber dennoch der Entledigungstatbestand verneint: Veräußerungsgeschäfte wie die Inzahlungnahme eines Pkw oder der Verkauf gebrauchten Bestecks und Ähnliches könnten keine abfallrechtliche Entledigung sein, da ansonsten – über regelmäßig greifende Überlassungspflichten an den örE - das Eigentumsrecht ausgehöhlt werde. Der Ankauf von Altpapier, Altmetall oder sonstigen, von Haushaltsabfällen getrennt gehaltenen Wertstoffen sei daher kein Verstoß gegen die Überlassungspflichten des KrWG.

Letztendlich spricht allerdings der Gesetzestext in § 17 Abs. 3 S. 6 KrWG für die Annahme der Abfalleigenschaft bei der Veräußerung von gebrauchten Stoffen oder Waren: In dieser Vorschrift wird klargestellt, dass die Zahlung eines Entgelts im Rahmen einer gewerblichen Sammlung die Abfalleigenschaft nicht in Frage stellt. Hieraus kann man schließen: Der Gesetzgeber geht davon aus, dass Veräußerungsgeschäfte die Abfalleigenschaft nicht entfallen lassen. Möglicherweise nehmen der Gesetzgeber und eventuell auch die Rechtsprechung ein gewisses Vollzugsdefizit, was die Durchsetzung von Überlassungspflichten angeht, regelnd bzw. rechtsprechend zur Kenntnis.

Eventuell ließe sich zumindest für Produkte oder Stoffe, die wiederverwendet werden sollen, mit § 3 Abs. 21 KrWG argumentieren.

> (21) Wiederverwendung im Sinne dieses Gesetzes ist jedes Verfahren, bei dem Erzeugnisse oder Bestandteile, die keine Abfälle sind, wieder für denselben Zweck verwendet werden, für den sie ursprünglich bestimmt waren.

Allerdings kommt man auch hier an der Vorfrage nicht vorbei, ob es sich vorher bei der Abgabe der Wertstoffe um einen Entledigungstatbestand gehandelt hat.

Als Fazit bleibt festzuhalten: Die Rechtslage zum Abfallbegriff und hierbei insbesondere zum Entledigungstatbestand bei der Sammlung und Vermarktung von gebrauchten Wertstoffen und Produkten ist derzeit alles andere als verlässlich. Wenn man – wie im Next-Practice-Projekt beabsichtigt - ein Sammelsystem von Wertstoffen im Wohngebiet, etwa wie einen privat betriebenen Wertstoffhof aufbauen wollte, so wird man sich angesichts dessen über kurz oder lang mit den zuständigen Abfallbehörden kurzschließen müssen. Angesichts der bestehenden Rechtslage und der höchstrichterlichen Rechtsprechung wird es derzeit schwierig sein, die zuständigen Abfallbehörden davon zu überzeugen, dass es sich bei der Sammlung, Annahme und Weitervermarktung mangels Entledigung nicht um Abfälle im Sinne des KrWG handelt.

II.1.11.5.1.2 Überlassungspflichten und Ausnahmen bei gewerblichen und gemeinnützigen Sammlungen

Nach der gesetzlichen Grundkonzeption des KrWG sind Erzeuger oder Besitzer von Abfällen aus privaten Haushaltungen nach § 17 KrWG verpflichtet, diese Abfälle (solche, die regel-mäßig bei der pri-

vaten Lebensführung in Haushalten anfallen) den nach Landesrecht zur Entsorgung verpflichteten juristischen Personen (öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger – kurz: den örE) zu überlassen, soweit sie zu einer Verwertung auf den von ihnen im Rahmen ihrer privaten Lebensführung genutzten Grundstücken nicht in der Lage sind oder diese nicht beabsichtigen. Dies bedeutet, dass de facto nur Abfälle im Rahmen der Eigenkompostierung von Küchen- und Gartenabfällen von der Überlassungspflicht an die örE ausgenommen sind.

Das gemeinschaftliche Wohnprojekt ist daher als Erzeuger oder Besitzer verpflichtet, seinen Hausmüll dem Landkreis als örE zu überlassen, soweit es zu einer Verwertung auf den von ihnen im Rahmen ihrer privaten Lebensführung genutzten Grundstücken nicht in der Lage ist oder diese nicht beabsichtigt. Überlassungspflichtig ist das Wohnprojekt nach § 17 KrWG auch hinsichtlich der gewerblichen Abfälle zur Beseitigung, soweit es diese nicht in eigenen Anlagen beseitigen kann. Soweit das Projekt zu einer Verwertung von Hausmüll auf den im Rahmen privater Lebensführung genutzten Grundstücken in der Lage ist und eine Eigenkompostierung beabsichtigt, wären Küchen- und Gartenabfällen von der Überlassungspflicht an die örE ausgenommen. Für gewerbliche Abfälle zur Verwertung sieht das Gesetz keine Überlassungspflichten vor.

Für eine eigene Sammlung und Vermarktung von Abfällen durch das gemeinschaftliche Wohnprojekt selbst kommen nur zwei gesetzliche Ansatzpunkte in Betracht.

1. Es liegt ein Fall vor, in dem keine Überlassungspflicht von bestimmten Abfällen an den örE besteht.

Die könnte der Fall sein, wenn man die gesetzlichen Anforderungen an eine

- „Gemeinnützige Sammlung“ (§ 17 Abs. 2 Nr. 3 KrWG) oder eine
- „Gewerbliche Sammlung“ (§ 17 Abs. 2 Nr. 4 KrWG)

erfüllen würde.

2. Das gemeinschaftliche Wohnprojekt könnte durch den örE „als Dritter“ mit der Verwertung und Beseitigung von Abfällen beauftragt werden (§ 22 KrWG).

Die Variante einer gemeinnützigen Sammlung dürfte nach den begrifflichen Voraussetzungen, die sich in § 3 Abs. 17 KrWG finden, ausscheiden. Denn bei geplanter Eigenvermarktung wertstoffhaltiger Abfälle fehlt es sowohl an einer gemeinnützigen, steuerbefreiten Trägerschaft als auch an einer gemeinnützigen Zwecksetzung.

Bleibt der denkbare Ansatz, dass eine Überlassungspflicht für Abfälle an den örE nicht besteht, wenn das gemeinschaftliche Wohnprojekt eine „gewerbliche Sammlung“ durchführte. Dieser Ansatz führt allerdings auf das zurzeit umstrittenste Gelände des Kreislaufwirtschaftsrechts.

Die Definition der „gewerblichen Sammlung“ findet sich in § 3 Abs. 18 KrWG.

> (18) Eine gewerbliche Sammlung von Abfällen im Sinne dieses Gesetzes ist eine Sammlung, die zum Zweck der Einnahmeerzielung erfolgt. Die Durchführung der Sammeltätigkeit auf der Grundlage vertraglicher Bindungen zwischen dem Sammler und der privaten Haushaltung in dauerhaften Strukturen steht einer gewerblichen Sammlung nicht entgegen.

Mittlerweile hat das Bundesverwaltungsgericht den früheren Streitpunkt geklärt, ob Personengesellschaften, die in § 3 Abs. 10 KrWG nicht erwähnt sind, auch gewerbliche Sammlungen durchführen können Das Gericht hat diese Frage zu Recht im Oktober 2015 bejaht.

Die größte Rechtsunsicherheit besteht für die gewerblichen Sammlungen bei dem Begriff der „überwiegenden öffentlichen Interessen“ nach § 17 Abs. 2 S. 1 Nr. 4 KrWG. Eine gewerbliche Sammlung ist nur zulässig, wenn ihr solche Interessen nicht entgegenstehen. Der nachfolgende § 17 Abs. 3 KrWG definiert diese Interessen näher. Stark zusammengefasst lässt die Rechtsprechung mittlerweile für eine “Verhinderung einer wirtschaftlich ausgewogenen Aufgabenerfüllung“ des örE fühlbare, wirtschaftlich nicht mehr tolerable Nachteile zu, ohne dass eine Existenzgefährdung des Betriebs des örE oder seines Drittbeauftragten bestehen muss.

Für die Variante einer gewerblichen Sammlung und Eigenvermarktung von Wertstoffen aus Abfällen müsste sich das gemeinschaftliche Wohnprojekt - in welcher Organisationsform auch immer – mit den genannten Aspekten möglicherweise entgegenstehender, überwiegender öffentlicher Interessen auseinandersetzen.

Hierbei wären die Strukturen bestehender, konkurrierender Erfassungssysteme des örE oder eines Drittbeauftragten zu analysieren. Die negativen Folgen dürften sich aber (vorbehaltlich zur Verfügung stehender Zahlen) in Grenzen halten, solange die Aktivitäten nur auf das Neubaugebiet beschränkt bleiben.

Vom Verfahren her sieht § 18 KrWG für gewerbliche Sammlungen ein Anzeigeverfahren vor. Spätestens drei Monate vor ihrer beabsichtigten Aufnahme ist die Sammlung durch ihren Träger der zuständigen Behörde anzuzeigen.

Gemäß Abs. 2 sind dieser Anzeige beizufügen:

1. Angaben über die Größe und Organisation des Sammlungsunternehmens,
2. Angaben über Art, Ausmaß und Dauer, insbesondere über den größtmöglichen Umfang und die Mindestdauer der Sammlung,
3. Angaben über Art, Menge und Verbleib der zu verwertenden Abfälle,
4. eine Darlegung der innerhalb des angezeigten Zeitraums vorgesehenen Verwertungswege einschließlich der erforderlichen Maßnahmen zur Sicherstellung ihrer Kapazitäten sowie
5. eine Darlegung, wie die ordnungsgemäße und schadlose Verwertung der gesammelten Abfälle im Rahmen der Verwertungswege nach Nummer 4 gewährleistet wird.

Nach § 18 Abs. 4 KrWG fordert die zuständige Behörde den örE, der von der gewerblichen oder gemeinnützigen Sammlung betroffenen ist, auf, für seinen Zuständigkeitsbereich eine Stellungnahme innerhalb einer Frist von zwei Monaten abzugeben. Hat der öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger bis zum Ablauf dieser Frist keine Stellungnahme abgegeben, ist davon auszugehen, dass sich dieser nicht äußern will.

Gemäß Abs. 5 kann die zuständige Behörde die angezeigte Sammlung von Bedingungen abhängig machen, sie zeitlich befristen oder Auflagen für sie vorsehen, soweit dies erforderlich ist, um eine ordnungsgemäße und schadlose Verwertung sicherzustellen.

Wenn Tatsachen bekannt sind, aus denen sich Bedenken gegen die Zuverlässigkeit des Anzeigenden oder der für die Leitung und Beaufsichtigung der Sammlung verantwortlichen Personen ergeben, muss die Behörde die Durchführung der angezeigten Sammlung untersagen. Dies gilt auch dann, wenn eine ordnungsgemäße und schadlose Verwertung anders nicht zu gewährleisten ist.

Weitere Entscheidungsoptionen enthält § 18 Abs. 6 KrWG: Die zuständige Behörde kann bestimmen, dass eine gewerbliche Sammlung mindestens für einen bestimmten Zeitraum durchzuführen ist, der aber drei Jahre nicht überschreiten darf.

II.1.11.5.1.3 Beauftragung des gemeinschaftliche Wohnprojekts durch den örE „als Dritter“ mit der Verwertung und Beseitigung von Abfällen (§ 22 KrWG)

Natürlich muss der Beauftragte gem. § 22 KrWG aber die erforderliche, fachbezogene Zuverlässigkeit besitzen und auch nachweisen können. Hierzu zählen sicherlich auch Leistungsfähigkeit und regelmäßig auch Erfahrungen. Ein starkes Indiz ist hierbei die Zertifizierung als Entsorgungsfachbetrieb. Diese Anforderung ist eine echte Hürde für den gedanklichen Ansatz der Drittbeauftragung im vorliegenden Fall. Fraglich ist hierbei, ob das wie auch immer organisierte Wohnprojekt bei der Erfüllung der Entsorgungspflicht wiederum zertifizierte Entsorgungsbetriebe ins Spiel bringen könnte. Auch ein solcher Ansatz wäre mit der zuständigen Abfallbehörde zu besprechen.

Hinzu treten vergaberechtliche Aspekte: Der örE kann nicht einfach frei vergeben, sondern ist als öffentlicher Auftraggeber grundsätzlich an das Vergaberecht gebunden. Es wird i. d. R. also eine Auftragsvergabe im Wettbewerb stattfinden müssen. Inwieweit bei Forschungs- und Pilotprojekten ausnahmsweise eine freihändige Vergabe gerechtfertigt werden könnte, ist eine gesonderte, vergaberechtliche Fragestellung.

II.1.11.5.2 Null-Emissions-Wohnprojekt als Genossenschaftsmodell

Für gemeinschaftliche Wohnprojekte bieten sich verschiedene Rechtsformen an. Besonders diskussionswürdig erscheint aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten heraus die Rechtsform der Genossenschaft. Hierbei stellte sich die folgende Rechtsfrage:

Ist es möglich, Ver- und Entsorgung in einem Genossenschaftsmodell zu organisieren bzw. Strom und Wasser als Großkunde zu günstigeren Konditionen zu beziehen?

Es steht den Bewohnern des gemeinschaftlichen Wohnprojekts frei, eine Genossenschaft nach den Vorgaben des Genossenschaftsgesetzes (GenG) zu gründen.

Das Wesen der Genossenschaft einschließlich der gesetzlich vorgegebenen Zweckrichtung beschreibt § 1 Abs. 1 GenG:

> (1) Gesellschaften von nicht geschlossener Mitgliederzahl, deren Zweck darauf gerichtet ist, den Erwerb oder die Wirtschaft ihrer Mitglieder oder deren soziale oder kulturelle Belange durch gemeinschaftlichen Geschäftsbetrieb zu fördern (Genossenschaften), erwerben die Rechte einer "eingetragenen Genossenschaft" nach Maßgabe dieses Gesetzes.

Die Gründung einer Genossenschaft ist etwa auch für den Betrieb von Anlagen erneuerbarer Energien anerkannt. Eine Genossenschaft kann sich auch an Gesellschaften beteiligen, die eine solche Anlage betreiben.

Eine Genossenschaft ist keine Personengesellschaft im Sinne der 705 ff. BGB, sondern ein durch das Genossenschaftsgesetz (GenG) geregelter Förderverein. Die Mindestanzahl für die Gründung beträgt nach § 3 GenG vier Mitglieder.

Durch die Eintragung in das Genossenschaftsregister wird die Genossenschaft als eingetragene Genossenschaft (eG) juristische Person des Privatrechts (§ 17 GenG). Die eG benötigt eine Satzung, für die inhaltlich gewisse Mindestanforderungen bestehen (näher §§ 6 ff. GenG).

§ 1 GenG setzt allerdings voraus, dass die Genossenschaft zweckgerichtet den Erwerb, die Wirtschaft, die sozialen oder kulturellen Belange ihrer Mitglieder durch gemeinschaftlichen Geschäftsbetrieb fördert. Hierfür wird keine Gewinnerzielungsabsicht vorausgesetzt. Diese darf allenfalls helfen, den Förderauftrag zu erfüllen. Eine Genossenschaft darf nicht haupt-sächlich erwerbswirtschaftlich tätig sein. [FANDRICH 2012A] [BEUTHIEN 2011A]

Die Förderung des Erwerbs der Mitglieder erfasst jede berufliche oder gewerbliche Tätigkeit mit der Absicht, Einnahmen zu erzielen. Förderung der Wirtschaft bedeutet jede Unterstützung für die private Haushaltsführung der Mitglieder. Ein typischer Fall ist die Senkung der Ausgaben für die Mitglieder der Genossenschaft. [FANDRICH 2012B] [BEUTHIEN 2011B] Genau dieser Zweck – siehe Rechtsfrage - lässt sich also nach dem Gesetz verfolgen. Ob sich mit der Nachfrage der Genossenschaft günstigere Konditionen erreichen lassen, ist letztlich natürlich eine Marktfrage.

