Nationalpark-
Verbandsgemeinde
Rhaunen

ZENAPA

KLIMASCHUTZMASTERPLAN DER EHEMALIGEN NATIONALPARK-VERBANDSGEMEINDE RHAUNEN

IPC/DE/000005

Abschlussbericht

gefördert im Rahmen der LIFE integrierten Projekte mit Schwerpunkt Klimaschutz

der Europäischen Kommission

Birkenfeld, August 2021

IfaS Institut für angewandtes Stoffstrommanagement

Funded by Life

Nationalpark-
Verbandsgemeinde
Rhaunen

Förderung:

Das diesem Bericht zugrundeliegende Projekt wurde mit Mitteln der Europäischen Kommission im Förderbereich Life Climate unter dem Förderkennzeichen LIFE15 IPC/DE/000005 gefördert.

Hinweis: Die weibliche sowie die diversgeschlechtliche Form sind in dieser Veröffentlichung der männlichen Form gleichgestellt. Lediglich aus Gründen der Vereinfachung wurde auf die durchgängige Nennung aller drei Formen verzichtet.

Der Masterplan wurde vor und während der Fusion der Nationalpark-Verbandsgemeinden Rhaunen und Herrstein erstellt und bezieht sich ausschließlich auf die 16 Ortsgemeinden der ehemaligen Nationalpark-Verbandsgemeinde Rhaunen. Lediglich aus Gründen der Vereinfachung wurde auf die durchgängige Nennung der geänderten Körperschaftsstruktur verzichtet.

Impressum

Herausgeber:

Nationalpark-Verbandsgemeinde
Herrstein-Rhaunen
Zum Idar 21 und 23
55624 Rhaunen

Ansprechpartner:

Uwe Weber
(Bürgermeister/Beauftragter)
Patrick Christmann
(Klimaschutzmanager)

Masterplanerstellung:

IfaS Institut für angewandtes Stoffstrommanagement

Hochschule Trier
Umwelt-Campus Birkenfeld
Postfach 1380
55761 Birkenfeld

Wissenschaftliche Leitung:

Prof. Dr. Peter Heck
Geschäftsführender Direktor IfaS

Finanztechnische Projektleitung:

Markus Blim

Technische Projektleitung:

Thomas Anton

Masterplanmanager:

Dr. Alexander Reis
Michael Schmidt

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis ..... **III**

Abbildungsverzeichnis ..... **VII**

Tabellenverzeichnis ..... **X**

1 Einführung **16**

1.1 Ausgangssituation 18

1.2 Arbeitsmethodik 19

2 Aktivitäten der Modellkommune in den Bereichen Klimaschutz, Biodiversität und Bioökonomie **23**

2.1 Der Naturraum und die Landnutzung der Modellkommune 23

2.2 Projekte zum Artenschutz in der Modellkommune 25

2.3 Klimaschutz in der Modellkommune 26

2.3.1 Klimaschutzziele des Landes Rheinland-Pfalz 26

2.3.2 Klimaschutzaktivitäten in der Modellkommune 27

2.4 Biodiversität in der Modellkommune 29

2.4.1 Biodiversitätsziele des Landes Rheinland-Pfalz 29

2.4.2 Biodiversitätsmaßnahmen in der Modellkommune 30

2.5 Bioökonomie in der Modellkommune 31

2.5.1 Bioökonomie im Land Rheinland-Pfalz 31

2.5.2 Bioökonomiestudien, -projekte und Unternehmen in der Modellkommune 32

2.6 Zwischenfazit 32

3 Energie- und Treibhausgasbilanzierung (Startbilanz) **33**

3.1 Analyse des Gesamtenergieverbrauchs und der daraus resultierenden energetischen Emissionen 34

3.1.1 Gesamtstromverbrauch und Stromerzeugung 35

3.1.2 Gesamtwärmeverbrauch und Wärmeerzeugung 36

3.1.3 Energieeinsatz im Verkehrssektor 38

3.1.4 Zusammenfassung des Gesamtenergieverbrauchs nach Sektoren und Energieträgern 41

3.1.5 Energiebedingte Treibhausgasemissionen 2015 42

3.2 Analyse der nicht energetischen Emissionen aus den Sektoren Abfall, Abwasser und Landwirtschaft 43

3.2.1 Abfall und Abwasser 43

3.2.2 Landwirtschaft 44

3.2.3 Zusammenfassung der nicht-energetischen Emissionen nach Sektoren 47

3.3 Zwischenfazit des Status Quo 2015 48

4 Ökonomische Analyse (regionale Wertschöpfung Ist-Situation 2015) 49

4.1 Regionale Wertschöpfung im stationären Bereich (Ist-Zustand) 49

4.2 Vergleich der Bereiche Strom und Wärme (Ist-Zustand) 51

4.3 Exkurs zur Einführung einer CO_2-Bepreisung im Bundesgebiet 52

5 Potenzialanalyse 55

5.1 Energieeinsparung und -effizienz 55

5.1.1 Private Haushalte 55

5.1.2 Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie 56

5.1.3 Mobilität 57

5.1.4 Potenziale der VG Rhaunen 59

5.1.4.1 Liegenschaften 59

5.1.4.2 Hütten 62

5.1.4.3 Geräte 62

5.1.4.4 Beleuchtung 63

5.1.4.5 Fuhrpark 63

5.2 Erneuerbare Energien 66

5.2.1 Biomasse/ nachhaltige Landnutzung 66

5.2.1.1 Potenziale aus der Landwirtschaft 67

5.2.1.2 Potenziale aus der Forstwirtschaft 70

5.2.1.3 Zwischenfazit Biomasse / nachhaltige Landnutzung 71

5.2.2 Solarenergie 72

5.2.2.1 Photovoltaik-Dachflächenanlagen 72

5.2.2.2 Solarthermie-Dachflächenanlagen 73

5.2.2.3 Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) 73

5.2.3 Ergänzende und innovative Potenziale auf Freiflächen 74

5.2.3.1 Photovoltaik-Freiflächenanlagen auf ertragsschwachen Böden 75

5.2.3.2 Agro-PV und bifaziale Module 76

5.2.3.3 Solarthermie als Wärmequelle für Nahwärmenetze 77

5.2.4 Windkraftpotenziale 78

5.2.5 Geothermie 79

5.2.5.1 Oberflächennahe Geothermie 80

5.2.5.2 Tiefengeothermie 84

5.2.6 Wasserkraft 84

5.3 Maßnahmenbezogene Potenziale der Biodiversität und der Bioökonomie ... 86

5.3.1 Potenziale zur Biodiversitätssteigerung 86

5.3.2 Potenziale zur Bioökonomie 91

6 Akteursbeteiligung 92

6.1 Akteursanalyse 92

6.2 Akteursgespräche 94

6.3 Workshops 95

© IfaS 2021

6.4 Strategie für den zivilgesellschaftlichen Prozess 96

7 Öffentlichkeitsarbeit / Kommunikationskonzept 99

7.1 Ausgangslage 100

7.1.1 Zielgruppenselektion 100

7.1.2 Kommunikative Strukturen 103

7.2 Zielsetzung der Öffentlichkeitsarbeit 104

8 Maßnahmenkatalog 106

8.1 Zusammenfassung des Maßnahmenkatalogs 106

8.2 Prioritäre Maßnahmen 110

8.2.1 Bioökonomie & Biodiversität 110

8.2.1.1 Entwicklung einer Biodiversitätsstrategie 110

8.2.1.2 Aufbau eines Inkubationszentrums zum Strukturwandel und Entwicklung einer Biokohlestrategie **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

8.2.2 Erneuerbare Energien & Biodiversität 112

8.2.2.1 Aus- und Aufbau von Nah- und Objektwärmenetzen auf Basis regenerativer Brennstoffe 112

8.2.2.2 Aufbau eines Nahwärmenetzes in der Ortsgemeinde Rhaunen 112

8.2.2.3 „KI-LIVE“: Künstliche Intelligenz Leistungsstark In der VErwaltung 130

8.2.2.4 Gründung einer Anstalt des öffentlichen Rechts (AöR) zur Projektentwicklung und -umsetzung 132

8.2.3 Energieeffizienz & Biodiversität 132

8.2.3.1 Sanierung von Liegenschaften, Einsatz EE und Energiemanagement 132

8.2.3.2 Entwicklung eines Energiekonzeptes für die Schule Rhaunen 133

8.2.3.3 Energetische Sanierung der kath. KiTa in Rhaunen 134

8.2.3.4 Entwicklung eines Leitfadens zum energiebewussten Bauen 139

8.2.4 Mobilität 139

8.2.4.1 Ausbau des Stromtankstellennetzes 139

8.2.4.2 Ausbau des Fahrrad- und Pedelecverkehrs 140

8.2.4.3 Etablierung eines Lebensmitteldepots 140

8.2.4.4 Errichtung / Ausweitung von Mitfahrerparkplätzen- und Bänken 141

8.2.5 Öffentlichkeitsarbeit 141

8.2.5.1 Kampagne Photovoltaik / Solarkataster 141

8.2.5.2 Aufbau einer durchgängigen Corporate Identity (CI) 142

8.2.5.3 Verstetigung und Erweiterung der kommunikativen Struktur 142

8.2.5.4 Gründung von Netzwerken und anderen Zusammenschlüssen 144

8.2.5.5 Durchführung von themenspezifischen Kampagnen 145

8.2.5.6 Interaktion mit der Bewegung „*Fridays for Future*“ 146

9 Energie- und Treibhausgasbilanzierung (Szenarien) 147

9.1 Struktur der Strombereitstellung bis zum Jahr 2050 147

9.2 Struktur der Wärmebereitstellung bis zum Jahr 2050 149

9.3 Zusammenfassung Gesamtenergieverbrauch – nach Sektoren und Energieträgern 2050 151
9.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 152
9.5 Zwischenfazit 153

10 Ökonomische Analyse (regionale Wertschöpfung Szenario 2030 und 2050) 154

10.1 Regionale Wertschöpfung im stationären Bereich (2030) 154
10.2 Gegenüberstellender Vergleich der Bereiche Strom und Wärme (2030) 156
10.3 Regionale Wertschöpfung im stationären Bereich (2050) 157
10.4 Gegenüberstellender Vergleich der Bereiche Strom und Wärme (2050) 159
10.5 Profiteure aus der regionalen Wertschöpfung 160

11 Controlling 162

11.1 Elemente des Controlling-Systems 163
11.1.1 Dokumentation / Monitoring-Berichte 163
11.1.2 Maßnahmenkatalog 164
11.1.3 Energie- und Treibhausgasbilanz 164
11.1.4 Regionale Wertschöpfung 164
11.2 Zwischenfazit: Controlling 165

12 Fazit 167

Quellenverzeichnis 168

Anhang 177

© IfaS 2021

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: ZENAPA Gebietskulisse 17

Abbildung 1-2: Überblick der Gebietskulisse Nationalpark-Verbandgemeinde Rhaunen 19

Abbildung 1-3: Ganzheitliche Betrachtung als Basis eines Stoffstrommanagements 21

Abbildung 1-4: Struktureller Aufbau des Masterplans 22

Abbildung 2-1: Flächenverteilung in der Modellkommune. 24

Abbildung 2-2: Darstellung der Klimaschutzaktivitäten der Modellkommune Rhaunen (IfaS 2020) 32

Abbildung 3-1: Erneuerbare Stromproduktion 2015 nach Energieträgern 36

Abbildung 3-2: Übersicht der Wärmeerzeuger in der Modellkommune 37

Abbildung 3-3: Fahrzeugbestand 2015 in der Modellkommune 39

Abbildung 3-4: PKW-Bestand 2015 in der Modellkommune, Verteilung nach Kraftstoffart ... 40

Abbildung 3-5: Energiebilanz der Modellkommune 2015 unterteilt nach Energieträgern und Verbrauchssektoren 41

Abbildung 3-6: Energiebedingte Treibhausgasemissionen in der Modellkommune 2015 42

Abbildung 3-7: Nicht energetische Emissionen der Sektoren Abfall und Abwasser 2015 44

Abbildung 3-8: Nicht energetische Emissionen der Landwirtschaft 2015 46

Abbildung 3-9: Nicht energetische Emissionen 2015 – Verteilung nach Sektoren 47

Abbildung 4-1: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbarer Energie im Ist-Zustand 50

Abbildung 4-2: Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbarer Energie im Strom- und Wärmebereich im IST-Zustand 52

Abbildung 4-3: Festpreis CO2-Besteuerung in der Bundesrepublik Deutschland 53

Abbildung 4-4: Effekte durch die CO_2-Bepreisung in der Modellkommune Rhaunen 54

Abbildung 5-1: Wärmeverbrauch privater Haushalte nach Energieträgern bis 2050 55

Abbildung 5-2: Energiebilanz des Verkehrssektors in der Modellkommune VG Rhaunen 59

Abbildung 5-3: Kennwertevergleich der Liegenschaften 60

Abbildung 5-4: Jährliche CO_2e-Emissionen bei 20.000 km p. a. - Dienstfahrzeuge 64

Abbildung 5-5: Jährliche CO_2e-Emissionen bei 20.000 km p. a. – Privatfahrzeuge 65

Abbildung 5-6: Flächenverteilung in der VG Rhaunen 66

Abbildung 5-7: Nutzungsstruktur der Ackerflächen in der Gemeinde Rhaunen 67

Abbildung 5-8: Ausbaufähige Biomassepotenziale in der Großschutzregion (Biogassubstrate in grüner Farbe, Festbrennstoffe in blau) 72

Abbildung 5-9: Schematische Darstellung und Pilotanlage 76

Abbildung 5-10: Bifaziale Module - Modellanlage Next2Sun 77

Abbildung 5-11: Wasserwirtschaftliche und hydrogeologische Standortqualifizierung für Erdwärmesonden 81

Abbildung 5-12: Verteilung tiefer Aquifere in Deutschland 84

Abbildung 5-13: Anzahl der Wildbienenarten bei unterschiedlichen Flächennutzungsarten für die Biogasproduktion. 87

Abbildung 5-14: Vogelaufkommen in verschiedenen Landnutzungsflächen, angegeben als Shannon-Index (H_s), Artenanzahl/10 ha sowie Brutpaare/10 ha 88

Abbildung 5-15 Potenzialflächen für „Energiehecken“ nach Eignungsklassen in der VG Rhaunen 90

Abbildung 6-1: Zentrale Akteure 93

Abbildung 7-1: Stufen der Kommunikation 105

Abbildung 8-1: Register Maßnahmenkatalog 107

Abbildung 8-2: Maßnahmenblatt 109

Abbildung 8-3: Ergebnisse aus der Bürgerbefragung 114

Abbildung 8-4: Ergebnisse aus der Bürgerbefragung zur Anschlussbereitschaft 115

Abbildung 8-5: Wärmebedarf im Anschlussbereich 116

Abbildung 8-6: Gebäudenutzung im Anschlussbereich 117

Abbildung 8-7: Anschlussgebiet Nahwärmenetz „Zentrum“ mit Verortung der Heizzentrale in der Salzengasse 120

Abbildung 8-8: Verlauf der Nahwärmetrasse (nur Hauptleistung) 121

Abbildung 8-9: Übersicht der betrachteten Szenarien 122

Abbildung 8-10: Sensitivitätsanalyse Szenario 1 für Anschlussvariante 1 126

Abbildung 8-11: Sensitivitätsanalyse Szenario 1 für Anschlussvariante 2 127

Abbildung 8-12: Sensitivitätsanalyse Szenario 2 für Anschlussvariante 1 128

 © IfaS 2021

Abbildung 8-13: Sensitivitätsanalyse Szenario 2 für Anschlussvariante 2 128

Abbildung 8-14: Dach-Photovoltaik-Anlage KiTa Rhaunen 138

Abbildung 9-1: Entwicklungsprognose der regenerativen Stromversorgung bis zum Jahr 2050 148

Abbildung 9-2: Entwicklung und Struktur des Stromverbrauchs bis zum Jahr 2050 149

Abbildung 9-3: Entwicklung der regenerativen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2050 150

Abbildung 9-4: Energiebilanz nach Verbrauchergruppen und Energieträgern nach Umsetzung des Entwicklungsszenarios im Jahr 2050..... 152

Abbildung 9-5: Entwicklung der Treibhausgasemissionen auf Basis der zukünftigen Energiebereitstellung 153

Abbildung 10-1: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbarer Energie und aus Energieeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2030 155

Abbildung 10-2: Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbarer Energie im Strom- und Wärmebereich zum Jahr 2030 157

Abbildung 10-3: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbarer Energie und aus Energieeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2050 158

Abbildung 10-4: Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbarer Energie im Strom- und Wärmebereich zum Jahr 2050 160

Abbildung 10-5:Profiteure der regionalen Wertschöpfung zum Jahr 2050..... 160

Abbildung 11-1: Übersicht Controlling-System 165

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Durchschnittliche Fahrleistung nach Fahrzeugarten im Jahr 2015 40

Tabelle 3-2: Viehbestand in der Modellkommune VG Rhaunen 2015 45

Tabelle 5-1: Übersicht über die installierten Heizungsanlagen 61

Tabelle 5-2: Übersicht Energieausweise 61

Tabelle 5-3: Auswertung der Verschattungsprüfung der Liegenschaften und Parkplätze 62

Tabelle 5-4: Einsparpotenziale Informations- und Kommunikationstechnologie 63

Tabelle 5-5: Auswertung monatliche Vollkosten - Dienstfahrzeuge 64

Tabelle 5-6: Auswertung monatliche Vollkosten - Privatfahrzeuge 65

Tabelle 5-7: Aufkommen und energetische Nutzung von Wirtschaftsdünger in der Verbandsgemeinde Rhaunen 69

Tabelle 5-8: Darstellung des nachhaltigen Energieholzpotenzials von 2020 – 2050 71

Tabelle 5-9: Ausbaupotenzial Photovoltaik (Dachflächen) 73

Tabelle 5-10: Ausbaupotenzial Solarthermie (Dachflächen) 73

Tabelle 5-11: Ergebnisse Windenergie 79

Tabelle 5-12: Technisches Ausbaupotenzial Wasserkraft 85

Tabelle 5-13: Eignungsklassen für die Umsetzung von Erosionsschutz durch Energiehecken 89

Tabelle 5-14: Flächengrößen der Ackerflächen unterschiedlicher Eignungsklassen in der VG Rhaunen 90

Tabelle 6-1: Zentrale Akteure in der Nationalpark-Verbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen . 94

Tabelle 6-2: Handlungsfelder in der Modellkommune 95

Tabelle 6-3: Durchgeführte Workshops in der Modellkommune 96

Tabelle 8-1: Brennstoffpreise 118

Tabelle 8-2: Datenbasis Sensitivitätsanalyse 119

Tabelle 8-3: CO_2-Emissions- und Primärenergiefaktoren 120

Tabelle 8-4: Benötigte Kesselleistungen und Brennstoffmengen Anschlussvariante 1 122

Tabelle 8-5: Benötigte Kesselleistungen und Brennstoffmengen Anschlussvariante 2 122

Tabelle 8-6: Netzparameter Anschlussvariante 1 123

 © IfaS 2021

Tabelle 8-7: Netzparameter Anschlussvariante 2 123

Tabelle 8-8: Kostenübersicht und Wärmebereitstellungspreis Anschlussvariante 1 124

Tabelle 8-9: Kostenübersicht und Wärmebereitstellungspreis Anschlussvariante 2 125

Tabelle 8-10: Referenzvarianten Szenario 1 126

Tabelle 8-11: Referenzvarianten Szenario 2 127

Tabelle 8-12: Energie- und CO_2-Bilanz Anschlussvariante 1 129

Tabelle 8-13: Energie- und CO_2-Bilanz Anschlussvariante 2 129

Tabelle 8-14: Zusammenfassung Beleuchtungstausch 135

Tabelle 8-15: Heizkesseltausch kath. KiTa Rhaunen 137

Tabelle 8-16: Heizkesseltausch KiTa: Energiebedarfe und CO_2 – Emissionen 137

Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
€	Euro
§	Paragraph
a	Jahr
AG	Aktiengesellschaft
AöR	Anstalt des öffentlichen Rechts
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
bspw.	beispielsweise
BWI	Bundeswaldinventur
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
C	Celsius
ca.	Circa
CH_4	Methan
CO_2	Kohlenstoffdioxid
CO_2eq	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent
d. h.	das heißt
dena	Deutsche Energie-Agentur
Dr.	Doktor
DWD	Deutscher Wetterdienst
e. G.	eingetragene Genossenschaft
e. V.	eingetragener Verein
ebd.	ebenda, ebendort
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz
EFH	Einfamilienhaus
Efm	Erntefestmeter
EG-WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie
EnEV	Energieeinsparverordnung
et al.	und andere
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
EUR	Euro
evtl.	eventuell
EW	Einwohner
f.	folgende
FAA	Freiflächenanlagen
ff.	fortfolgende
FFH	Fauna-Flora-Habitat
FIZ	Fachinformationszentrum Karlsruhe

© IfaS 2021

fm	Festmeter
FM	Frischmasse
g	Gramm
GEMIS	Globales Emissions-Modell integrierter Systeme
GGEMO	Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung
ggf.	gegebenenfalls
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GIS	geografisches Informationssystem
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GPC	Global Protocol for Community-Scale
GV	Großvieheinheit
GVBl	Gesetz- und Verordnungsblätter der Bundesländer
GWh	Gigawattstunden
h	Stunde
ha	Hektar
HHS	Holzhackschnitzel
Hr.	Herr
Hrsg.	Herausgeber
HWB	Heizwärmebedarf
i. d. R.	in der Regel
IfaS	Institut für angewandtes Stoffstrommanagement
Ifeu	Institut für Energie- und Umweltforschung
IH	Industrieholz
IkoNE	Interkommunales Netzwerk Energieeffizienz
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
inkl.	Inklusive
insb.	insbesondere
insg.	insgesamt
inst.	installiert
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IT	Informationstechnik
IVT	Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung
IWU	Institut für Wohnen und Umwelt
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KiTa	Kindertagesstätte
km	Kilometer
km^2	Quadratkilometer
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KUP	Kurzumtriebsplantagen
kW	Kilowatt
kW_{el}	Kilowatt elektrisch
kWh	Kilowattstunden
kWh_{el}	Kilowattstunde elektrisch
kWh_{th}	Kilowattstunde thermisch
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
kW_p	Kilowatt Peak

l	Liter
LED	Light Emitting Diode
LEP	Landesentwicklungsplan
LfU	Landesamt für Umwelt
LGB	Landesamt für Geologie und Bergbau
LK	Landkreis
LKW	Lastkraftwagen
LWG	Landeswassergesetz
m	Meter
m/s	Meter pro Sekunde
m^2	Quadratmeter
m^3	Kubikmeter
max.	maximal
MFH	Mehrfamilienhaus
mind.	mindestens
Mio.	Millionen
mm	Millimeter
Mrd.	Milliarden
MW	Megawatt
MW_{el}	Megawatt elektrisch
MWh	Megawattstunde
MWh/a	Megawattstunden pro Jahr
MWh/ha*a	Megawattstunden pro Hektar und Jahr
MW_{th}	Megawatt thermisch
N	Stickstoff
n	Anzahl
N_2O	Distickstoffoxid (Lachgas)
NawaRo	nachwachsende Rohstoffe
NN	Normalnull
Nr.	Nummer
NPE	Nationale Plattform Elektromobilität
NTP	Naturpark
NVB	Nahwärmeversorgung Birkenfeld
o. ä.	oder ähnliches
o. g.	oben genannt
o. J.	ohne Jahr
ORC	Organic Rankine Cycle
oTM	organische Trockenmasse
P	Phosphor
$_p$	peak (maximale Leistung)
PC	Personal Computer
PIUS	produktionsintegrierter Umweltschutz
PKW	Personenkraftwagen
PTJ	Projektträger Jülich
Prof.	Professor
PV	Photovoltaik
RWS	regionale Wertschöpfung

© IfaS 2021

s	Sekunde
s.	Siehe
S.	Seite
s. o.	siehe oben
SH	Stammholz
SIJ	Solar-Institut Jülich
sog.	sogenannt
spez.	spezifisch
SSM	Stoffstrommanagement
SPA	Vogelschutzgebieten
ST	Solarthermie
t	Tonnen
t/a	Tonnen pro Jahr
Tel.	Telefon
THG	Treibhausgas
TM	Trockenmasse
u. a.	unter anderem
u. ä.	und ähnliche
UBA	Umweltbundesamt
UCB	Umwelt-Campus Birkenfeld
usw.	und so weiter
v. a.	vor allem
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VG	Verbandsgemeinde
vgl.	vergleiche
W	Watt
WEA	Windenergieanlage
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WWF	World Wide Fund For Nature
www	World Wide Web
z. B.	zum Beispiel
ZENAPA	Zero Emission Nature Protection Areas
ZIV	Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks – Zentralinnungsverband
zw.	zwischen
η	Wirkungsgrad
Σ	Summe

1 Einführung

Das Projekt LIFE-IP ZENAPA („Zero Emission Nature Protection Areas“) wurde Ende 2016 im Rahmen des EU-Förderprogramms für Umwelt, Naturschutz und Klimapolitik „LIFE“ bewilligt. Es zielt darauf ab, die Energiewende in Einklang mit den verschiedensten Anforderungen des Klima-, Natur- und Artenschutzes zu bringen. Um dies zu erreichen, werden durch das Projekt im Wesentlichen fünf politische Strategien verfolgt, welche nachfolgend kurz dargestellt werden.

Folglich sollen das Aktionsprogramm Klimaschutz 2020[1] (CAP 2020), der Klimaschutzplan 2050[2] (CPP 2050) und der EU-Fahrplan für eine kohlenstoffarme Wirtschaft bis spätestens 2050 (A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050)[3], vorangetrieben werden. Damit einhergehend wird der Klimaschutz in Deutschland und Luxemburg durch ZENAPA intensiviert.

Daneben werden mit Hilfe des Projektes ZENAPA positive Biodiversitätseffekte ausgelöst, angelehnt an die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt[4]. Hierdurch werden unter anderem Zielkonflikte zwischen dem Ausbau erneuerbarer Energien und Erhalt der Artenvielfalt vermieden.

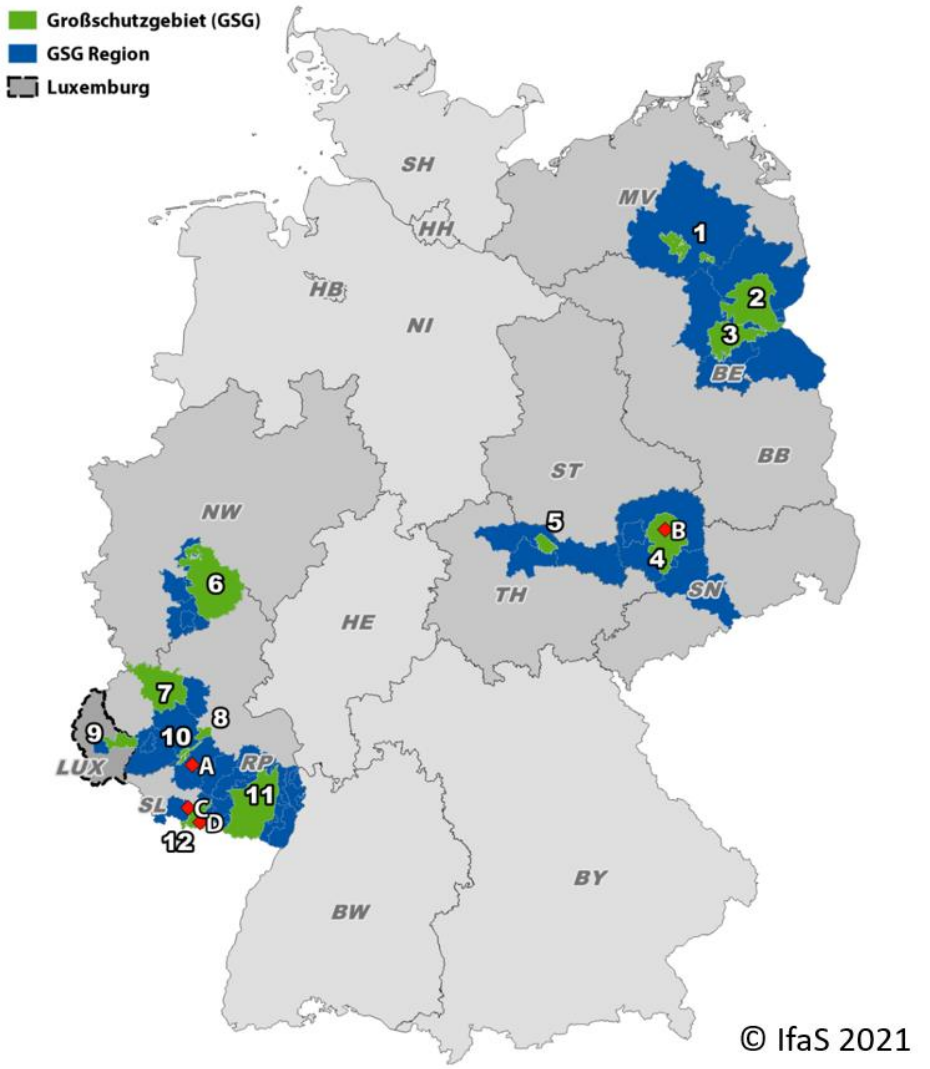
Damit verbunden ist auch die fünfte Strategie, die Nationale Politikstrategie Bioökonomie[5]. Im Rahmen dieser soll die Erzeugung sowie Nutzung biologischer Ressourcen mit der Bereitstellung von Produkten, Dienstleistungen und Verfahren in allen wirtschaftlichen Sektoren verbunden werden.

Durch ZENAPA werden die fünf genannten Strategien so miteinander kombiniert, dass sowohl ökologisch als auch ökonomisch ein Mehrwert für die Betrachtungsregion geschaffen wird.

Das Projektkonsortium umfasst insgesamt 16 Partner, aus acht Bundesländern und dem Großherzogtum Luxemburg. Die Projektkulisse besteht aus elf Großschutzgebieten sowie den überschneidenden Landkreisen und der Nationalpark-Verbandsgemeinde Rhaunen als Modellkommune. Unter den Begriff Großschutzgebiet fallen National-, Geo-, Naturparks und Biosphärenreservate. Insgesamt deckt das Projekt mehr als 10 % der Gesamtfläche der Bundesrepublik Deutschland ab. Abbildung 1-1 zeigt die ZENAPA-Projektkulisse.

[1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2014), Aktionsprogramm Klimaschutz 2020
[2] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2016), Klimaschutzplan 2050
[3] European Commission (2012), A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050
[4] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2007), Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt
[5] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2014), Nationale Politikstrategie Bioökonomie

 © IfaS 2021



A: IfaS/Hochschule Trier
B: Wurzener Land-Werke GmbH
C: Stadt St. Ingbert
D: Saarpfalz-Kreis
1: Müritz-Nationalpark
2: Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin
3: Naturpark Barnim
4: Geopark Porphyrland
5: Naturschutzprojekt Hohe Schrecke
6: Naturpark Bergisches Land
7: UNESCO Geopark Vulkaneifel
8: Nationalpark-Verbandsgemeinde Rhaunen
9: Naturpark Müllerthal
10: Nationalpark Hunsrück-Hochwald
11: Biosphärenreservat Pfälzerwald
12: Biosphärenreservat Bliesgau

Abbildung 1-1: ZENAPA Gebietskulisse

Die Masterplanerstellung erfolgte durch das Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) vom Umwelt-Campus Birkenfeld, in Zusammenarbeit mit der ehemaligen Nationalpark-Verbandsgemeinde Rhaunen, die der zentrale Ansprechpartner für Umsetzungsmaßnahmen im Schutzgebiet ist, und den Akteuren vor Ort. Die Erstellung wurde durch das LIFE-Programm, unter der Förderkennziffer LIFE 15 IPC/DE/000005, gefördert.

Der Masterplan mit den darin enthaltenden Handlungsempfehlungen stellt die wesentliche Grundlage für den Umsetzungsprozess in den Betrachtungsgebieten dar. In diesem Zusammenhang ist die Partizipation von regionalen Akteuren grundlegend für den Umsetzungserfolg.

1.1 Ausgangssituation

ZENAPA-Projektziel ist, die angeschlossenen Großschutzgebiete gemeinsam mit den jeweiligen Partnern zu Null-Emissions-Gebieten zu transformieren. Die Herausforderung besteht darin auf der weitläufigen Gebietskulisse der Schutzgebiete eine Kombination des Klima-, Natur- und Artenschutzes, unter Beachtung der einzigartigen Landschaften, zu erzielen. Der vorliegende Masterplan bezieht sich auf die Gemeinden der ehemaligen Nationalpark-Verbandgemeinde Rhaunen. Diese Gebietskörperschaft bildet die Grundlage für dessen Transformationsprozess.

Der Masterplan wurde vor und während der Fusion der Nationalpark-Verbandsgemeinden Rhaunen und Herrstein erstellt und bezieht sich ausschließlich auf die 16 Ortsgemeinden der ehemaligen Nationalpark-Verbandsgemeinde Rhaunen. Lediglich aus Gründen der Vereinfachung wurde auf die durchgängige Nennung der geänderten Körperschaftsstruktur verzichtet.

Die Gemeinden der Nationalpark-Verbandsgemeinde Rhaunen befindet sich im Nationalpark Hunsrück-Hochwald. Rhaunen liegt nördlich von Idar-Oberstein in Rheinland-Pfalz, unweit vom Flughafen Frankfurt-Hahn. Die Verbandsgemeinde umfasst 16 Ortsgemeinden, in denen ca. 7.400 Einwohner leben.[6] Das Gebiet hat eine Fläche von rund 100 km². Fast die Hälfte dieser Fläche besteht aus zusammenhängenden Misch- und Hochwäldern. Die Landschaft in der Kommune Rhaunen bietet zahlreichen Tier- und Pflanzenarten gute Lebensbedingungen, weswegen die auch Teil des Nationalparks Hunsrück-Hochwald ist. Dort leben beispielsweise Schwarzstorch, Schwarzspecht oder auch die Wildkatze.[7]

Die Gemeinden der Nationalpark-Verbandsgemeinde Rhaunen sind im Masterplan für den Nationalpark Hunsrück-Hochwald im ersten Betrachtungsraum „Großschutzkommunen“ (GSK) abgebildet. Zudem liegt Rhaunen in der „Großschutzregion“ (GSR) des Nationalparks Hunsrück-Hochwald, der zweiten Betrachtungsebenen. Da die Nationalpark-Verbandsgemeinde Rhaunen auch ZENAPA-Modellkommune ist, wird im Gegensatz zu den anderen GSK, für die Verbandsgemeinde Rhaunen ein individueller ZENAPA-Masterplan erstellt.

Die Gebietskulisse der Nationalpark-Verbandsgemeinde Rhaunen ist in Abbildung 1-2 dargestellt.

[6] Verbandsgemeinde Rhaunen, Nationalpark-Verbandsgemeinde Rhaunen
[7] Nationalpark Hunsrück-Hochwald, Der Nationalpark Hunsrück-Hochwald

© IfaS 2021

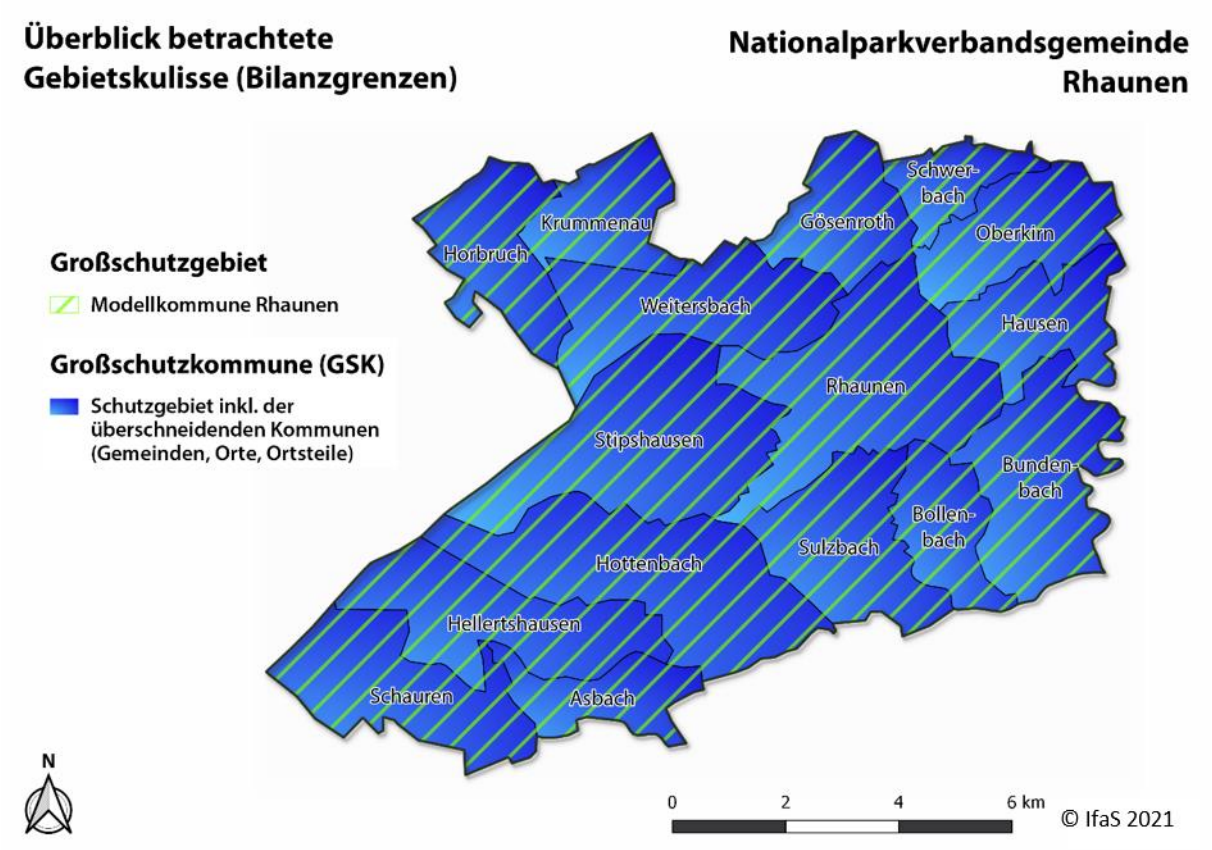


Abbildung 1-2: Überblick der Gebietskulisse Nationalpark-Verbandgemeinde Rhaunen

Während sich die Fläche des Großschutzgebiets auf 104 km² beläuft, beträgt die Fläche der 16 Großschutzkommunen zusammen 1.283 km². Durch die ganzheitliche Betrachtung der Region werden die Wechselwirkungen gesamtheitlich berücksichtigt.

1.2 Arbeitsmethodik

Der Umwelt-Campus im rheinland-pfälzischen Birkenfeld ist ein einzigartiger Hochschulstandort und als Null-Emissions-Campus führend auf dem Gebiet des Klimaschutzes. Durch den aktiven Klimaschutz erhielt der Umwelt-Campus den Titel der „Grünsten Hochschule Deutschlands“. [8] Das IfaS, mit Sitz am Umwelt-Campus, wurde 2001 vom Senat der Hochschule Trier als gemeinnütziges Forschungsinstitut innerhalb der Hochschule gegründet und ist mit seinen rund 75 Mitarbeitern eines der größten Stoffstrommanagement-Institute Deutschlands. Das IfaS nutzt den Ansatz des Stoffstrommanagements (SSM) um eine Kreislaufwirtschaft zu etablieren und zu optimieren. Durch innovative Managementansätze können Stoff– und Energieströme optimiert und so ein intelligenter und ressourceneffizienter Umgang etabliert werden. Die Arbeitsschwerpunkte des IfaS bilden die fundierte Analyse der Ist-Situation, der Aufbau von Akteursnetzwerken zur Lösungsfindung, die innovative Kombination neuer und bewährter

[8] Vgl. Greenmetric UI., GreenMetric-Ranking (2020)

Technologien sowie die Entwicklung innovativer Finanzierungsinstrumente. Hierauf aufbauend verbinden die Projekte des IfaS den Anspruch, die Steigerung der regionalen Wertschöpfung u. a. mit Aspekten der Ressourcenschonung und dem Klimaschutz zu verbinden. So werden durch das IfaS Lösungsansätze im Einklang von Ökologie und Ökonomie entwickelt.

Unter SSM wird das zielorientierte, verantwortliche, ganzheitliche und effiziente Beeinflussen von Stoffsystemen (unter Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer und sozialer Zielvorgaben) verstanden. Es dient als zentrales Instrument zur Umsetzung von Null-Emissions-Ansätzen.[9] Durch die Kombination unterschiedlichster Disziplinen der Wissenschaft im Stoffstrommanagement wird ein neuer, vernetzter Ansatz von der Linearwirtschaft hin zu innovativen Kreislaufwirtschafts- und Null-Emissions-Systemen verfolgt. SSM zielt somit auf die ökologische und ökonomische Beeinflussung von Stoff- und Energieströmen ab. Hauptziele sind dabei die Ressourcen- bzw. Materialeffizienz und das Schaffen nachhaltiger Kreisläufe. Ein Ansatz, der sich vor allem durch seine Praxisnähe als innovativ darstellt.

Aufgrund dieser Vorteile wird bei der Erstellung des Klimaschutzmasterplans ein effizientes SSM für die Nationalpark-Verbandgemeinde Rhaunen vorbereitet. Angesichts der Komplexität des gesamten Systems und der Größe der Region können im Rahmen des vorliegenden Masterplans nur Teilaspekte eines ganzheitlichen SSM-Ansatzes betrachtet werden. Folglich liegt der Fokus auf einer Analyse der Energieströme und Emissionen in der Betrachtungsregion, um darauf aufbauend strategische Handlungsempfehlungen zur Minderung der Treibhausgasemissionen sowie zum Ausbau erneuerbarer Energien und der Erschließung von Effizienzmaßnahmen zu erarbeiten.

Im Rahmen des regionalen Stoffstrommanagements wird die Nationalpark-Verbandgemeinde Rhaunen mit ihren Gemeinden als Gesamtsystem betrachtet. Wie in nachfolgender Abbildung 1-3 schematisch dargestellt, werden in diesem System verschiedene Akteure und Sektoren sowie deren anhaftende Stoffströme im Projektverlauf identifiziert und darauf basierend potenzielle Synergieeffekte herausgearbeitet. Teilsysteme werden nicht getrennt voneinander, sondern möglichst in Wechselwirkung und aufeinander abgestimmt, optimiert. Hierdurch können neue Wertschöpfungsketten identifiziert und erschlossen werden. Neben der Verfolgung des ambitionierten Zieles, stehen auch Fragen zur Verträglichkeit („Welche ökonomischen und ökologischen Auswirkungen hat das Ziel?“) und zu lokalen Handlungsmöglichkeiten („Welcher Beitrag kann durch welchen Akteur vor Ort geleistet werden?“) im Vordergrund.

[9] Vgl. Heck / Bemmann (Hrsg.), Praxishandbuch Stoffstrommanagement, 2002, S. 16.

© IfaS 2021

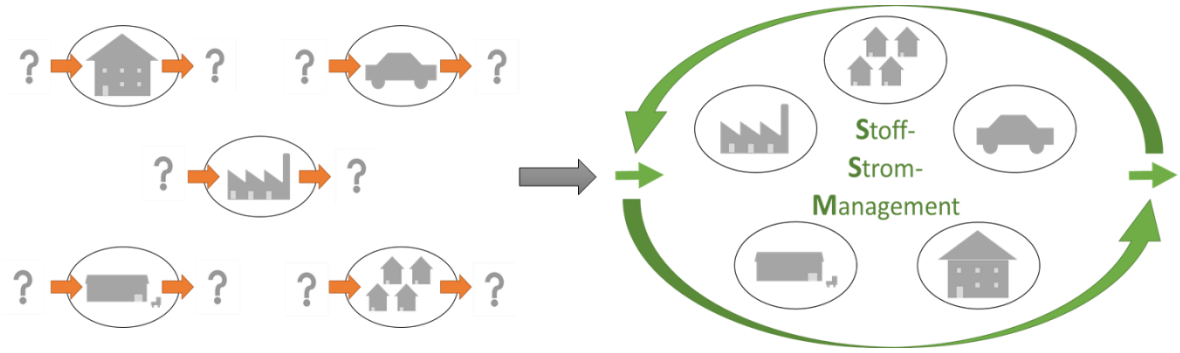


Abbildung 1-3: Ganzheitliche Betrachtung als Basis eines Stoffstrommanagements

Der vorliegende Masterplan umfasst alle wesentlichen Schritte von der Analyse und Bewertung bis hin zur strategischen und operativen Maßnahmenplanung. Die empfohlenen Maßnahmen dienen der Optimierung regionaler Stoffströme, unter Berücksichtigung von Biodiversitätsaspekten. Ferner sollen diese zur Stärkung der Wirtschaft und folglich zur Steigerung der Wertschöpfung vor Ort beitragen.

Zur Analyse und Optimierung der vorhandenen Stoffströme werden folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

- Eine Analyse der vorhandenen Ausgangssituation (IST-Zustand), besonders der Aktivitäten in den Bereichen Biodiversität, Bioökonomie und Klimaschutz im Großschutzgebiet sowie auf Landesebene (vgl. Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Ergänzend erfolgt eine Analyse der Strom- und Wärmeverbräuche sowie des Verkehrssektors mit Betrachtung der damit einhergehenden Treibhausgasemissionen. Ferner wird diese Analyse durch das Aufzeigen der Treibhausgasemissionen aus den Sektoren Abfall und Abwasser sowie Landwirtschaft vervollständigt. Die Resultate fließen in einer „Energie- und Treibhausgasbilanz“ zusammen (vgl. Kapitel 3). Die Analyse der Energieströme bildet zudem die Grundlage für eine Betrachtung der damit einhergehenden Finanzströme (vgl. Kapitel 4).
- Eine Potenzialanalyse mit einer qualitativen und quantitativen Bewertung signifikanter lokaler Potenziale, u. a. in den Bereichen Energieeffizienz und Erneuerbare Energien (vgl. Kapitel 5).
- Eine Akteursanalyse zur Identifikation relevanter Schlüsselpersonen bzw. -einrichtungen (vgl. Kapitel 61.1).
- Die Entwicklung konkreter Handlungsempfehlungen und individueller Projektansätze des SSM zur Mobilisierung und Nutzung der regionalen Potenziale in Form eines Maßnahmenkataloges (vgl. Kapitel 7).
- Die Aufstellung von Szenarien und damit verbunden ein Ausblick, wie sich die Energie- und Treibhausgasbilanz (vgl. Kapitel 9) sowie die regionale Wertschöpfung (RWS) (vgl. Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) bis zum Jahr 2050 innerhalb der Projektregion entwickeln könnte.
- Die Erarbeitung eines Konzeptes zur regionsspezifischen Öffentlichkeitsarbeit (vgl. Kapitel 7) und zum begleitenden Controlling der zielgerichteten Umsetzung der entwickelten Maßnahmen (vgl. Kapitel 11).

Der Masterplan bildet das zentrale Planungsinstrument des regionalen SSM. Entsprechend der Komplexität der Aufgaben- und Zielstellung ist die Erstellung und Umsetzung des Konzeptes kein einmaliger Vorgang, sondern bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses und somit eines effizienten Managements.

Der folgende Bericht fasst die Ergebnisse der oben beschriebenen Analysen zusammen und dient den regionalen Verantwortlichen als Grundlage zur Entwicklung der Nationalpark-Verbandgemeinde Rhaunen zum Null-Emissions-Großschutzgebiet.

Abbildung 1-4 fasst die wesentlichen Inhalte des Masterplans zusammen.

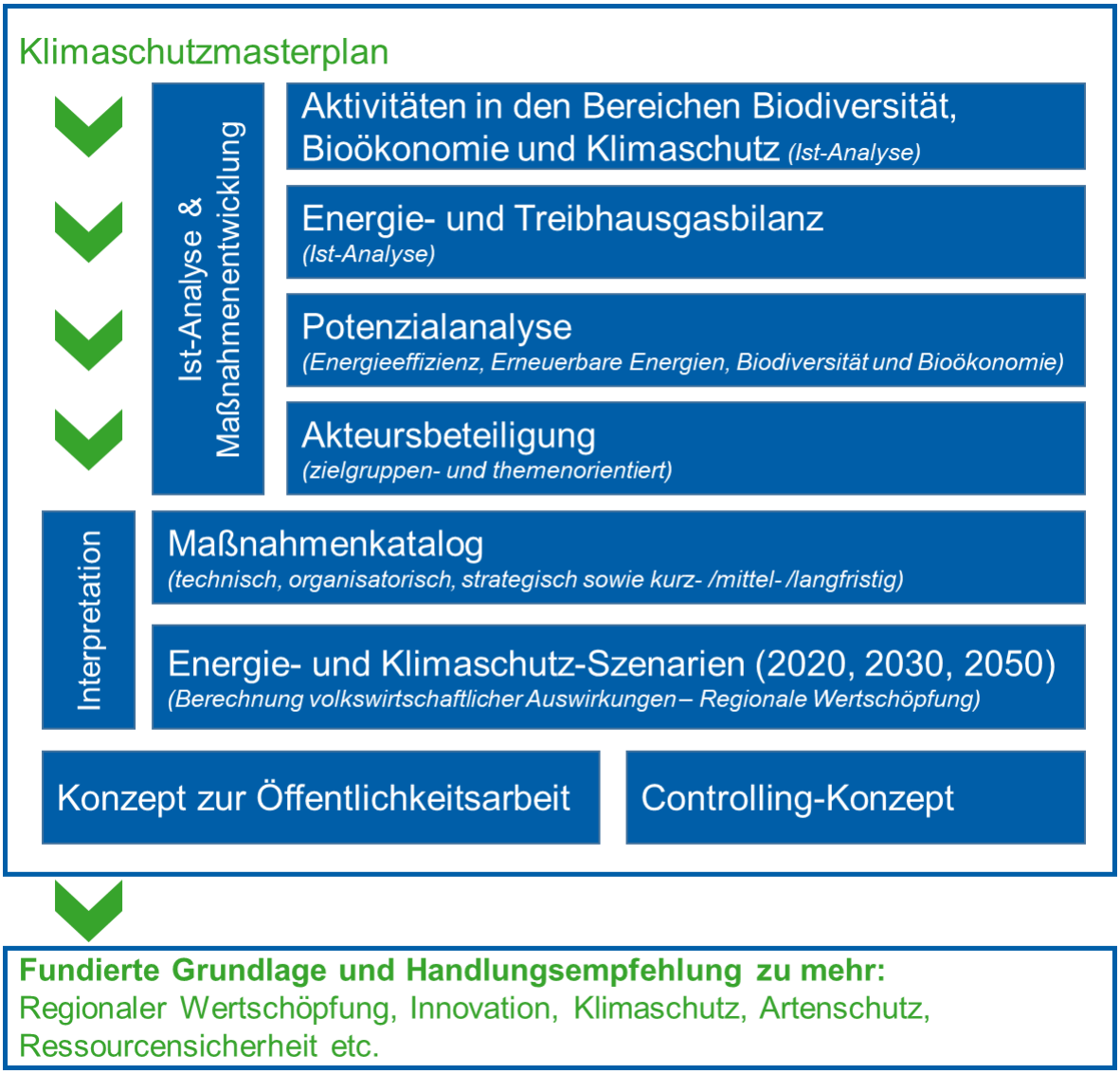


Abbildung 1-4: Struktureller Aufbau des Masterplans

© IfaS 2021

2 Aktivitäten der Modellkommune in den Bereichen Klimaschutz, Biodiversität und Bioökonomie

Das folgende Kapitel beschreibt die Modellkommune in Bezug auf den Naturraum sowie den Artenschutz und zeigt einen kurzen Auszug aus bestehenden und abgeschlossenen Projekten der Gemeinde. Darauf aufbauend werden die Klimaschutz-, Biodiversitäts- und Bioökonomieziele des Landes Rheinland-Pfalz dargestellt. Mit Bezug auf die Modellkommune werden bestehende Projekte aus diesen Bereichen vorgestellt.

2.1 Der Naturraum und die Landnutzung der Modellkommune

Die Modellkommune (ehemals VG Rhaunen) ist eine Gebietskörperschaft im Landkreis Birkenfeld in Rheinland-Pfalz. Ihr gehören 16 Ortsgemeinden an, welche insgesamt 7.063 Einwohner beheimaten, von denen knapp 2.200 in der Ortsgemeinde Rhaunen wohnhaft sind.[10] Am 01. Januar 2020 sind die beiden ehemaligen Verbandsgemeinden (Herrstein und Rhaunen) zur neuen Verbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen fusioniert.

Zwischen Mosel und Nahe liegt die Modellkommune auf dem Kamm des Hunsrücks. Sie ist geprägt von drei landschaftlichen Hauptmerkmalen. Zum einen ist das der Idarwald, ein stark bewaldeter hoher Teil des Hunsrücks (bis 766 Meter über NN), an den sich die Dörfer Schauren, Stipshausen, Weitersbach, Krummenau und Horbruch schmiegen. Dazu kommt das Hochland um die Dörfer Asbach, Hellertshausen, Hottenbach, Sulzbach, Bollenbach, Schwerbach und Gösenroth (400-500 Meter), sowie die tief eingeschnittenen Bachtäler um Oberkirn, Hausen, Rhaunen und Bundenbach (tiefster Punkt 250 Meter).[11] Die Gemeinde ist insgesamt geprägt von Wald- und Wiesentälern, Ackerbau auf den höherliegenden Terrassen des Hochlandes, imposanten Felsmassiven und fossilienreichen Schieferschichten. Schon sehr früh wurde das Gebiet besiedelt, was mehrere Ruinen der Kelten und Römer bezeugen. So brachten bahnbrechende Fossilienfunde um Bundenbach der Ortsgemeinde wissenschaftlich-paläontologischen Weltruf.[12] Der aus dem Devon stammende Hunsrückschiefer tritt in den Hanglagen an die Oberfläche und stellt eine wichtige Ressource der Region dar. Im Schieferbergbau wird das Material seit Jahrhunderten genutzt und ist an vielen Gebäuden als Dach- und Fassadenschiefer sichtbar. Eine rekonstruierte Keltensiedlung sowie ein Schiefer-Besucherbergwerk machen die Geschichte der Region in der Modellkommune für Interessierte erlebbar.[13]

[10] Vgl. Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz. Statistische Berichte 2019.
[11] Vgl. Nationalparklandkreis Birkenfeld. Verbandsgemeinde Rhaunen
[12] Vgl. Nationalparkregion Hunsrück-Hochwald. Nationalpark-Verbandsgemeinde Rhaunen an der Hunsrück Schiefer- und Burgenstraße
[13] Ebenda.

Grundlage der Flächenverteilung der Modellkommune sind die naturräumlichen Gegebenheiten der Region, aufgrund derer sich die Forst- und Landwirtschaft als wichtigste Bewirtschaftungsformen herausgebildet haben. Die nachfolgende Abbildung 2-1 zeigt die Flächenstruktur der Modellkommune.

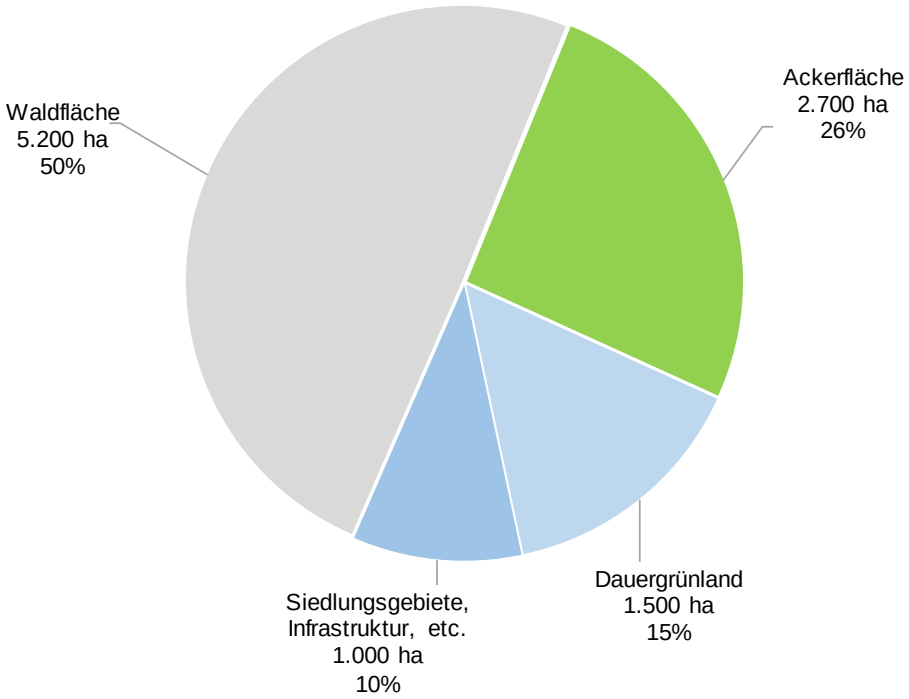


Abbildung 2-1: Flächenverteilung in der Modellkommune.[14]

Forstwirtschaftliche Strukturen in der Modellkommune:

Das Gebiet der Verbandsgemeinde Rhaunen ist geprägt durch die Waldwirtschaft, die sich traditionell in der Hunsrück-Region als wichtige Form der Landbewirtschaftung entwickelt hat. Der Wald macht 50 % der gesamten Gemeindefläche aus. Die Hauptbaumarten sind Fichte (37 %), Buche (24 %) und Eiche (14 %). Insgesamt machen Nadelbaumarten rund 52 % und Laubbäume rund 48 % der Baumarten in der Modellkommune aus. Der weitaus größte Teil des Waldes ist Kommunalwald (72 %), was der Kommune viele Möglichkeiten für die Bewirtschaftung und Gestaltung des Waldes gibt. Daneben sind 14 % der Waldfläche in Staatsbesitz, 12 % in privater Hand und 2 % sind Bundeswald.

Landwirtschaftliche Strukturen in der Modellkommune:

Die Landwirtschaft spielt neben der Forstwirtschaft eine weitere wichtige Rolle in der ländlichen Modellkommune. Das Verhältnis von Dauergrünland zu Ackerland (36 % Dauergrünland, 64 % Ackerland) entspricht fast genau dem landesweiten Durchschnitt.[15] Die Ackerfläche wird

[14] Vgl. Eigene Auswertung mithilfe von Daten des Statistischen Landesamtes Rheinland-Pfalz (Statistischer Bericht - RLP - Flächennutzung Landwirtschaft (2016)
[15] Dieser lag im Jahr 2017 bei 37% Dauergrünland zu 63% Ackerland. Vgl. Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz. Statistischer Band 410 - Die Landwirtschaft 2017; S.90.

© IfaS 2021

zum Großteil mit Getreide (73 %) und Raps (19 %) bestellt. Stilllegungsflächen (5 %), Mais (2 %) und Feldgras/Futterbaugemenge (1 %) stellen nur einen kleinen Teil der Flächennutzung dar.

Fazit:

Die Forstwirtschaft steht vor der Herausforderung, den Waldbestand langfristig resilienter zu machen. Ein Waldumbau zu einem stabileren Mischwald, wie er auch im benachbarten Nationalpark stattfindet, scheint hier eine sinnvolle Maßnahme. Aufgrund der Tatsache, dass der Kommunalwald fast drei Viertel des Waldes in der Modellkommune ausmacht, hat die Kommune hier das Heft selbst in der Hand, um notwendige, von der Landesregierung geforderte und geförderte Maßnahmen[16] zu ergreifen.

Auch in der Landwirtschaft ist eine Diversifizierung der Kulturen erstrebenswert, um die Risiken, die der Klimawandel bürgt, zu minimieren. Allein Gerste und Weizen werden auf knapp zwei Drittel der Ackerfläche angebaut. Hier kann die Einführung neuer Kulturen zur Erhöhung der räumlichen Vielfalt beitragen und gleichzeitig – sinnvoll positioniert – einen Mehrwert z. B. für Erosions- oder Wasserschutz leisten. Das ZENAPA-Komplementärprojekt MUNTER sowie das Projekt WERTvoll zeigen hierfür Möglichkeiten auf.

2.2 Projekte zum Artenschutz in der Modellkommune

Da die Modellkommune als Verbandsgemeinde einen vergleichsweise kleinen Bezugsraum darstellt und Artenschutzprojekte in der Regel auf Landes- oder Kreisebene umgesetzt werden, wird an dieser Stelle auf den Masterplan der ZENAPA-Region Hunsrück-Hochwald, zu der die Modellkommune ebenfalls gehört, hingewiesen. Dort finden sich darüber hinaus weitere Projekte in der angrenzenden Region.

Weil die Modellkommune stark von der Land- und Forstwirtschaft geprägt ist, liegen eben dort das größte Potenzial im Bereich des Artenschutzes. Hier gilt es, mögliche Kombinationen und Synergien mit den ZENAPA-Themen *Klimaschutz*, *Biodiversität* und *Bioökonomie* zu prüfen. Ein Beispiel ist die Integration von Pflegemaßnahmen neu angelegter Agrarholzstrukturen/Agroforstsysteme in ZENAPA-Projekte.

[16] Vgl. Staatsministerin für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz. Erklärung „Klimaschutz für den Wald – unser Wald für den Klimaschutz" (2019)

2.3 Klimaschutz in der Modellkommune

2.3.1 Klimaschutzziele des Landes Rheinland-Pfalz

Das Land Rheinland-Pfalz hat den Klimaschutz im Jahr 2014 durch die Verabschiedung des Klimaschutzgesetzes auf eine gesetzliche Grundlage gestellt. Essentieller Bestandteil des Gesetzes ist die Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes, das Vorschläge und Maßnahmen zur Erreichung der im Gesetz festgelegten Klimaschutzziele beinhaltet. Des Weiteren sind in § 4 Landesklimaschutzgesetz die folgenden Ziele formuliert: „*Die Gesamtsumme der Treibhausgasemissionen in Rheinland-Pfalz soll bis zum Jahr 2020 um mindestens 40 Prozent im Vergleich zu den Gesamtemissionen im Jahr 1990 gesenkt werden. Bis zum Jahr 2050 wird die Klimaneutralität angestrebt, die Treibhausgasemissionen sollen jedoch um mindestens 90 Prozent im Vergleich zu den Gesamtemissionen im Jahr 1990 verringert werden. Die Minderungsbeiträge aus dem europäischen System für den Handel mit Treibhausgas-Emissionszertifikaten finden dabei entsprechende Berücksichtigung.*“ Das Land setzt sich zudem drei weitere Ziele:

- Bis zum Jahr 2030 sollen die Behörden, Hochschulen und sonstigen Landeseinrichtungen, soweit sie der unmittelbaren Organisationsgewalt des Landes unterliegen, in der Gesamtbilanz klimaneutral organisiert werden.
- Bei dem für den Klimaschutz zuständigen Ministerium wird ein Beirat für Klimaschutz gebildet.
- Die Maßnahmen zur Erreichung der genannten Reduktionsziele sind in einem Klimaschutzkonzept darzustellen. Das Konzept soll erstmals 2015 vorgelegt und spätestens alles vier Jahre fortgeschrieben werden. Ein Klimaschutzmonitoring ist zu entwickeln. Das Monitoring soll eine zweijährige Kurzberichterstattung im Rahmen der Energieberichte der Landesregierung sowie eine zusammenfassende Berichterstattung alle vier Jahre umfassen.

Im erarbeiteten Klimaschutzkonzept des Landes Rheinland-Pfalz sind die folgenden acht Handlungsfelder (HF) inkl. zugehöriger Klimaschutzmaßnahmen beschlossen:[17]

- HF 1: Gewerbe/Handel/Dienstleistungen, übrige Verbraucher
- HF 2: Private Haushalte
- HF 3: Industrie, prozessgebundene Emissionen
- HF 4: Strom und Wärmeerzeugung, Netze
- HF 5: Öffentliche Hand
- HF 6: Abfall und Wasser
- HF 7: Verkehr
- HF 8: Landnutzung

[17] Nähere Informationen im Klimaschutzkonzept des Landes Rheinland-Pfalz. (2015), S. 54 ff.

 © IfaS 2021

2.3.2 Klimaschutzaktivitäten in der Modellkommune

Der folgende Abschnitt zeigt eine Auswahl vielfältiger Klimaschutzaktivitäten, die bereits in der Modellkommune durchgeführt wurden.

Integriertes Klimaschutzkonzept für die Nationalpark-Verbandsgemeinde Rhaunen

In den Jahren 2012 bis 2014 ließ die Modellkommune ein integriertes Klimaschutzkonzept inkl. Teilkonzept „Integrierte Wärmenutzung“ erstellen. „Dabei wurden zunächst alle klimarelevanten Bereiche wie die eigenen Liegenschaften, die Straßenbeleuchtung, private Haushalte, Gewerbe, Handel und der Dienstleistungssektor (Industrie, Mobilität, Abwasser, Beschaffung) untersucht. So konnte festgestellt werden, wo Möglichkeiten bestehen, Energie zu sparen und den CO_2-Ausstoß zu senken. Das Ergebnis ist ein Katalog für konkrete Maßnahmen. Das integrierte Klimaschutzkonzept wurde im Dialog mit den lokalen Akteuren erarbeitet.“[18]

(Bio)Energiedorf-Coaching

Im Rahmen des Coachings, das von Ende 2013 bis Anfang 2014 durchgeführt wurde, waren drei Ortsgemeinden der Modellkommune Rhaunen (Rhaunen, Schauren, Schwerbach) ausgewählt worden, um Anregung und Unterstützung zu erhalten, “ihr Dorf aktiv in Richtung (Bio)Energiedorf zu entwickeln“.[19] Unterstützt wurde das Coaching mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), welche durch den Landkreis Birkenfeld im Rahmen des Modellvorhabens Land-Zukunft vergeben wurden.

Das Interkommunale Netzwerk Energie (IkoNE)

Im Jahr 2016 wurde das interkommunale Netzwerk Energieeffizienz (IkoNE) gegründet. Das Netzwerk, das aus mehreren Kommunen und Gemeinden im Landkreis Birkenfeld besteht, hat das Ziel Energie- und Klimaschutzmanagement flächendeckend umzusetzen. Insbesondere Energieeffizienz in öffentlichen Liegenschaften und erneuerbare Energien bilden dabei die Schwerpunkte der Arbeit. Die Teilnehmer arbeiten dabei eng zusammen und es besteht die Absicht ein Energiecontrolling zu etablieren sowie einen Energiebericht für die Region zu schaffen.[20]

Einstellung eines Klimaschutzmanagers

Seit Anfang Dezember 2017 hat die Verbandsgemeinde Rhaunen einen Klimaschutzmanager.[21] Seine Aufgabe ist die Umsetzung von Maßnahmen des integrierten Klimaschutzkonzeptes der Verbandsgemeinde sowie die Planung und Durchführung bzw. Koordination von weiteren Maßnahmen zum Klimaschutz. Auch „Öffentlichkeitsarbeit, Informationsveranstaltungen

[18] Vgl. Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen. Klimaschutzkonzept
[19] Vgl. Hochschule Trier - Institut für angewandtes Stoffstrommanagement – IfaS. Abschlussveranstaltung (Bio)Energiedorf-Coaching
[20] Vgl. Energieagentur Rheinland-Pfalz GmbH. IkoNE: Interkommunales Netzwerk Energie
[21] Vgl. Mittelrhein-Verlag GmbH. Rhein-Zeitung.de. Klimaschutzmanager stellt sich vor

und Workshops zu den Themen Energieeinsparung sowie themenspezifisches Marketing (z. B. Presse, Internet, Publikationen, Präsentationen, Veranstaltungen, Kampagnen)“ gehören zu den Aufgaben des Klimawandelmanagers.[22]

Aktion „Energiewende, mein Haus macht mit!“

Die Aktion ist eine Kampagne des Interkommunalen Netzwerkes Energie (IkoNE) mit dem Ziel der Bewusstseinsbildung und der Unterstützung der Klimawandelmanager bei der Umsetzung ihrer Maßnahmen. Bei der Aktion, die von 2017 bis 2019 lief, wurden vier Module angeboten: Heizungspumpentausch, Hydraulischer Abgleich, Speicherdeckendämmung und Heizungskesseltausch. Zudem wurden über eine Homepage und Flyer wurden Informationen, Tipps und Anregungen verbreitet.[23]

Integrierte KfW-Quartierskonzepte in der VG Rhaunen

Insgesamt wurden in den Jahren 2017 und 2018 für die fünf Ortsgemeinden Bundenbach, Horbruch, Hottenbach, Rhaunen und Stipshausen sowie für die Verbandsgemeinde Rhaunen KfW-Quartierskonzepte erstellt. Das Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten fördert diese mit insgesamt rund 82.000 €. Darüber hinaus wurden über 120.000 € für die Umrüstung auf LED-Beleuchtung in 14 Ortgemeinden investiert.[24]

Einstellung einer Sanierungsmanagerin

Im September 2019 wurde im Rahmen der Quartierskonzepte eine Sanierungsmanagerin eingestellt. Sie wird innerhalb der nächsten drei Jahren die Maßnahmen der Konzepte umsetzen und sich somit hauptsächlich mit Energieeffizienzmaßnahmen und Nahwärmenetzen beschäftigen.

