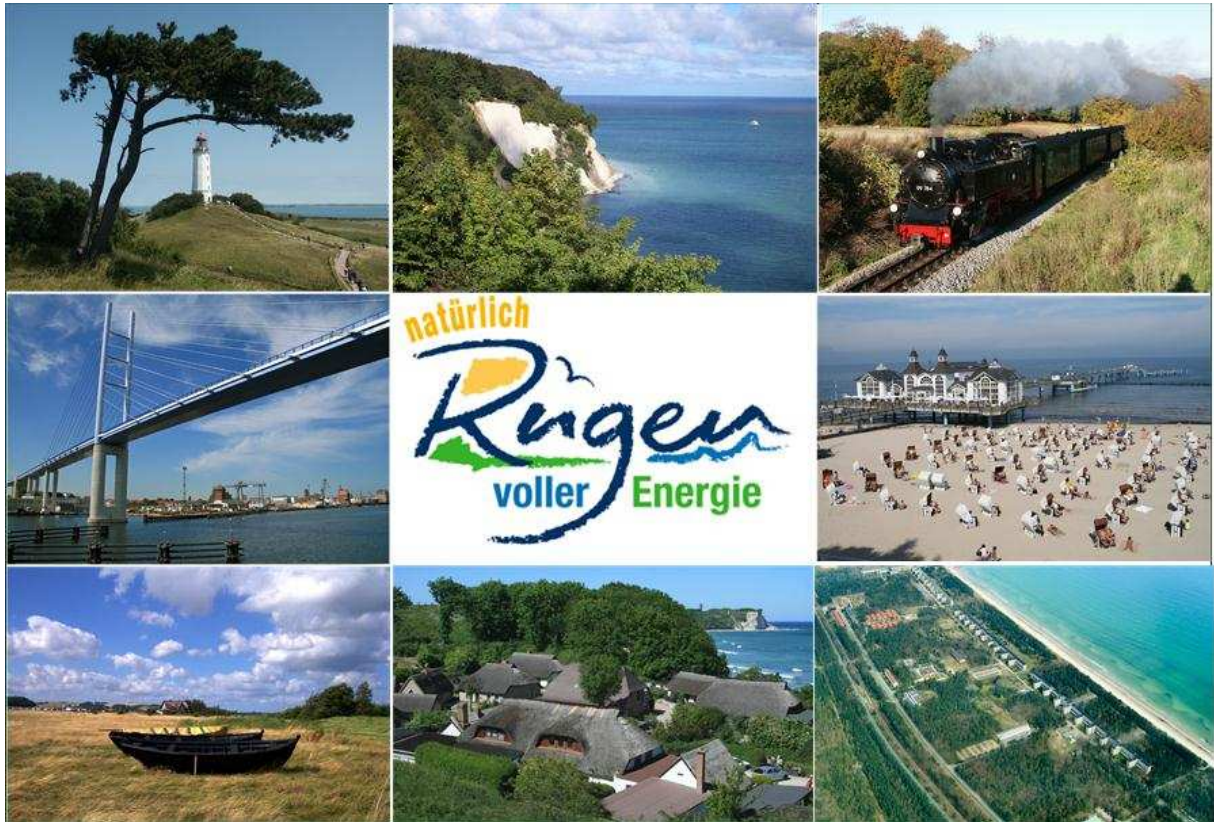




**Integriertes Klimaschutzkonzept
mit den drei Teilkonzepten „Erschließung
Erneuerbare-Energie-Potenziale“, „Integrierte
Wärmenutzung in Kommunen“ und
„Klimafreundlicher Verkehr“
für die Inseln Rügen/ Hiddensee**

Abschlussbericht

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



DIE BMU
KLIMASCHUTZ-
INITIATIVE

Förderung:

Das diesem Bericht zugrunde liegende Projekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Förderbereich der nationalen Klimaschutzinitiative unter den folgenden Förderkennzeichen gefördert:

FKZ 03KS1220
FKZ 03KS1220-1
FKZ 03KS1220-2
FKZ 03KS1220-3

Impressum

Sämtliche Bilder des Deckblattes sind mit Genehmigung der Tourismuszentrale Rügen verwendet worden.

Herausgeber:

Landkreis Vorpommern-Rügen
Leiter Fachdienst Umwelt
Standort Bergen
Störtebekerstraße 30
18528 Bergen auf Rügen

Telefon: 03838/ 813-0
Telefax: 03838/ 813-119

Email: jan.trenkmann@landkreis-ruegen.de
Internet: www.landkreis-vorpommern-ruegen.de

Projektleitung:

Jan Trenkmann (Fachdienst Umwelt)
Dr. Brigitte Thom (Fachdienst
Regionalentwicklung)

Konzepterstellung:

IfaS

Institut für angewandtes
Stoffstrommanagement

Fachhochschule Trier
Umwelt-Campus Birkenfeld
IfaS
Postfach 1380
55761 Birkenfeld

Institutsleitung:

Prof. Dr. Peter Heck
Geschäftsführender Direktor IfaS

Projektleiter:

Thomas Anton

Projektmanager:

Stephan Latzko

Projektbearbeitung:

Antti Olbrisch, Eleni Sawidou, Alexander Reis,
Patrick Huwig, Manuel Schaubt, Michael
Schuchhardt, Pascal Thome, Jens Frank,
Jochen Meisberger, Sara Schierz, Cathleen
Sommer, Nora Staginnus, Steffen Schwan



Hauptsitz Stralsund
Tribseer Damm 2
18437 Stralsund

Geschäftsführung:

Dipl.-Geographin Synke Ahlmeyer

Projektbearbeitung

Dipl.-Ing. (FH) Kathrin Schult; Dipl.-Ing. Klaus
Freudenberg; Dipl.-Ing. Jörn Kolbe; Dipl.-Ing.
(FH), Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Stefan Biertümpel,
Hannes Seller, B.Sc.

Zusammenfassung des Klimaschutzkonzeptes

Mit dem vorliegenden Klimaschutzkonzept werden für die Insel Rügen Potenziale, Maßnahmen und damit einhergehende positive ökonomische, ökologische und soziale Effekte im Bereich Einsatz Erneuerbarer Energien sowie Energieeffizienz/ -einsparung, Wärmenutzung und klimafreundlicher Verkehr aufgezeigt. Der hieraus resultierende „Fahrplan Null-Emission“ stellt somit die Grundlage einer politischen Weichenstellung zugunsten einer zukunftsfähigen Wirtschaftsförderungsstrategie dar und verdeutlicht umfassende zukünftige energiepolitische Handlungserfordernisse.

Die Insel Rügen bzw. viele Akteure agieren bereits im Bereich der Erneuerbaren Energien und Klimaschutz, allerdings wird die derzeitige Kommunikationsstruktur den Ansprüchen an eine Gesamtstrategie Null-Emission für die Insel noch nicht gerecht.

Die Erarbeitung des Konzeptes hat aber gezeigt, dass trotz der starken Bedeutung des Tourismus und des hohen Anteils von Naturschutzflächen die Insel über ausreichend Potenziale verfügt, sich bilanziell dem Ziel der Null-Emission anzunähern. Im Gegensatz zu vielen anderen Regionen bzw. Kommunen in Deutschland basiert dies auf einer innovativen Kombination der verfügbaren erneuerbaren Energieträger (Solar, Wind und Biomasse), die von einer breiten Akzeptanz der Bevölkerung bzw. der Besucher getragen werden muss. Demzufolge wird der Öffentlichkeitsarbeit und dem Akteursmanagement eine wesentlich bedeutsamere Rolle bei der Umsetzung des Konzepts, vor allem auch im Bereich klimafreundlicher Verkehr, zukommen, als dies bei anderen, nicht so stark touristisch ausgerichteten Regionen der Fall ist.

Durch die innovative und intelligente Verknüpfung bisheriger Projekte (z.B. Bioenergieregion) und der zukünftigen Nutzung der Potenziale kann die Insel Rügen einerseits einen Beitrag zur Erreichung der aufgestellten Klimaschutzziele der Landes- und Bundesregierung leisten. Andererseits ist zugleich mit dem Vorhaben der Anspruch verbunden, im Rahmen einer umfassenden (Stoffstrom-) Managementstrategie durch die effektive Nutzung örtlicher Potenziale verstärkt eine regionale Wertschöpfung zu generieren sowie Abhängigkeiten von steigenden Energiepreisen zu reduzieren. Dies steht auch in Verbindung mit der Chance einer notwendigen kommunalen Entschuldung sowie einer zusätzlichen Attraktivitätssteigerung der Insel, um den negativen Auswirkungen für den ländlichen Raum durch die prognostizierten, ungünstigen demographischen Entwicklungen entgegenzuwirken.

Die Konzepterstellung erfolgte durch das Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) der Fachhochschule Trier, Standort Umwelt-Campus Birkenfeld und der Umweltplan GmbH aus Stralsund in enger Zusammenarbeit mit dem Umweltamt des ehemaligen Landkreises Rügen und den dortigen Akteuren. Die Kosten der Erstellung wurden im

Rahmen der kommunalen Klimaschutzinitiative mit einer Förderung von 65% (integriertes Klimaschutzkonzept) bzw. 50% (Teilkonzepte „Erschließung der verfügbaren Erneuerbare-Energien-Potenziale“, „Integrierte Wärmenutzung“, „klimafreundlicher Verkehr“) durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) unter den Förderkennzeichen 03KS1220, 03KS1220-1, 03KS1220-2 und 03KS1220-3 unterstützt.

Insbesondere resultierend aus Akteursgesprächen (Workshops, Einzelgesprächen o. ä.), Potenzialanalysen sowie einer Energie-, CO₂- und Wertschöpfungsbilanzierung können als Ergebnis die nachstehenden Erkenntnisse hervorgehoben werden:

- o Das Ziel „Null-Emission“ kann bilanziell bereits zum Jahr 2050 erreicht werden (100% bilanzielle Abdeckung des Gesamtenergiebedarfs durch erneuerbare Energien). Dies geht einher mit massiven regionalen Wertschöpfungseffekten in Höhe von 5,63 Mrd. Euro, dabei entfallen ca. 1,78 Mrd. Euro auf den Strombereich und rund 3,85 Mrd. Euro auf den Wärmebereich.
- o Bilanziell gesehen erzeugt die Insel Rügen bereits zum Zeitpunkt der Konzepterstellung im Sektor Strom 43% des Bedarfs über Erneuerbare Energieträger.
- o Zur Erreichung dieser Ziele stehen zunächst sieben kurzfristige Maßnahmen für die Insel Rügen und ein Konzept für die Insel Hiddensee im Vordergrund (vgl. 9.2). Diese wurden im Rahmen einer partizipativen Entwicklung herausgearbeitet und gelten als Empfehlung für die künftige Klimaschutz- und Energiepolitik der Insel.

Aufgabe ist es nun, aufbauend auf dieser Grundlage, die Rolle des Klimaschutzes fest in den Prozessen der Insel und des Landkreises Vorpommern-Rügen zu verankern, so dass diese bei Entscheidungen nicht wie bisher eine impulsgebende Rolle, sondern zukünftig sukzessiv eine koordinierende Rolle in der Interaktion mit Multiplikatoren und Netzwerkpartnern einnimmt. Durch die sehr starke Bedeutung des Tourismus für die Inselregion kommt daher dieser Interaktion und Kommunikation eine bedeutende Rolle zu. Hier wird vor allem die Kooperation mit dem Projekt Bioenergieregion Insel Rügen im Vordergrund stehen, da dieses Projekt seitens des Projektträgers für die nächsten drei Jahre weiter unterstützt wird.

Für die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes steht ein weiteres Förderinstrument im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative zur Verfügung. Mit einer weiteren Fördermittelbeantragung besteht die Möglichkeit, einen Zuschuss für die Schaffung einer Personalstelle (sog. Klimaschutzmanager) für bis zu drei Jahre und die Durchführung von Maßnahmen im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit zu erhalten. Damit möchte die Insel Rügen die Umsetzung der identifizierten Maßnahmen in den Bereichen Klimaschutz, Erneuerbare Energien und Energieeffizienz fördern und die regionale Wertschöpfung erhöhen.

Aufgrund der Kreisgebietsreform vom 04. September 2011 ist der Landkreis Rügen mit dem Landkreis Nordvorpommern und der bislang kreisfreien Hansestadt Stralsund zum Landkreis Vorpommern-Rügen umstrukturiert worden. Der neue Landkreis ist nunmehr der nach Fläche fünftgrößte Landkreis Deutschlands (ca. 3.200 km²). Der mögliche Klimaschutzmanager der Insel Rügen würde damit auch zum Teil die Vernetzung mit den Aktivitäten des gesamten Landkreises übernehmen, wobei die Maßnahmen der Insel Rügen auch im Hinblick auf die Weiterführung des Projektes Bioenergieregion Rügen eine Vorbildfunktion übernehmen können.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung des Klimaschutzkonzeptes.....	IV
Inhaltsverzeichnis.....	VII
1 Ziele und Projektrahmen	11
1.1 Ausgangssituation und Projektziel	11
1.2 Arbeitsmethodik	13
1.3 Kurzbeschreibung der Region	17
1.4 Bisherige Klimaschutzaktivitäten.....	19
2 Energie- und Treibhausgasbilanzierung (Startbilanz).....	22
2.1 Analyse des Gesamtenergieverbrauches und der Energieversorgung	22
2.1.1 Gesamtstromverbrauch und Stromerzeugung	22
2.1.2 Gesamtwärmeverbrauch und Wärmeerzeugung	24
2.1.3 Energieverbrauch im Sektor Verkehr	26
2.1.4 Energieverbrauch im Sektor Abfall	27
2.1.5 Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern.....	27
2.2 Treibhausgasemissionen auf der Insel Rügen.....	28
3 Wirtschaftliche Bewertung der aktuellen Energieversorgung.....	31
3.1 Methodik zur Abschätzung wirtschaftlicher Auswirkungen	31
3.2 Gesamtbetrachtung 2010	39
3.3 Individuelle Betrachtung der Bereiche Strom und Wärme 2010	41
4 Potenziale zur Energieeinsparung und –effizienz	42
4.1 Private Haushalte	44
4.1.1 Ermittlung des derzeitigen Wärmeverbrauches privater Haushalte	44
4.1.2 Einsparpotenziale privater Haushalte im Wärmebereich	46
4.1.3 Szenario bis 2050 privater Haushalte im Wärmebereich	46
4.1.4 Stromeinsparpotenziale privater Haushalte	50
4.2 Energieverbräuche der kommunalen Liegenschaften	51
4.2.1 Wärmeverbräuche der kommunalen Liegenschaften	51
4.2.2 Kommunale Straßenbeleuchtung	52
4.3 Industrie	53

4.3.1	Stromeinsparpotenziale in der Industrie	54
4.3.2	Wärmeeinsparpotenziale in der Industrie	55
4.4	Gewerbe, Handel, Dienstleistung	56
4.4.1	Stromeinsparpotenziale im Sektor GHD	57
4.4.2	Wärmeeinsparpotenziale im Sektor GHD	57
4.5	Verkehr	58
5	Potenziale zur Erschließung der verfügbaren Erneuerbaren Energien.....	59
5.1	Biomassepotenziale	59
5.1.1	Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft.....	59
5.1.2	Biomassepotenziale aus der Landwirtschaft.....	62
5.1.3	Biomassepotenziale aus Kommunen und Gewerbe	71
5.1.4	Gesamtüberblick Biomassepotenziale	76
5.2	Solarpotenziale	80
5.2.1	Photovoltaik auf Freiflächen.....	80
5.2.2	Photovoltaik auf Dachflächen	90
5.2.3	Solarthermie auf Dachflächen	92
5.3	Windkraftpotenziale	94
5.3.1	Grundlagen	94
5.4	Geothermiefpotenziale	107
5.4.1	Technologien zur Nutzung der geothermischen Energie	107
5.4.2	Nutzung der Geothermie in Mecklenburg-Vorpommern.....	109
5.4.3	Geothermische Bedingungen auf der Insel Rügen	110
5.4.4	Nutzungsmöglichkeiten, Potenziale auf der Insel Rügen.....	114
5.4.5	Schlussfolgerungen.....	116
5.5	Wasserkraftpotenziale	117
5.5.1	Wasserkraftpotenziale an Gewässern.....	117
5.5.2	Ausbaupotenzial in der Ostsee	118
5.5.3	Wasserkraftpotenziale an Kläranlagen	119
5.5.4	Wirtschaftliche Betrachtung des Kläranlagenstandortes.....	120
5.5.5	Zusammenfassung Wasserkraftpotenziale	121
6	Integrierte Wärmenutzung.....	123
6.1	Darstellung der aktuellen Versorgungsstruktur.....	123
6.1.1	Gasnetz	123