Unter einem gemeinschaftlichen Geschäftsbetrieb – für ein gemeinschaftliches Wohnprojekt eine Variante - wird eine planmäßige, auf Dauer angelegte, unternehmerische Tätigkeit verstanden, die sachliche, personelle und organisatorische Mittel zusammenfasst, um den genossenschaftlichen Zweck zu erreichen. Dies verlangt keinen kaufmännisch eingerichteten Betrieb oder einen Gewerbebetrieb im Sinne der GewO. Auch kein bestimmter Geschäftsumfang wird vorausgesetzt. [FANDRICH 2012C] [BEUTHIEN 2011C]

II.1.11.6 Rechtsfragen zur Co-Vergärung von Bio-Abfällen in kommunalen Kläranlagen

Anlass der Untersuchung ist ein Plan der VG, die Kläranlage der VG-Werke (geführt als kommunaler Eigenbetrieb) umzurüsten. Dabei wird zur Vergärung des Klärschlamms eine Faulungsanlage (Faulturm, Fermenter) geplant. Das gewonnene Biogas (Faulgas) soll über ein BHKW zur Wärme- und Stromerzeugung genutzt werden. Die Wärme wiederum soll für den Betrieb der Faulungsanlage und evtl. zur Beheizung von Betriebsgebäuden der Kläranlage genutzt werden. Sollte mehr Wärme zur Verfügung stehen, wäre ggf. zu überlegen, ob man die Restwärme auch für andere Zwecke nutzt (Beheizung öffentlicher oder privater Gebäude). Der Strom soll auch zur Eigenstromversorgung genutzt werden, da eine Einspeisung aufgrund der geringen Vergütung aus Sicht der VG ökonomisch keinen Sinn ergibt. Hieraus ergäbe sich eine Reduzierung der Stromkosten für den Anlagenbetrieb, da die Kosten für den Eigenstrom geringer seien als der Netzstrom. Sollte aufgrund der Co-Vergärung jedoch mehr Strom als benötigt erzeugt werden können, würde der Überschussstrom in das Netz eingespeist.

Aufgrund der geringen Mengen an Klärschlamm auf der Kläranlage (KA) Rockenhausen wäre der konventionelle Bau einer Klärschlammfaulung (Vergärung) vermutlich nicht wirtschaftlich. Daher soll geprüft werden, welche Mengen an Co-Substrat (bspw. Bioabfall aus Haushalten oder Gewerbe) notwendig wären, um die Anlage der Faulung sowie die hierzu notwendige Umrüstung wirtschaftlich realisieren zu können. Durch die Annahme der Co-Substrate entstünden zwar Mehrinvestitionen, diese seien aber im Vergleich zu den Investitionen für die reine Klärschlammbehandlung marginal.

Für die Annahme des Bioabfalls würde regelmäßig eine Gebühr erhoben, sodass für die Verwertung Einnahmen erzielt werden könnten. Die Höhe der Gebühr wäre dabei vom Investitions- und Finanzierungsplan der Kläranlage abhängig. Im optimalen Fall könnte man den Abfall kostenfrei annehmen, was aber sehr optimistisch wäre. Die Einnahmen aus der Abfallverwertung, der Einspeisung von Strom oder den Verkauf von Wärme an Dritte würden normalerweise in den Wirtschaftsplan der

Kläranlage eingehen und entweder die Abwassergebühren reduzieren oder zumindest langfristig konstant halten. Eine direkte Gewinnerzielungsabsicht läge somit nicht vor, da das Ziel langfristig in einer Gebührenentlastung liege. Im vorliegenden Next-Practice-Projekt (NPP) beschränkt sich die VG auf das beschriebene konventionelle Modell.

Mit Blick auf weitere wissenschaftliche Forschungsvorhaben wären des Weiteren alternative Betreibermodelle zu untersuchen, bspw. ein Contracting, bei dem ein Dritter in die Abfall- und Klärschlammvergärung investiert und der Kläranlage Strom und Wärme verkauft. Dritte könnten dann auch öffentliche Unternehmen (Abfallwirtschaftsbetriebe, Stadtwerke) oder Bürgergenossenschaften sein.

Für eine langfristige Planung des Anlagenbetriebes wäre es sinnvoll, Verträge mit den Anlieferern der Co-Substrate abzuschließen. Die zeitliche Bindung hinge allerdings stark vom Willen der Anlieferer ab.

Im Einzelnen stellen sich im Rahmen des beschriebenen Modells folgende Rechtsfragen:

1. Gebührenrechtliche Fragestellung: Dürfen Abwasserbetriebe Investitionen bzw. die Erfüllung von anderen Aufgaben außer der Abwasserbehandlung (bspw. Abfallbehandlung nach dem beschriebenen Modell) gebührenrechtlich der Abwasserentsorgung zuordnen mit dem Ziel, die Abwassergebühren langfristig zu senken bzw. stabil zu halten?
2. Abfallrechtliche Fragestellung: Muss die in die Kläranlage integrierte Faulungsanlage zur Co-Vergärung abfallrechtlich genehmigt werden?
3. Darf eine Gemeinde die anfallenden Bioabfälle (organischer Hausmüll/Grünschnitt) selbst sammeln und in der Kläranlage verwerten, auch wenn bspw. ein Landkreis oder eine kreisfreie Stadt für die Abfallbehandlung zuständig ist?
4. Zur Auswirkung der Co-Vergärung auf die weitere Nutzung/Aufbereitung des Klärschlamms/Gärrestgemisches: Nach der Vergärung entsteht ein Substrat, bestehend aus Klärschlamm und Gärrest. Welche Anforderungen ergeben sich dann an die nachfolgende Verwertung und ggf. Beseitigung?

II.1.11.6.1 Gebührenrechtliche Fragestellung

Dürfen Abwasserbetriebe Investitionen bzw. den Betrieb von anderen Aufgaben außer der Abwasserbehandlung (z. B. die Abfallbehandlung nach dem beschriebenen Modell) gebührenrechtlich der Abwasserentsorgung zuordnen mit dem Ziel, die Abwassergebühren langfristig zu senken bzw. stabil zu halten?

II.1.11.6.1.1 Grundsätzliche Vorgaben des Gebührenrechts in Rheinland-Pfalz

Für die o.g. Frage sind zunächst die allgemeinen Grundsätze des Gebührenrechts zu beachten, die sich in den einschlägigen landesgesetzlichen Regelungen, insbesondere im Kommunalabgabengesetz Rheinland-Pfalz (KAG RLP) niedergeschlagen haben.

Grundlage der Abgabenerhebung ist nach § 2 I KAG RLP zunächst, dass kommunale Abgaben - soweit gesetzlich nicht etwas Anderes bestimmt ist - nur aufgrund einer Satzung erhoben werden dürfen. Die Satzung muss die Abgabenschuldner, den die Abgabe begründenden Tatbestand, den Maßstab

sowie den Zeitpunkt der Fälligkeit der Abgabenschuld bestimmen. Zentrale Vorschrift im KAG RLP ist für die o.g. Frage § 7 KAG (Benutzungsgebühren, einmalige und wiederkehrende Beiträge).

In praktischer Hinsicht spielt auch die Überprüfbarkeit von Satzungen aufgrund von Normenkontrollanträgen nach § 47 VwGO eine wichtige Rolle. Die Verwaltungsgerichte können die entsprechenden kommunalen Abwassergebührensatzungen überprüfen. Dabei beschränkt sich die gerichtliche Kontrolle satzungsrechtlicher Abgabenregelungen angesichts des kommunalen Selbstverwaltungsrechts (Art. 28 Abs. 2 GG) auf die Vereinbarkeit der Festsetzungen mit höherrangigem Recht, umfasst aber nicht die Überprüfung auf Mängel im Abwägungsvorgang. Die Gemeinden bzw. die zuständigen Räte haben bei der Entscheidung, ob eine Abgabe erhoben werden soll, eine weitreichende Gestaltungsfreiheit, bei deren Ausübung v. a. kommunal- und finanzpolitische Überlegungen eine Rolle spielen.

Das OVG Koblenz hat in diversen Urteilen einschlägige Konkretisierungen zum Gebührenrecht für die Abwasserentsorgung in Rheinland-Pfalz vorgenommen. So hat das Gericht in einer zentralen Entscheidung aus dem Jahr 2005 Folgendes klargestellt:

- Das KAG ermöglicht ein reines Gebührensystem, bei dem alle variablen und fixen Kosten in der Gebühr kalkuliert werden können;
- § 7 KAG RLP ermöglicht es, einmalige und wiederkehrende Beiträge sowie Benutzungsgebühren nebeneinander zu erheben;
- entscheidet sich eine Kommune für eine reine Gebührenfinanzierung, so gebietet es der Grundsatz der möglichst vollständigen Deckung der Kosten der öffentlichen Einrichtung aus speziellen Entgelten (§ 94 II 1 Nr. 1 RhPf GemO), die fixen Verwaltungsaufwendungen in die Gebührenkalkulation einzubeziehen;
- im Unterschied zum wiederkehrenden Beitrag setzt die Entstehung einer Gebührenpflicht die tatsächliche Inanspruchnahme der Einrichtung oder Anlage voraus; die bloße Verschaffung einer Vorteilsmöglichkeit genügt nicht;
- auch die Erhebung einer gesonderten Grundgebühr zur Deckung von Verwaltungsaufwendungen - neben den laufenden Gebühren für das Einsammeln, die Abfuhr und die Beseitigung des Inhalts von Kleinkläranlagen und geschlossenen Gruben - ist mit dem KAG RLP vereinbar;
- die kommunalen Gebietskörperschaften können zur Deckung der Kosten von öffentlichen Einrichtungen ein reines Gebührensystem vorsehen, sodass auch fixe Kosten, z. B. Verwaltungsaufwendungen, die durch das Bereitstellen und ständige Vorhalten der Einrichtung entstehen, in die Gebühren einbezogen werden können;
- gemäß § 8 I 1 KAG RLP sind die den Benutzungsgebühren zugrunde liegenden Kosten nach den betriebswirtschaftlichen Grundsätzen für Kostenrechnungen zu ermitteln;

Diese Aussagen des OVG Koblenz zur Gebührenerhebung nach dem KAG lassen insbesondere mit Blick auf die Möglichkeiten, u. a. auch Fixkosten einer Einrichtung über eine Grundgebühr umzulegen, Gestaltungsspielräume für die Gebührenerhebung einer Kläranlage, kombiniert mit einer integrierten Einrichtung zur Biogaserzeugung, erkennen.

II.1.11.6.1.2 Allgemeine gebührenrechtliche Grundsätze

Bei der Erhebung von Gebühren sind die folgenden allgemeinen gebührenrechtlichen Prinzipien zu beachten:

1. Das **Verursachungsprinzip** gebietet, nur diejenigen als Schuldner einer Gebühr heranzuziehen, die die in Form von Gebühren zu deckenden Kosten (mit-) verursacht haben. Dies sind für die Abwasserentsorgungsgebühr regelmäßig diejenigen, die Abwässer erzeugen und ableiten.
2. Die Gebührenerhebung muss ferner mit dem **Kostendeckungsprinzip** im Einklang stehen. Hiernach ist die Gebührenhöhe so zu bemessen, dass mit den Gebühreneinnahmen im Allgemeinen die Kosten gedeckt werden können, die durch die die Gebührenpflicht auslösenden Maßnahmen entstehen; i. d. R. soll sowohl eine Über- als auch eine Unterdeckung vermieden werden. Werden für die gebührenrelevante Leistung Fremdleistungen privater Dritter erbracht, so stellt sich gebührenrechtlich die Frage, ob die Kosten auch im Rahmen eines Fremdleistungsentgelts auf die Gebührenzahler umgelegt werden können. Hierfür ist entscheidend, ob die entstandenen Kosten des Drittunternehmens für die Erbringung der Leistung erforderlich gewesen sind.
3. Schließlich muss die auf Grundlage der Abwassergebührensatzung vorgenommene Gebührenberechnung auch in hinreichendem Maße dem **Äquivalenzprinzip** Rechnung tragen. Demnach müssen die festgelegten Gebühren dem tatsächlichen Aufwand entsprechen. Ein Verstoß gegen das Äquivalenzprinzip ist folglich erst anzunehmen, wenn die Gebührenhöhe erkennbar willkürlich festgesetzt worden ist oder ein Missverhältnis zwischen Gebühr und der ihr zugrundeliegenden Leistung besteht.

II.1.11.6.1.3 Gebührenrechtliche Zuordnung von Investitionen und Verwertungsmaßnahmen bei der Co-Vergärung von Bioabfällen zur Abwasserentsorgungsgebühr

Rechtsgrundlage für eine Zuordnung der Co-Vergärung von Bioabfällen zur Abwassergebühr ist zunächst § 7 KAG RLP: Nach Abs. 1 Satz 1 können die kommunalen Gebietskörperschaften als Gegenleistung für die Inanspruchnahme öffentlicher Einrichtungen und Anlagen zur Deckung der Kosten Benutzungsgebühren erheben.

Wie bereits geschildert, darf die Gebühr nach der Rechtsprechung des OVG Koblenz in eine Benutzungs- und eine Grundgebühr aufgespalten werden, wobei die Benutzungsgebühr nach dem Umfang der Inanspruchnahme der Einrichtung und die Grundgebühr nach dem Umfang der Vorhaltung der Einrichtung zu bemessen ist. Diese Aufspaltung in Grund- und Benutzungsgebühr wäre nach allgemeinen Grundsätzen auch für die Abwasseranlage, einschließlich der umzulegenden Kosten aus der Co-Vergärung im Faulturm, denkbar.

Zu klären ist nun aber, ob die Co-Vergärung der Bioabfälle den Abwassergebühren zugeordnet werden könnte. Hier lassen sich unterschiedliche Argumentationsansätze verfolgen:

1. Ließe sich die Rechtsgrundlage des § 7 KAG RLP im Sinne einer ressourcenschonenden Gesamtbetrachtung der Anlage interpretieren?

   Hierfür spricht § 13 II LWG RLP, wonach die nachhaltige Bewirtschaftung der Gewässer Vorrang vor anderen Nutzungsmöglichkeiten hat. Zudem ist bei der Zulassung und dem Betrieb von Anlagen zur Gewässerbenutzung auf einen **effizienten Einsatz von Ressourcen und Energie** zu achten. § 7 I 5 KAG RLP sieht des Weiteren vor, dass Einrichtungen und Anlagen, die der Erfüllung derselben Aufgabe dienen, **als eine Einrichtung zu behandeln** sind. Insofern ließe sich argumentieren, dass es sich bei der Anlage – im Falle eines unselbständigen, technisch integrierten Faulturms – um eine **einzelne Gesamtanlage der ressourcenschonenden und energieeffizienten Abwasserentsorgung** handelt. Gebührenrechtlich wäre es

dann konsequent, die **Gesamtanlage der Abwasserentsorgung** zum **Bezugspunkt der Gebührenerhebung** zu machen. Gesetzessystematisch spricht hierfür auch der vorhergehende Satz 4 des § 7 I KAG RLP: Dieser stützt einen anlagenbezogenen Ansatz im Sinne einer **Vergärung als Teil der Abwasserentsorgung „state of the art"**, und zwar in einer ressourcenschonenden Gesamtanlage.

2. Könnte man die genehmigungsrechtliche Wertung bzgl. der Faul- und Kläranlage (hierzu II.1.11.6.2) parallel auf die gebührenrechtliche Fragestellung übertragen?

   Es ist allerdings zu beachten, dass die Bereiche „Abfall/Kreislaufwirtschaft" und „Abwasser", was die Gebührenberechnung anbetrifft, von den Kostenstrukturen her grundsätzlich getrennt bleiben müssen und gebührentechnisch nicht so gestaltet werden dürfen, dass die Abwasserentsorgung letztendlich die Abfallentsorgung mitfinanziert. Dies wäre mit dem Äquivalenz- und Kostendeckungsprinzip für die jeweils grundsätzlich zu trennenden Aufgabenbereiche nicht mehr vereinbar.

   Mit Blick auf das Äquivalenzprinzip und den Grundsatz der Erforderlichkeit wäre zu belegen, inwieweit der Aufwand für Co-Vergärung und Stromerzeugung als – im Sinne einer nachhaltig ressourcenschonenden Abwasserentsorgung nach modernem „state of the art" - erforderliche Kosten auf die Abwassergebühren umgelegt werden dürfen.