LED-Beleuchtung

Zur Umrüstung der veralteten Straßenbeleuchtung auf moderne LED-Technik in allen Ortsgemeinden der Modellkommune unterstützte das Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten die Verbandsgemeinde Anfang 2019 mit insgesamt rund 121.500 €. Durch die Sanierungsmaßnahme wird der Stromverbrauch der Straßenbeleuchtung um 77 % reduziert und jährlich rund 382.000 kWh Strom eingespart.[25]

[22] Vgl. Energieagentur Rheinland-Pfalz GmbH. Stellenausschreibung Klimaschutzmanager/in Verbandsgemeinde Rhaunen
[23] Vgl. Energieagentur Rheinland-Pfalz GmbH. Aktuelles aus dem Netzwerk
[24] Vgl. Agentur für Erneuerbare Energien. Föderal Erneuerbar
[25] Vgl. Agentur für Erneuerbare Energien. Föderal Erneuerbar

© IfaS 2021

2.4 Biodiversität in der Modellkommune

2.4.1 Biodiversitätsziele des Landes Rheinland-Pfalz

Das Bundesland Rheinland-Pfalz hat in seiner Biodiversitätsstrategie von 2015 folgende elf Handlungsfelder (HF) identifiziert und entsprechende Leit- und Teilziele formuliert.[26]

- HF 1: Naturschutz
- HF 2: Landwirtschaft
- HF 3: Forstwirtschaft
- HF 4: Wasserwirtschaft
- HF 5: Reinhaltung natürlicher Ökosysteme
- HF 6: Siedlung und Fläche
- HF 7: Klimaschutz und Energiewende
- HF 8: Tourismus und Natur erleben
- HF 9: Sport und Freizeit
- HF 10: Bildung und Ausbildung
- HF 11: Bürgerbeteiligung und Kommunikation

Als oberstes Leitziel wurde gesetzt, den Rückgang der biologischen Vielfalt bis 2025 zu stoppen. Folgende Punkte stehen in besonderem Zusammenhang mit den Zielen und möglichen Maßnahmen von ZENAPA:

Artenvielfalt und Biotopverbund:

Zum Schutz stark gefährdeter Arten sollen Lebensräume erhalten, erweitert und verbessert werden. Dazu gehört auch der Schutz von Nestern und Horsten gefährdeter Vogelarten. Der Artenschutz soll auf den Schutz von Verantwortungsarten und Schirmarten ausgerichtet werden und die Rückkehr und Etablierung ehemals heimischer Arten, wie z. B. des Luchses, soll verstärkt werden.

Landesweit, regional und kommunal sollen Biotopverbundsysteme unter Einbeziehung der Öffentlichkeit dargestellt werden. Die Zerschneidung von Lebensräumen soll vermieden und funktionsfähige Wanderkorridore für Wildtiere geschaffen werden. Darüber hinaus soll die Entwicklung der Durchgängigkeit, sowie die Renaturierung von Gewässer und Auen umgesetzt werden.

Naturschutz durch landwirtschaftliche Nutzung, Grünlandschutz und Ökologischer Landbau:

Biodiversitätserhaltende Produktionsformen sollen gefördert und die Kopplung von Pflege- und Bewirtschaftungsmaßnahmen gestärkt werden. Die Integration des Artenschutzes in die

[26] Vgl. Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz. Die Vielfalt der Natur Bewahren. Biodiversitätsstrategie des Landes Rheinland-Pfalz. (2015)

Landbewirtschaftung soll über Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen gefördert werden. Der Erhalt und die Förderung von artenreichem Grünland stellt ein weiteres Ziel dar. Ebenso wie die Stärkung der Kooperation von Landwirtschaft und Naturschutz und der Eigenverantwortung der Landwirtschaft bei der Umsetzung des Vertragsnaturschutzes. Dabei soll die Akzeptanz des Vertragsnaturschutzes insbesondere beim Vertragsnaturschutz „Acker“ erhöht werden.

In Anlehnung an die Nachhaltigkeitsstrategie des Bundes strebt auch das Land Rheinland-Pfalz im Sinne der Förderung der Biodiversität eine Zunahme der ökologisch bewirtschafteten Fläche auf 20 % an.

Naturnaher Waldbau und Gewässerschutz:

Angestrebt werden naturnahe artenreiche und mehrschichtige Mischwälder mit standortangepassten Baumarten, sowie die Erhaltung der für Rheinland-Pfalz typischen Waldtypen: Rotbuchenwälder, Eichenwälder, Hart- und Weichholzauenwälder sowie Bach-Erlen-Eschenwälder. Die Waldverjüngung soll vorrangig durch Naturverjüngung erfolgen und der Anteil an Biotop- und Altbäumen sowie Totholz soll entsprechend des BAT-Konzepts[27] gefördert werden.

Im Sinne des Gewässerschutzes soll der Anteil der Gewässer (Oberflächenwasser und Grundwasser) mit gutem und sehr gutem Erhaltungszustand erhöht werden. Der Bodenwasserhaushalt und die Grundwasserneubildung soll durch Wasserrückhalt auf der Fläche verbessert werden.

2.4.2 Biodiversitätsmaßnahmen in der Modellkommune

Im Folgenden sind Aktivitäten der Verbandsgemeinde Rhaunen im Bereich Biodiversitätsförderung dargestellt.

<u>Aktion Blau Plus: Natur-Sozial-Raum Mühlenbitzen</u>

Im Rahmen der Fördermaßnahme „Aktion Blau Plus“ des Landes Rheinland-Pfalz wurde die Renaturierung des Rhaunelbaches innerhalb von Rhaunen auf einer Strecke von 160 m umgesetzt. Des Weiteren wurde die unmittelbar angrenzende Freifläche als Naturschul- und Kommunikationsraum umgebaut. Im Zusammenhang mit der Gewässerrenaturierung entstand somit der Natur-Sozial-Raum Rhaunelbach mit folgenden Elementen:

- Kommunikationsraum für alle Generationen
- Wassererlebnis
- Touristischer Wasserspielparkt mit Stellplätzen für Wohnmobile
- Fahrradstation mit E-Bike Ladestation[28]

[27] Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz. Konzept zum Umgang mit Biotopbäumen, Altbäumen und Totholz bei Landesforsten Rheinland-Pfalz. (2011)
[28] Vgl. Regionalrat Wirtschaft Rhein-Hunsrück e.V. Kommunikations- und Begegnungsraum im Bereich der Mühlenbitzen am Rhaunelbach (2020)

 © IfaS 2021

Im Sommer 2019 wurde der Natur-Sozial-Raum durch den Beauftragten der Verbandsgemeinde eingeweiht.[29] Die Maßnahme wurde mit dem rheinland-pfälzischen Umweltpreis 2018 ausgezeichnet.[30]

Broschüre mit Pflanzempfehlungen für das Neubaugebiet in Rhaunen

Zum Erhalt und zur Förderung der Biodiversität in Neubaugebieten erstellte der Klimaschutzmanager der Verbandsgemeinde eine Broschüre mit Pflanzempfehlungen für das Neubaugebiet in Rhaunen.[31]

2.5 Bioökonomie in der Modellkommune

2.5.1 Bioökonomie im Land Rheinland-Pfalz

Die im Folgenden aufgezeigten Strategien des Landes Rheinland-Pfalz stellen Anknüpfungspunkte für weitere Aktivitäten zum Aufbau und zur Stärkung der Bioökonomie im Großschutzgebiet dar.

Das Land Rheinland-Pfalz hat keine spezielle Bioökonomie-Strategie, jedoch werden in der Regionalen Innovationsstrategie (RIS) von 2014 verschiedene Potenzialfelder der Bioökonomie genannt. Diese Bereiche (Energie, Umwelttechnik und Ressourceneffizienz) sind wichtiger Bestandteil der RIS und zugleich ist deren Förderung durch Umweltinnovationen ein Querschnittsziel der Innovationsstrategie in Rheinland-Pfalz. Hier wird die Vision verfolgt, Rheinland-Pfalz gemeinsam mit allen Akteuren des regionalen Innovationssystems zu einem der führenden Innovationsstandorte Europas weiterzuentwickeln.[32] Daneben wurde bereits 2001 eine Nachhaltigkeitsstrategie beschlossen, die regelmäßig fortgeschrieben wird und zu deren Kernthemen bei der Fortschreibung 2015 nachhaltiges Wirtschaften, Ressourcen- und Klimaschutz sowie Erhalt der biologischen Vielfalt zählen. Dabei liegt ein besonderes Augenmerk beim ressourcen- und energieeffizienten Wirtschaften hin zur Schließung von Stoffkreisläufen.

Rheinland-Pfalz ist mit einem Waldanteil von über 42,3 % (840.000 ha) gemeinsam mit Hessen das flächenbezogen waldreichste Bundesland Deutschlands.[33] Die Waldfläche übertraf im Jahr 2011 die Landwirtschaftsfläche um 1.400 ha, wodurch die besondere Stellung der Forstwirtschaft im Land Rheinland-Pfalz deutlich wird. Das 2009 eingerichtete Cluster "Holzbau-Cluster-RLP" verfolgt das Ziel, die Nutzung des nachwachsenden Rohstoffes Holz zu stärken und vorhandene Netzwerkstrukturen weiter zu entwickeln. [34]

[29] Vgl. Mittelrhein-Verlag GmbH. Rhein-Zeitung.de. Ein Paradies in Rhaunens Ortsmitte
[30] Vgl. LW Medien GmbH. Unsere Heimat - Nachrichten der Ortsgemeinden der Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein und Rhaunen. Ausgabe 28/2019
[31] Auskunft Sanierungs- und Quartiersmanagerin Frau Stumpf am 13.02.2020
[32] Vgl. Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz. Innovationsstrategie. (2014)
[33] Vgl. Landesforsten Rheinland-Pfalz. Waldfläche im Vergleich
[34] Vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung. Initiative bioökonomie.de. Bioökonomie in Rheinland-Pfalz

2.5.2 Bioökonomiestudien, -projekte und Unternehmen in der Modellkommune

Studien, Projekte und Unternehmen

In der Verbandsgemeinde Rhaunen gibt es einen sehr hohen Waldanteil, womit sich stoffliche Biomassenutzung von Holzrohstoffen realisieren lassen würden. Bisher konnten allerdings keine Bioökonomieprojekte identifiziert werden, weshalb an dieser Stelle auf den Masterplan der ZENAPA-Region Hunsrück-Hochwald verwiesen wird. Als Bestandteil der Großschutzregion ist die Modellkommune in diese eingebettet und kann einen Beitrag zur Entwicklung ländlicher Bioökonomieprojekte leisten. In Abschnitt 5.3 des Masterplans Rhaunen werden zudem speziell Flächenpotenziale für die Bioökonomie ausgewiesen, die in der Region verfügbar sind.

2.6 Zwischenfazit

Die Modellkommune zeigt mit ihren Maßnahmen in den Bereichen Klimaschutz und Biodiversität, dass die Themen einen hohen Stellenwert für die Verbandsgemeinde besitzen.

Was den Klimaschutz betrifft, so wird seit der Erstellung des integrierten Klimaschutzkonzeptes in den Jahren 2012 bis 2014 kontinuierlich daran gearbeitet, notwendige Maßnahmen umzusetzen und das Thema Klimaschutz in die Öffentlichkeit und in die Umsetzung zu bringen (s. Abb. 2-2). Die Einstellung des Klimaschutzmanagers im Jahr 2017 sowie die der Sanierungsmanagerin im Jahr 2019 unterstreicht den Willen der Kommune Klimaschutzmaßnahmen umzusetzen.

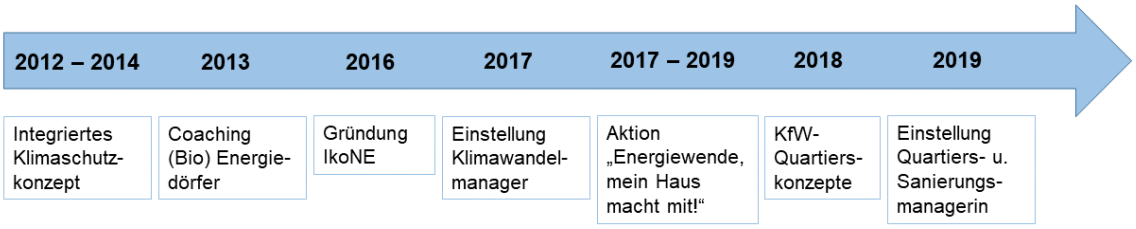


Abbildung 2-2: Darstellung der Klimaschutzaktivitäten der Modellkommune Rhaunen (IfaS 2020)

Neben den dargestellten Maßnahmen für Umweltschutz sollen in Zukunft weitere Maßnahmen umgesetzt werden, um dadurch die Biodiversität in der Verbandsgemeinde weiter zu fördern. So wird beispielsweise derzeit an der Förderung und Entwicklung einer kommunalen Biodiversitätsstrategie gearbeitet, welche kommunale Werkzeuge zur Biodiversitätsförderung schärfen und erarbeiten will. Dadurch kann die Modellkommune weiterhin konsequent die Aufgabe an- und übernehmen, im Rahmen ihrer Verantwortung und ihrer Möglichkeiten, zum Erhalt und zur Förderung der Biodiversität beizutragen.

© IfaS 2021

3 Energie- und Treibhausgasbilanzierung (Startbilanz)

Deutschland hat sich auf verschiedenen Ebenen zu einer Minderung von Treibhausgasemissionen verpflichtet. Aktuell besteht ein komplexes Gebilde aus globalen, europäischen, nationalen und sogar regionalen Zielen. Deutschland hat sich als oberstes Klimaschutzziel selbst auferlegt, seine Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2020 um 40 % (gegenüber 1990) zu senken. Langfristig (bis zum Jahr 2050) sollen die Treibhausgasemissionen um 80 % bis 95 % gemindert werden. Vor diesem Hintergrund haben sich alle Projektpartner innerhalb von ZENAPA dazu verpflichtet, einen Beitrag zur Emissionsminderung zu leisten und für ihre Region eine Null-Emissions-Strategie umzusetzen.

Um Klimaschutzziele und -potenziale im Rahmen von Emissionsminderungsprogrammen erheben und quantitativ bewerten zu können, ist es unerlässlich, zunächst alle relevanten Emittenten innerhalb eines Betrachtungsraumes zu identifizieren. Der größte Anteil an den verursachten THG-Emissionen entfällt auf die energetischen Emissionen, die aufgrund des Energieverbrauchs in den unterschiedlichen Verbrauchssektoren entstehen. Darüber hinaus tragen aber auch Sektoren wie z. B. Abfall, Abwasser und Landwirtschaft zum Ausstoß klimarelevanter Treibhausgase in Form von nicht-energetischen Emissionen bei. Innerhalb des vorliegenden Konzeptes werden sowohl die energetischen als auch die nicht-energetischen THG-Emissionen betrachtet.

Die Darstellung der Klimaschutzziele sowie die quantitative Bewertung von Emissionsminderungspotenzialen erfordern eine einheitliche Bilanzierung. Es gibt jedoch zurzeit keine strikte Vorschrift, welche Grundsätze bei der Energie- und Treibhausgasbilanzierung einer Region verfolgt werden müssen. Diesbezüglich ist in nächster Zeit auch keine Stringenz zu erwarten. Aktuell existieren lediglich Empfehlungen, die bei der Erstellung von Energie- und Treibhausgasbilanzen angewendet werden können, wie z. B.

- auf nationaler Ebene der Praxisleitfaden „Klimaschutz in Kommunen“[35] oder „Klimaschutzplaner“[36]
- auf EU-Ebene der „Covenant of Mayors“[37]
- auf internationaler Ebene das “Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emissions” (GPC).[38]

Trotz Unterschieden in der Methodik, haben die oben genannten Veröffentlichungen u. a. eine Gemeinsamkeit. Alle empfehlen eine Betrachtung der im Territorium des Betrachtungsgebietes angefallenen Energieverbräuche („Territorialbilanz“).[39] Energieverbrauch, der außerhalb

[35] Vgl. Difu 2018
[36] Vgl. Ifeu 2014
[37] Vgl. Covenant of Mayors 2010
[38] Vgl. GPC 2014
[39] Vgl. Difu 2011: S. 215.; Vgl. Ifeu 2014: S. 15.; Vgl. GPC 2014: S. 35.; Vgl. Covenant of Mayors 2010: S. 20.

verursacht wird, wird dabei nicht berücksichtigt. Darüber hinaus wird die Bilanzierung des Energieverbrauchs in Form der Endenergie empfohlen.[40]

Auf Basis der derzeitigen Empfehlungen bezieht sich die Energie- und THG-Bilanz des vorliegenden Konzeptes auf die Verbandsgemeinde Rhaunen in Form einer „endenergiebasierten Territorialbilanz“. Die verwendeten Emissionsfaktoren beziehen sich auf die relevanten Treibhausgase CO_2, CH_4 sowie N_2O und werden als CO_2-Äquivalente[41] (CO_2e) ausgewiesen. Die Faktoren zur Bestimmung der energetischen THG-Emissionen stammen soweit wie möglich aus dem Globalen Emissions-Modell integrierter Systeme (GEMIS) in der Version 4.95[42] und sind im Anhang zur Einsicht hinterlegt. Eine Ausnahme an dieser Stelle bildet der Bereich „land-use-change“. Hier werden in Ermangelung an vorliegenden Datensätzen in GEMIS die energetischen THG-Emissionen über Studien, Referenzprojekte und eigene Erfahrungswerte abgebildet. Alle Faktoren beziehen sich auf den Endenergieverbrauch und berücksichtigen dabei auch die Vorketten, wie z. B. vorgegliederte Prozesse aus der Anlagenproduktion, die Förderung der Rohstoffe, Transport oder Brennstoffbereitstellung (LCA-Ansatz). Die Berechnung der nicht-energetischen THG-Emissionen erfolgt über das Tier-1-Verfahren des IPCC-Reports 2006. Grundlage dieser Methode sind international anerkannte Schätzwerte bzw. für Deutschland ermittelte Kennzahlen.

Im Folgenden werden sowohl die energetischen als auch die nicht-energetischen Emissionen analysiert und für das Betrachtungsjahr 2015 dargestellt.

3.1 Analyse des Gesamtenergieverbrauchs und der daraus resultierenden energetischen Emissionen

Mit dem Ziel, den Energieverbrauch und die damit einhergehenden Treibhausgasemissionen der Modellkommune für das Jahr 2015 abzubilden, werden an dieser Stelle die Nutzungsarten Strom, Wärme und Treibstoffe hinsichtlich ihrer Verbrauchs- und Versorgungsstrukturen bewertet. Um darüber hinaus im Rahmen des vorliegenden Konzeptes auch handlungsorientierte und verursacherbasierte Empfehlungen geben zu können, wird nach unterschiedlichen Verbrauchergruppen differenziert. Folgende Verbrauchssektoren werden unterschieden:

- Private Haushalte
- Industrie
- Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
- Kommunale Liegenschaften
- Verkehr/Mobilität

[40] Vgl. Ifeu 2014: S. 15.; Vgl. Difu 2011: S. 216.; Vgl. GPC 2014: S. 151.; Vgl. Covenant of Mayors 2010: S. 94.
[41] N_2O und CH_4 wurden in CO_2-Äquivalente umgerechnet (Vgl. IPCC 2007)
[42] Vgl. Fritsche et. al. 2014

 © IfaS 2021

Die Analyse bedarf der Berücksichtigung einer fundierten Datengrundlage, um die Energieversorgungsstrukturen, den Energieverbrauch sowie die unterschiedlichen Energieträger zu bestimmen.

3.1.1 Gesamtstromverbrauch und Stromerzeugung

Zur Ermittlung des Stromverbrauches der Modellkommune wurden verschiedene statistische Datengrundlagen über die Stromverbräuche in den unterschiedlichen Verbrauchergruppen herangezogen.[43] Die vorliegenden Verbrauchsdaten gehen auf das Jahr 2015 zurück und weisen einen Gesamtstromverbrauch von ca. 24.600 MWh aus.

Mit einem jährlichen Verbrauch von knapp 13.800 MWh weisen die privaten Haushalte den höchsten Stromverbrauch auf. Die Verbrauchergruppe Gewerbe, Handel und Dienstleistung verbraucht jährlich ca. 6.200 MWh während in der Industrie rund 4.200 MWh benötigt werden. Gemessen am Gesamtstromverbrauch stellen die kommunalen Liegenschaften mit einer jährlichen Verbrauchsmenge von etwa 400 MWh erwartungsgemäß die kleinste Verbrauchergruppe dar.

Im Jahr 2015 werden bilanziell betrachtet ca. 11 %[44] des Gesamtstromverbrauches der VG Rhaunen aus erneuerbarer Stromproduktion gedeckt. Damit liegt der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromproduktion unter dem Bundesdurchschnitt von 31,5 %[45] im Jahr 2015. Die lokale Stromproduktion stützt sich auf die Nutzung von Photovoltaikanlagen. Die folgende Abbildung zeigt den derzeitigen Beitrag der erneuerbaren Energien an der lokalen Stromproduktion:

[43] Vgl. Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2017, Energiebilanz Rheinland-Pfalz 2015
[44] Diese beziehen sich ausschließlich auf den Anteil des erzeugten erneuerbaren Stroms im Betrachtungsgebiet. Da der Fokus auf der territorialen Bilanzierung liegt, bleibt der Anteil des erneuerbaren Strombezugs aus dem bundesweiten Netz dabei unberücksichtigt.
[45] Vgl. BMWi 2018

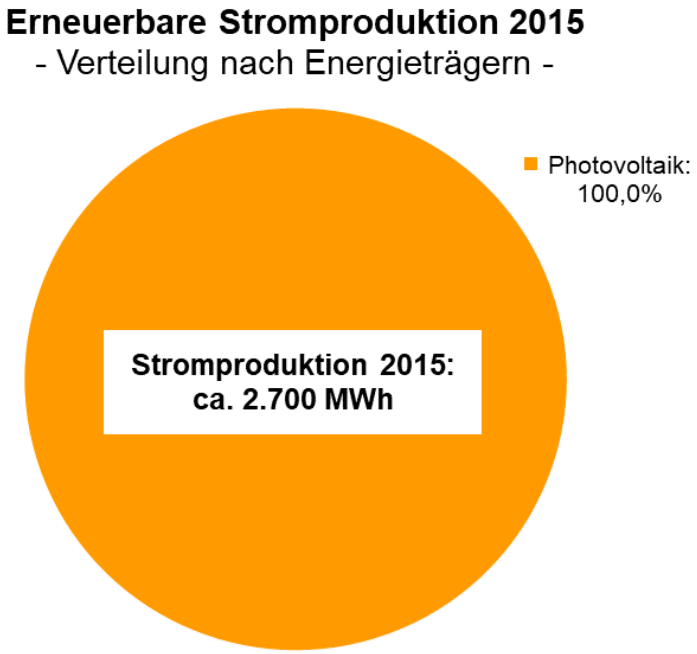


Abbildung 3-1: Erneuerbare Stromproduktion 2015 nach Energieträgern

3.1.2 Gesamtwärmeverbrauch und Wärmeerzeugung

Die Ermittlung des Gesamtwärmebedarfes stellt sich im Allgemeinen als sehr komplex dar. Neben den Verbrauchszahlen für leitungsgebundene Wärmeenergie (Erdgas und Nah-/Fernwärme), kann in der Gesamtbetrachtung aufgrund einer komplexen und zum Teil nicht leitungsgebundenen Versorgungsstruktur, lediglich eine Annäherung an tatsächliche Verbrauchswerte erfolgen. Zur Ermittlung des Wärmebedarfes im privaten Wohngebäudebestand wurden verschiedene Statistiken bzw. Zensus-Daten ausgewertet (vgl. Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Darüber hinaus wurden zur Bestimmung der Wärmeverbrauchsmengen der leitungs- und nicht leitungsgebundenen Energieträger für die Verbrauchergruppen GHD, Industrie und kommunale Liegenschaften verschiedene statistische Datengrundlagen zu Grunde gelegt.[46] Des Weiteren wurden für die Bestimmung des Anteils an regenerativer Wärmeerzeugung, die durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gelieferten Daten über geförderte innovative erneuerbare-Energien-Anlagen (Solarthermie-Anlagen[47], Bioenergieanlagen[48], Wärmepumpen[49] und KWK-Anlagen[50]) bis zum Jahr 2015 herangezogen.

[46] Vgl. Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2016, Statistische Berichte E IV
[47] Vgl. SW - Bundesverband Solarwirtschaft e.V., Solaratlas.
[48] Vgl. eclareon GmbH o.D.a, Biomasseatlas.
[49] Vgl. eclareon GmbH o.D.b, Wärmepumpenatlas
[50] Vgl. KWK-Register, Datenübermittlung Alfred Smuck (BAFA)

 © IfaS 2021

Insgesamt konnte so für das Betrachtungsgebiet ein jährlicher Gesamtwärmeverbrauch von rund 80.200 MWh ermittelt werden.

Mit einem jährlichen Anteil von rund 95 % des Gesamtwärmeverbrauches (ca. 76.000 MWh), stellen die privaten Haushalte mit Abstand den größten Wärmeverbraucher im Betrachtungsgebiet dar (vgl. Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). An zweiter Stelle steht die Verbrauchergruppe GHD mit einem Anteil von rund 2 % (2.000 MWh) direkt gefolgt von der Verbrauchergruppe Industrie, die ebenfalls einen Anteil von rund 2 % (1.500 MWh) aufweist. Die kommunalen Liegenschaften sind mit einem Anteil von lediglich ca. 1 % (ca. 700 MWh) am Gesamtwärmeverbrauch beteiligt.

Derzeit können ca. 5 % des Gesamtwärmeverbrauches über erneuerbare Energieträger abgedeckt werden. Damit liegt der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmebereitstellung deutlich unter dem Bundesdurchschnitt, der 2015 bei 13,0 %[51] lag. Im Betrachtungsgebiet beinhaltet die Wärmeproduktion aus erneuerbaren Energieträgern vor allem die Verwendung von Biomasse-Festbrennstoffen, solarthermischen Anlagen und Wärmepumpen. Die folgende Darstellung verdeutlicht, dass die Wärmeversorgung im Betrachtungsjahr 2015 jedoch überwiegend auf fossilen Energieträgern beruht.

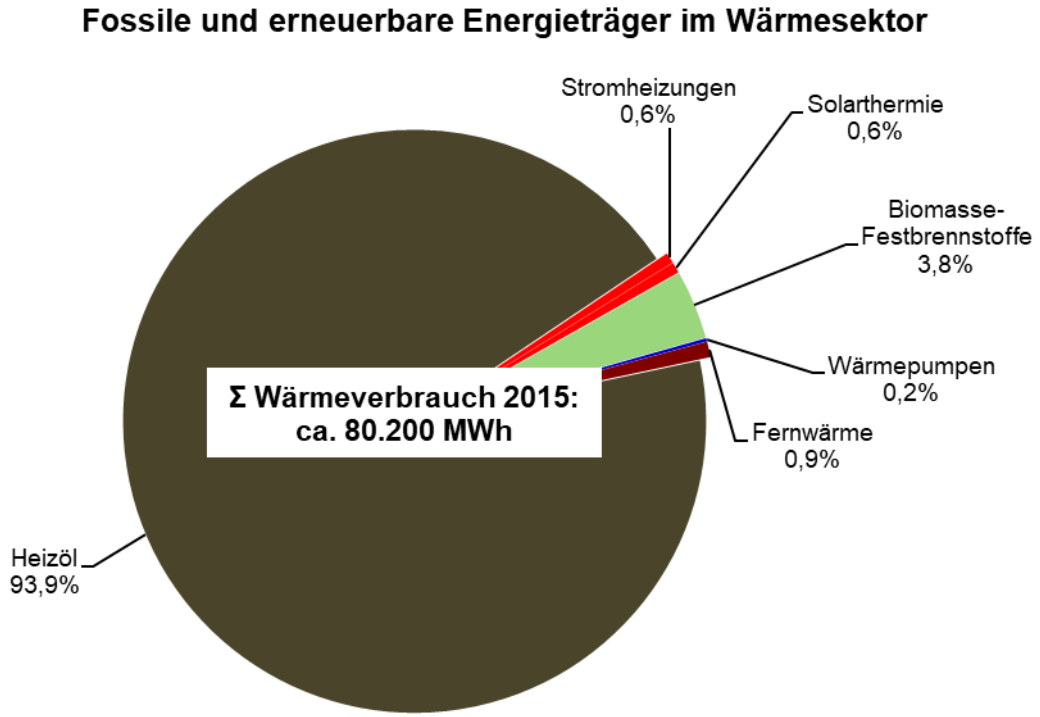


Abbildung 3-2: Übersicht der Wärmeerzeuger in der Modellkommune

[51] Vgl. BMWi 2018

3.1.3 Energieeinsatz im Verkehrssektor

Im Rahmen der vorliegenden Bilanz werden im Sektor Verkehr die Verbräuche und Emissionen des Straßenverkehrs betrachtet.[52] Im Rahmen der Konzepterstellung konnte auf keine detaillierten Erhebungen bezüglich der erbrachten Verkehrsleistung innerhalb des Betrachtungsgebietes zurückgegriffen werden. Dadurch kann eine territoriale Bilanzierung mit genauer Zuteilung des Verkehrssektors auf die Modellkommune nicht geleistet werden. Vor diesem Hintergrund wird an dieser Stelle die Bilanzierung des Verkehrssektors nach dem Verursacherprinzip vorgenommen, d. h. es werden alle Wege berücksichtig, welche die vor Ort gemeldeten Fahrzeuge zurücklegen, auch wenn die Jahresfahrleistung teilweise außerhalb des Betrachtungsgebietes erbracht wird.

Zur Berechnung des verkehrsbedingten Energieverbrauchs im Straßenverkehr (bestehend aus motorisiertem Individualverkehr (MIV) und Straßengüterverkehr) und der damit einhergehenden THG-Emissionen sind die gemeldeten Fahrzeuge im Betrachtungsgebiet eine wesentliche Datengrundlage. Zur Abbildung des Fahrzeugbestandes wurden die gemeldeten Fahrzeuge laut den statistischen Daten des Kraftfahrtbundesamtes (KBA) herangezogen.[53] Zur Ermittlung der erbrachten Verkehrsleistung ist die Jahresfahrleistung je Fahrzeugkategorie von Relevanz. Zur Bestimmung der Jahresfahrleistung je Fahrzeugkategorie wurde auf die Angaben zur durchschnittlichen Jahresfahrleistung nach Fahrzeugarten des Kraftfahrtbundesamtes zurückgegriffen.[54]

Die Berechnung des verkehrsbedingten Energieeinsatzes und der damit einhergehenden CO_2e-Emissionen erfolgt, wie bereits zuvor erläutert, anhand der gemeldeten Fahrzeuge sowie der durchschnittlichen Fahrleistungswerte einzelner Fahrzeuggruppen. Diese werden mit entsprechenden Emissionsfaktoren belegt. Alle verwendeten Emissionsfaktoren beinhalten, wie in der vorangegangenen THG-Bilanz für die Bereiche Strom und Wärme, alle relevanten Treibhausgase (CO_2e). Datengrundlage ist die GEMIS-Datenbank[55] in der Version 4.95. Die Emissionsfaktoren beziehen sich auf Mobilitätsprozesse inkl. ihrer Vorketten und beinhalten auch die direkten Emissionen aus der Verbrennung im Fahrzeug. Sie werden in der Einheit Gramm pro Personenkilometer (g/P*km) beim MIV bzw. Gramm pro Tonnenkilometer (g/t*km) beim Güterverkehr, unter Berücksichtigung eines entsprechenden Besetzungsgrades (MIV) bzw. entsprechender durchschnittlicher Tonnagen (Güterverkehr) angegeben. Alle verwendeten Emissionsfaktoren sind im Anhang hinterlegt.

[52] Flug-, Schienen- und Schiffsverkehr werden an dieser Stelle bewusst ausgeklammert, da der Einwirkbereich in diesen Sektoren als gering erachtet wird.
[53] Vgl. KBA 2015 a
[54] Vgl. KBA 2015 b
[55] Globales Emissions-Modell integrierter Systeme

 © IfaS 2021

Für die Abbildung des MIV und des Güterverkehrs auf der Straße wurde der Fahrzeugbestand aus den Angaben des KBA entnommen. Einen Überblick für die Modellkommune für das Betrachtungsjahr 2015 gibt folgende Abbildung:

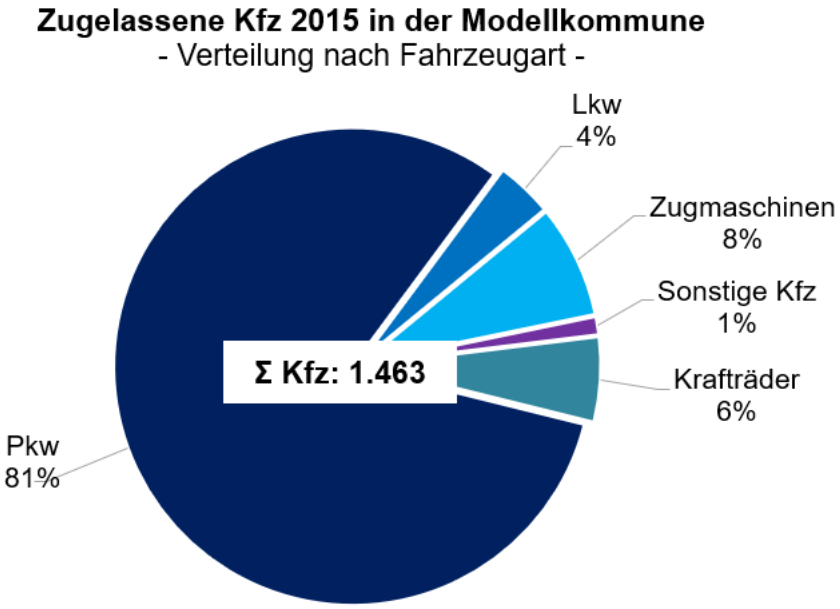


Abbildung 3-3: Fahrzeugbestand 2015 in der Modellkommune

Wie obenstehende Abbildung zeigt, sind im Betrachtungsjahr 2015 insgesamt 1.463 Fahrzeuge in der Modellkommune gemeldet. Es ist ersichtlich, dass der Anteil der PKW mit rund 81 % (entspricht 1.189 Fahrzeugen) am größten ist. Auf die Kategorie Krafträder entfällt ein Anteil von rund 6 % (85 Fahrzeuge), während die LKW einen Anteil von ca. 4 % (entspricht 57 Fahrzeugen) haben. Zugmaschinen und sonstige Kfz machen zusammen etwa 9 % des Fahrzeugbestandes 2015 in der Modellkommune aus.

Bei einer Betrachtung des PKW-Bestandes 2015 nach Kraftstoffart ist ersichtlich, dass der überwiegende Teil der PKW auf fossilen Antrieben beruht, wie folgende Abbildung zeigt:

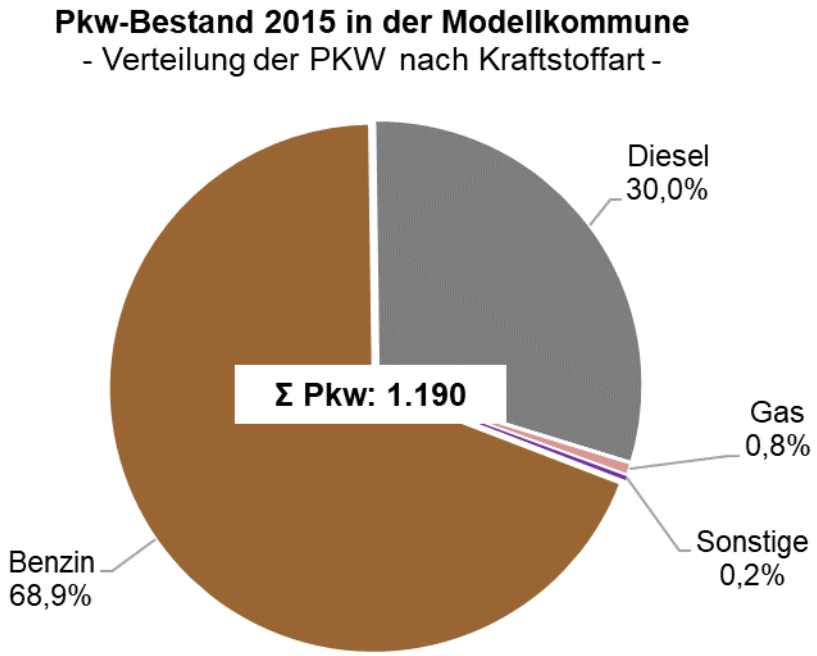


Abbildung 3-4: PKW-Bestand 2015 in der Modellkommune, Verteilung nach Kraftstoffart

Bei rund 69 % des PKW-Bestandes 2015 in der Modellkommune handelt es sich um benzinbetriebe PKW, gefolgt von den Dieselbetriebenen mit einem Anteil von ca. 30 %. Auf die gasbetriebenen PKW, die sonstigen sowie die PKW mit alternativen Antrieben, worunter auch die Elektrofahrzeuge zu finden sind, entfallen rund 1 % des gesamten PKW-Bestandes im Betrachtungsgebiet.

Die spezifischen Jahresfahrleistungen je Fahrzeugkategorie, basierend auf den Angaben des KBA, stellen sich für das Betrachtungsjahr 2015 wie folgt dar:

Tabelle 3-1: Durchschnittliche Fahrleistung nach Fahrzeugarten im Jahr 2015

Fahrzeugart	Ø Fahrleistung pro Jahr
Krafträder	2.302 km/a
PKW	14.074 km/a
LKW bis 3,5 Tonnen	19.388 km/a
LKW 3,5 bis 6 Tonnen	18.914 km/a
LKW über 6 Tonnen	39.289 km/a
Land-/Forstwirtschaftliche Zugmaschinen	415 km/a
Sattelzugmaschinen	100.899 km/a
Sonstige Zugmaschinen	3.686 km/a
Omnibusse	57.311 km/a
Sonstige Kfz	9.812 km/a

Über die spezifischen Jahresfahrleistungen je Fahrzeugkategorie kann so eine gesamte Jahresfahrleistung i. H. v. rund 21,5 Mio. km für das Betrachtungsgebiet ermittelt werden. Die so erbrachte Verkehrsleistung 2015 führt im Ergebnis zu einem gesamten Energieeinsatz von

© IfaS 2021

rund 22.600 MWh. Einhergehend mit diesem Energieeinsatz werden ca. 7.600 t CO_2e durch den Verkehrssektor emittiert.

3.1.4 Zusammenfassung des Gesamtenergieverbrauchs nach Sektoren und Energieträgern

Der Gesamtenergieverbrauch bildet sich aus der Summe der zuvor beschriebenen Teilbereiche und beträgt im abgeleiteten Zustand für das Betrachtungsjahr 2015 ca. 127.000 MWh/a. Dies entspricht einem Pro-Kopf-Verbrauch von ca. 17,8 MWh. Die nachfolgende Grafik zeigt einen Gesamtüberblick über die derzeitigen Energieverbräuche in der Modellkommune, unterteilt nach Energieträgern und Sektoren:

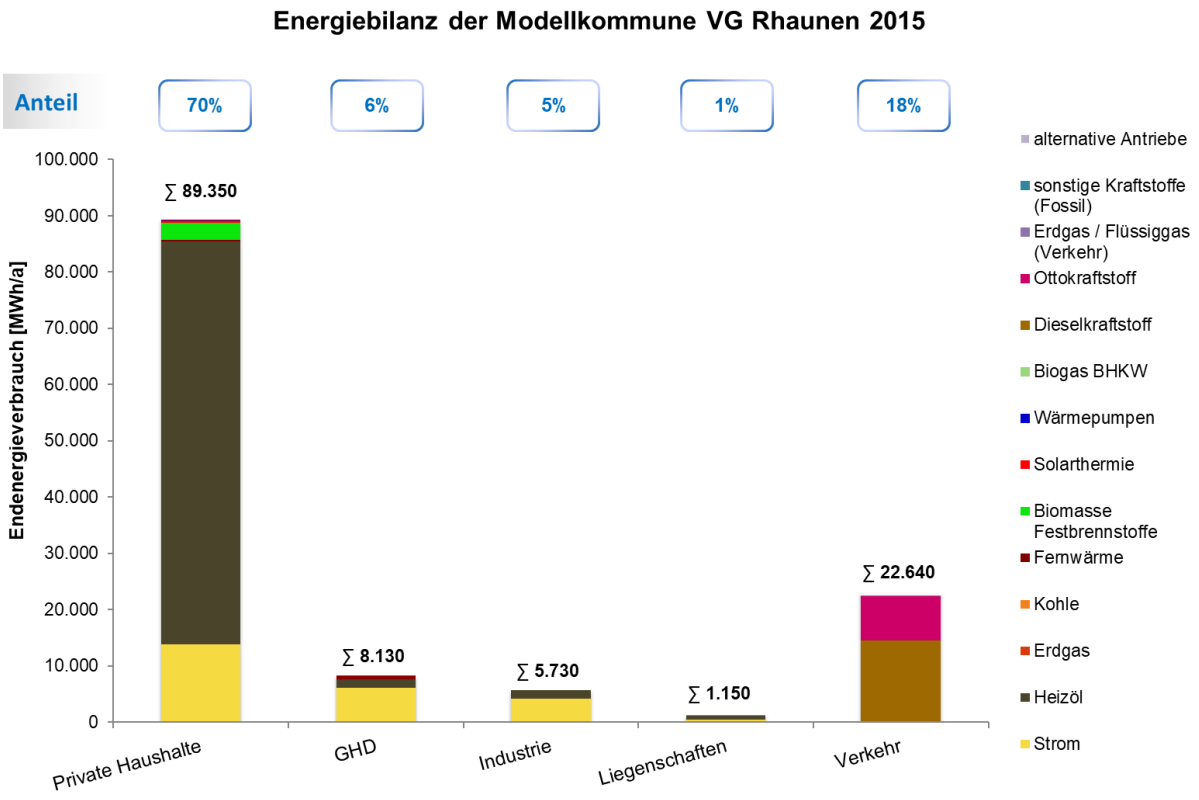


Abbildung 3-5: Energiebilanz der Modellkommune 2015 unterteilt nach Energieträgern und Verbrauchssektoren

Die zusammengefügte Darstellung der Energieverbräuche nach Verbrauchergruppen lässt erste Rückschlüsse über die dringlichsten Handlungssektoren im Bereich des Energieverbrauchs zu. Das derzeitige Versorgungssystem ist vor allem im Wärmebereich augenscheinlich durch den Einsatz fossiler Energieträger geprägt. Für die regenerativen Energieträger ergibt sich demnach ein großer Ausbaubedarf. Des Weiteren lässt sich ableiten, dass die kommunalen Liegenschaften im Betrachtungsgebiet aus energetischer Sicht nur in geringem Maße zur Bilanzoptimierung beitragen können. Dennoch wird die Optimierung dieses Bereiches – insbesondere in Hinblick auf die Vorbildfunktion gegenüber den weiteren Verbrauchergruppen – als besonders notwendig erachtet.

3.1.5 Energiebedingte Treibhausgasemissionen 2015

Ziel der Treibhausgasbilanzierung auf lokaler Ebene ist es, spezifische Referenzwerte für zukünftige Emissionsminderungsprogramme zu erheben. In der vorliegenden Bilanz werden, auf Grundlage der zuvor erläuterten Energieverbräuche die territorialen, energiebedingten Treibhausgasemissionen (CO_2e) in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr quantifiziert. Die Emissionen des Strombereichs werden dabei zunächst über den Faktor des aktuellen Bundesstrommix bilanziert. Um jedoch darstellen zu können, inwieweit die lokale Energieversorgungsstruktur des Betrachtungsgebietes zum Klimaschutz beiträgt, erfolgt in einem nächsten Schritt die Anrechnung der lokalen, regenerativen Stromerzeugung über einen Emissionsfaktor, der den territorialen Strommix enthält. Im territorialen Strommix wird dabei berücksichtigt, welche lokalen Erzeugungsanlagen welchen Anteil am Gesamtstromverbrauch des Betrachtungsgebietes haben. Im Ergebnis wird die Anrechnung der lokalen, regenerativen Stromerzeugung ebenfalls in Relation zur Ist-Bilanz (Startbilanz) gesetzt, um die Einsparung der THG-Emissionen im Strombereich darzustellen.

Die folgende Darstellung bietet einen Gesamtüberblick der relevanten Treibhausgasemissionen, welche für das Betrachtungsjahr 2015 auf Ebene der VG Rhaunen errechnet wurden.

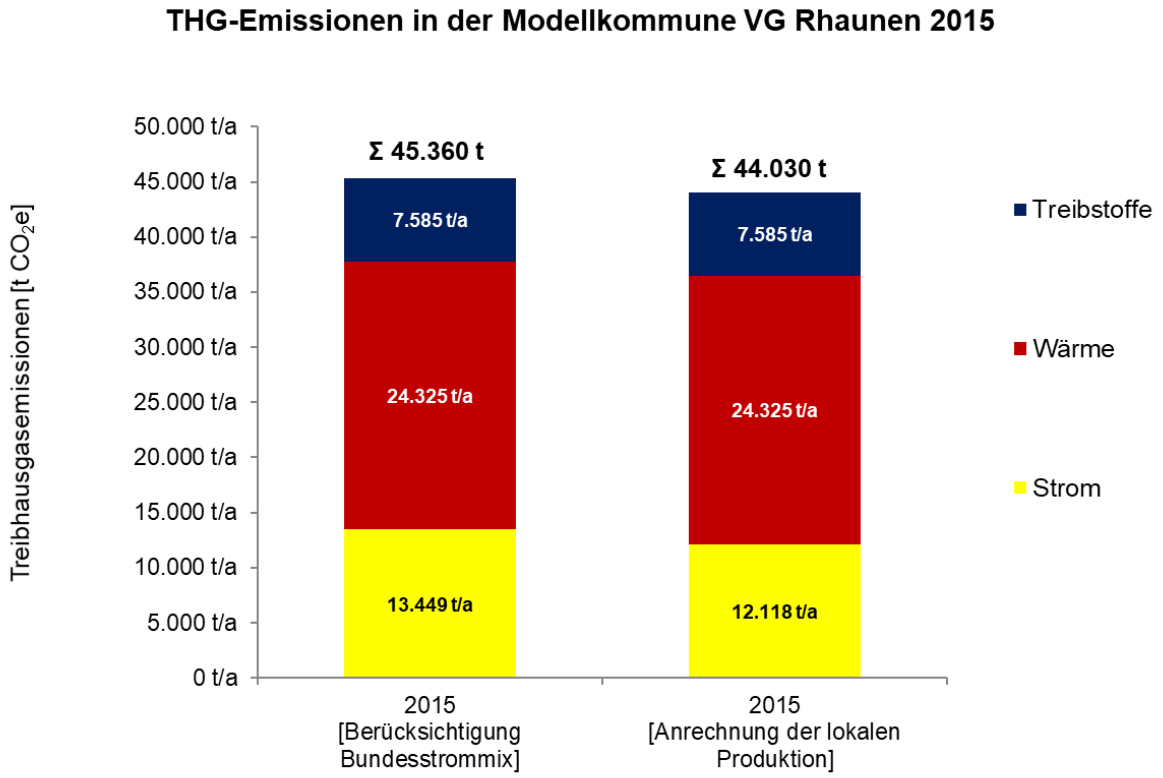


Abbildung 3-6: Energiebedingte Treibhausgasemissionen in der Modellkommune 2015

Im Betrachtungsjahr 2015 wurden aufgrund des Energieverbrauches in der Modellkommune VG Rhaunen jährliche Emissionen in Höhe von ca. 45.400 t CO_2e unter Berücksichtigung des

© IfaS 2021

Bundesstrommix kalkuliert. Bei Anrechnung der lokalen, regenerativen Stromerzeugung betragen die jährlichen Gesamtemissionen rund 44.000 t CO_2e. Größter Verursacher der Treibhausgasemissionen ist der Wärmebereich, was auf die überwiegend fossilen Wärmeversorgungsstrukturen zurückzuführen ist.

3.2 Analyse der nicht energetischen Emissionen aus den Sektoren Abfall, Abwasser und Landwirtschaft

Wie bereits erwähnt, bilden die energiebedingten Treibhausgasemissionen den Großteil der verursachten Gesamtemissionen innerhalb des Betrachtungsgebietes ab. Vor dem Hintergrund der Betrachtungsbreite innerhalb des ZENAPA-Projektes und der damit einhergehenden, vielfältigen Themenfelder werden im Folgenden auch die nicht energetisch bedingten Treibhausgasemissionen mit in die Bilanz aufgenommen und für das Betrachtungsjahr 2015 für die Bereiche Abfall, Abwasser und Landwirtschaft analysiert und dargestellt.

3.2.1 Abfall und Abwasser

Die Emissionen und Energieverbräuche der Sektoren Abfall und Abwasser sind aufgrund ihres Umfangs als sekundär zu bewerten und werden aus diesem Grund statistisch abgeleitet. Auf den Bereich Abfall und Abwasser ist weniger als 1 % der Gesamtemissionen zurückzuführen.[56]

Durch Etablierung einer funktionierenden Kreislaufwirtschaft in den letzten Jahren in Deutschland, wurde die Abfallentsorgung erheblich verbessert. Vielfach werden Abfälle nun stofflich verwertet oder energetisch genutzt. Dies führt zu einer Minderung der direkten Treibhausgasemissionen im Sektor Abfall, da die durch die Abfallbehandlung entstehenden THG-Emissionen im stationären- sowie im Transportbereich, sich im Rahmen der Energie- und Treibhausgasbilanz im Sektor Strom, Wärme und Verkehr wiederfinden. Die Abfallentsorgung in Müllverbrennungsanlagen erfolgt unter energetischer Nutzung, woraus sich auch ein Abwärmepotenzial ableiten lässt, sodass derzeit lediglich die Emissionen der Bio- und Grünabfälle mit einem Faktor von 17 kg CO_2e/t Abfall[57] berechnet werden. Für die Modellkommune konnte über Einwohnerwerte eine Menge von ca. 2.000 t/a an Bio- und Grünabfällen ermittelt werden. Demnach werden hier jährlich ca. 35 t CO_2e verursacht.

Die Energieverbräuche zur Abwasserbehandlung sind ebenfalls im stationären Bereich der Bilanz eingegliedert (Strom und Wärme) und fließen auch in diesen Sektoren in die Treibhaus-

[56] Bezogen auf die nicht-energetischen Emissionen. Die Emissionen aus dem stationären Energieverbrauch und dem Verkehr sind bereits in den entsprechenden Kapiteln enthalten und werden nicht separat für den Abfall- und Abwasserbereich dargestellt.
[57] Vgl. Difu 2011

gasbilanz ein. Zusätzliche Emissionen entstehen aus der Abwasserreinigung (N_2O durch Denitrifikation) und der anschließenden Weiterbehandlung des Klärschlamms (CH_4-Emissionen aus stofflicher Verwertung). Gemäß den Einwohnerwerten in der Modellkommune (Berechnung der N_2O-Emissionen) und Angaben des statistischen Bundesamtes zur öffentlichen Klärschlammentsorgung in Rheinland-Pfalz[58], stellen sich die Ergebnisse wie folgt dar:

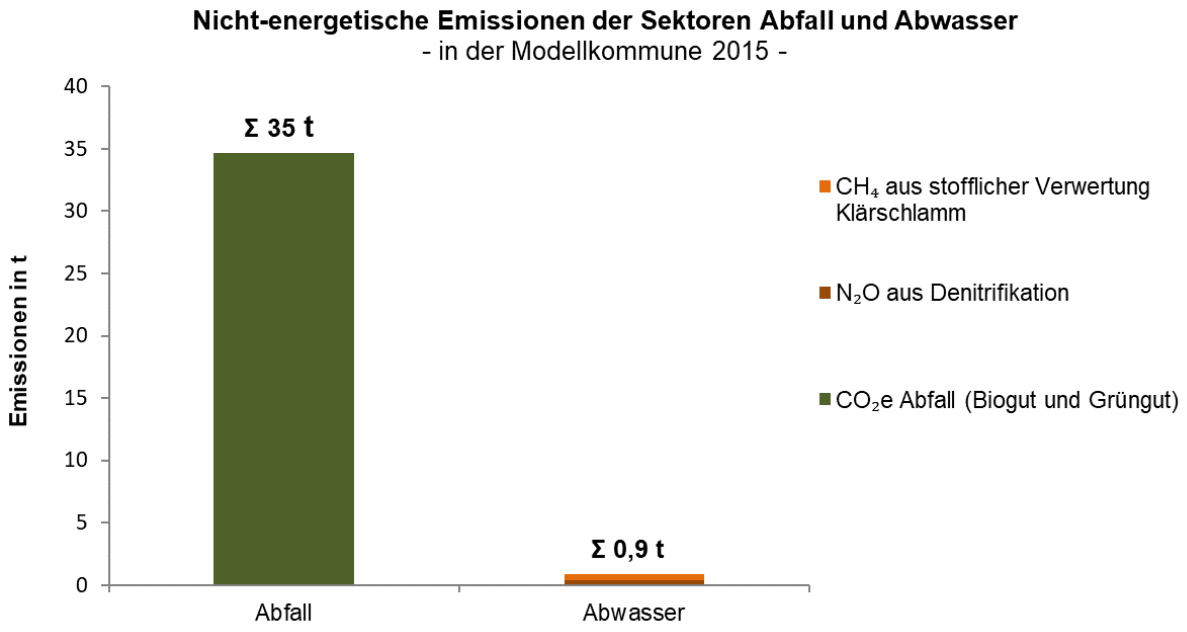


Abbildung 3-7: Nicht energetische Emissionen der Sektoren Abfall und Abwasser 2015

Der Sektor Abfall verursacht im Betrachtungsjahr 2015 rund 35 t CO_2e-Emissionen aufgrund der angefallenen Bio- und Grünabfälle innerhalb des Betrachtungsgebietes. Für das Betrachtungsjahr 2015 wurden im Bereich der Abwasserbehandlung nicht energetische Emissionen in Höhe von insgesamt ca. 1 t ermittelt. Hiervon entfallen ca. 0,4 t auf die N_2O-Emissinen aus der Denitrifikation sowie rund 0,6 t auf die CH_4-Emissionen aus der stofflichen Verwertung des Klärschlamms.

3.2.2 Landwirtschaft

Für die Berechnung der nicht energetischen THG-Emissionen aus der Landwirtschaft wird im Folgenden das Tier-1-Verfahren des IPCC-Reports 2006 angewandt. Die Grundlage dieser Methode bilden international anerkannte Schätzwerte bzw. für Deutschland ermittelte Kennzahlen. In Anlehnung an den National Inventory Report 2016[59] und GPC[60] werden für den Sektor Landwirtschaft folgende Aktivitäten bilanziert:

- Nutztierhaltung

[58] Vgl. Destatis 2015
[59] Vgl. UBA 2016
[60] Vgl. GPC 2014

© IfaS 2021

- Düngemittelmanagement (Wirtschaftsdünger)
- Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Böden

In der Nutztierhaltung werden THG-Emissionen hauptsächlich durch Fermentation bei der Verdauung (CH_4) und bei der Lagerung von Wirtschaftsdünger verursacht (CH_4 und N_2O). Diese sind dabei stark von Tierart und Futter sowie beim Wirtschaftsdünger vom Management abhängig. Die wesentliche Datengrundlage zur Berechnung der THG-Emissionen aus der Nutztierhaltung ist der Viehbestand innerhalb des Betrachtungsgebietes, unterteilt nach Tierarten. Dieser stellt sich für die Modellkommune im Betrachtungsjahr 2015, auf Basis der Angaben des Statistischen Landesamtes Rheinland-Pfalz, wie folgt dar:

Tabelle 3-2: Viehbestand in der Modellkommune VG Rhaunen 2015

Viehbestand in der Modellkommune 2015	Anzahl Tiere
Mutterkühe	563
Milchvieh	351
Andere Rinder	1.432
Mastschweine	1.724
Zuchtsauen	0
Geflügel	341
Pferde	17
Schafe	889
Ziegen	0
Summe gesamt	**5.317**

Um in einem nächsten Schritt die CH_4-Emissionen aus der Verdauung zu berechnen, wird die Anzahl der jeweiligen Tierzahl mit dem tierartspezifischen CH_4-Faktor für die Verdauung multipliziert. Die spezifischen Emissionsfaktoren sind dem NIR 2016 entnommen.[61]

Die Berechnung der CH_4-Emisisonen aus der Lagerung von Wirtschaftsdünger ist sehr komplex. Denn neben verschiedenen Lagerungsformen und –zeiten müssen auch die Ausbringungsart, der Ausbringungsort und der Ausbringungszeitpunkt berücksichtigt werden. In der vorliegenden Bilanz werden die CH_4-Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdünger über den Tierbestand abgeschätzt. Detaillierte Emissionsfaktoren, aufgeschlüsselt nach Tierart, sind an dieser Stelle ebenfalls dem NIR 2016 entnommen.[62]

Stickstoff (N)-Verbindungen werden sowohl während der Lagerung als auch nach der Ausbringung emittiert. Die Emissionen durch die Ausbringung sind bereits im Düngemittelmanagement enthalten. Die Ausgangsgröße für die Berechnung der Emissionen ist die ausgeschie-

[61] Vgl. UBA 2016, S. 498 ff.
[62] Vgl. UBA 2016, S. 506 ff.

dene N-Menge pro Tier und Jahr. Im NIR 2016 werden sowohl die tierartspezifischen N-Ausscheidungen als auch die mittleren Emissionsfaktoren für N_2O je Lagerungsart angegeben, die an dieser Stelle in der vorliegenden Bilanz Anwendung finden.[63]

Bei der Nutzung landwirtschaftlicher Böden unterscheidet man generell zwischen direkten und indirekten Emissionen. Die direkten Emissionen entstehen bei der Bearbeitung organischer Böden, bei Grünlandumbruch sowie bei der Umwandlung von Waldflächen etc. in landwirtschaftlich genutzte Fläche. Zu den indirekten Emissionen zählen beispielsweise der Oberflächenabfluss und die Auswaschung von gedüngten Flächen. Im Rahmen der vorliegenden Bilanz werden nur die direkten Emissionen betrachtet. Hierbei werden die direkten N_2O-Emissionen als Folge der Ausbringung von N-haltigen Substraten sowie die direkten N_2O-Emissionen aus der Bewirtschaftung organischer Böden abgebildet. Zur Berechnung der beiden zuvor genannten Aktivitäten werden die spezifischen Emissionsfaktoren aus dem NIR 2016 zugrunde gelegt.[64] Die Ergebnisse der nicht energetischen Emissionen, unter Berücksichtigung aller zuvor genannten landwirtlichen Aktivitäten, stellen sich für das Betrachtungsgebiet im Jahr 2015 wie folgt dar:

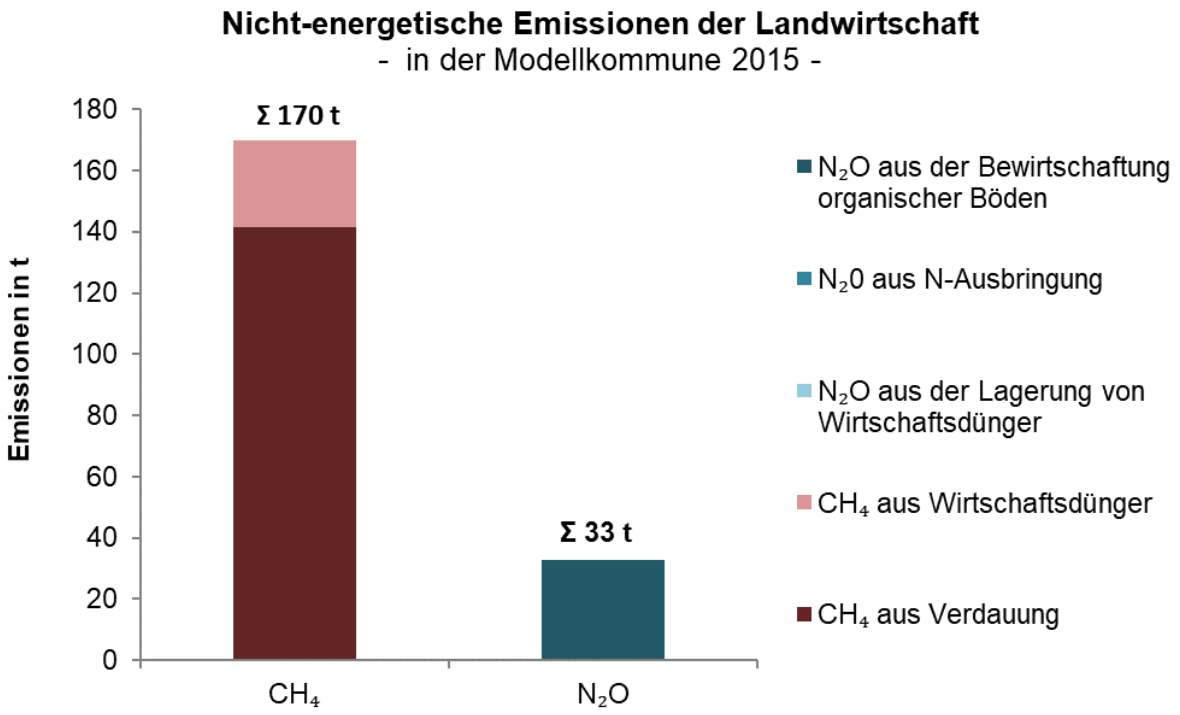


Abbildung 3-8: Nicht energetische Emissionen der Landwirtschaft 2015

[63] Vgl. UBA 2016, S. 514 ff.
[64] Vgl. UBA 2016, S. 522

© IfaS 2021

Für den Sektor Landwirtschaft wurden für das Betrachtungsjahr 2015 insgesamt 170 t CH_4 sowie 33 t N_2O ermittelt. Bei den CH_4-Emissionen entfällt der größte Anteil auf die Methanemissionen aus der Verdauung. Bei den Lachgasemissionen hat die Bewirtschaftung organischer Böden den größten Anteil.

3.2.3 Zusammenfassung der nicht-energetischen Emissionen nach Sektoren

Unter Berücksichtigung des Treibhauspotenzials von CH_4 und N_2O [65] (Faktor CH_4 = 28; Faktor N_2O= 265) ergeben sich auf Ebene der Modellkommune, unter Berücksichtigung der zusammenfassenden Betrachtung der Sektoren Abfall, Abwasser und Landwirtschaft, CO_2e-Emisisonen in Höhe von rund 13.600 t für das Betrachtungsjahr 2015. Die Ergebnisse zeigt folgende Abbildung:

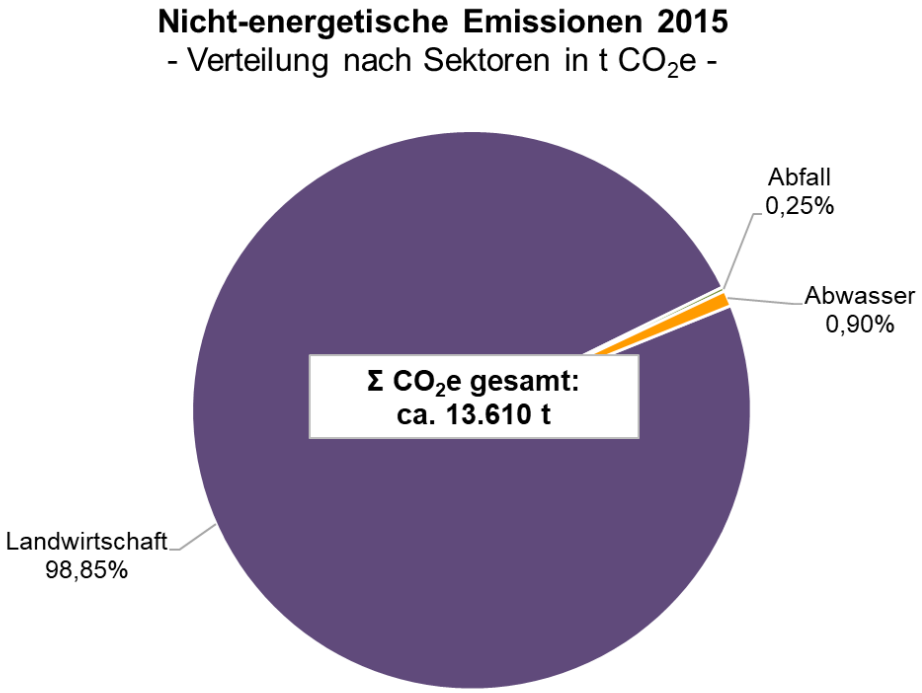


Abbildung 3-9: Nicht energetische Emissionen 2015 – Verteilung nach Sektoren

Die zusammengefügte Darstellung aller betrachteten Sektoren, unter Berücksichtigung des Treibhauspotenzials von CH_4 und N_2O, zeigt deutlich, dass der Sektor Landwirtschaft für rund 99 % der nicht energetischen Emissionen verantwortlich ist. Auf die Bereiche Abfall und Abwasser entfallen ca. 1 % der verursachten, nicht energetischen Emissionen.

[65] Faktoren Treibhauspotenzial: IPCC 2006, über 100 Jahre relativ zu CO_2

3.3 Zwischenfazit des Status Quo 2015

Zusammenfassend lässt sich für das Betrachtungsjahr 2015 im Rahmen der vorliegenden Energie- und Treibhausgasbilanz für die Modellkommune VG Rhaunen festhalten, dass

- der Endenergieverbrauch rund 127.000 MWh beträgt
- im Ergebnis rund 59.000 t CO_2e Gesamtemissionen verursacht wurden
- rund 45.400 Mio. t CO_2e auf die energetischen Emissionen entfallen
- die nicht energetischen Emissionen ca. 13.600 CO_2e betragen

© IfaS 2021

4 Ökonomische Analyse (regionale Wertschöpfung Ist-Situation 2015)

Basierend auf der zuvor dargestellten Situation zur Energieversorgung, müssen in der Betrachtungsregion aktuell Ausgaben für die Energieversorgung in Höhe von rund 14 Mio. € pro Jahr aufgewendet werden. Davon entfallen ca. 5 Mio. € auf Strom, rund 6 Mio. € auf die Wärmegestehung und ca. 3 Mio. € auf den Sektor Verkehr.[66] Diese Kosten werden größtenteils für die fossile Energieversorgung aufgewendet.