6.1.2	Nah- Fernwärme	124
6.1.3	Biogasanlagen.....	129
6.1.4	Einzelfeuerstätten	130
6.2	Wärmesenken und –quellen	130
6.2.1	Kommunale Liegenschaften.....	130
6.2.2	Relevante Unternehmen/Wirtschaftszweige	131
6.2.3	Ausbaupotenzial für Fern- und Nahwärme	133
6.3	Zusammenfassung Wärmenutzung	135
7	Klimafreundlicher Verkehr	137
7.1	Allgemeine Ausgangssituation und Problemstellung	137
7.1.1	Kommunalpolitische Zielsetzung.....	137
7.1.2	Verkehrliche Ausgangssituation	138
7.2	Bestandsanalyse	139
7.2.1	Verkehrsinfrastruktur	139
7.2.2	Verkehrsbelastungen	147
7.2.3	Verkehrsrelevante Grundlagen.....	158
7.3	Verkehrsprognose für das Untersuchungsgebiet	166
7.4	Potenzialanalyse	171
7.4.1	Kostenvergleich der Verkehrsträger	172
7.4.2	Potenzial Mobilitätsverhalten	173
7.4.3	ÖPNV (Bus, Bahn, Flugverkehr)	177
7.4.4	Verkehrsbedingte CO ₂ -Emissionen	178
8	Akteursbeteiligung	189
8.1	Akteursanalyse und Akteursadressbuch.....	189
8.2	Akteursmanagement	190
9	Maßnahmenkatalog.....	192
9.1	Zusammenfassung des Maßnahmenkatalogs	192
9.2	Kurzfristige Klimaschutzmaßnahmen der Insel Rügen.....	193
9.2.1	Entwicklung eines kommunalen Energiecontrollings der kommunalen Liegenschaften	193
9.2.2	Nutzungskonzepte für Deponie- und Konversionsflächen	194
9.2.3	Aktivierung Solarpotenziale.....	194

9.2.4	Internetbasierte Klimaschutzplattform	195
9.2.5	(Bio)EnergieDörfer Insel Rügen	196
9.2.6	Ausgestaltung von Bürgerbeteiligungsmodellen	197
9.2.7	Fundraising	198
9.3	Reisende Hochschule Insel Hiddensee	198
10	Energie- und Treibhausgasbilanzierung (Szenarien)	203
10.1	Entwicklungsszenario Gesamtenergieverbrauch und Energieversorgung ..	203
10.1.1	Potenzialerschließung zur regenerativen Stromversorgung	203
10.1.2	Potenzialerschließung zur regenerativen Wärmeversorgung	205
10.1.3	Potenzialerschließung im Sektor Verkehr	208
10.1.4	Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern 2050	208
10.2	Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050	209
11	Wirtschaftliche Auswirkungen 2020 bis 2050	213
11.1	Gesamtbetrachtung 2020	213
11.2	Individuelle Betrachtung der Bereiche Strom und Wärme 2020	215
11.3	Gesamtbetrachtung 2050	217
11.4	Individuelle Betrachtung der Bereiche Strom und Wärme 2050	219
11.5	Profiteure aus der regionalen Wertschöpfung	221
11.6	Verhältnis Strom / Wärme hinsichtlich der Entwicklung der regionalen Wertschöpfung	222
11.7	Abdiskontierte Ergebnisse zur Bewertung wirtschaftlicher Auswirkungen in der Zukunft	223
12	Konzept Öffentlichkeitsarbeit	225
13	Konzept Controlling	231
14	Fazit und Ausblick	233
	Tabellenverzeichnis	VII
	Abbildungsverzeichnis	X
	Abkürzungsverzeichnis	XVI
	Quellenverzeichnis	XXII

1 Ziele und Projektrahmen

1.1 Ausgangssituation und Projektziel

Ungeachtet der Entwicklung immer modernerer, effizienterer Energiekonversionstechnologien steigt in den Industrieländern seit Jahren der Verbrauch der Primärenergieträger Erdöl, Erdgas und Kohle kontinuierlich an. Die dadurch bedingten Emissionen erhöhen sich, insbesondere in industriestarken Ländern, ständig. Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2050 die Treibhausgasemissionen um 80 bis 95% gegenüber dem Wert von 1990 zu reduzieren. Dabei sieht der Entwicklungspfad vor, bis zum Jahr 2020 40% und bis 2030 etwa 55% weniger Treibhausgase als im Referenzjahr 1990 zu emittieren.¹ Ein weiterer zentraler Baustein der Energiewende in Deutschland ist der Beschluss des Atomausstiegs bis zum Jahr 2022², welcher das formulierte Ziel, den Anteil der Erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2050 auf 60% zu erhöhen, zusätzlich bekräftigen wird.³

Das Thema Klimaschutz ist eine der herausragenden Aufgaben der Zukunft. Vor diesem Hintergrund hat sich die Insel Rügen langfristig zum Ziel gesetzt, sich zu einer Null-Emissions-Insel zu entwickeln. Diese strategische Ausrichtung als angestrebter Idealzustand („Null-Emission“) unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsprinzipien und der Klimaschutzvorgaben der Bundesregierung wird unter Einbindung der 41 Gemeinden im Gebiet des ehemaligen Landkreises Rügen entwickelt.

Zur Verwirklichung des Ziels einer Null-Emissions-Insel ist eine Vielzahl von ineinandergreifenden gesellschaftlichen, technologischen und strukturellen Veränderungsprozessen notwendig. Die lokale und regionale Kreislaufwirtschaft muss zu einer bedeutenden Wirtschaftsform werden. Darüber hinaus ist es notwendig, den Energieverbrauch soweit zu senken und anzupassen, dass die Bedarfsdeckung über regenerative Energiequellen sowie Effizienztechnologien ermöglicht wird. Der Energiebedarf muss zukünftig vornehmlich aus regional verfügbaren, regenerativen Energien gedeckt werden.

Zukünftig sollen zunächst mit der Erstellung des integrierten Klimaschutzkonzeptes im direkten Zusammenhang und Kooperation mit dem Projekt Bioenergie-Region auch im energiepolitischen Bereich Synergien auf der Insel und damit zusätzliche Effekte für den neuen Landkreis Vorpommern-Rügen genutzt werden.

¹ Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Energiekonzept der Bundesregierung, 2010, S. 5

² Vgl. Bundestagsbeschluss, Dreizehntes Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes (13. AtGÄndG)

³ Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Energiekonzept der Bundesregierung, 2010, S. 5

Das Klimaschutzkonzept bzw. dessen Umsetzung in der Folgezeit stellt unter Berücksichtigung der Aspekte der Nachhaltigkeit eine bedeutende Säule der Null-Emissions-Strategie dar. Hierfür ist ein Wissens- und Erfahrungsaustausch auf kommunaler Ebene zugunsten aller Akteure erforderlich. Da der Tourismus eine exponierte wirtschaftliche Stellung auf der Insel Rügen einnimmt, ist gerade die direkte Verbindung mit dem Klimaschutz von Bedeutung. Dies wird mit einer gesonderten Analyse der Öffentlichkeitsarbeit gewürdigt, um aktuelle und zukünftige Schnittstellen in diesen Bereich aufzuzeigen.

Die Erreichung dieser Zielstellung soll durch die Bündelung aller für die Regionalentwicklung relevanten Fragestellungen in Kooperation zwischen Bioenergiekoordination, Klimaschutzmanagement, Mobilitätsmanagement und Regionalmanagement gelingen.

Die forcierte Nutzung erneuerbarer Energieträger führt schließlich zu einem verminderten Finanzmittelabfluss aus den Regionen und damit zu einer Steigerung der Wertschöpfung. Durch die kommunal organisierte Interaktion und Kooperation der relevanten Akteure (Kommune, Bevölkerung, Gewerbe, Industrie, Land- und Forstwirtschaft) auf der Insel wird der Know-how- und Stoffstromtransfer optimiert.

Durch ein integriertes Klimaschutzkonzept unter dem Leitbild "Null-Emissions-Insel Rügen" soll, auf der Basis vorhandener Potenziale und gemeinsam mit den Akteuren vor Ort, ein Weg entwickelt werden, wie die Kommunen langfristig das Ziel "Null-Emission" bei gleichzeitiger Steigerung des regionalen Mehrwerts erreichen können. Mit dieser Strategie leistet das Projekt einen wesentlichen Beitrag zu den klimapolitischen Zielen der Bundesregierung. Bei der Entwicklung einer Null-Emissions-Insel steht nicht nur die Verringerung der CO₂-Emissionen durch den Einsatz regionaler regenerativer Ressourcen im Vordergrund, sondern auch der effiziente Einsatz von Energie und insbesondere innovativer regionaler Managementstrukturen zur Optimierung bestehender Prozesse und Systeme. Ein dauerhafter, kontinuierlicher Wissenstransfer zwischen den Akteuren und die Zielerreichung wird durch den bereits existierenden Projektbeirat Bioenergie-Region, welcher wiederum im Austausch mit anderen wichtigen politischen Gremien wie dem Kreistag oder der LAG Rügen steht, gewährleistet.

Insgesamt verfolgt das Projekt das Ziel, nicht kurzfristig eine oder mehrere Maßnahmen umzusetzen, sondern über ein umfassendes regionales Stoffstrommanagement Strukturen zu schaffen, welche dauer- und prozesshaft das gesamte energetische System der Insel bilanziell hin zu einer „Null-Emissions-Insel“ optimieren. Die Insel Rügen übernimmt damit auch die Vorreiterrolle für die Klimaschutzaktivitäten des Landkreises Vorpommern-Rügen.

1.2 Arbeitsmethodik

Die Erstellung des Klimaschutzkonzeptes bedeutet auch die Entwicklung eines effizienten „Stoffstrommanagements (SSM)“ für die Insel Rügen. Dabei können im Rahmen des vorliegenden Konzeptes nur Teilaspekte eines ganzheitlichen Stoffstrommanagements betrachtet werden. Der Fokus liegt auf einer Analyse der Energie- und Schadstoffströme auf der Insel, um darauf aufbauend strategische Handlungsempfehlungen zur Minderung der Treibhausgasemissionen, zum Ausbau der Erneuerbaren Energien und Ansätze für eine klimafreundliche Gestaltung des Inselverkehrs abgeben zu können.

Unter SSM wird das zielorientierte, verantwortliche, ganzheitliche und effiziente Beeinflussen von Stoffsystemen (unter Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer und sozialer Zielvorgaben) verstanden. Es dient als zentrales Werkzeug zur Umsetzung von Null-Emissions-Ansätzen.⁴

Im Rahmen des regionalen Stoffstrommanagements wird die Insel Rügen als Gesamtsystem betrachtet. Wie in nachfolgender Abbildung schematisch dargestellt, werden in diesem System verschiedene Akteure und Sektoren sowie deren anhaftende Stoffströme im Projektverlauf identifiziert und eine synergetische Zusammenarbeit zur Verfolgung des Gesamtzieles „Null-Emission“ entwickelt. Teilsysteme werden nicht getrennt voneinander, sondern möglichst in Wechselwirkung und aufeinander abgestimmt optimiert. Neben der Verfolgung des ambitionierten Zieles „Null-Emission“ stehen hierbei auch Fragen zur Verträglichkeit („Welche ökonomischen und ökologischen Auswirkungen hat das Ziel?“) und zu den kommunalen Handlungsmöglichkeiten („Welchen Beitrag können die Kommunen leisten?“) im Vordergrund.

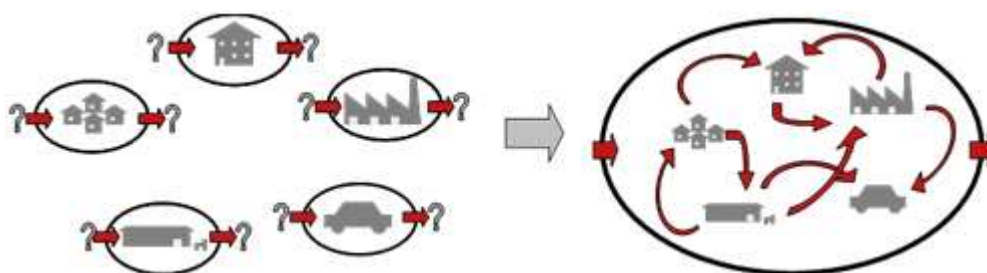


Abbildung 1-1: Ganzheitliche und systemische Betrachtung als Basis eines Stoffstrommanagements⁵

Das vorliegende Klimaschutzkonzept umfasst alle wesentlichen Schritte von der Analyse und Bewertung bis hin zur strategischen und operativen Maßnahmenplanung zur Optimierung vorhandener Stoffströme mit dem Ziel des Klimaschutzes sowie der lokalen / regionalen Wirtschaftsförderung und Wertschöpfung.

⁴ Vgl. Heck / Bemann (Hrsg.), Praxishandbuch Stoffstrommanagement, 2002, S. 16.

⁵ Eigene Darstellung: Institut für angewandtes Stoffstrommanagement

Dabei lehnen sich die Betrachtungsintervalle (2020, 2030, 2050) an die Zielvorgaben der Bundesregierung an. Somit können Aussagen darüber getroffen werden, inwieweit die Insel Rügen beispielsweise einen Beitrag zu den formulierten Zielen der Bundesregierung (vgl. Kapitel 10.1) bis zum Jahr 2050 leisten kann. An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass Berechnungen und Prognosen mit zunehmendem Fortschreiten der Rechnungsintervalle (insbesondere für die Betrachtung 2030 und 2050) an Detailschärfe verlieren.

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

- o eine Analyse der vorhandenen Ausgangssituation (IST-Zustand), insbesondere der Strom- und Wärmeverbräuche sowie Versorgungsstrukturen (mit besonderem Augenmerk auf die bisherige Energieerzeugung aus regenerativen Energiequellen) und damit einhergehenden Treibhausgasemissionen sowie Finanzströme in Form einer „Energie- und Treibhausgasbilanz“ (vgl. Kapitel 2),
- o eine Potenzialanalyse mit einer qualitativen und quantitativen Bewertung signifikanter lokaler Ressourcen (neben Energieeinspar- und Energieeffizienzpotenzialen, insbesondere Erneuerbare Energien aus Biomasse, Solarenergie, Wind-, Wasserkraft und Erdwärme, Treibhausgasminderungspotenziale, Finanzströme) und ihrer möglichen Nutzung bzw. Optimierungsmöglichkeiten für den Bereich der Wärmenutzung (vgl. Kapitel 3 bis 6),
- o eine Analyse der derzeitigen Verkehrssituation auf der Insel, insbesondere in Bezug auf die saisonale Belastung durch den Tourismus (vgl. Kapitel 7)
- o eine durchgehende Akteursanalyse zur Identifikation relevanter Schlüsselpersonen bzw. -einrichtungen (vgl. Kapitel 8),
- o die Entwicklung konkreter Handlungsempfehlungen und individueller Projektansätze des kommunalen SSM zur Mobilisierung und Nutzung dieser Potenziale in Form eines „Maßnahmenkataloges“ (vgl. Kapitel 9),
- o die Aufstellung von Soll-Szenarien für den Gesamtenergieverbrauch/ Energieversorgung (Strom, Wärme, Verkehr, Sektoren und Energieträger) und die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 und damit verbunden einen Ausblick, wie sich die regionale Wertschöpfung (RWS) im Jahr 2050 auf der Insel entwickeln könnte (vgl. Kapitel 10 und 11),
- o die Erarbeitung eines Controlling- sowie individuellen Kommunikations- und Öffentlichkeitskonzeptes zur zielgerichteten Umsetzung der entwickelten Maßnahmen (vgl. Kapitel 12 und 13).