   Etwaige Überschüsse aus der Bioabfall-Vergärung müssten im Rahmen einer betriebswirtschaftlichen Gewinn- und Verlustrechnung einschließlich der Berücksichtigung etwaiger notwendiger Rückstellungen ermittelt und letztendlich nach dem Verbot der Kostenüberdeckung dem Gebührenhaushalt gutgeschrieben werden.

II.1.11.6.2 Abfallrechtliche Fragestellung: Muss die in die Kläranlage integrierte Faulungsanlage zur Co-Vergärung abfallrechtlich genehmigt werden?

Leitfäden zur Co-Vergärung organischer Materialien existieren in den Bundesländern Hessen und Bayern. Nachfolgend wird die genehmigungsrechtliche Praxis in Bayern und Hessen zusammenfassend dargestellt: Eine ausführliche Beschreibung der gesetzlichen Regelungen beider Bundesländer befindet sich im Dokument „Rechtsfragen zur Co-Vergärung von Bio-Abfällen in kommunalen Kläranlagen".

Bei der Co-Vergärung von Abfällen in Kläranlagen überlagern sich (ab)wasser- und v. a. auch kreislaufwirtschaftsrechtliche Regelungen. Basis der Abgrenzung der Regelungsregime ist § 2 II Nr. 9 KrWG.

Entscheidend ist danach, ob der Faulungsturm eine selbstständige Anlage oder ein nur unselbstständiger, integrierter Teil der Abwasseranlage ist. Im ersten Fall werden die Bioabfälle nicht mit wasserrechtlicher Relevanz in die Abwasseranlage „eingebracht". Im zweiten Fall aber geschieht dies mit der Folge, dass dann allein das Wasserrecht und nicht das KrWG i. V. m. dem Immissionsschutzrecht für die Genehmigung anzuwenden ist.

Nach Bayrischer Auffassung ist es der Regelfall, dass die Faulungsanlage eine in die Kläranlage integrierte, unselbstständige Anlage ist. Hauptzweck bleibe die Abwasserbehandlung, auch wenn Abfälle zusätzlich zum Rohschlamm aus der Abwasserbehandlung vergärt werden sollten. Daher richtet sich die Genehmigungsfähigkeit nach bayrischer Genehmigungspraxis regelmäßig allein nach dem Wasserrecht. Die Co-Vergärung wird folglich im Rahmen des Erlaubnisverfahrens nach § 8 WHG betrach-

tet. Unter Umständen muss die bestehende Genehmigung angepasst oder auch eine gesonderte Genehmigung nach § 60 III WHG beantragt werden.

Handelt es sich allerdings im Einzelfall um eine selbstständige, abtrennbare Faulturmanlage, in der keine Einleitung oder Einbringung von Stoffen in Gewässer erfolgt, so wäre die Faulungsanlage keine Abwasserbeseitigungsanlage, deren Genehmigungsbedürftigkeit sich nach § 60 III WHG und § 62 LWG RLP beurteilte. Hier würde das Genehmigungsregime des Kreislaufwirtschaftsrechts, namentlich § 35 KrWG, greifen. Gemäß § 35 KrWG sind Abfallbehandlungsanlagen nur immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftig, wenn es sich um Anlagen handelt, die in den Katalog des Anhangs der 4. BImSchV aufgenommen wurden. Da Faultürme als Anlagentyp im Anhang der 4. BImSchV nicht aufgeführt sind, wird eine Genehmigung nach dem BImSchG nicht für erforderlich gehalten. Allerdings gelten die Anforderungen nach § 22 BImSchG, da der Turm eine nicht genehmigungsbedürftige Anlage im Sinne des BImSchG wäre.

Auch bei einer wasserrechtlichen Genehmigung oder bei Anpassung einer wasserrechtlichen Erlaubnis im Zuge der Co-Vergärung sind im Übrigen besondere Anforderungen aus dem Kreislaufwirtschaftsrecht und dem Wasserrecht zu beachten (etwa Anforderungen an die Verwertung, Überlassungs-, Registrierungs- und Nachweispflichten hinsichtlich der eingesetzten Abfälle, Vorgaben der BioAbfV oder ggf. der AbfKlärV sowie wasserrechtliche Qualitäts- und Sicherheitsanforderungen).

Der Einsatz der Bioabfälle zum Zweck der Biogaserzeugung ist eine Form der Abfallverwertung. Diese definiert § 3 Abs. 23 KrWG i. V. m. Anlage 2, in der u. a. beispielhaft Verwertungsverfahren aufgeführt sind:

> § 3 Begriffsbestimmungen
>
> (23) Verwertung im Sinne dieses Gesetzes ist jedes Verfahren, als dessen Hauptergebnis die Abfälle innerhalb der Anlage oder in der weiteren Wirtschaft einem sinnvollen Zweck zugeführt werden, indem sie entweder andere Materialien ersetzen, die sonst zur Erfüllung einer bestimmten Funktion verwendet worden wären, oder indem die Abfälle so vorbereitet werden, dass sie diese Funktion erfüllen. Anlage 2 enthält eine nicht abschließende Liste von Verwertungsverfahren.
>
> Anlage 2 Verwertungsverfahren
>
> R 1 Hauptverwendung als Brennstoff oder als anderes Mittel der Energieerzeugung.

Die Nutzung von Bioabfällen zur Erzeugung von Biogas kann man m.E. durchaus als Mittel zur Energieerzeugung einstufen.

Beim Einsatz der Bioabfälle zur Vergärung und Biogaserzeugung als Maßnahme der Abfallverwertung fordert § 7 II KrWG, dass die Verwertung ordnungsgemäß und schadlos erfolgt (das heißt u. a. ordnungsgemäß nach dem einschlägigen Recht, ggf. Wasserrecht, genehmigt) und dass die Verwertung (hier: Biogaserzeugung) das Hauptergebnis des Verfahrens sein muss (§ 3 Abs. 23 KrWG).

Zu beachten ist ferner § 8 KrwG (Rangfolge und Hochwertigkeit der Verwertung).

> (1) Bei der Erfüllung der Verwertungspflicht nach § 7 Absatz 2 Satz 1 hat diejenige der in § 6 Absatz 1 Nummer 2 bis 4 genannten Verwertungsmaßnahmen Vorrang, die den Schutz von Mensch und Umwelt nach der Art und Beschaffenheit des Abfalls unter Berücksichtigung der in § 6 Absatz 2 Satz 2 und 3 festgelegten Kriterien am besten gewährleistet. Zwischen mehreren gleichrangigen Verwertungsmaßnahmen besteht ein Wahlrecht des Erzeugers oder Besitzers von Abfällen. Bei der Ausgestaltung der nach Satz 1 oder 2 durchzuführenden Verwertungsmaßnahme ist eine den Schutz von Mensch und Umwelt am besten gewährleistende, hochwertige Verwertung anzustreben.

Nach § 8 KrWG wäre also v. a. ein umweltbezogener Vergleich mit sonstigen, zunächst stofflichen Verwertungsmöglichkeiten von Bioabfällen zu ziehen.

Eine – gewissermaßen im Vorfeld „zur Sicherheit" - klärungsbedürftige Frage ist, wie die Co-Vergärung mit dem Trennungsgebot für Verwertungsabfälle und ggf. dem Vermischungsverbot von gefährlichen Abfällen nach § 9 KrWG in Einklang zu bringen ist. § 11 KrWG bezieht ja auch Klärschlämme und Bioabfälle in die Regelungen des Kreislaufwirtschaftsrechts mit ein, sodass grundsätzlich auch hier Trennungsgebot und Vermischungsverbot nach § 9 II KrWG greifen.[73] Das Vermischungsverbot bezieht sich allerdings nur auf gefährliche Abfälle. Die Norm lautet:

> § 9 Getrennthalten von Abfällen zur Verwertung, Vermischungsverbot
>
> (1) Soweit dies zur Erfüllung der Anforderungen nach § 7 Absatz 2 bis 4 und § 8 Absatz 1 erforderlich ist, sind Abfälle getrennt zu halten und zu behandeln.
>
> (2) Die Vermischung, einschließlich der Verdünnung, gefährlicher Abfälle mit anderen Kategorien von gefährlichen Abfällen oder mit anderen Abfällen, Stoffen oder Materialien ist unzulässig. Abweichend von Satz 1 ist eine Vermischung ausnahmsweise dann zulässig, wenn
>
> 1. sie in einer nach diesem Gesetz oder nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz hierfür zugelassenen Anlage erfolgt,
>
> 2. die Anforderungen an eine ordnungsgemäße und schadlose Verwertung nach § 7 Absatz 3 eingehalten und schädliche Auswirkungen der Abfallbewirtschaftung auf Mensch und Umwelt durch die Vermischung nicht verstärkt werden sowie 3. das Vermischungsverfahren dem Stand der Technik entspricht.
>
> Soweit gefährliche Abfälle in unzulässiger Weise vermischt worden sind, sind diese zu trennen, soweit dies erforderlich ist, um eine ordnungsgemäße und schadlose Verwertung nach § 7 Absatz 3 sicherzustellen, und die Trennung technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist.

Man könnte in diesem Punkt die Auffassung gegenüber der unteren Abfallbehörde vertreten, dass die Getrennthaltung nach § 9 I KrWG ja nur geboten ist, soweit es für die Anforderungen nach § 7 II KrWG - ordnungsgemäße und schadlose Verwertung – erforderlich ist. Es besteht also nach einhelliger Auffassung kein striktes Getrennthaltungsgebot. Daher ist eine Vermischung von Abfällen nur dann unzulässig, wenn dadurch die ordnungsgemäße und schadlose Verwertung verhindert wird. [BECKMANN 2015] [HOFMANN 2015] Wenn die Biogaserzeugung evtl. sogar die umweltschonendere Alternative zur sonstigen Verwertung der Abfälle darstellte, so hätte man möglicherweise für die Vermischung von verwertbaren Bioabfällen mit Klärschlamm auch ein Argument aus § 8 I KrWG (Rangfolge der Verwertungsarten):

> § 8 Rangfolge und Hochwertigkeit der Verwertungsmaßnahmen
>
> (1) Bei der Erfüllung der Verwertungspflicht nach § 7 Absatz 2 Satz 1 hat diejenige der in § 6 Absatz 1 Nummer 2 bis 4 genannten Verwertungsmaßnahmen Vorrang, die den Schutz von Mensch und Umwelt nach der Art und Beschaffenheit des Abfalls unter Berücksichtigung der in § 6 Absatz 2 Satz 2 und 3 festgelegten Kriterien am besten gewährleistet. Zwischen mehreren gleichrangigen Verwertungsmaßnahmen besteht ein Wahlrecht des Erzeugers oder Besitzers von Abfällen. Bei der Ausgestaltung der nach Satz 1 oder 2 durchzuführenden Verwertungsmaßnahme ist eine den Schutz von

[73] Zur Einordnung von Klärschlamm und Klärschlammgemengen als Abfälle zur Verwertung vgl. auch OVG Greifswald, NVwZ 1997, 1027 ff.

> Mensch und Umwelt am besten gewährleistende, hochwertige Verwertung anzustreben. § 7 Absatz 4 findet auf die Sätze 1 bis 3 entsprechende Anwendung.
>
> (2) …

Diesen Punkt sollte man aber im Vorfeld der Investition mit der unteren Abfallbehörde erörtern.

Ansonsten bleibt festzuhalten, dass für die Aufbringung von Klärschlammgemischen auf den Boden die Klärschlammverordnung (AbfKlärV) und für Bioabfälle die Bioabfall-Verordnung (BioAbfV) gelten. Anstelle der Nachweispflichten der NachwV treten ggf. die Nachweispflichten der AbfKlärV (vgl. § 7 AbfKlärV).

Bei bodenbezogenen Verwertungen bleiben des Weiteren die düngerechtlichen (Düngegesetz und Düngemittel-Verordnung) und bodenschutzrechtlichen Vorschriften (Bundes-Bodenschutzgesetz und Bundes-Bodenschutzverordnung) unberührt.

Beim Einsatz tierischer Nebenprodukte als Co-Substrat ist ferner die seuchenhygienisch begründete Nebenprodukte-Verordnung (VO (EG) Nr. 1069/2009) zu beachten. Die einschlägige Verordnung im deutschen Recht ist in diesem Zusammenhang die „Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsverordnung“ (TierNebV). Werden tierische Nebenprodukte mitvergärt, so sind besondere infrastrukturelle und stoffliche Anforderungen zu erfüllen, etwa eine vorherige Hygienisierung in Form einer Pasteurisierung. Bei Küchen- und Speiseabfällen ist keine Zulassung nach Artikel 15 Abs. 1 und 2 der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002, sondern nach § 13 TierNebV nur eine Registrierung erforderlich.[74]

Im Übrigen sind spezifisch wasserrechtliche und abwasserfachliche Vorgaben zu beachten.

II.1.11.6.3 Sammlung der anfallenden Bioabfälle durch eine (Verbands-) Gemeinde bei Zuständigkeit eines Landkreises/einer kreisfreien Stadt als öffentlich-rechtlicher Entsorgungsträger?

Die Frage, ob die Gemeinde die anfallenden Bioabfälle (organischer Hausmüll/Grünschnitt) selbst sammeln und in der Kläranlage verwerten darf, muss nach den Zuständigkeitsregelungen im Landes-Kreislaufwirtschaftsgesetz Rheinland-Pfalz (LKrWG) beantwortet werden.

Nach § 3 LKrWG sind die Landkreise und kreisfreien Städte für die in ihrem Gebiet angefallenen und ihnen zu überlassenden Abfälle als örE bestimmt worden. Sie erfüllen die Abfallwirtschaft als Pflichtaufgabe der kommunalen Selbstverwaltung. Die Aufgaben der örE werden in § 4 LKrWG näher beschrieben. Konsequenterweise sind es dann auch die örE, die Einzelheiten der Abfallwirtschaft gemäß § 5 LKrWG kraft Satzung regeln. Auch die kommunalen Abfallwirtschaftskonzepte und in diesem Rahmen die Ziele und Maßnahmen des Stoffstrommanagements fallen gemäß § 6 LKrWG in den Zuständigkeitsbereich der örE.

Das LKrWG sieht hiernach – anders als im Saarland in den §§ 2 und 3 EVSG, in Bayern nach Art. 5 BayAbfG oder in Baden-Württemberg nach § 6 II AbfG BW - insgesamt keine ausdrücklichen gesetzlichen Regelungen vor, nach denen das Sammeln von Abfällen auf die Gemeinden übertragen werden kann.

[74] Vgl. auch Meyer, KA 2008, 261, 264.

Dies bedeutet allerdings nicht, dass die örE die abfallwirtschaftlichen Aufgaben selbst operativ zu erfüllen haben. Hierauf verweist ja auch § 3 III S. 3 und 4 LKrWG. Wenn sich der örE aber Dritter zur Erfüllung der Aufgabe bedienen will (die Aufgabe an sich verbleibt beim örE), so wird dies mit der Vergabe eines i. d. R. ausschreibungspflichtigen Entsorgungsauftrags verbunden sein. An dieser Ausschreibung können sich auch gemeindliche Betriebe beteiligen. Ausnahmen von der Ausschreibungspflicht bestehen nur bei sog. Inhouse-Geschäften und nach den Regelungen der interkommunalen Kooperation (allerdings ohne private Beteiligungen). Die Voraussetzungen für ausschreibungsfreie Inhouse-Geschäfte und interkommunale Kooperationen finden sich nunmehr nach der aktuellen Novellierung des Vergaberechts zum 18.4.2016 für EU-Vergaben in § 108 GWB (Ausnahmen bei öffentlich-öffentlicher Zusammenarbeit).

Denkbar wäre es, dass der Landkreis als örE die Sammlung und Verwertung für Bioabfälle aus Rockenhausen separat ausschreibt. Genauer zu prüfen wäre ggf., ob der Landkreis in der Ausschreibung die Vorgabe machen darf, dass die gesammelten Bioabfälle zwingend in der Kläranlage der VG verwertet werden müssen. Eine solche Vorgabe könnte durch ein entsprechendes Abfallwirtschaftskonzept des örE untermauert werden, dürfte aber dem Unternehmer aus vergaberechtlicher Sicht in der Ausschreibung keine unzumutbaren Kalkulationsrisiken aufbürden.