Gerade durch die Nutzung von fossilen Energieträgern fließen Finanzmittel größtenteils außerhalb der Modellkommune und sogar außerhalb der Bundesrepublik in externe Wirtschaftskreisläufe, sodass diese vor Ort nicht mehr zur Verfügung stehen. Durch den Einsatz von regional erzeugten, erneuerbaren Energien kann diesem Effekt entgegengewirkt werden. Folglich kann durch die Aktivierung lokaler Potenziale und die Investition in erneuerbare Systeme und Energien ein Großteil der jährlichen Ausgaben im lokalen Wirtschaftskreislauf gebunden werden.

Hierdurch ergeben sich positive Effekte auf die regionale Wertschöpfung. Diese entspricht der Summe aller zusätzlichen Werte, die in einer Region innerhalb eines bestimmten Zeitraumes entstehen.[67] Die Betrachtung umfasst alle ausgelösten Investitionen in einer Gegenüberstellung von Erlösen und Kosten im Bereich der stationären Energieerzeugung sowie der Umsetzung von Effizienz. Eine Bewertung erfolgt im vorliegenden Masterplan mittels der Nettobarwert-Methode.[68] Es wird somit aus ökonomischer Sicht abgeschätzt, inwiefern es lohnenswert erscheint, das derzeitige Energiesystem der Modellkommune auf eine regenerative Energieversorgung umzustellen. Zuletzt werden aus den Nettobarwerten aller ermittelten Einnahmen- und Kostenpositionen die Anteile abgeleitet, die in der Modellkommune als regionale Wertschöpfung gebunden werden können.

4.1 Regionale Wertschöpfung im stationären Bereich (Ist-Zustand)

Basierend auf der in Kapitel 3 dargestellten Situation der Energieversorgung und -erzeugung wurden in der in der Modellkommune Rhaunen bis heute durch den Ausbau erneuerbarer Energien rund 9 Mio. € an Investitionen ausgelöst. Davon sind rund 8 Mio. € dem Bereich Stromerzeugung und ca. 1 Mio. € der Wärmegestehung zuzuordnen. Einhergehend mit diesen

[66] Jährliche Verbrauchskosten im Strom-, Wärme und Verkehrsbereich nach gemittelten Werten u. a. des BMWi und C.A.R.M.E.N.

[67] Diese Werte können sowohl ökologischer als auch ökonomischer sowie soziokultureller Natur sein. Im Rahmen der Klimaschutzinitiative wird der Fokus in erster Linie auf die ökonomische Bewertung der Investitionsmaßnahmen gelegt. (vgl. Heck 2004, S. 5)

[68] 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.

Investitionen sowie durch den Betrieb der Anlagen entstehen Gesamtkosten in Höhe von ca. 14 Mio. €. Einnahmen und Kosteneinsparungen von rund 21 Mio. € stehen diesem Kostenblock gegenüber. Die aus allen Investitionen, Kosten und Einnahmen abgeleitete regionale Wertschöpfung liegt, durch den bis heute installierten Anlagenbestand, bei rund 9 Mio. €.[69]

Alle Kosten- und Einnahmepositionen der oben genannten Sektoren und der damit einhergehenden regionalen Wertschöpfung zeigt nachstehende Abbildung:

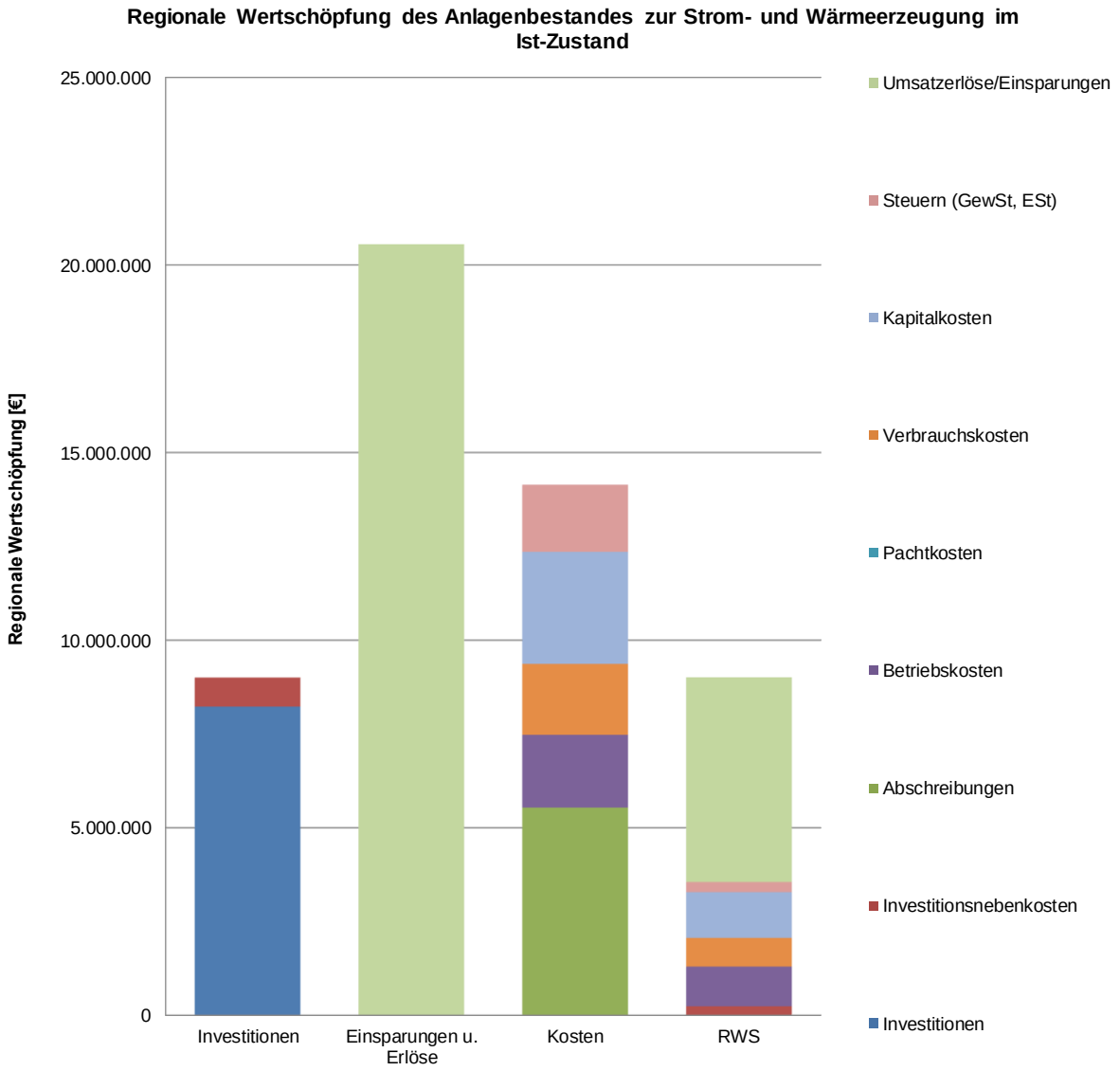


Abbildung 4-1: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbarer Energie im Ist-Zustand

Aus obenstehender Abbildung wird ersichtlich, dass die Abschreibungen den größten Kostenblock an den Gesamtkosten darstellen, gefolgt von den Kapital-, Betriebs- und den Verbrauchskosten sowie den Steuer(mehr)einnahmen.

[69] Hier werden alle mit dem Anlagenbetrieb einhergehenden Einnahmen und Kosteneinsparungen über die Laufzeit (bis zum Jahr 2030) berücksichtigt.

© IfaS 2021

Hinsichtlich der daraus abgeleiteten Wertschöpfung ergibt sich der größte Beitrag aus den Betreibergewinnen, durch den Betrieb der erneuerbaren Energieanlagen. Darüber hinaus tragen im Wesentlichen die Kapital- und die Betriebskosten zur Wertschöpfung im Ist-Zustand bei.

Die Ermittlung der regionalen Wertschöpfung durch Erschließen von Energieeffizienzpotenzialen und durch die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme bleibt für die Ist-Analyse unberücksichtigt, da entsprechende Daten nicht vorliegen und auf Annahmen an dieser Stelle verzichtet wird.[70]

4.2 Vergleich der Bereiche Strom und Wärme (Ist-Zustand)

Werden die Bereiche Strom, Wärme und die gekoppelte Energieerzeugung losgelöst voneinander betrachtet, so wird deutlich, dass ca. 60 % der Gesamtwertschöpfung im Ist-Zustand auf den Strombereich entfällt. Die Wertschöpfung beträgt im Strombereich ca. 5 Mio. €. Hierbei bilden im Wesentlichen die Betreibergewinne, durch die bisher installierten Photovoltaikanlagen, die größte Wertschöpfungsposition. Daneben tragen die Kapital- und Betriebskosten wesentlich zur Wertschöpfung im Ist-Zustand bei, da davon ausgegangen wird, dass die Finanzierung sowie die Installation, Wartung und Instandhaltung der installierten Anlagen teilweise durch regionale Banken und Handwerker unterstützt werden kann. Dadurch kommt es zum Zufluss von geldwerten Mitteln, welche in der Modellkommune Rhaunen folglich als Mehrwert zirkulieren können.

Im Wärmbereich wird eine Wertschöpfung von rund 4 Mio. € realisiert. Der größte Wertschöpfungsanteil entfällt im Wärmebereich auf die Einsparungen, welche durch die bisher installierten Anlagen, wie z. B. Holzheizungen, ausgelöst werden. Danach tragen die Verbrauchskosten wesentlich zur Wertschöpfung bei. Hier wird davon ausgegangen, dass vermehrt regionale Energieträger zur Wärmeversorgung eingesetzt werden. Die Diskrepanz zwischen vergleichsweise niedrigen Investitionskosten und dem regionalen Wertschöpfungsbetrag basiert im Wärmebereich auf der Gegenrechnung der regenerativen mit den fossilen Systemen. Folglich werden nur die reinen Nettoeffekte, d. h. der ökonomische Mehraufwand für das regenerative System, abgebildet.

[70] Folglich wurde die Wertschöpfung im Effizienzbereich mit 0 € angesetzt.

Die folgende Abbildung fasst die Ergebnisse noch einmal zusammen:

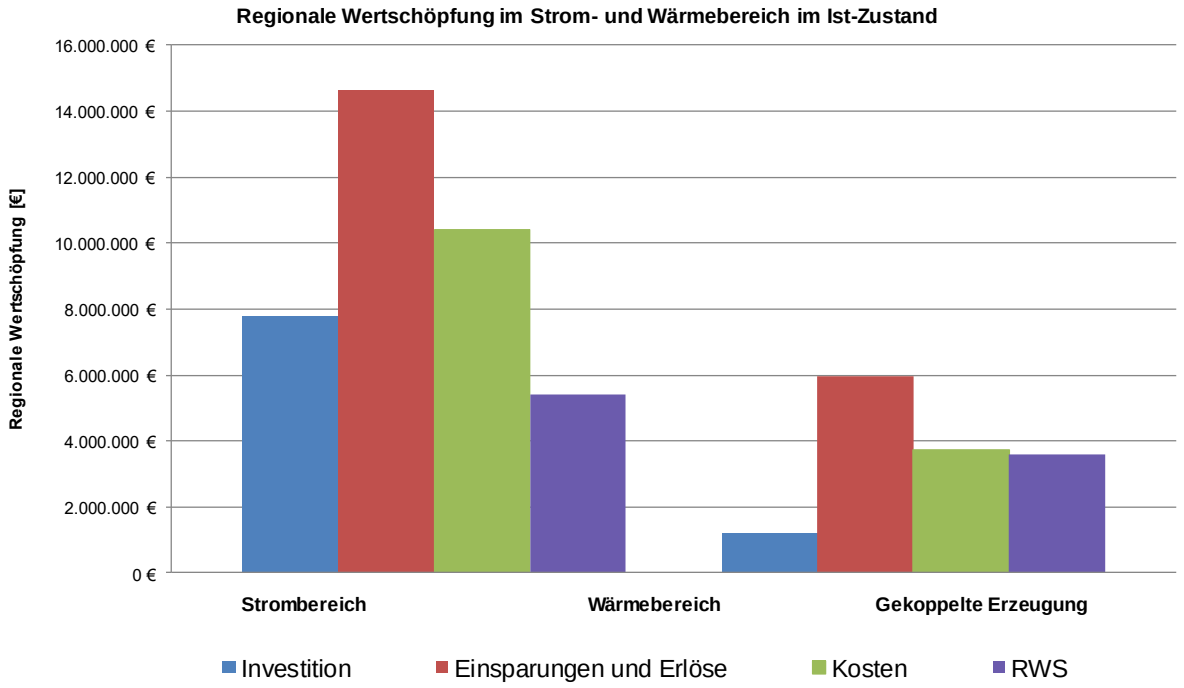


Abbildung 4-2: Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbarer Energie im Strom- und Wärmebereich im IST-Zustand

4.3 Exkurs zur Einführung einer CO_2-Bepreisung im Bundesgebiet

Die Bundesregierung hat den Beschluss gefasst, die im Rahmen des Klimaschutzprogramms geplanten Regelungen zur CO_2-Bepreisung von Treibstoffen, Heizöl und Erdgas umzusetzen. Einem entsprechenden Gesetzesentwurf wurde bereits zugestimmt.[71]

Nach dem Vorbild des europäischen Emissionshandels, in dem bereits die Sektoren Energiewirtschaft und die energieintensive Industrie besteuert werden, soll in Deutschland eine Ausweitung auf den Gebäude- und Verkehrssektor stattfinden. Nach den der Bundesregierung vorliegenden Gutachten handelt es sich hierbei um den kosteneffizientesten Weg zur Emissionsreduktion und Zielerreichung.[72]

Es ist vorgesehen, dass im Jahr 2021 das nationale Emissionshandelssystem (nEHS) mit einem Festpreissystem (Preis pro Tonne CO_2) gekoppelt wird. An Unternehmen, welche mit Brenn- und Kraftstoffen (Heizöl, Flüssiggas, Erdgas, Kohle, Benzin oder Diesel) handeln, werden Zertifikate verkauft. D. h., dass das Unternehmen für jede Tonne CO_2, welche durch die

[71] Vgl. Webseite Handelsblatt GmbH.
[72] Vgl. Webseite Presse- und Informationsamt der Bundesregierung a.

© IfaS 2021

Heiz- und Kraftstoffe verursacht werden, Zertifikate als Verschmutzungsrecht benötigt.[73] Hierdurch entsteht ein verlässlicher Preispfad und gleichzeitig wird eine Handelsplattform aufgebaut, welche die Zertifikatsauktionierung sowie den Handel ermöglichen wird.[74]

Die CO_2-Besteuerung soll in drei Stufen erfolgen:

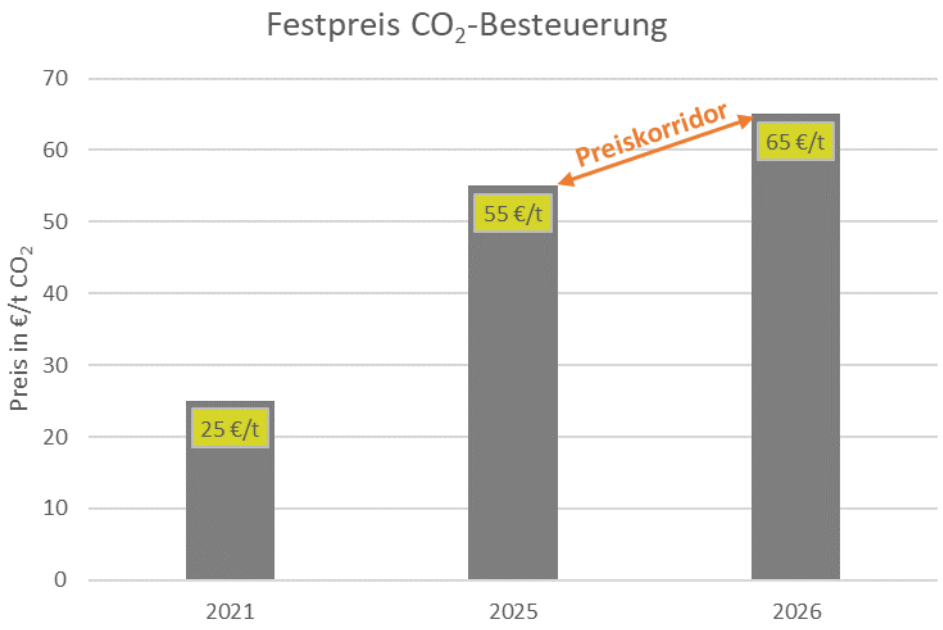


Abbildung 4-3: Festpreis CO2-Besteuerung in der Bundesrepublik Deutschland[75]

Wie die obenstehende Abbildung zeigt, soll ab dem Jahr 2021 eine Abgabe von 25 € pro Tonne CO_2 erhoben werden. Bis 2025 soll der Preis auf 55 € pro Tonne CO_2 steigen und danach im Rahmen eines überregionalen Handels mit Verschmutzungsrechten bis zu einer Höhe von 65 € pro Tonne CO_2 (= Preiskorridor) freigegeben und dem Markt überlassen werden.[76]

Auf Basis dieser Entwicklung wird die CO_2-Besteuerung für die Modellkommune Rhaunen betrachtet. Dies erfolgt anhand der berechneten Energieversorgungskosten 2015 (vgl. Kapitel 4) und nach einer vom IfaS entwickelten Methode. Zum Zeitpunkt der Fertigstellung des Masterplans fehlten von der Bundesregierung noch elementare Angaben zur Berechnung der CO_2-Besteuerung, z. B. die zur Berechnung herangezogenen CO_2-Faktoren. Da ferner die Bepreisung noch nicht endgültig entschieden wurde, wird zudem ein weiteres Szenario angenommen, bei dem ein Preis in Höhe von 100 € pro Tonne CO_2 unterstellt wird.

[73] Ebenda.
[74] Vgl. Webseite Presse- und Informationsamt der Bundesregierung b, S. 4.
[75] Ebenda.
[76] Vgl. Webseite Presse- und Informationsamt der Bundesregierung a.

Nachfolgende Grafik fasst die Effekte für die Modellkommune Rhaunen zusammen:

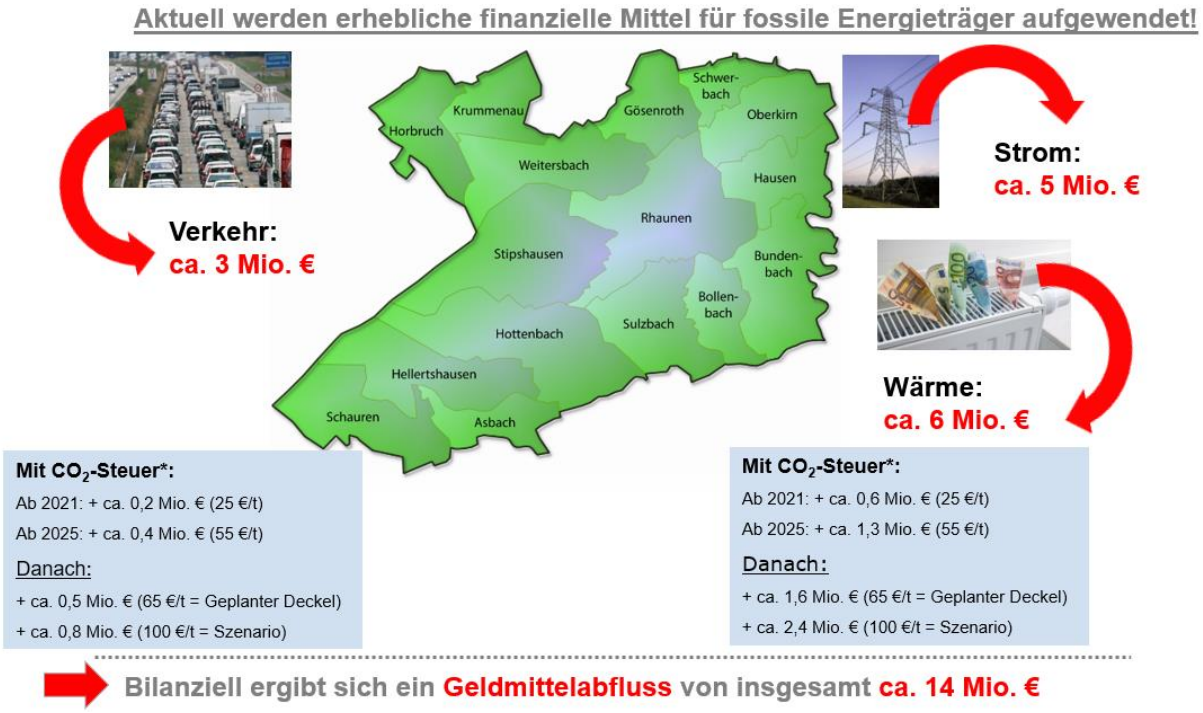


Abbildung 4-4: Effekte durch die CO_2-Bepreisung in der Modellkommune Rhaunen

Folglich muss die Modellkommune Rhaunen bei Einführung der CO_2-Besteuerung mit einem erheblichen, kostenseitigen Mehraufwand im Gebäude- und Verkehrssektor rechnen.

Durch die Umsetzung von klimaentlastenden Maßnahmen, wie z. B. Gebäudedämmung, Austausch fossiler Energiesysteme, und dem Einsatz von regional erzeugter erneuerbarer Energie sowie dem vermehrten Einsatz von alternativen Antriebstechnologien im Mobilitätssektor, kann die Betrachtungsregion diesem Mehraufwand reduzieren. Somit kann durch die Aktivierung lokaler Potenziale ein Großteil der jährlichen Ausgaben reduziert bzw. im lokalen Wirtschaftskreislauf gebunden werden.

© IfaS 2021

5 Potenzialanalyse

Im folgenden Kapitel wird eine Analyse des lokalen Potenzials, u. a. in den Bereichen Energieeffizienz und Erneuerbare Energien, durchgeführt.

5.1 Energieeinsparung und -effizienz

In den nachfolgenden Kapiteln werden Effizienz- und Einsparpotenziale zur Senkung des Energieverbrauchs für die einzelnen Verbrauchsgruppen aufgezeigt.

5.1.1 Private Haushalte

Wird die Unterteilung des Wohngebäudebestandes nach Baualtersklassen mit den Kennzahlen des Jahresheizwärmebedarfs und den einzelnen Wirkungsgraden der unterschiedlichen Wärmeerzeuger kombiniert, ergibt sich ein gesamter Heizwärmeverbrauch der privaten Wohngebäude von derzeit 76.084 MWh/a.[77]

Für das Szenario wurde eine Sanierungsquote von 2,5 % angesetzt. Das entspricht der Sanierung von 49 Gebäuden pro Jahr. Durch die Minderung des Energiebedarfs und dem altersbedingten Austausch der Heizungsanlagen bis zum Jahr 2050 ergibt sich folgendes Szenario für den Wärmeverbrauch:

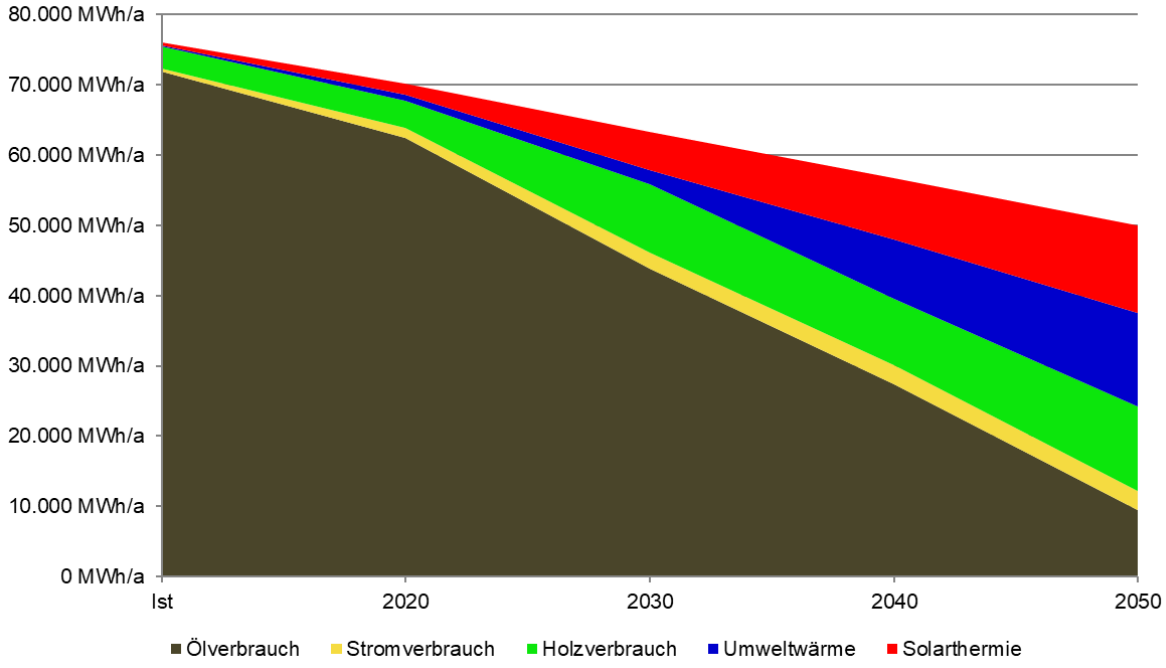


Abbildung 5-1: Wärmeverbrauch privater Haushalte nach Energieträgern bis 2050

[77] Inkl. Stromverbrauch für Wärmepumpen

Neben der Sanierung der Gebäudesubstanz (Außenwand, Fenster, Dach, etc.) müssen bis zum Jahr 2050 auch die Heizungsanlagen ausgetauscht werden. Aufgrund der steigenden Energiepreise für fossile Brennstoffe und der Möglichkeit zur Reduzierung der CO_2-Emissionen wurde im Szenario auf einen verstärkten Ausbau regenerativer Energieträger geachtet.

Der Wärmeverbrauch kann demnach auf ca. 49.986 MWh gesenkt werden.

Die privaten Haushalte haben nach der Startbilanz einen Stromverbrauch von 13.797 MWh pro Jahr. Die größten Verbraucher sind Haushaltsgroßgeräte wie Kühlschrank, Waschmaschine und Spülmaschine. Einsparungen können durch den Austausch alter Geräte gegen effiziente Neugeräte erfolgen. Hierbei hilft die EU Verbrauchern durch das EU-Energie-Label, welches den Energieverbrauch eines Gerätes bewertet. Weiterhin lassen sich relativ einfach und schnell Stromeinsparungen über die Beleuchtung realisieren.

Für den Strombereich der privaten Haushalte ergibt sich ein Einsparpotenzial von 3.576 MWh. Somit sinkt der Stromverbrauch bis 2050 auf 10.221 MWh[78].

5.1.2 Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie

Den kleinsten Anteil hat im GHD-Sektor die Wärmeerzeugung mit der Bereitstellung von Raum- und Prozesswärme. 3.522 MWh Wärme pro Jahr werden für den Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie aufgewendet. Die Senkungspotenziale liegen in der energetischen Sanierung der Gebäude analog zu den privaten Haushalten. Im Gewerbebereich ergeben sich abweichend zu privaten Haushalten meist jedoch höhere Einsparpotenziale im Bereich der technischen Gebäudeausrüstung, weiterer technischer Geräte sowie der Produktionsanlagen. Allgemein ergeben sich folgende Handlungsfelder, um Energie und Kosten im Wärmebereich einzusparen:

- Energieträgerwechsel (Bsp. Umstellung auf Fernwärmeversorgung),
- Einführung eines Energiemanagements (ganzheitliche Optimierung des Systems),
- Wärmerückgewinnung (bspw. An Lüftungsanlagen, Druckluftanlagen, Kälteanlagen, Produktionsanlagen),
- Prozess- und Produktionsoptimierung nach energetischen Aspekten sowie
- Wärmedämmung von Warmwasser führenden Rohrleitungen.

Werden Maßnahmen für zuvor erwähnte Handlungsfelder ergriffen, kann der Wärmeverbrauch bis 2050 auf ca. 1.813 MWh reduziert werden[79].

10.335 MWh Strom pro Jahr werden für den Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie aufgewendet. Der Stromverbrauch setzt sich zusammen aus Verbräuchen für Büro-

[78] Vgl. WWF 2009: Modell Deutschland Klimaschutz bis 2050 – Vom Ziel her denken, 2009
[79] Ebd.

 © IfaS 2021

geräte, Beleuchtung und Strom für Anlagen und Maschinen. Zur Abschätzung von Stromeinsparpotenzialen für unterschiedliche Gewerbegruppen wird auf gewerbespezifische Literaturwerte zurückgegriffen. Dabei lassen sich den verschiedenen Branchen unterschiedliche Energieverbrauchssektoren und spezifische Energieeinsparmaßnahmen zuordnen. Für die verschiedenen Gewerbegruppen, z. B. Einzelhandel, Gastronomie, Beherbergung ergeben sich u.a. Einsparpotenziale in den Bereichen Beleuchtung, Klima- und Lüftungsanlagen, Büro- und Elektrogeräte.

Durch die Umsetzung von Energiesparmaßnahmen kann der Stromverbrauch bis 2050 von 10.335 MWh auf 7.775 MWh reduziert werden.

5.1.3 Mobilität

Die Entwicklung von Mobilitätsformen und insbesondere Mobilitätstechnologien ist in den letzten Jahren durch eine hohe Dynamik gekennzeichnet. Dazu beigetragen hat nicht zuletzt der enorme Bedeutungsgewinn moderner Informations- und Kommunikationstechnologien, die sogenannte Digitalisierung in Wirtschaft und Gesellschaft, mit denen sich große Chancen für die Etablierung neuer bzw. alternativer Mobilitätsformen ergeben. Möglich werden hierdurch u.a. flexiblere Bedienformen des öffentlichen Verkehrs, gerade auch in ländlichen Räumen, aber auch neuartige Mobilitätsangebote, wie z. B. das Carsharing stoßen immer mehr auf zunehmendes Interesse.

Getrieben von der Energie-, Klimaschutz- und Umweltpolitik sind in den letzten Jahren auch wichtige Innovationen auf dem Gebiet der Mobilitätstechnologien, speziell der Antriebstechnologien, auf den Markt gekommen. Besondere Bedeutung kommt dabei der Elektromobilität mit batteriebetriebenen elektrischen Motoren zu. Als Übergangstechnologie wird die Hybrid-Motorentechnik betrachtet, bei der sich Verbrennungs- und Elektromotoren zu einem kombinierten Antriebsblock gegenseitig ergänzen

Die neuen Formen und Technologien einer intelligenten und nachhaltigen Mobilität stoßen auf regional unterschiedliche Entwicklungen der Mobilitätsnachfrage und des Verkehrsaufkommens, die neben den überregionalen Relationen und dem Transitverkehr vor allem auch in der divergierenden Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung von Verdichtungsregionen und ländlichen Räumen begründet sind. Das regionale Verkehrsaufkommen und die Verkehrsmittelwahl hängen dabei deutlich von den Siedlungsdichten sowie den Erreichbarkeiten von Arbeitsplätzen und zentralen Versorgungseinrichtungen mit den Mitteln des öffentlichen und des Individualverkehrs ab.

Das im Folgenden dargestellte Entwicklungsszenario für den Verkehrssektor wurde durch IfaS entwickelt, unter Berücksichtigung aktueller wissenschaftlicher Studien und politischer Zielformulierungen. Im Rahmen des vorliegenden Konzepts wird das Entwicklungsszenario, analog

zur Ist-Analyse, für den Motorisierten Individualverkehr und für den Straßengüterverkehr dargestellt. Im Wesentlichen kommen dabei die folgenden Annahmen/Parameter zum Tragen:

- Stetige Weiterentwicklung der effizienteren Technik bei Verbrennungsmotoren, welche Einsparungen im Kraftstoffverbrauch und darauf abgeleitet einen geringeren Energiebedarf zur Folge haben. Immer mehr Hersteller bieten zu ihren „Standardmodellen“ sparsamere Varianten oder sogenannte „Eco-Modelle“ an. Diese zeichnen sich durch ein geringeres Gewicht, kleinere Motoren mit niedrigem Hubraum und Turboaufladung aus.[80]
- Ebenso werden Effizienzgewinne durch die Hybrid-Technologie erzielt. Ein effizienter Elektromotor[81] unterstützt den konventionellen Verbrennungsmotor, welcher dann öfters im optimalen Wirkungsgradbereich betrieben werden kann.[82] Durch eine stetige Weiterentwicklung dieser Technologie wird in Zukunft mit Plug-In-Hybriden[83] und Range Extender[84] im Portfolio der Automobilhersteller zu rechnen sein. Diese Fahrzeuge werden in der Lage sein, kurze Strecken rein elektrisch zu fahren und bei Bedarf auf einen Verbrennungsmotor zurückgreifen.
- Entwicklung der Neuzulassungsstruktur: Zunehmende Substitution von Verbrennungsmotoren durch effizientere Elektroantriebe, d. h. die derzeitigen Benzin- und Dieselfahrzeugbestände werden sukzessive durch Elektrofahrzeuge und Hybridfahrzeuge ersetzt.[85] Dadurch kann eine hohe Energieeinsparung erzielt werden.
- Der Automobilmarkt und das Verkehrsaufkommen im Betrachtungsraum bleiben konstant.
- Für den Straßengüterverkehr wird angenommen, dass ebenfalls Effizienzgewinne durch Technologiefortschritte bei konventionell angetriebenen Fahrzeugen verzeichnet werden können. Es wird des Weiteren davon ausgegangen, dass die konventionellen Motoren dort länger im Einsatz bleiben werden. Außerdem wird angenommen, dass ab dem Jahr 2030 rund 5 % der Jahresfahrleistung auf die Schiene verlagert werden können.[86]
- Darüber hinaus wird der Einsatz von klimaneutralen Treibstoffen, anstelle von fossilen Treibstoffen in den Fahrzeugarten vermehrt Einzug halten.

Das energieseitige Entwicklungsszenario für den Verkehrssektor bis zum Zieljahr 2050 stellt sich dabei wie folgt dar:

[80] Vgl. Website Ingenieur.de.
[81] Elektromotoren sind aufgrund ihres Wirkungsgrades von max. 98 % effizienter gegenüber Verbrennungsmotoren. (Energieeffizienz und Ökodesignrichtlinie (Memento vom 18. Oktober 2011 im Internet Archive), Website dena
[82] Anfallende Überschussenergie und kinetische Energie, die zumeist bei Bremsvorgängen entsteht, wird zum Laden des Akkumulators genutzt.
[83] Bei dem Plug-In-Hybriden handelt es sich um einen Hybriden, der über einen direkt per Stromkabel beladbaren Akku verfügt.
[84] Bei einem Range Extender dient der Verbrennungsmotor nur als Generator zum Aufladen des Akkus und nicht als Antrieb.
[85] Vgl. Website Der Tagesspiegel.
[86] Vgl. UBA 2016

 © IfaS 2021

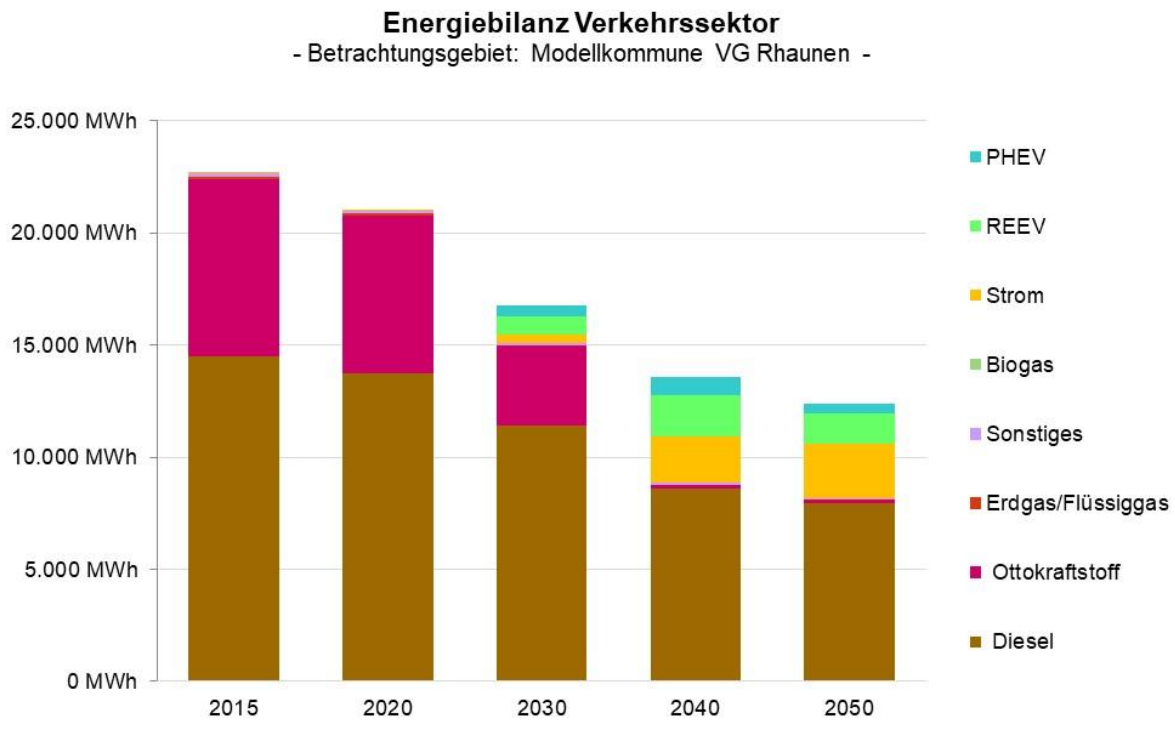


Abbildung 5-2: Energiebilanz des Verkehrssektors in der Modellkommune VG Rhaunen

Für den Verkehrssektor kann bis 2030 bereits eine Reduktion des Energiebedarfes von ca. 26 % gegenüber dem Jahr 2015 prognostiziert werden. Somit ist zu diesem Zeitpunkt mit einem gesamten jährlichen Energieeinsatz von ca. 16.800 MWh zu rechnen.

Dieser Trend wird sich in den Folgejahren fortsetzen, sodass der Endenergieeinsatz bis zum Jahr 2050 auf jährlich rund 12.400 MWh/a fällt. Dies entspricht einer Reduktion von insgesamt ca. 45 % gegenüber dem Jahr 2015.

5.1.4 Potenziale der VG Rhaunen

In diesem Kapitel werden für einzelne Verbrauchergruppen, für die die Verbandsgemeindeverwaltung verantwortlich ist, Einsparpotenziale aufgezeigt.

5.1.4.1 Liegenschaften

In diesem Kapitel werden die Liegenschaften der Verbandsgemeinde betrachtet. Für diese wird ein Kennwertevergleich durchgeführt. Dazu wurden die Wärmeverbräuche witterungsbereinigt und die spezifischen Verbrauchskennwerte für Wärme und Strom (in kWh/m² a) ermittelt. Nutzerverhalten und Belegungszeiten der Gebäude konnten in der Betrachtung nicht berücksichtigt werden.

In der folgenden Abbildung sind die Verbrauchskennwerte den Vergleichskennwerten der EnEV 2014 gegenübergestellt. Hierbei wird auf der horizontalen Achse die prozentuale Abweichung im Wärmebereich und auf der vertikalen Achse die prozentuale Abweichung im

Strombereich dargestellt. Die Größe der Kreise stellt den prozentualen Anteil des Energieverbrauchs des Gebäudes am Gesamtenergieverbrauch der dargestellten Gebäude dar.

Gebäude, die sich im rechten oberen Bereich befinden, weisen sowohl einen erhöhten Strom- als auch Wärmeverbrauch, verglichen mit den Kennwerten, auf. Gebäude, die unten rechts eingeordnet sind haben einen erhöhten Wärmeverbrauch, der Stromverbrauch liegt unter dem Kennwert. Dagegen liegen die Gebäude oben links unter dem Kennwert für Wärme, haben aber einen erhöhten Stromverbrauch. Bei den Gebäuden im unteren linken Bereich ist sowohl der Strom- als auch der Wärmeverbrauch niedriger als der entsprechende Kennwert.

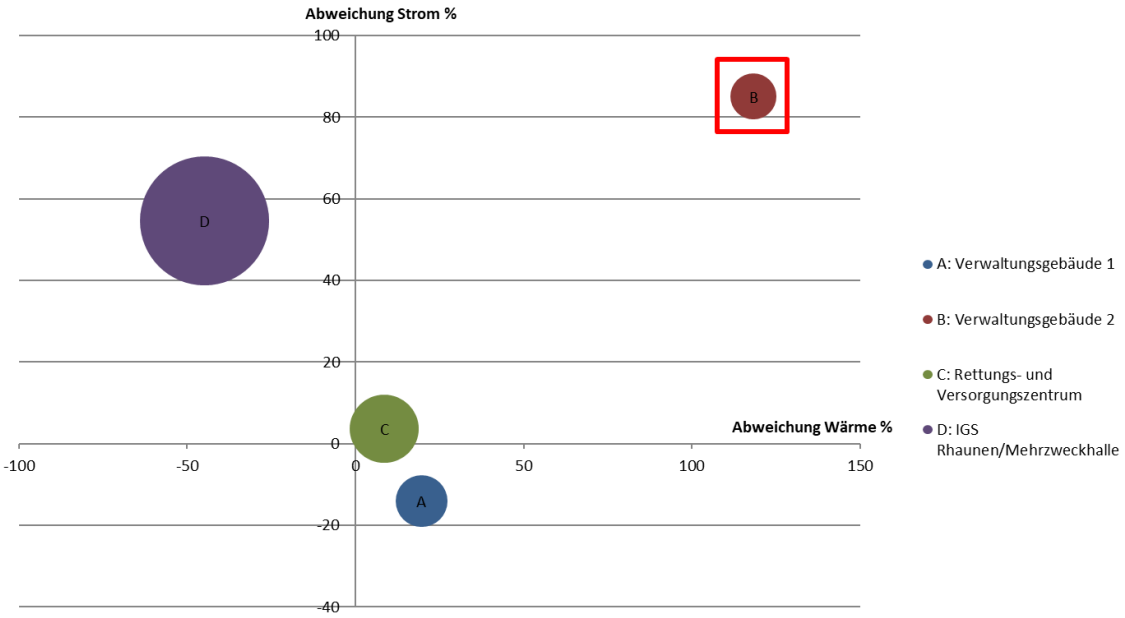


Abbildung 5-3: Kennwertevergleich der Liegenschaften

Die Gebäude, die sich innerhalb der roten Umrandung befinden, weisen besonders hohe Abweichungen verglichen mit den Kennwerten auf.

Die Strom- und Wärmeverbräuche des Verwaltungsgebäude 2 liegen deutlich über den Vergleichskennwerten.

Es sollte geprüft werden, wodurch die hohen Verbräuche zustande kommen, um dann geeignete Maßnahmen anwenden zu können. Neben Kosteneinsparungen stellt die Vorbildfunktion, die Träger öffentlicher Gebäude für die privaten Akteure innehaben, ein zweiter maßgeblicher Faktor dar.

Neben den Heizwärmeverbräuchen wurde auch die installierte Anlagentechnik betrachtet. Hierbei wurde besonders auf das Baujahr der Heizungsanlagen geachtet. Laut § 10 (1) der EnEV 2016 dürfen Heizkessel mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen nicht mehr betrieben werden, wenn sie

 © IfaS 2021

- vor dem 1. Januar 1985
- nach dem 1. Januar 1985 (nach Ablauf von 30 Jahren)

eingebaut wurden. Diese Regelung gilt nicht für Niedertemperatur- oder Brennwertkessel sowie Anlagen mit einer Nennleistung mit weniger als vier bzw. mehr als 400 kW.

Tabelle 5-1: Übersicht über die installierten Heizungsanlagen

Gebäude	Art der Anlage	Baujahr	Leistung
Verwaltungsgebäude 1	Niedertemperaturkessel	2002	115
Verwaltungsgebäude 2	Niedertemperaturkessel	1985	24
Rettungs- und Versorgungszentrum	Niedertemperaturkessel	2002	100
IGS Rhaunen/ Mehrzweckhalle	Niedertemperaturkessel	1987	700
	Holzpelletkessel	2015	300

In den vier Gebäuden sind insgesamt fünf Heizungsanlagen vorhanden. Bei den fossil betriebenen Heizkesseln handelt es sich um Niedertemperaturkessel. Diese sind von der Austauschpflicht nicht betroffen. Bei den Kesseln von 1987 und 1985 sollte dennoch über einen Austausch gegen einen neuen effizienten Brennwertkessel oder einen Kessel auf Holzbasis nachgedacht werden.

Außerdem wurde für die Gebäude geprüft, ob ein Energieausweis erstellt werden muss. Laut § 16 der EnEV sind für

- Gebäude mit mehr als 250 m² Nutzfläche mit starkem Publikumsverkehr, der auf behördlicher Nutzung beruht
- sowie Gebäude mit mehr als 500 m² Nutzfläche mit starkem Publikumsverkehr, der nicht auf behördlicher Nutzung beruht

Energieausweise zu erstellen und öffentlich auszuhängen. Ausgenommen sind kleine Gebäude und Baudenkmäler.

Tabelle 5-2: Übersicht Energieausweise

Gebäude	Energieausweis vorhanden
Verwaltungsgebäude 1	ja
Verwaltungsgebäude 2	ja
Rettungs- und Versorgungszentrum	nein
IGS Rhaunen/ Mehrzweckhalle	nein

Für die beiden Verwaltungsgebäude ist bereits ein Energieausweis vorhanden. Es wird empfohlen auch für die anderen Gebäude einen Energieausweis erstellen zu lassen und diesen öffentlich auszuhängen.

Des Weiteren wurde für die Liegenschaften eine Luftbildauswertung vorgenommen, um abzuschätzen, ob diese aufgrund von Ausrichtung und möglicher Verschattung für eine Solaranlage (Photovoltaik oder Solarthermie) geeignet sind. Anhand der vorhandenen Dachfläche wurde

überschlägig die Größe und Leistung[87] der PV-Anlage abgeschätzt. Zudem wurde geprüft, ob die vorhandenen Parkmöglichkeiten in der Nähe des Gebäudes geeignet sind, um einen Solar-Carport zu errichten.

Tabelle 5-3: Auswertung der Verschattungsprüfung der Liegenschaften und Parkplätze

Gebäude	Auswertung
Verwaltungsgebäude 1	Gebäude: Aufgrund Ausrichtung und Verschattung geeignet, insgesamt 227 m², 37 kWp Parkplatz: Parkflächen ohne Verschattung vorhanden
Verwaltungsgebäude 2	
Rettungs- und Versorgungszentrum	Gebäude: PV-Anlage mit 46 kWp vorhanden Parkplatz: Parkflächen ohne Verschattung vorhanden
IGS Rhaunen/ Mehrzweckhalle	Gebäude: PV-Anlage mit 12 kWp vorhanden Parkplatz: Parkflächen ohne Verschattung vorhanden
Freibad Rhaunen	Gebäude: PV-Anlage mit 49 kWp vorhanden Parkplatz: Parkflächen ohne Verschattung vorhanden

Auf drei der Gebäude ist bereits eine PV-Anlage installiert. Bei den beiden Verwaltungsgebäuden könnte über die Installation einer PV-Anlage nachgedacht werden. Im Vorfeld sollte eine Statik- und Verschattungsprüfung durchgeführt werden.

5.1.4.2 Hütten

In der Verbandsgemeinde Rhaunen sind keine Hütten vorhanden.

5.1.4.3 Geräte

Bei den Geräten werden Informations- und Kommunikationstechnologie sowie elektrische und motorbetriebene Arbeitsgeräte, wie z. B. Kettensägen oder Freischneider, betrachtet. Nach Auswertung der erhobenen Daten werden Einsparpotenziale durch eine Empfehlung zum Austausch von ineffizienten Altgeräten bzw. die Umstellung von motorbetriebenen auf elektrische Geräte ermittelt.

Anhand der vorhandenen Daten wurde eine grobe Berechnung zum Austausch der vorhandenen Informations- und Kommunikationstechnologie gegen neue, effiziente Geräte durchgeführt. Hierzu wurde für die Bestandsgeräte ein durchschnittlicher Stromverbrauch (berechnet über alle Leistungsklassen mit Daten von EnergyStar) verwendet. Die Stromverbräuche der Neugeräte basieren für Destop-Computer und Laptops auf den Anforderungen für Geräte der Kategorie A (Leitfaden zur nachhaltigen Beschaffung von Computern und Monitoren). Für Drucker und Monitore lagen keine konkreten Anforderungen vor. Daher wurden für die Neugeräte ebenfalls Durchschnittswerte aus der EnergyStar-Datenbank verwendet. Die Werte beziehen sich auf das Jahr 2018, zudem werden die Monitore beispielhaft mit Daten von 24“-Monitoren berechnet.

[87] 7 m² Modulfläche entsprechen einer Leistung von 1 kWp.

© IfaS 2021

Tabelle 5-4: Einsparpotenziale Informations- und Kommunikationstechnologie

Gerät	Bestand			Neues Gerät		Einsparungen			
	Anzahl	Verbrauch [kWh/a]	Kosten [€/a]	Verbrauch [kWh/a]	Kosten [€/a]	Einsparung [kWh]		Einsparung [€/a]	
Monitor	29	1.497	434	1.279	371	218	-15%	63	-15%
PC	29	5162	1497	2726	791	2436	-47%	706	-47%
Laptop	0	0	0	0	0	0	0%	0	0%
Drucker	3	620	180	232	67	388	-63%	112	-63%
Gesamt	**61**	**7.279**	**2.111**	**4.238**	**1.229**	**3.042**	**-42%**	**882**	**-42%**

Mit einem Austausch aller Bestandsgeräte gegen neue effiziente Geräte (Kategorie A) können ca. 880 € bzw. 1,66 t CO_2 pro Jahr eingespart werden. Da die Berechnungen mit Durchschnittswerten durchgeführt wurden, können die tatsächlichen Einsparungen hiervon abweichen.

Um einen Überblick über die verwendeten Geräte und deren Alter zu erhalten, wird außerdem empfohlen, eine detaillierte Inventarliste zu erstellen. Diese sollte von den einzelnen Geräten den Typ, Baujahr, Leistung, Verbrauch, geschätzte Laufzeit und Standort enthalten. Eine solche Auflistung könnte auch bei einer Einführung eines Energiemanagements hilfreich sein.

5.1.4.4 Beleuchtung

Die Straßenbeleuchtung in der Verbandsgemeinde Rhaunen wurde bereits komplett auf LED umgerüstet.

5.1.4.5 Fuhrpark

Bei der Betrachtung des Fuhrparks werden sowohl die Dienstfahrzeuge der Verbandsgemeinde als auch die Privatfahrzeuge von Mitarbeitern, die für dienstliche Zwecke genutzt werden, berücksichtigt. Für die einzelnen Fahrzeugtypen wird ermittelt, bei welcher jährlicher Fahrleistung sich beim Neukauf eher ein fossil- oder elektrobetriebenes Fahrzeug rechnet. Ausgehend vom Bestandsfahrzeug werden ein neuwertiges fossiles und elektrobetriebenes Fahrzeug miteinander verglichen. Hierzu werden Daten der Fahrzeuge aus ADAC-Tests verwendet (z. B. Verbrauch pro 100 km, Betriebs-, Werkstatt- und Fixkosten sowie Wertverlust). Bei der jährlichen Fahrleistung handelt es sich um einen Mittelwert der angegebenen Werte.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Auswertungen der monatlichen Vollkosten der Fahrzeuge, die sich im Eigentum der Verbandsgemeinde befinden, abgebildet. Die angegebene jährliche Fahrleistung wird mit der Fahrleistung, ab der das Elektrofahrzeug günstiger ist, verglichen. Wird keine Fahrleistung in der Spalte „Auswertung“ angegeben, ist das Elektrofahrzeug generell günstiger (ab einer Fahrleistung von 1.000 km pro Jahr).

Tabelle 5-5: Auswertung monatliche Vollkosten - Dienstfahrzeuge

Bestandsfahrzeug	Elektrofahrzeug	Jährliche Fahrleistung	Auswertung
VW Caddy	Renault Kangoo ZE	19.000 km	Renault Kangoo ZE günstiger

Bei dem untersuchten Bestandsfahrzeug stellt das verwendete Elektrofahrzeug gegenüber einem Neukauf des Bestandsfahrzeugs die kostengünstigere Variante dar.

Zudem verfügt die Verbandsgemeinde noch über einen Ford Transit und einen Ford Ranger. Für diese beiden Fahrzeugmodelle lagen die erforderlichen ADAC-Daten nicht vor bzw. gibt es für den Ford Ranger kein vergleichbares Elektrofahrzeug, so dass für diese Fahrzeuge keine Auswertungen vorgenommen werden konnten.

Außerdem wurden die jährlichen CO_2-Emissionen der einzelnen Fahrzeuge bei einer jährlichen Fahrleistung von 20.000 km gegenübergestellt. Die CO_2-Emissionen für Strom basieren auf dem Bundesstrommix. Wird das Elektrofahrzeug mit Ökostrom oder Strom aus erneuerbaren Energien aufgeladen, z. B. an einem Solar-Carport, werden sich die entsprechenden CO_2-Emissionen deutlich verringern.

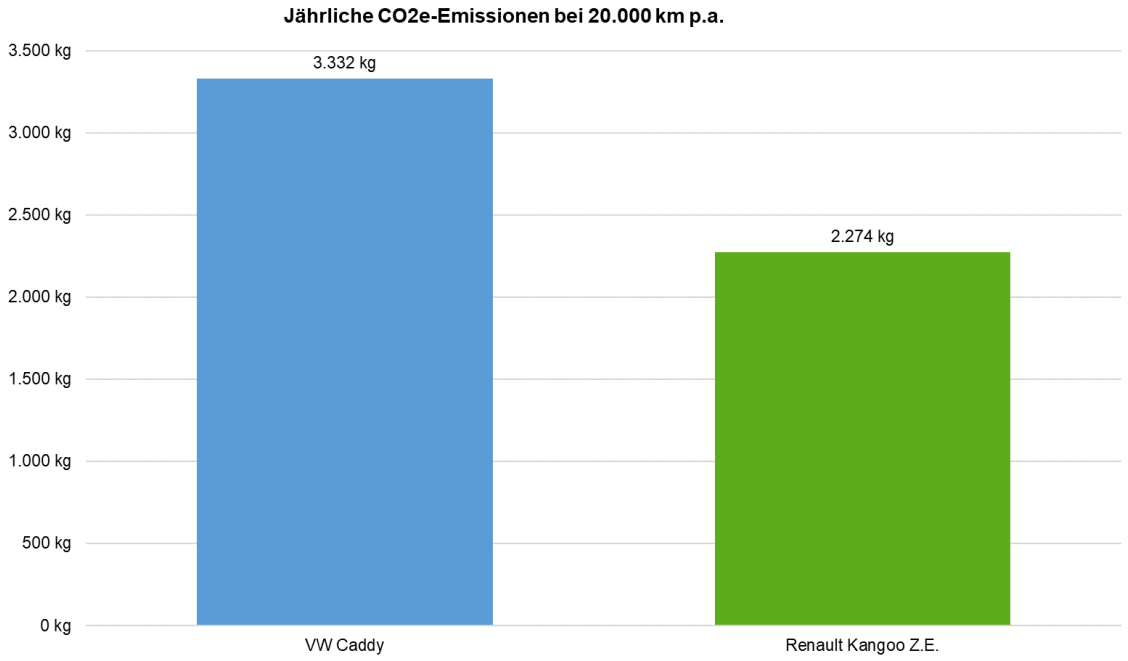


Abbildung 5-4: Jährliche CO_2e-Emissionen bei 20.000 km p. a. - Dienstfahrzeuge

Nachfolgend ist die Auswertung der monatlichen Vollkosten der Privatfahrzeuge abgebildet.

© IfaS 2021

Tabelle 5-6: Auswertung monatliche Vollkosten - Privatfahrzeuge

Bestandsfahrzeug	Elektrofahrzeug	Jährliche Fahrleistung	Auswertung
VW Tiguan	Hyundai Kona	317 km	Hyundai Kona ab 2.000 km günstiger
VW T-Cross	Hyundai Kona	372 km	VW T-Cross günstiger, Hyundai Kona erst ab 61.000 km
Nissan Qashqai	Hyundai Kona	240 km	Hyundai Kona günstiger
Ford Kuga	Hyundai Kona	21.667 km	Hyundai Kona günstiger
VW Golf	Hyundai Ioniq	1.317 km	Hyundai Ioniq ab 10.000 km günstiger
VW Touran	Hyundai Ioniq	393 km	Hyundai Ioniq günstiger
BMW 318d	Hyundai Ioniq, Opel Ampera	364 km	Hyundai Ioniq und Opel Ampera günstiger
Skoda Fabia	Renault Zoe, VW e-up	262 km	VW e-Up günstiger
VW Polo	Renault Zoe, VW e-up	882 km	VW e-Up günstiger
Ford C-Max	Renault Zoe, VW e-up	50 km	VW e-Up günstiger, Renault ZOE ab 8.000 km günstiger

Der VW T-Cross ist das einzige Fahrzeug, bei dem sich der Umstieg auf das betrachtete Elektrofahrzeug nicht rechnet. Für alle anderen betrachteten Bestandsfahrzeuge stellt das Elektrofahrzeug die kostengünstigere Variante dar. Hier könnte die Verbandsgemeinde Anreize für die Mitarbeiter schaffen, z. B. über Sharing-Modelle.

Außerdem wurden die jährlichen CO_2-Emissionen der einzelnen Fahrzeuge bei einer jährlichen Fahrleistung von 20.000 km gegenübergestellt. Die CO_2-Emissionen für Strom basieren auf dem Bundesstrommix. Wird das Elektrofahrzeug mit Ökostrom oder Strom aus erneuerbaren Energien aufgeladen, z. B. an einem Solar-Carport, werden sich die entsprechenden CO_2-Emissionen deutlich verringern.

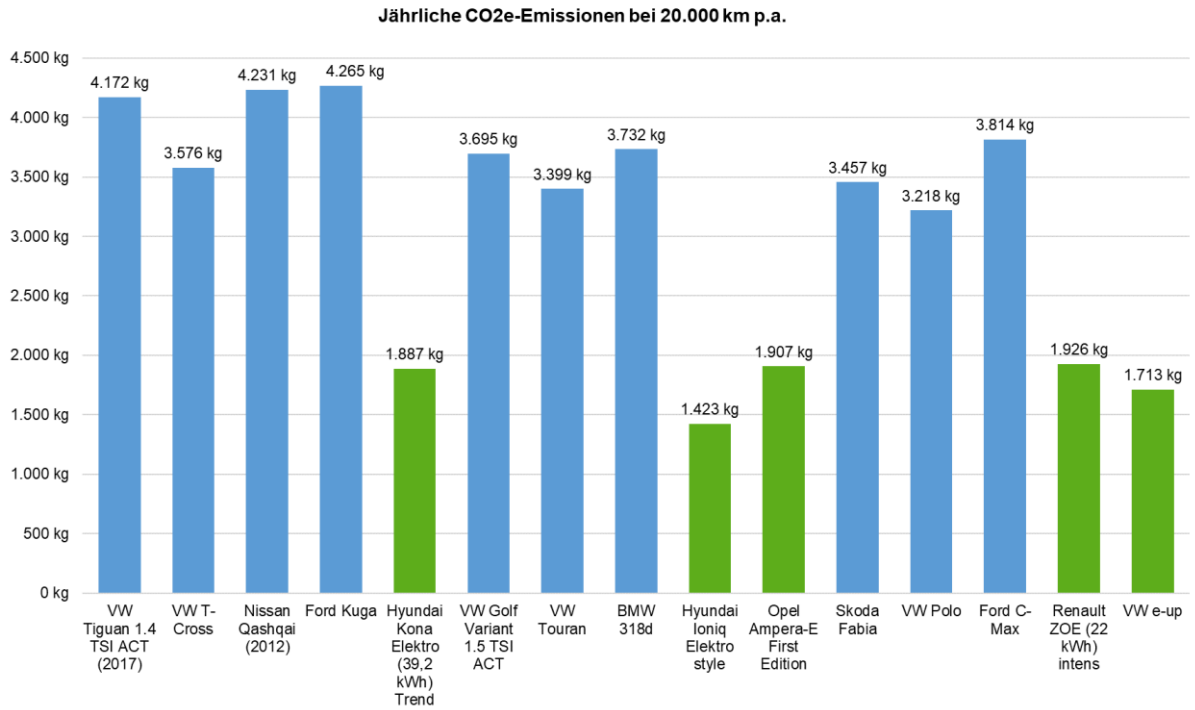


Abbildung 5-5: Jährliche CO_2e-Emissionen bei 20.000 km p. a. – Privatfahrzeuge

5.2 Erneuerbare Energien

In den folgenden Abschnitten wird das Potenzial der Modellkommune im Bereich der erneuerbaren Energien dargestellt.

5.2.1 Biomasse/ nachhaltige Landnutzung

Die Biomassepotenziale in der Verbandsgemeinde Rhaunen umfassen die Bereiche Forst- und Landwirtschaft, Landschaftspflege sowie Siedlungsabfälle und werden in Biomasse-Festbrennstoffe und Biogassubstrate eingeteilt. Im Ergebnis werden nur die ausbaufähigen Potenziale ausgewiesen. Die Flächenverteilung ist in Abbildung 5-1 dargestellt, land- und forstwirtschaftliche Flächen haben einen Anteil von 90 % der Gesamtfläche. Siedlungsgebiete und Infrastruktur machen 10 % im Großschutzgebiet aus. Die Potenzial-Darstellung basiert auf statistischen Daten[88][89], Literaturwerten[90] und praktischen Erfahrungen.

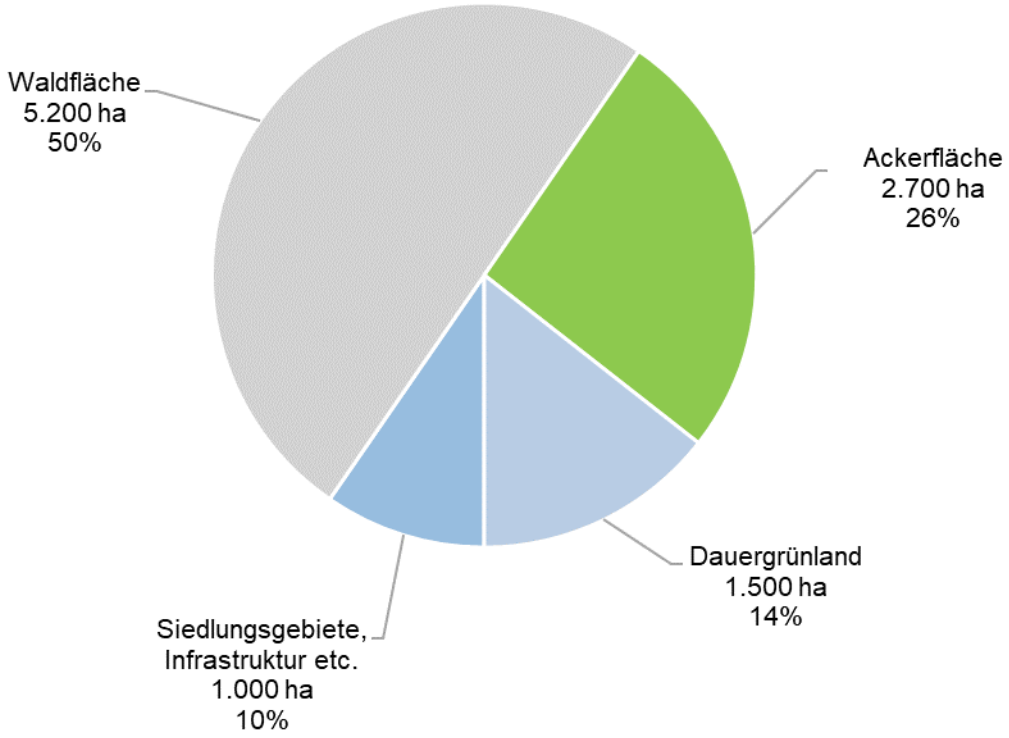


Abbildung 5-6: Flächenverteilung in der VG Rhaunen

[88] Vgl. Statistisches Landesamt RLP, 2016, Agrarstrukturerhebung (ASE) – Kulturen, Viehhaltung
[89] Vgl. Statistisches Landesamt RLP, 2016, Statistischer Bericht "RLP - Flächennutzung Landwirtschaft (2016)"
[90] Vgl. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), 2019, Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas.

© IfaS 2021

5.2.1.1 Potenziale aus der Landwirtschaft

Im Bereich der Landwirtschaft wurden auf der Datenbasis des Statistischen Landesamtes aktuelle Flächen- und Nutzungspotenziale für den Bilanzraum analysiert.

Die Betrachtung fokussiert sich auf folgende Bereiche:

- Energiepflanzen aus Ackerflächen,
- Reststoffe aus Ackerflächen,
- Reststoffe aus der Viehhaltung,
- Biomasse aus Dauergrünland sowie
- Reststoffe aus dem Obst- und Weinbau.

Des Weiteren werden Potenziale im Bereich der Landschaftspflege und der organischen Siedlungsabfälle betrachtet.

<u>Flächenverteilung Ackerfläche:</u>

Die Abbildung 5-7 zeigt die Nutzung der Ackerflächen in der Modellkommune Rhaunen. Mit 1.950 ha nimmt Getreide 73 % der Ackerflächen in Anspruch. Raps, 500 ha (19 %) und Mais, knapp 60 ha (2 %), stellen etwas weniger als ein Viertel der Fläche. Der Rest verteilt sich auf Feldgras und Futterbaugemenge sowie stillgelegte Flächen. Sonstige Nutzungen (bspw. Gemüse, Hülsenfrüchte, Kartoffeln) haben mit unter 1 % Anteil kaum Anteil an der Flächennutzung.

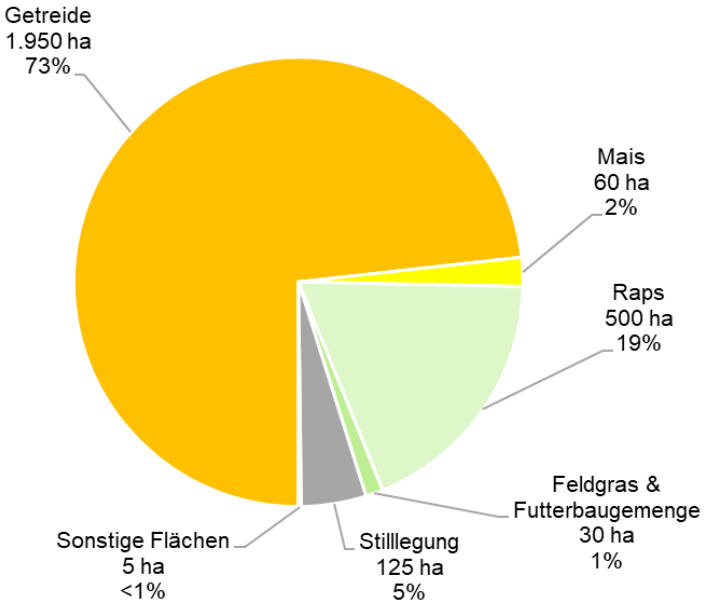


Abbildung 5-7: Nutzungsstruktur der Ackerflächen in der Gemeinde Rhaunen

Anbau von Energiepflanzen auf Ackerflächen

Um Potenziale aus dem Anbau von Energiepflanzen auf Ackerflächen darzustellen, wurde zunächst ermittelt, in welchem Umfang Ackerflächen für eine derartige Nutzung zusätzlich bereitgestellt werden können.

In der folgenden Potenzialanalyse wird zugrunde gelegt, dass die Flächenbereitstellung für den Anbau von Biomasse zur energetischen und stofflichen Nutzung vorwiegend aus den derzeitigen Marktfruchtflächen (2.600 ha; Getreide, Raps, Zuckerrüben), sowie der Ackerbrache erfolgt. Unter der Annahme, dass ca. 20 % dieser Flächen für eine derartige Verwendung bereitgestellt werden, errechnet sich ein Flächenpotenzial von ca. 520 ha. Biogasanlagen sind in der Gemeinde nicht vorhanden, sodass derzeit noch keine Fläche für den Anbau von Biogassubstraten belegt ist.