Das Klimaschutzkonzept bildet das zentrale Planungsinstrument des regionalen Stoffstrommanagements. Entsprechend der Komplexität der Aufgaben- sowie Zielstellung ist die Erstellung und Umsetzung des Konzeptes kein einmaliger Prozess, sondern bedarf eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses und damit einhergehend eines effizienten Managements. Mit dem Konzept ist der wesentliche Einstieg in diesen Managementprozess geleistet. Eine fortschreibbare Energie- und Treibhausgasbilanzierung, welche einhergehend mit der Konzepterstellung entwickelt wird, ermöglicht ein regelmäßiges Monitoring und ist damit Basis zielgerichteter Maßnahmenumsetzung.

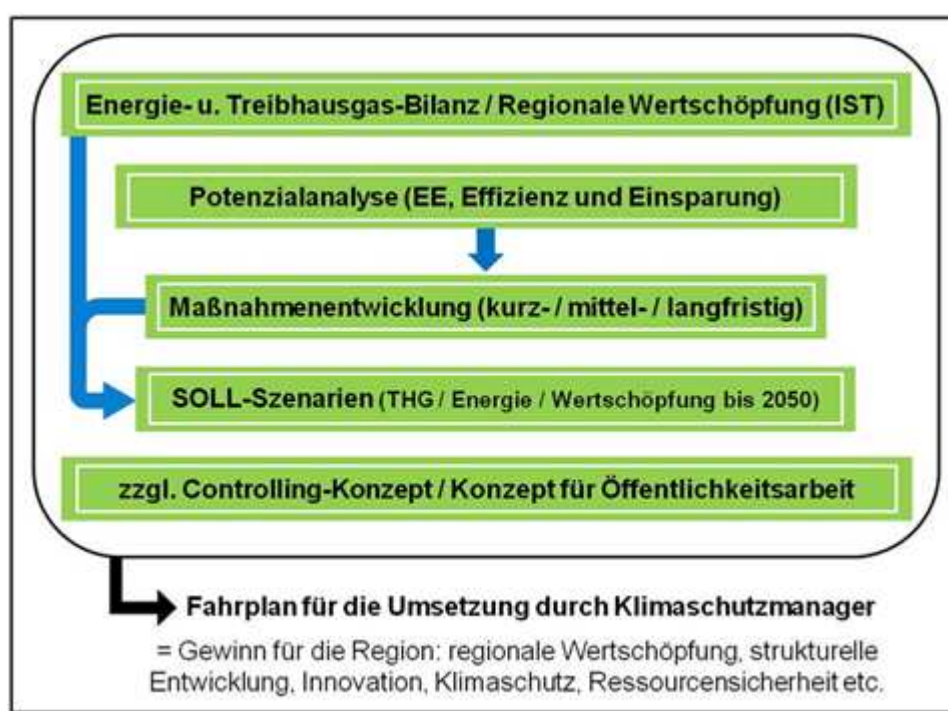


Abbildung 1-2: Struktureller Aufbau des Klimaschutzkonzeptes

Die im nachstehenden Kapitel 1.3 beschriebenen demografischen Entwicklungen können bei der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes für die Insel Rügen allerdings nicht explizit berücksichtigt werden. Bei einer näheren Betrachtung müsste der Einfluss auf zahlreiche Faktoren wie beispielsweise den Energiebedarf, die Gebäudeanzahl oder das Ausmaß der Infrastrukturvorhaltung berücksichtigt werden. Sie wäre in Folge dessen zu komplex und unübersichtlich. Als Konsequenz dessen werden in den nachfolgenden (Potenzial-)Analysen und Berechnungen (insb. der wirtschaftlichen Auswirkungen) konservative Zahlen und Annahmen verwendet.

Es ist jedoch zu erwähnen, dass durch die sukzessive Umsetzung des vorliegenden Konzeptes positive Effekte in Bezug auf die Strukturentwicklung der Insel zu erwarten sind. Der Ausbau der Erneuerbaren Energien kann sowohl einen Beitrag zur Schaffung von regionalen Arbeitsplätzen als auch zur Generierung eines regionalen Mehrwertes leisten, was sich positiv auf die Wirtschaftskraft und Lebensqualität in der Region auswirken würde.

1.3 Kurzbeschreibung der Region

Die Insel Rügen ist mit einer Größe von 974 Quadratkilometern und einer Küstenlänge von 574 Kilometern Deutschlands größte Insel. Keine andere deutsche Insel verfügt über mehr Landschaft und mehr Wasser als Rügen. Der Blick auf die Land- oder Seekarte verdeutlicht, dass Rügen mit seinen zahlreichen Inseln, Halbinseln und Nehrungen als ein Archipel bezeichnet werden kann.

Rügen war bis zum 04. September 2011 eigenständiger Landkreis mit dem Sitz der Kreisverwaltung in Bergen auf Rügen. Der 1818 gegründete Landkreis gehörte 2011 mit über 190 Jahren zu den ältesten noch in praktisch unveränderter Form bestehenden Verwaltungseinheiten Deutschlands.⁶

Die insgesamt 67.526 Einwohner (Stand 12/2010) leben in 41 Gemeinden, die in vier Ämter (Bergen auf Rügen, Mönchgut-Granitz, Nord-Rügen und West-Rügen) sowie drei amtsfreie Gemeinden (Binz, Putbus, Sassnitz) gegliedert sind. Die größten Städte sind die ehemalige Kreisstadt und das Verwaltungszentrum Bergen auf Rügen (ca. 14.000 Einwohner) und die Hafenstadt Sassnitz (ca. 11.000 Einwohner).

⁶ <http://www.kreis-rueg.de/>



Abbildung 1-3: Karte Insel Rügen

Neben der Insel Rügen (95% der Fläche) umfasst die Region auch deren westlich vorgelagerte Inseln Hiddensee, Ummanz und einige kleinere Inseln.

Die Unternehmensstruktur Rügens zeichnet sich durch Kleinteiligkeit aus, die sich in einer erstaunlichen Breite darstellt. Die Insel bietet einen Branchenmix verschiedenster Unternehmen und Produkte. Großunternehmen fehlen hingegen fast vollständig. Ausnahmen sind hier etwa das Euro Baltic Fischverarbeitungszentrum in Sassnitz-Mukran und das Fischwerk der Neuen Rügen Fisch GmbH für den Industrie- und Gewerbestandort Sassnitz-Mukran.

Der Tourismus stellt ein wesentliches Standbein für die Wirtschaftsstruktur der Insel dar. Im Jahr 2008 wurde erstmals seit fünf Jahren wieder die 6-Millionen-Marke bei den Übernachtungen erreicht. Mit 6.117.334 Übernachtungen ist 2011 ein kleiner Rückgang

gegenüber 2010 um 0,1 Prozent zu verzeichnen. Unter Berufung auf die aktuellsten Zahlen des Statistischen Amtes Mecklenburg-Vorpommern verzeichneten die Inseln Rügen und Hiddensee 2008 auch bei den Gästeankünften mit 1.101.964 einen neuen Rekord. Mit insgesamt 1.249.087 Gästeankünften wurde im Jahr 2011 das Vorjahresergebnis um 3,9 Prozent verbessert.⁷

Die Beliebtheit der Insel Rügen als bekannteste Tourismus-Region Deutschlands basiert zu einem großen Teil auf der einzigartigen Natur, deren Erhalt unter anderem durch zwei Nationalparks, Jasmund und Vorpommersche Boddenlandschaft, sowie dem Biosphärenreservat Südost-Rügen sicher gestellt wird. Insgesamt stehen ca. 67% der Insel unter besonderem Schutz (z.B. Naturschutzgebiete, Biotope, Biosphärenreservate, etc.).

1.4 Bisherige Klimaschutzaktivitäten

Das Bewusstsein des Erhalts dieser unvergleichbaren Natur und des schonenden Umgangs mit natürlichen Ressourcen führte im Jahr 2007 zur Verabschiedung der Gebietsbezogenen Lokalen Entwicklungsstrategie (GLES) durch den Kreistag und der Lokalen Aktionsgruppe Rügen (LAG), in der das Leitbild des damaligen Insellandkreises hinsichtlich einer nachhaltigen Entwicklung und der Nutzung erneuerbarer Energieträger verankert wurde.⁸

Mit dem Regionalen Entwicklungskonzept „Natürlich Rügen – Voller Energie“ wurde 2008 im Rahmen des Wettbewerbes „Bioenergie-Regionen“ des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) das übergeordnete Ziel festgelegt, mindestens ein Drittel des Primärenergiebedarfs der Region bis 2020 aus Biomasse zu gewinnen.⁹ Im März 2009 wurde die Insel Rügen als eine von 25 Regionen im Rahmen des Wettbewerbes „Bioenergie-Regionen“ des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) prämiert und ausgewählt.

Mit der Koordinatorenstelle für die Bioenergie-Region wurde der erste Schritt vollzogen, die vielfältigen, bis dahin unzureichend vernetzten energiepolitischen Aktivitäten (Einzelmaßnahmen oder objektbezogene Vorhaben) des Landkreises zu verknüpfen.

Somit ist die Vernetzung von Know-how, Stoff- und Energieströmen in der Region mit der Einrichtung der Koordinationsstelle zur Schaffung von Synergien und Wertschöpfung begonnen, es fehlt jedoch eine Strategie über das Regionale Entwicklungskonzept „Natürlich Rügen – voller Energie“ hinaus, die sämtliche weiteren energetischen Potenziale auf kommunaler Ebene erfasst und in einem gemeinsamen Maßnahmenkatalog für die Insel zusammenführt. Gerade im Hinblick auf die besonderen regionalen Rahmenbedingungen,

⁷ <http://ruegen.de/>

⁸ Endbericht GLES Insel Rügen, 2007

⁹ <http://service.mvnet.de>

wie das Vorhandensein zahlreicher Schutzgebiete und den Erhalt der touristischen Attraktivität stellt die Vernetzung der klimapolitischen Aktivitäten eine große Herausforderung dar. Bereits erste Umsetzungsprojekte im Rahmen des Bioenergiekonzeptes zeigen, wie wichtig eine Strategie auf Inselebene als Grundlage für Planungen von Einzelvorhaben wäre. Ebenfalls zeigen Beispiel- und Vorbildregionen (z. B. Güssing in Österreich), dass ein solches strategisches Konzept, wie das Integrierte Kommunale Klimaschutzkonzept als wichtige Voraussetzung für weitere politische Weichenstellungen ist.

Mit dem Klimaschutzkonzept und den drei Teilkonzepten sollen die Klimaschutzbemühungen der Insel, vor allem auf kommunaler Ebene, stärker abgestimmt und weiter vernetzt sowie neue, innovative politische Handlungsprozesse auf der Insel eingeleitet werden. Dabei dienen das oben aufgeführte Leitbild und die Aktivitäten im Rahmen der Bioenergie-Region als Eckpfeiler einer nachhaltigen Klimaschutz-Strategie hin zu einer Null-Emissions-Insel. Die Weiterentwicklung bzw. nachhaltige Etablierung der hierfür benötigten umfassenden Managementstruktur (Bioenergiekoordination und Klimaschutzmanagement) wird mit der Erstellung eines integrierten Klimaschutzkonzeptes maßgeblich unterstützt und führt zu einer umfassenden Betrachtung und Evaluation der bisherigen Aktivitäten, die bereits auf der Insel implementiert wurden.

Neben den positiven ökologischen Auswirkungen wird mit dem Klimaschutzkonzept ebenfalls die herausfordernde wirtschaftspolitische Zielsetzung verknüpft, der Abwanderung junger Menschen (allein 286 Menschen im Jahr 2010), dem damit verbundenen fehlenden Know How sowie dem saisonbedingten niedrigen Einkommensniveau durch ein zukunftsfähiges Konzept entgegen zu wirken. Die Bereiche Energieeffizienz, Erneuerbare Energien und Klimaschutz stellen für die Insel Rügen einen wesentlichen Wirtschaftsfaktor dar, der auch über den europäischen Förderzeitraum 2013 (Ende der Ziel 1-Gebiet-Förderung) hinaus zur Verbesserung der Lebensqualität der Bewohner beiträgt.

Der Bereich Mobilität ist in der Betrachtung bisher nur teilweise und bezogen auf den kreiseigenen ÖPNV „Rügener Personennahverkehrs GmbH“ (RPNV) enthalten. Diesem kommt im Rahmen des Klimaschutzes aber eine weitere wichtige Aufgabe zu, da er eine wichtige Schnittstelle zwischen Bioenergie und Tourismus darstellt. Für die Insel Rügen wurden daher im Rahmen des Projektes Bioenergie-Region bereits Studien und Abschlussarbeiten erstellt, die entsprechende Aspekte einer klimafreundlichen Mobilität beinhalteten. So war die Umstellung des öffentlichen Busflottenbetriebs auf Biogas, das aus organischen Reststoffen und nachwachsenden Rohstoffen produziert wird, bereits Gegenstand einer wissenschaftlichen Untersuchung im Rahmen des Projektes Bioenergieregion Rügen. Die vorhandenen Analysen und Ergebnisse werden in das Klimaschutzkonzept mit aufgenommen und hinsichtlich der Strategieentwicklung

berücksichtigt. Das Thema Mobilität wird im Klimaschutzteilkonzept „Klimafreundlicher Verkehr in Kommunen“ im Zusammenhang Schaffung von Mobilitätsalternativen im Bereich Tourismus und Minderung der Verkehrs- und Lärmbelastung der Bewohner Rügens in der Hauptsaison berücksichtigt. Eine Gesamtbetrachtung würde allerdings den Arbeitsaufwand dieser einjährigen Konzepterstellungphase übersteigen. Den Projektpartnern sind jedoch die Bedeutung und die damit verbundene Handlungsnotwendigkeit in diesem Zusammenhang bewusst. Aus diesem Grund erarbeitete der Landkreis Rügen bereits 2008 ein Integriertes Verkehrskonzept und bewarb sich 2009 am Bundeswettbewerb „Innovative mobile Fahrradverleihsysteme“. Für die Umsetzung der damit vorliegenden Konzepte bedarf es jedoch eines Mobilitätsmanagements. Eine entsprechende verantwortliche Zuständigkeit wird vom Landkreis Vorpommern-Rügen in Erwägung gezogen und derzeit hinsichtlich der Umsetzung geprüft.

Mit der Antragstellung zu einer fachlich-begleitenden Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes für die nächsten drei Jahre wird nicht nur die Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung in der Region Rügen unterstützt, es werden auch zahlreiche Impulse bzw. Handlungsempfehlungen für Klimaschutzaktivitäten des neuen Landkreis Vorpommern-Rügen entwickelt.

2 Energie- und Treibhausgasbilanzierung (Startbilanz)

Um Klimaschutzziele innerhalb eines Betrachtungsraumes quantifizieren zu können, ist es unerlässlich, die Energieversorgung, den Energieverbrauch sowie die unterschiedlichen Energieträger zu bestimmen. Die Analyse bedarf der Berücksichtigung einer fundierten Datengrundlage und muss sich darüber hinaus statistischer Hochrechnungen bedienen, da derzeit keine vollständige Erfassung der Verbrauchs- und Produktionsdaten für die Insel Rügen vorliegen.¹⁰

Die Betrachtung der Energiemengen bezieht sich im Rahmen des Konzeptes auf die Form der Endenergie (z. B. Heizöl, Holzpellets, Strom). Die verwendeten Emissionsfaktoren beziehen sich auf die relevanten Treibhausgase CO₂, CH₄ sowie N₂O und werden als CO₂-e¹¹ ausgewiesen. Die Faktoren stammen aus GEMIS 4.7 und sind im Anhang (Erläuterung zu den Wirkungsanalysen) zur Einsicht hinterlegt. Die Emissionsfaktoren beziehen sich ebenfalls auf den Endenergieverbrauch und berücksichtigen keine Vorketten z. B. aus der Anlagenproduktion oder der Brennstoffbereitstellung. Da das vorliegende Konzept sich im Wesentlichen systematisch auf das Gebiet der Insel Rügen bezieht und die Energie- und Treibhausgasbilanzierung dementsprechend nach dem Territorialprinzip erfolgt, d. h. dass die Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen außerhalb der Insel nicht berücksichtigt werden, ist die Betrachtung der Endenergie zweckmäßig.