II.1.11.6.4 Anforderungen an die nachfolgende Verwertung bzw. Beseitigung des Substrats aus Klärschlamm und Gärresten im Anschluss an die Energiegewinnung

Im Hinblick auf das Substrat, bestehend aus Klärschlamm und Gärrest, das nach der Vergärung entsteht, stellt sich die Frage, welche Anforderungen sich an die nachfolgende Verwertung und ggf. Beseitigung ergeben.

Hierzu ist zunächst auf die Hinweise zu den allgemeinen kreislaufwirtschaftsrechtlichen Vorgaben an die Verwertung zu verweisen.

Ansonsten bleibt festzuhalten, dass für die Aufbringung von Klärschlammgemischen auf den Boden die Klärschlammverordnung (AbfKlärV) und für Bioabfälle die Bioabfall-Verordnung (BioAbfV) gelten. Anstelle der Nachweispflichten der NachwV treten ggf. die Nachweispflichten der AbfKlärV (vgl. § 7 AbfKlärV).

Bei bodenbezogenen Verwertungen sind des Weiteren die speziellen düngerechtlichen (Düngegesetz und Düngemittel-Verordnung)[75] und bodenschutzrechtlichen Vorschriften (Bundes-Bodenschutzgesetz und Bundes-Bodenschutzverordnung) anwendbar.

Beim Einsatz tierischer Nebenprodukte als Co-Substrat ist ferner die seuchenhygienisch begründete Nebenprodukte-Verordnung (VO (EG) Nr. 1069/2009) zu beachten. Die einschlägige Verordnung im deutschen Recht ist in diesem Zusammenhang die „Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsverordnung“ (TierNebV), die weitergehende Verwertungs- und unter Umständen auch Zulassungsanforderungen enthält.

[75] Zum Verhältnis von Abfallrecht und Düngerecht bei Klärschlamm und Klärschlammgemengen vgl. OVG Greifswald, NVwZ 1997, 1027 ff.; nach aktueller Rechtslage sind Vorgaben des Düngerechts gemäß § 11 II 3 KrWG gegenüber dem Kreislaufwirtschaftsrecht vorrangig zu beachten, vgl. auch Huschens, in: Beck’scher Online-Kommentar, 38. Edition, Stand: 1.1.2016, § 11 KrWG, Rn. 16.

II.1.11.7 Der Beitrag umwelt- und klimaschützender Beschaffung auf dem Weg zur „Null-Emissions-Gemeinde“

Mittlerweile bestehen umfangreiche rechtliche Grundlagen für die wirksame Einbeziehung ökologischer Vergabekriterien auf nationaler und europäischer Ebene.

Im Forschungsvorhaben wurde eine umfassende Analyse zu den Ansatzpunkten im Vergabeverfahren einer Kommune durchgeführt und praxisgerecht aufgezeigt, in welchen Phasen des Verfahrens – von der Bedarfsfeststellung über die Spezifizierung des Auftragsgegenstands und die Eignungskriterien bis hin zu den Zuschlagskriterien – die öffentliche Beschaffung Beiträge leisten kann auf dem Weg zur 0-Emissions-Gemeinde. Die Untersuchung wurde veröffentlicht in

Tomerius/Funk, Aktuelle Ansatzpunkte umwelt- und klimaschützender Beschaffung in Kommunen - Überblick und Wege im Dschungel des Vergaberechts, KommJur 2016, 1 ff. (Teil 1) und 47 ff. (Teil 2).[76]

Auf eine Zusammenfassung wird hier verzichtet, da sich aktuell das gesamte Vergaberecht in einem komplizierten und umfangreichen Prozess der Novellierung befindet, die voraussichtlich erst im Jahr 2017 vollends abgeschlossen sein wird.

[76] www.null-emissions-gemeinden.de

II.1.12 Gesamtfazit zum Forschungsvorhaben „NEG“

Autoren: Prof. Dr. Peter Heck, Marco Angilella, Michael Müller, Eike Zender

Insbesondere für Städte und Gemeinden im ländlichen Raum ergeben sich durch ein Null-Emissions-Management echte und nachhaltige Chancen, aktiv gegen demografie- und strukturbedingte Herausforderungen vorzugehen. Allein die beiden rheinland-pfälzischen Modellkommunen – die Verbandsgemeinden Rockenhausen und Sprendlingen-Gensingen – müssen erhebliche finanzielle Mittel zur Systembewirtschaftung in den untersuchten Handlungsfeldern aufwenden. Jährlich insgesamt ca. 34 bzw. 45 Mio. € fließen größtenteils für Aufwendungen in den Bereichen Strom, Wärme, Abfall und Verkehr jeweils aus der VG sowie dem Landkreis, Land und Bund ab! Aufgrund des Imports der hiermit verbundenen Stoffströme ist die Wertschöpfung vor Ort gering und Kaufkraft fließt zunehmend ab. Durch eine grundlegende Reorganisation („Change-Management“) und systematische Innovation der Bewirtschaftung der Stoff- und Energiesysteme werden künftig Großteile dieser Geldvolumina nicht mehr für fossile, klimaschädigende, nicht nachhaltige und nicht wertschöpfende Stoffströme ausgegeben.

Mit dieser Systemumstellung geht die Erschließung neuer Potenziale für die Gemeinden einher, die es ermöglichen lokale Wertschöpfungseffekte zu erhöhen, wie bspw. durch steigende Steuereinnahmen, einer erhöhten Kaufkraft und einer Sicherung und Schaffung regionaler Arbeitsplätze. Alleine durch den Ausbau regenerativer Energieträger und der Umsetzung von Energieeffizienz-Maßnahmen im Strom- und Wärmebereich kann sich die regionale Wertschöpfung in den Modellkommunen bis 2020 auf insgesamt ca. 166 bzw. 112 Mio. € und bis 2050 auf insgesamt ca. 1.800 Mio. € bzw. 986 Mio. € kumulieren. Um dies zu erreichen, muss möglichst viel des benötigten Investitionskapitals aus der Region kommen – ganz gemäß dem Leitspruch von Friedrich Wilhelm Raiffeisen aus dem 18. Jahrhundert bleibt „das Geld des Dorfes im Dorf“.

Diese Potenziale werden derzeit nicht erschlossen, da in der kommunalen Praxis sowie im wissenschaftlichen Diskurs ein unvollständiges Verständnis für die Bewertung der Fläche besteht. So erfolgt eine Bewertung des Bodens i. d. R. nur nach dessen Nutzbarkeit und der damit in Verbindung stehenden direkten Geldwerte des Marktes, z. B. als Ackerfläche (günstig) oder Gewerbe- bzw. Wohngebiet (wertvoll). Hinzu kommt, dass die Festlegung der Nutzbarkeit durch die Aufstellung eines Flächennutzungsplans erfolgt, in welchem (indirekte) soziale oder ökologische Funktionen der Fläche für das Gesamtsystem kaum Berücksichtigung finden. Hierfür fehlt es an ganzheitlichen Abwägungsmechanismen, die eine objektive Werte-Bemessung der Bodenleistungen ermöglichen. Dies wiederum führt dazu, dass kein Verständnis dafür vorhanden ist, weiterführende positive Aspekte des Bodens monetär zu bewerten, wie bspw. dessen Speicherfunktion für Nährstoffe, CO_2 oder Wasser. Im Gegenzug werden auch die Wertverluste durch eine Flächeninanspruchnahme im Sinne einer Gesamtbetrachtung nicht gegengerechnet, bspw. Dünge-/Humus-Verluste bzw. Freisetzung von Treibhausgasen durch die Bebauung bzw. Bewirtschaftung der Fläche.

Ursache hierfür sind fehlende ganzheitliche Informationen und Entscheidungshilfen für die Kommunen zur nachhaltigen Planung der Flächeninanspruchnahme. Hinzu kommen rechtliche Rahmenbedingungen, die diesen konventionellen kurzsichtigen Planungs- und Denkprozess unterstützen. Dadurch werden bei einer geplanten Bebauung einer Fläche i. d. R. nur die direkten monetären Auswirkungen in Betracht gezogen (Steuereinnahmen, direkte Arbeitsplatzeffekte etc.). Ökonomische

Auswirkungen durch positive soziale oder ökologische Funktionen des Bodens bleiben unberücksichtigt.

Mit dem Verbundforschungsvorhaben „Null-Emissions-Gemeinden“ wurden einige Beispiele aufgezeigt, welche diese immensen Potenziale des ländlichen Raums und damit verbundenen positiven Effekte aufgrund seiner großen Verfügbarkeiten an wertvollen Flächen verdeutlichen. Dabei war wesentliches Organisationsziel die Betrachtung der Fläche als ein zusammenhängendes System. Hierbei ist die lokale Situation maßgebend für eine differenzierte Landnutzung. Die Kommune stellt die Organisationsplattform dar, um die Landschaftsentwicklung über konkrete Angebote umzusetzen. Folgende Praxisthemen einer intelligenten Landnutzung lassen sich beispielhaft aufführen, die im Rahmen des Vorhabens betrachtet wurden:

- Kopplung der Daseinsvorsorge an die Landschaft, insbesondere Strom-/Wärmeerzeugung und -bereitstellung, Wasser, Unwetter- und Katastrophenschutz u. a.
- Bauleitpläne an dem Ziel der Null-Emissions-Gemeinde ausrichten und Kompensationsmaßnahmen als produktionsintegrierte Kompensation in Mehrnutzungskonzepten organisieren
- Unterstützung sinnvoller Kaskaden, z. B. regionales Holz zu Biokohle veredeln und über die Tierfütterung (Tiergesundheit, Lachgasemissionen) sowie organische Düngung in die Äcker oder Dauerkulturen einbauen (Kohlenstoffspeicher Boden, Humusaufbau, Aggregatstabilität) zur C-Sequestrierung und als Nährstoffspeicher

Von entscheidender Bedeutung ist hierbei, dass Maßnahmen für mehr Umwelt- und Naturschutz nicht zulasten regionaler Wirtschaftskreisläufe gehen, sondern idealerweise mehr Wertschöpfung und Entwicklungspotenziale für die Region bringen. Dieses Vorgehen erschließt im Ergebnis eine hohe lokale Nachhaltigkeit, Klimaschutz und Preisstabilität in der Energie- und Nährstoffbereitstellung. Die weltpolitischen Preisschwankungen auf den Rohstoffmärkten werden bedeutungslos und durch eine lokale Rohstoffsicherheit und Wertschöpfung ersetzt.

Die oben genannten Beispiele verdeutlichen aber auch, dass solche Projekte umzusetzen v.a. dann leistbar sind, wenn Kommunen das Management dieser Stoffströme eigenständig gestalten können. Eine Erschließung der Potenziale wird dann herausfordernd, wenn die Zuständigkeiten für ein Gut auf unterschiedlichen Verwaltungsebenen organisiert sind. Dies betrifft insbesondere das Handlungsfeld Sekundärrohstoffe.

Grundsätzlich hat das Vorhaben jedoch gezeigt, dass für Kommunen, und insbesondere für solche aus dem ländlichen Raum, große Chancen einer Inwertsetzung ihrer hohen Flächen- bzw. Wertschöpfungspotenzialen bestehen. Diese besitzen Handlungsmöglichkeiten, die Ballungsräumen mit ihren entsprechend begrenzt verfügbaren Flächen nicht zur Verfügung stehen. Der ländliche Raum kann folglich als Dienstleister für die Städte agieren. Gängige Bestrebungen in dieser Richtung betreffen v. a. den Energiesektor. Aber auch für die Handlungsfelder Nährstoffe und Trinkwasser eröffnen sich neue Vorteile, sofern ein systemisches Handeln die begrenzt verfügbaren Flächen effektiv in Wert setzt. Sind für eine Kommune aus dem ländlichen Raum die Potenziale für eine Land-Stadt-Beziehung nicht ausreichend vorhanden, lassen sich durch dezentrale Lösungen für die Ver- und Entsorgung der lokalen Stoffströme dennoch Vorteile gegenüber dem städtischen Raum darstellen, bspw. aufgrund von Potenzialen bei der Trinkwassereinsparung oder Wiederverwendung von gereinigtem Abwasser.

Um diese Potenziale zu erschließen, hat das Verbundforschungsvorhaben „Null-Emissions-Gemeinden“ verdeutlicht, dass künftig ein systemisches Handeln in den Kommunen erforderlich ist.

Dies bringt zwar einige Herausforderungen bei der Umsetzung mit sich, hierzu zählen insbesondere der Wissensaufbau oder eine Umstrukturierung der Aufgaben innerhalb der Verwaltung. Letztlich ergeben sich jedoch langfristige o. g. Entwicklungschancen durch eine gezielte Innovation der Bewirtschaftung der Stoff- und Energiesysteme.

Folglich muss für die Implementierung eines systemischen Ansatzes in das politische und praktische Handeln der Kommunen eben dort gezielt Know-how in den Handlungsfeldern aufgebaut werden. Dies kann einerseits durch eine interne Neuorganisation, aber auch durch den „Einkauf" von Expertise realisiert werden. Hiermit in Verbindung stehende Aufgaben betreffen insbesondere den Kommunikationsprozess (bspw. zum Aufbau bzw. zur Vermittlung von Leitbildern und Zielen oder zur interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen den unterschiedlichen Fachbereichen der Kommune) und die Systemanalyse (insb. Ist- und Potenzial-Analyse sowie Szenarienentwicklung).

Diese Arbeiten ermöglichen es auch zu erkennen, welche der Handlungsfelder den höchsten Handlungsbedarf aufweisen („Prioritätensetzung") bzw. in welchem Handlungsfeld die größten ungenutzten Potenziale bestehen. Hierfür ist insbesondere zwischen den Handlungsfeldern ein Abwägungsprozess notwendig, wofür im Rahmen des Projektes handlungsfeldübergreifende Werkzeuge, Hilfsmittel und Messinstrumente, aber auch konkrete, auf jedes Handlungsfeld zugeschnittene Handlungsstrategien und innovative Projektbeispiele erarbeitet wurden.

Trotz der Versuche, methodische Verfahren und Instrumente für ein möglichst einheitliches und automatisches Verfahren zu entwickeln, bringt jeder Betrachtungsraum ganz individuelle Besonderheiten mit sich (individuelle Stärken, Schwächen, Chancen, Risiken, Akteure, Gefährdungslagen und Potenziale etc.), die für jede Kommune gesondert und mit voller Aufmerksamkeit betrachtet werden müssen. Dementsprechend bedeutet das Verfolgen einer kommunalen Null-Emissions-Strategie konkret zusammengefasst, dass die Kommunen

- dennoch individuelle Ansprüche zur eigenen Zielerreichung formulieren können (quantitativ und qualitativ, beispielsweise hinsichtlich der Ausgestaltung der Oberziele und damit verbundenen Best-Practice-Maßnahmen als Bewertungsmaßstab)
- dennoch eigenständige Interessen in Bezug auf Bedarf bzw. Zugriff auf Flächen und Stoffströme realisieren können (beispielsweise bei der Priorisierung der Maßnahmen bzw. Handlungsfelder)
- erkennen, dass Flächen und Stoffströme ein begrenztes Gut darstellen und gegenwärtig im schlechtesten Fall nur einmal nutzbar sind
- erkennen, dass Konkurrenzen bei der geplanten Flächennutzung und Inanspruchnahme von Stoffströmen auftreten können

Dabei steht im Rahmen eines kontinuierlichen Managementprozesses eine ganzheitliche Betrachtung der Kommune im Vordergrund. Somit

- stehen Handlungsfelder in enger Abhängigkeit und Wechselwirkung mit- und untereinander,
- werden Handlungsfelder systemisch-ganzheitlich betrachtet und
- es ergibt sich eine dementsprechend vernetzte Maßnahmenentwicklung.

Konkurrenzen bzw. Nutzungskonflikte bei Flächen und Stoffströmen sind demnach als Chance zu sehen. Hierzu gehört insbesondere das Identifizieren von Synergien bspw. durch das Implementieren von Mehrnutzungskonzepten und multifunktionaler Flächennutzungen.