Vorausgesetzt, dass diese Fläche sowohl für die Energieproduktion, als auch für die stoffliche Verwertung im Sinne der Bioökonomie verwendet werden kann, wurde folgende Verteilung angesetzt. Rund 300 ha der Ausbauflächen gehen in die energetische Verwendung, wovon 55 % für den Anbau von Agrarhölzern im Kurzumtrieb verwendet werden. Das ergibt ein Festbrennstoffpotenzial in Höhe von ca. 6.200 MWh/a. Die verbleibenden 45 % gehen in den Anbau alternativer Biogaskulturen (ca. 2.700 MWh/a), die in Kombination mit der Verwertung von Reststoffen aus der Tierhaltung zur Biogasproduktion verwendet werden können.

Die restlichen 220 ha des Ausbaupotenzials sind für eine stoffliche Nutzung im Rahmen einer ländlichen Bioökonomie vorgesehen und werden in Kapitel 5.3.2 näher erläutert.

Reststoffe aus der Ackerfläche und der Tierhaltung

In der Gruppe der Biogassubstrate aus Reststoffen liegt ein Potenzial in der Nutzung von minderwertigem Sortier- bzw. Ausputzgetreide. Hier ergibt sich ein nachhaltiges Energiepotenzial von etwa 1.400 MWh/a.

Die relevanten Daten zur Tierhaltung im Betrachtungsraum beziehen sich auf den Stand 2016[91] und berücksichtigen dabei sowohl die durchschnittlich produzierten Güllemengen sowie die Stalltage pro Tierart und Jahr. In der Verbandsgemeinde werden bisher keine Reststoffe aus der Tierhaltung genutzt. Daraus ergibt sich ein Ausbaupotenzial von rund 16.100 t/a mit einem Energiegehalt von 3.200 MWh/a. Dies ist in Tabelle 5-1 detailliert dargestellt.

[91] In Einzelfällen beziehen sich die Daten auf den Stand 2014, da keine neueren Daten zur Verfügung waren.

© IfaS 2021

Tabelle 5-7: Aufkommen und energetische Nutzung von Wirtschaftsdünger in der Verbandsgemeinde Rhaunen

Art des Wirtschaftsdüngers		Tieranzahl	Wirtschaftsdünger	Energiegehalt
			[t/a]	[MWh/a]
Mutterkühe	Festmist	560	1.840	850
Milchvieh	Flüssigmist	350	4.120	380
	Festmist		410	190
Andere Rinder	Flüssigmist	1.430	4.550	420
	Festmist		1.650	760
Σ		2.350	12.570	2.610
Mastschweine	Flüssigmist	1.720	3.450	500
Zuchtsauen	Flüssigmist	0	0	0
Σ		1.720	3.450	500
Geflügel	Kot-Einstreu-Gemisch	340	10	10
Pferde	Mist	20	100	50
		Gesamt-Σ	**16.130**	**3.160**
		davon bereits in Nutzung	0	0
		davon ausbaufähig	**16.130**	**3.160**

Flächenpotenziale aus Dauergrünland

Aufgrund der Tierhaltung kann angenommen werden, dass die vorhandenen Grünlandflächen weitestgehend zur Ernährung der Raufutter verzehrenden Tierarten genutzt werden. Somit würde aktuell kein Flächenpotenzial aus dem bestehenden Grünland für eine energetische Nutzung oder für ein Bioökonomieprojekt (z. B. Grüne Bioraffinerie) in der Region zur Verfügung stehen.

Potenziale aus Reststoffen des Obst- und Weinbaus

Da sich im Gebiet keine Obst- und Weinbauflächen befinden, ist kein Reststoffpotenzial vorhanden.

Potenziale aus der Landschaftspflege

Im Bereich Landschaftspflege wurden die Potenziale für eine energetische Verwertung aus den Bereichen Gewässer-, Straßen- und Schienenbegleitgrün untersucht.

Unter Berücksichtigung der Gewässer-, Straßen- und Schienenlängen innerhalb des untersuchten Gebietes ergibt sich ein nachhaltiges Potenzial von rund 240 t/a. Wird zum Zeitpunkt der Verwendung ein Wassergehalt von 35 % angesetzt, so ergibt sich ein Gesamtheizwert von rund 700 MWh/a.

Potenziale aus organischen Siedlungsabfällen

Bioabfall

Zur Ermittlung des vergärbaren nachhaltigen Potenzials aus Bioabfällen wurden Daten der Landesabfallbilanz[92] zugrunde gelegt. Daraus ergibt sich ein nachhaltiges Potenzial von ca. 300 MWh/a.

Gartenabfall

Für die Erhebung des nachhaltigen Potenzials aus Gartenabfällen wurden ebenfalls Mengenangaben der Landesabfallbilanz zugrunde gelegt. Unter der Annahme, dass der holzige Anteil in etwa 30 – 40 % beträgt, ergibt sich ein Energiepotenzial der Festbrennstoffe in Höhe von etwa 1.900 MWh/a.

5.2.1.2 Potenziale aus der Forstwirtschaft

Die Basisdaten für den öffentlichen Wald der Verbandsgemeinde Rhaunen wurden auf Grundlage der Forsteinrichtung ermittelt und aus dem integrierten Klimaschutzkonzept der Verbandsgemeinde übernommen. Das Datenpaket wurde zur Erstellung des Konzeptes durch den Landesbetrieb Landesforsten Rheinland-Pfalz, Geschäftsbereich Forsteinrichtung, zur Verfügung gestellt und bezieht sich in erster Linie auf den Staats- und Körperschaftswald der Verbandsgemeine Rhaunen. Bezüglich des Privatwaldes wurde keine gesonderte Datenabfrage durchgeführt, sondern mit den staatlichen und kommunalen Planungsdaten gearbeitet.

Hieraus ergab sich eine Waldfläche im Bezugsraum von ca. 5.160 ha. Davon stellt der kommunale Waldbesitz mit etwa 3.720 ha den größten Anteil. Dies entspricht rund 72 % der Gesamtwaldfläche. Die restlichen Waldanteile verteilen sich auf den staatlichen Waldbesitz mit 14 % (720 ha) und den privaten Waldbesitz mit 12 % (640 ha). Des Weiteren liegen in der Gemarkung der Verbandsgemeinde Rhaunen rund 80 ha Bundesforst. Um eine Einschätzung über die Nutzung dieser Waldfläche zu erhalten wird das Verhältnis von Nutzung und Zuwachs gebildet. Aus den zugrunde gelegten Daten lässt sich ein Verhältnis aus Nutzung und Zuwachs von ca. 73 % ableiten.

Als Leitsortimente werden in der Forstsprache die Verkaufskategorien der unterschiedlichen Holzarten bezeichnet. Hier wird vor allem zwischen Stammholz, Industrieholz höherer und niedrigerer Qualität, Energieholz, sowie gegebenenfalls Waldrestholz und Totholz unterschieden. In der Potenzialanalyse werden die Sortimente Industrieholz und Energieholz berücksichtigt. Ausgehend von der Datengrundlage wurde eine Entnahme an Industrieholz von etwa

[92] Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz (2017): Rheinland-Pfalz - Landesabfallbilanz 2016

© IfaS 2021

16.000 Efm[93]/a analysiert. Für das Energieholz errechnet sich ein genutztes jährliches Potenzial von rund 1.800 Efm.[94] Der darin gebundene Energiegehalt summiert sich auf ca. 3.800 MWh.

Aufgrund der tendenziell hohen Nutzung des Zuwachses[95] wurde keine Nutzungssteigerung in der Potenzialanalyse angenommen. Im Rahmen einer Sortimentsverschiebung wurden für den Planungszeitraum bis 2050 ca. 25 % des Industrieholzes in das Energieholz verschoben. Die nachfolgende Tabelle zeigt die aktuelle Energieholznutzung sowie den Ausbau der Energieholzmengen.

Tabelle 5-8: Darstellung des nachhaltigen Energieholzpotenzials von 2020 – 2050

Nachhaltiges Potenzial von 2020 - 2050			
	2020	2030	2050
Industrieholz [Efm]	16.000 Efm	14.400 Efm	13.000 Efm
Energieholz [Efm]	1.800 Efm	3.400 Efm	4.900 Efm
Energieholz [t]	1.200 t	2.300 t	3.300 t
Energieholz [MWh]	3.800 MWh	7.100 MWh	10.100 MWh

Hieraus ergibt sich ein geringes Ausbaupotenzial von rund 6.300 MWh bis zum Jahr 2050.

5.2.1.3 Zwischenfazit Biomasse / nachhaltige Landnutzung

Insgesamt betragen die Ausbaupotenziale im Bereich der Biomasse rund 22.700 MWh/a, was etwa 2,2 Mio. l Heizöläquivalente entspricht. Diese verteilen sich zu 67 % auf Festbrennstoffe (Abbildung 5-8, blau) und zu 33 % auf Biogassubstrate (Abbildung 5-8, grün). Im Bereich der biogenen Festbrennstoffe können insgesamt rund 15.100 MWh/a gewonnen werden, bei Biogassubstraten rund 7.600 MWh/a. Die nachfolgende Grafik zeigt das Ausbaupotenzial aus Biomassen nach Herkunftsbereichen.

[93] Efm = Erntefestmeter (1 Efm entspricht grob 1 Vfm (Vorratsfestmeter) abzüglich 10 % Rindenverlust und 10 % Verlust bei der Holzernte)
[94] Die Daten für die aktuelle Nutzung basieren nicht auf Realwerten, sondern auf Hochrechnungen aus der im integrierten Klimaschutzkonzept der Verbandsgemeinde Rhaunen durchgeführten Forstpotenzialanalyse.
[95] In der Potenzialermittlung wird der ökologische Grenzwert von Nutzung zu Zuwachs bei 80% festgelegt.

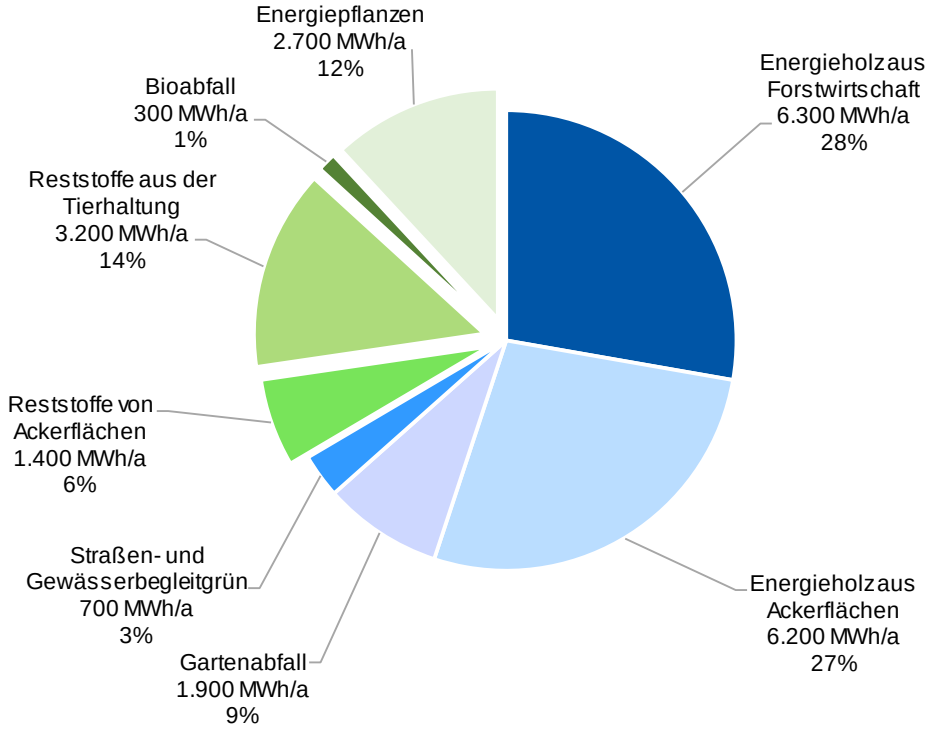


Abbildung 5-8: Ausbaufähige Biomassepotenziale in der Großschutzregion (Biogassubstrate in grüner Farbe, Festbrennstoffe in blau)

5.2.2 Solarenergie

Anhand der vorliegenden Analysen werden Aussagen dazu getroffen, wie viel Strom und Wärme innerhalb der Modellkommune VG Rhaunen und der umliegenden Region photovoltaisch bzw. solarthermisch erzeugt werden können und welcher Anteil des Gesamtstromverbrauchs bzw. -wärmeverbrauchs gedeckt werden könnte.

Durch die Änderungen und Ergänzungen des EEG haben sich die Rahmenbedingungen für den Bau und Betrieb von PV-Anlagen in den letzten Jahren sowohl auf Dach-, als auch auf Freiflächen in vielerlei Hinsicht geändert. Diese Änderungen umfassen z. B. die Anpassung von Anlagenklassen und Vergütungsmodellen sowie eine Neuregelung zum Eigenverbrauch.

5.2.2.1 Photovoltaik-Dachflächenanlagen

Das Belegungsszenario für Dachflächen sieht die gleichzeitige Betrachtung von Photovoltaik (PV) und Solarthermie (ST) vor; bei Flächenkonkurrenz wird der ST ein Vorrang eingeräumt. Würden alle ermittelten Dachflächen für die solarenergetische Nutzung in Frage kommen, könnten unter Berücksichtigung der zugrundeliegenden Annahmen etwa 27 MW_p Leistung zusätzlich installiert und jährlich ca. 24.000 MWh Strom produziert werden.

 © IfaS 2021

Tabelle 5-9: Ausbaupotenzial Photovoltaik (Dachflächen)

Verbands-gemeinde	Ausbaupotenzial		Bestand[3]		Gesamtpotenzial	
	Installierbare Leistung[1] (kW_p)	Stromerträge[2] (MWh/a)	Installierte Leistung (kW_p)	Stromerträge (MWh/a)[2]	Installierbare Leistung[1] (kW_p)	Stromerträge[2] (MWh/a)
Rhaunen	24.100	21.300	3.000	2.700	27.100	24.000
Σ Summe	**24.100**	**21.300**	**3.000**	**2.700**	**27.100**	**24.000**

1) Kristalline Module: 7 m² / kW_p 2) Jährlicher Stromertrag: bis zu 900 kWh / kW_p (standortabhängig) 3) Angaben Netzbetreiber

Das bereits genutzte Potenzial im Bereich *Photovoltaik auf Dachflächen* beträgt insgesamt bereits 11 %. Würde das gesamte Potenzial in Umsetzung gebracht, könnte der PV-Anteil am gegenwärtigen gesamten Stromverbrauch des Betrachtungsraumes bei ca. 123 % liegen.

5.2.2.2 Solarthermie-Dachflächenanlagen

Parallel dazu wurde das Potenzial an Solarthermie auf Dachflächen untersucht. Bei einer kombinierten Nutzung von PV und ST könnten insgesamt durch ca. 54.100 m² Kollektorfläche jährlich rund 19.000 MWh Wärmeenergie produziert werden, was einem Heizöläquivalent von etwa 1,9 Mio. Liter entspricht.

Tabelle 5-10: Ausbaupotenzial Solarthermie (Dachflächen)

Verbands-gemeinde	Ausbaupotenzial		Bestand[3]		Gesamtpotenzial	
	Kollektorfläche[1] (m²)	Wärmeerträge[2] (MWh/a)	Kollektorfläche[1] (m²)	Wärmeerträge[2] (MWh/a)	Kollektorfläche[1] (m²)	Wärmeerträge[2] (MWh/a)
Rhaunen	52.700	18.500	1.400	500	54.100	19.000
Σ Summe	**52.700**	**18.500**	**1.400**	**500**	**54.100**	**19.000**

1) Flachkollektoren 2) Jährlicher Wärmeertrag: 350 kWh / m² 3) Angaben Solaratlas

Das bereits genutzte Potenzial ist im Bereich Solarthermie mit 22 % geringer als im Bereich Photovoltaik. Würde das gesamte Potenzial in Umsetzung gebracht, könnte der ST-Anteil am gesamten gegenwärtigen Wärmeverbrauch des Betrachtungsraumes bei etwa 21 % liegen.

5.2.2.3 Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA)

Die Erhebung der Photovoltaik-Freiflächenanlagen-Potenziale (PV-FFA-Potenziale) stützt sich auf die GIS-basierte Auswertung von geographischen Basisdaten. In der Analyse wurden potenziell geeignete Flächen gemäß den aktuellen rechtlichen Bestimmungen des EEG entlang von Autobahnen und Schienenwegen auf Basis branchenüblicher technischer Restriktionen ermittelt.

Innerhalb der Verbandsgemeinde Rhaunen konnten auf Basis der zugrunde gelegten Kriterien keine Potenzialflächen ermittelt werden. Einerseits lässt sich das auf das Nichtvorhandensein einer Autobahn zurückzuführen. Da sich diese Standorte allerdings über einen 110 m Korridor erstrecken können, könnten auch Potenzialflächen entlang grenznaher Schienenwege in Frage kommen. Nach Einbezug der definierten Restriktionen konnten jedoch keine ausreichend großen Potenzialflächen identifiziert werden.

Der Bau von PV-FFA wurde in den letzten Jahren durch verschärfte Bedingungen stark einschränkt (EEG-Standortrestriktionen). Über das ermittelte Potenzial können zudem weitere umsetzungsfähige Potenziale identifiziert werden, z. B. Potenziale auf Konversionsflächen und Flächen die nach den Kriterien des EEG (§ 37 Abs. 3 EEG 2017) ebenfalls genehmigungsfähig sind, aber auf Basis der verfügbaren Datengrundlage nicht betrachtet werden können. Zusätzlich erschwert wird die Umsetzung von PV-FFA durch den benötigten Zuschlag einer Ausschreibung nach dem EEG. Ausnahmen stellen Anlagen mit einer Leistung < 750 kW_p dar, die jedoch weiteren Einschränkungen unterliegen.

Durch die Öffnung der Flächenkulisse Ende 2018 (Länderöffnungsklausel) haben bereits einzelne Bundesländer (z. B. Bayern, **Rheinland-Pfalz**, Saarland) verschiedene Ansätze eingeführt, PV-Freiflächenanlagen auf ertragsschwachen landwirtschaftlichen Standorten zuzulassen. Da die Öffnung der Flächen dem Landesrecht unterliegt, ergeben sich vielfältige Unterschiede bei den Standortkriterien, der Ausweisung von Standorten und Ausschreibungsvolumina. Schließlich wird es die wichtigste Aufgabe der Photovoltaik sein, künftig ohne EEG-Vergütung konkurrenzfähig zu sein. Gelingt dies flächendeckend, wird das wiederrum zu neuen Flächenpotenzialen führen, die jedoch in Einklang mit der aktuellen Landnutzung (z. B Agro-PV) und insbesondere dem Umwelt- und Naturschutz gebracht werden müssen.

5.2.3 Ergänzende und innovative Potenziale auf Freiflächen

Die verwendeten Methoden der vorliegenden Potenzialanalysen stellen in vielen Potenzialbereichen den Status quo hinsichtlich Rahmenbedingungen, Wirtschaftlichkeit und sozialer Akzeptanz dar, die das „theoretische“ Potenzial bereits limitieren. Die in 5.2.2.3 ermittelten Freiflächenpotenziale sollen jedoch in keinem Fall Ausschließlichkeit darstellen.

Auch wenn innerhalb dieses Abschnittes keine Quantifizierung der im Folgenden beschriebenen Potenziale erfolgt, sollen einige Trends und zusätzliche Möglichkeiten zum Ausbau erneuerbarer Energieträger nicht unerwähnt bleiben. Diese Ansätze werden mit hoher Wahrscheinlichkeit zukünftig aufgegriffen.

Im Bereich erneuerbarer Stromerzeugung außerhalb privater Haushalte muss das mittel- bis langfristige Ziel zur Etablierung erneuerbarer Energieträger die Konkurrenzfähigkeit am Strommarkt ohne Notwendigkeit eines Fördermechanismus (aktuell EEG) sein.

Zudem sieht sich die erneuerbare Stromerzeugung mehr und mehr mit dem baldigen Ausscheiden von Atom- und Kohlekraftwerken konfrontiert, sodass insbesondere die Solar- und Windenergiebranche tragende Rollen einnehmen werden müssen.

© IfaS 2021

Darüber hinaus drängt sich nicht zuletzt durch politische Entscheidungen das Erfordernis zur Erzeugung erneuerbarer Wärme auf, deren Bedarf in einem durchschnittlichen privaten Haushalt um ein Vielfaches höher ist, als der Bedarf an Strom. Ein Ansatzpunkt der an dieser Stelle näher beleuchtet werden soll, bietet die Integration von Solarkollektoren (insb. auf Freiflächen) im Bereich regenerativer Wärmenetze. Zur Standortakquise sind Freiflächen in räumlicher Nähe zur Heizzentrale prädestiniert.

Der regenerativen Strom- und Wärmeerzeugung werden an dieser Stelle enorme Potenziale geboten, deren flächendeckende Nutzung künftig große Auswirkungen auf den weiteren Erfolg der Energiewende haben könnte.

5.2.3.1 Photovoltaik-Freiflächenanlagen auf ertragsschwachen Böden

Wie bereits im Abschnitt 5.2.2.3 beschrieben, wurde den Bundesländern das Recht zur Öffnung von zu definierenden Flächenkulissen nach dem gültigen EEG (z. B. ertragsschwache Acker- oder Grünlandstandorte) eingeräumt. Die Umsetzung durch die jeweiligen Landesbestimmungen folgt dabei unterschiedlichen Herangehensweisen. In der aktuellen Ausschreibungsperiode sind begrenzte Volumina für Gebote zur Errichtung von PV-FFA auf Acker- und/oder Grünlandflächen in benachteiligten Gebieten in Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz und dem Saarland zugelassen. Dabei sind die jeweiligen Landesbestimmungen einzuhalten.

Die Verbindlichkeit der zu erzielenden Gebotswerte stellt sowohl für die Anlagenbetreiber, als auch für die Energieversorger eine Sicherheit dar. Aber auch außerhalb des EEG und somit auch außerhalb der zuvor genannten Bundesländer, können landwirtschaftlich minderwertige Flächen zur Energieproduktion genutzt werden. Insbesondere Landwirten und Grundbesitzern wird so eine zusätzliche Einnahmequelle eröffnet. Anstelle von Subventionen für brachliegende Agrarflächen bieten Pachteinnahmen von einem potenziellen Anlagenbetreiber höhere Einnahmechancen.

Ein Anlagenbetreiber kann den produzierten Strom dann entweder unmittelbar vor Ort nutzen oder zu konkurrenzfähigen Preisen an der Börse handeln.

Jedoch kann die Fläche für die Dauer des Pachtvertrages bei der Installation herkömmlicher PV-Systeme (mehrere geneigt aufgeständerte Modulreihen) i. d. R. kaum landwirtschaftlich bewirtschaftet werden (Ausnahme: Kleintiere wie Schafe). Solange die Anlage in Betrieb ist, ist eine Umwidmung der Fläche mit dem Zweck „Energieproduktion“ unerlässlich, eine potenziell landwirtschaftliche Nachnutzung (nach Ablauf des Pachtvertrages und Einstellung des Anlagenbetriebs) ist prinzipiell wieder möglich.

Als Orientierung zur Standortakquise können ertragsschwache Böden (Qualifizierung hinsichtlich Ackerzahl, Bodenrichtwert, etc.) identifiziert werden. Die Wirtschaftlichkeit hängt vor allem

von der Größe der Anlage (Skaleneffekte) und dem Standort (Netzanbindung, Neigung, Verschattung) ab. Das Ziel einer möglichst konkurrenzfähigen Stromerzeugung (ohne Förderung und Zuschüsse) liegt daher in einer möglichst hohen Kostenreduktion bei der Stromerzeugung.

5.2.3.2 Agro-PV und bifaziale Module

Im Gegensatz zur Nutzung der zuvor beschriebenen landwirtschaftlich „minderwertigeren“ Flächen mit konventionellen PV-FFA, ist es das Ziel von Agro-PV Systemen eine Doppelnutzung mit Synergieeffekten auf (intensiv) bewirtschafteten Flächen zu etablieren. An dieser Stelle werden klassische Agro-PV und die vertikale Installation bifazialer PV-Module betrachtet. Agro-PV Systeme haben es heutzutage flächendeckend kaum über den Status von Pilotanlagen hinausgeschafft.

Abbildung 5-9: Schematische Darstellung und Pilotanlage

Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. zeigt eine mögliche schematische Umsetzung eines Agro-PV Systems sowie die Pilotanlage in Heggelbach am Bodensee.[96]

Die Erkenntnisse erster Studien bestätigen bereits, dass bestimmte Pflanzen- und Tierarten von der Schutzwirkung vor direkter Wettereinwirkung profitieren. [97]

Der wesentliche Unterschied im Vergleich zu konventionellen PV-FFA besteht in der Höhe, in der die Module mit Hilfe spezieller Montagesysteme installiert werden, sodass im Bedarfsfall auch eine Bewirtschaftung mit „schwerem“ landwirtschaftlichem Gerät möglich ist.

Kann der produzierte Strom direkt vor Ort verbraucht werden oder liegen kurze Wege zu einem möglichen Einspeisepunkt vor, wird die Wirtschaftlichkeit zusätzlich begünstigt.

Die vertikale Aufständerung von bifazialen Modulen auf Freiflächen folgt im Vergleich zu klassischen Agro-PV Systemen einem aktuelleren Trend. Die Mehrkosten der Module sollen dabei durch die höhere Energieproduktion nahezu ausgeglichen werden. Da bifaziale PV-Module sowohl eine aktive Vorder- als auch Rückseite zur Energieerzeugung besitzen, eignen sie sich

[96] Quelle: links APV-RESOLA; rechts Fraunhofer ISE
[97] Vgl. APV-RESOLA

 © IfaS 2021

vor allem zur „Ernte“ der Ost-/West-Sonneneinstrahlung. Eine künftige Flächenbewirtschaftung zwischen den einzelnen Modulreihen muss bereits bei der Planung der Anlage berücksichtigt werden. Folgende Abbildung zeigt die Pilotanlage in Losheim am See.[98]

Abbildung 5-10: Bifaziale Module - Modellanlage Next2Sun

Der wesentliche Vorteil sowohl von Agro-PV, als auch von bifazialen Modulen liegt in der Möglichkeit zur doppelten Flächennutzung. Anstelle sich für eine reine Energieproduktion oder ausschließlich für die landwirtschaftliche Nutzung entscheiden zu müssen, kann beides, bestenfalls mit Synergieeffekten auf der gleichen Fläche, ohne nennenswerten Flächenverlust realisiert werden. Im Einzelfall sind dabei stets die Anforderungen der landwirtschaftlichen Nutzung zu beachten und ein geeignetes System entsprechend auszulegen.

Zudem kann der Anspruch auf Agrarsubventionen bei einer Doppelnutzung der Ackerfläche gemäß aktueller Rechtsprechung bestehen bleiben, wenn die landwirtschaftliche Tätigkeit durch ihre Intensität, Art, Dauer oder ihren Zeitpunkt nicht zu stark eingeschränkt wird.[99] So können Photovoltaik-Freiflächenanlagen künftig ein breites Anwendungsfeld abdecken und zusätzlich eine ressourceneffiziente Landnutzung ermöglichen.

5.2.3.3 Solarthermie als Wärmequelle für Nahwärmenetze

Die Nutzung von Solarkollektoren zur Erzeugung von Wärmeenergie ist per se keine technische Neuheit, stellt aber eine nicht alltägliche Lösung dar. Das Potenzial weist jedoch einen sehr starken regionalen Bezug auf und ist von mehreren Faktoren und den lokalen Gegebenheiten abhängig. Grundsätzlich eignen sich bestehende Energiedörfer oder Dörfer, Gemeinden und Städte bzw. Stadtteile die sich auf dem Weg zur Etablierung einer zentralen (regenerativen) Wärmeversorgung befinden. Für ein Nahwärmenetz aus regenerativen Energiequellen (Holzhackschnitzelkessel, (Tiefen-)Geothermie, etc.) bietet sich die umfangreiche Integration von Solarkollektoren (insb. auf Freiflächen) sowohl bei Neubauprojekten, als auch bei bestehenden Lösungen an.

[98] Quelle: Next2Sun, Foto: Ökostrom-Saar
[99] Vgl. VG Regensburg, Urteil vom 15.11.2018, Beihilfefähigkeit eines Solarparks, RO 5 K 17.1331

Um von möglichst niedrigen Anschlusskosten zu profitieren und Netzverluste zu vermeiden, bietet sich die Nutzung von Flächen in räumlicher Nähe zur Heizzentrale an.

Die Dimensionierung des Kollektorfeldes sollte dabei insbesondere auf den Warmwasserbedarf im Sommer ausgelegt werden. Die Gestehungskosten für eine Kilowattstunde Wärme bewegen sich dabei erfahrungsgemäß je nach Größe der Anlage im Bereich von 0,02 - 0,04 €/kWh und sind damit absolut konkurrenzfähig.

Prinzipiell kann der Wärme- bzw. Warmwasserbedarf in den Sommermonaten vollständig solar gedeckt werden, womit eine nennenswerte Brennstoffeinsparung generiert werden kann. Die Wärmeerträge nehmen zwar insbesondere in den Winterzeiten deutlich ab, über das gesamte Jahr gesehenen kann die Solarthermie mit einer Wärmebereitstellung von ca. 20 % dennoch einen relevanten Beitrag leisten.

Eine pauschale Untersuchung ist aufgrund der Erfordernis der Berücksichtigung der genannten lokalen Gegebenheiten auf Ebene der vorliegenden Analyse nicht zielführend. Möglichkeiten zur Nutzung des beschriebenen Potenzials ergeben sich dennoch in vielen Regionen, insbesondere fernab des Vorhandenseins von Erdgasnetzen.

In den Szenarien der Energie- und Treibhausgasbilanzierung (Kapitel 9) werden bereits bestimmte Annahmen zum Ausbau regenerativer Wärmenetze berücksichtigt.

Die hier aufgeführten Überlegungen sollten bei jeder konkreten Planung auf die lokalen Gegebenheiten (Wärmebedarf, Flächenverfügbarkeit, technische Umsetzung etc.) bezogen werden und eine sinnvolle Dimensionierung und Planung erfolgen.

5.2.4 Windkraftpotenziale

Die Nutzung der Windkraft zur Stromerzeugung ist technisch weit fortgeschritten und stellt eine besonders effektive Möglichkeit zur Ablösung fossiler Energieträger dar. Unterschiedliche politische oder gesellschaftliche Interessen wurden bei dieser Betrachtung nicht berücksichtigt. Das Ergebnis dieser Analyse stellt ein technisch machbares Potenzial dar und beschreibt somit keinen Umsetzungsplan.

Grundlage für die Ermittlung der Windkraftpotenziale ist zunächst die Bestimmung eines Flächenpotenzials, das auf Basis rechtlicher und technischer Restriktionen mit Hilfe von Geodaten bestimmt wird. Im folgenden Schritt erfolgt eine Bewertung auf Grundlage der mittleren Windgeschwindigkeiten mit dem Ziel, ertragsschwache Teilflächen auszuschließen. Anhand der verbliebenen Eignungsflächen wird ein exemplarisches Anlagenpotenzial auf Basis einer Musteranlage gebildet.

Tabelle 5-11 fasst die maximale Anzahl der möglichen Windenergieanlagen (WEA) innerhalb des Betrachtungsraumes im Falle eines vollständigen Ausbaus der Potenziale zusammen.

 © IfaS 2021

Tabelle 5-11: Ergebnisse Windenergie

Verbands-gemeinde	Ausbaupotenzial			Bestand[3]			Gesamtpotenzial		
	Anzahl[1]	Installierbare Leistung[2] (MW)	Stromerträge[2,4] (GWh/a)	Anzahl	Installierte Leistung (MW)	Stromerträge (GWh/a)	Anzahl	Installierte Leistung (MW)	Stromerträge (GWh/a)
Rhaunen	1	3	9	0	0	0	1	3	9
Σ Summe	**1**	**3**	**9**	**-**	**0**	**0**	**1**	**3**	**9**

1) Anlagenanzahl auf Basis exemplarischer Anlagenbestückung der unbebauten bzw. unbeplanten Potenzialflächen
2) Basierend auf 3 MW Schwachwindanlagen (Nabenhöhe 131 m, Rotordurchmesser 130 m)
3) Angaben Netzbetreiber
4) Berechnung basierend auf Weibullverteilung und Windgeschwindigkeiten des DWD

Das ermittelte Ausbaupotenzial beläuft sich auf lediglich eine WEA bei einer Leistung von 3 MW und potenziellen Stromerträgen von 9 GWh/a. Nach gültigem Landesentwicklungsplan und der darin vorgesehenen Konzentrationswirkung (mind. drei Anlagen im Neubau) könnte der ermittelte Standort derzeit noch nicht in eine Umsetzung gebracht werden.

Sollte die Errichtung der WEA künftig dennoch ermöglicht werden, könnte diese etwa die Hälfte des aktuellen Strombedarfs der Verbandsgemeinde decken.

Über die Verbandsgemeindegrenze hinaus konnten in räumlicher Nähe zu den ermittelten Standorten keine weiteren Potenzialflächen ermittelt werden, die einen grenzüberschreitenden Windpark rechtfertigen würden.

Eine Detailuntersuchung des Standortes und ein abweichendes Anlagenlayout innerhalb der ermittelten Potenzialfläche könnte jedoch dazu führen, dass weitere WEA errichtet werden können und somit die Konzentrationswirkung erfüllt wird.

5.2.5 Geothermie

Erdwärme ist eine in Wärmeform gespeicherte Energie unterhalb der festen Erdoberfläche. Bei dieser Art der Energiegewinnung wird, mit Hilfe von Strom, Erdwärme für Heizung und Warmwasserbereitung nutzbar gemacht.

Eine Möglichkeit zur Nutzung von Erdwärme stellen Erdkollektoren dar. Hierbei muss eine ausreichend große Fläche zur Verlegung von Wärme aufnehmenden Rohrschlangen (Erdkollektoren) zur Verfügung stehen. Vorrangig sollten hier neu zu erschließende oder bereits erschlossene Wohngebiete mit genügend Grundstücksfläche betrachtet werden.[100] Die Erdkollektorfläche sollte etwa die 1,5 bis 2-fache Größe der zu beheizenden Wohnfläche aufweisen.[101] Die Kollektoren müssen dabei aufgrund der Nutzung von Sonnenwärme und der Zugänglichkeit frei von Beschattung durch Sträucher, Bäume oder angrenzende Gebäude sein

[100] Vgl.: Burkhardt / Kraus, 2006: S. 69.
[101] Vgl. Wesselak, V.; Schabbach,T., 2009, S. 308.

und dürfen nicht bebaut werden.[102] Für ein Niedrigenergiehaus mit 180 m² Wohnfläche müssten also etwa 360 m² Rohrschlangen verlegt werden. Gegebenenfalls ist ein Antrag auf wasserrechtliche Erlaubnis bei der Unteren Wasserbehörde zu stellen.[103]

Erdwärmesonden sind eine weitere Möglichkeit, die Erdwärme als regenerative Energiequelle zu erschließen. Beim Bau und Betrieb von Erdwärmesonden ist höchste Sorgfalt zu tragen, um dem Grundwasserschutz nach dem Besorgnisgrundsatz von Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und Landeswassergesetz (LWG) Rechnung zu tragen. Im Rahmen der Bewirtschaftung durch die Wasserbehörden – insbesondere für die öffentliche Wasserversorgung – ist der Schutz der Ressource Grundwasser unverzichtbar. Hierbei ist der Besorgnisgrundsatz Ausgangspunkt jeder zulassungsrechtlichen Beurteilung. Beeinträchtigung und Schädigung des Grundwassers (das eine unserer wichtigsten natürlichen Lebensgrundlagen darstellt) sind zu vermeiden.

Die wesentliche Rechtsgrundlage für die Errichtung und den Betrieb von Erdwärmesondenanlagen bilden das Wasserhaushaltsgesetz und das Wassergesetz für das jeweilige Bundesland. In Abhängigkeit von der Gestaltung und Ausführung einer Anlage gelten neben dem Wasserrecht auch bergrechtliche Vorschriften, die sich insbesondere aus dem Bundesberggesetz ergeben.[104]

5.2.5.1 Oberflächennahe Geothermie

In Abhängigkeit vom hydrogeologischen Untergrundaufbau ist vor dem Bau von Erdwärmesonden eine Standortqualifikation durchzuführen. Wesentliches Gefährdungspotenzial stellt hierbei die Möglichkeit eines Schadstoffeintrags in den oberen Grundwasserleiter bzw. in tiefere Grundwasserstockwerke aufgrund fehlerhaften Bohrlochausbaus dar.

Grundsätzlich ist der Bau von Erdwärmesonden in wasserwirtschaftlich hydrogeologisch unproblematischen Gebieten nur möglich, wenn eine vollständige Ringraumabdichtung nach der Richtlinie VDI 4640 vorgesehen ist und die Bohrtiefe unter 100 m liegt.

Um die oberflächennahen geothermischen Standorte ermitteln zu können, wurde auf Daten und Kartenmaterial des Landesamtes für Geologie und Bergbau - RLP zurückgegriffen.

Nachfolgend ist ein Ausschnitt der besagten hydrogeologischen Karte, abgegrenzt auf die Region, abgebildet. Die Karte zeigt die schematische hydrogeologische und wasserwirtschaftli-

[102] Vgl.: Burkhardt / Kraus, 2006: S. 69.
[103] Vgl.: Webseite Transferstelle Bingen, Wärmepumpen und oberflächennahe Geothermie
[104] Vgl. Umweltministerium Baden-Württemberg; Stuttgart 2005.

 © IfaS 2021

che Standortqualifizierung für den Bau von Erdwärmesonden auf der Grundlage von hydrogeologischen Karten, der Wasser- und Heilschutzquellengebiete sowie der Einzugsbereiche von Mineralwassergewinnungen.[105]

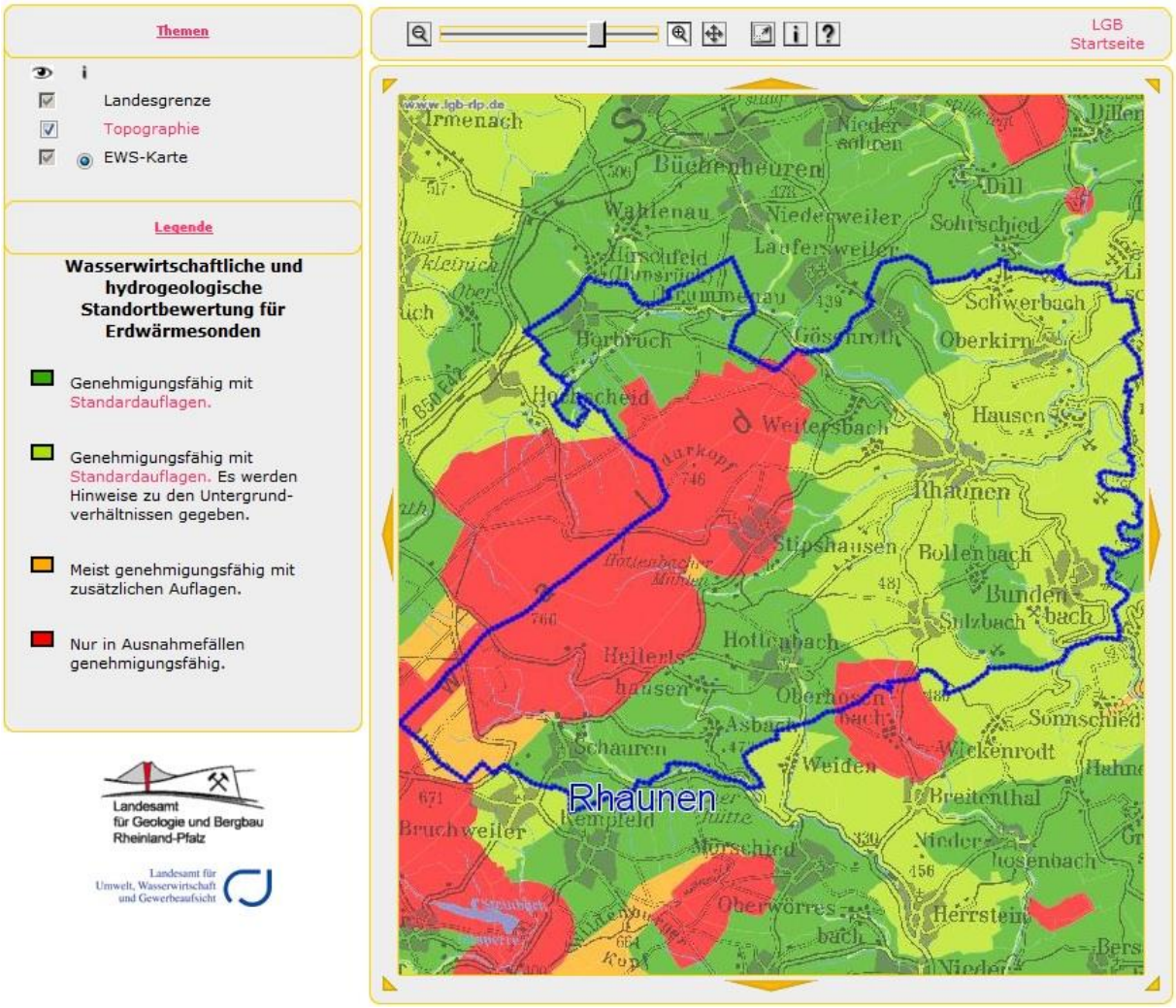


Abbildung 5-11: Wasserwirtschaftliche und hydrogeologische Standortqualifizierung für Erdwärmesonden

Bei den dunkelgrün gefärbten Gebieten handelt es sich um genehmigungsfähige unkritische Gebiete. Hierbei ist der Bau von Erdwärmesonden bei einer vollständigen Ringraumabdichtung entsprechend der VDI-Richtlinie 4640, im Hinblick auf den Grundwasserschutz ohne Weiteres möglich. Dabei gelten die Standardauflagen.[106] Folgende Standardauflagen sind zum Bau von Erdwärmesonden in unkritischen Gebieten einzuhalten:[107]

- Es dürfen nur qualifizierte Bohrunternehmen beauftragt werden.
- Nach der VDI-Richtlinie 4640 muss eine vollständige Ringraumabdichtung erfolgen (z. B. Betonit/Zement Suspension).

[105] Vgl.: Ministerium für Umwelt-, Landwirtschaft-, Ernährung-, Weinbau- und Forsten Rheinland-Pfalz, S. 15-21.
[106] Webseite Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz.
[107] Vgl.: Landesamt für Geologie und Bergbau – RLP, Standardauflagen zum Bau von Erdwärmesonden in unkritischen Gebieten, S. 1-2.

- Um bei der Bohrung im Einzelfall vor Ort sein zu können, muss der Bohrbeginn nach dem Lagerstättengesetz dem Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz min. zwei Wochen im Voraus angezeigt werden.
- Müssen Bohrungen über 100 m unter GOK vorgenommen werden, ist das Vorhaben nach §127 Abs. 1 Ziff.1 des Bundesberggesetzes dem LGB (Abteilung Bergbau) rechtzeitig anzuzeigen.
- Grundwasserstände, Spülungsverluste, evtl. ausgeblasene Wassermengen, Hohlräume, Klüftigkeit etc. sind beim Abteufen der Bohrung zu protokollieren. Bei Abnormitäten, z. B. unerwartet hohe Spülungsverluste im Bohrloch, ist das weitere Vorgehen mit der Unteren Wasserbehörde abzuklären.
- Bei der Bohrung sind angetroffene Schichtenfolgen durch eine geologische Aufnahme zu dokumentieren.
- Die Suspensionsmenge ist zu dokumentieren. Wird das Bohrlochvolumen durch das Verpressvolumen um das Zweifache überstiegen, ist der Verpressvorgang zu unterbrechen und die Genehmigungsbehörde unverzüglich zu informieren. Dies ist nötig, weil bei der Ringraumverpressung in hochdurchlässigen Grundwasserleitern Dichtungsmaterial in größeren Mengen in Spalten oder Hohlräume gelangen kann. Es besteht die Gefahr die Grundwasserqualität zu gefährden und dass wasserwegsame Zonen abgedichtet werden. Daher muss die Suspension nach Erhärtung dauerhaft dicht und beständig sein.
- Die Wärmeträgerflüssigkeit darf höchstens der Wassergefährdungsklasse (WGK) 1 zugeordnet werden.
- Das Bohrgut ist bei Schichtenwechsel sowie auch jeden Meter zu entnehmen und für eine Aufnahme durch das LGB einen Monat lang nach Eingang des Schichtenverzeichnisses aufzubewahren.
- Die Materialien, die für die Sonde verwendet werden, müssen dicht und beständig sein.
- Der Sondenkreislauf ist mit einem Druck-/Strömungswächter auszustatten, der bei Abfall des Flüssigkeitsdrucks in der Anlage die Umwälzpumpe sofort abschaltet, sodass nur geringe Mengen der Wärmeträgerflüssigkeit austreten.
- Der Druckwächter sowie der Sondenkreislauf sind durch den Betreiber regelmäßig (min. alle drei Monate) zu kontrollieren.

Die hellgrün gefärbten Gebiete sind ebenfalls genehmigungsfähige unkritische Gebiete, jedoch mit Hinweisen zu den Untergrundverhältnissen. In diesen Gebieten können aufgrund besonderer geologisch-hydrogeologischer Verhältnisse Schwierigkeiten bei der Bauausführung auftreten. Dazu zählen:[108]

[108] Vgl.: Ministerium für Umwelt-, Landwirtschaft-, Ernährung-, Weinbau- und Forsten Rheinland-Pfalz, Leitfaden zur Nutzung von Oberflächennaher Geothermie mit Erdwärmesonden, S. 16.

© IfaS 2021

- Karstgebiete
- Gebiete mit Altbergbau
- Hochdurchlässige Kluftgrundwasserleiter
- Artesische Druckverhältnisse
- Mögliche aggressive CO_2-haltige Wässer bzw. Gas-Arteser
- Mögliche aggressive sulfathaltige Wässer
- Rutschgebiete

Bei den auf der Karte orange gefärbten Gebieten handelt es sich um Gebiete, die mit zusätzlichen Auflagen meist genehmigungsfähig sind.[109]
Hierzu zählen größere Gebiete, die für eine spätere Trinkwassergewinnung von Nutzen sein können und die vor Gefährdungen zu schützen sind, grundwasserhöffige Gebiete mit einer ausgeprägten hydrogeologischen Stockwerksgliederung sowie Bereiche, in denen mit Anhydrit gerechnet werden muss, der bei Zutritt von Wasser quillt und damit erhebliche Bauschäden verursachen kann. Die Prüfung erfolgt durch die Fachbehörden. Mögliche Auflagen sind z. B. Tiefenbegrenzung und Bauüberwachung durch ein qualifiziertes Ingenieurbüro.[110]
Die rot gefärbten Gebiete sind kritisch zu bewerten und nur in Ausnahmefällen genehmigungsfähig Bereiche, in denen u. U. mit folgenden Verhältnissen gerechnet werden muss:[111]

- Nähe von Wasser- und Heilquellenschutzgebiete
- Abgegrenzte Einzugsbereiche von Mineralwassergewinnungen
- Gewinnungsanlagen der öffentlichen Wasserversorgung
- Heilquellen ohne Schutzgebiete
- Genutzte Mineralquellen ohne abgegrenzte Einzugsbereiche
- Brauchwasserentnahme mit gehobenem Wasserrecht

Zusammenfassung der Geothermiepotenziale

Quantifizierbar ist das Potenzial an oberflächennaher Erdwärmenutzung in der VG nicht, da es, unter Berücksichtigung hydrogeologischer Aspekte, wie zuvor dargestellt annähernd uneingeschränkt zur Verfügung steht. Allgemein ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Einsatz der Erdwärme im Sinne einer nachhaltigen, möglichst treibhausgasneutralen Energienutzung optimiert sein sollte. Dies bedeutet z. B., dass die Nutzung vorrangig in sehr energieeffizienten Gebäuden (Neubauten bzw. in entsprechend sanierten Bestandsgebäuden) und in Kombination mit Heizsystemen mit entsprechend niedriger Vorlauftemperatur eingesetzt wird. Da die Wärmepumpen Strom benötigen, ist außerdem darauf zu achten, dass gebäudebezogen eine

[109] Webseite Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz.
[110] Vgl. Ministerium für Umwelt-, Landwirtschaft-, Ernährung-, Weinbau- und Forsten Rheinland-Pfalz, Leitfaden zur Nutzung von Oberflächennaher Geothermie mit Erdwärmesonden, S. 16.
[111] Webseite Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz.

neutrale Gesamtbilanz erreicht wird (wenn z. B. Photovoltaikanlagen zur Stromerzeugung vorgesehen sind) oder Ökostrom bezogen wird. Das gesamte System sollte also möglichst eine Jahresarbeitszahl von mindestens vier erreichen (Verhältnis 1:4; aus einem kWh Strom werden vier kWh Wärme generiert). Denn mit einer solchen Anlage begibt sich der Betreiber in Abhängigkeit zu Stromanbietern. Hierbei sind die verschiedenen Tarife genau zu prüfen, um eine Wirtschaftlichkeit garantieren zu können.

5.2.5.2 Tiefengeothermie

Im Bereich Tiefengeothermie können ebenfalls keine detaillierten Aussagen über die zu entnehmenden Wärmemengen getroffen werden. Um die Entzugsleistung zu definieren sind Bohrungen durchzuführen.

Jedoch liegt die VG außerhalb tiefer Aquifere, die ein Potenzial erhoffen lassen. Daher wird kein Potenzial im Bereich der Tiefengeothermie ausgewiesen.

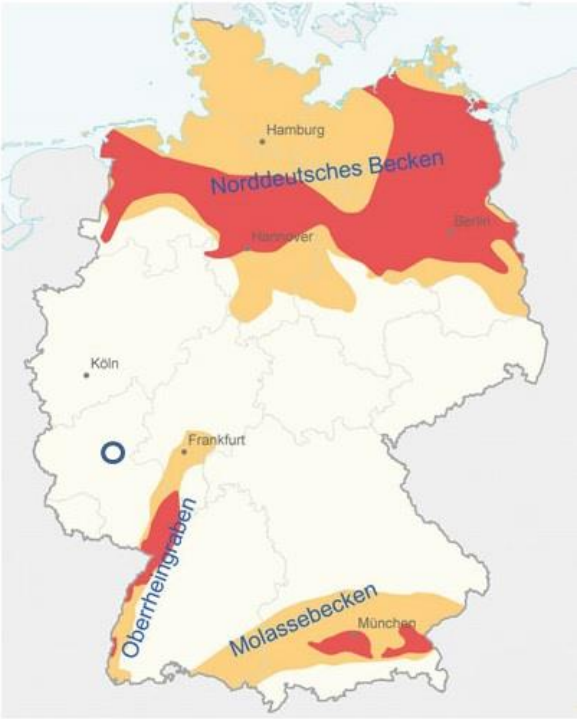


Abbildung 5-12: Verteilung tiefer Aquifere in Deutschland[112]

5.2.6 Wasserkraft

Die Wasserkraft stellt trotz jahreszeitlicher Schwankungen eine gut prognostizierbare erneuerbare Energiequelle dar. Eine Erhöhung der Wasserkraftnutzung kann im Wesentlichen durch die Modernisierung bestehender Anlagen oder durch den Neubau von Wasserkraftanlagen an

[112] Vgl. LEIBNIZ-INSTITUT FÜR ANGEWANDTE GEOPHYSIK (2010)

© IfaS 2021

bestehenden Querbauwerken erfolgen. Ein Neubau von Querbauwerken ist gemäß Europäischer Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL)[113] auszuschließen.

Das nachhaltige Ausbaupotenzial an Fließgewässern ergibt sich aus dem theoretisch verfügbaren Wasserkraftpotenzial (Linienpotenzial) inkl. dem technischen Verbesserungspotenzial bestehender Wasserkraftanlagen. Zur Ermittlung des Linienpotenzials werden nur größere Gewässer (mit einer Breite von mindestens 12 m, ermittelt durch GIS-basierte Auswertung von geographischen Basisdaten) betrachtet, da bei kleineren Gewässern erfahrungsgemäß kein ausreichender Durchfluss besteht.

Im Gebiet der Verbandsgemeinde Rhaunen wird die Kraft des Wassers bisher nicht zur Energieerzeugung genutzt.[114]

Das Ausbaupotenzial beträgt 2.898.000 kWh (vgl. Tabelle 5-12).

Tabelle 5-12: Technisches Ausbaupotenzial Wasserkraft

Gebiet	Technisches Potenzial (E_{tech}) bereinigt	genutztes Potenzial	Ausbaupotenzial
	[kWh/a]	[kWh/a]	[kWh/a]
Verbandsgemeinde Rhaunen	2.898.185	-	2.898.185
Summe	**2.898.000**	**-**	**2.898.000**

Dieses Potenzial wird gemindert durch bestehende nutzungsrechtliche Restriktionen, bspw. andere Nutzungsansprüche zum Erhalt von geschützten Arten und Ökosystemen. Das ermittelte Potenzial stellt somit die Obergrenze des möglichen Zubaus dar. Die jeweils vorhandenen Nutzungsbeschränkungen müssen im Einzelfall geprüft werden, denn die Verträglichkeit mit den für das jeweilige Gebiet (bspw. Natura 2000) festgesetzten Erhaltungszielen muss sichergestellt sein.

Eine Wasserkraftnutzung ist auch an Kläranlagen möglich. Ökologische Beeinträchtigungen können dabei ausgeschlossen werden. Eine Ermittlung der Potenziale bedarf einer Einzelfallprüfung, welche im Rahmen dieser Untersuchung nicht erfolgte.

[113] Vgl. Europäisches Parlament, Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (EG-WRRL) Artikel 4 Absatz 1.
[114] Vgl. EEG-Anlagenregister.

5.3 Maßnahmenbezogene Potenziale der Biodiversität und der Bioökonomie

Aufbauend auf die dargestellten Biomassepotenziale aus den Bereichen der Land- und Forstwirtschaft sowie der Abfallwirtschaft und einhergehend mit der Biodiversitäts- und Bioökonomiestrategie des Landes Rheinland-Pfalz werden maßnahmenspezifische Potenziale in den Bereichen der Biodiversität und Bioökonomie aufgezeigt.

5.3.1 Potenziale zur Biodiversitätssteigerung

Biodiversitätssteigerung durch den Einsatz von Blühpflanzen in der Biogasproduktion

In der Verbandsgemeinde Rhaunen gibt es bisher noch keine Biogasanlagen, wobei ungenutzte Potenziale für den Betrieb vorhanden sind (siehe Kap. 5.2). Hierdurch entstehen sowohl Potenziale im Bereich der Bioenergieerzeugung und damit einhergehend ein Potenzial für die Biodiversitätssteigerung.

Der Großteil der Ackerflächen wird derzeit mit einjährigen Pflanzen in konventionellem Anbau bestellt. Diese Form der Landnutzung stellt eine Herausforderung für die Biodiversität dar, etwa durch unzureichende Nahrungsangebote für verschiedene Bienenarten im Kulturraum. Die Umstellung von Flächen auf eine biodiversitätsfreundliche Energiepflanzenproduktion bietet der Modellkommune daher ein wichtiges Potenzial, um Tier- und Pflanzenarten einen attraktiveren Lebensraum zu bieten und dabei gleichzeitig Substrat für mögliche Biogasanlagen bereit zu stellen.

Die Anwendung von Blühpflanzen in der Bioenergieerzeugung wird auch im Kontext des Ausbaus der Biogaserzeugung gesehen. Unter der Annahme, dass das in der Potenzialanalyse ermittelte Potenzial an landwirtschaftlichen Reststoffen (Gülle, Festmist und Ausputzgetreide usw.) vollständig in Klein-Gülle-Biogasanlagen verwertet wird, werden hierzu ca. 140 ha Ackerfläche für den zusätzlichen Einsatz von Pflanzenbiomasse benötigt.[115] Diese können mit alternativen Biogassubstraten (z. B. Durchwachsende Silphie) bestellt werden und damit einen Beitrag zur Biodiversität in der Biogasproduktion leisten.

Die biodiversitätsfreundlichere Biogaspflanzenproduktion umfasst den Pflanzenanbau mit Durchwachsener Silphie sowie Mischungen aus Wildkräutern oder Blühpflanzen. Die Artenvielfalt profitiert unter anderem von einer reduzierten Bodenbearbeitung beim Anbau mehrjähriger Kulturen sowie den zeitlich unterschiedlichen Blühzeiten zu anderen Kulturpflanzen. Um diese Effekte zu erzielen, ist ein geeignetes Landnutzungsmanagement Voraussetzung. Die

[115] Für die Klein-Gülle-Biogasanlagen wird angenommen, dass 80 % Gülle, Mist und weitere Reststoffe und 20 % Anbaubiomasse eingesetzt werden.

 © IfaS 2021

Anzahl der Wildbienenarten in einer Fläche ist ein geeigneter Indikator, um einen Hinweis auf die Auswirkungen einer Flächennutzung auf die Biodiversität zu erhalten.

Die folgende Abbildung zeigt die in Studien ermittelte Anzahl von Wildbienenarten in Abhängigkeit von der Art der Flächennutzung. Es wird ersichtlich, dass konventionelle Ackerflächen, die mit einjährigen Kulturpflanzen in Monokultur bestellt sind, die wenigsten und mehrjährige Blühstreifen und –flächen die meisten Wildbienenarten aufweisen. Die Forschungen zeigen in den mehrjährigen Blühstreifen und –flächen zudem mit zunehmendem Alter vermehrt seltenere Insektenarten. Zusammenfassend zeigen die dargestellten Untersuchungen in verschiedenen Blühpflanzenkulturen und Anbausystemen auf der Ackerfläche, dass eine Steigerung der Insektenarten um den Faktor drei bis vier möglich ist. Der dargestellte, generelle Trend kann jedoch nach Region und Untersuchungsdesign abweichen.

Abbildung 5-13: Anzahl der Wildbienenarten bei unterschiedlichen Flächennutzungsarten für die Biogasproduktion.[116]

Biodiversitätssteigerung durch Agrarholz im Kurzumtrieb zur Wärmeversorgung

Ausgehend von der in Kapitel 5.2 dargestellten intensiven Landnutzung bieten Agrarhölzer im Kurzumtrieb den Vorteil, neue Lebensräume und Nahrungsangebote für Insekten und Vögel in der Fläche zu etablieren. Diese Landschaftselemente können darüber hinaus weitere Umwelt- und Naturschutzziele verfolgen. Neben einem attraktiveren Lebensraum für Insekten und Vögel können sie ebenfalls etabliert werden, um beispielsweise zum Erosions- und Gewässerschutz, zum Biotopverbund sowie zur Kohlenstoff-Sequestrierung im Boden auf landwirtschaftlichen Flächen beizutragen. Weiterhin sollen diese Gehölzstrukturen auch einen Beitrag zum Klimaschutz leisten (Bioenergie-Hecken), indem die produzierte Holzmenge einer energetischen Nutzung zugeführt wird (entsprechend der Gehölzart und einer an den Standort angepassten Rotationen/Umtriebszeit).

[116] Quelle: IfaS

Ein Netz von vorteilhaften Strukturen ist somit entscheidend für die Verbesserung der Biodiversität und der Lebensräume, unter anderem für Vögel. Bioenergie-Hecken vermögen insbesondere in monotonen Landschaften solche Strukturen zu schaffen. Dabei ist die Heckengestaltung ebenso wichtig wie die Einbindung der umgebenden Landschaftselemente, damit ein stimmiges Landnutzungssystem entsteht. Die Anzahl der verschiedenen Vogelarten sowie die Anzahl der Brutpaare sind geeignete Indikatoren, um einen Hinweis auf die Auswirkungen einer Heckenlandschaft auf die Biodiversität zu erhalten.

Die folgende Abbildung zeigt die in Studien ermittelte Anzahl von Vogelarten und Brutpaaren in Abhängigkeit von der Art der Heckenetablierung. Es wird ersichtlich, dass ein flächiger Anbau von Kurzumtriebshölzern bereits mehr Vogelarten und Brutpaare beheimatet als einjährige Ackerkulturen. Einen noch höheren positiven Effekt für die Ansiedlung von Vogelarten und Brutpaaren haben Hecken, welche als Streifen (z. B. Ackerrandstreifen) auf der Ackerfläche etabliert werden. Die Anzahl an Vogelarten ist bei dieser Anbauweise im Vergleich zur konventionellen Ackerflächennutzung etwa um den Faktor vier erhöht. Der dargestellte, generelle Trend kann jedoch nach Region und Untersuchungsdesign deutlich abweichen.

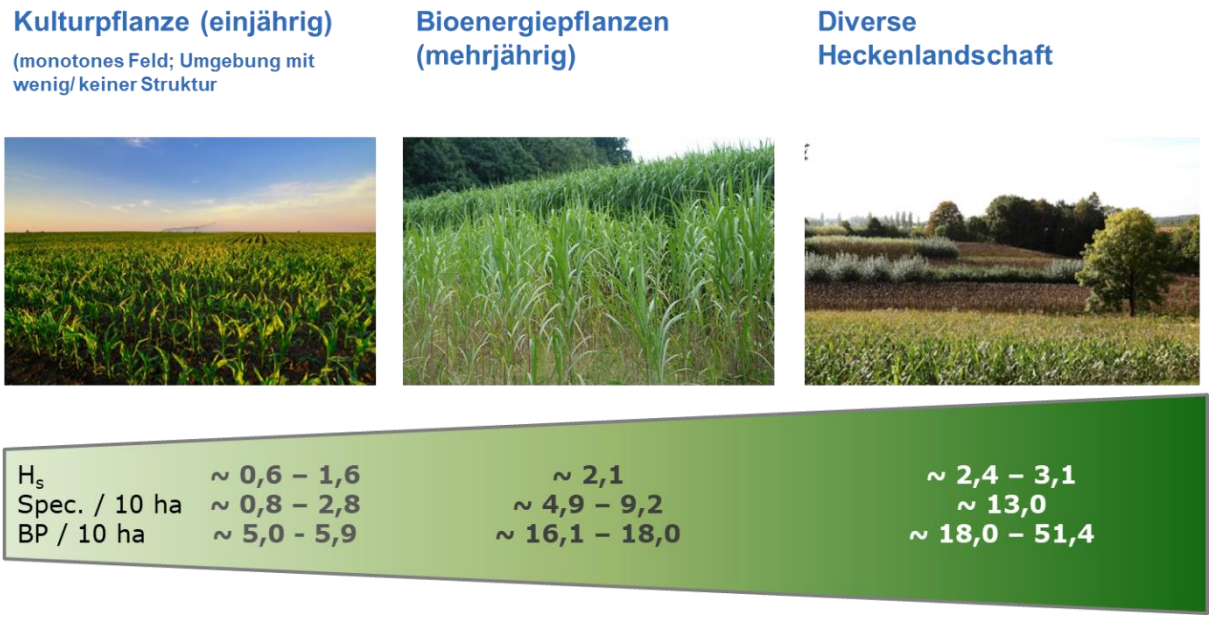


Abbildung 5-14: Vogelaufkommen in verschiedenen Landnutzungsflächen, angegeben als Shannon-Index (H_s), Artenanzahl/10 ha sowie Brutpaare/10 ha[117]

In Bezug auf die Potenzialanalyse könnten in der Großschutzregion ca. 160 ha für den Anbau von Agrarhölzern im Kurzumtrieb bereitgestellt werden, was einem Anteil an der Ackerfläche von ca. 5 % entspricht.

[117] Quelle: IfaS

© IfaS 2021

Ermittlung von Gunstgebieten zum Anbau von Energiepflanzen zum Erosionsschutz

Ein Ansatz zur Ermittlung von Potenzialflächen für den Anbau von Energiepflanzen, die vorrangig dem Erosionsschutz dienen, soll im Folgenden erläutert werden. Methode und Ergebnisse resultieren aus einer Masterthesis, die in Kooperation mit dem Nationalpark Hunsrück-Hochwald u. a. für die Modellkommune Rhaunen im Rahmen von ZENAPA erstellt wurde.[118]

Dabei kommen als Energiepflanzen streifenförmig oder flächig angelegte Agrarhölzer im Kurzumtrieb oder mehrjährige Biogaskulturen (wie z. B. die Durchwachsene Silphie) in Frage, da diese Anbausysteme erwiesenermaßen dem Erosionsschutz dienen. Agrarhölzer im Kurzumtrieb liefern Festbrennstoffe, die primär zur Wärmebereitstellung genutzt werden, wohingegen Biogaskulturen über die Verstromung in einem Biogas-BHKW sowohl Strom als auch Wärme liefern.

Zur Potenzialermittlung werden in einem ersten Schritt Ausschlussgebiete definiert, auf denen aus naturschutzfachlichen Gründen kein Anbau von Energiepflanzen möglich ist. Als Vorranggebiete sollen nun verbleibende Ackerflächen (Ackerflächen nach Abzug der Ausschlussgebiete inkl. Puffer) herangezogen werden, die mit Hilfe bestehender Grundlagen hinsichtlich Erosionsgefährdung und Anschluss an das erweiterte Gewässernetz in drei Kategorien eingeteilt werden. An dieser Stelle wurde die Bodenerosion (ABAG) des Landesamtes für Geologie und Bergbau herangezogen und nach Flächenmerkmalen folgende Eignungsklassen definiert:

Tabelle 5-13: Eignungsklassen für die Umsetzung von Erosionsschutz durch Energiehecken

Eignungsklasse bei der Umsetzung der Komponentenanpflanzung zum Erosionsschutz	Merkmale der Fläche (Klassifizierung der Erosionsgefährdung nach dem LGB)
3	„sehr hohe Bodenerosionsgefährdung“ und Anschluss an das erweiterte Gewässernetz
2	„hohe Erosionsgefährdung“ und Anschluss an das erweiterte Gewässernetz
1	„sehr hohe Erosionsgefährdung“ und „hohe Erosionsgefährdung“, beide ohne Anschluss an das erweiterte Gewässernetz
0	alle übrigen Flächen (keine Eignung)

Folgende Abbildung zeigt die ermittelten Ackerflächen in der Verbandsgemeinde Rhaunen, klassifiziert nach den zuvor beschriebenen Eignungsklassen. Die grau eingefärbten Flächen weisen kein Gefährdungspotenzial auf, sodass dementsprechend auch keine vorbeugenden Maßnahmen zum Erosionsschutz notwendig sind. Hingegen sollten auf den rot eingefärbten Flächen (Eignungsklasse 3) unbedingt Maßnahmen eingeleitet werden, die dem Erosionsschutz dienen und dabei gleichzeitig die ländliche Bioökonomie fördern.