Des Weiteren ermöglicht die Betrachtung von Endenergie eine höhere Transparenz auch für fachfremde Betroffene und Interessierte, da ein Bezug eher zur Endenergie besteht und keine Rückrechnung von Endenergie zur Primärenergie nachvollzogen werden muss. Im Folgenden werden zunächst die Gesamtenergieverbräuche sowie die derzeitigen Energieversorgungsstrukturen der Insel Rügen analysiert.

2.1 Analyse des Gesamtenergieverbrauches und der Energieversorgung

Mit dem Ziel, den Energieverbrauch und die damit verbundenen Treibhausgasemissionen im IST-Zustand abzubilden, werden an dieser Stelle die Bereiche Strom, Wärme, Verkehr sowie Abfall hinsichtlich ihrer Verbrauchs- und Versorgungsstrukturen analysiert.¹²

2.1.1 Gesamtstromverbrauch und Stromerzeugung

Zur Ermittlung des Stromverbrauches der Insel Rügen wurden die zur Verfügung gestellten Daten des zuständigen Netzbetreibers (E.ON edis AG), über die gelieferte und durch

¹⁰ Im Klimaschutzkonzept erfolgen insbesondere die Berechnungen für das ausgewählte Basisjahr 1990 anhand statistischer Berechnungen.

¹¹ Bilanziert werden an dieser Stelle die reinen CO₂-Emissionen inklusive der Treibhausgase CH₄ und N₂O, welche in CO₂-Äquivalente umgerechnet wurden.

¹² Detailangaben zu den Berechnungsparametern sind in der Wirkungsanalyse in Anhang A hinterlegt.

geleitete Strommenge an private, öffentliche sowie gewerbliche und industrielle Abnehmer auf der Insel herangezogen.

Die aktuellsten vorliegenden Verbrauchsdaten gehen auf das Jahr 2010 zurück und weisen einen Gesamtstromverbrauch von ca. 313.110 MWh aus.¹³

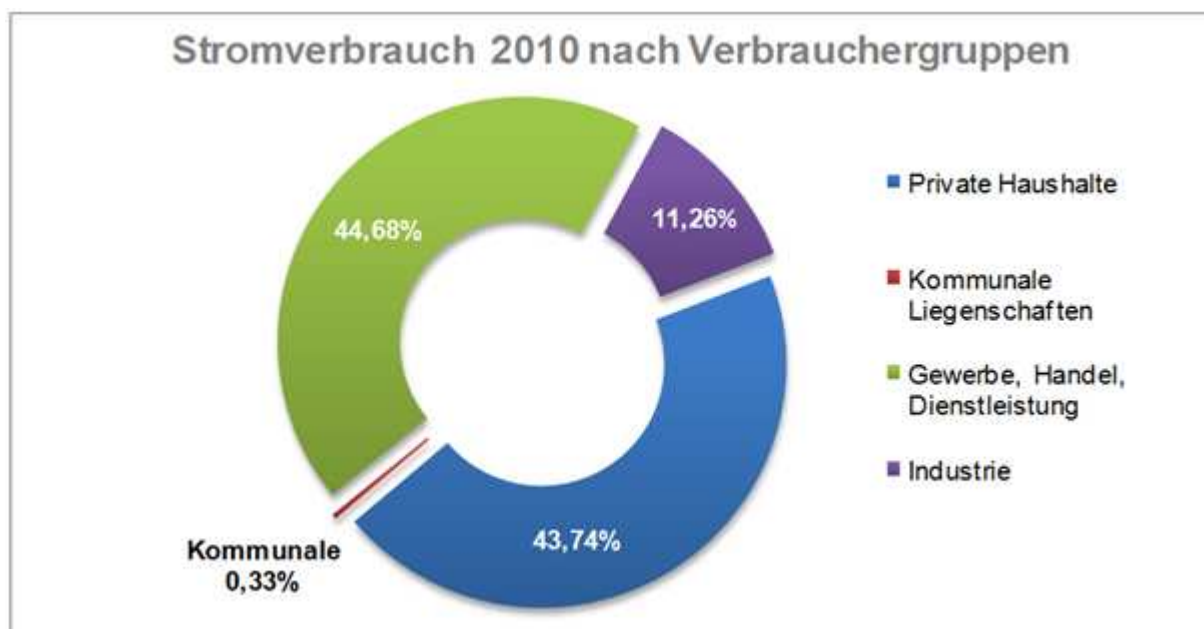


Abbildung 2-1: Gesamtstromverbrauch der Insel Rügen 2010 nach Verbrauchergruppen

Mit einem jährlichen Verbrauch von ca. 139.899 MWh hat die Verbrauchergruppe der privaten Haushalte den höchsten Stromverbrauch der Insel. Im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD) werden jährlich ca. 136.642 MWh Strom benötigt. Der Industriesektor verbraucht nach Angaben des statistischen Landesamtes Mecklenburg Vorpommern ca. 35.241 MWh Strom pro Jahr. Gemessen am Gesamtstromverbrauch sind die Kommunalen/Öffentlichen Liegenschaften mit einer jährlichen Verbrauchsmenge von etwa 1.028 MWh erwartungsgemäß die kleinste Verbrauchsgruppe der auf Rügen.¹⁴ Die Aufteilung der Stromverbrauchssektoren lässt erste Rückschlüsse auf regionale Besonderheiten der Insel Rügen zu. Der signifikant hohe Stromverbrauch im Sektor GHD ist auf eine starke Ausrichtung der Insel als Tourismusregion zurückzuführen.¹⁵

¹³ Datengrundlage der E.ON edis AG. Die Daten wurden von Herrn Peter Powik an das IfaS übermittelt. Die Liefermengen wurden von der E.ON edis AG nach Kundengruppen gemäß der Konzessionsabgabenverordnung unterteilt (SLP und RLM Kunden). Um den Gesamtstromverbrauch nach Sektoren aufzuteilen, wurden die Verbräuche der privaten Haushalte mit Bundesdurchschnittswerten hochgerechnet, Verbräuche des Industriesektor Rügen vom Statistischen Landesamt Mecklenburg Vorpommern herangezogen sowie Angaben des Stromverbrauchs kommunaler Liegenschaften berücksichtigt. Durch ein Ausschlussverfahren konnten vor diesem Hintergrund der Gesamtstromverbrauch im Bereich Gewerbe, Handel, Dienstleistung abgeschätzt werden.

¹⁴ Zum Zeitraum der Konzepterstellung lagen keine vollständigen Verbrauchskennwerte der Liegenschaften des ehemaligen Landkreises vor. Es ist davon auszugehen, dass die tatsächlich verbrauchte Strommenge im kommunalen Sektor etw as höher liegt, jedoch auf den abgebildeten Verbrauchstrend keine signifikanten Auswirkungen haben wird.

¹⁵ Die angegebenen Verbrauchswerte innerhalb der Sektoren wurden mit Excel von kWh auf MWh abgerundet, aus diesem Grund kann es rundungsbedingten Abweichungen in Bezug auf die Gesamtverbrauchsmenge kommen.

Bereits heute werden bilanziell betrachtet ca. 46% des Gesamtstromverbrauches aus erneuerbarer Stromproduktion gedeckt. Hierzu tragen vor allem Windkraft- und Photovoltaikanlagen sowie Biomasse-BHKWs auf dem Gebiet der Insel bei, welche gemeinsam eine Stromproduktion von ca. 136.462 MWh/a erreichen. Die folgende Abbildung zeigt den derzeitigen Beitrag der Erneuerbaren Energien im Verhältnis zum Gesamtstromverbrauch.

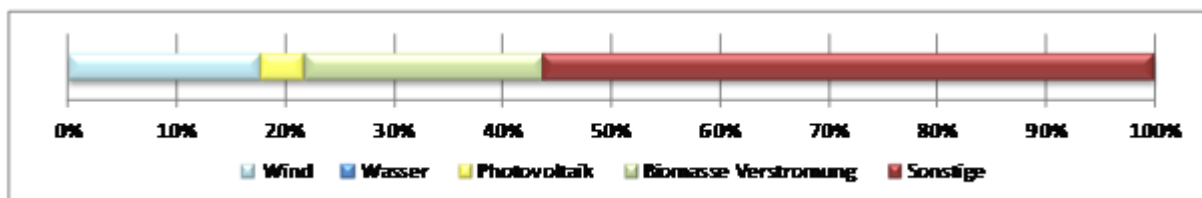


Abbildung 2-2: Aufteilung der Energieträger zur Stromversorgung der Insel Rügen im Ist-Zustand

2.1.2 Gesamtwärmeverbrauch und Wärmeherzeugung

Die Ermittlung des Gesamtwärmebedarfes auf dem Gebiet der Insel stellt sich im Vergleich zur Stromverbrauchsanalyse deutlich schwieriger dar. Neben konkreten Verbrauchszahlen für leitungsgebundene Wärmeenergie (Erdgas) kann in der Gesamtbetrachtung aufgrund einer komplexen und größtenteils nicht leitungsgebundenen Versorgungsstruktur im Gebäudebestand lediglich eine Annäherung an tatsächliche Verbrauchswerte erfolgen. Zur Ermittlung des Wärmebedarfes auf Basis leitungsgebundener Energieträger wurden Verbrauchsdaten über die Erdgasliefermengen im Verbrauchsgebiet der Insel für das letzte aktuelle Jahr (2009) vom Energieversorger herangezogen. Ferner wurden für die Ermittlung des Wärmebedarfes im Gebäudebestand Kehrbezirksberichte der bezirksbevollmächtigten Schornsteinfegermeister ausgewertet.

Darüber hinaus wurden die durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gelieferten Daten über geförderte innovative Erneuerbare-Energien-Anlagen (Solarthermie-Anlagen, mechanisch beschickte Bioenergieanlagen, Wärmepumpen) bis zum Jahr 2011 herangezogen. Insgesamt konnte für die Insel Rügen ein jährlicher Gesamtwärmeverbrauch von rund 875.520 MWh ermittelt werden.¹⁶

¹⁶ Der Gesamtwärmeverbrauch setzt sich aus folgenden Punkten zusammen: Angaben zu gelieferten Gasmengen der Netzbetreiber, Hochrechnung des Wärmeverbrauches im Gebäudesektor unter Auswertung der Schornsteinfegerprotokolle, Angaben der Kommunalverwaltung zu kommunalen Liegenschaften, Angaben der Biogasanlagenbetreiber über ausgekoppelte Wärmemengen sowie statistischen Angaben über den Wärmeverbrauch der Industrie im Betrachtungsgebiet.



Abbildung 2-3: Gesamtwärmeverbrauch Insel Rügen IST-Zustand nach Verbrauchergruppen

Mit einem jährlichen Wärmeverbrauch von 47,8% des Gesamtwärmeverbrauches stellen die privaten Haushalte auch im Bereich Wärme die stärkste Verbrauchergruppe auf Rügen dar. An zweiter Stelle steht das Verbrauchssegment Gewerbe, Handel und Dienstleistung mit 43,1%. Im industriellen Sektor werden jährlich ca. 8,6% der Gesamtwärmemenge abgefragt. Kommunale und Öffentliche Liegenschaften sind nur zu etwa 0,5% am Gesamtwärmeverbrauch beteiligt.¹⁷ Parallel zur Verbrauchssituation im Stromsektor (vgl. Kapitel 2.1.1) wird deutlich dass der Gesamtwärmeverbrauch der Insel überwiegend auf die Verbrauchergruppen private Haushalte und GHD zurückzuführen ist.

Derzeit können bereits etwa 9% des Gesamtwärmeverbrauches über Erneuerbare Energieträger abgedeckt werden. Hierzu trägt derzeit vor allem der Bereich Biomasse mit einer jährlichen Wärmeproduktion von bis zu 77.822 MWh bei. Die Darstellung verdeutlicht, dass die Wärmeversorgung der Insel im IST-Zustand überwiegend aus fossilen Energieträgern (insbesondere Erdgas) erfolgt.

¹⁷ Zum Zeitraum der Konzepterstellung lagen keine vollständigen Verbrauchskennwerte der kommunalen Liegenschaften vor. Verbrauchswerte konnten nur für eine geringe Anzahl der kommunalen Liegenschaften an das IfaS übermittelt werden. Die verbrauchte Wärmemenge im Sektor Kommunale / Öffentliche Liegenschaften wurde anhand einer Ausschlussrechnung des Gesamtwärmeverbrauchs anhand der ermittelten Verbräuche in den Sektoren Industrie, GHD und private Haushalte abgeschätzt. Aufgrund einer konservativen Abschätzung des Wärmeverbrauchs dieser Verbrauchergruppe, kann davon ausgegangen werden, dass der tatsächliche Wärmeverbrauch die hier angegebenen Mengen übersteigt.

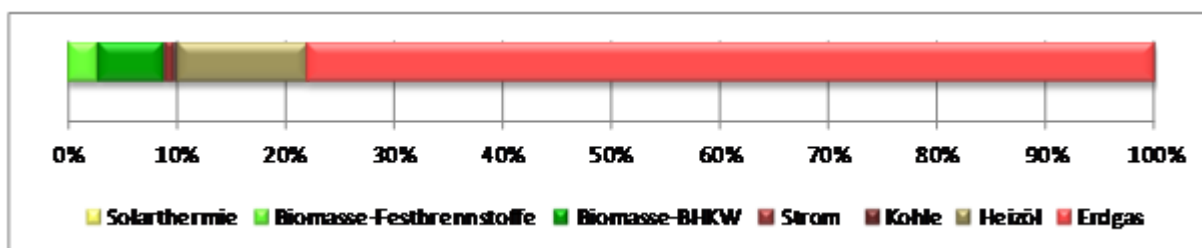


Abbildung 2-4: Aufteilung der Energieträger zur Wärmeversorgung Insel Rügen im IST-Zustand

Abschließend bietet die nachfolgende Tabelle eine Übersicht über die zur Endenergiebedarfsermittlung im stationären Energiebereich (Strom und Wärme) verwendeten Daten sowie deren Datenquellen:

Tabelle 2-1: Quelle gelieferter Daten zur Ermittlung des stationären Endenergieverbrauchs

Datenquelle	Energieträger	Verbrauchs- menge	Bezugs- jahr
		[kWh/a]	
EWE Netz GmbH	Strom (inkl. Heizstrom)	313.109.943	2010
	Gas	682.965.338	2009
BAFA*	Biomasseanlagen (Wohngebäude)	2.202.222	2011/
	Solarthermie	1.009.750	2012
Anlagenbetreiber, Eigene Berechnungen**	Wärmeauskopplung der Biogas BHKW	53.855.580	2011
Schornsteinfegerprotokolle / Statistische Ämter	Heizöl	104.940.503	2010/ 2011
	Holz (ERH Wohngebäude)	21.764.538	
	Strom (ERH Wohngebäude)	7.636.680	
	Kohle (ERH Wohngebäude)	1.145.502	
Gesamter stationärer Endenergieverbrauch (Strom + Wärme)		1.188.630.056	
davon Stromverbrauch		313.109.943	
davon Wärmeverbrauch		875.520.113	
* Werteermittlung auf Basis der gelieferten Anlagendaten und angenommenen Volllaststunden, Wirkungsgrade und Energieträgern			

2.1.3 Energieverbrauch im Sektor Verkehr

Gemessen am Gesamtenergieverbrauch nimmt der Verkehrssektor auf der Insel Rügen eine Schlüsselrolle ein, so führt das jährliche Tourismusaufkommen zu einer erhöhten Verkehrsleistung auf dem Gebiet der Insel. Vor diesem Hintergrund wird der Verkehrssektor im Rahmen eines Teilkonzepts „klimafreundlicher Verkehr“ eingehend analysiert (vgl. Kapitel 7). Das Teilkonzept kommt zu dem Ergebnis, dass eine Jährliche Verbrauchsmenge von ca. 591.065 MWh auf die erbrachte Verkehrsleistung zurückzuführen ist.¹⁸ Das macht den Verkehrssektor zum größten Verbrauchssegment der Insel. Die nachfolgende Darstellung bietet einen Überblick der jährlich anfallenden IST-Verbräuche unterteilt nach Energieträgern:

¹⁸ Erhebungsmethodik wird in Kapitel 7 detailliert beschrieben.