Als nächste strategische Schritte für die beiden betrachteten Verbandsgemeinden, aber auch für alle Kommunen, die sich auf dem Weg zu einer Null-Emission-Kommune begeben, werden empfohlen:

- Einholen eines Ratsbeschlusses als politisches Statement und Handlungskatalog für die Verwaltung. Dies geht einher mit der Ergänzung bestehender Beschlüsse um „Null-Emissions-Ziele“ und einer Eingliederung des Null-Emissions-Leitbildes in bestehende und geplante Aktivitäten der Kommune.

- Verstetigung der erzielten Projektergebnisse in den Modellgemeinden durch Unterstützung bei der Umsetzung der entwickelten Handlungsoptionen und Strategien:

    - Gründen einer kommunalen „Null-Emissions-Gesellschaft“, bspw. Weiterentwicklung der Energieagentur Sprendlingen-Gensingen zur „Null-Emissions-Gesellschaft“. Dies erfordert zugleich eine enge Vernetzung zwischen Kommunalverwaltung und Projektgesellschaft sowie die Ausweitung bisheriger kommunaler Beteiligungsgesellschaften

    - Aufbau alternativer Finanzierungsmechanismen zur Ausgestaltung von Bürgerbeteiligung, bspw. „Zukunftskapital Null-Emissions-Gemeinde“ und zur Projektfinanzierung unter Berücksichtigung regionaler Wertschöpfungseffekte

    - Nutzung der Null-Emissions-Bewertungsmethodik bei zukünftigen Entscheidungsprozessen

    - Einführung eines Controllings zur Bewertung und Analyse des Null-Emissions-Status

Wie oben beschrieben, ist eine Übertragbarkeit der Lösungsansätze bzw. Produkte auf andere Nutzer gegeben. Dennoch besteht weiterhin die Herausforderung, das entwickelte Managementverfahren „Null-Emission“ ohne Expertenwissen bzw. einer Schulung der kommunalen Entscheider in kommunales Handeln zu implementieren. Die praktische Anwendung scheitert einerseits daran, dass die Ergebnisse primär an die Wissenschaft und nicht an die direkten Anwender adressiert sind, und somit diese noch an die reale Situation angepasst werden müssen. Andererseits ist der Bezug einzelner Lösungsansätze zu den Zielen des nachhaltigen Landmanagements nicht immer direkt erkennbar für die kommunalen Akteure.

Somit ist weiterhin von einem Mangel an Transformation der im Rahmen des Vorhabens „Null-Emissions-Gemeinden“ entwickelten Produkte, aber auch der weiteren theoretischen Lösungsansätze aus FONA bzw. des Nachhaltigen Landmanagements, in praxisgerechte Aufgabenstellungen für Entscheider und Umsetzer auszugehen. Erst wenn eine solche Transformation vollzogen ist, können im gewünschten Umsetzungsprozess weitere Hemmnisse aus der Praxis identifiziert und pragmatische Lösungen gemeinsam mit den Praktikern entworfen werden.

Es wird daher als grundsätzliche bundespolitische Handlungsstrategie empfohlen, die Verfügbarkeit von (Handlungs-)Wissen herzustellen und in der Praxis zu platzieren. Dies könnte erfolgen, indem die Lösungsansätze bzw. Produkte des Nachhaltigen Landmanagements über ein spezielles, bundesweit angebotenes mehrtägiges Informations- und Weiterbildungsformat den Endnutzern (v. a. Kommunen und Planern) unmittelbar verfügbar gemacht und somit eine Anwendung in der Praxis gefördert werden. Dabei sollten in Hinblick auf die Herausforderungen einer nachhaltigen Entwicklung der Kommunen über Veranstaltungen mit Schlüsselakteuren die unterschiedlichsten Handlungsfelder ange-

sprochen werden, die zentrale Tätigkeitsfelder einer nachhaltigen Kommunalentwicklung sind. Dies sind entsprechend der Aufgabenstellung des Vorhabens „Null-Emissions-Gemeinden“ bspw. die Handlungsfelder Wasser, Sekundärrohstoffe, Energie und Kulturlandschaft („systemischer Ansatz“).

Dadurch könnte ein wichtiger Beitrag erbracht werden, den Akteuren aus der Praxis (die „Umsetzer“) die Ergebnisse aus der Forschung umfassend und dennoch kompakt näher zu bringen. Durch diesen Anwendungsbezug kann die wissenschaftliche Seite andererseits zugleich eine „ehrliche“ Rückmeldung aus dem realen Alltag erhalten und entsprechende Rückschlüsse zur weiteren Handhabung „ihrer Produkte“ ziehen.

Weitere grundsätzliche Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem Gesamtvorhaben lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Es wurde ein methodischer Ablauf für die Einführung und Umsetzung einer Null-Emissions-Strategie in Kommunen entwickelt. Durch die Mitwirkung der Landmanager aus den beiden Modellkommunen konnte stets eine Rückkopplung der Ergebnisse mit der Praxis erfolgen.

- Eine handlungsfeldübergreifende Gesamtbewertung der Effekte, beispielsweise ausgelöst durch die Implementierung eines Null-Emissions-Managements, konnte nur teilweise erbracht werden. Ursache hierfür ist insbesondere, dass Aussagen aus den einzelnen Handlungsfeldern sich nur in den wenigsten Fällen auf eine gemeinsame Messgröße ableiten lassen. Ein ganzheitliches Instrument zur Messung von Nachhaltigkeit in Bezug auf die Flächennutzung ist folglich noch nicht verfügbar.

- Über das Vorhaben konnten Vorgehensweisen für den Partizipationsprozess verbessert werden. Insbesondere das Instrument der „Zukunftswerkstatt“ konnte während der Projektlaufzeit methodisch so optimiert werden, dass im Ergebnis Visionen, Handlungsschwerpunkte und konkrete Maßnahmen für strategische kommunale Entwicklungsplanungen erarbeitet werden.

- Für die Festlegung einer inhaltlichen Ausrichtung der Null-Emissions-Strategie lassen sich Aufgaben auch für nicht-kommunale Stakeholder darstellen, z. B. Vertreter eines „Lokale-Agenda-Prozess“. Beispielsweise können diese an der kommunalspezifischen Definition der Oberziele, Restriktionen für die Objektiv-Potenziale (z. B. „No-Gos“ aufzeigen) oder Maßnahmen-Priorisierung mitwirken. Im Rahmen eines solchen Partizipationsprozesses werden diese zugleich für zukünftige kommunale Herausforderungen sensibilisiert.

- Wissenschaftliche Idealvorstellungen bei der Entwicklung komplexer interdisziplinärer Projekte des nachhaltigen Landmanagements stoßen häufig an ihre Grenzen, wenn eine Auseinandersetzung mit den realen Gegebenheiten in der Kommune erfolgt. Das heißt je komplexer ein Vorhaben ist, desto mehr Rahmenbedingungen müssen beachtet und koordiniert werden. Dies sind insbesondere bestehende Vertragslaufzeiten, aber auch wechselnde rechtliche Rahmenbedingungen oder negative Erfahrungen der Bevölkerung mit früheren (gescheiterten) Projekten. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit, ganzheitlicher, querschnittsorientierter und systemischer Instrumente – wie dem Stoffstrommanagement – eine besondere Bedeutung beizumessen.

- Kommunen können mir ihrer herkömmlichen Verwaltungsstruktur bzw. aufgrund anderer Ansprüche an die Qualifikation der Mitarbeiter nicht umfassend gewährleisten, innovative und systemisch vernetzte Prozesse zu steuern. Dies verdeutlicht die Notwendigkeit, eine Landmanagerstelle möglichst mit Stabstellenfunktion zu schaffen. Insbesondere das Beispiel der VG Sprendlingen-Gensingen verdeutlicht, dass die Einbindung einer solchen Personalstelle über eine lokale Energieagentur eine sinnvolle und effiziente Lösung darstellt. Darüber hinaus dürfte es auch sinnvoll sein, wechselnde Partnerschaften externer Experten zuzulassen, um einer „Betriebsblindheit" entgegenzuwirken, oder auf eine starke Vernetzung der unterschiedlichen relevanten Fachressorts o. ä. in der Kommune hinzuwirken. Aber auch interkommunale Kooperationen können hier hilfreich sein, da die Betrachtung bestimmter Stoffströme und ihrer Potenziale, insbesondere im Handlungsfeld Sekundärrohstoffe, erst ab einer bestimmten Größenordnung Sinn macht.

- Die Einrichtung einer Landmanagerstelle als rein organisatorische Schnittstelle zwischen Fachbereichen o. ä. ist nicht ausreichend. Vielmehr ist ein aktives Zusammenbringen der unterschiedlichsten Entscheidungsträger der Kommunen notwendig. Zudem muss die Landmanagerstelle die Entscheidungsträger regelmäßig in einen Austausch mit wissenschaftlichen Akteuren bringen, damit stetig neue Impulse von außen eingebracht werden.

Um ein Verständnis für die Herausforderungen aktueller Flächeninanspruchnahmen in der Kommune zu erreichen, müssen zur Bewusstseinsbildung die langfristigen Auswirkungen derzeitiger Nutzungsformen stetig visualisiert werden. Dies erfordert als Grundlage den Aufbau einer umfassenden Datenbank, in der (möglichst GIS-basiert) aktuelle Daten einer umfassenden Ist-Analyse erfasst und bei bestehen längerfristiger Datenreihen (negative oder positive) Veränderungen oder Stagnationen herausgelesen werden können. Für die Umsetzung müssen durch die Führungsebene (Bürgermeister) entsprechende Rahmenbedingungen geschaffen werden, z. B. Legitimationen, Dienstanweisungen oder Beschlüsse zur Erstellung von Konzepten, welche die Herausforderungen der aktuellen Flächennutzung dokumentieren (Ist-Analyse) und systemische Lösungsmöglichkeiten für ein nachhaltiges Landmanagement aufzeigen (Soll-Zustand, Maßnahmen).

II.2 Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die Ausgaben- und Finanzierungsplanung der Hochschule Trier mit Angaben zu den relevanten Ausgabenpositionen gilt als vertraulich und wurde gesondert eingereicht.

II.3 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Das Projekt betrachtete ein Thema, mit dem sich bundesweit Kommunen derzeit intensiv befassen: Wie gestalten wir nachhaltig unsere Energiewende in Deutschland und wie kann dies vor dem Hintergrund begrenzter Flächenpotenziale langfristig unter Berücksichtigung unterschiedlichster Flächennutzungsinteressen durch die Kommunen gesteuert werden.

Folglich wurde nicht nur die mögliche Flächeninanspruchnahme durch den Bau von Energieanlagen und -pflanzen im Rahmen der Energiewende in Augenschein genommen, sondern im Sinne einer langfristigen strategischen Planung auch weitere kommunale Ressourcen untersucht (Potenziale im Bereich Wasser, Sekundärrohstoffe, Kulturlandschaft), bei denen zukünftig mit verstärkten Handlungsbedarfen zu rechnen ist (Nährstoffverluste durch Erosion, Verknappung der Rohstoffverfügbarkeiten, Verlust von Biodiversität). Dieses handlungsfeldübergreifende und somit systemische Denken wird zukünftig für ein verantwortungsvolles kommunales Handeln immer mehr von Bedeutung sein.

Den von Seiten der Hochschule Trier beteiligten In-Institute, das Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS, Verbundkoordinator und Leiter von drei Teilprojekten), das Institut für Softwaresysteme (ISS, Unterstützung bei der GIS-basierten Darstellung von Potenzialen) und das Zentrum für Umweltkommunikation am Umwelt-Campus (ZUKUC), steht keine Grundfinanzierung zur Deckung des Personalaufwands, der Sach- und Reisekosten für das Vorhaben zur Verfügung. Somit war eine Finanzierung der Projektaktivitäten (Personalmittel, Sachmittel und Reisekosten) erforderlich. Die Forschungsarbeiten im Bereich des Nachhaltigen Landmanagements haben im Rahmen der Förderung auch keine Zuwendungen von Dritten ermöglicht, Einnahmen konnten ebenfalls nicht generiert werden. Aus wirtschaftlicher wie auch aus wissenschaftlich-technischer Sicht wäre die Projektbearbeitung für die Hochschule Trier ohne eine Zuwendung seitens des Bundesministeriums für Bildung und Forschung nicht darstellbar gewesen.

II.4 Nutzen und Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans

II.4.1 Wirtschaftliche Erfolge

Eine wirtschaftliche Verwertung der Ergebnisse durch die Hochschule Trier war nicht vorgesehen. Jedoch wurden die Erfahrungen, die sich aus der Durchführung der „Zukunftswerkstatt“ zur Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger an der Gestaltung einer Vision für die Kommune und Ableitung von Maßnahmen ergaben, seitdem methodisch weiterentwickelt und anderen Einrichtungen (Kommunen, Verbänden u. ä.) als wirtschaftliche Leistung angeboten (zuletzt bspw. der Stadt Dormagen im Rahmen des Wettbewerbs Zukunftsstadt).

Darüber hinaus konnte das Dienstleistungsportfolio für die strategisch-konzeptionellen Praxisprojekte des IfaS verbessert werden. Konkret erfolgte eine Optimierung der Tätigkeiten aufgrund der Erkenntnisse aus dem NEG-Vorhaben bei der Erstellung von Klimaschutz- und Quartierskonzepten, der Implementierung von Null-Emissions- und Smart-Villages-Strategien (BioEnergie-Dörfer) oder der Verbreitung von innovativen Finanzierungsinstrumente (vgl. II.1.6.2), bspw. im Rahmen von Land(auf)Schwung „Zukunftskapital Neunkirchen“.

Eine volkswirtschaftliche Verwertung durch Dritte im Sinne eines ressourcenschonenderen Landmanagements erfolgt auf der Grundlage der Projektergebnisse durch die beiden beteiligten Kommunen Sprendlingen-Gensingen und Rockenhausen.

Aus dem Projekt heraus wurden keine Patente angemeldet und keine Investitionen getätigt, die wirtschaftlichen Ertrag versprechen. Die Hochschule Trier erhebt keine wirtschaftlichen Ansprüche an die Nutzer der Ergebnisse. Alle Veröffentlichungen werden kostenfrei über die Projekthomepage (auch nach Projektabschluss) bereitgestellt.

II.4.2 Wissenschaftliche Erfolge

Grundsätzlich wurde das Instrument des kommunalen Stoffstrommanagements und die gleichzeitige Implementierung des Managementansatzes „Null-Emission“, hinsichtlich seiner Anwendbarkeit in der kommunalen Praxis, erfolgreich geprüft.

In beiden kommunalen Praxisbeispielen Sprendlingen-Gensingen und Rockenhausen wurden in der Folge erfolgreich Projekte initiiert und die Mitarbeiter der Verwaltung für eine systemische Herangehensweise bei der Planung kommunaler Flächen sensibilisiert. Dabei wurde aber auch deutlich, dass dies umso besser erfolgt, wenn ein zentraler „Treiber“, bspw. der Bürgermeister mit seinen Amtsleitern, die Prozesse vorantreibt. Neben der politischen Willensbekundung, den Null-Emissions-Ansatz in das alltägliche kommunale Handeln zu implementieren, müssen auch die Formulierung eines kommunalen Null-Emissions-Leitbildes sowie das Festlegen von Handlungsfeldern und konkreter Ziele erfolgen. Dies schafft letztlich die notwendige politische Verbindlichkeit, um die weitere Arbeitsschritte durchführen zu können. In der VG Sprendlingen-Gensingen konnte dies bereits im Projektverlauf sehr erfolgreich realisiert werden.

Genannt werden kann an dieser Stelle zudem noch die Teilnahme von IfaS-Mitarbeitern als Experte an dem Projekt zur „Entwicklung eines standardisierten Instrumentenansatzes zu Bilanzierung, Potenzialermittlung und Szenarienentwicklung (Klimaschutz-Planer)“. Bei dem durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit geförderten Projekt, ausgeführt durch ifeu, Klima-Bündnis e.V., IdE gGmbH in der Zeit von Mai 2012 bis April 2016, konnten insbesondere Methoden zur Potenzialabbildung eingebracht werden. Speziell aus dem Handlungsfeld Kulturlandschaft wurden von Seiten des NEG-Projektes heraus Stellungnahmen für das Projekt des BMUB verfasst.