[118] Vgl. Hoffmann, L. (2019)

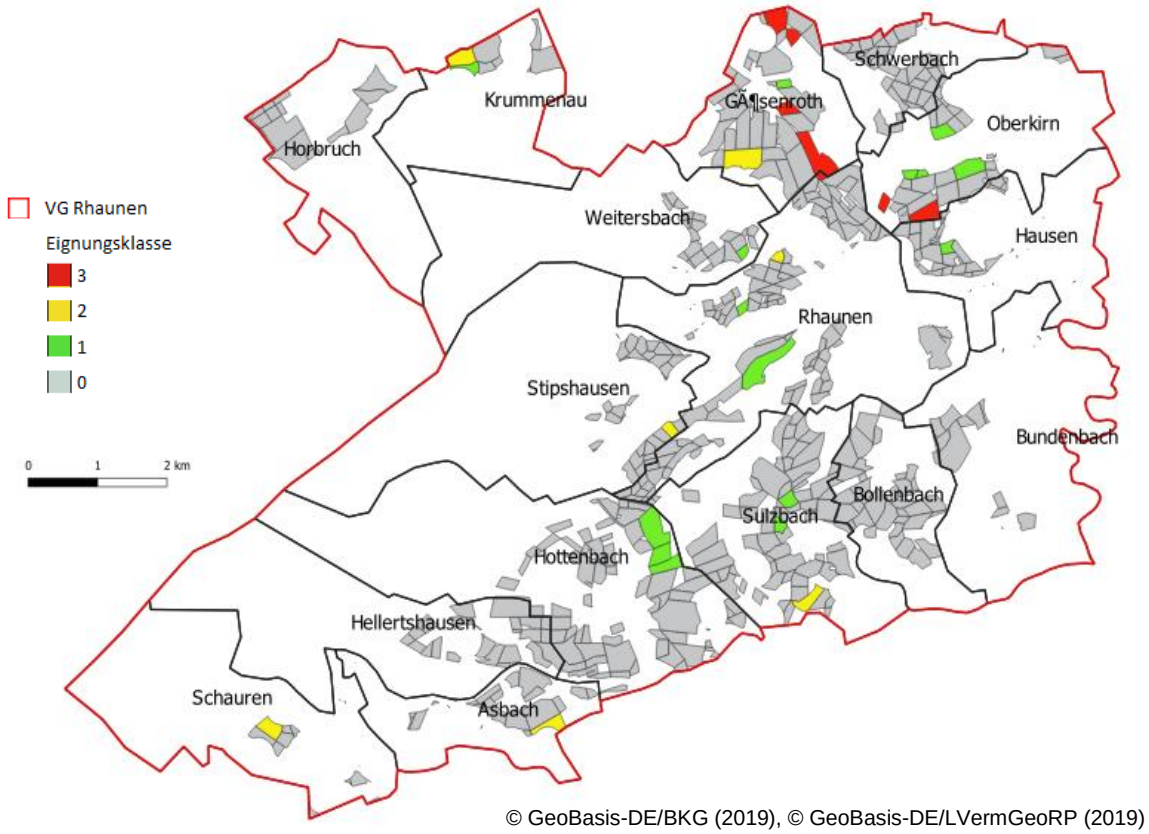


Abbildung 5-15 Potenzialflächen für „Energiehecken“ nach Eignungsklassen in der VG Rhaunen[119]

Die Auswertung der ermittelten Potenzialflächen innerhalb der Verbandsgemeinde Rhaunen zeigt, dass der kleinste Anteil auf Flächen mit einer sehr hohen Erosionsgefährdung entfällt. Folgende Tabelle fasst die ermittelten Potenzialflächen je Eignungsklasse zusammen.

Tabelle 5-14: Flächengrößen der Ackerflächen unterschiedlicher Eignungsklassen in der VG Rhaunen

Potenzialflächen Energiehecke	
Eignungsklasse	**Fläche (ha)**
3	43,3
2	48,9
1	80,4
Σ Summe	**172,5**

[119] Darstellung auf Basis des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie, Verwaltungsgebiete 1:250.000, © GeoBasis-DE/BKG, 2019 (Daten verändert), abgerufen am 09.05.2019, 11:09 von http://www.geodatenzentrum.de/geodaten/gdz_rahmen.gdz_div?gdz_spr=deu&gdz_akt_zeile=5&gdz_anz_zeile=1&gdz_unt_zeile=14&gdz_user_id=0, des Landesamtes für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz, ALKIS-Layer „ax_landwirtschaft“, zur Verfügung gestellt von der Hochschule Trier, © GeoBasis-DE/LVermGeoRP, 2019, dl-de/by-2-0, www.lvermgeo.rlp.de [Daten bearbeitet].

 © IfaS 2021

Insgesamt ergibt sich so ein nutzbares Flächenpotenzial von 172,5 ha, das abhängig von der vorgesehenen Bewirtschaftung, zu bestimmten Teilen für eine streifenförmige oder aber flächige Anbauform der Energiepflanzen genutzt werden kann. Das Flächenpotenzial beschreibt demnach die Gesamtflächengröße der Ackerschläge, auf denen Erosionsschutz in Form des Anbaus von Energiepflanzen potenziell umgesetzt werden kann.

5.3.2 Potenziale zur Bioökonomie

Aufbauend auf der Potenzialanalyse werden an dieser Stelle Möglichkeiten einer ländlichen Bioökonomie aufgezeigt. Diese beinhalten im Wesentlichen die energetisch - stoffliche Nutzung von Biomassereststoffen und Anbaubiomasse. Da die für die Verbandsgemeinde Rhaunen ausgewiesenen Potenziale bereits im Masterplan Hunsrück-Hochwald verarbeitet worden sind, wird an dieser Stelle lediglich noch einmal ein Blick auf das Potenzial durch den Anbau von Biomasse auf Ackerflächen geworfen.

Das Ausbaupotenzial für den Anbau von Biomasse auf Ackerflächen für eine stoffliche Nutzung im Rahmen der Bioökonomie beläuft sich in der VG Rhaunen auf ca. 200 ha. Isoliert betrachtet bietet diese Fläche alleine keinen sinnvollen Rahmen für etwaige Bioökonomieprojekte. In Verbindung mit weiteren Flächenpotenzialen der umliegenden Gemeinden und Landkreise in der Großschutzregion Hunsrück-Hochwald ist eine Umsetzung jedoch denkbar (siehe Kapitel 5.3.2. des ZENAPA-Masterplans Hunsrück-Hochwald). Hierbei kann die Verbandsgemeinde als potenzieller Standort dienen. Die verschiedenen Möglichkeiten für das gesamte Potenzial der Großschutzregion werden im Masterplan Hunsrück-Hochwald näher erläutert.

Findet keine bioökonomische Verwertung der Potenzialflächen statt, kann das ermittelte Flächenpotenzial auch als Anbaufläche für Energiepflanzen genutzt werden. Dadurch könnten wiederum eine oder mehrere kleine Biogas-Güllekleinanlagen betrieben werden.

6 Akteursbeteiligung

Die aktive und kontinuierliche Einbindung unterschiedlicher Akteure und Akteursgruppen aus der Nationalpark-Verbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen bildet die Grundlage für eine erfolgreiche Umsetzung des Masterplans und damit einhergehend der Erreichung der ambitionierten Klima- und Naturschutzzielen. Daher erfolgt im Rahmen der Masterplanerstellung eine Ansprache lokaler Zielgruppen und Multiplikatoren mit der Absicht, die Akzeptanz für die formulierten Zielstellungen zu steigern und eine gemeinsame Maßnahmenentwicklung zu erreichen.

Dabei war eine regelmäßige Rückkopplung mit dem Projektpartner entscheidend, damit ein kontinuierlicher Informationsfluss über die gesamte Projektlaufzeit aufrechterhalten bleiben konnte. Um dies sicherzustellen, fand ein regelmäßiger und intensiver Austausch zwischen den hauptverantwortlichen Personen der Partner (Nationalpark-Verbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen, Nationalpark Hunsrück-Hochwald), besonders dem Klimawandelmanager und dem IfaS statt.

Im Rahmen der Masterplanerstellung erfolgte eine vielfältige Ansprache der Zielgruppen über unterschiedlichste Veranstaltungsformate. Die Auswahl der entsprechenden Themen, der Ablauf der Termine sowie die Organisation erfolgten in enger Abstimmung mit dem Klimawandelmanager der Nationalpark-Verbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen.

6.1 Akteursanalyse

Von entscheidender Bedeutung war zunächst die Identifikation relevanter Akteure in der Region. Die Aktivitäten im Rahmen von ZENAPA sollen die Akteure dabei maßgeblich motivieren, konventionelle Herangehens- und Denkweisen kritisch zu hinterfragen. Bestenfalls werden die Akteure dadurch zu einer Neubewertung von Prozessen angeregt, um neue Wege für eine nachhaltigere Entwicklung einschlagen zu können.

Das Schutzgebiet Herrstein-Rhaunen befindet sich im Nationalpark Hunsrück-Hochwald. Die Nationalpark-Verbandsgemeinde liegt nördlich von Idar-Oberstein in Rheinland-Pfalz, unweit vom Flughafen Frankfurt-Hahn. Sie umfasst 50 Ortsgemeinden,[120] in denen ca. 22.432 Einwohner leben.[121] Das Gebiet hat eine Fläche von rund 334,52 km^2.[122]

Im Rahmen der Akteursanalyse wurde die Schlüsselfunktion des Klimawandelmanagers deutlich, da er mit den örtlichen Gegebenheiten vertraut ist und auf ein großes Akteursnetzwerk der Projektpartner zurückgreifen kann.

[120] Nationalpark-Verbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen
[121] Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz (a)
[122] Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz (b)

 © IfaS 2021

Im Allgemeinen folgt die Akteursanalyse in allen Projektgebieten einem standardisierten Vorgehen. Der Fokus des Projektes liegt auf der kommunalen Ebene, womit sich auch die Akteursbeteiligung auf diesen Bereich konzentriert. Um die Ziele des Projektes zu erreichen, ist die Interaktion mit folgenden wichtigen Akteuren notwendig: Vertreter des Großschutzgebietes, der Kommunalverwaltungen und zuständigen Behörden, Vertreter von Verbänden (bspw. Forstwirtschaft, Landwirtschaft, Naturschutz) sowie Landwirte und andere Unternehmen aus der Region. Von besonderer Relevanz sind seitens der Verwaltung die Abteilungen für Struktur- und Kreisentwicklung; Veterinärwesen und Landwirtschaft; Bauen, Schulen und ÖPNV; als auch konkret der Nationalpark Hunsrück-Hochwald zu nennen. Zudem sind selbstverständlich auch die Entscheidungen der Landesregierung in den Beteiligungsprozess mit einzubeziehen. Die folgende Grafik zeigt die relevanten Gruppen für den Beteiligungsprozess und die Organisationshierarchie.

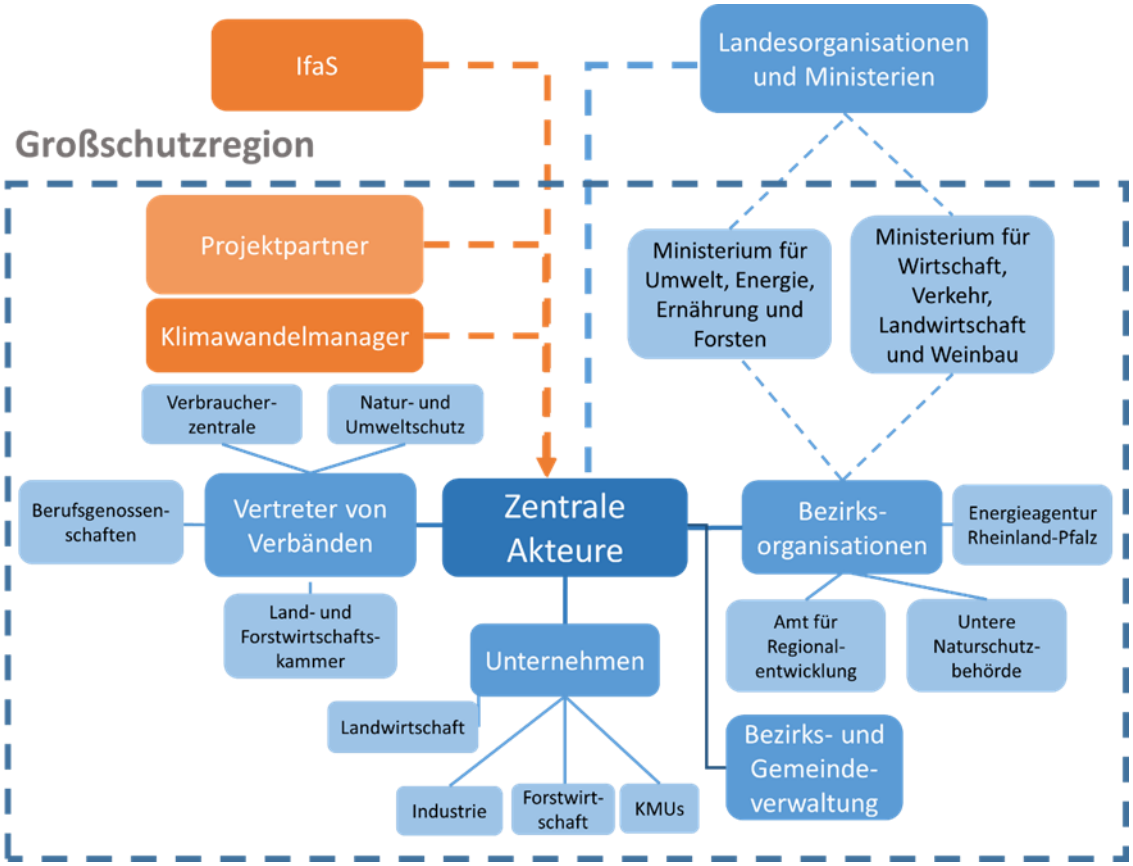


Abbildung 6-1: Zentrale Akteure

In der Nationalpark-Verbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen wurden von dem Klimawandelmanager und dem IfaS die folgenden Akteure als **zentrale Akteure** identifiziert und aktiv in den Prozess eingebunden.

Tabelle 6-1: Zentrale Akteure in der Nationalpark-Verbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen

Nr.	Organisation	Themen, Schwerpunkt
1	Sozialstation Herrstein-Rhaunen	E-Mobilität / Energieeffizienz
2	Bistum Trier	Energieeffizient
3	AöR Energiewelt Idarwald	Wissensaustausch
4	Bildungsnetzwerk Hunsrück-Hochwald (Bi-Net)	Gemeinsame Bildungsprojekte
5	Regionalentwicklung Hunsrück-Hochwald e.V.	Allgemeine Zusammenarbeit
7	Nationalpark Hunsrück-Hochwald	Allgemeine Zusammenarbeit
8	Landkreis Birkenfeld	Allgemeine Zusammenarbeit
9	Freundeskreis Nationalpark Hunsrück	Gemeinsame Bildungsprojekte
10	OIE AG	Erneuerbare Energieversorgung
11	Umwelt-Campus Birkenfeld	Gemeinsame Bildungsprojekte
12	Unser Klima Cochem-Zell e.V	Wissensaustausch
13	Interkommunales Netzwerk Energie (IkoNE)	Allgemeine Zusammenarbeit
14	Energieagentur Rheinland-Pfalz	Allgemeine Zusammenarbeit
15	Verbraucherzentrale Rheinland-Pfalz	Allgemeine Zusammenarbeit
16	BUND RLP	Solarinitiative/-offensive
17	Stiftung Natur und Umwelt	Biodiversität / Bildungsprojekte
18	Fachverband Pflanzenkohle u. Pyreg	Erneuerbare Energien
19	Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz	Allgemeine Zusammenarbeit
20	Greenpeace Obere Nahe	Allgemeine Zusammenarbeit

6.2 Akteursgespräche

Im nächsten Schritt wurden informelle Gespräche mit den Akteuren in der Region geführt. Dabei wurde besonders die Ist-Situation und ein Stimmungsbild in der Region erfasst. Dieses Stimmungsbild wurde bei der Auswahl der weiteren Veranstaltungen in der Region berücksichtigt (z. B. bei der Vorauswahl möglicher Handlungs- oder Maßnahmenschwerpunkte). Zudem war elementar, den Akteuren das Projekt im bilateralen Gespräch näher zu bringen, sodass mögliche Kooperationen aber auch Interessenskonflikte frühzeitig identifiziert werden

© IfaS 2021

konnten. Hierbei zeigte sich zum größten Teil eine Zustimmung zu den Projektideen und Maßnahmen. Die Einordnung der eigenen Organisation in das Projekt als auch das Ableiten eigener Chancen und Potenziale fiel den Akteuren hingegen zunächst häufig schwer. Hierzu war es in den Gesprächen jedoch größtenteils realisierbar die Möglichkeiten und Vorteile der einzelnen Akteure durch das Projekt darzulegen. Um den so initiierten Austausch aufrechtzuerhalten, ist eine regelmäßige Rückkopplung mit den Akteuren entscheidend, welche über die gesamte Projektlaufzeit aufrechterhalten bleiben muss. Während der Akteursgespräche mit verschiedenen Institutionen/Personen haben sich die nachstehenden sechs Handlungsfelder ergeben:

Tabelle 6-2: Handlungsfelder in der Modellkommune

Handlungsfelder
Bioökonomie
Erneuerbare Energien & Biodiversität
Energieeffizienz & Biodiversität
Mobilität
Öffentlichkeitsarbeit
Wissensaufbau & Wissenstransfer

6.3 Workshops

Workshops sind ein wirkungsvolles Instrument, um die Akteure in den Prozess der Masterplanerstellung einzubinden. Die Handlungsfelder, welche in Gesprächen mit den relevanten Akteuren ermittelt wurden, wurden bei den Workshops erneut aufgegriffen und vertieft. In den Workshops wurden die Ziele der Akteure analysiert und in den Kontext von ZENAPA gestellt. Da das Thema des Workshops bereits den Kreis der Akteure begrenzt, war es einfach, weitere Teilnehmer zu identifizieren. In der Nationalpark-Verbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen wurden gemeinsam mit dem Klimawandelmanager insgesamt fünf Workshops organisiert. Wichtig für diesen Prozess war, die Einbindung von Vertretern von Verbänden, lokalen Unternehmen, Regierungsbezirksorganisationen sowie der Bezirks- und Stadtverwaltung. Die projektbezogenen Verbände haben einen großen Einfluss auf die Umsetzung eines Projektes, da sie mit ihrem Wissen und ihren Kontakten den Realisierungsprozess des Projektes unterstützen können. Lokale Unternehmen sind oft diejenigen, die Projekte durchführen oder an der Finanzierung eines Projekts beteiligt sind. Die Landesregierung führt ebenfalls Projekte durch und ist wichtig für die Unterstützung. Die verschiedenen Ämter entscheiden oft über die Genehmigung

einzelner Projekte. Zudem sind sie häufig beratend tätig und treiben die politische Entscheidung zur Realisierung voran. Die relevanten Ministerien bilden häufig die Rahmenbedingungen für die Projekte.

Die Workshops sind ein sehr entscheidend und nützliches Instrument, um das Wissen über die regionalen Gegebenheiten zu erweitern und den Kontakt zu den relevanten Akteuren zu stärken. Darüber hinaus bilden sie die Grundlage für Diskussionen über mögliche Projekte. Dazu gehört die Analyse von Potenzialen, Chancen und Hindernissen. Dies stellt häufig den Ausgangspunkt für die Entwicklung möglicher Projekte innerhalb von ZENAPA dar. Die Workshops sind auch wichtig, um alle Akteure in das Projekt einzubinden und keinen Akteur aus dem Prozess herauszulassen und damit ein Projekt zu benachteiligen. Es wurden die folgenden Workshops durchgeführt:

Tabelle 6-3: Durchgeführte Workshops in der Modellkommune

Nr.	Workshop	Datum	Themen, Schwerpunkt	Teilnehmer
1	Energiehecken	01.03.2019	Auftaktveranstaltung Energiehecken	18
2	Elektromobilität (1)	13.09.2018	Ladesäuleninfrastruktur für die Nationalparkregion	16
3	Elektromobilität (2)	07.02.2019	Ladesäuleninfrastruktur für die Nationalparkregion	10
4	Bildung	27.03.2019	Bildungsworkshop „Paten gesucht“	10
5	Weiterentwicklung eines Prototypen	19.03.2019	Kundenzentrierte Produktentwicklung – SmartTrailer für Schutzgebiete	20

Nach einer anschließenden Auswertung dieser Ergebnisse und einer Zusammenführung mit den Erkenntnissen aus dem weiteren Beteiligungsverfahren sowie einem Abstimmungsprozess mit der Nationalpark-Verbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen, wurde schließlich ein Katalog mit kurz-, mittel- und langfristigen Maßnahmen zusammengestellt. Die Ergebnisse sind in Kapitel 8 bzw. im Anhang dargestellt.

6.4 Strategie für den zivilgesellschaftlichen Prozess

Im Rahmen der Masterplanerstellung für die Nationalpark-Verbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen wurden Grundzüge erarbeitet, durch welche Methoden und Instrumente der zivilgesellschaftliche Prozess zur künftigen Beteiligung, Information und Bewusstseinsbildung der verschiedenen Akteure, angestoßen werden kann.

© IfaS 2021

Für die Sicherstellung eines zivilgesellschaftlichen Prozesses wurden fünf strategische Schwerpunkte identifiziert und mit möglichen Zielvorstellungen hinterlegt:

1. Lokales Steuerungskomitee (LSC):

- Begleitung und Kontrolle des Masterplanumsetzungsprozesses
- Ermöglichung einer Kommunikation zwischen Fachexperten und Verwaltung
- Diskussionsforum zu aktuellen Fragestellungen (Erfolge, Konfliktsituation, Ziele etc.)
- Einbringen von Projektideen zur stetigen Weiterentwicklung des Masterplanumsetzungsprozesses
- Multiplikatoren für die weitere Verbreitung der Projektideen

2. Arbeitskreise – Ziele:

- Selbständige Weiterentwicklung spezifischer Themen durch Zivilgesellschaft
- Bericht an das Lokale Steuerungskomitee und das Klimaschutzmanagement

3. Jährliche Veranstaltungen – Ziele:

- Kommunikation des Klimaschutzprozesses mit der Öffentlichkeit zur Schaffung von Akzeptanz für das Handeln der Nationalpark-Verbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen im Bereich Klimaschutz (Präsenz zeigen, Informationen zu umgesetzten bzw. geplanten Projekten bereitstellen, Möglichkeiten der Einbindung aufzeigen)
- Bewusstseinsentwicklung zum Thema Klimaschutz (Notwendigkeit der Tätigkeiten der Nationalpark-Verbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen in der Region aufzeigen und damit verbundene Effekte)
- Institutionalisierung des Klimaschutzes als Teil der Kultur in der Großschutzregion (Regelmäßigkeit sicherstellen)

4. Beratungsangebot – Ziele:

- Kampagnen (Initiierung und Durchführung zur Förderung der Umsetzung von Maßnahmen – insbesondere bei privaten Haushalten, Landwirtschafsbetrieben, Unternehmen, Vereinen und Schulen – ggf. auch im Rahmen von Wettbewerben)
- Aufbau eines Informationsverteilers (bspw. Newsletter, Online-Plattform etc.), durch den interessierten Bürgern, Kommunen, Institutionen, Schulen oder Unternehmen gezielt Informationen vermittelt werden können
- Info-Plattform und Beraternetzwerk „BNE & Klimaschutz“ (Verbesserung des Informationsflusses sowie Vernetzung der BNE-Anbieter untereinander. Die Plattform

soll zunächst aus einer digitalen Akteursdatenbank bestehen und im Laufe der Zeit institutionalisiert werden)

- Stärken des Beratungsangebots (Bereitstellung von Informationsmaterialien wie Flyer und Broschüren als auch Veröffentlichung von Energiespartipps, die gegebenenfalls auch über die Einrichtung einer internetbasierten Klimaschutzplattform weitergegeben werden. Die Plattform könnte zudem durch die Integration von Verlinkungen bereits existierender sowie frei verfügbarer Materialien zur Thematik Klimaschutz ergänzt werden).

5. Einbindung der Jugend – Ziele:

- Kampagnen (altersentsprechend gestaltete Projekte und Wissensvermittlung – „Aus Kindern / Jugendlichen werden umwelt- und klimabewusste Erwachsene“)
- Verstetigung der Klimabildung für Kinder und Jugendliche bspw. in Form von Kinderklimaschutzkonferenzen (Für die Zielgruppe der Kinder und Jugendliche soll ein spezielles Veranstaltungsangebot zum Themenfeld „Klima-, Natur- und Artenschutz in der Nationalpark-Verbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen“ geschaffen werden, um diese bedarfsgerecht zu informieren, sensibilisieren und zu motivieren. Ziel ist es, dass das vermittelte Wissen von den Kindern und Jugendlichen in den Alltag übertragen und umgesetzt wird)
- Außerschulische Umwelt- und Klimabildung (z. B. im breiten Bildungsangebot des Nationalparks Hunsrück-Hochwald)
- Einbezug der Schulen und Kindertagesstätten (z. B. Ergänzung des schulischen Lehrplans um Kinderklimaschutzkonferenzen oder Plakataktionen mit Energiespartipps, Schulpartnerschaften mit Streuobstwiesen oder Bienenvölkern, Errichten eines Energielehrpfades)
- Info-Plattform und Beraternetzwerk „BNE & Klimaschutz“ soll auch für Schulen als zentrale Anlaufstelle für BNE-Angebote dienen

© IfaS 2021

7 Öffentlichkeitsarbeit / Kommunikationskonzept

Im Rahmen des Konzeptes beziehen sich die Ausführungen und Handlungsempfehlungen auf die neugegründete Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen, nachfolgend als Betrachtungsregion bezeichnet.[123]

Die Betrachtungsregion möchte sich im Rahmen des Projektes ZENAPA unter Beachtung von Biodiversitätsaspekten sukzessive zur Null-Emissions-Betrachtungsregion entwickeln. Dieser Transformationsprozess bedarf einer intensiven und zielgruppengerechten Öffentlichkeitsarbeit. Denn nachhaltiger Klima- und Naturschutz kann in einer Region nur erfolgreich etabliert werden, wenn er von vielen Akteuren gemeinschaftlich getragen und unterstützt wird.

Die Verbandsgemeinde setzen sich seit Jahren aktiv für den Klimaschutz ein und realisiert bereits nachhaltige Projekte. Im Rahmen der erarbeiteten Integrierten Klimaschutzkonzepte mit regionsspezifischen Maßnahmen fand auch eine aktive Ansprache und Sensibilisierung der Akteure vor Ort statt.[124] Dies wurde bei der Erstellung des Masterplans beispielsweise durch Workshops und Einzelgespräche intensiviert.

Das vorliegende Konzept soll den Umsetzern von Öffentlichkeitsmaßnahmen Handlungsempfehlungen aufzeigen, um die Themen *Klima*-, *Naturschutz* und *Erhalt der Artenvielfalt* intensiver in die intern und extern gerichtete Kommunikation einzubinden und durch öffentlichkeitswirksame Maßnahmen zu untermauern. Darauf aufbauend sollen die Verantwortlichen vor Ort gemeinsam eine regionsspezifische und der ZENAPA-Zielsetzung zuträgliche Klima- und Naturschutzstrategie entwickeln, in die ihre Kompetenzen sowie Erfahrungen einfließen.[125]

Durch das gemeinsame Handeln werden einerseits Doppelstrukturen vermieden und andererseits der konsistenten Außendarstellung und Informationsbereitstellung Rechnung getragen. Dies führt dazu, dass die Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen von den Mitarbeiter*innen und der Bevölkerung als Einheit wahrgenommen wird.

Da die Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen[126] in der Betrachtungsregion des Nationalparks Hunsrück-Hochwald liegt, wird ferner die enge Zusammenarbeit mit dem Nationalparkamt, nicht nur im Bereich Öffentlichkeitsarbeit, empfohlen. Die gemeinsame Durchführung von öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen (z. B. Veranstaltungen, Kampagnen) kann deren Erfolg positiv Einfluss beeinflussen.

[123] Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen a.
[124] Vgl. Kapitel 6.
[125] U. a. Integrierte Klimaschutzkonzepte für die Verbandsgemeinden Herrstein (2019) und Rhaunen (2013).
[126] LIFE IP ZENAPA.

7.1 Ausgangslage

Um den aktuellen Stand in Sachen *Öffentlichkeitsarbeit* in der Betrachtungsregion zu erfassen, muss zunächst die Ausgangssituation näher analysiert werden. Das beinhaltet die Selektion der Zielgruppen und die Erfassung der bisherigen Kommunikationsstrukturen, um deren Einsatz im Rahmen der Klimaschutzkommunikation zu beurteilen. Bei der Umsetzung von konkreten Kommunikations- und Öffentlichkeitsmaßnahmen sollte eine detailliertere Analyse der Zielgruppen und der zur Verfügung stehenden Medien sowie deren Einsatz im Rahmen der Klimaschutzkommunikation erfolgen. Diesbezüglich bietet sich an, die Ausführungen der Integrierten Klimaschutzkonzepte sowie der arbeiteten Maßnahmen zu beachten.

7.1.1 Zielgruppenselektion

Die Zielgruppenselektion ist, insbesondere vor dem Hintergrund der heute herrschenden Informationsüberlastung, von entscheidender Bedeutung, um Streuverluste[127] von Öffentlichkeitsmaßnahmen zu vermeiden. Je klarer die Öffentlichkeitsarbeit auf die einzelnen Zielgruppen mit deren Bedürfnissen zugeschnitten ist, desto stärker identifizieren sie sich mit der Betrachtungsregion sowie ihrem Handeln. Dies führt zu nachhaltigen Aktivierungs-, Partizipations- und Umsetzungseffekten.

Die Hauptzielgruppe der Öffentlichkeitsarbeit bilden die privaten Akteure (z. B. Bevölkerung, Unternehmen), da ein Großteil der dargestellten Potenziale in ihren Händen liegt. Durch Maßnahmen der Bewusstseinsbildung (Sensibilisierung), Beratung und Information soll eine Verhaltensänderung sowie -steuerung zugunsten einer nachhaltigen Entwicklung ausgelöst werden. Damit einhergehend ist es wichtig, dass regionalen Akteuren Gründe für die Investition in Klimaschutzmaßnahmen, wie z. B. Kostenersparnisse, Amortisationszeiten sowie potenzielle Finanzierungs- und Förderinstrumente, aufgezeigt werden. Den Projektgedanken ZENAPAs berücksichtigend, ist zu empfehlen, stets Biodiversitätsaspekte in die akteursspezifische Kommunikation einfließen zu lassen. Denn nur ausreichend informierte und sensibilisierte Akteure werden bereit sein, aktiv u. a. Klima-, Naturschutz- und Biodiversitätsmaßnahmen umzusetzen. In diesem Zusammenhang wird zur Ansprache und Aktivierung der Bevölkerung die enge Verzahnung und Kooperation mit regionalen Akteuren empfohlen, welche den Klimawandelmanager bei der Informationsbereitstellung sowie bei der Durchführung von gemeinschaftlichen Maßnahmen (z. B. Aktionstage und Kampagnen) aktiv unterstützen können.

[127] Der Begriff „Streuverlust“ beschreibt eine kommunikative Ansprache von Personen, die nicht zur anvisierten Zielgruppe gehören (Vgl. Poth et al. 2008, S. 487).

 © IfaS 2021

Daneben sollen die kommunalen Entscheidungsträger der Betrachtungsregion für das Umsetzungsvorhaben und die Entwicklung einer gemeinschaftlichen Klimaschutzstrategie gewonnen werden.[128] Infolgedessen werden kommunale Maßnahmen, wie z. B. die Sanierung der öffentlichen Liegenschaften sowie der Ausbau Erneuerbarer Energien, umgesetzt. Diesbezüglich sind in der Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen u. a. PV-Systeme sowie Heizungssysteme auf Basis nachwachsender Rohstoffe für Verwaltungsgebäude projektiert. Ferner wurde in der ehemaligen Verbandsgemeinde Rhaunen die Straßenbeleuchtung komplett auf LED umgestellt. Dieses Vorhaben soll auch auf das Gebiet der ehemaligen Verbandsgemeinde Herrstein übertragen werden. Wichtig ist, dass die Betrachtungsregion ihre Vorhaben nach außen bewirbt und die regionalen Akteure informiert, ganz nach dem Motto „tue Gutes und sprich darüber“.

Aufgrund ihres Vorbildcharakters ergeben sich auf diese Weise nachhaltige Multiplikatoreffekte bei den privaten Akteuren sowie den kommunalen Angestellten. Zuletzt genannte Personengruppe sollte ebenfalls sensibilisiert werden, um durch ihr Handeln und Verhalten auch nach außen hin eine konsistente und glaubwürdige Präsenz gewährleisten zu können. Des Weiteren ist die Sensibilisierung dieses Personenkreises vor dem Hintergrund der Umsetzung einer „grünen Beschaffung“ im Rahmen von ZENAPA als zielführend anzusehen. Somit können diese durch ihr Verhalten und dem nachhaltigen Umgang mit den zur Verfügung gestellten Materialien und Ressourcen (z. B. Energie, Wasser) einen erheblichen Beitrag zur Senkung der regionalen Treibhausgasemissionen leisten. Diesbezüglich hat sich in der Nationalparkverbandsgemeinde Rhaunen eine Arbeitsgruppe zur Erarbeitung einer Beschaffungsrichtlinie gegründet. In dieser Richtlinie müssen, aufgrund der Fusionierung, die aktuellen Verwaltungsstrukturen und Arbeitsweisen der neugegründeten Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen Beachtung finden.[129]

Während der Konzepterstellung wurden bereits viele unterschiedliche Akteure der Region eingebunden (vgl. Kapitel 6). Im Rahmen des ZENAPA-Projektes und des vorliegenden Masterplans sind als wichtige Akteure u. a. das *Lokale Steuerungskomitee* (LSC) und der Klimawandelmanager zu nennen, welche die Etablierung einer konsistenten Klimaschutzkommunikation und die Umsetzung öffentlichkeitswirksamer Maßnahmen in der Region initiieren.

Des Weiteren sind in der Betrachtungsregion u. a. folgende Sektoren zu beachten:

<u>Bildung:</u>

Die Berücksichtigung von klimarelevanten Themen im Bildungssektor (sowohl für Erwachsene als auch Kinder und Jugendliche) kann deren zukünftiges Handeln sowie Konsumverhalten

[128] D. h. die Vertreter der fusionierten Gemeinde sowie der zugehörigen Städte sollten aktiv in den Umsetzungsprozess integriert werden. Für den Umsetzungserfolg sind enge Kooperationen und ihre Zustimmung unerlässlich.
[129] Präsentation Herr Christoph Benkendorff.

nachhaltig beeinflussen. Diesbezüglich sollten mit regionalen Bildungsinstitutionen, z. B. Schulen und Volkshochschulen, Kooperationen eingegangen werden, um das Bildungsangebot in diesem Bereich zu intensivieren. Die Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen verfügt über einen Jugendbeirat, welcher in den kommunalen Planungs- und Umsetzungsprozess zu integrieren ist. Auf diese Weisen können die Bedürfnisse und Wünsche der Jugendlichen vor Ort in diese Prozesse eingebunden werden. Daneben können diese auch die kommunalen Klimaschutzaktivitäten unterstützen und diese bewerben, aber auch eigene Projektideen entwickeln.

Des Weiteren können Angebote in Zusammenarbeit mit beispielsweise dem Nationalpark Hunsrück-Hochwald und der Nationalpark-Akademie[130], mit dem Schwerpunkt Klima- und Naturschutz, erarbeitet werden bzw. bestehende Angebote bei den Jugendlichen und Kindern vor Ort stärker beworben werden. Im Rahmen des ZENAPA-Projekts wurden 2018 zwei Kinderklimaschutzkonferenzen für Grundschüler durch das IfaS durchgeführt. In diesem Jahr ist eine weitere Kinderklimaschutzkonferenz in der Betrachtungsregion geplant. Die Fortführung dieses Angebots sollte beispielsweise über Sponsoren, z. B. regionale Unternehmen, geprüft werden.

Tourismus:

Mit den regionalen Tourismusstellen, Verkehrsbetrieben, Mobilitätsvereinen sowie Gastronomie- und Übernachtungsbetrieben wie z. B. der Tourist Information EdelSteinLand j.P.d.ö.R.[131], der Hunsrück-Touristik GmbH[132], der Naheland-Touristik GmbH[133], der Rheinland-Pfalz Tourismus GmbH[134] und der Gemeinde Losheim am See Eigenbetrieb Touristik (Freizeit und Kultur Wanderbüro Saar-Hunsrück)[135] sollten die Kooperationsbeziehungen stetig gefestigt und bestehende Angebote weiterentwickelt werden.

In der Region existiert die Gäste-/Familienkarte EdelSteinLand, diese ermöglicht den vergünstigten Eintritt zu Sehenswürdigkeiten.[136] Damit einhergehend wäre zu prüfen, ob über die Karte auch die kostenlose/vergünstigte Nutzung des regionalen ÖPNVs ermöglicht werden könnte.

Daneben sollten durchgängig klimaneutrale Urlaubsangebote, welche neben der An- und Abreise auch die Übernachtung und die Versorgung vor Ort beinhalten, konzipiert werden. In diesem Zusammenhang ist die Integration der Regionalmarke „*SooNahe*“[137] zu forcieren, welche garantiert, dass die angebotenen Produkte in der Region hergestellt werden.

[130] Nationalparkamt Hunsrück-Hochwald.
[131] Tourist Information EdelSteinLand j.P.d.Ö.R. a.
[132] Hunsrück-Touristik GmbH.
[133] Naheland-Touristik GmbH.
[134] Rheinland-Pfalz Tourismus GmbH.
[135] Gemeinde Losheim am See Eigenbetrieb Touristik, Freizeit und Kultur Wanderbüro Saar-Hunsrück.
[136] Tourist Information EdelSteinLand j.P.d.Ö.R. b.
[137] HNV Hunsrück-Nahe-Vermarktungsgesellschaft mbH.

 © IfaS 2021

Auch die intensivere Vermarktung als Fahrradregion kann im Tourismusbereich als zielführend angesehen werden. Diesbezüglich bestehen schon Planungen zur Etablierung der „BIKEREGION HUNSRÜCK-HOCHWALD“.[138]

Durch die Schaffung von durchgängig klimafreundlichen Tourismusangeboten in Verbindung mit der naturnahen Landschaft können zusätzliche Zielgruppen angesprochen werden. Das IfaS konzipiert einen CO_2-Rechner für den Tourismussektor, welcher den Touristen zukünftig die Möglichkeit geben soll, aus den regionalen Urlaubsangeboten das emissionsärmste auswählen zu können.

7.1.2 Kommunikative Strukturen

Um die Zielgruppen über öffentlichkeitwirksame Kommunikationsmaßnahmen zu erreichen, gilt es, unterschiedliche Kommunikationsmedien und -kanäle zu nutzen. Diese sind an den Bedürfnissen der jeweiligen Zielgruppe auszurichten. Denn unterschiedliche Alterssegmente ziehen unterschiedliche Mediennutzungen[139] nach sich. Während Senioren bspw. eher über Amts- und Wochenblätter zu erreichen sind, gilt es, jüngere Zielgruppen zusätzlich über soziale Medien und das Internet anzusprechen. Der richtige Medienmix ist für den Kommunikationserfolg von entscheidender Bedeutung.

<u>Corporate Identity:</u>

Durch die Fusionierung sollte sich die neugegründete Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen zunächst die regionale Bekanntheit des neukonzipierten Logos forcieren. Folglich ist das Logo auf allen Veröffentlichungen (z. B. Geschäftsbriefen, Presseberichten, Werbe- und Informationsmaterialien) zu platzieren. Dieser Prozess bedarf einer stringenten und intensiven Nutzung des neukonzipierten Logos.

Zukünftig kann die Konzipierung einer übergeordneten Dachmarke für die klimaaffine Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit mit einer einheitlichen Corporate Identity angedacht werden. Durch die Schaffung einer übergeordneten „Dachmarke“ und einer einheitlichen Corporate Identity werden sämtliche Klimaschutzaktivitäten und -vorhaben nicht als Einzelaktion wahrgenommen, sondern als Gesamtheit.

Vor dem Hintergrund der Zugehörigkeit des Betrachtungsregion zum ZENAPA-Partnerkonsortium sind hierbei die Vorgaben des Corporate-Design-Handbuchs zu beachten. Folglich sind in allen Projektveröffentlichungen (in Print- und Online-Medien), das ZENAPA- und das EU-LIFE-Logo entsprechend des Handbuchs zu verwenden. Ferner ist es wünschenswert, die

[138] Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen b.
[139] Hierbei gilt es die Frage zu beantworten, welche Medien für die Ansprache unterschiedlicher Zielgruppen zur Übertragung von Informationen notwendig sind („Mit welchen Medien erreiche ich meine Zielgruppe?“).

Kofinanzierer von ZENAPA sowie das IfaS als Projektkoordinator in die Werbe- und Informationsmaterialien zu integrieren.

Medien:

Kommunikative Strukturen, die als existente, regional und überregional verfügbare Kommunikationswege beschrieben werden können, bilden in der Konzeption einer Kommunikationsstrategie einen essenziellen Bestandteil. Die Nutzung bereits existenter, lokaler Strukturen ermöglicht eine hohe Reichweite der Kommunikationsbotschaft, sodass von einer positiven Informationsstreuung auszugehen ist. In der Betrachtungsregion existieren unterschiedliche, für die Klimaschutzkommunikation nutzbare Medien. Neben den lokalen Zeitungsredaktionen (z. B. Tageszeitungen, Amtsblätter) sollten für die Klimaschutzkommunikation die Internetpräsenzen der Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen und anderer regionaler Akteure sowie deren Social-Media-Accounts genutzt werden. Zur zusätzlichen Bewerbung und Vermarktung der Klimaschutzaktivitäten der Betrachtungsregion sollten ferner die ZENAPA-Kanäle intensiver eingebunden werden:

- Homepage: www.zenapa.de
- Facebook: https://de-de.facebook.com/ZENAPAlife/
- Twitter: www.twitter.com/zenapalife
- Newsletter: https://zenapa.de/newsletter/

Auch der Einsatz von Rundfunkmedien wird als ergänzendes Medium empfohlen.

Ergänzend sind Handlungsempfehlungen zur Erweiterung und Verstetigung der kommunikativen Strukturen dem Maßnahmenkatalog zu entnehmen.

7.2 Zielsetzung der Öffentlichkeitsarbeit

Der Fokus der Konzepterstellung liegt in der Erarbeitung von kommunikativen Handlungsempfehlungen, welche darauf abzielen, die gesteckten Ziele mithilfe von kommunikativen und öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen zu unterstützen. Hierbei sollen vornehmlich ungenutzte Potenziale in den Bereichen Energie-, Ressourceneffizienz, Erneuerbare Energien, Bioökonomie sowie Mobilität. unter Beachtung von Biodiversitätsaspekten, zur Emissionsreduktion erschlossen werden. Durch Schaffung von Akzeptanz innerhalb der breiten Öffentlichkeit werden Aktivierungs- und Partizipationsprozesse ausgelöst. Das bedeutet für die Klimaschutzkommunikation der Betrachtungsregion, dass zunächst das klimaaffine Handeln, die Erstellung des Masterplans sowie seiner Inhalte und Ergebnisse, den regionalen Akteuren bekannt zu machen sind. Durch eine intensive Öffentlichkeitsarbeit, bspw. durch Zeitungsartikel, Online-Beiträge bzw. Informationsabende, kann dies umgesetzt werden. Daneben bilden Aufklärung auf der einen als auch Bildung auf der anderen Seite elementare Bestandteile zur Etablierung

 © IfaS 2021

einer ökologisch orientierten gesellschaftlichen Werthaltung. Nachfolgende Abbildung 7-1 fasst die oben beschriebenen Stufen der Kommunikation nochmals zusammen.

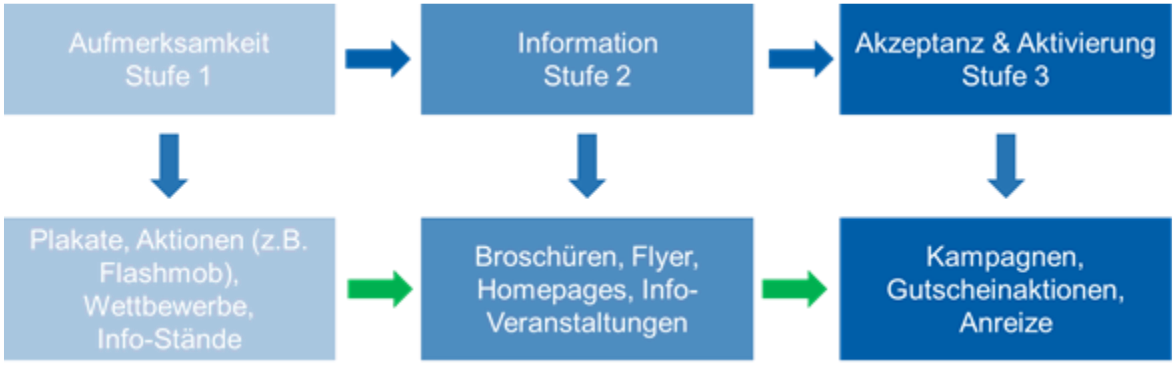


Abbildung 7-1: Stufen der Kommunikation

Die Umsetzung des Masterplans hängt maßgeblich von der Akzeptanz und Unterstützung der regionalen Akteure ab. Daher ist es wichtig, dass die Betrachtungsregion eine durchgängige und konsistente Informationsbereitstellung gewährleistet, einen aktiven Dialog mit den unterschiedlichen Akteuren (z. B. Bevölkerung, Unternehmen) pflegt sowie vielfältige Beratungs- und Bildungsangebote schafft und diese auch vermarktet. Die Konzipierung von Mitmachaktionen, die Schaffung von Anreizen wie z. B. Wettbewerbe oder Verlosungen können zusätzlich Aufmerksamkeit erzeugen und ebenfalls zur Zielerreichung beitragen. Die oben aufgeführten Punkte sollten in themenspezifischen Kampagnen zusammengefasst werden (vgl. Maßnahmenkatalog).

8 Maßnahmenkatalog

8.1 Zusammenfassung des Maßnahmenkatalogs

Die Summe aller Maßnahmenblätter bildet den Maßnahmenkatalog. Dabei ist der Katalog in Form eines Registers in Kategorien gegliedert. In diesem Abschnitt sind alle Maßnahmen aufgeführt, die im Laufe der bisherigen Projektarbeit (inkl. der bestehenden Ideen vorangegangener Klimaschutzaktivitäten) identifiziert wurden. Der Maßnahmenkatalog ist als fortschreibbarer Handlungsfaden zu verstehen, sodass weitere Maßnahmen ergänzt und bestehende als „umgesetzt“ gekennzeichnet werden können. Dabei dient der Katalog als ein Baustein des Klimaschutzcontrollings. Die prioritären Maßnahmen sind grün hinterlegt und werden durch Maßnahmen (insbesondere in den Kategorien 5 und 6) unterstützt.

Kategorie		Nr.	Titel
I	Bioökonomie & Biodiversität	1.1	Biomasseressourcenzentrum
		1.2	Pflege von Landschaftselementen
		1.3	Aufbau von Agrarhölzern im Kurzumtrieb
		1.4	Grüngutsammlung und Aufbereitung
		1.5	Kleingülleanlagen
		1.6	Klärschlammverwertung
		1.7	Aufbau eines Inkubationszentrums zum Strukturwandel und Entwicklung einer Biokohlestrategie
		1.8	Entwicklung einer Biodiversitätsstrategie
II	Erneuerbare Energien & Biodiversität	2.1	PV-Ausbau (Dachanlagen) in der Modellkommune
		2.2	Erschließung der Windkraft-Potenziale in der Modellkommune
		2.3	Erschließung der Geothermie-Potenziale in der Modellkommune
		2.4	Wasserkraft in der Modellkommune: Nutzung des Klarwasserablaufs an Kläranlagen zur Stromerzeugung
		2.5	Erschließung der Solarthermie-Potenziale in der Modellkommune
		2.6	Aufbau eines Nahwärmenetzes in der Ortsgemeinde Rhaunen
		2.7	Holzheizungen in der Modellkommune
		2.8	Betrieb der Straßenbeleuchtung durch PV- und Speichersysteme
		2.9	Aus- und Aufbau von Nah- und Objektwärmenetzen auf Basis regenerativer Brennstoffe
		2.10	KI-LIVE: Künstliche Intelligenz Leistungsstark in der Verwaltung
III	Energieeffizienz & Biodiversität	3.1	Einführung eines Energiemanagements in eigenen Liegenschaften
		3.2	Energiesparmodelle in Schulen und Kindergärten
		3.3	Fortführung der energetischen Sanierung gemeindeeigener Liegenschaften
		3.4	Erschließung der Einsparpotenziale (Strom) im Sektor: Öffentliche Verwaltung
		3.5	Erschließung der Einsparpotenziale (Wärme) im Sektor: Öffentliche Verwaltung
		3.6	Erschließung der Einsparpotenziale (Strom) im Sektor: Industrie und GHD
		3.7	Erschließung der Einsparpotenziale (Wärme) im Sektor: Industrie und GHD
		3.8	Erschließung der Einsparpotenziale (Strom) im Sektor: Private Haushalte
		3.9	Erschließung der Einsparpotenziale (Wärme) im Sektor: Private Haushalte
		3.10	Umrüstung auf elektrobetriebene Arbeitsgeräte
		3.11	Einsatz effizienter Elektrogeräte in der Gemeindeverwaltung
		3.12	Sanierung denkmalgeschützter Bauten/historischer Fassaden
		3.13	Heizungspumpenaustausch und hydraulischer Abgleich
		3.14	Energetische Optimierung der Abwasserbehandlung
		3.15	Energetische Optimierung der Trinkwasserversorgung
		3.16	Umstellung auf LED-Beleuchtung in gemeindeeigenen Liegenschaften
		3.17	Umstellung auf LED-Beleuchtung in Unternehmen
		3.18	Sanierung der Sportstättenbeleuchtung mit LED-Leuchten
		3.19	Energiemonitoringsysteme
		3.20	Entwicklung eines Energiekonzeptes für die Schule Rhaunen
		3.21	Weiterführung Umsetzung der Maßnahmen aus den durchgeführten KfW Quartierskonzepten
		3.22	Energetische Sanierung der kath. KiTa in Rhaunen
		3.23	Entwicklung eines Leitfadens zum energiebewussten Bauen

© IfaS 2021

IV	Mobilität	4.1	Ausbau des Fahrrad- und Pedelecverkehrs
		4.2	Ausbau der Ladeinfrastruktur
		4.3	Online-Plattform für Fahrgemeinschaften
		4.4	Erweiterung des Sortiments der fahrenden Bäcker und Metzger
		4.5	Errichtung eines Lebensmitteldepots
		4.6	Fahrende Ärzte und Apotheken
		4.7	Aufbau/Ausweitung eines Car-Sharing Angebots
		4.8	Errichtung/Ausweitung von Mitfahrerparkplätzen- und Bänken
		4.9	Initiierung von E-Bike/Pedelec Sammelkäufen
V	Öffentlichkeitsarbeit	5.1	Verstetigung und Erweiterung der kommunikativen Strukturen
		5.2	Intensivierung und Verstetigung von Medienpartnerschaften
		5.3	Konzeption von themenspezifischen Kampagnen
		5.4	Konzeption von Dachkampagnen
		5.5	Kampagne E-Bike
		5.6	Kampagne Photovoltaik & Solarthermie ("PV und Solarthermie für Eigenheimbesitzer")
		5.7	Kampagne Photovoltaik & Solarkataster
		5.8	Kampagne Wallbox ("Machen Sie Ihr Unternehmen E-Mobil")
		5.9	Kampagne "Tauschen und Sparen OIE Heizungspumpenaustausch"
		5.10	Kampagne "LED Straßenbeleuchtung"
		5.11	Info-Veranstaltung E-Mobilität und Ladeinfrastruktur für Bevölkerung, Unternehmen und Tourismus
		5.12	Erfahrungsaustausch/Vortrag/Beratungsangebote zum Thema privater PV-Anlagen und Speichertechnologie
		5.13	Informationsveranstaltungen/Workshops zu konkreten Effizienzpotenzialen für unterschiedliche Zielgruppen
		5.14	Info-Veranstaltung: Vortrag Thema klimaschonende Mobilität (ÖPNV, E-Mobilität)/Vermarktung CO_2-Neutraler Urlaub
		5.15	Akquise von Sponsoren und Medienpartnern
		5.16	Richtlinie "Green Procurement"
		5.17	Verwendung regionaler Produkte/Gründung einer Regionalmarke
		5.18	Hausmeisterschulungen
		5.19	Fortbildung von LehrerInnen
		5.20	Durchführung weiterer Kinderklimaschutzkonferenzen (mit Unternehmenspaten)
		5.21	Einbindung von Jugendlichen & Jugendgruppen/Dialog mit Jugendlichen & Jugendvereinen
		5.22	Erstellung eines pädagogischen Konzeptes mit Schwerpunkt auf Klimaschutz, Naturschutz und Biodiversität
		5.23	Projekttag für Kinder (und Eltern) - Klimafreundliche Ernährung inkl. Kochkurs
		5.24	Bienenfreundliche Gemeinde
		5.25	Büchertauschstationen (Bücherbaum), Repair-Café und Tausch-/Verleihbörse
		5.26	Herstellung von Nistkästen, Futterhäusern und Insektenhotels
		5.27	Workshop Imkerei
		5.28	Gründung von Netzwerken und anderen Zusammenschlüssen
		5.29	Initiierung eines Umwelt-/Klimapreises
		5.30	Klimaschutzplattform
		5.31	Informationsserie (bspw. jährlicher Newsletter zu Klimaschutzaktivitäten)
		5.32	Auftaktveranstaltung zur Vorstellung des Masterplans
		5.33	Testimonial-Kampagne "Auch wir sind dabei - Klimaschutz in der Kommune Rhaunen"
		5.34	CO_2-Rechner für touristische Angebote
		5.35	Interaktion mit der Bewegung „Fridays for Future“
VI	Fördermittel	6.1	Klimaschutzfonds
		6.2	Mieterstrommodelle
		6.3	BMU+NKI-Investive Kommunale Klimaschutz-Modellprojekte
		6.4	BMU+NKI-Klimaschutzprojekte im kommunalen Umfeld-Kommunalrichtlinie
		6.5	BMU+NKI-Klimaschutz durch Radverkehr
		6.6	BMU+NKI-Förderinitiative des BMWi und BMU "Elektromobilität"
		6.7	BAFA-Erneuerbare Energien-Innovationsförderung Solar
		6.8	BAFA-Marktanreizprogramm zur Förderung erneuerbarer Energien–Wärmepumpen
		6.9	KfW-Umweltprogramm
		6.10	KfW-Programm Erneuerbare Energien-"Premium"–Innovationsförderung
		6.11	BMWi Anreizprogramm Energieeffizienz-Ergänzung zum KfW-Programm "Erneuerbare Energien Premium"
		6.12	KfW-Programm Erneuerbare Energien-"Premium"-Tiefengeothermie
		6.13	KfW-Programm Erneuerbare Energien-"Premium"-Große thermische Solaranlagen
		6.14	KfW-Programm Erneuerbare Energien-"Premium"-Große effiziente Wärmepumpen
		6.15	Landwirtschaftliche Rentenbank-Erneuerbare Energien-Energie vom Land
		6.16	Förderprogramm "Zukunftsfähige Energieinfrastruktur"
		6.17	Weitere Durchführung von integrierten Quartierskonzepten (KfW) in der Modellkommune
VII	weitere	7.1	Gründung / Weiterentwicklung einer Anstalt des öffentlichen Rechts (AöR) zur Projektentwicklung und -umsetzung
		7.2	Einführung eines Rotmilanmanagements

Abbildung 8-1: Register Maßnahmenkatalog

Die Ergebnisse aus den Bereichen *Potenzialanalyse*, *Öffentlichkeitskonzept*, *Akteurs-workshops* und *Expertengespräche* sind in Maßnahmenblättern zusammengefasst. Je nach Detaillierungsgrad können Maßnahmenblätter in drei Kategorien untergliedert werden.

Kategorie 1 (Kurzbeschreibung, Chancenanalyse, Kalkulation):

Hierunter sind Maßnahmen zu verstehen, welche Angaben hinsichtlich kumulierter Gesamtkosten und kumulierter Wertschöpfungseffekte bis zum Jahr 2050 sowie Treibhausgaseinsparungen enthalten.

Kategorie 2 (Kurzbeschreibung, Chancenanalyse):

In dieser Kategorie sind Maßnahmen erfasst, die nicht oder nur sehr schwer messbar sind. Diese sind für den Masterplan jedoch sehr wichtig. Zu den Maßnahmen sind in den einzelnen Maßnahmenblättern detaillierte Informationen enthalten, die für die Umsetzung relevant sind.

Kategorie 3 (Kurzbeschreibung):

Maßnahmen, die unter Kategorie 3 fallen, sind im Laufe des Projektes erfasst worden. Diese besitzen nicht messbare Schritte, da bisher nicht mehr Informationen für die Maßnahmen zur Verfügung standen oder die Idee nicht weiter konkretisiert werden konnte.

© IfaS 2021

ZENAPA-Maßnahmenblatt

Kategorie 1

Kategorie 2

Kategorie 3

Kurzbeschreibung	
Maßnahme Nr.:	
Vorgeschlagen von:	
Organisation:	
Kurztitel:	
Kurzbeschreibung:	

Chancenanalyse	
Verantwortlicher Ansprechpartner:	
Umsetzer:	
Weitere Schritte:	
Chancen:	
Hindernisse:	
Beginn der Implementierung:	
Ausführungsende:	

Kalkulation	
Rechnerische	0 Jahre
Anzahl / Leistung /	
Investition [t_n]:	0,00 €
Erzeugte /	0 kWh
CO_2-Minderungs-	0 t
Regionale	0,00 €

Empfehlungen zur Umsetzung	
Priorität:	☆ niedrig
Zeithorizont:	◆ langfristig

Kommentar

Abbildung 8-2: Maßnahmenblatt

8.2 Prioritäre Maßnahmen

8.2.1 Bioökonomie & Biodiversität

8.2.1.1 Entwicklung einer Biodiversitätsstrategie

Aufgrund des hohen Flächendrucks und der Fragmentierung der Landschaften durch anhaltende Bautätigkeiten aber auch im Zuge des Klimawandels sowie intensiver Flächennutzungen wie auch Nutzungsaufgaben verändert sich in Deutschland und damit natürlich auch in den deutschen Gemeinden die Biodiversität zunehmend: Die Vielfalt der Lebensräume sinkt, deren Lebensgemeinschaften schrumpfen z. T. auf wenige Arten zusammen und werden so anfällig für Extremereignisse – der Biodiversitätswandel umfasst vorsichtig geschätzt 40% der Lebensräume und Kulturen in Rheinland-Pfalz. Eine Biodiversitätsstrategie beschreitet neue Wege im gesamten Handeln - insbesondere im Landschaftsmanagement einer Kommune. Somit werden die Biodiversität in der Kulturlandschaft, in Dörfern sowie weitere Ökosystemleistungen systematisch gefördert und in der eigenen Entwicklung verankert.

In einem ersten Schritt sollte ein externer Experte die Modellkommune dabei begleiten, das Thema Biodiversität in ihren Aufgabengebieten sowie freiwilligen Leistungen zu verankern. In diesem Einführungsprozess sollen Aktivitätsfelder der Biodiversitätsstrategie identifiziert, mit konkreten Praxisanforderungen beschrieben, sozio-ökonomisch bewertet und anschließend in eine Handlungsstrategie mit konkreten Meilensteinen verankert werden. Bei Bedarf sollten auch ingenieurtechnische Leistungen in Anspruch genommen werden, wenn es zum Beispiel darum geht, Hochwasserereignisse zu simulieren und wie diesen mit einer biodiversen Landschaftsgestaltung entgegengewirkt werden kann. So entwickelt und verankert die Modellkommune eine Biodiversitätsstrategie, die im konkreten Handeln sichtbar wird.

Die sofort umsetzungsfähigen Maßnahmen können in einem zweiten Schritt auf weitere interessierte Kommunen übertragen werden. Wesentlich sind dabei die vorherige Erprobung und der konstruktive Austausch zwischen den Kommunen. Der Erhalt der Artenvielfalt kann nur gemeinsam gelingen, sodass ein aktiver Wissenstransfer zwischen weiteren Kommunen Teil der Strategie sein sollte.

Zunächst muss festgelegt werden, welche Biodiversität geschützt werden soll und wo die Bürger*innen sowie die Kommune sich konkret engagieren und gestalten können. Dazu werden Potenziale und Herausforderungen in und außerhalb der Gemeinde identifiziert; insbesondere die involvierten Fachbereiche der Modellkommune sowie der Gemeinderat, als Souverän der Bürger*innen, sollten konsequent in den Prozess eingebunden und zur „Mitgestaltung“ animiert werden.

 © IfaS 2021

Aus sozio-ökonomischer Sicht sollten Ansätze in wirtschaftliche oder nicht wirtschaftliche bzw. zuschussbedürftige Maßnahmen eingeteilt werden. Zuschussbedürftige Maßnahmen können nicht aus eigener Kraft umgesetzt werden und bedürfen Förderprogramme und Partner, um die Biodiversitätsstrategie umzusetzen. Die Stiftung Natur und Umwelt RLP (SNU) ist bspw. ein adäquater Partner zur Umsetzung einer Biodiversitätsstrategie.

Fachübergreifend müssen kommunale Werkzeuge kombiniert werden, um damit kommunale Alleinstellungsmerkmale erarbeiten zu können. Ein weiteres Ziel liegt in der systemischen Verknüpfung von Aktionen des Landes RLP, wie z.B. Aktion Blau & Aktion Grün.

Die Biodiversitätsstrategie der Modellkommune sollte die Platzierung einer kommunalen Plattform, um praktische Projekte entwickeln und ausführen zu können, enthalten. Ein weiterer Nutzen liegt in der Verknüpfung der kommunalen Aktivitäten mit der Entwicklung des Nationalparks, um neue Schnittstellen zwischen Natur- und Kultur erarbeiten zu können. Dies geht selbstverständlich über reine Beteiligungsprozesse hinaus und soll in eine konstruktive Zusammenarbeit münden.

8.2.1.2 Machbarkeitsprüfung: Pyrolyse-Anlage zur Herstellung von Pflanzenkohle

Durch eine Pyrolyseanlage kann Pflanzenkohle hergestellt werden. Inputmaterial hierfür kann die holzige Fraktion des Grüngutes sein oder Resthölzer aus anderen Herkunftsbereichen (z. B. Obst-/Weinbau, Park-/Straßenpflege etc.). Hier muss geprüft werden, inwieweit die holzige Biomasse auf der Positivliste des EBC-Zertifikates gelistet ist. Die Anlage arbeitet autotherm, sie nutzt für den thermischen Prozess die Energie der eingebrachten Biomasse. Die produzierte Kohle wird anschließend mit Mikroorganismen sowie den Gärresten und Kompost vermischt, wodurch die Kohle aktiviert wird. Das Kohle-Kompost-Gemisch wird im Verhältnis 1:10 mit Erde vermischt. Die so entstehende hochqualitative Schwarzerdenproduktion ist mit Investitionen und weiteren Verfahren verbunden, aber kann aus wirtschaftlicher Sicht interessant sein.

In der Modellkommune soll die Machbarkeit einer Pyrolyse-Anlage geprüft werden. Die Verwendungsmöglichkeiten der Kohle sind zahlreich, zu nennen sind bspw. Tiernahrung oder Bodenverbesserung.

Um Bewusstsein in der Bevölkerung, aber auch bei landwirtschaftlichen Betrieben zu schaffen, sollten vertiefende Kooperationsgespräche mit dem Nationalparkamt Hunsrück-Hochwald aufgenommen werden. Eine mögliche Zusammenarbeit kann im Rahmen von Workshops oder Flyer-Kampagnen für diverse Zielgruppen erfolgen. Basierend auf einem Bildungs- und Vermarktungskonzept sowie einem Kommunikationskonzept sollen die verschiedenen Zielgruppen angesprochen werden.

8.2.2 Erneuerbare Energien & Biodiversität

8.2.2.1 Aus- und Aufbau von Nah- und Objektwärmenetzen auf Basis regenerativer Brennstoffe

Derzeit basiert die Wärmeversorgung der Modellkommune hauptsächlich auf Heizöl (vgl. Abschnitt 3.1.2), sodass große Mengen CO_2 emittiert werden und erhebliche Finanzmittel aus der Region abfließen.

Aus diesem Grund sollte im Rahmen von Machbarkeitsprüfungen erörtert werden, ob und wie ein Teil der Wärmeenergie künftig durch eine effiziente, regenerative und nachhaltige Nahwärmeversorgung erzeugt werden kann. Beispielsweise bieten Agrarhölzer im Kurzumtrieb, neben der regionalen Energieholzproduktion, die Vorteile, neue Lebensräume und Nahrungsangebote für Insekten und Vögel in der Fläche zu etablieren. Diese Anbauformen können darüber hinaus weitere Umwelt- und Naturschutzziele verfolgen, denn sie tragen ebenfalls zum Erosions- und Gewässerschutz, zum Biotopverbund sowie zur Kohlenstoff-Sequestrierung im Boden bei. Durch die Nutzung regionaler Energieträger (insb. Holz, Solarthermie) und die Einbindung lokaler Akteure, kann die regionale Wertschöpfung erhöht und eine langfristig preisstabile Wärmeversorgung ermöglicht werden. Die kann zielgerichtet bspw. durch von der KfW geförderte Quartierskonzepte passieren.

Der Vorteil der Nahwärmeversorgung liegt seitens der Kommune in der Steigerung der regionalen Wertschöpfung durch den geplanten Einbezug lokaler Akteure bspw. Brennstofflieferanten und Investoren. Somit können Arbeitsplätze in der Region geschaffen und gesichert werden. Durch die Nutzung regionaler Potenziale und Ressourcen verblieben zudem Finanzmittel am Ort, wogegen durch den Bezug von fossilen Brennstoffen wie Heizöl, Finanzmittel in erheblichem Maß abfließen.

Berechnungen und Analysen der Machbarkeitsprüfung sollten, wo möglich, auf einer Realdatenerhebung basieren. Für das potenzielle Anschlussgebiet sollte die benötigte Netz- und Anlagentechnik hinsichtlich der technischen Ausführung und des wirtschaftlichen Betriebs bewertet werden. Durch die Betrachtung vorab definierter Varianten werden Vor- bzw. Nachteile verschiedener Anschlussmöglichkeiten veranschaulicht.

8.2.2.2 Aufbau eines Nahwärmenetzes in der Ortsgemeinde Rhaunen

Diese Maßnahme zielt auf eine regenerative Nahwärmeversorgung des Ortskernes von Rhaunen ab und erläutert hinsichtlich möglicher Szenarien, Wirtschaftlichkeit sowie des Energie- und CO_2-Einsparpotentials.

© IfaS 2021

Die Wärmeversorgung der Gebäude im betrachteten Bereich basiert derzeit hauptsächlich auf fossilen Energieträgern, der meistgenutzte Brennstoff ist hierbei Heizöl. So werden nicht nur große Mengen CO_2 emittiert, auch erhebliche Finanzmittel verlassen die Region.

Die geplante Wärmeversorgung durch ein regeneratives Nahwärmenetz soll auf Basis des regionalen Energieträgers Holz erfolgen und somit zu einer Unabhängigkeit von fossilen Energieimporten, zu einer Stabilisierung der Wärmeenergiekosten, zur Nachhaltigkeit sowie zu einer Erhöhung der regionalen Wertschöpfung beitragen. In der Machbarkeitsstudie wurden verschiedene Anschluss- und Finanzierungsszenarien aufgezeigt und analysiert. Die formulierte Maßnahme gibt eine Übersicht der Ergebnisse in den Bereichen Realdatenerhebung und -analyse, Netz- und Anlagenberechnung sowie der dazugehörigen wirtschaftlichen Betrachtungen.

Ziel des Konzeptes ist eine effiziente Wärmeversorgung von öffentlichen Gebäuden (darunter kommunale und kirchliche Liegenschaften) sowie privaten Wohngebäuden. Konzeptionell wird das Netz mit biomassebasierten Brennstoffen (Grundlast) sowie fossiler Spitzenlastversorgung ausgelegt.