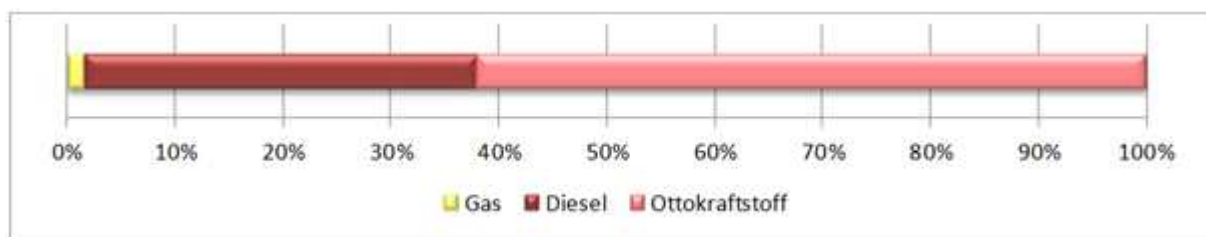


Abbildung 2-5: Aufteilung der Energieträger im Verkehrssektor (IST-Situation) Insel Rügen

2.1.4 Energieverbrauch im Sektor Abfall

Der Energieverbrauch im Sektor Abfall ist zum einen auf die Behandlung der anfallenden Abfallmengen und zum anderen auf den Abfalltransport zurückzuführen. Diese Verbrauchsmengen sind demnach bereits im Energie- und Verkehrssektor abgebildet. Abgeleitet aus den verschiedenen Abfallfraktionen im Entsorgungsgebiet der Insel Rügen, fielen 2010 insgesamt 34.434 t Abfall an. Im Vergleich zur Gesamtabfallmenge von 2002 hat die Abfallmenge um ca. 18% abgenommen.

Die durch die Abfallbehandlung und den Abfalltransport entstehenden THG-Emissionen finden sich im Rahmen der Energie- und Treibhausgasbilanz im Sektor Strom und Verkehr wieder. Das deutschlandweite Verbot einer direkten Mülldeponierung seit 2005 und die gesteigerte Kreislaufwirtschaft führten dazu, dass sich die Emissionen, die dem Abfallsektor zuzurechnen sind, stark gesunken sind. Die Abfallentsorgung in Müllverbrennungsanlagen erfolgt vollständig unter energetischer Nutzung, sodass derzeit lediglich die Emissionen der Bio- und Grünabfälle berechnet werden (17 kg CO₂-Äq./t Abfall). Demnach werden jährlich 126 t CO₂-Äq. verursacht.¹⁹

Die Berechnung der indirekten Emissionen der Abwasserreinigung erfolgt bereits im Energiesektor. Die CO₂ Emissionen führen zu keinem direkten CO₂-Anstieg, da diese Kohlenstoffverbindungen zuvor der Atmosphäre entzogen wurden (z.B. beim Wachstum von Lebensmitteln). Die entstehenden Emissionen setzten sich somit aus der Abwasserreinigung (N₂O durch Denitrifikation) und der anschließenden Weiterbehandlung des Klärschlammes (stoffliche Verwertung) zusammen. Demzufolge werden weitere 1.461 t CO₂-Äq./a emittiert.

2.1.5 Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern

Der Gesamtenergieverbrauch bildet sich als Summe der zuvor beschriebenen Teilbereiche und beträgt im IST-Zustand ca. 1.779.696 MWh/a. Der Anteil der Erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch (inkl. Verkehr und Abfall/Abwasser) beträgt mit einer

¹⁹ Umweltbundesamt (2010): Klimaschutzpotenziale der Abfallwirtschaft, 2010. Der Emissionsfaktor beinhaltet Gutschriften aus Strom und Wärme, Kompostierung und MVA.

Gesamtproduktion von ca. 215.294 MWh/a etwa 12%. Die nachfolgende Grafik bietet einen Gesamtüberblick der derzeitigen Energieverbräuche nach Sektoren und Energieträgern:

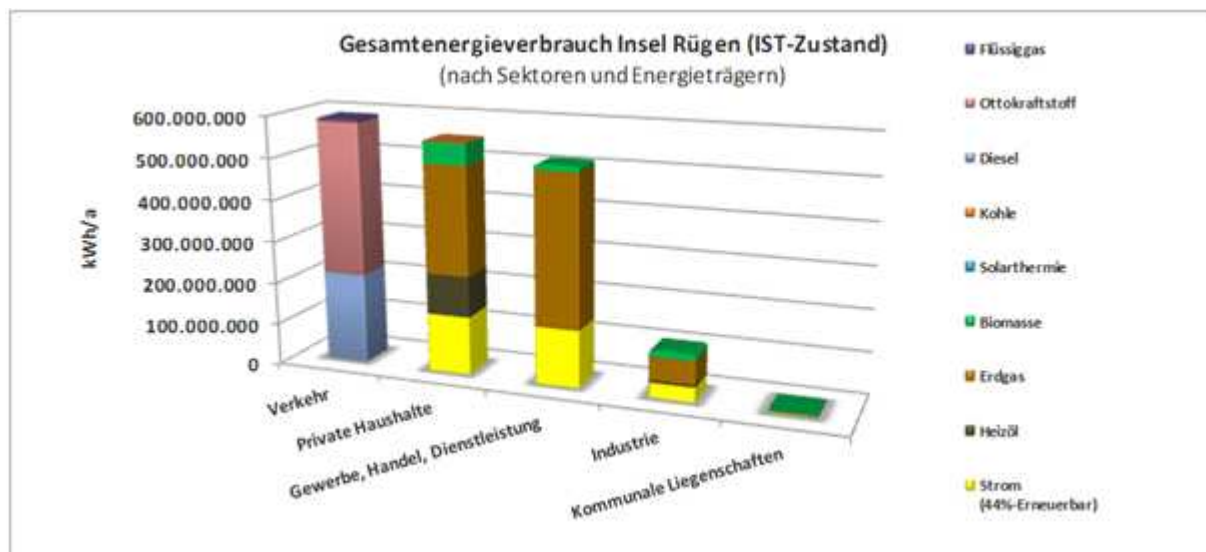


Abbildung 2-6: Gesamtenergieverbrauch der Insel Rügen im IST-Zustand unterteilt nach Energieträgern und Verbrauchssektoren

Den größten Energieverbrauch verursacht die ermittelte Verkehrsleistung auf der Insel Rügen mit einem Anteil von ca. 33%. Zweitgrößte Verbrauchergruppe sind die privaten Haushalte mit ca. 31%. Hier besteht vor allem im Bereich der fossilen Wärmeversorgung ein enormes Einsparpotenzial. In Hinblick auf die Verbrauchsgruppe Gewerbe, Handel, Dienstleistung wird die starke Ausprägung der Insel Rügen als Tourismusregion deutlich, hier fallen ca. 29% des Gesamtenergieverbrauchs jährlich an. Lediglich sechs Prozent des Endenergieverbrauchs sind auf den Sektor Industrie zurückzuführen. An dieser Stelle wird insbesondere das niedrige Verhältnis des Energieverbrauchs der Kommunalen/ Öffentlichen Liegenschaften deutlich, welcher ca. 0,3% des Gesamtenergieverbrauches ausmacht.²⁰

2.2 Treibhausgasemissionen auf der Insel Rügen

Das Ziel der Treibhausgasbilanzierung auf kommunaler Ebene ist es, spezifische Referenzwerte für zukünftige Emissionsminderungsprogramme zu erheben. In der vorliegenden Bilanz werden auf Grundlage der zuvor erläuterten verbrauchten Energiemengen die verursacherbezogenen Treibhausgasemissionen als CO₂-e²¹ in den Bereichen Strom, Wärme, Verkehr sowie Abfall/Abwasser quantifiziert. Die folgende Darstellung bietet einen Gesamtüberblick der relevanten Treibhausgasemissionen der Insel Rügen, welche für den IST-Zustand als auch für das Basisjahr 1990 abgeschätzt wurden.

²⁰ Wie bereits in Kapitel 2.1.2 beschrieben, konnte im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes auf keine fundierten Verbrauchsdaten der Kommunalen/ öffentlichen Liegenschaften auf dem Gebiet der Insel Rügen zurückgegriffen werden. Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen dass die tatsächlichen Verbräuche öffentlicher Liegenschaften höher ausfallen, jedoch auf das abgebildete Verbrauchsportfolio keine signifikanten Auswirkungen haben werden.

²¹ Die CO₂-Äquivalente beinhalten folgende Treibhausgase: CO₂, CH₄, N₂O.

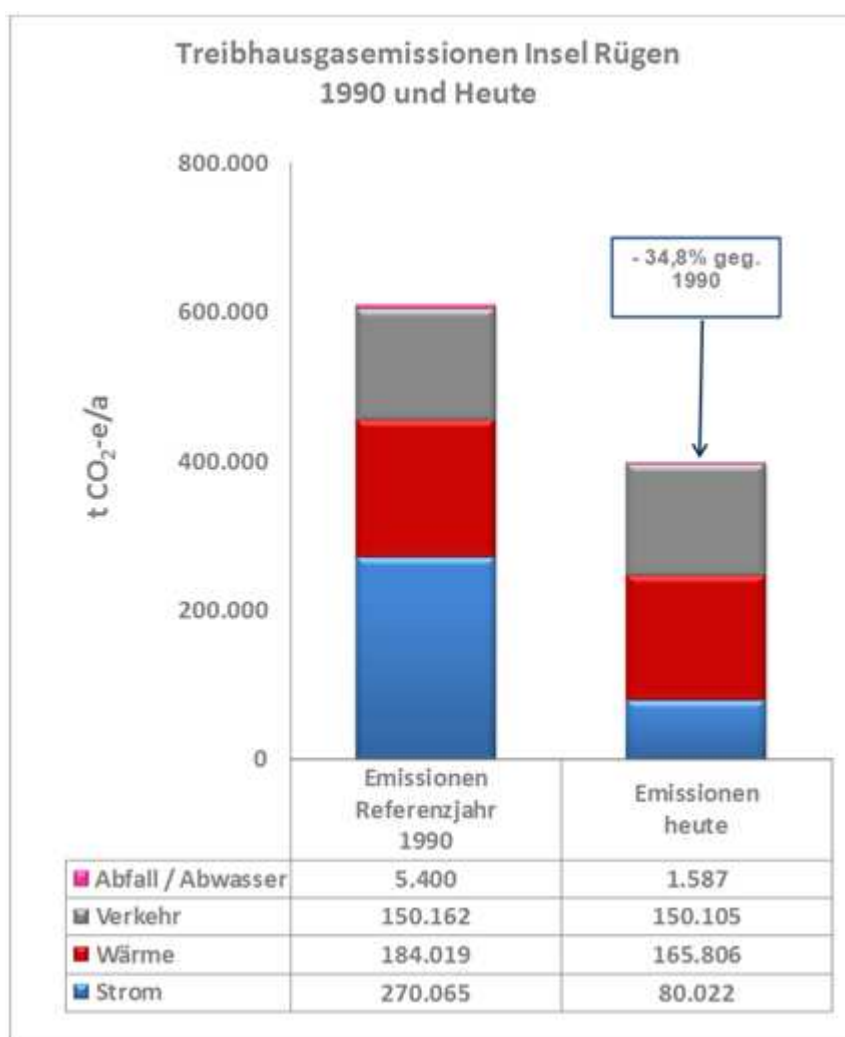


Abbildung 2-7: Treibhausgasemissionen der Insel Rügen (1990 und IST-Zustand)

Im Referenzjahr 1990 wurden aufgrund des Energieverbrauches²² auf dem Gebiet der Insel Rügen ca. 609.646 t CO₂-e emittiert, wovon 5.400 Tonnen auf den Abfall- und Abwasserbereich, 150.162 Tonnen im Verkehrssektor, 184.019 Tonnen zur Wärmebereitstellung und 270.065 Tonnen auf den Stromverbrauch²³ zurückzuführen sind. Für den ermittelten IST-Zustand wurden jährlich Emissionen von etwa 397.520 t/CO₂-e kalkuliert. Gegenüber dem Basisjahr 1990 konnten mit ca. 212.126 t/CO₂-e bereits 35% der Emissionen eingespart werden. Die Reduktion geht vor allem auf regenerative Strom- und Wärmeproduktion der Biogasanlagen sowie der lokalen Entwicklungen im Wind- und Photovoltaikbereich zurück. So sind allein im Sektor Strom die Emissionen um etwa 70%

²² Der Stromverbrauch der privaten Haushalte wurde anhand von Einwohneräquivalenten auf 1990 rückgerechnet, für sonstige Verbrauchergruppen wurde von einem gleichbleibenden Stromverbrauch ausgegangen. Der Wärmeverbrauch der Haushalte konnte auf statistischer Grundlage zur Verteilung der Feuerungsanlagen und Wohngebäude (Zensus 1987) auf das Basisjahr zurückgerechnet werden. Es wurde von heutigen Verbrauchsdaten im Sektor Industrie sowie GHD ausgegangen. Im Sektor Verkehr wurde von einer gleichbleibenden Verkehrsleistung für das Jahr 1990 ausgegangen, der Anteil gasbetriebener Fahrzeuge wurde für das Basisjahr dem Energieträger Ottokraftstoff zugerechnet. Verbrauchsdaten im Abfall- und Abwasserbereich wurden anhand von Einwohneräquivalenten auf 1990 rückgerechnet.

²³ Für das Jahr 1990 wurde ein CO₂-Faktor von 683 g/kWh exklusive der Vorketten berechnet. Berechnungsgrundlage sind an dieser Stelle Gemis 4.7 in Anlehnung an die Kraftwerksstruktur zur Stromerzeugung im Jahr 1990, welche der „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau Erneuerbarer Energien in Deutschland – Leitstudie 2010“ Studie im Auftrag des BMU entnommen wurden.

gegenüber 1990 gefallen. Der Wärmebereich ist derzeit mit ca. 42% der größte Verursacher von Treibhausgasemissionen und bietet den größten Ansatzpunkt für Einsparungen. Durch die Addition der zusätzlichen Potenziale aus Erneuerbaren Energien sowie Einsparpotenzialen im Bereich der Energieeffizienz wird in Kapitel 10 eine potenzielle Entwicklung der zukünftigen Treibhausgasemissionen der Insel Rügen dargestellt (Szenarien).

3 Wirtschaftliche Bewertung der aktuellen Energieversorgung

Basierend auf der zuvor dargestellten Situation zur Energieversorgung fließt von der Insel Rügen derzeit der größte Anteil der jährlichen Ausgaben in Höhe von 38 Mio. € ab. Davon müssen etwa 4 Mio. € für Strom, ca. 13 Mio. € für Wärme und rund 21 Mio. € für Treibstoffe aufgewendet werden.²⁴ Die Finanzmittel fließen größtenteils außerhalb der Insel, des Landkreises bzw. dessen Region und sogar außerhalb der Bundesrepublik in Wirtschaftskreisläufe ein und stehen der Insel Rügen nicht mehr zur Verfügung.