II.4.3 Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Ziel des Gesamtprojektes war es, in den beiden Verbandsgemeinden Sprendlingen-Gensingen und Rockenhausen den Null-Emissions-Ansatz als strategisches kommunales Managementinstrument zu implementieren sowie konkrete Projekte des Nachhaltigen Landmanagements zu entwickeln. Dadurch sollte eine grundlegende Reorganisation und systematische Innovation der Bewirtschaftung der Stoff- und Energiesysteme erfolgen.

Die in diesem Zusammenhang gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen es zukünftig den Verbundpartnern, verbessert querschnittsorientierte Themen und Projekte des kommunalen Stoffstrommanagements anzubieten. Mit der großen Angebotsbandbreite können nun gezielt die spezifischen Gegebenheiten vor Ort betrachtet und systemisch Maßnahmen des nachhaltigen Landmanagements entwickelt werden. Dies betrifft sowohl die konkrete Ausarbeitung einer Maßnahme als auch das

Anbieten begleitender Instrumente, die den Umsetzungsprozess fördern. Die nachstehende auszugsweise Auflistung soll die aus dem Vorhaben weiterentwickelten Angebote der Hochschule Trier verdeutlichen:

- Empfehlungen für den Aufbau der Organisationsstrukturen auf der kommunalen Verwaltungsebene
- Zukunftswerkstatt als Instrument zur Definition einer Null-Emissions-Vision für die Kommune und Ableitung konkreter Maßnahmen
- Arbeitsvorlagen für das Erstellen von Presseserien für die Lokalzeitung oder Amtsblätter („Einfache“ Ansprache von regionalen Akteuren)
- Vermittlung der methodischen Arbeitsschritte einer Stoffstromanalyse; inkl. indikatorenbasierte Bewertung von Lösungsansätzen und Maßnahmen als Entscheidungsgrundlage für Entscheidungsträger und zur Wirkungsabschätzung
- Prozessempfehlungen und Projektbeispiele aus dem Leitfaden Null-Emissions-Gemeinden „Auf dem Weg zur Null-Emissions-Kommune“
- Nutzung von GIS-Werkzeugen insbesondere für die Ist-Analyse und zur Visualisierung von Potenzialen und Flächenkonkurrenzen
- Regionale Wertschöpfungs-Berechnungsmodelle für einzelne Teilbereiche
- Finanzierungsinstrumente für eine Null-Emissions-Kommune
- Next-Practice-Projekte als Anschauungsbeispiel, z. B. zur C-Speicherung im Boden mittels Biokohle-Substrat, zur Umsetzung eines integrierten Energie- und Landnutzungskonzeptes oder zur Kombination von Maßnahmen zum Erosionsschutz und Minderung der Hochwassergefährdung

II.5 Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Im Laufe des Vorhabens wurden insbesondere Ergebnisse sowie Projektansätze aus den Vorhaben der Fördermaßnahme „Nachhaltiges Landmanagement“ auf eine mögliche Einbindung in das NEG-Vorhaben geprüft. Thematische Schnittstellen ergaben sich in einer Vielzahl von Projekten (bspw. ELaN, LaTerra, Re-Pro), konkrete Ergebnisse aus den Vorhaben sind jedoch nicht übernommen worden. Vielmehr erfolgte ein wissenschaftlicher Austausch zu einzelnen Themen (bspw. Bewässerung mit gereinigtem Abwasser, Auswahl und Bewertung geeigneter Indikatoren zum nachhaltigen Landmanagement) mit einzelnen Institutionen der Verbundvorhaben.

II.6 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses

Während des Vorhabens wurden verschiedene wissenschaftliche Arbeiten und Publikationen angefertigt. Die Veröffentlichung von Projektarbeiten und -ergebnissen erfolgte über die Präsentation auf Veranstaltungen (Tagungen, Sitzungen, Konferenzen). Das Publikum betraf sowohl die Wissenschaft als auch Akteure vor Ort in den Verbandsgemeinden (Verwaltung, Politik, Planung, Akteure der jeweiligen Handlungsfelder).

Über die Projekthomepage www.null-emissions-gemeinden.de wurden neben generelle Informationen zu dem Vorhaben auch Veröffentlichungen (z. B. Ergebnisberichte, Projektskizzen einzelner Next-Practice-Projekte als Impulsgeber, Präsentationen im Nachgang von Veranstaltungen) verbreitet. Im Rahmen der Beantragung „Roadshow Nachhaltigkeit“ beim BMBF ist geplant, die Homepage von Seiten des IfaS für weitere 2,5 Jahre verfügbar zu halten. Alternativ werden alle Unterlagen über die

Homepage des IfaS (www.stoffstrom.org) zugänglich gemacht. Grundsätzlich stehen die Mitarbeiter des IfaS für Rückfragen oder Informationen zu dem Projekt gerne zur Verfügung. Hinzu kommt die Erstellung mehrerer Leitfäden während der Projektlaufzeit, in denen umfangreiche Erkenntnisse aus den Arbeiten des NEG-Vorhabens eingeflossen sind:

- „Regionale Wertschöpfung durch erneuerbare Energien – Handlungsstrategien für Landkriese zur Initiierung einer regionalen Kreislaufwirtschaft“; Hrsg.: Deutscher Landkreistag, Berlin
- „Bioenergiedörfer - Leitfaden für eine praxisnahe Umsetzung“; Hrsg.: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Gülzow
- „Produktionsintegrierter Naturschutz mit nachwachsenden Rohstoffen - Leitfaden für die Praxis“; Hrsg.: Natur und Text, Rangsdorf
- „Interkommunale Kooperation als Schlüssel zur Energiewende – Erfolgsfaktoren und Handlungsempfehlungen für Kommunen“; Hrsg.: DUH/IfaS gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Radolfzell/Neubrücke (Nahe)

Darüber hinaus erfolgte eine umfangreiche Veröffentlichung wissenschaftlicher Arbeiten im Handlungsfeld Kulturlandschaft. Diese wurden durch den Teilprojektleiter Dipl.-Ing. Agr. Frank Wagener im Zusammenwirken mit den jeweiligen Universitäten betreut bzw. thematisch abgestimmt und durchgeführt.

Hochschule Trier, Bachelorarbeit, Prof. Dr. Peter Heck:

- Meiser L. (2014): Abschätzung regionaler Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte in der Landwirtschaft am Beispiel des Landwirtschafts- und Weinbaubetriebs „Hofgut Geil“ in der VG Sprendlingen-Gensingen

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Bachelorarbeiten bei Prof. Dr. Ralf Pude abgeschlossen:

- Kipp M. (2012): Einfluss von Kurzumtriebsplantagen auf die Wildtierbiologie und das Aufkommen an Wildschäden.
- Haase T. (2013): Entwicklungsverlauf von schnellwachsenden Baumarten nach Ausbringung von Terra Pretasubstraten.
- Grüner E. L. (2013): Nachhaltigkeitsanalyse von mehrjährigen und annuellen Energiepflanzen.
- Wehrle R. (2014): Der Einfluss von Terrapretasubstrat auf das ober- und unterirdische Wachstum von Pappeln im ersten Umtrieb.

Universität Bonn, Dissertation bei Prof. Dr. Ralf Pude und Prof. Dr. Wulf Amelung:

- Glisczynski v. F. (NN): Biochar-compost substrates in perennial land-use systems.

Dazu angefertigte Publikationen:

- Glisczynski v. F., Pude R., Amelung W., Sandhage-Hofmann A. (2016): Biochar-compost substrates in short-rotation coppice: Effects on soil and trees in a three-year field experiment. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 000, 1-10.
- Glisczynski v. F., Sandhage-Hofmann A., Pude R., Amelung W. (2016): Biochar-compost substrates do not promote growth and fruit quality of a replanted German apple orchard with fertile Haplic Luvicsol soils. Scientia Horticulturae 213, 110–114.

- Glisczynski v. F., Pude R., Amelung W., Sandhage-Hofmann A. (NN): Biochar-compost substrates in short rotation coppice: Impacts on soil organic carbon pools three-year field experiment. In Bearbeitung.

TU Kaiserslautern, Diplomarbeiten, Prof. Dr.-Ing. Karl Ziegler:

- Rübel C. (2014): Kommunale Bauleitplanung zur Umsetzung des Leitbildes der Null-Emissions-Region bei der baulichen Innenentwicklung – dargestellt an der Modellkommune VG Sprendlingen-Gensingen.

Justus-Liebig-Universität Gießen, Masterthesis, Prof. Dr. Siegfried Bauer:

- Wagner L. (2014): Entwicklung eines integrierten Ökokontos am Beispiel der VG Sprendlingen - Gensingen.

Weitere Publikationen, in denen Ergebnisse aus dem Verbundvorhaben eingeflossen sind:

- Wagener F. (2011): Nachwachsende Rohstoffe als Bestandteil innovativer Natur- und Gewässerschutzkonzepte. In Seminarband Wirkung und Folgen der Nutzung von Biomasse zur Biogasgewinnung auf Böden und Gewässer, 12. - 13. Oktober 2011 in Suderburg, DWA Landesverband Nord (Hrsg.), 7 S.
  [http://dwa-nord.de/]
- Heck P., Böhmer J., Müller M., Wagener F. (2012): Die Rolle der Biomasse bei der regionalen Energiewende. In: 12. Biomasse-Tagung, Die Rolle der Biomasse bei der regionalen Energiewende, Tagungsband, Neubrücke (Nahe), 2-5.
  [http://www.stoffstrom.org/veranstaltungen/biomasse-tagung-2012/]
- Glemnitz M., Platen R., Krechel R., Konrad J., Wagener F. (2013): Can short-rotation coppice strips compensate structural deficits in agrarian landscapes? In: Aspects of Applied Biology 118, Environmental management on farmland, 153-161.
- Glisczynski von F., Sandhage-Hofmann A., Wagener F., Pude R. (2013): Optimierung des Anbaus mehrjähriger Energiepflanzen durch „Terra-Petra"-Einsatz? In: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften (Hrsg.) Band 25. Verlag Liddy Halm, Göttingen, 92–93.
- Heck P., Böhmer J., Wagener F., Wangert S. (2013): Biomasse als systemischer Dienstleister. In: 13. Biomasse-Tagung, Biomasse als systemischer Dienstleister, Tagungsband, Neubrücke (Nahe), 2-9.
  [http://www.stoffstrom.org/veranstaltungen/biomasse-tagung-2013/]
- Wagener F., Heck P., Böhmer J. (2013): Vielfältiger, extensiver Energiepflanzenanbau als Kompensationsmaßnahme – Ergebnisse aus drei Jahren Praxisforschung. In: 13. Biomasse-Tagung, Biomasse als systemischer Dienstleister, Tagungsband, Neubrücke (Nahe), 15-19.
  [http://www.stoffstrom.org/veranstaltungen/biomasse-tagung-2013/]
- Wagener F. (2013): Perspektive Stoffstrommanagement auf Chancen und Grenzen von Agrarholz als Kompensationsmaßnahme. In Tagungsbericht Dresdner Planergespräche: Reparieren-Steuern-Gestalten? Eingriffsregelung in der Energiewende - wissenschaftliche Arbeitstagung 22.06.2012, TU Dresden: Lehr- und Forschungsgebiet Landschaftsplanung(Hrsg.), 75-90.
  [http://www.tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_architektur/ila/lp/planergespraeche/publikation_tagungsbaende/Publikationsliste]

- Wagener F. (2013): Kultur für unsere Landschaften - Kombination von Biomasse und Gewässerschutz. In: AMZ 85 – Argumente und Materialien zum Zeitgeschehen: Energie aus Biomasse – Ethik und Praxis, Hanns-Seidel-Stiftung e.V. (Hrsg.), München, 29-38. [http://www.hss.de/mediathek/publikationen.html]
- Böhmer J., Wagener F. (2014): Chancen und Herausforderungen der Bioenergienutzung. In: Gülzower Fachgespräche Band 46, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (Hrsg.), Gülzow, 159-172. [http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/g/f/gfg_band_46_kongress_bioenergiedoerfer_2014.pdf]
- Heck P., Anton T., Böhmer J., Huwig P., Meisberger J., Pietz C., Reis A., Schierz S., Synwoldt C., Wagener F., Wangert S. (2014): Bioenergiedörfer - Leitfaden für eine praxisnahe Umsetzung. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Hrsg.), Gülzow, 172 S. [http://mediathek.fnr.de/leitfaden-bioenergiedorfer.html]
- Wagener F., Böhmer J., Heck P. (2014): Kompensation mit Energiepflanzen? In: LandInForm 1/2014, Bonn, 48-49. [http://www.land-inform.de/]
- Wagener F., Böhmer J., Wangert S. (2015): Aktivierung landwirtschaftlicher Betriebe für den Ausbau multifunktionaler Agrarlandschaften – Fallbeispiele aus der Agrarstruktur verschiedener Landschaften in Deutschland. In: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften (Hrsg.) Band 27. Verlag Liddy Halm, Göttingen. 95-96.
- Wagener F., Böhmer J., Heck P. (2016): Produktionsintegrierter Naturschutz mit nachwachsenden Rohstoffen - Leitfaden für die Praxis. Natur und Text, Rangsdorf. 112 S.
- Wagener F., Böhmer J., Heck P. (2016 i.D.): Multifunktionale Landnutzungskonzepte. In: Deutsche Landeskulturgesellschaft (Hrsg.): Flächenkonkurrenz entschärfen. Schriftenreihe der Deutschen Landeskulturgesellschaft 14/2016: 15 S.
- Wagener F., Böhmer J., Heck P. (2017 i.V.): Multifunktionale Landnutzungskonzepte. In: Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.): Schule und Beratung - Fachinformationen aus der Landwirtschaftsverwaltung in Bayern 11/12/2016, 15 S.

Aus dem Teilprojekt „Rechtliche Rahmenbedingungen“ sind durch Prof. Dr. Stephan Tomerius folgende Veröffentlichungen entstanden:

- Tomerius, S.: Der Anschluss- und Benutzungszwang für kommunale Nah- und Fernwärmesysteme, Aktuelle rechtliche Vorgaben und Ausgestaltungsmöglichkeiten, erschienen in ER EnergieRecht, Ausgabe 02/2013, S. 61 - 68.
- Funk, A.; Tomerius, S.: Aktuelle Ansatzpunkte umwelt- und klimaschützender Beschaffung in Kommunen - Überblick und Wege im Dschungel des Vergaberechtes, erschienen in KommJur 2016, Teil 1 in Heft 1
- Funk, A.; Tomerius, S.: Aktuelle Ansatzpunkte umwelt- und klimaschützender Beschaffung in Kommunen - Überblick und Wege im Dschungel des Vergaberechtes, erschienen in KommJur 2016, Teil 2 in Heft 2