Datenerhebung

Nach ersten Gesprächen in der Gemeinde wurde im geplanten Anschlussbereich eine Datenerhebung in Wohngebäuden, öffentlichen sowie gewerblich genutzten Gebäuden durchgeführt. Hierzu wurde ein vom IfaS erstellter Fragebogen mit folgenden Inhalten genutzt:

- Allgemeine Angaben zum Gebäude (z.B. Baujahr, beheizte Fläche, Anzahl der Wohneinheiten und Bewohner)
- Angaben zum vorhandenen Heizkessel (z.B. Nennleistung, Baujahr)
- Angaben zum Brennstoffverbrauch
- Nutzung zusätzlicher Heizanlagen (Holzbrennstoffe) sowie solarthermischer Anlagen
- Interesse am Netzanschluss

Datenauswertung

Die erhobenen Realdaten wurden zunächst hinsichtlich ihrer Vollständigkeit und Plausibilität geprüft. Fehlende Daten wurden gegebenenfalls durch entsprechende Kennwerte ergänzt. Zur Bestimmung des Brennstoffbedarfs der Nahwärmeversorgung wurden die Verbrauchsdaten der zentralen, meist fossil befeuerten, Heizungsanlage sowie aller zusätzlichen Heizungsanlagen auf Basis fossiler Brennstoffe berücksichtigt. Zusätzliche regenerative Heizungsanlagen (Holzöfen oder solarthermische Anlagen) wurden außer Acht gelassen. Hierzu wurde festgelegt, dass vorhandene regenerative Heizungssysteme im Falle eines Netzanschlusses weiterhin betrieben werden.

An der Fragebogenerhebung haben im betrachteten Bereich (Anschlussgebiet der geplanten Nahwärmeversorgung) insgesamt 24 Anrainer teilgenommen. Darunter 13 Wohngebäude, 3 Gebäude mit Mischnutzung (Wohnen und Gewerbe) sowie 8 öffentlich genutzte Gebäude.

Bei Objekten, zu denen kein Fragebogen vorliegt bzw. die Angaben zum Brennstoff (Art und Verbrauch) im Fragebogen nicht ausgewertet werden konnten, wurde eine reine Heizölnutzung angenommen. Der Heizwärmebedarf dieser Objekte wurde anhand gebäudespezifischer Kennwerte und einer GIS-basierten Ermittlung der Gebäudefläche berechnet. Zur Bestimmung der ggf. benötigten Gebäudealtersklassen wurden Erkenntnisse aus der Quartiersbegehung einbezogen. Ferner wurden bei der Festlegung fehlender Daten sowohl Erkenntnisse aus statistischen Daten als auch, soweit möglich, aus Erkenntnissen vorliegenden Realdaten genutzt.

Aus der Datenerhebung und -Auswertung resultiert die Datengrundlage für alle nachfolgenden Berechnungen sowie Analysen. Sie dient somit der Ermittlung des Wärmebedarfs und schließlich der Anlagen- und Netzdimensionierung.

Verteilung Interesse

Aus der Befragung ging hervor, dass im Anschlussgebiet des Nahwärmenetzes 24 Gebäude-Eigentümer Interesse an einem Netzanschluss haben. Darunter fallen neben privaten Wohngebäuden auch die kirchlichen Liegenschaften (u.a. zwei Kindergärten), das Alte Rathaus, die Kreissparkasse, eine Apotheke sowie kommunale Veranstaltungsgebäude. Zu den Interessenten werden auch die beiden im Anschlussgebiet gelegenen Kirchen gezählt. Alle Befragten, die bezüglich des Anschlussinteresses mit „ja“ antworteten, werden nachfolgend als „(Anschluss)Interessenten“ bezeichnet. In Abbildung 8-3 ist die prozentuale Verteilung der Haushalte, die an der Befragung teilnahmen, sowie deren Anschlussbereitschaft dargestellt. Mithilfe der GIS-basierten Datenauswertung wurde zudem die geografische Verteilung des Anschlussinteresses visualisiert, siehe Abbildung 8-4.

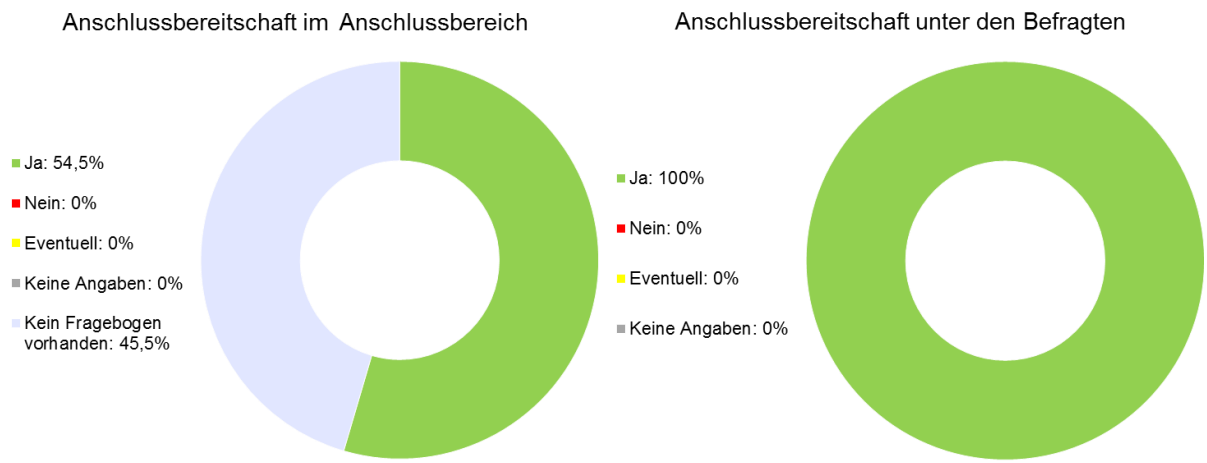


Abbildung 8-3: Ergebnisse aus der Bürgerbefragung

© IfaS 2021

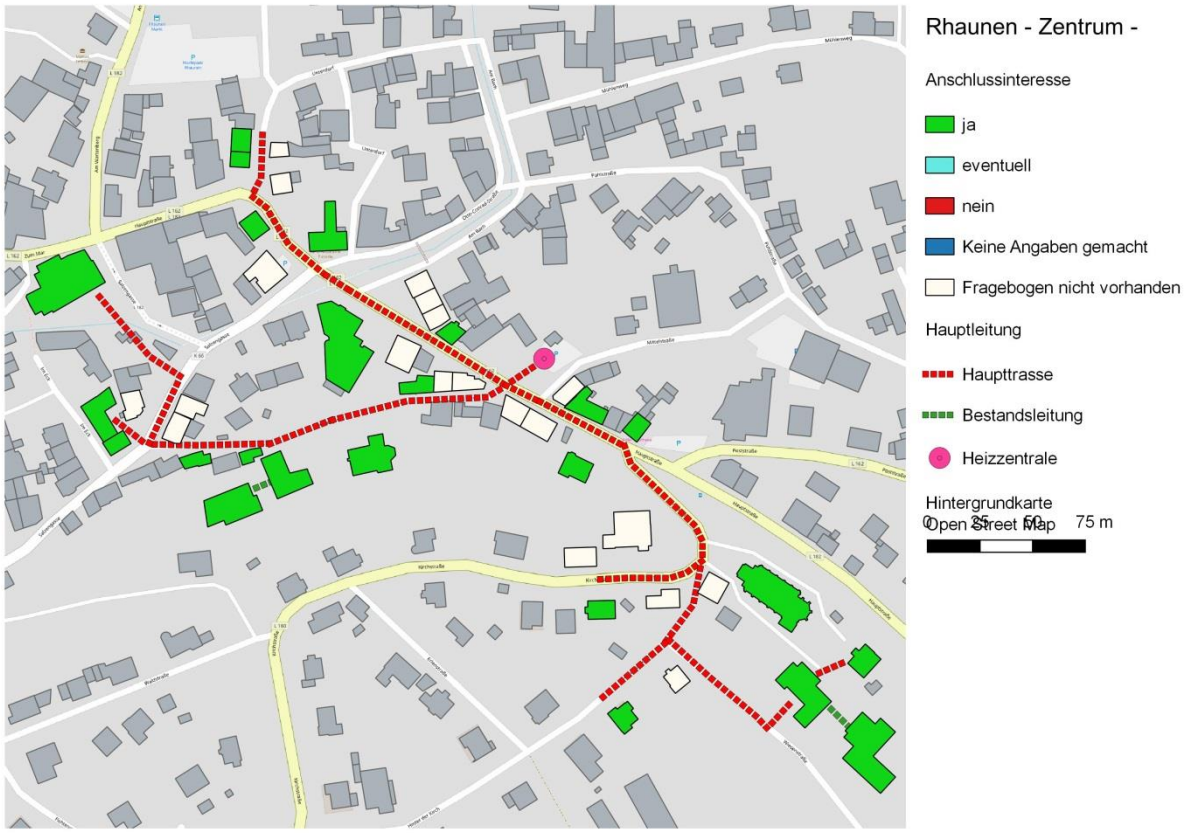


Abbildung 8-4: Ergebnisse aus der Bürgerbefragung zur Anschlussbereitschaft

Verteilung Wärmebedarf

Die Angaben zum Wärmebedarf aus der Realdatenerhebung sowie der kennwertbasierten Datenergänzung wurden ebenfalls in GIS kartographiert, siehe Abbildung 8-5. Dabei wurden Gebäude mit reiner gewerblicher oder industrieller Nutzung, ohne vorliegenden Fragebogen nicht berücksichtigt. Dargestellt sind auch die beiden Kirchen, welche in den nachfolgenden Berechnungen aufgrund der temporären Gebäudeauslastung bezüglich eines Netzanschlusses nicht berücksichtigt werden.

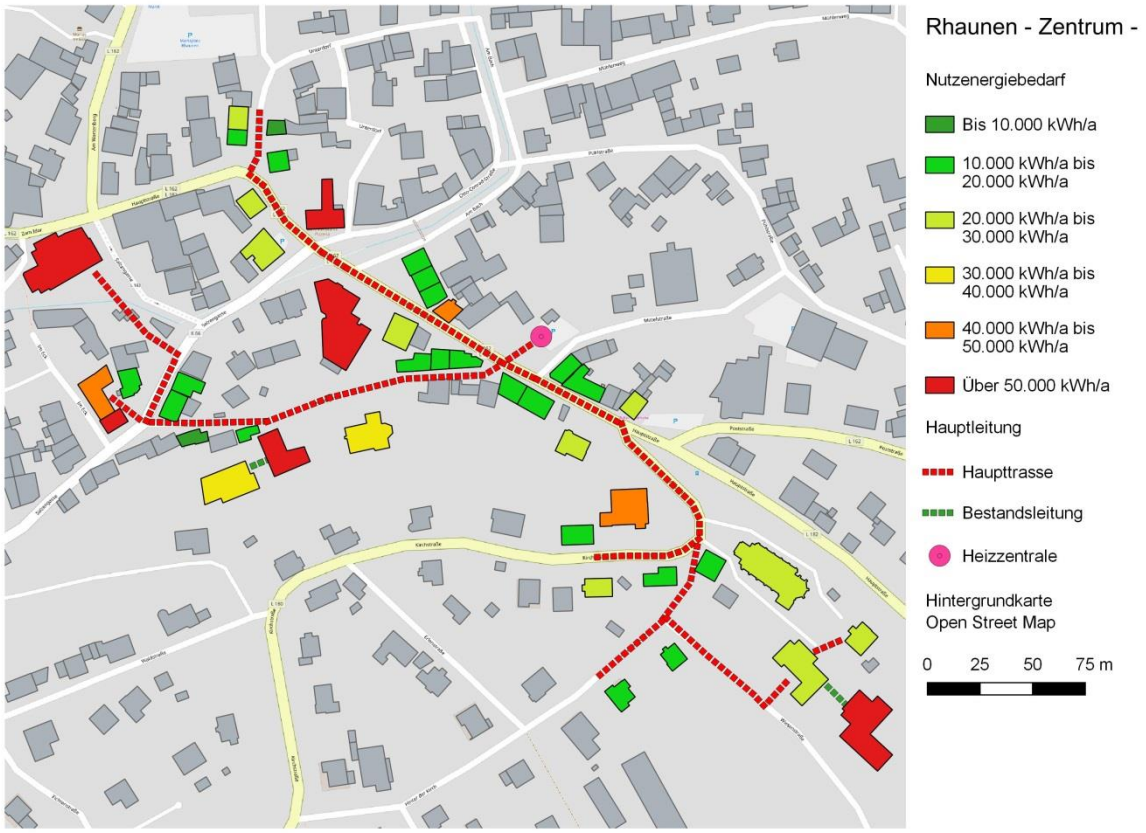


Abbildung 8-5: Wärmebedarf im Anschlussbereich

Gebäudenutzung

Zur Netzplanung wurde zudem die Gebäudenutzung näher betrachtet. Dabei wurde die Nutzungsart basierend auf den vorliegenden Realdaten und ergänzt durch GIS-Daten in eine Übersichtskarte eingetragen, siehe Abbildung 8-6. Dabei wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit verschiedene Nutzungsarten ggf. sinngemäß in Gruppen zusammengefasst.

 © IfaS 2021

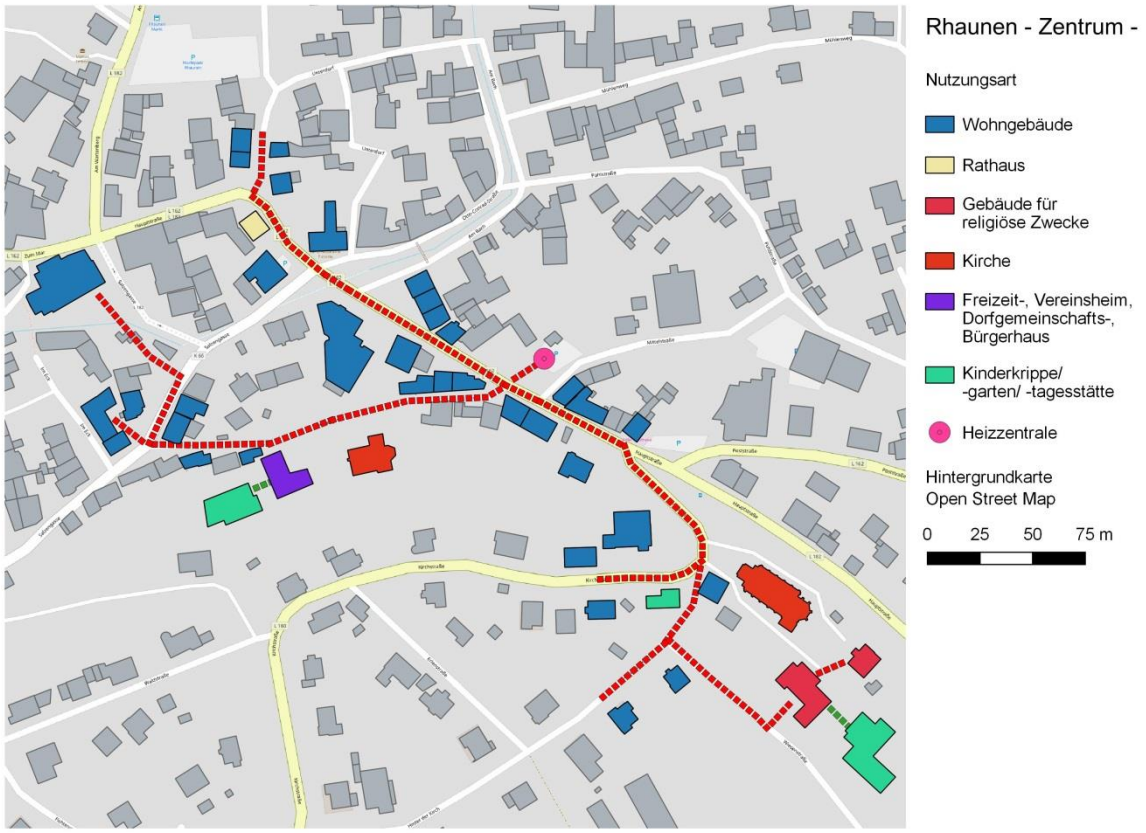


Abbildung 8-6: Gebäudenutzung im Anschlussbereich

Technische Auslegung

Für das Leitungsnetz werden Kunststoffverbundmantelrohre (KMR, Stahlmediumrohr mit Kunststoffmantel zur Isolierung) als Hauptleitungen und flexible Kunststoffmediumrohre (PMR, Kunststoffmediumrohr, meist mit Dämmschicht aus Polyurethan und Mantel aus Polyethylen) als Anschlussleitungen verwendet. Die Verlegung der Hauptleitungen erfolgt (größtenteils) unter der Straße, in diesem Fall ist eine Oberflächenwiederherstellung notwendig. Die Bestimmung der Rohrnetzlängen der einzelnen Abschnitte erfolgte im Zuge der GIS-basierten Auslegung des Wärmenetzes.

Eine wichtige Kennzahl, die sich aus der Dimensionierung des Leitungsnetzes ergibt und Aufschluss über die Netzeffizienz gibt, ist die Wärmebedarfsdichte in kWh/m*a. Die KfW-Bankengruppe fördert Vorhaben durch das Förderprogramm „Erneuerbare Energien Premium“ erst ab einer Mindestwärmebedarfsdichte von 500 kWh/m*a.

Methodik Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung beinhaltet sämtliche Kosten für die Errichtung und den Betrieb des Nahwärmenetzes. Hierfür wurden aus der technischen Vorplanung zuerst die Investitionen überschlägig ermittelt. Durch die Annuitätenmethode werden diese dann über die (Anlagen-)Laufzeit auf Jahreskosten umgelegt. Nach VDI 2067 werden zu den Kapitalkosten noch

Verbrauchskosten (z. B. Brennstoffkosten, elektrische Hilfsenergie) sowie Betriebskosten (z. B. Wartung, Instandsetzung, Betriebsführung) und sonstige Kosten (z. B. Versicherung, Verwaltung usw.) addiert. Daraus ergibt sich ein ungefährer Wärmepreis. Berechnungsgrundlage sind hierbei die in Tabelle 5 1 dargestellten Brennstoffpreise.

Tabelle 8-1: Brennstoffpreise[140]

Brennstoffpreise (brutto)		
Holzpellets	218	€/t
Heizöl	0,65	€/Liter
Strom	0,25	€/kWh

Zusätzlich wurden nachfolgende Fördermittel und -Programme berücksichtigt:

- Förderprogramm „Erneuerbare Energien – Premium“ (KfW-Bankengruppe), inklusive dem Zusatzprogramm „Anreizprogramm Energieeffizienz (APEE)“
- Förderprogramm „Zukunftsfähige Energieinfrastruktur“ (ZEIS) (Ministeriums für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz)
- Mittel aus dem Projekt „LIFE-IP ZENAPA - Zero Emission Nature Protection Areas“ (EU-Förderprogramm für Umwelt, Naturschutz und Klimapolitik „LIFE“)

Weil angenommen werden kann, dass der Heizölpreis künftig ansteigen wird, wurden zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit zwei Preisszenarien betrachtet. Dabei wurde der aktuelle Heizölpreis von 0,65 € brutto/Liter mit einem möglichen zukünftigen Preis von 0,80 € brutto/Liter (in Anlehnung an das Preisniveau im September 2014) verglichen.

Des Weiteren wurde der Einfluss eines von den Anschlussnehmern zu entrichtendem Baukostenzuschuss (BKZ) auf die Projektfinanzierung betrachtet. Hierzu wurden zwei Finanzierungsoptionen untersucht. In der ersten Option wurde davon ausgegangen, dass die Gesamtinvestition vollständig über ein Kreditinstitut finanziert wird. In der zweiten Finanzierungsoption wurde vorausgesetzt, dass sich jeder Anschlussnehmer mit einem Baukostenzuschuss (Eigenanteil) an der Gesamtinvestition beteiligt. Dieser Baukostenzuschuss stellt seitens des Netzbetreibers eine Form von Eigenkapital dar und reduziert somit den fremd zu finanzierendem Anteil der Investitionen. Seitens der Anschlussnehmer sind mit dem Zuschuss die Anschlusskosten (Hausübergabestation und Anschlussleitung) abgegolten. Darüber hinaus werden die jährlich anfallenden kapitalgebundenen Kosten, welche vom Netzbetreiber auf den einzelnen Anschlussnehmer umgelegt werden, ebenfalls reduziert.

Methodik Sensitivitätsanalyse

Die Sensitivitätsanalyse ist ein wirtschaftswissenschaftliches Werkzeug zur Beurteilung der Auswirkungen von Parameteränderung auf ein betrachtetes Endergebnis. In der vorliegenden

[140] Quelle: Heizöl (Mittelwert): www.bmwi.de (Energiedaten); Holzhackschnitzel WG 35: www.carmen-ev.de (Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln); Holzpellets: www.carmen-ev.de (Der Holzpellet-Preis-Index); Strom: Daten der VG-Verwaltung

 © IfaS 2021

Machbarkeitsstudie werden die Folgen der Brennstoffpreissteigerung auf die Wärmepreise und die Auswirkungen der Inflation auf die Kapital- und Betriebskosten untersucht.

In der Sensitivitätsanalyse werden die Wärmepreise der Nahwärmevarianten mit denen der Referenzvarianten Brennwert- und Niedertemperatur-Kessel verglichen. Der Betrachtungszeitraum ist auf 20 Jahre und die Preissteigerungen gemäß den Angaben in Tabelle 8-2 festgelegt. Die Grundlage der Sensitivitätsanalyse ist jeweils eine Vollkostenrechnung. Diese wird auch für einen Bestandskessel durchgeführt. Für den Bestandskessel entfällt aufgrund fehlender Investitionen (Kapitalkosten) jedoch die Sensitivitätsanalyse.

Tabelle 8-2: Datenbasis Sensitivitätsanalyse[141]

Preissteigerung und Inflation	
Inflation	2,00%
Holzpellets	1,67%
Heizöl, leicht	4,17%
Strom	2,64%

Methodik Energie- und CO_2-Bilanz

Mithilfe der Bilanzierung des Primärenergie- und Endenergiebedarfs sowie der CO_2-Emissionen im Anschlussgebiet kann der Ist-Zustand (dezentrale, überwiegend fossile Heizungsanlagen) mit der geplanten Nahwärmeversorgung verglichen werden. Dabei kann die Bilanzierung als ökologisches Bewertungskriterium angesehen werden.

Zur Ermittlung des Ist-Zustands wird der Endenergiebedarf berechnet, wobei nur die zu ersetzenden dezentralen Heizungsanlagen betrachtet werden. Unter Einbezug der entsprechenden heizwertbezogenen Primärenergiefaktoren (nach DIN V 18599-1: 2011-12) oder brennstoffspezifischen CO_2-Emissionsfaktoren (veröffentlicht bspw. vom Umweltbundesamt) können die Primärenergiebedarfe bzw. die CO_2-Emissionen bilanziert werden (Tabelle 8-3).

Bei der Bilanzierung der geplanten Nahwärmeversorgung werden zwei Teilbilanzen für das Anschlussgebiet betrachtet:

- Wärmenetz: Bilanzierung der Nahwärmeabnehmer
- Außerhalb Wärmenetz: Bilanzierung der Anrainer, die nicht an das Netz angeschlossen werden

Zur Bilanzierung der Nahwärmabnehmer wird der Endenergiebedarf der Nahwärmeversorgung berechnet und anschließend mit den Primärenergie- bzw. CO_2-Emissionsfaktoren verrechnet. Die Bilanzierung der Anrainer ohne Netzanschluss berücksichtigt die vorhandenen dezentralen Heizungsanlagen und bildet demnach den Ist-Zustand ab.

[141] Heizöl/Strom: www.bmwi.de (Energiedaten); Holzhackschnitzel WG 35: www.carmen-ev.de (Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln); Holzpellets: www.carmen-ev.de (Der Holzpellet-Preis-Index).

Tabelle 8-3: CO_2-Emissions- und Primärenergiefaktoren

CO_2-Emissions- und Primärenergiefaktoren		
Strom(Mix)	0,547 kg/kWh	1,8
Heizöl	0,266 kg/kWh	1,1
Holzpellets	0,024 kg/kWh	0,2
Nahwärme fossiler Brennstoff		1,3
Nahwärme erneuerbarer Brennstoff		0,1

Anschlussgebiet und Szenarien

Zunächst wurde das mögliche Anschlussgebiet näher diskutiert. Dabei wurde der Fokus auf die kirchlichen und kommunalen Liegenschaften im Ortsinneren gerichtet und dementsprechend ein mögliches Versorgungsgebiet ausgewählt, in welchem eine tiefer gehende technische und wirtschaftliche Machbarkeitsprüfung erfolgen sollte, siehe Abbildung 8-7.

Abbildung 8-7: Anschlussgebiet Nahwärmenetz „Zentrum“ mit Verortung der Heizzentrale in der Salzengasse

Das dargestellte Nahwärmenetz sollte mit Holzpellets versorgt werden. Zur Bereitstellung der Spitzenlast und Redundanz war ein Heizöl-Kessel geplant. Die Heizzentrale war auf einem Grundstück in der Salzengasse verortet. Dort befindet sich ein altes Scheunengebäude.

Der Anschlussbereich und die Trassenführung wurden im Rahmen von diversen Veranstaltungen den Gemeindevertretern sowie den Bürgerinnen und Bürgern vorgestellt und diskutiert. Aufgrund der derzeitigen Eigentumsverhältnisse bezüglich des Grundstücks der geplanten

© IfaS 2021

Heizzentrale in der Salzengasse und nachdem weitere Fragebögen (Interessensbekundungen) vorlagen, wurde der Trassenverlauf modifiziert und letztlich die nachfolgend kartografierte Nahwärmetrasse festgelegt (Abbildung 8-8). Die Heizzentrale ist nun auf einem Grundstück (Parkplatz) an der Hauptstraße verortet.

Abbildung 8-8: Verlauf der Nahwärmetrasse (nur Hauptleistung)

Bei der Trassenplanung wurde berücksichtigt, dass der Rhaunelbach im Areal „Salzengasse“ bis hin zur „Otto-Conrad-Straße“ unterirdisch unter einer Betonplatte verläuft. Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen wurde eine Trassenführung in diesem Bereich weitestgehend vermieden.

Bei der Festlegung der Nahwärmeanschlüsse werden zwei Varianten betrachtet, wobei grundsätzlich alle derzeitigen Interessenten berücksichtigt werden. Die Erfahrung zeigt jedoch, dass im Projektverlauf oftmals weitere Anrainer ihr Interesse am Netzanschluss bekunden. Dennoch kann nicht davon ausgegangen werden, dass alle angrenzenden Gebäude an das Netz angeschlossen werden. Somit werden je nach Variante 40% bzw. 60% der bisher nicht interessierten Anrainer einkalkuliert.

Das Nahwärmenetz soll mit Holzpellets versorgt werden. Zusätzlich wird ein Öl-Reservekessel installiert, der die Redundanz bildet und den Biomassekessel im Winter unterstützt. Die jeweils benötigten Kesselleistungen und Brennstoffmengen sind in Tabelle 8-4 und Tabelle 8-5 dargestellt.

Tabelle 8-4: Benötigte Kesselleistungen und Brennstoffmengen Anschlussvariante 1

Versorgung	Brennstoff	Anteil an benötigter Leistung	Größe [kW]	Anteil an Wärme-bereitstellung	Wärme-lieferung [kWh/a]	Brennstoff-menge
Grund - und Mittellast	Holzpellets	40%	230	80%	1.070.928	216 t/a
Spitzenlast und Redundanz	Heizöl	60% (100% als Redundanz)	553	20%	267.732	27.044 Liter/a

Tabelle 8-5: Benötigte Kesselleistungen und Brennstoffmengen Anschlussvariante 2

Versorgung	Brennstoff	Anteil an benötigter Leistung	Größe [kW]	Anteil an Wärme-bereitstellung	Wärme-lieferung [kWh/a]	Brennstoff-menge
Grund - und Mittellast	Holzpellets	40%	230	80%	1.143.400	231 t/a
Spitzenlast und Redundanz	Heizöl	60% (100% als Redundanz)	569	20%	285.850	28.874 Liter/a

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit wurde in Szenario 1 ein Heizölpreis von 0,65 € brutto/Liter und in Szenario 2 ein möglicher zukünftiger Preis von 0,80 € brutto/Liter angesetzt. Hinsichtlich der Finanzierung wird für jedes Szenario in der Option „ohne BKZ“ eine Beteiligung der Anschlussnehmer an den Gesamtinvestitionen ausgeschlossen, wohingegen in der Option „mit BKZ“ ein Baukostenzuschuss in Höhe von 5.000 € pro Anschlussnehmer berücksichtigt wird. Hierzu zeigt Abbildung 8-9 eine Übersicht der Varianten und Szenarien.

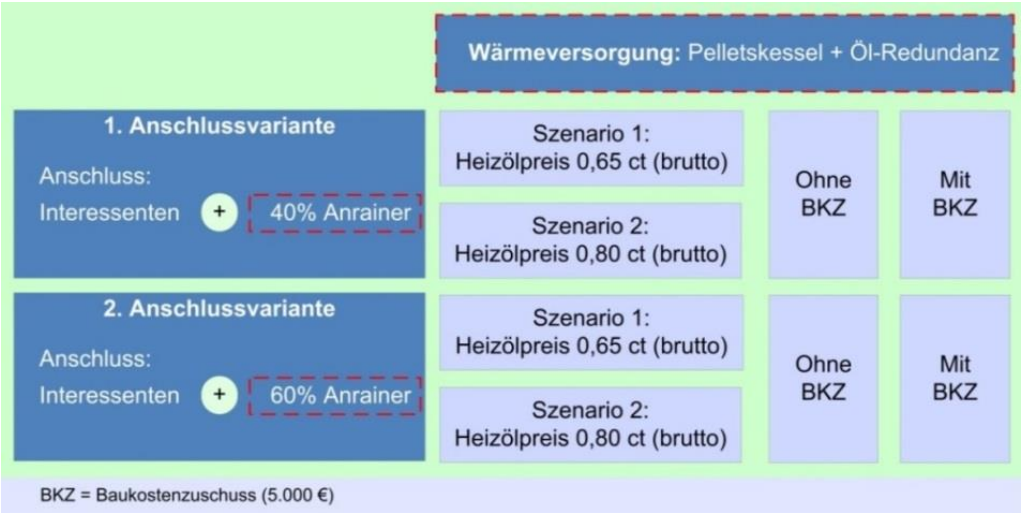


Abbildung 8-9: Übersicht der betrachteten Szenarien

Leitungsnetz

Derzeit haben 24 Anrainer ihr Anschlussinteresse bekundet, je nach Anschlussvariante werden demnach 30 bzw. 34 Gebäude an das ausgewählte Wärmenetz angeschlossen.

© IfaS 2021

Anhand von Luftbildern wurden die Rohrnetzlängen der einzelnen Netzabschnitte in GIS ausgemessen und aufsummiert. Die Hauptleitung hat eine Länge von 840 m. Je angeschlossenem Gebäude wird zudem eine Anschlussleitung von 8m angesetzt.

Die Gesamtnetzlänge, die Energiebedarfe und die Wärmebedarfsdichte sind in Tabelle 8-6 und Tabelle 8-7 aufgeführt. Die berechneten Wärmebedarfsdichten zeigen, dass Zuschüsse bei der KfW-Bank beantragt werden können und ein wirtschaftlicher Betrieb voraussichtlich gegeben ist.

Tabelle 8-6: Netzparameter Anschlussvariante 1

Netzparameter		
Anzahl Anschlussnehmer	30	
Gesamtlänge des Rohrnetzes	1.080	m
Nutzenergiebedarf (Wärmeabsatz)	1.007.208	kWh/a
Endenergie (neu, inkl.Verluste)	1.338.660	kWh/a
Wärmebedarfsdichte	933	[kWh/m*a]

Tabelle 8-7: Netzparameter Anschlussvariante 2

Netzparameter		
Anzahl Anschlussnehmer	34	
Gesamtlänge des Rohrnetzes	1.112	m
Nutzenergiebedarf (Wärmeabsatz)	1.075.368	kWh/a
Endenergie (neu, inkl.Verluste)	1.429.250	kWh/a
Wärmebedarfsdichte	967	[kWh/m*a]

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

In Tabelle 8-8 und Tabelle 8-9 sind die überschlägig ermittelten netto Investitionen und netto Kosten, unter Berücksichtigung der Förderprogramme (siehe „Methodik Wirtschaftlichkeits-ana-lyse“), dargestellt für:

- Anschlussvariante 1: Interessenten + 40 % Anrainer (mit/ohne Baukostenzuschuss)
- Anschlussvariante 2: Interessenten + 60 % Anrainer (mit/ohne Baukostenzuschuss)

Falls nicht anders gekennzeichnet, handelt es sich bei den Angaben um Nettopreise bzw. -kosten.

Tabelle 8-8: Kostenübersicht und Wärmebereitstellungspreis Anschlussvariante 1

Anschluss: 30 Haushalte Baukostenzuschuss: 5.000 €/HH	ohne BKZ	mit BKZ
Investitionen	***1.058.871 €***	
Heizzentrale	154.350 €	
Kessel (Pellts + Heizöl), Pufferspeicher	182.130 €	
Brennstofftank	27.530 €	
Netz und Hausübergabestationen	598.600 €	
Planungskosten (Pauschal 10% der Investitionen)	96.261 €	
Förderung	***454.621 €***	
KfW "Erneuerbare Energien – Premium" inkl. APEE	154.060 €	
Zukunftsfähige Energieinfrastruktur (ZEIS)	100.561 €	
ZENAPA	200.000 €	
Investitionen abzgl. Förderung	**604.250 €**	
Baukostenzuschuss	0 €	150.000 €
Kapitalkosten	26.550 €	19.960 €
Verbrauchskosten	**59.660 €**	
Betriebskosten	18.210 €	
Sonstige Kosten	3.440 €	3.380 €
Wärmegestehungspreis netto	**0,1071 €/kWh**	**0,1005 €/kWh**
Wärmegestehungspreis brutto	0,1274 €/kWh	0,1196 €/kWh
Vorläufiger jährlicher Grundpreis	54,43 €/kW	40,92 €/kW
Vorläufiger monatlicher Grundpreis	4,54 €/kW	3,41 €/kW
Vorläufiger Arbeitspreis	0,0961 €/kWh	0,0960 €/kWh

© IfaS 2021

Tabelle 8-9: Kostenübersicht und Wärmebereitstellungspreis Anschlussvariante 2

Anschluss: 34 Haushalte Baukostenzuschuss: 5.000 €/HH	ohne BKZ	mit BKZ
Investitionen	***1.102.145 €***	
Heizzentrale	158.690 €	
Kessel (Pellts + Heizöl), Pufferspeicher	183.230 €	
Brennstofftank	28.510 €	
Netz und Hausübergabestationen	631.520 €	
Planungskosten (Pauschal 10% der Investitionen)	100.195 €	
Förderung	***469.195 €***	
KfW "Erneuerbare Energien – Premium" inkl. APEE	165.004 €	
Zukunftsfähige Energieinfrastruktur (ZEIS)	104.191 €	
ZENAPA	200.000 €	
Investitionen abzgl. Förderung	**632.950 €**	
Baukostenzuschuss	0 €	170.000 €
Kapitalkosten	27.800 €	20.330 €
Verbrauchskosten	**63.710 €**	
Betriebskosten	18.900 €	
Sonstige Kosten	3.610 €	3.540 €
Wärmegestehungspreis netto	**0,1060 €/kWh**	**0,0990 €/kWh**
Wärmegestehungspreis brutto	0,1262 €/kWh	0,1178 €/kWh
Vorläufiger jährlicher Grundpreis	53,51 €/kW	39,13 €/kW
Vorläufiger monatlicher Grundpreis	4,46 €/kW	3,26 €/kW
Vorläufiger Arbeitspreis	0,0954 €/kWh	0,0953 €/kWh

Sensitivitätsanalyse

Nachfolgend werden in Tabelle 8-10 und Tabelle 8-11 die Referenzvarianten der unterschiedlichen Szenarien dargestellt.

- Szenario 1: Heizölpreis von 0,65 € brutto/Liter
- Szenario 2: Heizölpreis von 0,80 € brutto/Liter (Zukunftsszenario)

Ergänzend sind in Abbildung 8-10 und Abbildung 8-11 die möglichen Preisentwicklungen der Anschlussvariante 1 (Interessenten und 40 % Anrainer) dargestellt. Die entsprechenden Preisentwicklungen der Anschlussvariante 2 (Interessenten und 60 % Anrainer) sind in Abbildung 8-12 sowie Abbildung 8-13 visualisiert.

Tabelle 8-10: Referenzvarianten Szenario 1

	Heizöl-Niedertemperatur-kessel	Heizöl-Brennwert-kessel	Heizöl-Altbestands-kessel
Jahreswärmebedarf (kWh)	28.850	28.850	28.850
Jahresnutzungsgrad (%)	84%	95%	65%
Energieeinsatz (kWh)	34.300	30.500	44.400
Energieinhalt, Heizwert (Hi) des Brennstoffs	9,90 kWh/l	9,90 kWh/l	9,90 kWh/l
Brennstoffmenge	3.460 l	3.100 l	4.500 l
Brennstoffpreis (Bei Erdgas ohne Anschlusskosten)	**0,65 €/l**	**0,65 €/l**	**0,65 €/l**
Elektrische Hilfesenergie für Pumpen [€/a]	56 €	56 €	100 €
Spezifische Brennstoffkosten [€/a]	2.305 €	2.071 €	3.025 €
Betriebsgebundene Kosten [€/a]	185 €	163 €	355 €
Investition incl. Kessel, Regelung, Brauchwasserspeicher ggf. Kamin	9.600 €	12.000 €	0 €
Förderung	0 €	1.200 €	0 €
Kapitalkostenbei [€/a] 20-jähriger Nutzungsdauer und 1,5% Zins	560 €	630 €	0 €
Gesamtkosten [€/a] incl. Wartung, Reparatur etc.	3.050 €	2.864 €	3.380 €
Spezifische Wärmekosten (brutto) [€/kWh]	**0,1057 €/kWh**	**0,0993 €/kWh**	**0,1172 €/kWh**

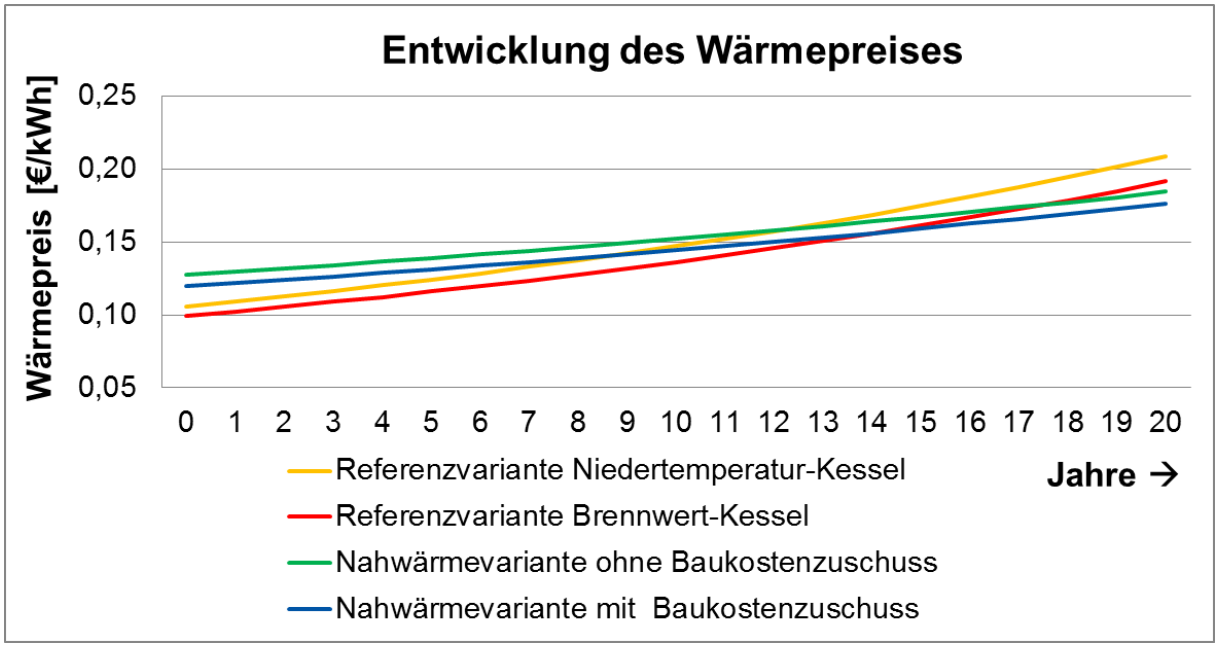


Abbildung 8-10: Sensitivitätsanalyse Szenario 1 für Anschlussvariante 1

© IfaS 2021

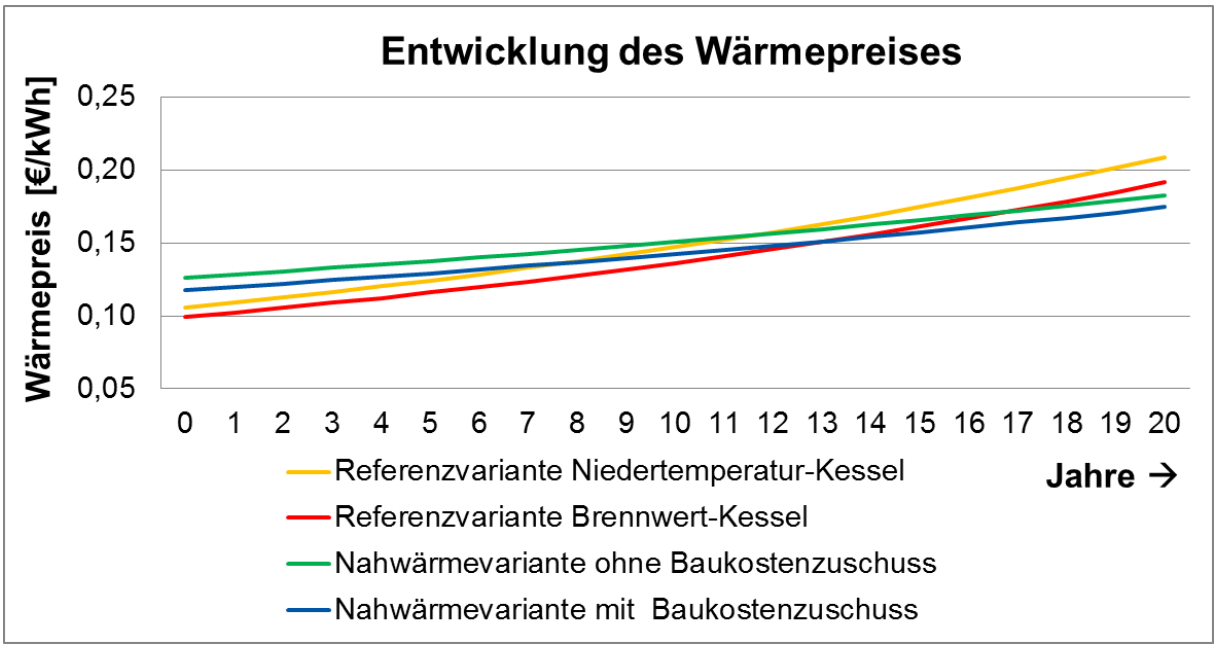


Abbildung 8-11: Sensitivitätsanalyse Szenario 1 für Anschlussvariante 2

Tabelle 8-11: Referenzvarianten Szenario 2

	Heizöl-Niedertemperatur-kessel	Heizöl-Brennwert-kessel	Heizöl-Altbestands-kessel
Jahreswärmebedarf (kWh)	28.850	28.850	28.850
Jahresnutzungsgrad (%)	84%	95%	65%
Energieeinsatz (kWh)	34.300	30.500	44.400
Energieinhalt, Heizwert (Hi) des Brennstoffs	9,90 kWh/l	9,90 kWh/l	9,90 kWh/l
Brennstoffmenge	3.460 l	3.100 l	4.500 l
Brennstoffpreis (Bei Erdgas ohne Anschlusskosten)	**0,80 €/l**	**0,80 €/l**	**0,80 €/l**
Elektrische Hilfesenergie für Pumpen [€/a]	56 €	56 €	100 €
Spezifische Brennstoffkosten [€/a]	**2.824 €**	**2.536 €**	**3.700 €**
Betriebsgebundene Kosten [€/a]	**185 €**	**163 €**	**355 €**
Investition incl. Kessel, Regelung, Brauchwasserspeicher ggf. Kamin	9.600 €	12.000 €	0 €
Förderung	0 €	1.200 €	0 €
Kapitalkostenbei [€/a] 20-jähriger Nutzungsdauer und 1,5% Zins	**560 €**	**630 €**	**0 €**
Gesamtkosten [€/a] incl. Wartung, Reparatur etc.	3.569 €	3.329 €	4.055 €
Spezifische Wärmekosten (brutto) [€/kWh]	**0,1237 €/kWh**	**0,1154 €/kWh**	**0,1406 €/kWh**

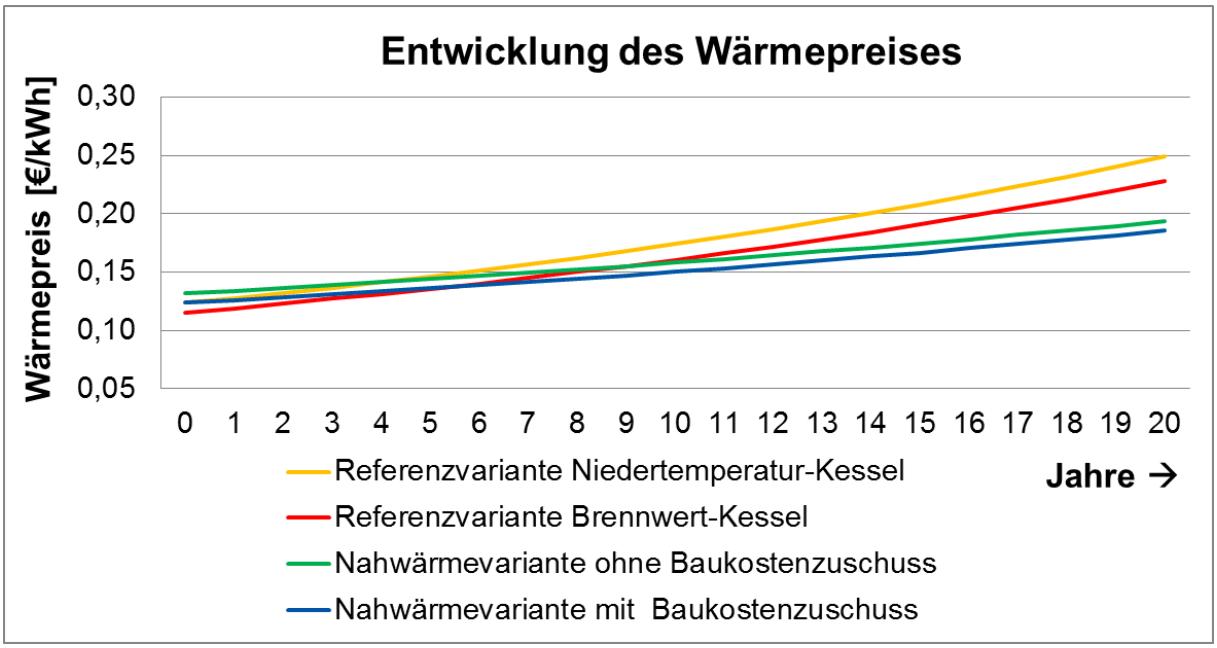


Abbildung 8-12: Sensitivitätsanalyse Szenario 2 für Anschlussvariante 1

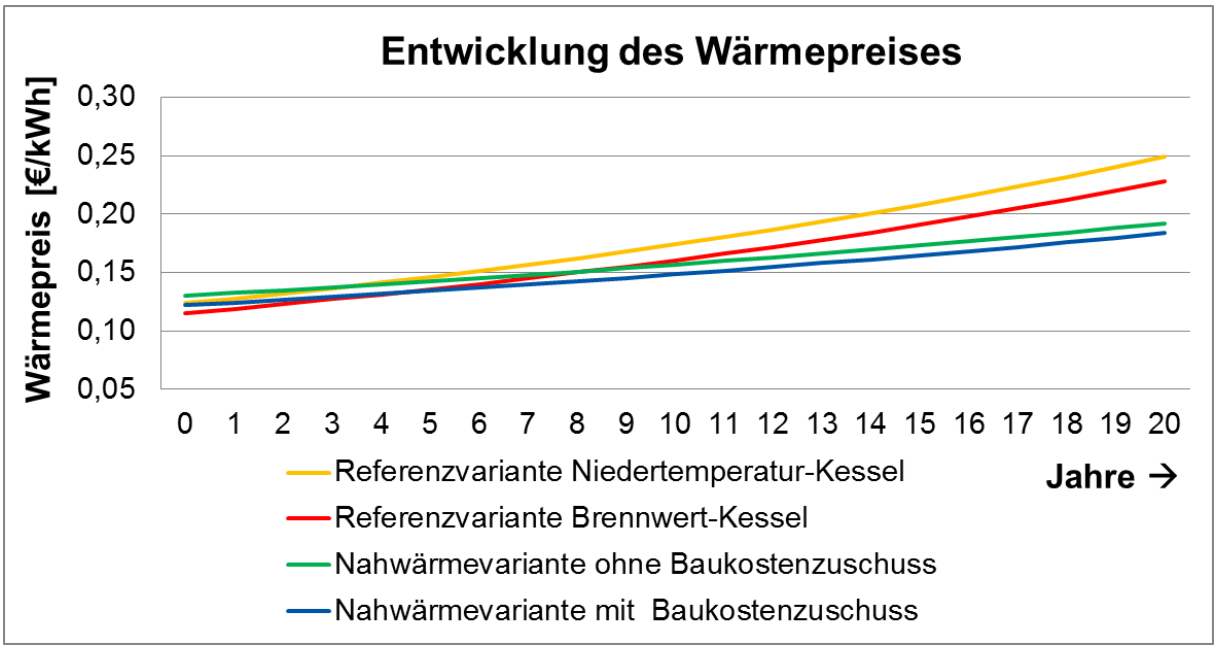


Abbildung 8-13: Sensitivitätsanalyse Szenario 2 für Anschlussvariante 2

Energie- und CO_2-Bilanz

Zur Deckung des Energiebedarfs kommen im betrachteten Anschlussgebiet derzeit hauptsächlich fossile Energieträger, z. B. Heizöl zum Einsatz. Der Anschluss an ein Nahwärmenetz, welches vorrangig mit erneuerbaren Energieträgern versorgt wird, würde daher die CO_2-Emissionen deutlich verringern.

Die Ergebnisse der Energie- und CO_2-Bilanzen beider Anschlussvarianten sind nachfolgend in Tabelle 8-12 und Tabelle 8-13 dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass sich im Vergleich zu den bestehenden Einzelfeuerungen durch die (Wärme-)Transportverluste im Netz ein höherer

 © IfaS 2021

Endenergiebedarf ergibt. Jedoch werden sowohl der Primärenergiebedarf als auch die CO_2-Emissionen deutlich gesenkt. Grund hierfür ist die weitgehende Substitution der fossilen Energieträger (Einzelfeuerungen) durch regenerative Energien (Nahwärmenetz).

Tabelle 8-12: Energie- und CO_2-Bilanz Anschlussvariante 1

	Ist-Zustand	Wärmenetz	außerhalb Wärmenetz	Einsparung
Gebäude	42	30	12	
Primärenergiebedarf	**1.631.848 kWh/a**	**455.144 kWh/a**	**281.160 kWh/a**	**895.543 kWh/a**
fossil	1.631.848 kWh/a	348.052 kWh/a	281.160 kWh/a	
erneuerbar	0 kWh/a	107.093 kWh/a	0 kWh/a	
Endenergiebedarf	**1.483.498 kWh/a**	**1.338.660 kWh/a**	**255.600 kWh/a**	**-110.762 kWh/a**
fossil	1.483.498 kWh/a	267.732 kWh/a	255.600 kWh/a	
erneuerbar	0 kWh/a	1.070.928 kWh/a	0 kWh/a	
CO_2-Ausstoß	**392 t/a**	**97 t/a**	**68 t/a**	**227 t/a**

Tabelle 8-13: Energie- und CO_2-Bilanz Anschlussvariante 2

	Ist-Zustand	Wärmenetz	außerhalb Wärmenetz	Einsparung
Gebäude	42	34	8	
Primärenergiebedarf	**1.631.848 kWh/a**	**485.945 kWh/a**	**187.440 kWh/a**	**958.463 kWh/a**
fossil	1.631.848 kWh/a	371.605 kWh/a	187.440 kWh/a	
erneuerbar	0 kWh/a	114.340 kWh/a	0 kWh/a	
Endenergiebedarf	**1.483.498 kWh/a**	**1.429.250 kWh/a**	**170.400 kWh/a**	**-116.152 kWh/a**
fossil	1.483.498 kWh/a	285.850 kWh/a	170.400 kWh/a	
erneuerbar	0 kWh/a	1.143.400 kWh/a	0 kWh/a	
CO_2-Ausstoß	**392 t/a**	**103 t/a**	**45 t/a**	**243 t/a**

Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsabschätzung zeigen, dass eine Nahwärmeversorgung derzeit zwar mit einer heizölbasierten Einzelfeuerungslösung konkurrieren kann, jedoch Maßnahmen zur wirtschaftlichen Optimierung vorgenommen werden sollten. Hierzu könnte beispielsweise eine Kürzung der Nahwärmetrasse oder eine Anschlussverdichtung näher betrachtet werden. Wie aus dem wirtschaftlichen Vergleich der Anschlussvarianten hervorgeht, ist eine möglichst hohe Anzahl an Wärmeabnehmern wichtig, um eine preisgünstige Wärmeversorgung anbieten zu können. Ferner zeigen die dargestellten Ergebnisse, dass auch der Baukostenschuss (5.000 €) zur Optimierung der Wirtschaftlichkeit beiträgt.

Die Betrachtung des zukünftig zu erwartenden Heizölpreisanstiegs zeigt bereits, unter Berücksichtigung der derzeitigen Netzparameter (siehe „Leitungsnetz“) sowie der mittel- bis langfristig bekannten Preissteigerungsraten, dass die Nahwärme im Vergleich zur heizölbasierten Einzelfeuerung langfristig eine günstige Alternative darstellt.

Für die Bürgerinnen und Bürger ist die langfristig preisstabile Nahwärmeversorgung aus ökonomischer Sicht vorteilhaft. Ferner entfallen alle bisher notwendigen Arbeiten rund um die Brennstoffbeschaffung, was als Komfortsteigerung empfunden wird. Außerdem kann mit einer nachhaltigen und preisstabilen Nahwärmeversorgung eine Attraktivitätssteigerung des Wohnortes und somit eine Wertsteigerung der angeschlossenen Häuser einhergehen.

Aus ökologischer Sicht liegt ein weiterer großer Vorteil in der Minderung der CO_2-Emissionen und des Primärenergiebedarfs durch den Einsatz von Holzpellets als erneuerbaren Energieträger. Damit leistet das geplante Nahwärmenetz einen wichtigen Beitrag zur Energiewende.

8.2.2.3 „KI-LIVE“: Künstliche Intelligenz Leistungsstark In der VErwaltung

„KI-LIVE“, unter diesem Titel soll die Energiewende beispielhaft in der Nationalparkverbandsgemeinde Rhaunen demonstriert werden. Sie soll als Blaupause für Bürgerinnen und Bürger aber auch weitere Kommunen in Rheinland-Pfalz und dem Bundesgebiet dienen. Das Hauptziel des Projektes liegt hierbei auf der Reduktion der CO_2- Emissionen in den Sektoren Wärme und Strom und der hundertprozentigen Übertragbarkeit auf weitere Kommunen und Eigenheimbesitzer. Ferner ist der Einsatz einer KI-Technologie eine Kernmaßnahme dieses Projektes. Gleichzeitig wird diese Maßnahme die Möglichkeit zur Integrierung innovativer Künstlicher Intelligenz für ähnliche Projekte in Kommunen und Eigenheimen demonstrieren und aufzeigen. Im Folgenden werden die Maßnahmenbestandteile, welche in KI-LIVE integriert sind, beschrieben.

Photovoltaikanlage / E-Mobilität

Geplant ist die Installation einer Photovoltaikanlage (ca. 38 kWp) mit Stromspeicher (10,24 kWh nutzbarer Energieinhalt) zur größtmöglichen Eigenstromnutzung. Bei der Planung der Photovoltaikanlage wird die komplette zur Verfügung stehende Südfläche des Daches berücksichtigt. Der Stromspeicher wurde in einem ersten Schritt, bzgl. seiner Größe, mit einem höchstmöglichen monetär darstellbaren Autarkiegrad gewählt. In der folgenden Detailplanung wird diese Größe erneut geprüft. Zudem werden im Rahmen der Installation zwei Wall-Boxen mit je 22 kW Leistung installiert die zur Ladung von Elektrofahrzeugen dienen werden.

Beleuchtung

Um den Autarkiegrad weiter zu erhöhen wird die gesamte Innenbeleuchtung beider Verwaltungsgebäude auf moderne LED-Technik umgestellt. Dies erfolgt unter Berücksichtigung der notwendigen Arbeitsplatzbeleuchtung.

Physikalische Systemgrenze

Zur weiteren Senkung des Wärmebedarfs und der CO_2-Emmissionen des Gebäudes soll grundlegend die thermische Hülle der Gebäude aufgewertet werden. Dank bereits getätigter Investitionen in den vergangenen Jahren, in die Gebäudehülle, würde sich eine Aufwertung wie folgt darstellen.

Es erfolgt eine Dämmung der Fassade des Hauptgebäudes. Zusätzlich wird der obere Abschluss der thermischen Hülle beider Gebäude mittels Aufdachdämmung und Dämmung der

 © IfaS 2021

obersten Geschossdecke aufgewertet und auf die Anforderungen der derzeit gültigen Energieeinsparverordnung gebracht.

Weiter werden noch einzelne Außenfenster auf den derzeitigen Stand der Energieeinsparverordnung gebracht. Zudem soll bei der Umsetzung ein maßgeblicher Beitrag zur Biodiversität geleistet werden, in dem Vogelnistkästen in die Fassade eingearbeitet werden.

Wärmeerzeugung

Nach der damit verbundenen Senkung des Energiebedarfs des Gebäudes, soll auch die abgängige und veraltete Öl-Niedertemperatur-Heizung des Hauptgebäudes sowie die Öl-Gebläse-Heizung des Nebengebäudes durch eine moderne effiziente Pellet-Zentralheizung ersetzt werden. Zur Vorbereitung dieser Maßnahme, sind dieses Jahr bereits die beiden Verwaltungsgebäude durch einen Versorgungsgraben sowohl hydraulisch, als auch digital verbunden worden. Somit kann zukünftig die Wärmeversorgung mittels der neu installierten Pelletheizung zentral erfolgen. In diesem Zuge wird eine komplette Optimierung der Heizungshydraulik vorgenommen. Im Rahmen dieses Projektes soll das Heizungssystem mittels eines intelligenten Gebäudeleitsystems ergänzt werden. Die Gebäudeleittechnik wird für die Bereiche der Anlagentechnik eingesetzt.

Gebäudeleittechnik/ Smart Home

Alle Heizkörper der Gebäude werden mit Funkthermostaten ausgestattet. Diese ermöglichen zukünftig eine raumweise Temperaturregelung der Gebäude. Die Steuerung der Räume kann sowohl zentral als auch dezentral erfolgen. Mit dieser Maßnahme kann effizienter und genauer auf die Gebäudenutzung und Belegung eingegangen werden und somit der Heizenergiebedarf noch weiter gesenkt werden. Die Gebäudeleittechnik wird so konzeptioniert das diese um den Aspekt der bedarfsgesteuerten Lichtregelung erweiterbar ist.

KI-Kernmodul

Die geplante Photovoltaikanlage und Wall-Boxen in Verbindung mit dem Stromspeicher, werden mittels eines KI-Moduls gekoppelt. Dieses Modul wurde maßgeblich vom Fraunhofer Institut entwickelt und sorgt für eine optimale Ausnutzung des vorhandenen Stromspeichers zur höchstmöglichen Eigenstromnutzung, Stromverteilung sowie Sektorenkopplung. Dies geschieht durch Analyse vergangener Stromverbräuche und -erträge, in Verbindung mit Wetterdaten, in Abstimmung mit prognostizierten Stromverbräuchen und -erträgen. Auf Grundlage gesammelter Daten analysiert das Modul die Strombedarfe der Gebäude. Somit kann ein optimaler Stromfluss bestimmt werden, um den Autarkiegrad zu steigern. Ergänzend kann Einfluss auf das Batterie- Wechselrichter-System genommen werden. Dadurch wird ein Peak-Shaving ermöglicht, was einen zusätzlichen monetären Vorteil hervorbringt. Weiter ist das Modul mittels Software auswertbar und die Energieflüsse dokumentierbar. Jederzeit kann über

eine externe Bedienung eine manuelle Anpassung der Stromflüsse vorgenommen werden. Das Modul wird zusätzlich in die geplante Gebäudeleittechnik integriert. Weiterhin ist es möglich eine kollektive Batteriesteuerung (Schwarm) vorzunehmen, welche durchaus mit den bereits vorhandenen PV-Anlagen auf eigenen Liegenschaften denkbar ist.

8.2.2.4 Gründung / Weiterentwicklung einer Anstalt des öffentlichen Rechts (AöR) zur Projektentwicklung und -umsetzung

Gegenstand einer solchen Institution ist die kommunalwirtschaftliche Betätigung im Bereich der Daseinsvorsorge und Energieversorgung sowie die Übernahme von Managementaufgaben und Dienstleistungen für öffentliche Verwaltungen oder ggf. Tochter- und Beteiligungsgesellschaften.

Durch die initiierten Projekte entstehen vielfältige regionale Mehrwerte, welche nicht nur monetär-quantitativen Charakter haben. Auch Aspekte wie Umwelt- und Ressourcenschutz, Erhalt und Entwicklung der Kulturlandschaft, Innovation, Image und Steigerung der Lebensqualität bei sich ändernden Rahmenbedingungen (z. B. demographischer Wandel oder steigende Ansprüche an eine klimafreundliche Mobilität) spielen eine herausragende Rolle.

Des Weiteren werden, durch die Schließung regionaler Stoff- und Energiekreisläufe, die hiermit verknüpften Finanzflüsse lokal gebunden und reinvestiert. Auf diese Weise wird die Modellkommune unabhängiger und widerstandsfähiger gegenüber externen Faktoren wie Preissteigerungen oder Lieferengpässen. Einsparungen, z. B. durch verringerten Energieverbrauch, kommen direkt dem regionalen Wirtschaftskreislauf zugute.

Die erforderlichen innovativen Techniken zur Nutzung regionaler Potenziale benötigen neue, zum Teil hochqualifizierte Mitarbeiter. Eine modern aufgestellte Institution schafft solche Stellen und wirbt qualifizierte Arbeitskräfte an, was den Standort für Fachkräfte langfristig attraktiver macht.

Zur Gründung einer solchen Anstalt des öffentlichen Rechts (AöR) sollten Gespräche mit benachbarten Gemeinden angestoßen werden, um Partnerschaften aufzubauen, zu vertiefen und Synergien sowie Potenziale zu erschließen.

8.2.3 Energieeffizienz & Biodiversität

8.2.3.1 Sanierung von Liegenschaften, Einsatz EE und Energiemanagement

Ein Gebäude- und Energiemanagement beinhaltet nicht nur den Bau, Betrieb und Instandhaltung, sondern auch die Durchführung technischer und energetischer (Sanierungs-)Maßnahmen. In regelmäßigen Berichten wird der aktuelle Zustand eigener Liegenschaften aufgezeigt sowie Energieziele formuliert und Maßnahmen zur Erreichung aufgestellt. Diese Publikation

 © IfaS 2021

ist ein sehr guter Baustein, um Transparenz innerhalb der Verwaltung zu schaffen und, um als Vorbild nach außen zu wirken

Die bisherigen Maßnahmen an kommunalen Gebäuden sind vielfältig. Neben der Energieversorgung (bspw. Installation eines Pellet-Kessels in der Gesamtschule Herrstein-Rhaunen) wurde ebenso, bei durchgeführten Sanierungsmaßnahmen, ein großer Wert auf die Gebäudeeffizienz gelegt. Diese Arbeit sollte auf jeden Fall weitergeführt werden. Weitere Liegenschaften mit Handlungsbedarf sollten in einem genaueren Untersuchungsverfahren betrachtet werden, um konkrete Sanierungsempfehlungen erarbeiten zu können. So könnten dann die maximalen Einsparpotenziale, die mögliche CO2-Reduktion sowie die Investitionen erhoben und nachgewiesen werden.

Wesentlich ist, dass die Erfolge gemessen werden, was durch den konsequenten Einsatz von Mess- und Regelungstechnik gewährleistet wird. Neben den ökologischen Erfolgen wie Einsatz erneuerbarer Energien, verringerter Energiebedarf oder CO_2-Einsparung sind auch ökonomische Erfolge zu verzeichnen. Diese können, im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit, kommuniziert werden.

Die Etablierung eines Energiemanagementsystems (EnMS) ermöglicht die fortlaufende Verbesserung der energetischen Leistung und die Identifikation von Maßnahmen (bspw. zum Anlagenaustausch oder -einstellung). Zur Etablierung eines EnMS existiert eine Förderung im Rahmen der Klimaschutzinitiative, Förderschwerpunkt: Energiemanagementsysteme (Förderquote derzeit 50% bzw. 75% für finanzschwache Kommunen).

8.2.3.2 Entwicklung eines Energiekonzeptes für die Schule Rhaunen

Für den Schulstandort Rhaunen soll eine energetische Machbarkeitsstudie erstellt werden, mit dem Ziel, eine CO_2-Neutralität der Gebäude zu erreichen. Die Studie sollte in drei Schritten erstellt werden. Im ersten Schritt erfolgt eine Grundlagenermittlung, vor Ort im Bestand, mit Analyse des Gesamtkomplexes und Festlegung der Rahmenbedingungen, wie den angestrebten Energiestandard (bspw. EnEV- Passivhaus). Ferner sollten die notwendige Energieversorgungsstruktur sowie die Potenziale aus erneuerbaren Energiequellen erhoben werden.

Diese Faktoren bilden die Ausgangsbasis für die in einem zweiten Schritt zu erarbeitenden Gebäudeenergiekonzepte zur Eruierung der CO_2-Einsparpotenziale. Diese dienen, neben sinnvollen Varianten zur Minimierung der Wärmesenke, primär der Energiekonzeption für eine zentralisierte Gebäudetechnik (Heizen, Lüften, Kühlen).

Der Konzeption wird im dritten Schritt eine Berechnung der zu erwartenden Energiebedarfe als Lastgangslinie zu Grunde gelegt. Mit dieser Grundlage erfolgt die Analyse von möglichen Flächen für die Eigenerzeugung und Speicherung von Strom mittels Photovoltaik oder durch Windkraft. Hierbei wird die Nutzung eines KI-Moduls berücksichtigt, um den Autarkiegrad der

Gebäude zu erhöhen. Die Analyse findet Berücksichtigung in der Entwicklung der Energieerzeugungsvarianten für Wärme, Kälte und Strom. Hierbei finden alle derzeit auf dem Markt befindlichen Technologien Berücksichtigung. Die Ergebnisse des Energiedesigns münden in eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nach VDI 2067 mit Investitions- und Betriebskosten sowie einer ökologischen Bewertung der Varianten hinsichtlich der Erreichung von Nullenergie-Standard und CO_2-Neutralität.

Das Energiedesign verfolgt das primäre Ziel eines CO_2-neutralen Schulstandortes. Durch das Einbeziehen aller, monetär darstellbaren Technologien soll das Energiedesign und die daraus umgesetzten Maßnahmen als Blaupause für Schulstandorte in Rheinland-Pfalz dienen. Bei der Erstellung findet aber auch die Übertragbarkeit auf Eigenheimbesitzer Berücksichtigung. Mit der Erreichung der angestrebten CO_2-Neutralität sind dabei CO_2-Einsparungen im Sektor Wärme/ Kälte und Strom von bis zu 92.000 kg/a (Datengrundlage Quartierskonzept Dezember 2017) möglich.