Im Folgenden werden die wirtschaftlichen Auswirkungen durch die Erschließung erneuerbarer Quellen auf der Insel Rügen aufgezeigt. Die wirtschaftlichen Auswirkungen umfassen die Darstellung von Einnahmen (EEG-Vergütungen, Energieerlöse, Kosteneinsparungen) und Kosten (Abschreibungen, Kapitalkosten, Betriebskosten, Verbrauchskosten, Pachten, Steuern und Investitionszuschüsse²⁵) im Bereich der stationären Energieerzeugung (Strom und Wärme). Hierdurch wird aus ökonomischer Sicht abgeschätzt, inwiefern es lohnenswert erscheint, das derzeitige Energiesystem in der Kommune auf eine regenerative Energieversorgung umzustellen. Zuletzt werden aus den ermittelten Einnahmen und Kosten die Anteile abgeleitet, die in geschlossenen Kreisläufen der Gemeinde als regionale Wertschöpfung gebunden werden können.

3.1 Methodik zur Abschätzung wirtschaftlicher Auswirkungen

Betrachtungszeitraum

Die Bewertung der wirtschaftlichen Auswirkungen werden entsprechend der Treibhausgasbilanz (vgl. Kapitel 2.1 und 7.1) für die Jahre 2010, 2020, 2030, 2040 und 2050 berechnet. Hierbei werden der kumulierte Anlagenbestand sowie greifende Energieeffizienzmaßnahmen bis zu den festgelegten Jahren mit ihren künftigen Einnahmen und Einsparungen über 20 Jahre betrachtet. Dies bedeutet, dass das Jahr 2010 alle Anlagen und Energieeffizienzmaßnahmen umfasst, welche zwischen den Jahren 2001 und 2010 betätigt bzw. in Betrieb genommen wurden. Darüber hinaus werden alle mit dem Anlagenbetrieb und den Effizienzmaßnahmen einhergehenden Einnahmen und Kosteneinsparungen über die Laufzeit dieser Anlagen und Maßnahmen bis zum Jahr 2030 berücksichtigt. Gleichermaßen findet im Jahr 2020 eine Bewertung aller bis dahin installierten Anlagen und umgesetzten Effizienzmaßnahmen ab dem Jahr 2001, unter Berücksichtigung der künftigen Einnahmen und Kosteneinsparungen bis zum Jahr 2040, statt.

²⁴ Jährliche Verbrauchskosten im Strom-, Wärme- und Verkehrsbereich nach aktuellen Marktpreisen (vgl. Anhang).

²⁵ Investitionszuschüsse für Solarthermie-Anlagen, Biomassefeuerungsanlagen und Wärmepumpen nach dem Marktanreizprogramm, vgl. Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, www.bafa.de, Erneuerbare Energien, o. J., abgerufen am 05.09.2011.

Entsprechend umfasst das Jahr 2030, 2040 bzw. 2050 alle die bis dahin installierten Anlagen ab dem Jahr 2001 sowie Einnahmen bzw. Kosteneinsparungen bis ins Jahr 2050, 2060 bzw. 2070. In der nachfolgenden Abbildung wird die Vorgehensweise verdeutlicht:

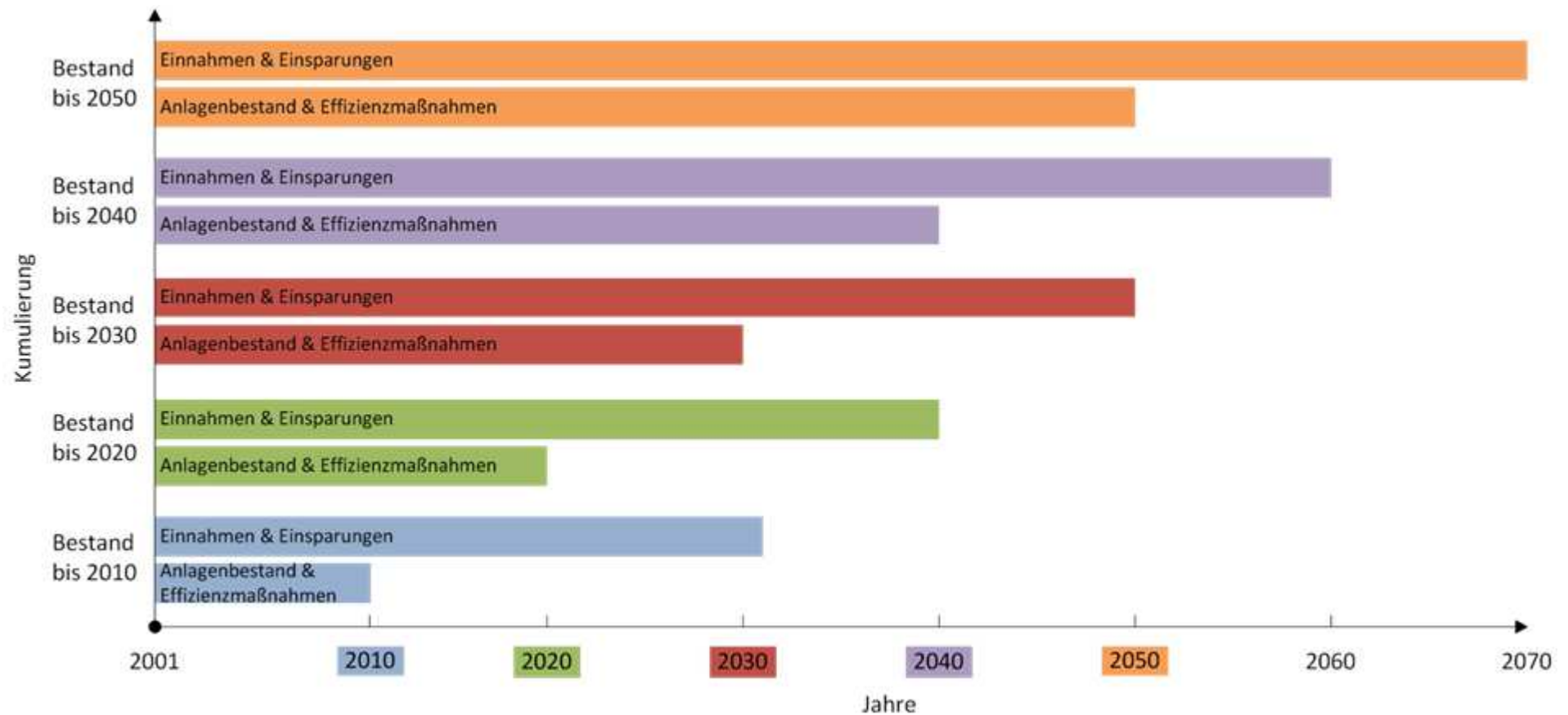


Abbildung 3-1: Schema zur Betrachtung der kumulierten wirtschaftlichen Auswirkungen

Um ausschließlich die wirtschaftlichen Auswirkungen aus erneuerbaren Energieanlagen und Effizienzmaßnahmen zu ermitteln, werden die Ergebnisse um die Kosten und die regionale Wertschöpfung aus fossilen Anlagen bereinigt. Diese Vorgehensweise beinhaltet die Berücksichtigung aller Kosten, die entstanden wären, wenn man anstatt erneuerbarer Energieanlagen und Effizienzmaßnahmen auf altbewährte Lösungen (Heizöl- und Erdgaskessel) gesetzt hätte. Gleichzeitig wird hierdurch die regionale Wertschöpfung berücksichtigt, die entstanden wäre, jedoch aufgrund der Energiesystemumstellung auf regenerative Systeme nicht stattfindet.

Energiepreise

Zur Bewertung des aktuellen Anlagenbestandes (2010) wurden als Ausgangswerte heutige Energiepreise herangezogen. Hierbei wurden die Energiepreise, die regional nicht ermittelt werden konnten, durch bundesweite Durchschnittspreise nach dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), dem Deutschen Energieholz- und Pelletverband e.V. (DEPV) sowie dem Centralen Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungsnetzwerk e.V. (C.A.R.M.E.N.) ergänzt. Des Weiteren wurden für die zukünftige Betrachtung jährliche Energiepreissteigerungsraten nach dem BMWi herangezogen. Diese ergeben sich aus den real angefallenen Energiepreisen der vergangenen 20 Jahre. Des Weiteren wurde für die dynamische Betrachtung laufender Kosten, z. B. Betriebskosten, eine Inflationsrate nach dem BMWi in Höhe von 1,88% verwendet. Die nachfolgende Tabelle stellt die aktuellen Energiepreise und die dazugehörigen Preissteigerungsraten für die künftige Betrachtung dar.

Tabelle 3-1: Energiepreise und Preissteigerungsraten²⁶

Energiepreise	2010	Jährliche Energiepreissteigerung
Strom privat	0,2022 €/kWh	2,44%
Strom öff. Hand	0,1820 €/kWh	2,10%
Strom Industrie	0,1204 €/kWh	2,10%
Strom GHD	0,1820 €/kWh	2,10%
Wärmepumpenstrom	0,1651 €/kWh	2,44%
Heizöl privat	0,0793 €/kWh	4,90%
Heizöl Industrie	0,0273 €/kWh	6,73%
Heizöl öffentliche Hand	0,0793 €/kWh	4,90%
Heizöl GHD	0,0793 €/kWh	4,90%
Gas privat	0,0531 €/kWh	3,12%
Gas Industrie	0,0570 €/kWh	4,34%
Gas öffentliche Hand	0,0531 €/kWh	3,12%
Gas GHD	0,0531 €/kWh	3,12%
Pellets	0,0460 €/kWh	2,80%
Biogaswärme	0,0300 €/kWh	3,15%
Biogassubstrat	20% der Investitionskosten	0,5%*

²⁶ Trotz einer negativen Entwicklung von Substratpreisen wurde konservativ mit 0% Preissteigerung gerechnet.

Wirtschaftliche Parameter

Kapitalkosten

Zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit werden zur Vereinfachung sowohl das Fremd- als auch das Eigenkapital mit 4% verzinst, so dass diese Differenzierung nicht weiter berücksichtigt wird.

Einmalige und operative Kosten

Investitionen für Sachmaterial, Investitionsnebenkosten (Prozentanteil der Investitionen) wie Personalkosten für die Anlageninstallation sowie Betriebskosten (Prozentanteil der Investitionen und Investitionsnebenkosten) für die einzelnen Energieanlagen und Effizienzmaßnahmen wurden je nach Technologie aus Literaturangaben²⁷ und aus Angeboten von Anlagenherstellern entnommen. Eigene Erfahrungswerte wurden zur Validierung und Ergänzung herangezogen.

Zur Darstellung der zukünftigen Investitionen im Jahr 2020 wurde die Studie „Investitionen durch den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland“ der Prognos AG herangezogen. Orientiert an dieser Prognos-Studie wurden für die Kostenentwicklung über das Jahr 2020 hinaus Annahmen getroffen.

Energieerlöse

Die Höhe der Energieerlöse beim Betrieb von Anlagen zur Erzeugung erneuerbaren Stroms bzw. Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen entsprechen heute den Vergütungshöhen des EEGs. Für die künftige Betrachtung wurde hinsichtlich der Energieerlöse angenommen, dass sich der Betrieb von Anlagen in Bezug auf die Gesamtkosten (Abschreibungen und operative Kosten) über 20 Jahre insgesamt wirtschaftlich darstellt.

Steuern

Basierend auf den ermittelten Überschüssen wurden bei Photovoltaik-Dachanlagen 20%²⁸ Einkommenssteuer angesetzt, wovon 15%²⁹ an die Kommune fließen, der Rest verteilt sich zu je 42,5% auf Bund und Bundesland. Parallel werden bei Photovoltaik-Dachanlagen und Windenergieanlagen 14,3%³⁰ Gewerbesteuer angesetzt (bei einem durchschnittlichen Hebesatz für die Insel Rügen von 390%).³¹ Um den kommunalen Anteil an den Gewerbesteuern zu ermitteln, wurden diese um die Gewerbesteuerumlage von 23,3% (nach dem Bundesfinanzministerium), welche durch die Kommune an Bund und Land abgeführt

²⁷ Vgl. Deutsche Wind Guard GmbH (2011), S. 66 ff.; Deutsches Windenergie-Institut GmbH (2002), S. 96 ff., Kaltschmitt/Streicher/Wiese (2005), S. 251 ff.; Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2007), S. 157 ff.; Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2011); S. 187 ff.; Effiziento Haustechnik GmbH (2007): Bavaria, Invest, VIP Konzept, Folie 5; Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Richtlinie 2.067.

²⁸ Vgl. Statista GmbH (2011).

²⁹ Vgl. Scheffler (2009), S. 239.

³⁰ Vgl. Sun Sirius GmbH (2008/2011).

³¹ Vgl. Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz (2006/2011).

wird, bereinigt. Hinsichtlich Steuerfreibeträge wird pauschal davon ausgegangen, dass der Anlagenbetrieb an ein bereits bestehendes Gewerbe angegliedert wird und die Steuerfreibeträge bereits überschritten sind.

Pacht

Des Weiteren wurden Pachtaufwendungen für Windenergieanlagen (WEA) erfahrungsgemäß in Höhe von 16.000 € pro WEA angenommen. Die Pachthöhe erhöht sich für die in Zukunft errichteten WEA durch Repowering auf 20.000 € pro Anlage. Für die künftige Verpachtung von Freiflächen zur Solarstromerzeugung werden erfahrungsgemäß 15€ pro kWp angesetzt.

Regionale Relevanz (Ermittlung der regionalen Wertschöpfung)

Einnahmen und Einsparungen

Es wird davon ausgegangen, dass alle Einnahmen und Einsparungen vor Ort gebunden werden, woraus sich ergibt, dass neben kleinen dezentralen Anlagen zur Erzeugung regenerativer Energie sowohl die Photovoltaikanlagen auf Freiflächen, als auch Windenergieanlagen durch auf der Insel ansässige Unternehmen betrieben werden, was auch den Anlagenbetrieb durch gemeindeeigene Unternehmen einschließt. Die gebundenen Einsparungen betreffen Energieeffizienzmaßnahmen in Haushalten sowie dem Gewerbe und der Industrie.

Investitionen

Hinsichtlich Investitionen (Ausgaben für Material) wird angenommen, dass alle Komponenten als – außerhalb der Insel hergestellt – betrachtet werden. Dementsprechend findet keine regionale Wertschöpfung durch Investitionen auf der Insel Rügen statt.

Investitionsnebenkosten

Investitionsnebenkosten hingegen (z.B. Netzanbindung von Anlagen) werden durch das regionale Handwerk ausgelöst und dementsprechend ganzheitlich als regionale Wertschöpfung auf der Insel Rügen ausgewiesen. Eine Ausnahme stellen hierbei die Windenergie und Wärmepumpen dar, die hier anfallenden Arbeiten können nur teilweise regional gebunden werden, da die fachmännische Anlagenprojektierung oder die Erdbohrung nicht von ansässigen Unternehmen geleistet werden kann. Grundsätzlich wird jedoch eine zunehmende Ansiedlung von Unternehmen auch auf der Insel Rügen angenommen, da von einer Erhöhung der Nachfrage nach erneuerbaren Energiesystemen auszugehen ist. Dementsprechend erhöht sich künftig der Anteil der regionalen Wertschöpfung.

Betriebskosten

Ähnlich verhält es sich mit den Betriebskosten. Bis auf die Wartung und Instandhaltung von Windenergieanlagen, welche nicht von den Betreibern selbst ausgeführt werden kann, können die operativen Angelegenheiten aller anderen Technologien durch das regional ansässige Handwerk erledigt werden. Obwohl künftig von der Ansiedlung von Windenergieanlagenbetreibern auf der Insel Rügen ausgegangen wird, wird angenommen, dass das Fachpersonal für die Wartung und Instandhaltung dennoch außerhalb der Gemeinde- bzw. Landkreisgrenzen ansässig sein wird. Damit entsteht die regionale Wertschöpfung am Standort dieses Handwerks. Pachtaufwendungen für Windenergie- und Photovoltaikanlagen fallen ebenfalls unter die Betriebskosten der Betreiber, werden jedoch in gesonderter Weise komplett der regionalen Wertschöpfung zugeteilt. Grund hierfür sind Flächen, auf denen die Anlagen zwar installiert sind, sich jedoch im Eigentum der gemeindezugehörigen Akteure befinden.