Quellenverzeichnis

ABFALLBILANZ 2012	Abfallbilanz 2012 Deutschland
AEE 2010	Agentur für Erneuerbare Energien e.V. (Hrsg.): Erneuerbare Energien 2020 Potenzialatlas Deutschland, online unter: https://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/319.Potenzialatlas_2_Auflage_Online.pdf, Berlin, 2010
AK UGRDL 2013	Arbeitskreis Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder: Umweltökonomische Gesamtrechnung der Länder – Band 1 Indikatoren und Kennzahlen, 2013
AWB MAINZ-BINGEN 2012	Abfallwirtschaftsbetrieb Landkreis Mainz-Bingen: Abfallbilanz Landkreis Mainz-Bingen; übermittelt in Rücksprache mit Fr. Selle/Hr. Helmus (AWB Mainz-Bingen), April 2012
BA 2011	Bundesagentur für Arbeit: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Bruttoinlandsprodukt: Einzelansicht. Online unter: http://www.statistik.rlp.de/wirtschaft/volkswirtschaftliche-gesamtrechnungen/einzelansicht/archive/2011/september/article/verfuegbares-einkommen-2009-leicht-gesunken/, 2011
BA 2013A	Bundesagentur für Arbeit: Bundesagentur für Arbeit. Zeitauswahl der Übersicht für: Mainz - Bingen: Juni 2013. Online unter: http://statistik.arbeitsagentur.de/Navigation/Statistik/Statistik-nach-Regionen/Politische-Gebietsstruktur/Rheinland-Pfalz/Mainz-Bingen-Nav.html?year_month=201306, 2013
BACCINI ET AL. 1996	Baccini P., Bader, H.: Regionaler Stoffhaushalt. Erfassung, Bewertung und Steuerung, 1996
BAFA 2011	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA): Energieeffizienz in Europa, URL: http://www.bafa.de, Zugriff 08.08.2011.
BAFA 2013	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA): Heizen mit Erneuerbaren Energien, URL: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/, Zugriff 18.03.2013.
BECKMANN 2015	Beckmann, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, 78. EL, Stand: Dezember 2015, § 9 KrWG Rn 6, 16 f.
BENSON 2012	Benson L., Baustoffüberwachungsverein Kies, Sand und Splitt, Hessen – Rheinland-Pfalz e.V.: Qualitätssicherung von Recycling-Baustoffen. Fachtagung Bauabfall, 13. November 2012; online unter http://www.sam-rlp.de/fileadmin/pdf/tagung_bauabfall_2012/Benson-Qualitaetssicherung_2012-11-13.pdf, 2012
BEUTHIEN 2011A	Beuthien, Genossenschaftsgesetz, 15. Aufl. 2011, § 1 Rn. 11
BEUTHIEN 2011B	Beuthien, Genossenschaftsgesetz, 15. Aufl. 2011, § 1 Rn. 13
BEUTHIEN 2011C	Beuthien, Genossenschaftsgesetz, 15. Aufl. 2011, § 1 Rn. 28
BGR 2013	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe: Phosphat - Mineralischer Rohstoff und unverzichtbarer Nährstoff für die Ernährungssicherheit weltweit, 2013
BIELETZKE 1998	Bieletzke, S.: Simulation der Ökobilanz: modelltheoretische Analyse ökonomischer und ökologischer Auswirkungen, Diss., Münster, 1998

BMEL 2013	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2013, BLE, Münster Hiltrup, 2013
BMELV ET AL. 2009	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Johann Heinrich von Thünen-Intsitut (Hrsg.): Aktiver Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel – Beiträge der Agrar- und Forstwirtschaft, Fachtagung 15./16. Juni 2009, Braunschweig, 2009
BMU 2010	Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau Erneuerbarer Energien in Deutschland – Leitstudie 2010
BMVI 2015	BMVI (Hrsg.): Räumlich differenzierte Flächenpotentiale für erneuerbare Energien in Deutschland. BMVI-Online-Publikation 08/2015
BÖHMER 2012 ET AL.	Böhmer J., Fritz R., Kuhn D., Lentes P., Ostermann G., Sandhage-Hofmann A., Sutterer N., Wagener F.: Ergebnisse der Ist-Analyse im Teilprojekt 6: Kulturlandschaftsmanagement. Umwelt-Campus Birkenfeld, 2012
BOLTE ET AL. 2009	Bolte A., Eisenhauer D.-R., et al.: Klimawandel und Forstwirtschaft – Übereinstimmungen und Unterschiede bei der Einschätzung der Anpassungsnotwendigkeiten und Anpassungsstrategien der Bundesländer, in: Landbauforschung - vTI Agriculture and Forestry Research, 2009
BUDELL 2012	übermittelt durch Georg Budell via E-Mail am 14.06.2012, Landwirtschaftliche Betriebsdatenbank
CLIMATE DATA	http://de.climate-data.org/location/163064/, letzter Zugriff: 2011
DATASCOUT RLP	http://www.datascout.rlp.de/servlet/is/Grantee..login/?aspect=doLogin
DESTATIS 2012A	Destatis, Statistisches Bundesamt: Bauen und Wohnen. Baugenehmigungen/Baufertigstellungen. Lange Reihe z.T. ab 1949. Wiesbaden; online unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bauen/BautaetigkeitWohnungsbau/BaugenehmigungenBaufertigstellungenPDF_5311101.pdf?__blob=publicationFile (23.08.12)
DESTATIS 2012B	Destatis, Statistisches Bundesamt: Laufende Wirtschaftsrechnungen Ausstattung privater Haushalte mit ausgewählten Gebrauchsgütern 2011. In: Fachserie 15 Reihe 2. Wiesbaden; online unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/EinkommenKonsumLebensbedingungen/LfdWirtschaftsrechnungen/AusstattungprivaterHaushalte2150200117004.pdf?__blob=publicationFile (11.07.12)
DIEFENBACH ET AL. 2002	Diefenbach N., Enseling A., Werner P.: Null-Emissions-Stadt: Sondierungsstudie im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, online unter: http://www.iwu.de/fileadmin/user_upload/dateien/wohnen/zec/zec_endfassung.pdf, Darmstadt, 2002
DIGITALGLOBE, GEOBASIS-DE/BKG, GEOCONTENT, KARTENDATEN © 2016 GEOBASIS-DE/BKG ©2009, GOOGLE	https://www.google.de/maps/place/67806+Rockenhausen/@49.6390948,7.8229825,367m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x47961ade4366103b:0x8ea6dc1df3c67dc5!8m2!3d49.6311747!4d7.8215535?hl=de
KVR 2012	KVR-Richtlinien 2012: Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien), 8. Überarbeitete Auflage, DWA
ATV-DVWK-A 198	ATV-DVWK-A 198: Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen, DWA, 2003
DWA-M 368	DWA-M 368: Biologische Stabilisierung von Klärschlamm, DWA, 2014

ENVAC 2014	persönlich mitgeteilt durch Johan Ilis, Envac, am 02.04.14
ENGELHARDT 2013	Engelhardt, A.W. (2013), Der textile Weltmarkt 2012, Speicher: The Fiber Year GmbH, 2013
EWI ET AL. 2010	EWI, GWS, Prognos (Hsrg): Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung, Anhang 1 A, 2010
FANDRICH 2012A	Pöhlmann/Fandrich/Bloehs, GenG, 4. Aufl. 2012, § 1 Rn. 6; Beuthien, Genossenschaftsgesetz, 5. Aufl. 2011, § 1 Rn. 6 11
FANDRICH 2012B	Pöhlmann/Fandrich/Bloehs, GenG, 4. Aufl. 2012, § 1 Rn. 6; Beuthien, Genossenschaftsgesetz, 5. Aufl. 2011, § 1 Rn. 13
FANDRICH 2012C	Pöhlmann/Fandrich/Bloehs, GenG, 4. Aufl. 2012, § 1 Rn. 6; Beuthien, Genossenschaftsgesetz, 5. Aufl. 2011, § 1 Rn. 28
FEHRENBACH 2004	Fehrenbach H.: Ökologische Bewertung der Klärschlammentsorgung: Aktualisierung und Erweiterung bisheriger Studien, online unter: https://www.ifeu.de/abfallwirtschaft/pdf/SkriptLCAAachener%20Klaerschlammsymposium.pdf, 2004
FLESSA 2009	Flessa H.: Klimawandel: Herausforderungen für die Land- und Forstwirtschaft. In: BMELV und vTI, Hrsg., Aktiver Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel. Beiträge der Agrar- und Forstwirtschaft, Braunschweig, 2009
FOLZ ET AL. 2013	Folz H.-G., Boswell P.: Aktueller Stand der Vogelwelt in den Vogelschutzgebieten „Selztal zwischen Hahnheim und Ingelheim“ und „Ober-Hilbersheimer Plateau“, Rheinhessen. In: Fauna Flora Rheinland-Pfalz 12: Heft 3, 2013
FRITSCHE ET.AL. 2004	Fritsche U., Dehoust G.: Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse, Freiburg, Darmstadt, Berlin, Öko-Institut e.V, 2004
GALLENKAMPER ET AL. 1993	Gallenkamper & Middendorf: Erfahrungen mit Bringsystemen. Müll und Abfall 06/93
GEERTZ 1987	Geertz C.: Dichte Beschreibung. Beiträge zum Verstehen kultureller Systeme, Frankfurt a. M., 1987
GELLENBECK ET AL. 2014	Gellenbeck K., Becker G., Hams S.: Erarbeitung von Erfassungsmengen und Recyclingquoten. Dokumentation, Ahlen: INFA GmbH, Variante 2., 2014
GERSTENBECK 2010	GERSTENBECK, J.H.: Flächennutzung und Stadtstruktur. Dokumentation der Kartiereinheiten und Aktualisierung des Datenbestandes. Berlin: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, 2010
GEWITRA 2008	Cuhls, C.; Mähl, B.; Berkau, S.; Clemens, J.: Ermittlung der Emissionssituation bei der Verwertung von Bioabfällen. Umweltbundesamt, Dessau, 2008
GRIES ET AL. 2014	Gries, T., Veit, D., Wulfhorst, B.: Textile Fertigungsverfahren: Eine Einführung, München, 2014
GVM 2012	Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH: Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2010, im Auftrag des Umweltbundesamtes, 2012
HÄRING 2001	Häring N.: Der Homo oeconomicus ist tot. In: Financial Times Deutschland 2001, 14.03.2001
HAUSER 2010	Hauser H., Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung e.V. (Hrsg.): Energieeinsparung im Wohngebäudebestand, 2010
HECK ET AL. 2002	Heck P., Bemmann U.: Praxishandbuch Stoffstrommanagement 2002/2003 – Strategien – Umsetzung – Anwendung in Unternehmen/kommunen/Behörden, Köln, 2002
HECK ET AL. 2007	Heck P., Wagener F.: Nachwachsende Rohstoffe als Option für den Naturschutz? In: Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“, Band 31, Symposium Energiepflanzen 2007, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Hrsg.), Gelsenkirchen, 2007

HEINCKE 2012	Heincke S.: Eignen sich Unterflursysteme im Geschosswohnungsbau? DW Die Wohnungswirtschaft - Energie und Technik, 08/2012
HOFFMANN 2011	Hoffmann G.: Nutzung der Potenziale des biogenen Anteils im Abfall zur Energieerzeugung. Hg. v. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau, online unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4116.pdf, Dessau-Roßlau, 2011
HOFMANN 2015	Hofmann, in: Beck'scher Online-Kommentar Umweltrecht, 38. Edition, Stand: 1.10.2015, Rn. 1 f.
HÜBNER-SCHMID ET AL. 2003	Hübner-Schmid K., von Borries B., Hasemann A.: Netzwerk- und Akteursanalyse - Ein methodischer Leitfaden, Bonn, 2003
HÜTHER 2013	Hüther G.: Kommunale Intelligenz: Potenzialentfaltung in Städten und Gemeinden, 2013
IFEU 2005	ifeu: Statusbericht zum Beitrag der Abfallwirtschaft zum Klimaschutz und mögliche Potentiale, 2005
IMVISIO GMBH	http://www.imvisio.de/produkte-start/muellschleusen/technik; letzter Zugriff 12/2014
ISWA 2012	Universität Stuttgart, Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte und Abfallwirtschaft: Ermittlung der weggeworfenen Lebensmittelmengen und Vorschläge zur Verminderung der Wegwerfrate bei Lebensmitteln in Deutschland – Kurzfassung, 2012
IWU	Institut für Wohnen und Umwelt: Datenbasis Gebäudebestand, 2010
IZES 2011	IZES gGmbH: Biomasse-Potenzialanalyse für das Saarland – der Teilplan Biomasse zum Masterplan Neue Energie - Endbericht. Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Energie und Verkehr des Saarlandes, 2011
JANSEN 1999	Jansen D.: Einführung in die Netzwerkanalyse. Grundlagen, Methoden, Anwendungen. Opladen: Leske + Budrich (Lehrtexte : Soziologie), 1999
KAHL 2010	Kahl W.: Klimaschutz durch die Kommunen – Möglichkeiten und Grenzen, ZUR 2010, online unter: http://www.zur.nomos.de/fileadmin/zur/doc/Aufsatz_ZUR_10_09.pdf, 2010
KRÜGER 2001	Krüger, Frank Ulrich: Kommunale Abfallwirtschaftskonzepte unter besonderer Berücksichtigung der Ökologie, TU Berlin, Fakultät III - Prozesswissenschaften, Berlin 2001
LAMPERT ET AL. 1996	Lampert C., Morf L., Obernosterer R., Rechberger H., Reiner I., Brunner P. H.: Der anthropogene Stoffhaushalt der Stadt Wien. Wien (Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft, Abteilung Abfallwirtschaft der Technischen Universität Wien), Wien, 1996
LANDESABFALLBILANZ 2013	Landesabfallbilanz Rheinland-Pfalz 2013
LIEBNITZKY 2010	Liebnitzky, Melanie (Hrsg.): Stuttgart 21 Pro und Contra. Fakten zu einem besonders umstrittenen Bauprojekt unserer Zeit. 1., neue Ausg. Norderstedt, 2010
LUWG RLP 2010	LUWG RLP, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz: Abfallstatistiken für Landkreis Mainz-Bingen und Donnersbergkreis, übermittelt in Rücksprache mit Hr. Vogt (LUWG RLP), März 2012
LUWG RLP 2014	Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz: Liste der Produzenten von Recyclingbaustoffen, die dem System „Gütesicherung Rheinland-Pfalz" angehören, online unter: http://www.luwg.rlp.de/Aufgaben/Abfallwirtschaft,-Bodenschutz,-Stoffstrommanagement/Stoffstrommanagement/Stoffstrommanagement-in-der-Bauwirtschaft/Guetegesicherte-RC-Baustoffe-in-Rheinland-Pfalz/, 2014

McDonough et al. 2002	McDonough W., Braungart M.: Cradle to Cradle, 2002
MUFV RLP 2010	MUFV, Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz; LUWG RLP, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz: Stoffstrommanagement Bauabfall: RC-Baustoffe im Straßen- und Wegebau – Für das Land Rheinland-Pfalz, 2010
MWKEL RLP (2011)	MWKEL RLP, Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz (Hrsg.): Landesabfallbilanz Rheinland-Pfalz 2010, online verfügbar unter: http://www.mwkel.rlp.de/File/Siedlungs-und-Sonderabfallbilanz-Rheinland-Pfalz-2010-pdf/, 2011
MWKEL RLP 2010	Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz; LUWG RLP, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz: Leitfaden – Optimierung des Stoffstrommanagements für Böden und mineralische Bauabfälle, 2010
MWKEL RLP, 2012	MWKEL RLP, Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz: Vereinbarung „Bündnis Kreislaufwirtschaft auf dem Bau“; online unter http://www.mwkel.rlp.de/File/Vereinbarung-Buendnis-Kreislaufwirtschaft-pdf/, 2012
Neiser 2014	Neiser J.: Müllschleusen schlucken auch Gebühren. Märkische Onlinezeitung (MOZ), Eisenhüttenstadt, 29.08.2014; online unter http://www.moz.de/artikel-ansicht/dg/0/1/1315426, 2014
Nitsch 2008	Nitsch J.: Leitstudie 2008 Weiterentwicklung der „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“ vor dem Hintergrund der aktuellen Klimaschutzziele Deutschlands und Europas, Suttgart, 2008
Ostermann 2016	Ostermann G.: Fachbeitrag Naturschutz, Birgel, 2016
Pauli 1999	Pauli G.: UpCycling. Wirtschaften nach dem Vorbild der Natur für mehr Arbeitsplätze und eine saubere Umwelt, 1999
Sandhage-Hofmann et al. 2016	Sandhage-Hofmann A., von Glisczynski F., Urmersbach S., Pude R.: Neue Landnutzungsstrategien und Kulturen und ihre Rolle hinsichtlich C-Sequestrierung Boden und Biomasse, Bonn, 2016
Schmidt-Bleek 1998	Schmidt-Bleek F.: Das MIPS Konzept: Weniger Naturverbrauch - mehr Lebensqualität durch Faktor 10, München, 1998
SGD Süd 2014	Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd (Hrsg.): Natura 2000 Bewirtschaftungsplanentwurf Teil B: Maßnahmen, VSG 6014-403 „Oberhilbersheimer Plateau“. – Neustadt a.d.Weinstraße, 2014
Sitarz 1993	Sitarz D.: Agenda 21: The Earth Summit Strategy to Save Our Planet, 1993
SMUL 2012	Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie: Potenzial biogener Abfälle im Freistaat Sachsen, Anlagenband, online unter: https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/13100/documents/14641, 2012
Soyez 2004	Weizsäcker E.U., Scheffran J.: Was trägt die Abfallnutzung zum Klimaschutz bei?, in: Johnke B., Scheffran J., Soyez K. (Eds.): Abfall, Energie und Klima. Wege und Konzepte für eine integrierte Ressourcennutzung, Berlin, 2004
SRH 2011	Stadtreinigung Hamburg: Unterirdische Abfallcontainer. Viele Vorteile für die Wohnungswirtschaft. online unter http://www.stadtreinigung-hh.de/srhh/export/sites/srhh/download/PDF/SRH_Vertriebsfolder_Unterflur.pdf, 2011
SRH 2013	Stadtreinigung Hamburg: Unterirdische Abfallcontainer. Viele Vorteile für die Wohnungswirtschaft. online unter http://www.stadtreinigung-hh.de/srhh/export/sites/srhh/images/gewerbekunden/PDFs/Gewerbekunden_UnterirdischeAbfallcontainer.pdf, 2013