8.2.3.3 Energetische Sanierung der kath. KiTa in Rhaunen

Für den katholischen KiTa-Standort Rhaunen sollte eine energetische Sanierung betrachtet werden. Die Betrachtung sollte eine ausführliche Grundlagenermittlung, mit Analyse der Energieinfrastruktur und -erzeugung, durchgeführt werden. Ferner sollten die Potenziale aus erneuerbaren Energiequellen erhoben werden. Im Folgenden werden unterschiedliche Aspekte der Versorgung und Effizienzsteigerung beleuchtet.

Austausch der Beleuchtung

<u>Halogenspots</u>

Für die Beleuchtung eines Gebäudeteils werden derzeit Halogenspots mit einer Leistung von 40 W verwendet. Hier empfiehlt sich die Umrüstung auf moderne LED-Technologie, um sowohl die ökologischen als auch die ökonomischen Vorteile einer Sanierungsmaßnahme vollständig auszureizen. Bei einem Austausch von sieben Halogenspots könnten ca. 285 kWh/a sowie ca. 75 € eingespart werden. Der Austausch wird sich nach etwa einem halben Jahr amortisieren.

<u>Gruppenraumbeleuchtung</u>

Der Austausch der Gruppenraumbeleuchtung wird beispielhaft für einen Raum untersucht. Aufgrund der Ähnlichkeit der Beleuchtungen in den einzelnen Räumen kann die Maßnahme als Leitfaden für weitere Austauschmaßnahmen in anderen Räumen genutzt werden. Im betrachteten Gruppenraum erfolgt die Beleuchtung aktuell mit 6 Spiegelrasterleuchten mit jeweils 4 T8 Leuchtstoffröhren. Hier wird der Austausch gegen moderne LED-Paneele berechnet. Bei

 © IfaS 2021

einem Austausch der 6 Spiegelrasterleuchten können im Jahr ca. 338 kWh sowie 88 € eingespart werden.

Sanitärbeleuchtung

Im Bereich der Sanitäranlagen erfolgt die Beleuchtung aktuell mittels T8 Leuchtstoffröhren, insgesamt acht Stück an der Zahl. Auch hier lässt sich bei einem Austausch der Leuchten gegen moderne LED-Leuchten eine erhebliche Energieeinsparung erreichen. Im vorliegenden Fall wird der Austausch unter Einsatz sogenannter Retro-Fit LED-Tubes betrachtet. Vorteil dieser Tubes sind die geringeren Kosten gegenüber neuen Komplettleuchten. Vor dem Austausch wird empfohlen, den Versicherungsschutz der Leuchten in Bezug auf LED-Retro-Fit Tubes zu prüfen. Durch die Maßnahme können im Jahr ca. 450 kWh sowie 115 € eingespart werden.

Flurbeleuchtung

Als letzter Leuchtenaustausch wird die Flurbeleuchtung betrachtet. Hier wurde der Austausch aller Leuchten berechnet. Aktuell erfolgt die Beleuchtung mit 10 Spiegelrasterleuchten die jeweils 4 kurzen T8 Leuchtstoffröhren enthalten. Bei einem Austausch dieser durch moderne LED-Paneele wäre eine Einsparung von 564 kWh bzw. 147 € im Jahr zu erzielen

Tabelle 8-14: Zusammenfassung Beleuchtungstausch

Maßnahme	Endenergie [kWh/a]	Primärenergie [kWh/a]	CO_2-Emissionen [t/a]
Austausch Halogenleuchten	286	514	0,2
Austausch Gruppenraumbeleuchtung	338	609	0,2
Austausch Sanitärbeleuchtung	451	812	0,2
Austausch Flurbeleuchtung	564	1.015	0,3
Gesamteinsparung	**1.639**	**2.951**	**0,9**

Aufgrund der recht hohen Nutzungszeiten im Kindergarten, die mit 1.200 h/a angenommen wurden, realen Stromkosten und durchschnittlichen Marktpreisen für LED-Lampen, amortisiert sich ein Beleuchtungstausch bereits nach sieben Jahren.

Austausch der Heizkesselanlage

Der Heizkessel des Gebäudes stammt aus dem Jahre 1990. Aufgrund des hohen Alters muss in den nächsten Jahren mit einem Kesselaustausch gerechnet werden. Im Rahmen einer energetischen Sanierung wird auch der Kesselaustausch betrachtet. Aufgrund der Tatsache, dass moderne Öl-Brennwertgeräte bis zu 30 % weniger Brennstoff verbrauchen, als ihre alten Vorgängermodelle stellt sich auch ein Austausch unabhängig vom aktuellen Kesselzustand als interessante Möglichkeit dar, den immer weiter steigenden Energiepreisen entgegenzutreten.

Der Austausch der Bestandsheizung gegen einen modernen Kessel steht aufgrund des hohen Anlagenalters von 27 Jahren auf jeden Fall in den nächsten Jahren an. Im Rahmen des Austausches sollte die Überlegung dahingehen, eine möglichst umweltfreundliche neue Heizungsanlage einzubauen. Hier besteht die Möglichkeit des Einbaus einer Pelletheizung oder jedoch der geplante Anschluss an das neu entstehende örtliche Nahwärmenetz.

Der Einbau eines Holzpelletkessel mit Pelletlager und Pufferspeicher bietet eine annähernd CO_2 freie wie auch erprobte und sichere Versorgungsmöglichkeit. Es handelt sich dabei um eine vollautomatische Anlage, bei der nur ein- bis zweimal im Winter der Aschekasten geleert werden muss.

Die Größe des benötigten Lagerraums hängt vom Wärmebedarf des Gebäudes ab und sollte, wenn der Platzbedarf dies hergibt, auf den Brennstoffbedarf eines Jahres ausgelegt werden, da die Brennstoffbeschaffung in den Sommermonaten bis zu 10 % günstiger ist als im Winter. Unter Annahme des aktuellen Wärmebedarfs wäre hierfür ein Pelletlager mit einem Volumen von ca. 30 m^3 nötig, welchem einem Raum von 3m*4 m*2,5 m entspricht.

Folgende Tabelle zeigt eine mögliche Umrüstung auf einen modernen Öl-Brennwertkessel beziehungsweise einen Pelletkessel. Aufgrund der geringeren Brennstoffkosten ist der Wärmepreis der Pelletheizung trotz der wesentlich größeren Anfangsinvestitionen und Wartungskosten niedriger als der eines Öl-Brennwertgerätes. Hierbei wurde ein Betrachtungszeitraum von 20 Jahren angenommen.

© IfaS 2021

Tabelle 8-15: Heizkesseltausch kath. KiTa Rhaunen

	bestehender Kessel	Heizöl-Brennwert-kessel	Pelletheizung (konventionell)
Jahreswärmebedarf	111.999 kWh	111.999 kWh	111.999 kWh
Jahresnutzungsgrad	65 %	90 %	85 %
Energieeinsatz	151.199 kWh	123.199 kWh	128.799 kWh
Energieinhalt, Heizwert (Hi) des Brennstoffs	10,06 kWh/l	10,06 kWh/l	4,95 kWh/kg
Brennstoffmenge	15.000 l	12.200 l	26.000 kg
Brennstoffpreis	65,00 ct/l	65,00 ct/l	218 €/t
Spezifische Brennstoffkosten/Jahr	9.750 €	7.930 €	5.670 €
Betriebsgebundene Kosten /Jahr (u.a. Wartung,/Reparatur, Schornsteinfeger, Hilfsstrom)	600 €	300 €	900 €
Investition inkl. Kessel, Regelung, Brauchwasserspeicher	0 €	15.000 €	40.000 €
Förderung (MAP-Förderung für Holzheizungen)	0 €	für öffentliche Gebäude keine Förderung	6.720 €
Kapitalkosten bei 20-jähriger Nutzungsdauer und 1,5% Zins	0 €	920 €	2.040 €
Gesamtkosten/Jahr	10.350 €	9.150 €	8.610 €
Spezifische Wärmekosten (netto)	**0,078 €/kWh**	**0,069 €/kWh**	**0,060 €/kWh**
Spezifische Wärmekosten (brutto)	**0,092 €/kWh**	**0,082 €/kWh**	**0,077 €/kWh**

Dennoch sollte bei einer Entscheidungsfindung das Gesamtbild betrachtet werden. Schaut man sich die Primärenergiebedarfe sowie die CO_2 – Emissionen an, so hat der Pelletkessel mit Abstand den geringsten Primärenergiebedarf.

Tabelle 8-16: Heizkesseltausch KiTa: Energiebedarfe und CO_2 – Emissionen

	Bestand	Öl-Brennwertkessel	Pelletkessel
Endenergiebedarf	151.199 kWh/a	123.199 kWh/a	128.799 kWh/a
Primärenergiebedarf	166.319 kWh/a	135.519 kWh/a	25.760 kWh/a
CO2 - Emmissionen	40 t/a	33 t/a	3 t/a

Im Rahmen eines Heizungsaustausches ist die Wärmedämmung der Heizungsverteilung zu vervollständigen, sowie in der gesamten Anlage ein hydraulischer Abgleich durchzuführen.

Dämmung der Außenwand

Die Außenwände des Gebäudes sind aktuell noch nicht gedämmt, insbesondere in Anbetracht der extrem hohen Heizkosten und des Gebäudebaujahres wurde eine Dämmung der Außenwände betrachtet. Aufgrund des bereits weit fortgeschrittenen Dämmstandards im Jahre 1995 wurde neueste Teil des Gebäudes nicht in die Betrachtung aufgenommen.

Über die nicht gedämmte Außenwand entstehen große Wärmeverluste. Durch das Anbringen einer Dämmung (z.B. Wärmedämmverbundsystem) können die Wärmeverluste gesenkt werden. Es wurde das Anbringen einer Dämmung mit einem U-Wert von 0,24 W/(m²K) gerechnet, welcher den aktuellen EnEV-Anforderungen entspricht. Die Kosten belaufen sich auf 25.000 €. Die zu erwartenden Einsparungen werden ungefähr bei 10 % des aktuellen Energiebedarfes

liegen. Diese Maßnahme amortisiert sich nach ca. 30 Jahren. Generell ist anzumerken, dass das Anbringen einer Dämmung nur empfehlenswert ist, wenn ohnehin Sanierungen an der Außenwand anstehen.

Installation einer Photovoltaik-Anlage

Bislang wurden Photovoltaikanlagen unter dem Gesichtspunkt der Netzeinspeisung und Vergütung aus dem EEG kalkuliert. Die Systempreise sind jedoch so stark gefallen, dass eigenproduzierter Dachanlagenstrom mit ca. 10-12 ct/kWh mittlerweile wesentlich günstiger ist als der Strombezugspreis mit ca. 25,3 ct/kWh. Die Eigenstromnutzung eignet sich daher ideal für Gebäude mit Strombedarf am Tag wie z.B. Büro- oder Verwaltungsgebäude oder Bildungseinrichtungen.

In diesem Maßnahmenteil wird das Einsparpotential einer PV-Dachanlage auf dem Kindergarten aufgezeigt. Das nach Süd-West ausgerichtete Dach hat eine Fläche von ca. 90 m² und eine Dachneigung von ca. 30° und ist damit ideal für die Solarenergienutzung geeignet. Die tägliche Öffnungszeit des Kindergartens von ca. 7.00 -17.00 Uhr passt ideal zur solaren Stromproduktion einer PV-Anlage.

Der derzeitige Stromverbrauch Kindergartens beträgt 9.800 kWh/a.

Hierfür wäre eine PV-Anlage von 9,9 kWp mit 70 m² Modulfläche nötig. Das Investitionsvolumen beträgt ca. 11.900 € und die Anlage würde ca. 10.400 kWh/a Strom produzieren. Eine Eigenverbrauchsquote von ca. 50% (ohne Batteriespeicher) wäre für den Kindergarten erreichbar.

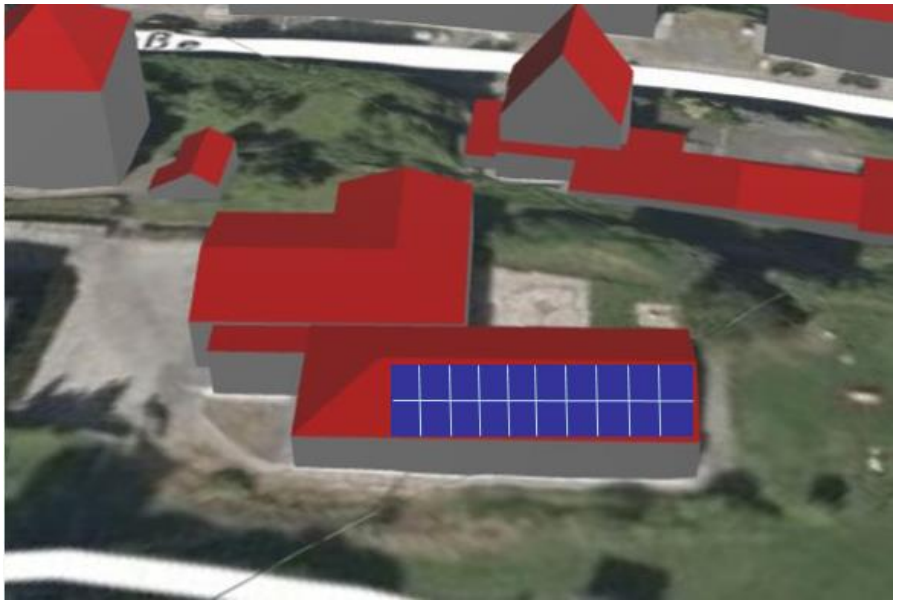


Abbildung 8-14: Dach-Photovoltaik-Anlage KiTa Rhaunen

Kosten: Ca. 11.900 € für die PV-Anlage, schlüsselfertig.

Finanzierung: Finanzierung möglich über Kommunalkredit oder KfW-Darlehn

 © IfaS 2021

Wirtschaftlichkeit: Nach einer ersten Abschätzung amortisiert sich die Anlage in 10-12 Jahren.

8.2.3.4 Entwicklung eines Leitfadens zum energiebewussten Bauen

Die größten Potenziale zur Energieeinsparung und der Erzeugung erneuerbarer Energien liegen in privaten Eigentumsverhältnissen – im Besonderen bei der Bürgerschaft. Diese sollte umfassend über die Möglichkeiten und Vorteile einer energetischen Sanierung, eines energiebewussten Bauens und über erneuerbare Energien, aufgeklärt werden. Diese Informationen sollten gebündelt in eine Informationsbroschüre zum klimaneutralen Bauen fließen. Es sollten grundlegende Technologien und generelle Themen, wie die Energieeffizienz und CO_2-Neutralität, aufbereitet und verständlich erläutert werden. Ziel sollte sein, der Bürgerschaft aufzuzeigen, dass klimafreundliches Bauen kein teures Zukunftsprojekt ist.

Rechtliche Vorgaben, wie sie zum Beispiel aus der Energieeinsparverordnung kommen, sowie Förderprogramme sind Mittel, um ein möglichst energieeffizientes Bauen anzuregen und sollten deswegen ebenfalls aufgelistet und erklärt werden. Die Ansprüche an die Energieeffizienz von Neubauten sind in Deutschland durch gesetzliche Vorgaben bereits hoch, jedoch kann durch zusätzliche Investitionen noch über diese rechtlichen Vorgaben hinausgegangen werden, um sowohl für die Umwelt und gegen den Klimawandel als auch für die eigenen laufenden Kosten langfristig Verbesserungen zu erzielen.

Besonders private Bauherr*innenkönnen können einen enormen Beitrag zur CO_2-Neutralität der Modellkommune leisten, indem sie die Emissionen von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen im Eigenheim minimieren.

8.2.4 Mobilität

8.2.4.1 Ausbau der Ladeinfrastruktur

Bestehende Bemühungen zum Ausbau der Ladeinfrastruktur sollten in Zukunft weiter ausgebaut werden. Interessant hierfür sind besonders Standorte mit hohem Besucherverkehr wie bspw. Supermärkte, Bahnhöfe, Sportstätten und touristische Anziehungspunkte.

Gemäß den Bundeszielen im Sektor Verkehr soll der Anteil der Elektromobilität in den Kommunen sukzessive gesteigert werden. Durch den infrastrukturellen Ausbau des Stromtankstellennetzes sollen die Ziele im Bereich der Elektromobilität unterstützt werden. Es ist davon auszugehen, dass der Marktanteil der Elektromobilität, einhergehend mit den verbesserten Speichertechnologien, in den kommenden Jahren zunehmen wird. Durch den technischen Fortschritt wird auch ein kostengünstigerer und effizienterer Ausbau entsprechender Ladestationen (Elektrotankstellen) prognostiziert. Öffentlichkeitswirksame Ladestationen können in Zu-

sammenarbeit mit einem lokalen Energieversorger und in Kombination mit Solarcarports errichtet werden, wodurch der zum Laden der Fahrzeuge benötigte Strom selbst produziert werden kann. Durch diese Maßnahme soll eine Förderung der Elektromobilität in privaten Haushalten und Unternehmen erreicht werden. Der Aufbau von Ladestationen kann durch die Förderrichtlinie Ladeinfrastruktur des Bundesministeriums für Verkehr und Infrastruktur gefördert werden.

8.2.4.2 Ausbau des Fahrrad- und Pedelecverkehrs

Um eine den Pendel- und Alltagsverkehrs teilweise durch Fahrrad und E-Bike zu ersetzen, sollte der Ausbau von Radwegen forciert werden. Zu den Zielgruppen zählen Berufspendler*innen sowie Schüler*innen. Die Fördermöglichkeiten für investive Maßnahmen des Radverkehrs stellen eine zusätzliche Motivation dar.

Gerade bei viel befahrenen Verbindungsstraßen in ländlichen Räumen und Landstraßen, welche überwiegend durch den PKW genutzt werden, ist eine gemeinsame Nutzung des Straßenraumes mit einem hohen Gefahrenpotenzial verbunden. Hier sollte unbedingt darauf geachtet werden, dass baulich abgetrennte Fahrradwege errichtet werden. Empfundene Unsicherheit auf dem Fahrrad kann die Nutzung des Fahrrades/E-Bikes verhindern.

Neben dem Vorhandensein intakter Fahrradwege sind eine Reihe von weiteren Faktoren zur Förderung notwendig. Diese Maßnahmen werden im Folgenden beschrieben.

Eine besondere Bedeutung kommt dem Bereich der Fahrradabstellanalgen zu. Diebstahlsichere und im Idealfall wettergeschützte Anlagen an wichtigen Orten, wie beispielsweise Haltestellen und öffentlichen Gebäuden, haben einen großen Einfluss auf die Nutzung des Fahrrads. Sichere Fahrradabstellanlagen geben einen positiven Anreiz, Wege mit dem Fahrrad zurücklegen. Diese Bedeutung wächst mit der Durchdringung von E-Bikes weiter, da diese in der Regel deutlich höhere Anschaffungskosten besitzen.

Mit der Verknüpfung ÖPNV und Fahrrad / E-Bike-Verkehr entstehen, durch die bessere Erreichbarkeit touristischer Destinationen, Synergien zum Fahrrad-Tourismus. Hier sind beworbene Auflademöglichkeiten an touristischen Highlights und Gastronomiebetrieben eine sinnvolle Maßnahme.

Um die Effekte der zuvor behandelten Themenfelder zu verstärken, soll eine Beschilderung den schnellsten und sichersten Weg (markiert als Fahrradweg) zu den Hauptdestinationen (bspw. Ortskern, Nachbarorte, Bahnhöfe, Touristisches Angebot) markieren.

8.2.4.3 Etablierung eines Lebensmitteldepots

Pendelnden Metzgern und Bäckern wird durch diese Maßnahme ermöglicht, die bereits von Kunden bestellten Waren in einem Lebensmitteldepot abzulegen. In Kooperation mit lokalen

 © IfaS 2021

Landwirten etc. kann ebenfalls frisches Obst und Gemüse dort angeboten werden, was wiederum die regionale Wertschöpfung fördert. Die Lebensmitteldepots können in zentral eingerichteten Räumen innerhalb verschiedener Ortschaften installiert werden. Dadurch ist diese Maßnahme besonders interessant für berufstätige Menschen, die zur Tageszeit nicht selbst vor Ort sein können, für Menschen ohne Auto sowie Senioren. Darüber hinaus leistet die Maßnahme einen Beitrag zur Vermeidung zusätzlichen Verkehrs sowie zusätzlicher Wege.

8.2.4.4 Errichtung / Ausweitung von Mitfahrerparkplätzen- und Bänken

Mitfahrerbänke stellen eine einfache und sinnvolle Ergänzung zum öffentlichen Personennahverkehr dar. Sie ermöglichen die flexible und sichere Mitnahme von Personen innerhalb der Modellkommune. Das Aufstellen einer Mitfahrerbank in jeder Ortschaft erzeugt ein flächendeckendes Netz und erhöht damit die Möglichkeiten der Bevölkerung in hohem Alter und bei Personen ohne Fortbewegungsmittel mobil zu bleiben. Weiterhin ist das Aufstellen mit einem niedrigen Aufwand verbunden, der jedoch einen hohen Nutzen erzeugt. Als gemeinschaftlich orientierte Maßnahme können die Mitfahrerbänke zudem das soziale Gefüge der Gemeinde stärken. Um eine langfristige Verankerung der Mitfahrerbänke in der Modellkommune zu erreichen ist es notwendig in der Bevölkerung Aufmerksamkeit für diese Maßnahme zu erzeugen und die Sicherheit zu gewährleisten. Erstes kann durch eine umfangreiche Bewerbung der Maßnahmen in bspw. dem Amtsblatt oder über öffentlichkeitswirksame Aktionstage/Veranstaltungen erreicht werden. Zweites kann über eine Registrierung des Autofahrers, bspw. auf einer Online-Plattform sowie nach erfolgreicher Registrierung, einen Aufkleber auf dem Auto erfolgen.

Eine Verknüpfung mit Online-Diensten wird auch hier angeraten, damit überflüssige Wartezeiten vermieden werden.

8.2.5 Öffentlichkeitsarbeit

8.2.5.1 Kampagne Photovoltaik / Solarkataster

Wie zu erwarten verdeutlichen auch die Ergebnisse der Potenzialanalysen, dass ein großer Anteil zum Ausbau Erneuerbarer Energien auf die regionale Bevölkerung entfällt. Dies betrifft vornehmlich die Installation von Photovoltaik- und Solarthermieanlagen, die in den meisten Fällen einfach zu errichten sind und wirtschaftlich betrieben werden können.

Um diese Potenziale zu erschließen, müssen die Bürger*innen auf die Thematik Solarenergie aufmerksam gemacht und ausführlich informiert werden. Um den Gebäudeeigentümern schnell, unkompliziert und kostenfrei einen ersten Überblick zu geben, ob eine Investition in Solarenergie auf die eigenen Dächer technisch und wirtschaftlich sinnvoll ist, wird die Kommu-

nikation bestehender Solardachkataster auf internetbasierten Plattformen empfohlen. Dementsprechend sollte das bestehende landesweite Solarkataster des Landes Rheinland-Pfalz genutzt und breit kommuniziert werden[142].

Im Rahmen von Informationsveranstaltungen sollen den Bürger*innen das Solardachkataster, sein Zweck und seine Funktionsweise sowie die Chancen und Möglichkeiten durch die Nutzung von Solarenergie präsentiert werden (*Vom ersten Klick im Solarkataster bis zum fertigen Projekt: Jetzt alle Infos rund um das Thema Solarenergie von Ihrem Dach!*).

Im Rahmen einer Kampagne sollte zu oben beschriebenen Themen intensive Öffentlichkeitsarbeit betrieben werden, ggf. kann durch regelmäßige Artikel im Amtsblatt die Präsenz im kollektiven Gedächtnis erhöht werden.

Da die Entwicklung des EEG, welches maßgeblich für die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen ist und auch die steuerlichen Aspekte in verschiedenen Lebenssituationen oft schwer zu durchblicken sind, bietet es sich zudem an, regelmäßige Informationsveranstaltungen mit verschiedenen Partnern durchzuführen. Die Kombination von Experten aus den Bereichen Finanzierung und Förderung, Handwerk und Steuerrecht vermitteln den Bürger*innen stets praxisnah aktuelle Informationen.

Unter Berücksichtigung des derzeitigen Anlagenbestandes innerhalb der Modellkommune, lässt sich ein höherer Informationsbedarf auf Seiten der Bevölkerung ableiten. Aber auch die Vorbildfunktion der Modellkommune sollte wahrgenommen und kommuniziert werden, um die Motivation der Bürger*innen, eigene Investitionen zu tätigen, zu steigern. Im Rahmen einer solchen Kampagne wäre auch eine Belohnung für neu beauftragte Installationen (z. B. Zuschuss, Verlosung, Gutschein für Energieberatung oder dergleichen) denkbar.

8.2.5.2 Aufbau einer durchgängigen Corporate Identity (CI)

Die Entwicklung einer zukünftigen Dachmarke als Leitlinie für die verbale (Slogan) und visuelle Kommunikation (Logo) dient der Darstellung der Klimaschutzbemühungen der Betrachtungsregion als Ganzes nach außen. Folglich soll eine eigene klimaaffine Marke in der Region geschaffen werden. Durch ein einheitliches Auftreten kann die Aufmerksamkeit der breiten Öffentlichkeit auf den Umsetzungsprozess gelenkt sowie der Bekanntheitsgrad als klimaaffine Betrachtungsregion und des Projektes ZENAPA auch überregional gesteigert werden. Hierbei ist nochmals darauf hinzuweisen, dass die Vorgaben des ZENAPA-CD-Handbuchs zu beachten sind.

8.2.5.3 Verstetigung und Erweiterung der kommunikativen Struktur

[142] Quelle: https://solarkataster.rlp.de

 © IfaS 2021

Damit die Zielgruppen über öffentlichkeitwirksame Kommunikationsmaßnahmen zu erreichen sind, gilt es, unterschiedliche Kommunikationsmedien und -kanäle zu nutzen.

Printmedien:

Durch die Nutzung von vor allem lokalen Printmedien mit ihrem hohen Regionalbezug, wie z. B. kommunale Amtsblätter und regionale Tageszeitungen, werden Streuverluste, bspw. bei der Bewerbung von Veranstaltungen und Kampagnen, verhindert sowie gleichzeitig die Aufmerksamkeit auf die Klimaschutzbemühungen der Betrachtungsregion gelenkt. Zur Sensibilisierung und Information der regionalen Akteure sollten die bereitgestellten Werbematerialien von ZENAPA (z. B. Roll-Up und Informationsflyer) genutzt werden.

Daneben gilt es auch, Printmedien, wie z. B. Informationsbroschüren, -flyer oder Plakate, von regionalen, aber auch bundesweiten Institutionen (z. B. Bundesministerien) zu verwenden. Die Vorteile sind, dass die Informationsbereitstellung gewährleistet werden kann und gleichzeitig Konzipierungs- und Designkosten für die Gestaltung eigener Materialien entfallen. Lokale Rundfunkmedien sollten als flankierendes Medium ebenfalls genutzt werden. Durch die Nutzung von Rundfunkkanälen können Personenkreise erreicht werden, welche Zeitungen i. d. R. nicht als primäre Informationsquelle nutzen.

Online-Medien:

In der Betrachtungsregion existieren vielfältige Internetpräsenzen, welche in die Klimaschutzkommunikation der Betrachtungsregion integriert werden können. Im Zuge der Gründung des regionalen Klimaschutznetzwerks ist zu entscheiden, ob eine gemeinsame oder aber eine eigenständige Klimaschutzplattform entstehen soll. Auf dieser Plattform könnte die Informationsbereitstellung z. B. zum Umsetzungsprozess, zu Veranstaltungs-, Beratungs- und Bildungsangeboten, aber auch zu Energiespartipps zentralisiert werden. Zur überregionalen Vermarktung der Klimaschutzbemühungen sollten die ZENAPA-Kommunikationskanäle wie z. B. Homepage, Social-Media-Netzwerke und Newsletter intensiv für die Klimaschutzkommunikation genutzt werden.

Ferner wird empfohlen, die Klimaschutzplattform mit den Internetpräsenzen aller Mitglieder und Projektpartner zu verlinken.

Falls sich die Verantwortlichen vor Ort für die Etablierung einer Klimaschutzplattform entscheiden, wäre es ratsam, ebenfalls einen Social-Media-Account (z. B. bei Facebook) einzurichten. Der Einsatz dieses Mediums ist zu empfehlen, denn es können hiermit auch Zielgruppen (z. B. Jugendliche und junge Erwachsene) erreicht werden, welche andere Kommunikationsmedien wie z. B. Amtsblätter oder regionalen Tageszeitungen, nicht zur Information nutzen. Aus den Reihen der Netzwerkmitglieder ist ein Verantwortlicher zu bestimmen, der die Pflege und Aktualisierung dieses Accounts in enger Abstimmung mit dem Klimawandelmanager übernimmt.

Dabei stellt die Nutzung von Social-Media-Netzwerken keinen Selbstläufer dar; vielmehr bedarf es der stetigen Aktualisierung bzw. Informationsbereitstellung, damit das gewonnene Interesse der Follower langfristig erhalten werden kann. Diesbezüglich sollte, um die Reichweite solcher Accounts zu erweitern, die URL-Adresse in alle Kommunikationsmaterialien und -kanäle integriert werden. Des Weiteren ist zu empfehlen, diesen Account mit jenen von regionalen Akteuren, aber auch des Projektes ZENAPA zu verbinden, um auf diese Weise stetig die Reichweite und den Bekanntheitsgrad zu erhöhen.

Intensivierung und Verstetigung von Medienpartnerschaften:

Bestehende Medienpartnerschaften sind im Rahmen der Klimaschutzkommunikation der Betrachtungsregion zu intensivieren und neue Strukturen zu schaffen. Daher ist in der Betrachtungsregion ein mediales Verteilsystem für bspw. Pressemitteilungen zu etablieren, welches natürlich eine enge und aktive Partnerschaft mit den lokalen Medien sowie Akteuren voraussetzt.

8.2.5.4 Gründung von Netzwerken und anderen Zusammenschlüssen

Bei der Initiierung von Kampagnen und für die Maßnahmenumsetzung wird die enge Verzahnung mit regionalen Akteuren empfohlen; hierbei bietet sich die Gründung eines Netzwerkes an. In dieses Netzwerk sollten u. a. regionale Handwerker, Klimaschutzmanager, kommunale Verantwortliche sowie Vertreter von Banken und Energieversorgern sowie IkoNE-Mitglieder, aber auch Mitglieder des *Lokalen Steuerungskomitees* und der ZENAPA-Klimawandelmanager vertreten sein. Die regelmäßigen Treffen dienen dem Erfahrungs- und Wissensaustausch, sodass die Partner jeweils voneinander lernen, sich bei Umsetzungsschwierigkeiten beraten sowie unterstützen können. Auch soll im Rahmen der regelmäßig stattfindenden Treffen eine gemeinsame Umsetzungsstrategie erarbeitet und gemeinschaftliche Ziele definiert werden.

Ferner ist die Etablierung einer Steuerungsgruppe *Klimaschutzkommunikation* zu empfehlen, welche eine gemeinsame Kommunikationsstrategie für die Betrachtungsregion entwickelt und verfolgt. Auch die Gründung von themenspezifischen Arbeitsgruppen, z. B. für die Bereiche Bildung, Tourismus und Öffentlichkeitsarbeit wird empfohlen. Der ZENAPA-Klimawandelmanager fungiert als Bindeglied der unterschiedlichen Zusammenschlüsse. Diesen sollte in regelmäßigen Abständen ein konstruktiver Austausch ermöglicht werden.

Gerade dem Bereich *Networking* kommt eine besondere Rolle zu. Denn durch die enge Verzahnung mit regionalen und überregionalen sowie internationalen Klimaschutzprojekten kann es zu positiven Effekten im Bereich *Steigerung des Bekanntheitsgrades der Betrachtungsregion und des Projektes ZENAPA*, der Entwicklung von innovativen Projektideen sowie der Umsetzung von Maßnahmen kommen.

 © IfaS 2021

8.2.5.5 Durchführung von themenspezifischen Kampagnen

Ziel von Kampagnen ist, die Zielgruppen zu informieren, Interesse und Verständnis für die jeweilige Thematik zu wecken und ein Umdenken sowie eine Aktivierung zu erreichen. Denn nur auf diese Weise werden Informationsdefizite minimiert, vorhandene Potenziale ausgeschöpft und der Transformationsprozess der Betrachtungsregion ermöglicht. Folglich wird die Durchführung von themenspezifischen und auf die regionalen Zielgruppen zugeschnittenen Kampagnen in der Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen empfohlen.

Im Rahmen von LIFE-IP ZENAPA sind in der Betrachtungsregion mindestens folgende themenspezifische Kampagnen durchzuführen:

- Heizungspumpen
- LED-Straßenbeleuchtung
- Effiziente und/oder erneuerbare Heizungsanlagen
- E-Mobilität
- Regionaltypisches Bauen

Ergänzend können im Laufe der achtjährigen Projektlaufzeit weitere Kampagnen durchgeführt werden, welche der ZENAPA-Philosophie und den relevanten Themen im Betrachtungsgebiet entsprechen. Zur zusätzlichen Anreizsetzung können Kampagnen mit Hilfe von Sponsoren durch Gewinnspiele, Preisausschreiben oder Verlosungen o. ä. ergänzt werden. Um mehr Begeisterung für die Region zu schaffen und die Bürger partizipativ zu aktivieren können bspw. Wettbewerbe organisiert werden, die den Umweltschutz als Schwerpunkt haben. Eine umfassende mediale Deckung dieser Kampagne durch verschiedene Kanäle ist ein wesentliches Element im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit, wobei Mitwirkung der Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen bei jeder kampagnenbezogenen Kommunikation deutlich gemacht werden sollte. Die Verlosung von Preisen in Form lokaler Erlebnisse oder Produkte, z. B. der Regionalmarke „SooNahe“ würde die Identität zur Region stetig erhöhen. Zudem wird durch die Einbindung der lokalen Partner eine höhere Kampagnenreichweite erzielt.

Im Rahmen von LIFE-IP ZENAPA sollten die durchgeführten Kampagnen stets einen Umsetzungscharakter aufweisen. Damit einhergehend sollte der Zielerreichungsgrad messbar sein.

Eine weitere Möglichkeit zur Umsetzung kann in der Konzipierung sogenannter Dachkampagnen liegen. Hierbei werden übergeordneten Themen (z. B. Energie) unterschiedliche thematische Kampagnenmodule (z. B. Sanierung, Strom- und Wärmeversorgung, Energieeffizienz) zusammengefasst. Dies ist zum einen für die Generierung von Aufmerksamkeits- und Wiedererkennungseffekten sowie zum anderen aus Kostengründen zu empfehlen. Damit einhergehend haben sich die Kommunen Herrstein und Rhaunen in der Vergangenheit bereits der von dem Interkommunalen Netzwerk Energie (IkoNE) initiierte Kampagne „Energiewende, mein Haus macht mit“ angeschlossen. Im Rahmen der Informationsveranstaltung insbesondere für

private Hausbesitzer wurde in vier aufeinander aufbauenden Modulen aufgezeigt, wie diese ihre Häuser effizienter machen können.[143] Vor diesem Hintergrund verfügt die Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen bereits über Kompetenzen, welche in die Kampagnenarbeit einfließen können. Des Weiteren sollte das Netzwerk bei der Kampagnenarbeit nach Möglichkeit eingebunden werden.

Ergänzend zu oben genannten Handlungsempfehlungen sind im Maßnahmenkatalog noch weitere öffentlichkeitswirksame Kommunikationsmaßnahmen hinterlegt, welche den Verantwortlichen vor Ort Möglichkeiten zur Umsetzung einer regionalen, klimaaffinen Kommunikation dienen sollen.

8.2.5.6 Interaktion mit der Bewegung „*Fridays for Future*“

Eine Interaktion mit der Bewegung „*Fridays for Future*“ könnte sich auch als Maßnahme im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit anbieten. In diesem Zusammenhang könnte beispielsweise der Jugendbeirat versuchen Jugendliche für die Region und die lokalen Klimaschutzbemühungen zu gewinnen. Daher ist es zielführend, den Jugendbeirat in den Umsetzungsprozess zu integrieren und diese über geplante Vorhaben zu informieren. Auf den regionalen Demos könnten sie die Jugendlichen beispielsweise mit Informationsständen und das Austeilen von Give-Aways über die Bemühungen der Betrachtungsregion informieren.

Aufgrund der Präsenz und der Nähe zur Thematik werden Jugendliche zum Schutz der eigenen Region animiert und identifizieren sich stärker mit ihr. Daraus können konkrete Projektideen und Initiativen entstehen, welche der Zukunftsfähigkeit der Region zuträglich sind.

[143] Verbandgemeinde Birkenfeld.

 © IfaS 2021

9 Energie- und Treibhausgasbilanzierung (Szenarien)

Mit dem Ziel, ein auf den regionalen Potenzialen des Betrachtungsgebietes 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 in allen betrachteten Sektoren und Potenziale regenerativer Energieerzeugung errechnet. Bei der Entwicklung des Stromverbrauches ist bereits der steigende Bedarf (Mehrverbrauch) durch die Sektorenkopplung mit dem Wärme- und Verkehrssektor mitberücksichtigt. Die Entwicklungsmöglichkeiten des Betrachtungsgebietes auf Ebene der Modellkommune werden bis zum Zieljahr 2050 anhand eines Szenarios dargestellt. Dabei wird der Ausbau Erneuerbarer Energien, die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen sowie eine Reduktion der Treibhausgase forciert. Der sukzessive Ausbau der Potenziale „Erneuerbarer Energieträger“ sowie die Erschließung der Energieeffizienzpotenziale erfolgt unter der Annahme, dass die verfügbaren Potenziale bis zum Jahr 2050 zu 100 % erschlossen werden. Die Ergebnisse werden im Folgenden in einem Entwicklungsszenario abgebildet. Das Entwicklungsszenario erlaubt es, die Auswirkungen der unterschiedlichen Zubau- bzw. Erschließungsraten auf die Energie- und Treibhausgasbilanz und die mögliche Regionale Wertschöpfung abzubilden. Das Szenario zeigt dabei Möglichkeiten auf, entspricht an dieser Stelle aber nicht einem Umsetzungsplan.

Die Entwicklung im Verkehrssektor selbst wurde bereits in Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** hinsichtlich des gesamten Energieverbrauches von 2015 bis 2050 umfassend dargestellt. Hier wurde verdeutlicht, dass es zukünftig zu Kraftstoffeinsparungen aufgrund effizienterer Motorentechnik der Verbrennungsmotoren und zu einer Substitution der fossilen durch biogene Treibstoffe kommen wird. Darüber hinaus wird es im Verkehrssektor zu einem vermehrten Einsatz effizienter Elektroantriebe kommen. Daher sind weitere Detailbetrachtungen in diesem Kapitel nicht erforderlich.

9.1 Struktur der Strombereitstellung bis zum Jahr 2050

Bereits im Jahr 2015 (Startbilanz) kann das Betrachtungsgebiet (Modellkommune) seinen Stromverbrauch zu 11 % aus regionalen, erneuerbaren Energien decken. Ein weiterer Ausbau ermöglicht innerhalb des Entwicklungsszenarios, neben einer vollständigen regenerativen Versorgung im Stromsektor, auch die Versorgung anderer Bereiche, wie Wärme und Verkehr (Sektorenkopplung).

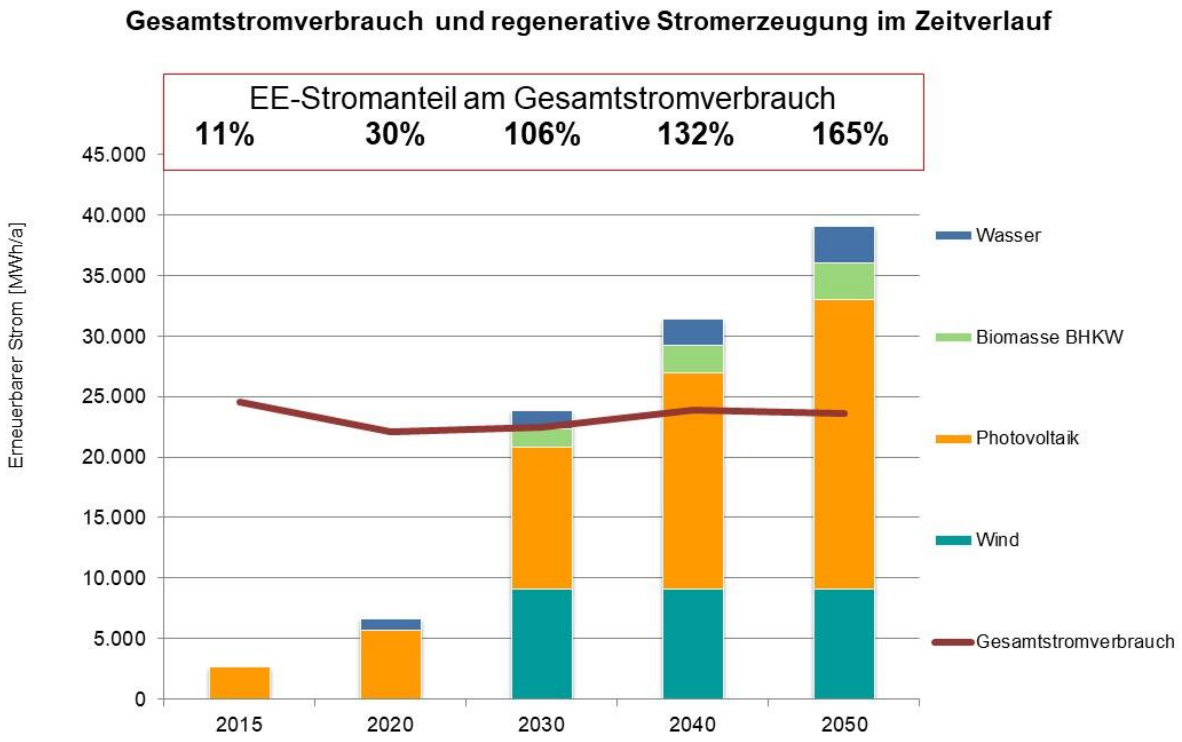


Abbildung 9-1: Entwicklungsprognose der regenerativen Stromversorgung bis zum Jahr 2050

Wie obenstehende Abbildung zeigt, wird durch den Zubau von Erneuerbaren-Energien-Anlagen bis zum Jahr 2030 eine Deckung des Strombedarfs zu mehr als 100 % erreicht. Das Betrachtungsgebiet wird somit zum Stromexporteur und leistet einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der überregionalen Klimaschutzziele. Die dezentrale Stromproduktion stützt sich dabei auf einen regenerativen Mix der Energieträger Wind, Sonne, Biomasse und einem kleinen Anteil Wasserkraft.[144]

Das Verhältnis zwischen Stromverbrauch und Stromerzeugung wird sich verändern. Technologische Fortschritte und gezielte Effizienz- und Einsparmaßnahmen können bis zum Jahr 2050 zu enormen Einsparpotenzialen innerhalb der verschiedenen Stromverbrauchssektoren führen. Im gleichen Entwicklungszeitraum wird der oben beschriebene Umbau der Energiesysteme jedoch auch eine steigende Stromnachfrage induzieren, wie die folgende Abbildung zeigt:

[144] 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.

© IfaS 2021

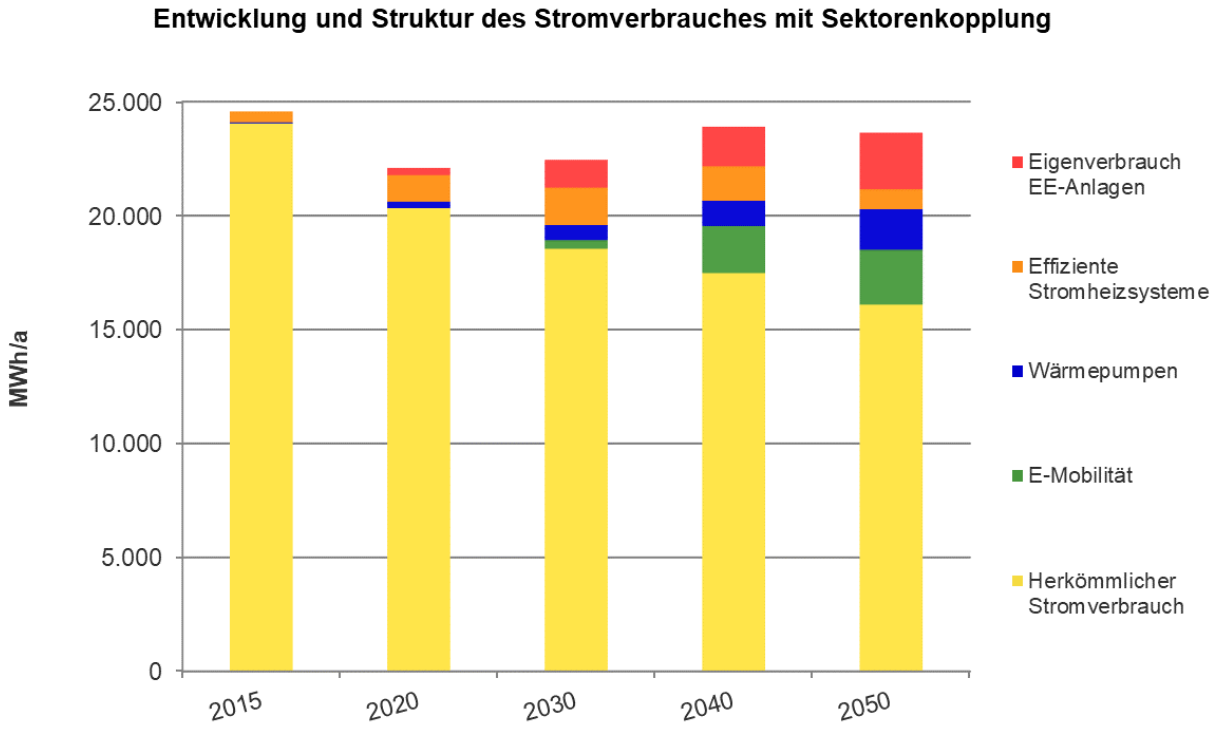


Abbildung 9-2: Entwicklung und Struktur des Stromverbrauchs bis zum Jahr 2050

Wie obenstehende Abbildung zeigt, werden die Trendentwicklungen im Verkehrssektor (Elektromobilität), der Strombedarf der Wärmeerzeugungsanlagen, wie z. B. Wärmepumpen, und der Eigenstrombedarf regenerativer Stromerzeugungsanlagen zu einer gesteigerten Stromnachfrage im Betrachtungsgebiet führen.

9.2 Struktur der Wärmebereitstellung bis zum Jahr 2050

Die Deckung des Wärmebedarfs aus erneuerbaren Energien (EE) im Jahr 2015 liegt mit 5 % deutlich unter dem entsprechenden Bundesdurchschnitt zu diesem Zeitpunkt. Die Bereitstellung regenerativer Wärme stellt somit eine große Herausforderung dar. Durch die Nutzung der regionalen Potenziale (inkl. Einbezug von regenerativem Strom als Wärmeenergieträger (Sektorenkopplung)) und der Erschließung der Effizienzpotenziale, kann im Entwicklungsszenario bis zum Jahr 2050 eine 84 %-ige Versorgung mit EE erreicht werden, wie die folgende Abbildung zeigt:

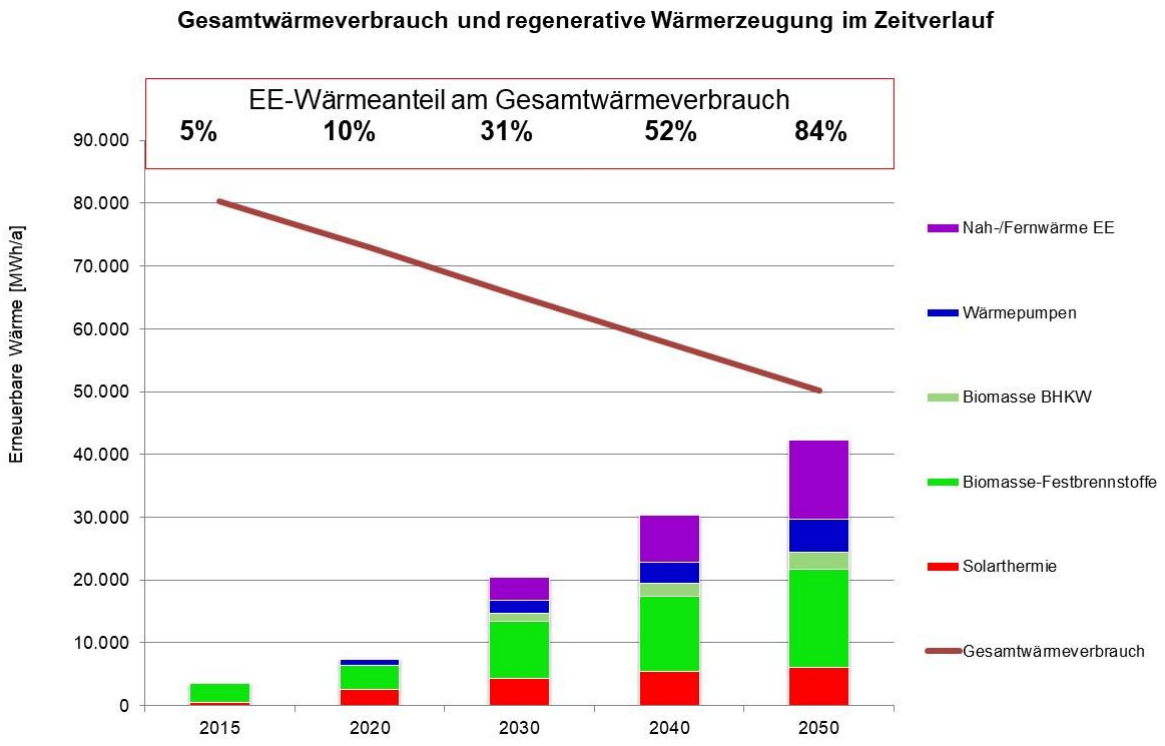


Abbildung 9-3: Entwicklung der regenerativen Wärmeversorgung bis zum Jahr 2050

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.[145] In Bezug auf die Solarpotenzialanalyse ist eine Heizungs- und Warmwasserunterstützung durch den Ausbau von Solarthermieanlagen auf Dachflächen sowohl privater Wohngebäude, als auch gewerblicher Gebäude und öffentlichen Liegenschaften eingerechnet. Außerdem wird davon ausgegangen, dass die technische Feuerstättensanierung den Ausbau oberflächennaher Geothermie in Form von Wärmepumpen begünstigt. Durch den Ausbau von EE-Anlagen bei gleichzeitiger Erschließung der Effizienzpotenziale, kann bis zum Jahr 2030 ein EE-Anteil von rund 31 % erreicht werden. Dieser Anteil kann durch den weiteren Ausbau und das Hinzukommen von Sektorenkopplung (regenerativer Strom als Wärmeenergieträger) bis 2050 weiter gesteigert werden. Für den Gesamtwärmeverbrauch des Betrachtungsgebietes kann bis zum Jahr 2050[146] ein Einsparpotenzial von ca. 38 % gegenüber dem IST-Zustand (2015) erreicht werden. Die Potenzialanalysen kommen zu dem Ergebnis, dass die Wärmeversorgung bis zum Jahr 2050 zu 84 % aus regenerativen Energieträgern abgedeckt werden kann.

Eine Option zur Schließung der bestehenden Lücke im Wärmebereich kann der Einsatz von Wasserstoff als Energieträger sein. Wasserstoff ist eine Sekundärenergie, da zur Herstellung Primärenergie aufgewendet werden muss. Eine umweltfreundliche Energieerzeugung mittels

[145] Voraussetzung hierzu ist der vorgeschlagene Anbaumix im Rahmen der Biomassepotenzialanalyse, der Ausbau moderner Holzheizsysteme im Wohngebäudebestand und der Ausbau von KWK-Anlagen.
[146] Die Entwicklungsprognosen bis zum Jahr 2040 und 2050 sind nur strategisch und verlieren an Detailschärfe.

 © IfaS 2021

Wasserstoff findet somit erst statt, wenn der Wasserstoff aus regenerativen Energiequellen erzeugt wird. Perspektivisch stellt sich die Frage der Vermarktung/Nutzung des EE-Stroms nach Ende der EEG-Vergütung und an dieser Stelle kann Wasserstoff eine echte Option sein. Aufbauend auf dieser Fragestellung, werden Folgestudien benötigt, die das Thema im Detail analysieren, wie etwa die Identifizierung geeigneter Standorte, Einspeisepunkte oder die Nähe zu Biogasanlagen.

9.3 Zusammenfassung Gesamtenergieverbrauch – nach Sektoren und Energieträgern 2050

Der Gesamtenergieverbrauch des Betrachtungsgebietes wird sich aufgrund der zuvor beschriebenen Entwicklungsszenarien in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr von derzeit ca.127.000 MWh/a um ca. 32 % auf rund 86.000 MWh/a im Jahr 2050 reduzieren.

Die Verbrauchergruppen Private Haushalte, GHD, Industrie und die kommunalen Liegenschaften tragen zu einer Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs bei, indem sie durch Effizienz- und Sanierungsmaßnahmen ihren stationären Energieverbrauch stetig bis 2050 senken.

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:

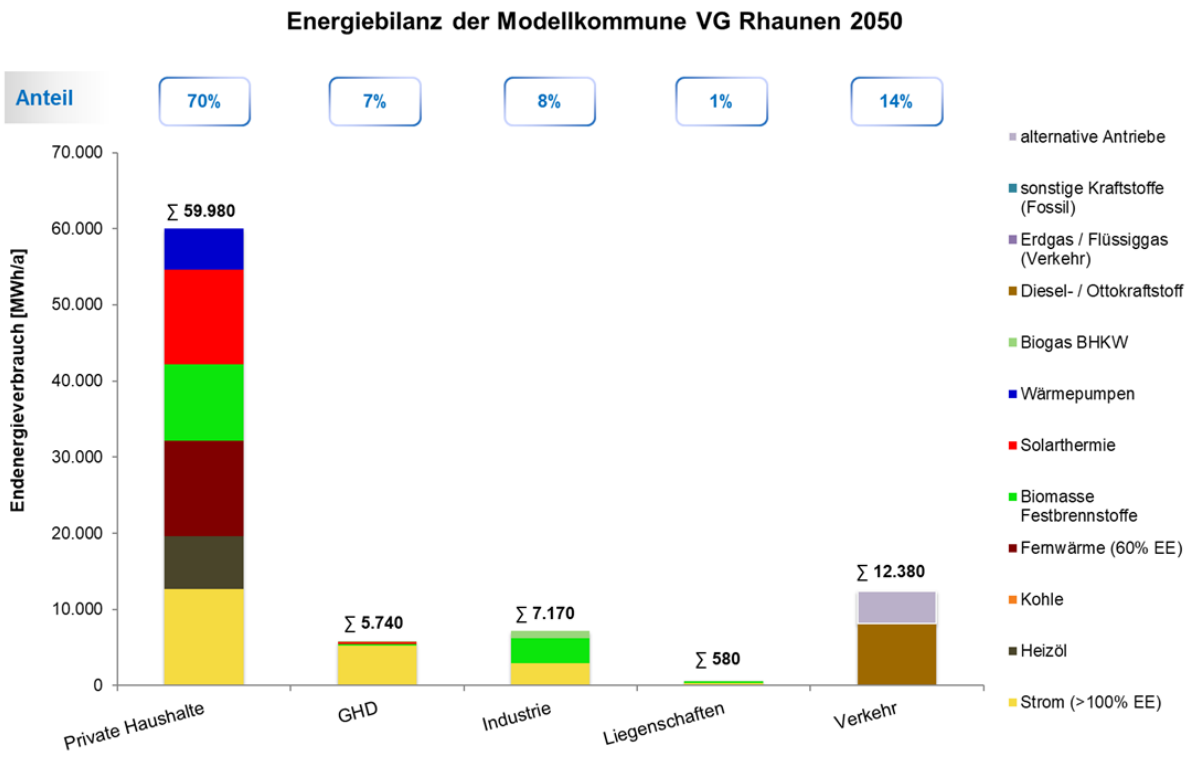


Abbildung 9-4: Energiebilanz nach Verbrauchergruppen und Energieträgern nach Umsetzung des Entwicklungsszenarios im Jahr 2050

9.4 Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050

Im Kontext des vorliegenden Konzeptes und vor dem Hintergrund der „Null-Emission“ als eine der übergeordneten, strategischen Zielsetzungen innerhalb des ZENAPA-Projektes werden bei der Bewertung der THG-Emissionen im Zeitverlauf, die THG-Emissionen im Strombereich unter Berücksichtigung und Anrechnung der lokalen, regenerativen Stromerzeugung ausgewiesen. Streng genommen dürften nach dem Bilanzierungsprinzip der endenergiebasierten Territorialbilanz auch Emissionsminderungen, welche durch lokale Erzeugung aus erneuerbaren Energien erfolgen, nicht mit den Emissionen der Stromversorgung verrechnet werden, da sich jede regenerative Erzeugungsanlage vom Prinzip im Emissionsfaktor des Bundesstrommix widerspiegelt. Die Größenordnung dieser Doppelbilanzierung ist jedoch, gemessen am gesamtdeutschen regenerativen Kraftwerkspark, als verschwindend gering zu betrachten. Eine vollständige Zurechnung der lokal erzeugten Strommengen auf die erstellte Bilanz soll in diesem Konzept aufzeigen, inwieweit ein bilanzieller Ausgleich der tatsächlich im Gebiet verursachten Emissionen möglich ist.

Durch den Ausbau einer regionalen regenerativen Strom- und Wärmeversorgung sowie durch die Erschließung von Effizienz- und Einsparpotenzialen lassen sich bis zum Jahr 2050 rund 35.500 t/CO_2e gegenüber 2015 einsparen. Dies entspricht einer Gesamteinsparung von 81 % und trägt somit zu den aktuellen Klimaschutzzielen der Bundesregierung bei.

Einen großen Beitrag hierzu leisten die Einsparungen im Stromsektor, unter Berücksichtigung der lokalen, regenerativen Stromerzeugung, die bereits bis zum Jahr 2030 vollständig vermieden werden können. Durch den zuvor beschriebenen Aufbau einer nachhaltigen Wärmeversorgung können die Treibhausgasemissionen in diesem Bereich zwar stark vermindert, jedoch nicht vollständig vermieden werden. Insgesamt wird bis zum Jahr 2050 im Wärmebereich eine THG-Einsparung von rund 74 % gegenüber 2015 erreicht.

Die Emissionen des Verkehrssektors werden aufgrund technologischen Fortschrittes der Antriebstechnologien sowie Einsparpotenzialen innovativer Verbrennungsmotoren im Entwicklungspfad sukzessive gesenkt. In Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** wurde anhand eines Entwicklungsszenarios beschrieben, dass es zukünftig zu Kraftstof-

 © IfaS 2021

feinsparungen, der Substitution fossiler Treibstoffe durch biogene Treibstoffe in Verbrennungsmotoren und dem vermehrten Einsatz effizienter Elektroantriebe[147] kommen wird. Dennoch können die Emissionen im Verkehrssektor bis zum Jahr 2050 nicht vollständig vermieden werden. Hintergrund ist, dass vor allem im Straßengüterverkehr bis 2050 nicht alle fossilen Treibstoffe ersetzt werden können und nur ein geringer Bruchteil von der Straße auf die Schiene verlagert werden kann

Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht nochmals die Entwicklungspotenziale der Emissionsbilanz aller Sektoren:

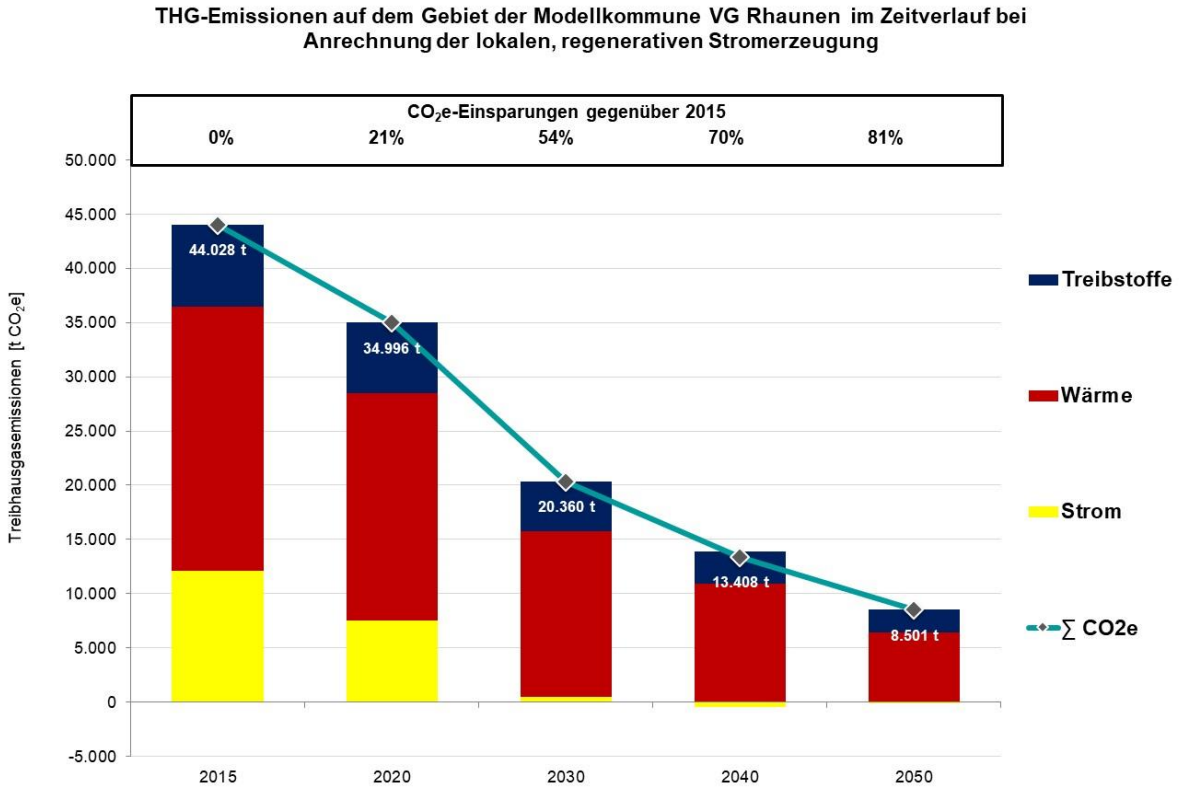


Abbildung 9-5: Entwicklung der Treibhausgasemissionen auf Basis der zukünftigen Energiebereitstellung

Aus obenstehender Abbildung wird deutlich, dass sich das Betrachtungsgebiet perspektivisch in Richtung Null-Emission[148] positionieren kann.

9.5 Zwischenfazit

Zusammenfassend lässt sich für das Entwicklungsszenario im Rahmen der vorliegenden Energie- und Treibhausgasbilanz für die Modellkommune VG Rhaunen festhalten, dass

[147] An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass der Umbau des Fahrzeugbestandes hin zur Elektromobilität unmittelbar mit einem Systemumbau des Tankstellennetzes einhergeht. Dieser Aspekt kann im Rahmen des vorliegenden Masterplans nicht behandelt werden und ist in einer gesonderten Studie zu vertiefen.

[148] Der Begriff Null-Emission bezieht sich im vorliegenden Kontext lediglich auf den Bereich der bilanzierten Treibhausgase.

- der Gesamtenergieverbrauch perspektivisch bis 2050 um ca. 32 % (gegenüber 2015) gesenkt werden kann
- durch den Ausbau von EE und die Erschließung von Effizienz- und Einsparpotenzialen bis 2050 rund 35.500 t CO_2e eingespart werden können.

© IfaS 2021

10 Ökonomische Analyse (regionale Wertschöpfung Szenario 2030 und 2050)

Im Folgenden werden die zukünftigen Auswirkungen für die Dekaden 2030 und 2050 dargestellt. Hierbei sind die Ergebnisse für die zeitlich näherliegende Dekade 2030 als konkreter und aussagekräftiger anzusehen, da die Berechnungsparameter und ergänzenden Annahmen eine fundierte Basis darstellen. Die Bewertung der wirtschaftlichen Auswirkungen über das Jahr 2030 hinaus ist, hinsichtlich der derzeitigen Trends, als sachgemäß einzustufen. D. h., trotz möglicher Abweichungen in der tatsächlichen Entwicklung wird eine Annäherung zur realen Entwicklung erkennbar sein.

Im Vergleich zur aktuellen Situation können, unter Berücksichtigung der zu erschließenden Potenziale, bis zum Jahr 2050 stetig Finanzmittel in neuen, regionalen Wirtschaftskreisläufen gebunden werden.

10.1 Regionale Wertschöpfung im stationären Bereich (2030)

Unter den getroffenen Annahmen ergibt sich für das Jahr 2030 ein Gesamtinvestitionsvolumen von rund 57 Mio. €, hiervon entfallen auf den Strombereich ca. 26 Mio. €, auf den Wärmebereich rund 30 Mio. € und auf die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme ca. 0,7 Mio. €.

Mit den ausgelösten Investitionen entstehen über 20 Jahre betrachtet Gesamtkosten von rund 86 Mio. €. Diesen stehen ca. 173 Mio. € Einsparungen und Erlöse gegenüber. Die aus allen Investitionen, Kosten und Einnahmen abgeleitete regionale Wertschöpfung beträgt in Summe rund 127 Mio. € durch den bis zum Jahr 2030 installierten Anlagenbestand.