Kapitalkosten

An den Kapitalkosten (Zinsen) für die Fremdfinanzierung sind regionale Banken lediglich in geringem Umfang beteiligt. Denn die attraktivsten Finanzierungsangebote für Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie werden von Banken außerhalb der Insel angeboten, z.B. von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW).³² Für das künftige Szenario wird jedoch davon ausgegangen, dass sich das Angebotsportfolio regional ansässiger Banken im Bereich erneuerbarer Energien sukzessiv erhöht und die regionale Wertschöpfung auch in diesem Bereich steigt.

Verbrauchskosten

Unter die Verbrauchskosten fallen Holzpellets, vergärbare Substrate für die Biogasanlagen und regenerativer Strom für den Betrieb von Wärmepumpen. Die Deckung des steigenden Anlagenbestandes kann komplett mit der Biomasse aus der Gemeinde erfolgen. Im Bereich der Biogaserzeugung kann der komplette Rohstoffbedarf ebenfalls aus Potenzialen der Gemeinde gedeckt werden.

³² KfW Bankengruppe (2011): Online Informationen.

Es ist ergänzend zu erwähnen, dass die regionale Wertschöpfung geringer ausfällt, wenn man in der Betrachtung die Umsätze der betroffenen Unternehmen in Sachmaterial, Personalkosten und Gewinnmargen unterteilt. Denn von den berücksichtigten Umsätzen, z.B. bei Handwerkern und Banken, fließen wieder Teile als Kosten in die Vorketten außerhalb der Gemeindegrenzen ab, bspw. für Vorleistungen der Hersteller von Anlagenkomponenten oder Finanzierungskosten der Banken.

3.2 Gesamtbetrachtung 2010

Basierend auf der in Kapitel 2.1 dargestellten Situation der Energieversorgung und -erzeugung wurden auf der Insel Rügen bis zum Jahr 2010 durch den Ausbau erneuerbarer Energien ca. 144 Mio. € an Investitionen ausgelöst. Davon sind rund 130 Mio. € dem Strombereich und etwa 14 Mio. € dem Wärmebereich zuzuordnen.

Einhergehend mit diesen Investitionen und durch den Betrieb der Anlagen, entstehen Gesamtkosten in Höhe von rund 464 Mio. €, von denen ca. 348 Mio. € auf den Strombereich und ca. 116 Mio. € auf den Wärmebereich entfallen. Dem gegenüber stehen Einnahmen und Kosteneinsparungen von rund 582 Mio. €; dem Strombereich sind hierbei rund 500 Mio. € und dem Wärmebereich rund 82 Mio. € zuzurechnen.

Die aus allen Investitionen, Kosten und Einnahmen abgeleitete regionale Wertschöpfung für die Insel Rügen liegt bei rund 300 Mio. € (200 Mio. € Strombereich, 100 Mio. € Wärmebereich) durch den im Jahr 2010 installierten Anlagenbestand.³³

Eine detaillierte Übersicht über alle Kosten- und Einnahmepositionen des Strom- und Wärmebereiches und der damit einhergehenden regionalen Wertschöpfung zeigt folgende Tabelle:

³³ Hier werden alle mit dem Anlagenbetrieb und den Effizienzmaßnahmen einhergehenden Einnahmen und Kosteneinsparungen über die Laufzeit dieser Anlagen und Maßnahmen bis zum Jahr 2030 berücksichtigt.

Tabelle 3-2: Regionale Wertschöpfung aller Kosten- und Einnahmepositionen des installierten Anlagenbestandes 2010

Strom und Wärme 2010	Einsparungen und Erlöse	Kosten	Regionale Wertschöpfung
Investitionen (Material)	-	126 Mio. €	0 Mio. €
Investitionsnebenkosten (Material und Personal)	-	18 Mio. €	15 Mio. €
Abschreibung		144 Mio. €	0 Mio. €
Kapitalkosten (Kreditzinsen)	-	65 Mio. €	3 Mio. €
Betriebskosten (Versicherung, Wartung & Instandhaltung etc.)	-	131 Mio. €	108 Mio. €
Verbrauchskosten (Biogassubstrat, Brennstoff)	-	87 Mio. €	87 Mio. €
Pachtaufwendungen (Windenergie)	-	0 Mio. €	0 Mio. €
Steuern (GewSt, ESt)	-	37 Mio. €	28 Mio. €
Stromerlöse (EEG)	498 Mio. €	-	60 Mio. €
Stromeffizienz (Industrie)	0 Mio. €	-	0 Mio. €
Stromeffizienz (öff. Hand)	0 Mio. €	-	0 Mio. €
Stromeffizienz (Privat)	0 Mio. €	-	0 Mio. €
Stromeffizienz (GHD)	0 Mio. €		0 Mio. €
Wärmeeinsparung und -effizienz (Privat)	78 Mio. €	-	0 Mio. €
Wärmeeffizienz (Industrie)	0 Mio. €	-	0 Mio. €
Wärmeeffizienz (öff. Hand)	0 Mio. €	-	0 Mio. €
Wärmeeffizienz GHD	0 Mio. €		0 Mio. €
Zuschüsse (BAFA)	5 Mio. €	-	5 Mio. €
Summe Umsätze	582 Mio. €		
Summe Invest		144 Mio. €	
Summe operative Kosten		320 Mio. €	
Summe Kosten		464 Mio. €	
Summe RWS			301 Mio. €

Aus obenstehender Tabelle wird ersichtlich, dass die Abschreibungen den größten Kostenblock an den Gesamtkosten darstellen, gefolgt von den Betriebs-, Verbrauchs- und den Kapitalkosten. Hinsichtlich der daraus abgeleiteten Wertschöpfung ergibt sich der größte Beitrag aus den Betriebskosten im Handwerksbereich und den Verbrauchskosten, da hier davon ausgegangen wird, dass Festbrennstoffe, Biogassubstrate usw., die die Verbrauchskosten abbilden, regional bezogen werden und somit komplett in die regionale Wertschöpfung einfließen. Darüber hinaus tragen Investitionsnebenkosten, Zuschüsse der

Bafa sowie die Gewinne der Anlagenbetreiber zur regionalen Wertschöpfung bei. Die anschließende Abbildung 3-2 fasst die Ergebnisse noch einmal grafisch zusammen.

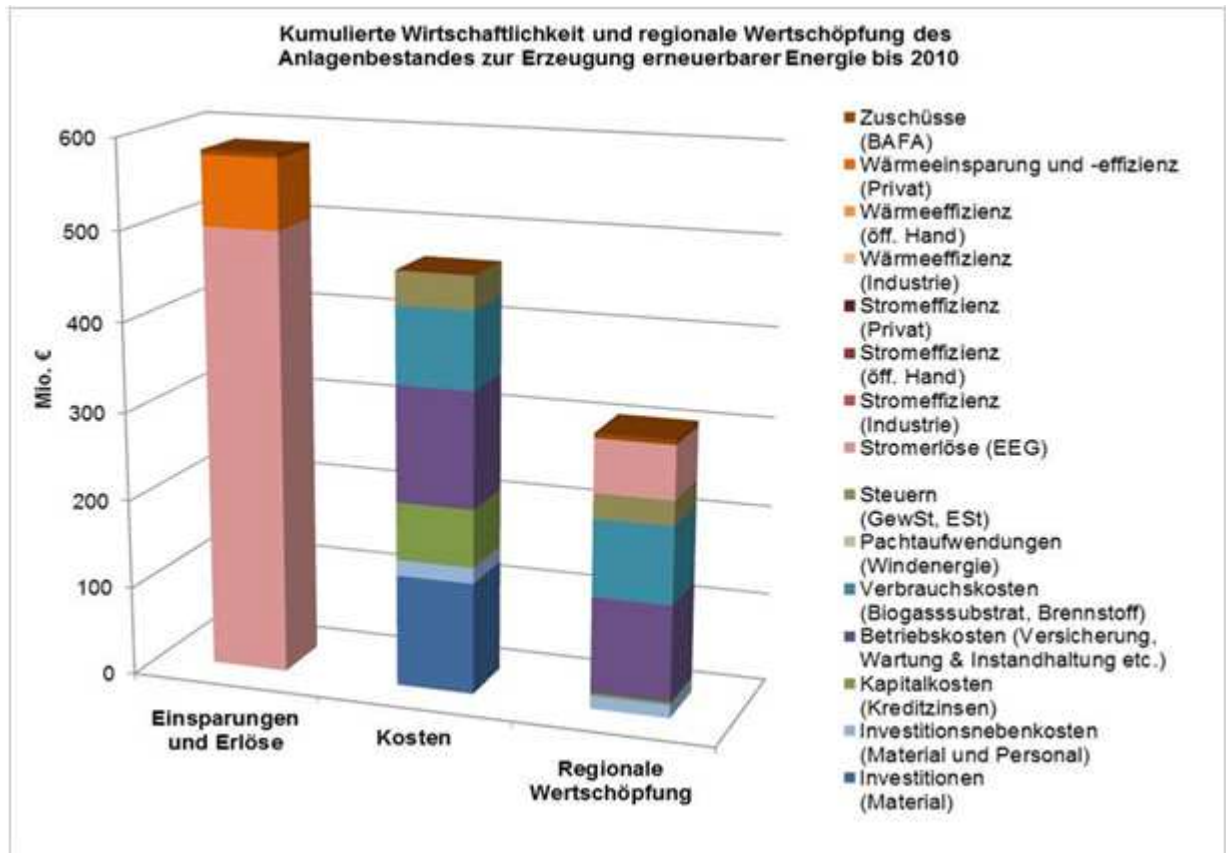


Abbildung 3-2: Kumulierte Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie bis 2010

3.3 Individuelle Betrachtung der Bereiche Strom und Wärme 2010

Werden die Bereiche Strom und Wärme losgelöst voneinander betrachtet, so wird deutlich, dass die größte regionale Wertschöpfung im Bereich Strom durch die Betriebskosten entsteht, da diese ausschließlich innerhalb des regional angesiedelten Handwerks als regionale Wertschöpfung zirkulieren. Des Weiteren spielen die Betreiber-gewinne eine große Rolle, die sich insbesondere auf den Betrieb der Biogas- und Windkraftanlagen zurückführen lassen. Abbildung 3-3: Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbaren Stroms bis 2010 stellt das Ergebnis für den Strombereich grafisch dar:

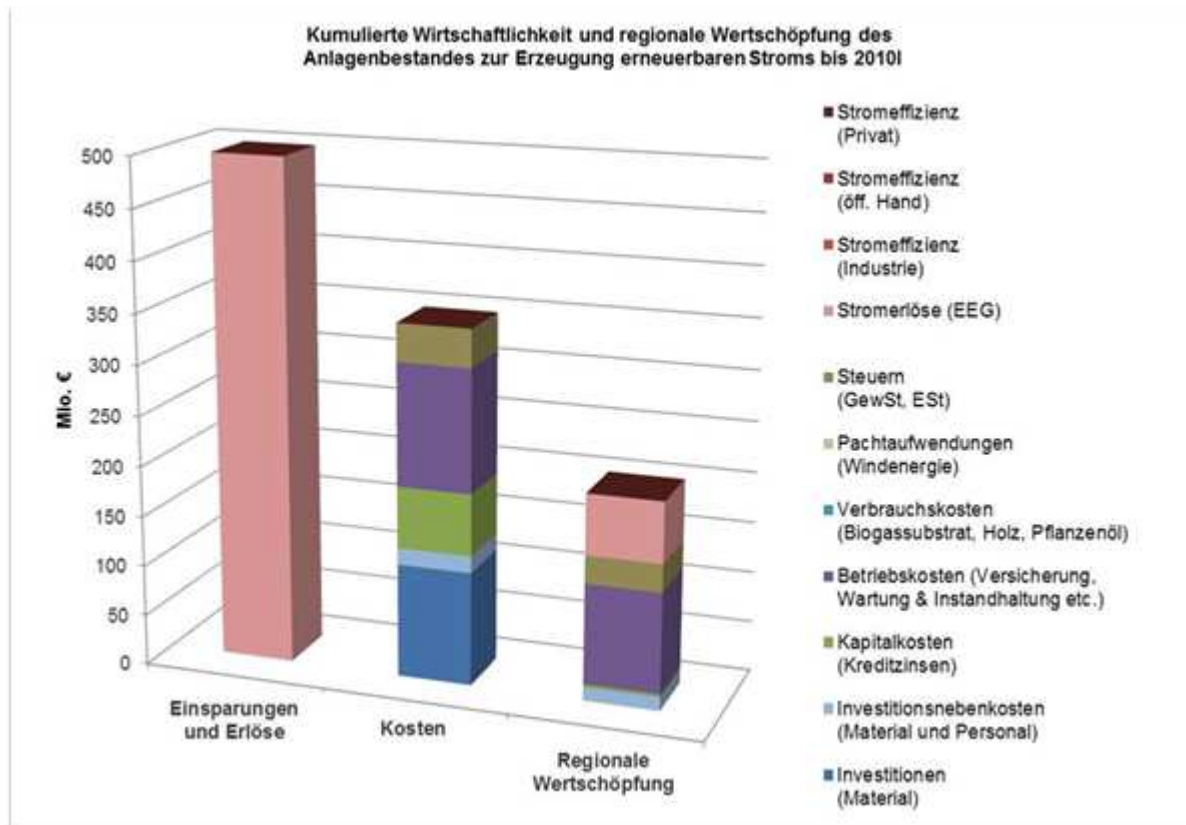


Abbildung 3-3: Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbaren Stroms bis 2010

4 Potenziale zur Energieeinsparung und –effizienz

Vor dem Hintergrund zunehmender Ressourcenknappheit ist eines der Kernziele der Europäischen Union die Verringerung des Energieverbrauches in ihren Mitgliedsstaaten. Hierzu verabschiedete die EU im Jahre 2011 zwei Strategiepapiere. Der Fahrplan für eine kohlenstoffarme Wirtschaft 2050 beschreibt, wie die Treibhausemissionen bis 2050 möglichst kosteneffizient um 80 – 90% reduziert werden können. Dabei spielen vor allem Energieeffizienz- und Energiesparmaßnahmen eine entscheidende Rolle.³⁴ Im Energieeffizienzplan 2011 sind konkrete Energieeffizienzmaßnahmen zur Steigerung der Energieeinsparungen für private Haushalte, Unternehmen und öffentliche Liegenschaften enthalten.³⁵

Die Bundesregierung unterstützt die Ziele der EU und möchte bis zum Jahr 2020 u. a. die gesamtwirtschaftliche Energieproduktivität (gegenüber dem Jahr 1990) verdoppeln. Durch das Programm „Klima schützen - Energie sparen“ soll die Erforschung und Weiterentwicklung von Energieeffizienztechnologien sowie die Investition in Energiesparmaßnahmen gefördert werden. Zu den Maßnahmen zählen u. a. der Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) von derzeit 12% auf 25% bis zum Jahr 2020 sowie die

³⁴ Vgl. <http://ec.europa.eu>, Klimaschutz und Energieeffizienz, 2011, abgerufen am 08.08.2011

³⁵ Vgl. <http://www.bafa.de>, Energieeffizienz in Europa, abgerufen am 08.08.2011

Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden (z. B. durch Wärmedämmung, Einsatz von Brennwert-Heizanlagen).³⁶

Vor diesem Gesamtkontext fördert auch das Bundesland Mecklenburg-Vorpommern Maßnahmen in den Sektoren Energieeffizienz und Ausbau der Erneuerbaren Energien. Neben dem Einsatz innovativer Technologie unterstützt das Bundesland seine Bürger durch unterschiedliche Förderprogramme bei der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen. Solche Unterstützungen stellen z.B. die Förderprogramme „Energetische Erneuerung der sozialen Infrastruktur in den Gemeinden in Mecklenburg-Vorpommern“ oder die „Klimaschutz-Förderrichtlinie“ dar. Das erst genannte Programm dient der Umsetzung von innovativen oder für das Bundesland modellhafter Vorhaben zur Energieeinsparung, dahingegen ist die Intention der „Klimaschutz-Richtlinie“ in der Förderung von Maßnahmen der Treibhausgasreduzierung zu sehen.³⁷

Die nachfolgende Potenzialbetrachtung zeigt sowohl Energieeinspar- als auch Energieeffizienzmaßnahmen in den Sektoren Industrie, GHD, kommunale Liegenschaften sowie private Haushalten auf. Dabei setzt die Analyse die Verbrauchsmengen aus Kapitel 2 in Kontext zu statistischen Prognosen erwarteter Einspar- und Effizienzeffekte bis zum Jahr 2050. Für den privaten Wohngebäudebestand wurde ein Sanierungsszenario errechnet. Hier werden Einspareffekte durch „Altbausanierung“ auf dem Gebiet der Insel Rügen aufgezeigt.