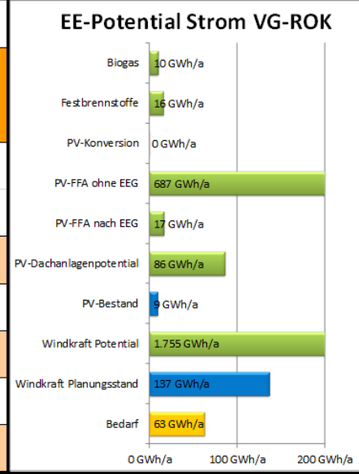
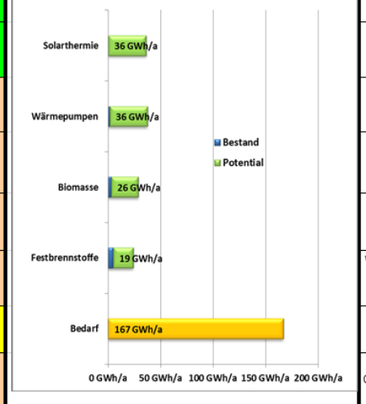
SRU 2007	Sachverständigenrat für Umweltfragen: Klimaschutz durch Biomasse: Sondergutachten, online unter: http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2007_SG_Biomasse_Buch.pdf?__blob=publicationFile, Berlin, 2007
SRU 2008	Sachverständigenrat für Umweltfragen: Umweltgutachten 2008: Umweltschutz im Zeichen des Klimawandels, online unter: http://www.umweltrat.de/cae/servlet/contentblob/465568/publicationFile/33881/2008_Umweltgutachten_HD_Kurzfassung.pdf, Berlin, 2008
STADTWERKE BK O.J.	Stadtwerke Bad Kreuznach: Angaben des Stromversorgers zu durchgeleiteten Verbrauchsmengen auf dem Gebiet der Verbandsgemeinde VG Sprendlingen-Gensingen
STALA RLP 2011A	StaLa RLP, Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz: Baufertigstellungen 2010. In Statistische Berichte 2011; online unter http://www.statistik.rlp.de/fileadmin/dokumente/berichte/F2053_201000_1j_K.pdf
STALA RLP 2011B	StaLa RLP, Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz: Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen am 31. Dezember 2010. In: Statistische Berichte 2011. online unter http://www.statistik.rlp.de/fileadmin/dokumente/berichte/F2073_201000_1j_K.pdf
STALA RLP 2012A	StaLa RLP, Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz: VG Rockenhausen – Wohngebäude und Wohnungsbestand 1987 bis 2011 nach Gebäudeart. online unter http://www.infothek.statistik.rlp.de/neu/MeineHeimat/zeitreihe.aspx?l=2&id=3153&key=0733305&kmaid=197&topic=34&subject=50&zmaid=543%2005.06.12
STALA RLP 2012B	StaLa RLP, Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz: VG Sprendlingen-Gensingen – Wohngebäude und Wohnungsbestand 1987 bis 2011 nach Gebäudeart. online unter: http://www.infothek.statistik.rlp.de/MeineHeimat/zeitreihe.aspx?l=2&id=3153&key=0733908&kmaid=240&topic=16418&subject=50
STALA RLP 2012C	StaLa RLP, Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz: Privathaushalte 2010 nach Haushaltsgröße und Regionen; online unter http://www.statistik.rlp.de/no_cache/staat-und-gesellschaft/haushalte-und-familien/tabellen/privathaushalte-nach-haushaltsgroesse/
STALA RLP 2016	StaLa RLP, Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz: Meine Verbandsgemeinde, meine verbandsfreie Gemeinde; online unter http://www.infothek.statistik.rlp.de/MeineHeimat/meineVerbandsgemeinde.aspx?id=3153
STICKLER 2008	Stickler T.: FloodRisk II Vertiefung und Vernetzung zukunftsweisender Umsetzungsstrategien zum integrierten Hochwasserschutz - Leitfaden: Öffentlichkeitsbeteiligung im Hochwasserschutz, 2008
TREND:RESEARCH 2013	trend:research GmbH, Institut für Trend- und Marktforschung: Unterflurcontainersysteme: Kosteneinsparpotenzial durch längere Leerungsintervalle. Müll und Abfall 02/2013
UNCED 1992	http://www.un.org/Depts/german/conf/agenda21/rio.pdf
UNECE 2001	http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/pp/documents/cep43g.pdf
VÖCKLINGHAUS 2012	Vöcklinghaus S.: Nachhaltige Weiterentwicklung urbaner Wasserinfrastrukturen unter sich stark ändernden Randbedingungen (NAUWA), Karlsruhe/Essen/Düsseldorf, 2012

VOGT ET AL. 2002	Vogt, R.; Knappe, F.; Giegerich, J.; Detzel, A.: Ökobilanz Bioabfallverwertung. Untersuchungen zur Umweltverträglichkeit von Systemen zur Verwertung von biologisch-organischen Abfällen. Deutsche Bundesstiftung Umwelt. Initiativen zum Umweltschutz, Band 52, Berlin, 2002
WAGENER 2009	Wagener F., Böhmer J.: Die Landwirtschaft im kommunalen Energie- und Stoffstrommanagement. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), KTBL-Schrift 476: Tagungsband „Die Landwirtschaft als Energieerzeuger“, Osnabrück, 2009
WAGENER 2011	Wagener F.: Nachwachsende Rohstoffe als Bestandteil innovativer Natur- und Gewässerschutzkonzepte. In Seminarband Wirkung und Folgen der Nutzung von Bio-masse zur Biogasgewinnung auf Böden und Gewässer, 12. - 13. Oktober 2011 in Suderburg, DWA Landesverband Nord (Hrsg.), 2011
WAGENER ET AL. 2008	Wagener F., Heck P., Böhmer J., Cornelius R., Gebhard R. M., Scherwaß R., Krechel R., Michler H.-P., Wern B.: Endbericht: Vorbereitende Studie (Phase I) - Analyse der Möglichkeiten zur Etablierung einer extensiven Landnutzungsstrategie auf der Grundlage einer Flexibilisierung des Kompensationsinstrumentariums der Eingriffsregelung - kurz ELKE, Birkenfeld, 2008
WAGENER ET AL. 2013	Wagener F., Heck P., Böhmer J.: Vielfältiger, extensiver Energiepflanzenanbau als Kompensationsmaßnahme – Ergebnisse aus drei Jahren Praxisforschung. In: 13. Biomasse-Tagung, Biomasse als systemischer Dienstleister, Tagungsband, Neubrücke (Nahe), 15-19, 2013
WAGENER ET AL. 2015	Wagener F., Böhmer J., Wangert S.: Aktivierung landwirtschaftlicher Betriebe für den Ausbau multifunktionaler Agrarlandschaften – Fallbeispiele aus der Agrarstruktur verschiedener Landschaften in Deutschland. In: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften (Hrsg.) Band 27, Göttingen, 2015
WAGENER ET AL. 2016	Wagener F., Böhmer J., Heck P.: Produktionsintegrierter Naturschutz mit nachwachsenden Rohstoffen - Leitfaden für die Praxis. Natur und Text, Rangsdorf, 2016
WBA 2007	Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMELV: Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung – Empfehlungen an die Politik, online unter: http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ministerium/Beiraete/Agrarpolitik/GutachtenWBA.pdf?__blob=publicationFile, Berlin, 2007
WBGU 2009	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen: Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung, online unter: http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/hauptgutachten/jg2008/wbgu_jg2008.pdf,Berlin, 2009
WEBSITE ANDERKAUF	http://www.anderkauf.de/
WEBSITE ANSTIFTUNG	http://anstiftung.de/selbermachen/reparatur-initiativen/
WEBSITE DEUS21	http://www.deus21.de/
WEBSITE DWD	ww.dwd.de
WEBSITE INNOTEC	innotec Abfallmanagement GmbH: Verursachergerechtes Abfallmanagement; online unter http://www.innotec-abfallmanagement.de/de/verursachergerechtes-abfallmanagement-detailinformationen.htm, 2014
WEBSITE LEILA BERLIN	http://www.leila-berlin.de
WEBSITE MAINZ-BINGEN	http://www.mainz-bingen.internet-verschenkmarkt.de
WEBSITE MODERNUS	http://www.modernus.de/solar-drehscheibe/sonnenertrag-ermitteln
WEBSITE NACHHALTIGESBAUEN	http://www.nachhaltigesbauen.de/fileadmin/pdf/zertifizierung/42_rueckbaubarkeit.pdf, letzter Zugriff 10/2014

WEBSITE NACHHALTIG-KEIT	http://www.nachhaltigkeit.info/artikel/das_zero_emissions_konzept_1050.htm
WEBSITE NATUREPLUS	http://www.natureplus.org
WEBSITE NEG	http://www.null-emissions-gemeinden.de
WEBSITE OFFENE-WERKSTÄTTEN	http://www.offene-werkstaetten.org/post/be-fair-repair
WEBSITE PRINZESSIN-NENGARTEN	http://prinzessinnengarten.net/; letzter Zugriff 01/2015
WEBSITE REPAIRCAFE	http://repaircafe.org/de/
WEBSITE STATISTIK RLP	http://www.infothek.statistik.rlp.de/neu/MeineHeimat/
WEBSITE UFAFABRIK	http://www.ufafabrik.de
WEBSITE UNU	http://www.unu.edu/zef/about_d.html
WEBSITE WEILERBACH	http://www.weilerbach.de/zero-emission-village/zero-emission-village.html
WELZER 2013	Welzer H.: Selbst denken: Eine Anleitung zum Widerstand, 2013
WELZER ET AL. 2014	Welzer H., Sommer B.: Transformationsdesign: Wege in eine zukunftsfähige Moderne, 2014
WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT 2011	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung 2011, S. 27
WUPPERTAL INSTITUT 2005	Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie (Hrsg.): Fair Future – Ein Report des Wuppertal Instituts. Begrenzte Ressourcen und globale Gerechtigkeit, München, 2005
WÜRZ 2000	Würz W.: Neue Sammelsysteme lösen Abfallprobleme. Unterflursammelbehälter und Müllschleusen. Müll und Abfall 02/00, S. 83-88
WWF 2009	World Wide Fund For Nature (Hrsg.): Modell Deutschland Klimaschutz bis 2050 – Vom Ziel her denken, 2009.

Anhang 1: Prozesslandkarte

TP5 Energie: Ermittlung Next Practice Projekte VG- Rockenhausen

IST-Analyse		Potentialanalyse		Maßnahmenkatalog					Vorgeschlagene Next Practice Projekte P+R		
Bedarf		Einsparung	Potentiale	EE-Maßnahmen	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Konzept Energieversorgung Bestand für 1 Dorf	Nutzung Biomasse	Ausbau PV + Netzausbau/Speicher-konzept/E-Mobilität
2010		Eff Maßnahmen	EE und Verteilung	Umsetzung/ Anwendung							
Strom 63 GWh/a	Priv. 31% 20 GWh/a	Sensibilisierung des Nutzerverhaltens durch Monitoringsystem und Beratungseinrichtungen		Ausbau PV-Dachanlagen	Erstellung Solarkataster	Beratung Bürger Bestand	Planung-Errichtung		Ganzheitliches Konzpt einer Mustergemeinde		Dezentral
						Planung Neubaugebiet					
				Ausbau Micro WEA	Erstellung Windkataster	Beratung					
	I +Gew. 66% 42 GWh/a			Ausbau PV-Konversion	Standortprüfung WKB	Bplan-Verfahren	Planung-Realisierung HOAI 1-9				Zentral
		Top 15 Beratung Eff-Check		Ausbau PV-FFA	Standortprüfung WKB	Bplan-Verfahren	Planung-Realisierung HOAI 1-9				Zentral
				Ausbau Biogasanlagen	Präzisierung Biomassepot, Akteursbefragung	Standortsuche/Bewertung	Planung-Realisierung HOAI 1-9			Präzisierung Biomassepot, Akteursbefragung, Standort-suche/Bewertung	Power to Gas
		KSI Berechnungen		Ausbau Windkraft	Erstellung Windkataster	Standortsuche/Bewertung	FNP/Bplan	Planung-Realisierung HOAI 1-9			
	Kom. 3% 2 GWh/a	Bürgerhaus Check		Sanierungskonzept Kläranlagen	Objektaufnahme vor Ort	Beratung	Planung-Realisierung HOAI 1-9				
Verkehr 16 Mio €/a	113 GWh/a	Bereitstellung Plattform für Mitfahrgelegenheiten	**Alternative und emmisionslose Fortbewegung**	PV-Tankstellen/e-HUB	Flächenermittlung/ Potentialermittlung	Kostenermittlung	Planung-Realisierung HOAI 1-9				Gewerbe/Industrie/ Parkplätze
		Verbesserung Attraktivität ÖPNV		Umstellung kom. Fahrzeuge	Analyse Bestand + Nutzerverhalten	Bewertung (wirtschaftlich+ Umwelt)					Mobilitätskonzept Kommunal
		Förderung Effizientere Fahrzeuge		Carsharing E-Fzg	Variantenermittlung versch. Konzepte	Kosten/Aufwands-Ermittlung	Vermarktungs-konzept				
				Mitarbeiter Konzepte	Potentialermittlung	Kosten/Aufwands-Ermittlung	Vermarktungs-konzept				Gewerbe/Industrie/ Parkplätze
Wärme 167 GWh/a davon 46 % Gas, 51,7 % Öl	Priv. 78% 131 GWh/a	Gebäudesanierung-Beratung		Festbrennstoffe als Sekundär-brennstoffe	Energieberatung				Dezentral/Zentral	Präzisierung Biomassepot, Akteursbefragung,Standort-findung Sammlung/ Aufbereitung	
		Gebäudesanierung-Ausführung		Festbrennstoffe BHKW (Biomasse)	Präzisierung Potenziale Akteursbefragung	Standortfindung Sammlung/ Aufbereitung	Nachhaltigkeits-konzept KUP		Dezentral/Zentral		
		Regionales Kompetenzzentrum		Biogasnutzung	Erstellung Wärmebedarfs-kataster	Präzisierung Biomassepot, Akteursbefragung	Standortfindung Sammlung/ Aufbereitung	Planung			
		Förderung und Finanzierung aufzeigen		Solarthermie	Erstellung Solar + Wärmebedarfs-kataster	Beratung	Planung		Privat		
		Heizungsoptimierung		Wärmepumpe	Erstellung Wärmebedarfs-kataster	Beratung	Planung		Dezentral/Zentral		
		43 % der Heizungsanlagen sind älter als 20 Jahre Erneuerung		Wärmeüberschuss-nutzung für Nah-wärmeversorgung	Erstellung Wärmebedarfs-kataster	Abgleich Straßenbauplanung	Erstellung Nahwärmekonzept	Planung-Realisierung HOAI 1-9			
	I+GE 21% 35 GWh/a	Nutzung Prozesswärme/Kälte		Tiefengeothermie	Potenzial-ermittlung						
		Top 15 Beratung Eff-Check		Oberflächennahe Geothermie/Wärme-pumpe	Erstellung Wärmebedarfs-kataster	Beratung	Planung		Privat		
	Kom. 1% 2 GWh/a	Liegenschafts Check									

Legende: = Ausführung durch Dritte | = Leistung P+R ausserhalb | = Bereits erledigt | = Bearbeitung innerhalb des Projektes