Alle Kosten- und Einnahmepositionen des Strom- und Wärmebereiches und der damit einhergehenden regionalen Wertschöpfung 2030 zeigt nachstehende Abbildung:

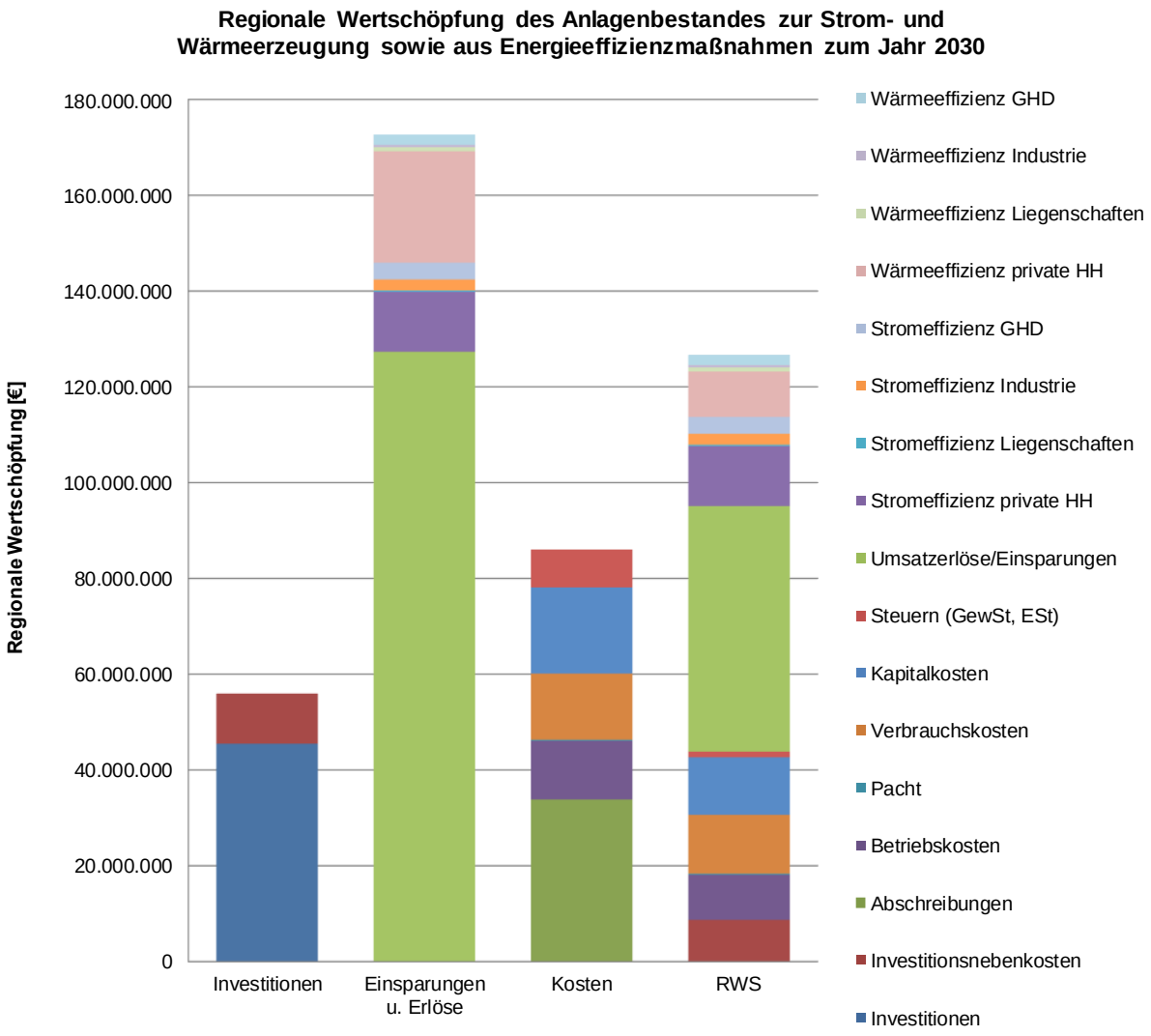


Abbildung 10-1: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbarer Energie und aus Energieeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2030

Aus obenstehender Abbildung wird ersichtlich, dass die Abschreibungen auch bis 2030 den größten Anteil an den Gesamtkosten darstellen, gefolgt von den Kapital-, den Verbrauchs- und den Betriebskosten sowie den Steuer(mehr)einnahmen.

Hinsichtlich der daraus abgeleiteten Wertschöpfung ergibt sich bis 2030 der größte Beitrag aus den Betreibergewinnen sowie den realisierten Strom- und Wärmeeffizienzmaßnahmen. Die Wertschöpfung 2030 entsteht vornehmlich aufgrund von Kosteneinsparungen, deren Entwicklung sich insbesondere auf steigende Energiepreise fossiler Brennstoffe und deren Substitution durch regenerative Energieträger zurückführen lässt. Hierdurch können die lokalen Wirtschaftskreisläufe immer weiter geschlossen werden.

© IfaS 2021

10.2 Gegenüberstellender Vergleich der Bereiche Strom und Wärme (2030)

Die Wertschöpfung 2030 basiert, anders als im Ist-Zustand, hauptsächlich auf dem Wärmebereich.

Im Wärmebereich wird die Wertschöpfung hauptsächlich durch die Betreibergewinne sowie die realisierten Wärmeeffizienzmaßnahmen, insbesondere im Sektor private Haushalte, ausgelöst. Danach folgen die Verbrauchs-, die Kapital- und die Investitionsneben- und die Betriebskosten als wichtige Wertschöpfungspositionen. Diese Positionen beruhen auf den vermehrten Einsatz nachhaltiger Energieversorgungssysteme (z. B. Holzheizungen, Wärmepumpen sowie solarthermischen Anlagen) sowie regionalen, regenerativen Energieträgern. Die Wertschöpfung erhöht sich von ca. 4 Mio. € (Ist-Zustand) auf etwa 80 Mio. €.

Im Strombereich wird die Wertschöpfung 2030 vornehmlich durch die realisierten Effizienzmaßnahmen, insbesondere im Sektor private Haushalte, ermöglicht. Danach folgen die Betreibergewinne, welche durch den weiteren Ausbau von Photovoltaik- und Windkraftanlagen entstehen. Daneben bilden die Betriebs- und Kapitalkosten weitere wesentliche Wertschöpfungspositionen. Die Wertschöpfung in diesem Bereich steigt von ca. 5 Mio. € (Ist-Zustand) auf rund 45 Mio. € an.

Die Wertschöpfung im Bereich der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme basiert vor allem auf den Betreibergewinnen, den Betriebs- und Verbrauchskosten und beträgt rund 2 Mio. €. [149]

Somit ergibt sich im stationären Bereich für die Betrachtungsdekade 2030 eine kumulierte Wertschöpfung von rund 127 Mio. €.

[149] Auch in der Dekade 2030 erfolgt bei der Wärmegestehung und der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme die Gegenrechnung der regenerativen zu den fossilen Systemen. Somit werden damit einhergehend auch in dieser Dekade nur die Nettoeffekte, d. h. der ökonomische Mehraufwand für das regenerative System, abgebildet.

Nachfolgende Grafik fasst die Ergebnisse grafisch zusammen:

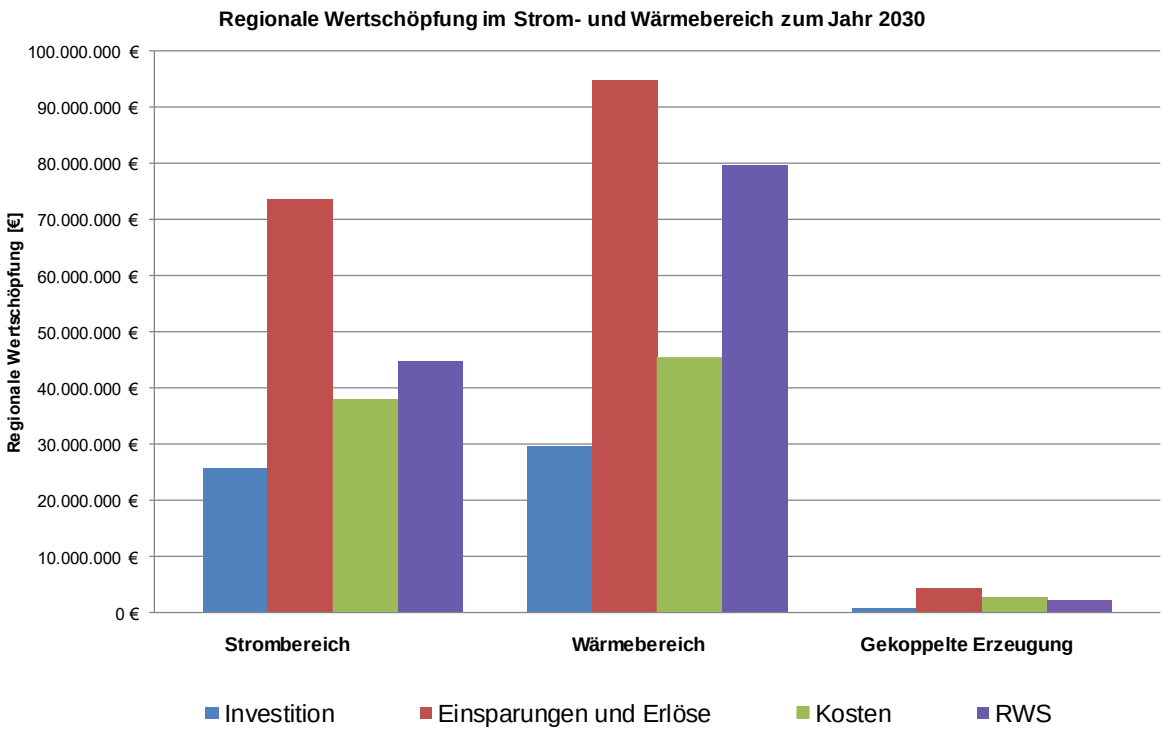


Abbildung 10-2: Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbarer Energie im Strom- und Wärmebereich zum Jahr 2030

10.3 Regionale Wertschöpfung im stationären Bereich (2050)

Bis zum Jahr 2050 wird unter Berücksichtigung der definierten Gegebenheiten[150] eine Wirtschaftlichkeit der Umsetzung erneuerbarer Energien und Effizienzmaßnahmen erreicht. Das Gesamtinvestitionsvolumen liegt bei rund 129 Mio. €, hiervon entfallen auf den Strombereich rund 54 Mio. €, auf den Wärmebereich ca. 74 Mio. € sowie auf die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme rund 1 Mio. €.

Mit den ausgelösten Investitionen entstehen (inkl. der Berücksichtigung einer Anlagenlaufzeit von 20 Jahren) Gesamtkosten von rund 217 Mio. €. Diesen stehen rund 798 Mio. € Einsparungen und Erlöse gegenüber. Die aus allen Investitionen, Kosten und Einnahmen abgeleitete regionale Wertschöpfung für die Modellkommune liegt somit bei rund 706 Mio. €.

Alle Kosten- und Einnahmepositionen des Strom- und Wärmebereiches und der damit einhergehenden regionalen Wertschöpfung 2050 zeigt nachstehende Abbildung:

[150] Politische Entscheidungen, die sich entgegen des prognostizierten Ausbaus erneuerbarer Energien stellen oder unvorhergesehene politische oder wirtschaftliche Auswirkungen können nicht berücksichtigt werden.

© IfaS 2021

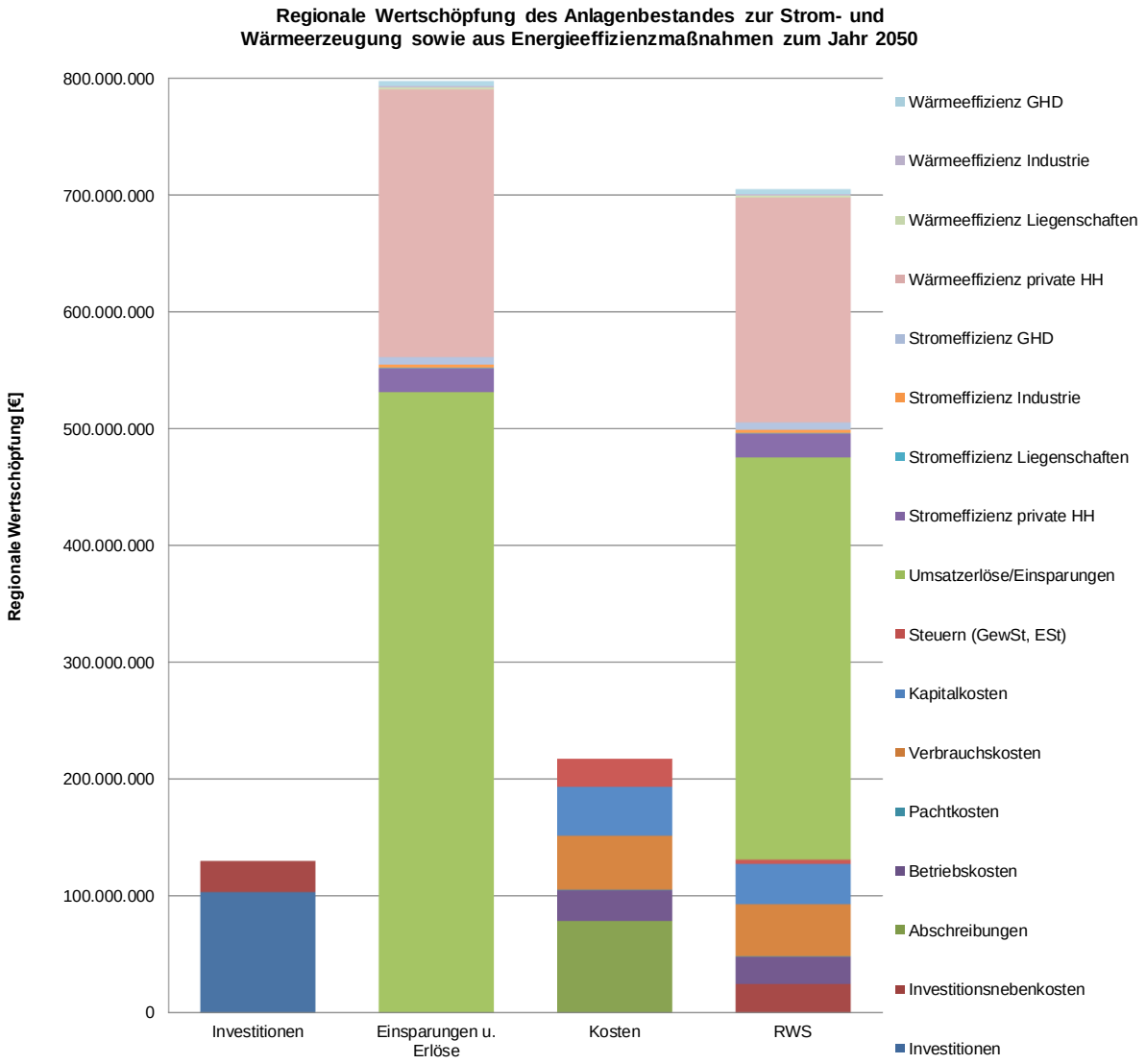


Abbildung 10-3: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbarer Energie und aus Energieeffizienzmaßnahmen zum Jahr 2050

Äquivalent zu den vorherigen Dekaden stellen 2050 die Abschreibungen weiterhin den größten Kostenblock dar. Danach folgen die Verbrauchs-, die Kapital- und die Betriebskosten sowie die Steuer(mehr)einnahmen.

Die Wertschöpfung 2050 wird vornehmlich durch die Betreibergewinne sowie die realisierten Strom- und Wärmeeffizienzmaßnahmen, insbesondere im Sektor private Haushalte, ausgelöst. Danach folgen die Verbrauchs-, die Kapital- sowie die Investitionsneben- und die Betriebskosten.

Die Wertschöpfung 2050 basiert auf der Annahme, dass die vorhandenen Potenziale in der Modellkommune ganzheitlich erschlossen werden und sich die regionalen Wirtschaftskreisläufe fortwährend schließen. Somit ist davon auszugehen, dass beispielsweise benötigte Dienstleistungen und Ressourcen durch die Region eigenständig bereitgestellt werden können. Hierdurch kann die Modellkommune Geldmittel in hohem Umfang binden.

10.4 Gegenüberstellender Vergleich der Bereiche Strom und Wärme (2050)

Durch Ausschöpfung aller vorhandenen, erneuerbaren Potenziale sowie der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen kann die regionale Wertschöpfung im Jahr 2050 erheblich gesteigert werden.

Die Wertschöpfung 2050 wird, wie bereits in der Dekade 2030, durch den Wärmesektor ausgelöst. Im Wärmebereich basiert die Wertschöpfung hauptsächlich auf den Betreibergewinnen, welche durch die Nutzung nachhaltiger Energieversorgungssysteme ausgelöst werden. Danach folgen die realisierten Kosteneinsparungen durch die Umsetzung von Wärmeeffizienzmaßnahmen, insbesondere im Sektor private Haushalte. Des Weiteren tragen die Verbrauchs-, die Kapital- sowie die Investitionsnebenkosten wesentlich zur Wertschöpfung bei. In diesem Bereich steigt die Wertschöpfung von ca. 4 Mio. € (Ist-Zustand) auf rund 588 Mio. € an.

Im Stromsektor basiert die Wertschöpfung hauptsächlich auf den realisierten Betreibergewinnen, welche auf dem weiteren Ausbau von Photovoltaik (Dach- und Freiflächenanlagen) sowie der Reinvestition in Windkraft beruhen. Einen weiteren wichtigen Beitrag leisten die sektoralen Stromeffizienzen, vor allem in den privaten Haushalten. Daneben tragen auch die Betriebs- und Kapitalkosten wesentlich zur Wertschöpfung 2050 bei. Hierdurch erhöht sich die Wertschöpfung im Stromsektor von ca. 5 Mio. € (Ist-Zustand) auf rund 113 Mio. €.

Im Bereich der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme kommt die Wertschöpfung vor allem durch die Betreibergewinne, die Verbrauchs- sowie die Betriebskosten zustande. Die kumulierte Wertschöpfung erhöht sich von ca. 2 Mio. € (Dekade 2030) auf rund 5 Mio. € im Jahre 2050.[151]

Somit ergibt sich im stationären Bereich für die Betrachtungsdekade 2050 eine kumulierte Wertschöpfung von rund 706 Mio. €. Nachfolgende Grafik fasst die Ergebnisse grafisch zusammen:

[151] Auch in der Dekade 2050 erfolgt bei der Wärmegestehung und der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme die Gegenrechnung der regenerativen zu den fossilen Systemen. Somit werden damit einhergehend auch in dieser Dekade nur die Nettoeffekte, d. h. der ökonomische Mehraufwand für das regenerative System, abgebildet.

 © IfaS 2021

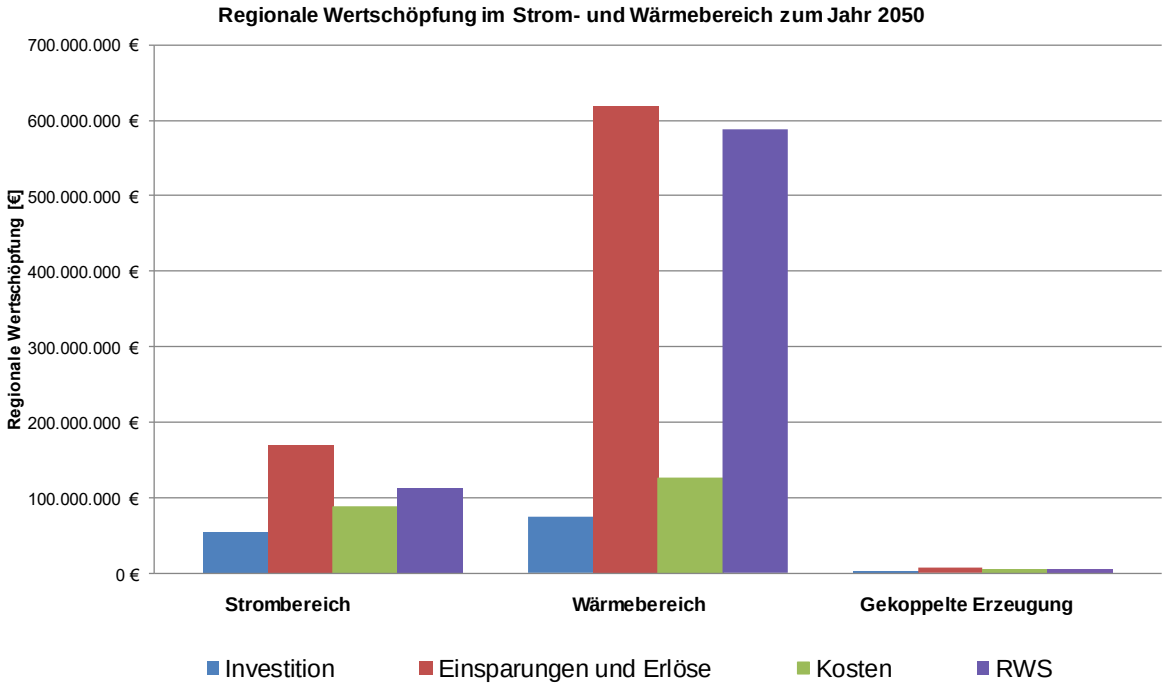


Abbildung 10-4: Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbarer Energie im Strom- und Wärmebereich zum Jahr 2050

10.5 Profiteure aus der regionalen Wertschöpfung

Werden nun die einzelnen Profiteure der regionalen Wertschöpfung betrachtet, so ergibt sich zum Jahr 2050 folgende Darstellung:

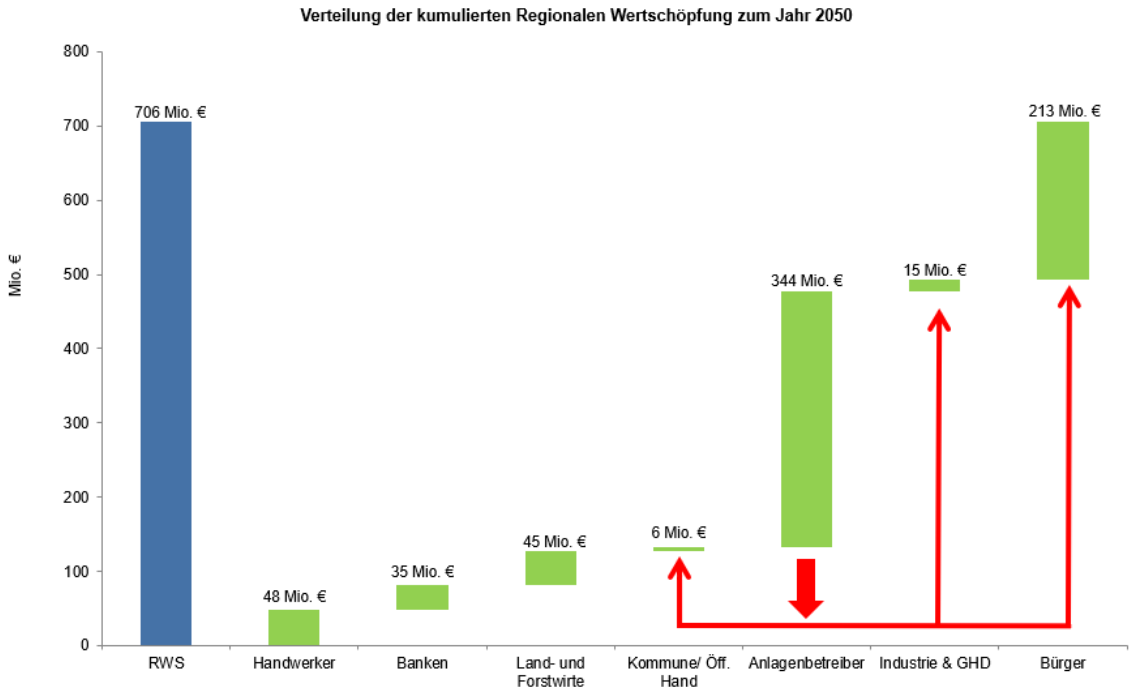


Abbildung 10-5:Profiteure der regionalen Wertschöpfung zum Jahr 2050

Etwa 344 Mio. € der regionalen Wertschöpfung entsteht bei den Anlagenbetreibern, welche auf den erneuerbaren Anlagenbetrieb zurückzuführen ist. Somit sind die Anlagenbetreiber die Hauptprofiteure der regionalen Wertschöpfung 2050. Danach folgen die Bürger mit einem Anteil von rund 213 Mio. €. Dies beruht auf den realisierten Kosteneinsparungen durch die Substitution fossiler Brennstoffe in ihren Haushalten. Durch die Installation, Wartung und Instandhaltung der Anlagen können die Handwerker mit ca. 48 Mio. € an der Wertschöpfung teilhaben.

Die Land- und Forstwirte können einen Wertschöpfungsanteil von rund 45 Mio. € realisieren. Banken und Kreditinstitute können u. a. durch Zinseinnahmen mit rund 35 Mio. € partizipieren.

Danach profitieren die Sektoren Industrie & GHD, durch die Erschließung von Effizienzpotenzialen und den vermehrten Einsatz regenerativer Energien, mit einem Anteil von rund 15 Mio. €. Die öffentliche Hand kann mit rund 6 Mio. € an der Wertschöpfung teilhaben. Dies beruht u. a. auf Steuermehr- und Pachteinnahmen.

Es ist hervorzuheben, dass die Wertschöpfung für die Bürger und Kommunen sowie die Unternehmen wesentlich höher ausfällt, sobald sie sich als Anlagenbetreiber beteiligen können. Daher ist es Ziel und Empfehlung, Teilhabemodelle mit dem Ausbau regenerativer Energien und Effizienzmaßnahmen intensiv und breitflächig zu etablieren.

© IfaS 2021

11 Controlling

Der vorliegende Masterplan beinhaltet ehrgeizige Klimaschutzziele für Energieeinsparung und den Ausbau der erneuerbaren Energien als auch Strategien zur Sicherung der biologischen Vielfalt.

Es bedarf jedoch einer regelmäßigen Kontrolle und Steuerung, um die personellen und finanziellen Ressourcen für die Zielerreichung effektiv und effizient einzusetzen. Infolgedessen ist die Einführung eines Controlling-Systems erforderlich, um die zeitliche Einhaltung der definierten Ziele zu gewährleisten und gegebenenfalls Schwierigkeiten bei der Bearbeitung frühzeitig zu erkennen und Gegenmaßnahmen einzuleiten (Konfliktmanagement).

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 definiert werden. Diese stellt eine Aufgabe des Klimawandelmanagers dar. Hierbei ist zwischen dem **internen** und dem **externen Controlling** zu unterscheiden.

Das **interne Controlling** muss kontinuierlich durchgeführt werden, um den Projektfortschritt auf Kurs zu halten und Schwierigkeiten bei der Projektdurchführung frühzeitig zu erkennen. Dieses Verfahren dient als Grundlage für eine vollständige Berichterstattung an die Stakeholder und Bürger.

Das **externe Controlling** dient dazu sowohl dem IfaS, als Projektkoordinator, als auch dem beauftragten Monitoring Team NEEMO, EASME (Exekutivagentur für kleine und mittlere Unternehmen) und der Europäischen Union, welche durch die EU-Kommission vertreten wird, den aktuellen Projektfortschritt darzulegen. Dies ist notwendig, da im Projekt ZENAPA eine verpflichtende Berichterstattung an die Europäische Union erfolgt. Hierzu sind halbjährlich Fortschrittsberichte an das IfaS zu verfassen. Alle Berichte aus den einzelnen Projektregionen werden von dem IfaS zu einem zusammenhängenden Dokument zusammengefasst. Dies wird halbjährlich an das NEEMO Monitoring Team weitergegeben und dient zudem als Ausgangspunkt für regelmäßige Fortschrittsberichte an EASME. Das IfaS dient somit als eine weitere Instanz, welche die Implementierung und Umsetzung der einzelnen Maßnahmen überwacht. Hierbei greift das IfaS seinerseits auf eigens entwickelte Monitoringinstrumente zurück, um den Projektfortschritt in jeder Partnerregion optimal begleiten zu können. So ist es im Falle größerer Verzögerungen möglich, unterstützend Einfluss auf den Erfolg der Maßnahme zu nehmen.

11.1 Elemente des Controlling-Systems

Zur regelmäßigen Kontrolle sollten vier feste Elemente,

- Dokumentation / Monitoring Berichte
- der Maßnahmenkatalog
- die Energie- und Treibhausgasbilanz und
- die Regionale Wertschöpfung

genutzt und fortgeschrieben werden. Dabei verfolgt die Treibhausgasbilanz einen Top-Down- und der Maßnahmenkatalog einen Bottom-Up-Ansatz. Zusätzlich können weitere Managementsysteme (Konvent der Bürgermeister, European Energy Award, EMAS oder Benchmark kommunaler Klimaschutz) mittelfristig integriert werden. Diese bauen auf den vier Elementen auf und ermöglichen einen Vergleich mit anderen Regionen. So wird darüber ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess im Sinne eines Managementsystems initiiert.

11.1.1 Dokumentation / Monitoring-Berichte

Die halbjährliche Erstellung eines kurzen Maßnahmenberichtes ist notwendig, um eine regelmäßige Darstellung der Aktivitäten in einer Übersicht festzuhalten. Dieser gibt insbesondere die im Rahmen von ZENAPA umzusetzenden Maßnahmen wieder und ist bereits seit Beginn des Projekts Teil des Projektmonitorings. Der Bericht kann die Grundlage für eine Zusammenfassung, auch der anderen im Masterplan identifizierten Maßnahmen, sein.

Zusätzlich sollte jährlich im Rahmen ein Masterplan-Umsetzungsbericht erstellt werden, in dem über den aktuellen Stand der Maßnahmenumsetzung informiert wird, sowie Ergebnisse des Klima- und Artenschutzes dargestellt werden. Dadurch können die geplanten Strategien aufgrund eines aktuellen Informationsstandes angepasst und gegebenenfalls neue Maßnahmen entwickelt werden. Somit dient dies auch der Fortschreibung des Masterplans.

Ebenfalls sollte in einer kompakten Darstellung die Öffentlichkeit über die wichtigsten Ergebnisse und Erfolge informiert werden. Hiermit kann das Bewusstsein der Bevölkerung geweckt und der Vorbildcharakter der Region zum Ausdruck gebracht werden. Weiterhin trägt der Umsetzungsbericht zur Motivation der teilnehmenden Akteure bei. Eine enge Zusammenarbeit mit der regionalen Presse- und Öffentlichkeitsarbeit kann als gute Informationsgrundlage genutzt werden.

 © IfaS 2021

11.1.2 Maßnahmenkatalog

Der Katalog beinhaltet Maßnahmen, die sich in verschiedene Bereiche untergliedern. Die aus der Konzeptphase entwickelten Maßnahmen können fortlaufend priorisiert, ergänzt und fortgeschrieben werden. Durch die Wirkungsanalyse von Einzelmaßnahmen können Aussagen zu Kosten, Personaleinsatz, Einsparungen (Energie/ CO_2e) etc. getroffen werden.
Für diese Bottom-Up-Ebene ist es empfehlenswert Kennzahlen nur überschlägig zu ermitteln, da eine detaillierte Betrachtung unter Umständen mit hohen Kosten verbunden sein kann. So können für „harte“, meist technische Maßnahmen, Kennzahlen gebildet werden. Bei „weichen“ Maßnahmen (z. B. Informationskampagnen) können diese Faktoren nicht verlässlich oder kaum gemessen werden. Hier sollten leicht erfassbare Werte erhoben werden, um ein entsprechendes Controlling zu ermöglichen.

11.1.3 Energie- und Treibhausgasbilanz

Die Energie- und Treibhausgasbilanz (Ist/Soll) wurde im Rahmen der Konzepterstellung auf Excel-Basis für zwei Betrachtungsebenen entwickelt. Ebene 1 bildet dabei die energetischen und nicht-energetischen THG-Emissionen der Großschutzregion ab, die sich über die administrativen Grenzen der Landkreise definiert, in denen das betrachtete Gebiet liegt. Ebene 2 dagegen bildet die THG-Emissionen des betrachteten Großschutzgebietes ab (ebenfalls energetische und nicht-energetische Emissionen). Die Bilanz ist fortschreibbar angelegt, sodass durch eine regelmäßige Aktualisierung der Eingangsparameter (z. B. Datenabfrage bei Verteilnetzbetreibern (Strom/Wärme), staatlichen Fördermittelgebern (Wärme) und regionalen Stellen (Verkehr)) eine jährliche Bilanz aufgestellt werden kann. Wir empfehlen, die Energie- und THG-Bilanz für das betrachtete Großschutzgebiet maßnahmenbezogen fortzuschreiben, um die direkte Klimawirkung der eigens umgesetzten Maßnahmen direkt messen zu können (Bilanzfortschreibung auf Betrachtungsebene 2). Eine komplette Erfassung/Fortschreibung der Bilanz auf Ebene der Großschutzregion (Ebene 1) wird in einem Zeithorizont von 3 bis 5 Jahren empfohlen. Mit der Bilanzfortschreibung können Aussagen zur Entwicklung der Energieverbräuche und damit einhergehend der CO_2e-Emissionen in den einzelnen Sektoren und Verbrauchergruppen getroffen werden. Darüber hinaus können Soll- und Ist-Vergleiche angestellt, sowie im Vorfeld festgelegte Indikatoren (z. B. Anteil erneuerbarer Energien) überprüft werden.

11.1.4 Regionale Wertschöpfung

Auch die regionale Wertschöpfung (Ist/Soll) wurde im Rahmen der Konzepterstellung auf Excel-Basis entwickelt. Die Berechnung ist fortschreibbar angelegt, sodass durch eine regelmäßige Abfrage aller ausgelösten Investitionen in einer Gegenüberstellung von Erlösen und

Kosten im Bereich der stationären Energieerzeugung sowie der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen eine jährliche Bilanz aufgestellt werden kann. Die Top-Down-Ebene liefert eine Vielzahl von Informationen, die eine differenzierte Betrachtung zulassen. Es können Aussagen über die getätigten Investitionen und somit über die Entwicklung der Region getroffen werden. Darüber hinaus können Soll- und Ist-Vergleiche angestellt werden.

Die folgende Abbildung zeigt abschließend eine schematische Darstellung des Controlling-Konzeptes.

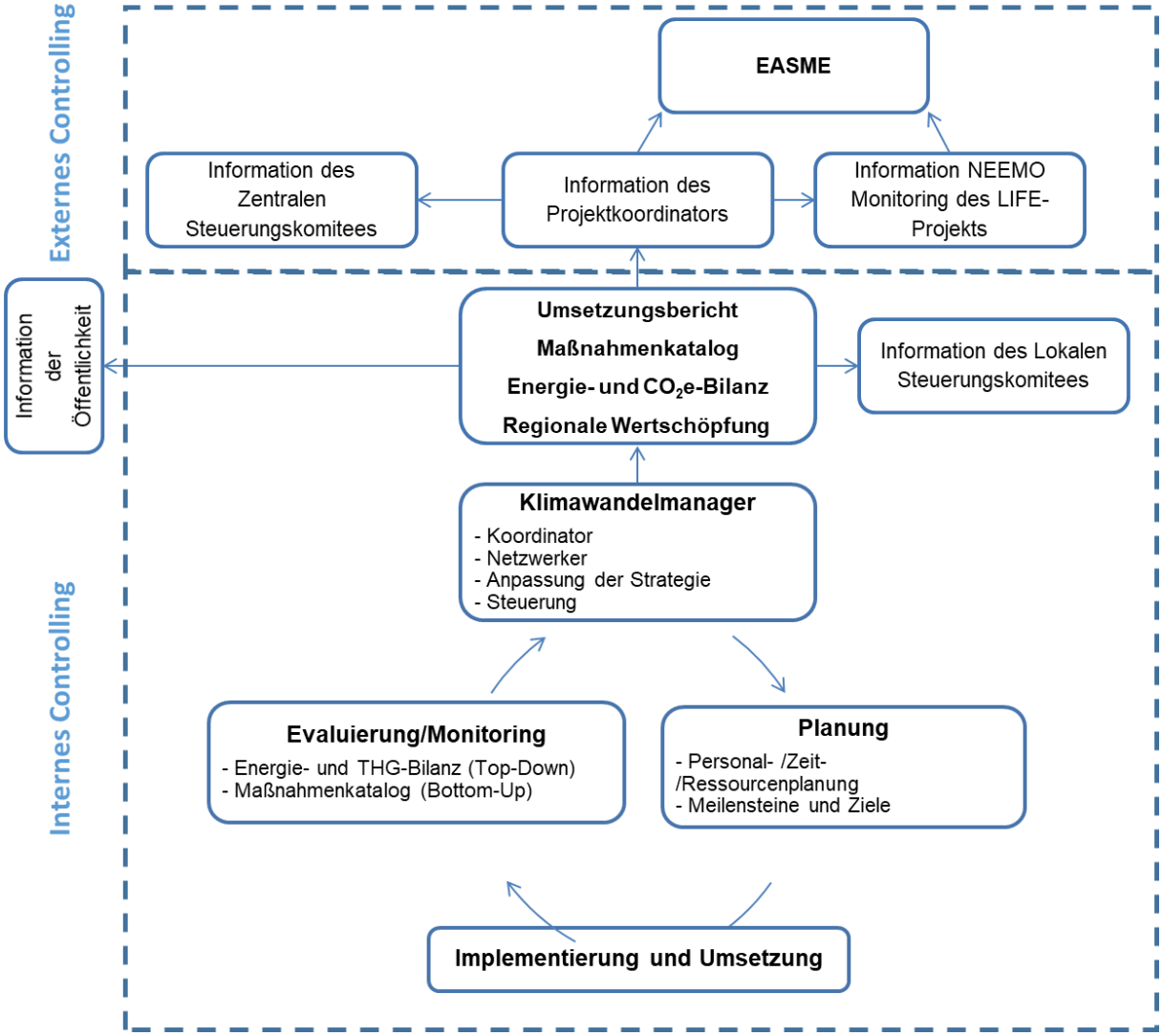


Abbildung 11-1: Übersicht Controlling-System

11.2 Zwischenfazit: Controlling

Das Controlling ist ein elementarer Bestandteil des ZENAPA Projekts. Es dient nicht nur dazu innerhalb des Projekts, die erzielten Fortschritte festzuhalten, sondern auch dazu diese der breiten Öffentlichkeit zu präsentieren. Um das notwendige Controlling durchzuführen, wird

© IfaS 2021

empfohlen die folgenden vier Elemente regelmäßig zu pflegen: Dokumentation / Monitoring Berichte, der Maßnahmenkatalog, die Energie- und Treibhausgasbilanz und die Regionale Wertschöpfung.

12 Fazit

In der Modellkommune wurden bereits einige Projekte und Initiativen im Bereich des Klima-, Umwelt- und Artenschutzes angestoßen. Die Vielfalt an Projekten zeigt den bestehenden Willen in Sachen Nachhaltigkeit vorweg zu gehen. Darüber hinaus wurde mit der Durchführung eines KfW-Quartierskonzeptes ein wichtiger Schritt getan, Potenziale zu erfassen und Maßnahmen zu formulieren, um resilienter gegenüber externen Faktoren zu werden und den Geldmittelabfluss zu reduzieren. Finanzströme werden – mit Fokus auf eine regenerative Wärmeversorgung – regional reinvestiert, sodass eine positive Wertschöpfung generiert wird. Mit der Errichtung und dem Betrieb von Nahwärmenetzen, auf Basis regional verfügbarer und erneuerbarer Brennstoffe, werden ferner Synergien geschaffen, um eine Wärmewende herbeizuführen. In Summe bleiben so die Energiepreise für die Bürgerschaft bezahlbar und die Treibhausgasemissionen im Wärmesektor werden reduziert.

Schon heute kann ein nicht unwesentlicher Teil des Strombedarfs (11 %, s. Abschnitt 3.1.1) der Modellkommune durch Photovoltaik gedeckt werden. Darüber hinaus bestehen große Potenziale in den Sektoren Energieeinsparung und -effizienz sowie Wärmeversorgung. Alleine durch energetische Sanierungsmaßnahmen im Sektor *Private Haushalte* könnte der Wärmeverbrauch jährlich auf 49.986 MWh/a gesenkt werden (s. Abschnitt 5.1.1). Dieser Bedarf könnte allein durch Ausbau der Biomassenutzung mit 22.700 MWh/a (s. Abschnitt 5.2.1.3) und der Solarthermie mit 19.000 MWh/a (s. Abschnitt 5.2.2.2) zu über 80% regional und regenerativ gedeckt werden. Würden alle Potenziale, die in Kapitel 5 beschrieben wurden, bis 2050 erschlossen, ergibt sich eine kumulierte Wertschöpfung von 706 Mio. € (s. Abschnitt 10.5) sowie eine CO_2e-Einsparung von 35.500 t/CO2e gegenüber 2015. Dies entspricht einer Gesamteinsparung von 81% (s. Abschnitt 9.4).

Aus diesem Grunde wurden, gemeinsam mit dem Klimawandelmanagement der Modellkommune, ein umfassender Maßnahmenkatalog erstellt (s. Kapitel 8), welcher die Basis für zukünftige Aktivitäten darstellen soll. Die hierin enthaltenen Maßnahmen können in erheblichem Maße dazu beitragen, einen wirtschaftlichen Fahrplan zum Klima- und Naturschutz aufzustellen und die Nahversorgung der Bürgerschaft zu verbessern.

Zugleich ist mit dem Vorhaben der Anspruch verbunden, im Rahmen einer umfassenden (Stoffstrom-) Managementstrategie und durch die effektive Nutzung örtlicher Potenziale, verstärkt eine regionale Wertschöpfung zu generieren, Abhängigkeiten von steigenden Energiepreisen zu reduzieren und ansässige Arten zu erhalten. Für die Bürgerinnen und Bürger der Kommunen bedeuten diese Aspekte ein Plus an Lebensqualität, womit die Weichen für eine nachhaltige Entwicklung kommender Generationen gestellt werden.

© IfaS 2021

Quellenverzeichnis

Agentur für Erneuerbare Energien (2016). Metaanalyse zu Investitionskosten von Energiewende-Technologien. Online verfügbar unter: http://www.forschungsradar.de/metaanalysen/einzelansicht/news/metaanalyse-zu-investitionskosten-von-energiewende-technologien.html.

Agentur für Erneuerbare Energien. (2019). Föderal Erneuerbar – Bundesländer mit neuer Energie. *Online verfügbar unter https://www.foederal-erneuerbar.de/news-detail/items/griese-vorbildliches-engagement-fuer-die-energiewende*

APV-RESOLA (2020), Modellprojekt: Agrophotovoltaik-Ressourceneffiziente Landnutzung, Online verfügbar unter http://www.agrophotovoltaik.de/machbarkeit/modellprojekt/

BAFA (2019): Startseite. *Online verfügbar unter: www.bafa.de/DE/Home/home_node.html.*

BDEW (2016): Bundesverband der Energie und Wasserwirtschaft, Stromverbrauch nach Verbrauchergruppen in Deutschland im Jahr 2015 (in Terrawattstunden), 2016

Biomasseatlas: http://www.biomasseatlas.de/, letzter Zugriff am 15.08.2018

BMWi (2018): Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland unter Verwendung aktueller Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), Berlin, Stand Februar 2018.

BMWi. (2018). Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Entwicklung von Energiepreisen und Preisindizes zu nominalen Preisen Deutschland – Energiedaten Tabelle 26 & 26a. Berlin.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2014), Nationale Politikstrategie Bioökonomie, *Online verfügbar unter www.bmbf.de/files/BioOekonomiestrategie.pdf*

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2016), Klimaschutzplan 2050, *Online verfügbar unter www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf*

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2007), Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt, *Online verfügbar unter www.bfn.de/fileadmin/BfN/biologischevielfalt/Dokumente/broschuere_biolog_vielfalt_strategie_bf.pdf*

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. (2014). Aktionsprogramm Klimaschutz 2020. *Online verfügbar unter https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Aktionsprogramm_Klimaschutz/aktionsprogramm_klimaschutz_2020_broschuere_bf.pdf.*

Bundesministerium für Bildung und Forschung. (o.D.). Initiative bioökonomie.de. Bioökonomie in Rheinland-Pfalz. *Online verfügbar unter https://biooekonomie.de/biooekonomie-rheinland-pfalz*

C.A.R.M.E.N. (2019). Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln – Jahresmittelwerte. Online verfügbar unter: https://www.carmen-ev.de/infothek/preisindizes/hackschnitzel/jahresmittelwerte.

C.A.R.M.E.N. (2019). Der Holzpellet-Preis-Index, Jahresmittelwerte. Online verfügbar unter: https://www.carmen-ev.de/infothek/preisindizes/holzpellets/jahresmittelwerte.

Covenant of Mayors 2010: European Union, How to develop a Sustainable Energy Action Plan, 2010

Daniel-Gromke et al. (2017). Anlagenbestand Biogas und Biomethan – Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland, S. 21.

Dena 2015: Deutsche Energie-Agentur GmbH, Der dena-Gebäudereport 2015. Statistiken und Analysen zur Energieeffizienz im Gebäudebestand, Berlin, 2015

Destatist 2015: Statistisches Bundesamt, Tabellen Wasserwirtschaft: Klärschlammentsorgung aus der öffentlichen Abwasserbehandlung 2015, 2015

Deutsche Energie-Agentur GmbH. (o.D.). Online verfügbar unter https://www.dena.de/startseite/.

Deutsche WindGuard (2013): Kostensituation der Windenergie an Land in Deutschland. Varel.

Difu 2011: Deutsches Institut für Urbanistik, Klimaschutz in Kommunen - Praxisleitfaden, 2011, Berlin, 2011

Difu 2018: Deutsches Institut für Urbanistik, Klimaschutz in Kommunen – Praxisleitfaden, 3. aktualisierte und erweiterte Auflage, Berlin, 2018

EEG-Anlagenregister. online verfügbar unter: http://www.energymap.info/energieregionen/DE/105/118/192/444.html.

Energieagentur Rheinland-Pfalz GmbH. (o.D.). Aktuelles aus dem Netzwerk. *Online verfügbar unter https://www.energieagentur.rlp.de/projekte/kommune/2017-2019-100-energieeffizienz-kommunen-rheinland-pfalz/regionale-netzwerke/ikone-interkommunales-netzwerk-energie/*

 © IfaS 2021

Energieagentur Rheinland-Pfalz GmbH. (o.D.). Stellenausschreibung Klimaschutzmanager/in Verbandsgemeinde Rhaunen. *Online verfügbar unter https://www.energieagentur.rlp.de/fileadmin/user_upload/Stellenausschreibung_Klimaschutz_VG_Rhaunen.pdf*

Energieagentur Rheinland-Pfalz GmbH. (o.D.). IkoNE: Interkommunales Netzwerk Energie. *Online verfügbar unter https://www.energieagentur.rlp.de/projekte/kommune/2017-2019-100-energieeffizienz-kommunen-rheinland-pfalz/regionale-netzwerke/ikone-interkommunales-netzwerk-energie/*

Europäisches Parlament, Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (EG-WRRL) Artikel 4 Absatz 1. online verfügbar unter: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj

European Commission (2012), A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050, *Online verfügbar unter https://www.cbss.org/wp-content/uploads/2012/12/EU-Low-Carbon-Road-Map-2050.pdf*

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR). (2018): Basisdaten Biobasierte Produkte.

Fraunhofer ISE (2019). Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. Online verfügbar unter: https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.pdf

Fritsche et al. 2014: Fritsche, Uwe / Rausch, Lothar: Globales Emissions-Modell integrierter Systeme (GEMIS) in der Version 4.95, Öko-Institut, 2014

Garuti et al. (2018). Monitoring of full-scale hydrodynamic cavitation pretreatment in agricultural biogas plant, S. 605.

Gemeinde Losheim am See Eigenbetrieb Touristik, Freizeit und Kultur Wanderbüro Saar-Hunsrück: https://www.saar-hunsrueck-steig.de/, abgerufen am 20.01.2020.

GPC 2014: Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories: Figure 1 Sources and boundaries of city GHG emissions, 2014

Greenmetric UI. (2019). GreenMetric-Ranking. *Online verfügbar unter http://greenmetric.ui.ac.id/detailnegara2018/?negara=Germany.*

Handelsblatt GmbH: https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/klimapolitik-regierung-beschliesst-regeln-fuer-co2-preis-auf-sprit-und-heizoel/25145298.html?ticket=ST-33248960-em7RApMng7ATTUDsdpud-ap3, abgerufen am 16.12.2019.

Heck, P., & Bemmann, U. (2002). Praxishandbuch Stoffstrommanagement. Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln.

Heck (2004). Regionale Wertschöpfung als Zielvorgabe einer dauerhaft nachhaltigen, effizienten Wirtschaftsförderung, in: Forum für angewandtes systemisches Stoffstrommanagement. Birkenfeld.

Heck, P., & Bemmann, U. (2002). Praxishandbuch Stoffstrommanagement. *Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln*.

HNV Hunsrück-Nahe-Vermarktungsgesellschaft mbH: https://www.soonahe.de/, abgerufen am 20.01.2020.

Hochschule Trier - Institut für angewandtes Stoffstrommanagement – IfaS. (o.D.). Abschlussveranstaltung (Bio)Energiedorf-Coaching. *Online verfügbar unter https://www.stoffstrom.org/projekte-referenzen/kommunen-und-kreise/bioenergiedorf-coaching-im-landkreis-birkenfeld/abschlussveranstaltung-bioenergiedorf-coaching/*

Hoffmann L. (2019) Potentiale einer Kurzumtriebsplantage als Hauptkomponente einer Anpflanzung mit dem Ziel der Holzgewinnung, des Erosionsschutzes und des Schutzes der Biodiversität - Masterthesis in Kooperation mit dem Nationalpark Hunsrück-Hochwald im Rahmen ZENAPA's

Hunsrück-Touristik GmbH: https://www.hunsruecktouristik.de/, abgerufen am 17.01.2020.

Ifeu 2014: Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland, Heidelberg, 2014

IPCC 2007: Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change 2007: Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007

Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Dritte Bundeswaldinventur (2012); Online verfügbar unter https://bwi.info/.

KBA 2015 a: Kraftfahrtbundesamt, Fahrzeugzulassungen, Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Gemeinden, 1. Januar 2015, FZ 1, Flensburg, 2015

KBA 2015 b: Kraftfahrtbundesamt, Verkehr in Kilometer der deutschen Kraftfahrzeuge im Jahr 2015, Tabelle Gesamtfahrleistung und durchschnittliche Fahrleistung nach Fahrzeugarten im Jahr 2015, Flensburg, 2015

KfW (2019). Konditionenübersicht für Endkreditnehmer. Online verfügbar unter: https://www.kfw-formularsammlung.de/KonditionenanzeigerINet/KonditionenAnzeiger

 © IfaS 2021

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), 2019, Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas.

Landesforsten Rheinland-Pfalz. (o.D.). Waldfläche im Vergleich. *Online verfügbar unter https://www.wald-rlp.de/de/wald/zahlenspiegel/waldflaeche-und-baumartenverteilung/*

LIFE IP ZENAPA: https://zenapa.de/zenapa-region/projektkulisse/, abgerufen am 20.01.2020.

LW Medien GmbH. (2019). Unsere Heimat - Nachrichten der Ortsgemeinden der Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein und Rhaunen. Ausgabe 28/2019. *Online verfügbar unter https://ol.wittich.de/titel/747/ausgabe/28/2019/artikel/00000000000016129663-OL-747-2019-28-28*

Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz, 2017, Rheinland-Pfalz - Landesabfallbilanz 2016

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz. (2011). BAT-Konzept. Konzept zum Umgang mit Biotopbäumen, Altbäumen und Totholz bei Landesforsten Rheinland-Pfalz

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz. (2015). Die Vielfalt der Natur Bewahren. Biodiversitätsstrategie des Landes Rheinland-Pfalz.

Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz. (2014). Innovationsstrategie Rheinland-Pfalz

Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz. (2015). Klimaschutzkonzept des Landes Rheinland-Pfalz. *Online verfügbar unter https://mueef.rlp.de/fileadmin/mwkel/Abteilung_5/Klimaschutz/Klimaschutzkonzept/Klimaschutzkonzept_Text_23112015.pdf*

Mittelrhein-Verlag GmbH. (o.D.). Rhein-Zeitung.de. Ein Paradies in Rhaunens Ortsmitte. *Online verfügbar unter https://www.rhein-zeitung.de/region/aus-den-lokalredaktionen/nahe-zeitung_artikel,-ein-paradies-in-rhaunens-ortsmitte-_arid,1994512.html*

Mittelrhein-Verlag GmbH. (2018). Rhein-Zeitung.de. Klimaschutzmanager stellt sich vor. *Online verfügbar unter https://www.rhein-zeitung.de/region/aus-den-lokalredaktionen/nahe-zeitung_artikel,-klimaschutzmanager-stellt-sich-vor-_arid,1753323.html*

Müller J. (2012). Forschungsprojekt „Biogene Gase – Unterer Lindenhof“.

Naheland-Touristik GmbH: https://www.naheland.net/, abgerufen am 17.01.2020.

Nationalparkamt Hunsrück-Hochwald: https://www.nationalpark-hunsrueck-hochwald.de/besucher/erleben-angebote/nationalpark-akademie.html, abgerufen am 20.01.2020.

Nationalpark Hunsrück-Hochwald, Der Nationalpark Hunsrück-Hochwald, *Online verfügbar unter* https://www.nationalpark-hunsrueck-hochwald.de/der-nationalpark-hunsrueck-hochwald.html

Nationalparklandkreis Birkenfeld. (o.D.). Verbandsgemeinde Rhaunen. *Online verfügbar unter http://www.landkreis-birkenfeld.de/city_info/webaccessibility/index.cfm?item_id=835198&waid=577*

Nationalparkregion Hunsrück-Hochwald. (2018). Nationalpark-Verbandsgemeinde Rhaunen an der Hunsrück Schiefer- und Burgenstraße. *Online verfügbar unter https://www.nationalparkregion-hunsrueck-hochwald.de/rhaunen.html*

Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen. (o.D.). Klimaschutzkonzept. *Online verfügbar unter https://www.vg-hr.de/zukunftsorientiert/klimaschutzkonzept/*

Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen a: https://www.vg-hr.de/aktuelles/fusion/, abgerufen am 20.01.2020.

Nationalparkverbandsgemeinde Herrstein-Rhaunen b: https://www.vg-hr.de/aktiv/tourismus/planung-bikeregion-hunsrueck-hochwald/, abgerufen am 20.01.2020.

Naturpark Saar-Hunsrück e. V.: https://www.naturpark.org/, abgerufen am 17.01.2020.

NEXT2SUN (2017), Pressestimmen: „pv magazine award für senkrechte Montage bifazialer Solarmodule“, online verfügbar unter: https://next2sun.de/

Olfert, Klaus, & Reichel, Christopher (2002): Kompakt-Training Investition, 2. Auflage, Herne.

Patil et al. (2015). Intensification of biogas production using pretreatment based on hydrodynamic cavitation, S. 79-80.

Patil et al. (2015). Intensification of biogas production using pretreatment based on hydrodynamic cavitation, S. 82-83.

Pape, Ulrich (2009). Grundlagen der Finanzierung und Investition. *München.*

Poth et al. 2008: Gabler Kompakt-Lexikon: Marketing, 3. Auflage, Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler | GWV Fachverlage GmbH.

Präsentation Herr Christoph Benkendorff: ZENAPA-Klimawandelmanager, Mitgliederversammlung November 2019.

 © IfaS 2021

Presse- und Informationsamt der Bundesregierung a: https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/co2-bepreisung-1673008, abgerufen am 19.12.2019.

Presse- und Informationsamt der Bundesregierung b: https://www.bundesregierung.de/resource/blob/975226/1673502/855f58eed07bcbbd697820b4644e83a7/2019-09-20-klimaschutzprogramm-data.pdf?download=1, abgerufen am 16.12.2019.

Purkus A.; Jähkel A. (2018). Themenfelder und Einrichtungen der Bioökonomieforschung in Deutschland – Wer macht was? *Online verfügbar unter https://www.ufz.de/export/data/2/204359_Bio%C3%B6konomie%20-%20%C3%9Cbersicht%20Themenfelder%20und%20Akteure%20in%20D.pdf*

Regionalrat Wirtschaft Rhein-Hunsrück e.V. (2020). Kommunikations- und Begegnungsraum im Bereich der Mühlenbitzen am Rhaunelbach. *Online verfügbar unter https://www.lag-hunsrueck.de/projekte/aktuell/d-kommunikations-und-begegnungsraum-im-bereich-der-muehlenbitzen-am-rhaunelbach-378351083*

Rheinland-Pfalz Tourismus GmbH: https://www.gastlandschaften.de/, abgerufen am 17.01.2020.

Scheffler, Wolfram (2009). Besteuerung von Unternehmen: Ertrag-, Substanz- und Verkehrssteuern, 12. Auflage. Nürnberg.

Solaratlas: http://www.solaratlas.de/, letzter Zugriff am 15.08.2018

Statista GmbH (2019). Inflationsrate in Deutschland von 1950 bis 2018. Online verfügbar unter: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/4917/umfrage/inflationsrate-in-deutschland-seit-1948/

Staatsministerin für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz. (2019). Erklärung „Klimaschutz für den Wald – unser Wald für den Klimaschutz". *Online verfügbar unter https://www.gstb-rlp.de/gstbrp/Publikationen/Aktuelles/2019/Erkl%C3%A4rung%20%E2%80%9EKlimaschutz%20f%C3%BCr%20den%20Wald%20%E2%80%93%20unser%20Wald%20f%C3%BCr%20den%20Klimaschutz%22/*

Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, 2016, Statistischer Bericht - "RLP - Flaechennutzung Landwirtschaft (2016)"

Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, 2016, Statistischer Bericht - "RLP - Ackernutzung_Kulturen (2016)"

Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2016: Statistische Berichte E IV – j/15, Energieverwendung des Verarbeitenden Gewerbes sowie im Bergbau und bei der Gewinnung von Steinen und Erden 2015, Bad Ems, 2015

Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2017: Energiebilanz Rheinland-Pfalz 2015, Bad Ems, 2017

Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz. (2018). Statistischer Band 410. Die Landwirtschaft 2017. *Online verfügbar unter https://www.statistik.rlp.de/fileadmin/dokumente/baende/band410_die_landwirtschaft_2017.pdf*

Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz. (2019). Statistische Berichte 2019. Bevölkerung der Gemeinden am 31. Dezember 2018. *Online verfügbar unter http://www.statistik.rlp.de/fileadmin/dokumente/berichte/A/1033/A1033_201822_hj_G.pdf*

Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, Gebäude und Wohnungen, https://infothek.statistik.rlp.de/MeineHeimat/content.aspx?id=102&l=2&g=0713404&tp=1059

Tagesspiegel. (o.D.). *Online verfügbar unter https://www.tagesspiegel.de/.*

Tourist Information EdelSteinLand j.P.d.Ö.R. a: https://www.edelsteinland.de/, abgerufen am 17.01.2020.

Tourist Information EdelSteinLand j.P.d.Ö.R. b: https://www.edelsteinland.de/de/service/gaeste-und-familienkarte/index.html, abgerufen am 20.01.2020.

UBA (2016): Umweltbundesamt, Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2016, Nationaler Inventarbericht zum deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2014, EU-Submission 15.01.2016

UBA. (2016). Umweltbundesamt, Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2016, Nationaler Inventarbericht zum deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2014, EU-Submission 15.01.2016

VDI Verlag. (2019). Ingenieur.de. *Online verfügbar unter https://www.ingenieur.de/.*

Verbandsgemeinde Rhaunen, Nationalpark-Verbandsgemeinde Rhaunen - eine lebens- und liebenswerte Verbandsgemeinde in unmittelbarer Nähe des Flughafens Hahn, *Online verfügbar unter* http://www.vg-rhaunen.de/Verbandsgemeinde

Verbandsgemeindeverwaltung Birkenfeld: https://www.mein-haus-macht-mit.de/, abgerufen am 20.01.2020.

VG Regensburg (2018), Urteil vom 15.11.2018, Beihilfefähigkeit eines Solarparks, RO 5 K 17.1331, online verfügbar unter https://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/Y-300-Z-BECKRS-B-2018-N-35338?hl=true&AspxAutoDetectCookieSupport=1

 © IfaS 2021

Wärmepumpenatlas: http://www.wärmepumpenatlas.de/, letzter Zugriff am 15.08.2018

WWF. (2009). Modell Deutschland Klimaschutz bis 2050: Vom Ziel her denken. Online verfügbar unter https://mobil.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF_Modell_Deutschland_Endbericht.pdf.

Zensus 2011, Gebäude mit Wohnraum und Wohnungen in Gebäuden mit Wohnraum nach Baujahr, Gebäudetyp, Zahl der Wohnungen, Eigentumsform und Heizungsart, https://ergebnisse.zensus2011.de/#StaticContent:071345004,ROOT,ROOT,

Anhang

Verwendete Emissionsfaktoren:

CO_2e-Faktoren Strom:

CO_2e-Faktoren Strom		Quelle: GEMIS 4.95 (direkte Emissionen + Vorkette)
1990	0 g/kWh	
2005	0 g/kWh	
2015	547 g/kWh	El-KW-Park-DE-2015
2020	469 g/kWh	El-KW-Park-DE-2020
2030	374 g/kWh	El-KW-Park-DE-2030
2040	248 g/kWh	Eigene Berechnung
2050	122 g/kWh	Eigene Berechnung

CO_2e-Faktoren Erneuerbarer Strom		
Wind	11 g/kWh	Wind-KW-DE-2010-Bestand
Photovoltaik	49 g/kWh	Solar-PV-multi-Rahmen-mit-Rack-DE-2010
Wasserkraft	6 g/kWh	Wasser-KW-klein-DE-2010-standalone
Biogas BHKW	194 g/kWh	siehe Nebenrechnung

CO_2e-Faktoren Wärme:

CO_2e-Faktoren Wärme			Quelle: GEMIS 4.95 (direkte Emissionen + Vorkette)
Heizöl leicht	319 g/kWh		Öl-Heizung-DE-2010 (Endenergie)
Erdgas	250 g/kWh		Gas-Heizung-DE-2010 (Endenergie)
Kohle/Koks	443 g/kWh		Mittelwert aus Kohle und Koks
Kohle-Brikett	444 g/kWh		Kohle-Brikett-Heizung-DE-2010 (Endenergie)
Koks	441 g/kWh		Koks-Heizung-DE-2010 (Endenergie)
Flüssiggas	267 g/kWh		Flüssiggas (LPG)-Heizung-DE-2010 (Endenergie)
Fernwärme (lokal)			bei Betreiber anzufragen
Fernwärme	199 g/kWh	UBA	als *Alternative*, wenn kein lokaler Fernwärmefaktor verfügbar ist -> UBA (2208): -> dieser Wert beinhaltet die direkten Emissionen inkl. der Äquivalente

CO_2e-Faktoren Erneuerbare Wärme		
Solarthermie	25 g/kWh	SolarKollektor-Flach-DE-2010
Biomasse Festbrennst.	23 g/kWh	Mittelwert aus HS, Pellets und Stückholz
Hackschnitzel	*24 g/kWh*	Holz-HS-Waldholz-Heizung-10 kW-2010 (Endenergie)
Pellets	*27 g/kWh*	Holz-Pellet-Holzwirtsch.-Heizung-10 kW-2010 (Endenergie)
Stückholz	*19 g/kWh*	Holz-Stücke-Heizung-DE-2010 (Endenergie)
Wärmepumpe	174 g/kWh	El-Wärmepumpe-mono-Erdreich-DE-2010-mix
Biogas BHKW	90 g/kWh	siehe Nebenrechnung

Nebenrechnung: Berechnung Faktor Biogas Strom und Wärme

Faktor brutto	285 g/kWh	Biogas-Mais-0LUC-BHKW-500 kW 2010/brutto
Strom	194 g/kWh	Biogas-Mais-0LUC-BHKW-500 kW 2010/en
Wärme	90 g/kWh	Als Differenz aus brutto und en

© IfaS 2021

CO_2e-Faktoren Mobilität:

Fahrzeugkategorie	Emissionsfaktor mit Vorkette	Datensatz	Ø-Verbrauch [l]	Ø-Verbrauch [MJ]
PKW				
Diesel klein	156,68 g/P*km	Pkw-Diesel-klein-DE-2010-Basis	4,33 l/100 km	1,54 MJ/km
Diesel mittel	204,29 g/P*km	Pkw-Diesel-mittel-DE-2010-Basis	6,13 l/100 km	2,18 MJ/km
Diesel groß	261,68 g/P*km	Pkw-Diesel-gross-DE-2010-Basis	7,84 l/100 km	2,79 MJ/km
Otto klein	196,66 g/P*km	Pkw-Otto-klein-DE-2010-Basis	6,44 l/100 km	2,05 MJ/km
Otto mittel	236,44 g/P*km	Pkw-Otto-mittel-DE-2010-Basis	7,75 l/100 km	2,47 MJ/km
Otto groß	306,58 g/P*km	Pkw-Otto-gross-DE-2010-Basis	10,11 l/100 km	3,22 MJ/km
Elektromotor klein	58,25 g/P*km	Pkw-EM-klein-DE-2010-Basis		0,62 MJ/km
Elektromotor mittel	73,88 g/P*km	Pkw-EM-mittel-DE-2010-Basis		0,72 MJ/km
Otto Biomethan klein	152,65 g/P*km	Pkw-Otto-BioCNG-klein-DE-2010-Basis		2,69 MJ/km
Otto Biomethan mittel	186,70 g/P*km	Pkw-Otto-BioCNG-mittel-DE-2010-Basis		3,36 MJ/km
Otto Biomethan groß	233,83 g/P*km	Pkw-Otto-BioCNG-gross-DE-2010-Basis		4,32 MJ/km
Otto Erdgas klein	221,62 g/P*km	Pkw-Otto-CNG-klein-DE-2010-Basis		2,69 MJ/km
Otto Erdgas mittel	272,87 g/P*km	Pkw-Otto-CNG-mittel-DE-2010-Basis		3,36 MJ/km
Otto Erdgas groß	344,29 g/P*km	Pkw-Otto-CNG-gross-DE-2010-Basis		4,32 MJ/km

LNF (LKW bis 3,5 t)					Tonnage
LNF Diesel	303,08 g/t*km	LNF-Diesel-DE-2010	9,23 l/100 km	3,29 MJ/km	1,00 t

LKW					Tonnage
Diesel 3,5-7,5 t	141,57 g/t*km	Lkw-Diesel-3,5-7,5t-Solo-DE-2010	10,81 l/100 km	3,85 MJ/km	2,51 t
Diesel 7,5-12t	102,04 g/t*km	Lkw-Diesel-7,5-12t-Solo-DE-2010	15,92 l/100 km	5,67 MJ/km	4,86 t
Diesel 12 t	40,70 g/t*km	Lkw-Diesel->12t-Solo-DE-2010	24,81 l/100 km	8,84 MJ/km	18,93 t

LKW Zug					Tonnage
Diesel 40t	51,17 g/t*km	Lkw-Diesel-40t-Zug-DE-2010	30,29 l/100 km	10,79 MJ/km	18,93 t
Diesel 25m-40t	54,77 g/t*km	LKW-Diesel-25m-40t-Zug-2010	31,80 l/100 km	11,33 MJ/km	18,93 t

Bus					Besetzungsgrad
Reisebus Diesel	44,69 g/P*km	Bus-Reise-DE-2010	44,46 l/100 km	15,84 MJ/km	30 Personen
Linienbus Diesel	57,07 g/P*km	Bus-Linie-Diesel-DE-2010	37,21 l/100 km	13,26 MJ/km	30 Personen

Emissions-Faktoren Landwirtschaft:

Emissionsfaktoren CH4 aus der Verdauung (in kg je Tier und Jahr)

Tierart	EF CH4	Quelle: NIR 2016, S. 498 ff.
Milchkühe	135,5 kg CH4 je Tier*a	
übrige Rinder	43,3 kg CH4 je Tier*a	
Schweine	1,1 kg CH4 je Tier*a	
Schafe	6,2 kg CH4 je Tier*a	
Ziegen	5,0 kg CH4 je Tier*a	
Pferde	16,6 kg CH4 je Tier*a	

Emissionsfaktoren CH4 Wirtschaftdüngermanagement (in kg je Tier und Jahr)

Tierart	EF CH4	Quelle: NIR 2016, S. 506 ff.
Milchkühe	20,6 kg CH4 je Tier*a	
übrige Rinder	6,9 kg CH4 je Tier*a	
Schweine	4,0 kg CH4 je Tier*a	
Schafe	0,2 kg CH4 je Tier*a	
Ziegen	0,2 kg CH4 je Tier*a	
Pferde	2,6 kg CH4 je Tier*a	
Geflügel	0,03 kg CH4 je Tier*a	

N2O-N Emissionsfaktoren nach Wirtschaftsdünger-Mamagementsystemen (in kg je kg)

WD MMS	EF N2O-N	Quelle: NIR 2016, S. 514 ff.
Gülle (ohne Vergärung)	0,0035 kg N2O je kg	Mittelwert
Festmist	0,0130 kg N2O je kg	
Tiefstreu (ohne Vergärung)	0,0100 kg N2O je kg	
Geflügelfestmist bzw. -kot	0,0010 kg N2O je kg	
Gärrest	0,0024 kg N2O je kg	NIR 2016, S. 515

a) Emissionsfaktor für die Ausbringung N-haltiger Substrate

	EF N2O	Quelle: NIR 2016, S. 522
EF Ausbringung	0,01 kg N2O je kg Stickstoff	

b) Emissionsfaktor für die Bewirtschaftung organischer Böden

	EF N2O	Quelle: NIR 2016, S. 522
EF Acker	10,70 kg N2O je ha	
EF Grünland	2,70 kg N2O je ha	

© IfaS 2021