³⁶ Vgl. www.bundesregierung.de, Klima schützen – Energie sparen, 2010, abgerufen am 08.08.2011

³⁷ http://www.foederal-erneuerbar.de/landesinfo/bundesland/MV/kategorie/politik/auswahl/356-foerderprogramme/#goto_356

4.1 Private Haushalte

4.1.1 Ermittlung des derzeitigen Wärmeverbrauches privater Haushalte

Auf Rügen gibt es insgesamt 17.529 Gebäude. Diese unterteilen sich in Einfamilienhäuser (64,8%), Zweifamilienhäuser (15,0%) und Mehrfamilienhäuser (20,2%) mit einer angenommenen Wohnfläche von insgesamt 3.007.700 m². Zur Ermittlung des jährlichen Wärmeverbrauchs wurden diese Gebäude mit den jeweiligen prozentual aufgeteilten Flächen nochmals in einzelne Baualtersklassen aufgeteilt. Kombiniert man nun die bisher ermittelten Werte mit Kennzahlen des Jahresheizwärmebedarfs von Wohngebäuden und berücksichtigt noch typische, nachträgliche Sanierungen, erhält man den derzeitigen Heizwärmebedarf der privaten Wohngebäude von **526.452 MWh/a**.

Zur Ermittlung des **Heizwärmeverbrauchs** muss neben dem **Heizwärmebedarf** der Wirkungsgrad der Wärmeerzeuger mit berücksichtigt werden. Hierzu wurde die Struktur der Heizungsanlagen genauer betrachtet.

Hierzu wurden die einzelnen Bezirksschornsteinfegermeister angeschrieben und die statistischen Feuerstättendaten abgefragt. Durch die Übermittlung der Daten war es möglich, die Altersstruktur der einzelnen Feuerstätten aufzuteilen, welche wiederum mit verschiedenen Wirkungsgraden hinterlegt wurden. Hierdurch ließ sich ein gewichteter Gesamtwirkungsgrad ermitteln. In Verbindung mit dem errechneten Heizwärmebedarf konnte so der derzeitige Heizwärmeverbrauch aufgeteilt auf einzelne Energieträger dargestellt werden (siehe nachfolgende Tabelle).

Tabelle 4-1: Derzeitiger Heizwärmeverbrauch einzelner Energieträger unterteilt in Gebäudealtersklassen

Gebäudealtersklasse	Öl	Gas	Anteil der Heizungen an Baualtersklasse (%)	Anlagen Wirkungsgrad	Gesamtwirkungsgrad aller Feuerstätten	Energiebedarf (kWh/a) gewichtet über alle Baualtersklassen	Energieverbrauch (kWh/a) gewichtet über alle Baualtersklassen	Energieverbrauch /Feuerstätte Öl-Gas (kWh/a)	
								Öl	Gas
bis 1918									
1919-1948	185	133	2,9%	0,70				5.304.076	3.816.409
1949-1978					0,93	291.296.689	312.981.844		
1979-1990	802	2.039	26,0%	0,83				22.986.733	58.403.634
1991-2000	1.174	3.783	45,4%	0,93				33.633.553	108.373.424
2001-heute	727	2.082	25,7%	1,06				20.832.782	59.631.235
							Summe:	82.757.143	230.224.701

Neben den Verbräuchen der Öl- (82.757 MWh/a) und Gasverbräuchen (230.245 MWh/a) müssen noch die Verbräuche der Einzelraumfeuerstätten (76.367 MWh/a) sowie die Verbräuche der bisher installierten Biomasseheizungen (2.202 MWh/a), die Wärmebereitstellung der installierten Solarthermieanlagen (1.010 MWh/a) sowie die Energieverbräuche der Gebäude (25.956 MWh/a) berücksichtigt werden, welche an bestehende Nahwärmenetze angeschlossen sind. Abweichend von den statistischen Berechnungen wurden die Energieverbräuche auf Grundlage der tatsächlich gelieferten Gasmenge aus dem Jahr 2010 (261 GWh/a) angepasst. Insgesamt ergibt sich somit ein Energieverbrauch von 418.516 MWh/a aufgeteilt in folgende Energieträger:

Tabelle 4-2: Energieverbrauch (IST) aufgeteilt auf Energieträger

Ölverbrauch	98.030.503 kWh/a
Gasverbrauch	260.771.421 kWh/a
Holzverbrauch	23.966.760 kWh/a
Stromverbrauch	7.636.680 kWh/a
WP	0 kWh/a
Solarthermie	1.009.750 kWh/a
Kohle	1.145.502 kWh/a

4.1.2 Einsparpotenziale privater Haushalte im Wärmebereich

Die nachfolgende Grafik zeigt auf, wie hoch die Energieverluste der einzelnen Bereiche eines Gebäudes sind.

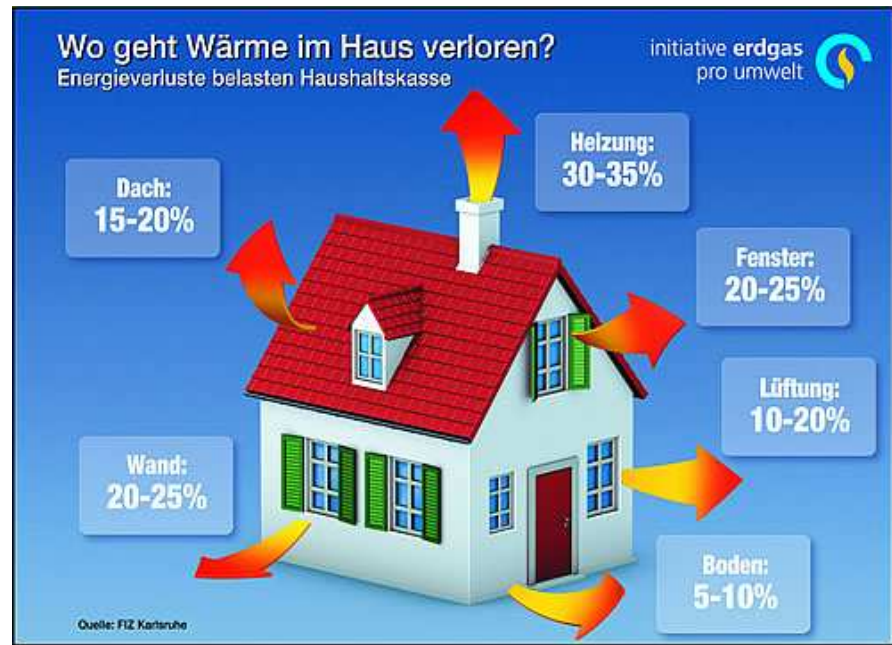


Abbildung 4-1: Einsparpotenziale im Wärmebereich bestehender Wohngebäude³⁸

Gemäß der IWU – Studie, sind erst bei 14,8% der Ein-/ Zweifamilienhäuser die Außenwände, bei 35,7% die oberste Geschossdecke bzw. die Dachfläche, bei 7,2% die Kellergeschossdecke und bei 10% die Fenster nachträglich gedämmt worden. In Verbindung mit Abbildung 4-1 kann man ein erhebliches Einsparpotenzial erkennen.

4.1.3 Szenario bis 2050 privater Haushalte im Wärmebereich

Geht man von einer Energieeinsparung bzw. -steigerung der Energieeffizienz von 50% bis zum Jahr 2050 aus, so müssten bis zum Jahr 2050 179.324 MWh/a des **Endenergiebedarfs** eingespart werden. Dies würde bedeuten, dass pro Jahr **ca. 1,3%** des derzeitigen Endenergiebedarfs eingespart werden muss.

Neben der Sanierung der Gebäudesubstanz (Außenwand, Fenster, Dach usw.) werden bis zum Jahr 2050 auch die Heizungsanlagen ausgetauscht werden müssen. Aufgrund der immer teurer werdenden fossilen Brennstoffe und der Möglichkeit der Reduzierung der CO₂-Emissionen wurde bei dem nachfolgenden Szenario auf einen verstärkten Ausbau regenerativer Energieträger geachtet. Zusätzlich wurde die VDI 2067 berücksichtigt, woraus

³⁸ FIZ Karlsruhe

hervorgeht, dass Wärmeerzeuger bei Wirtschaftlichkeitsberechnungen mit 20 Jahren anzusetzen sind. Somit ergeben sich folgende Sanierungsquoten der Öl- und Gasheizungen:

Aufgrund der Altersstruktur der Feuerstätten bezogen auf die Baualtersklasse privater Wohngebäude (siehe nachfolgende Tabelle),

Tabelle 4-3: Auszutauschende Heizungsanlagen bis zum Jahr 2050

Gebäudealtersklassen	Öl	Gas
bis 1918		
1919-1948	185	133
1949-1978		
1979-1990	802	2039
1991-2000	1174	3783
2001-heute	727	2082

sind bis zum Jahr 2020 alle Feuerstätten der Gebäudealtersklassen bis 1918, 1919-1948, 1949-1978 und 1979-1990 auszutauschen. Daraus folgt, dass bis zum Jahr 2020 3.160 (jährlich 395) Feuerstätten ausgetauscht werden müssen.

Bis zum Jahr 2030 werden alle Feuerstätten der Gebäudealtersklasse 1991-2000 ausgetauscht. Hierdurch müssen 4.957 (bzw. 496 pro Jahr) Feuerstätten ausgetauscht werden.

Vom Jahr 2030 bis 2050 sind alle Feuerstätten der Gebäudealtersklasse 2001-heute sowie alle Feuerstätten, die bis zum Jahr 2020 ausgetauscht wurden, für einen Austausch vorgesehen. Hieraus ergeben sich 5.969 auszutauschende Feuerstätten bzw. 298 Feuerstätten pro Jahr.

Aufgrund der immer Effizienter werdenden Gebäudehülle, ist davon auszugehen, dass die Einzelfeuerstätten, welche mit derzeit 6 kW Leistung, einer Laufzeit von 300 Stunden pro Jahr und einem Wirkungsgrad von 50% angenommen wurden, sowohl in Ihrer Leistung als auch in der jeweiligen Laufzeit reduziert werden. Dies ist über die Gesamte Betrachtungszeit mit berücksichtigt worden. Da nicht davon auszugehen ist, dass ab sofort alle Heizungsanlagen gegen Anlagen mit regenerativer Energieversorgung ausgetauscht werden, wurden folgende Sanierungsparameter angenommen:

Tabelle 4-4: Sanierungsrandbedingungen

bis 2020	
Fossile Energieträger	60%
davon Öl	20%
davon Erdgas	80%
Regenerative Energieträger	40%
davon Holz	60%
davon Wärmepumpe	40%
davon Biogas	0%

2020 bis 2030	
Fossile Energieträger	30%
davon Öl	0%
davon Erdgas	100%
Regenerative Energieträger	70%
davon Holz	55%
davon Wärmepumpe	40%
davon Biogas	5%

2030 bis 2050	
Fossile Energieträger	0%
davon Öl	0%
davon Erdgas	100%
Regenerative Energieträger	100%
davon Holz	40%
davon Wärmepumpe	50%
davon Biogas	10%

Das ab 2020 eingesetzte Biogas wird zunächst vorrangig in Sterling-BHKWs oder KWK-BHKWs verwendet. Da davon auszugehen ist, dass die Versorgung innerhalb des Deutschlandweiten Gasnetzes ab 2030 bis 2040 vermehrt mit methanisiertem Biogas betrieben wird, findet dies in diesem Szenario besondere Beachtung.

Zusätzlich wird das solare Ausbaupotenzial von 203.474 m² mit einem jährlichen Wärmeertrag von 71.216 MWh/a (ab 2050) voll ausgeschöpft.

Ausgehend vom Jahr 2012 würde sich folgende Anlagenverteilung bis zum Jahr 2050 ergeben:

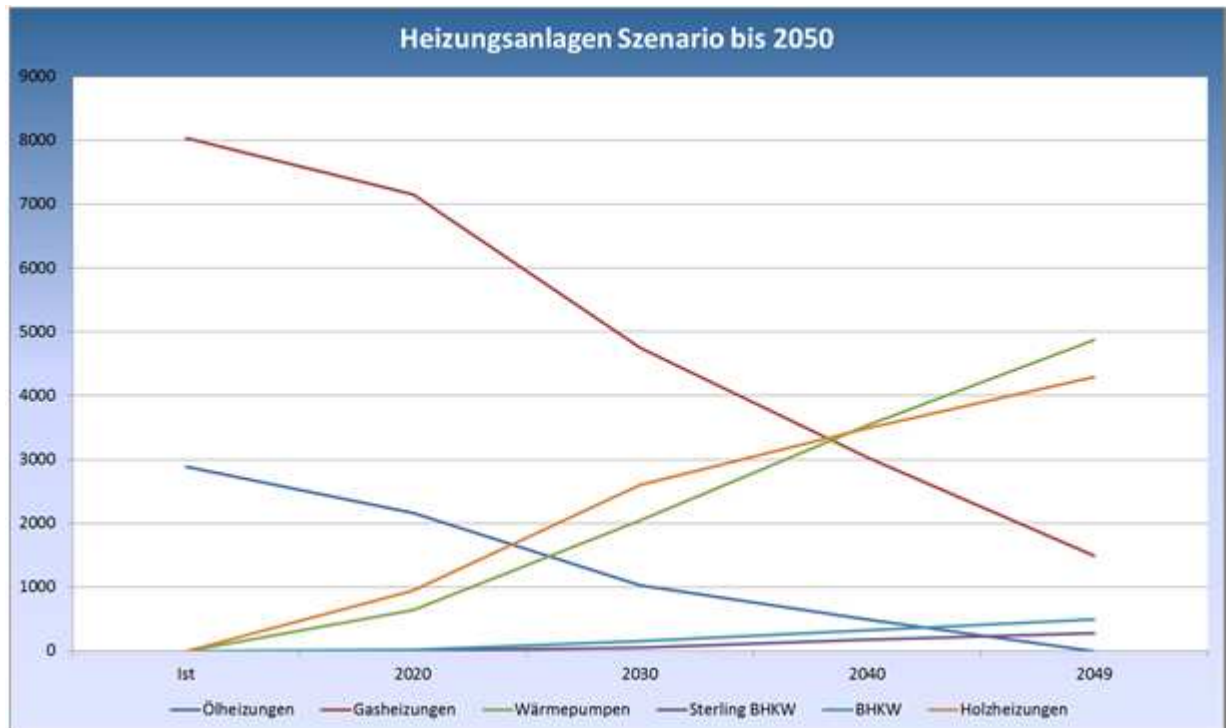


Abbildung 4-2: Heizungsanlagenverteilung bis 2050

Aufgeteilt auf die einzelnen Energieträger würde sich folgende Verteilung ergeben:

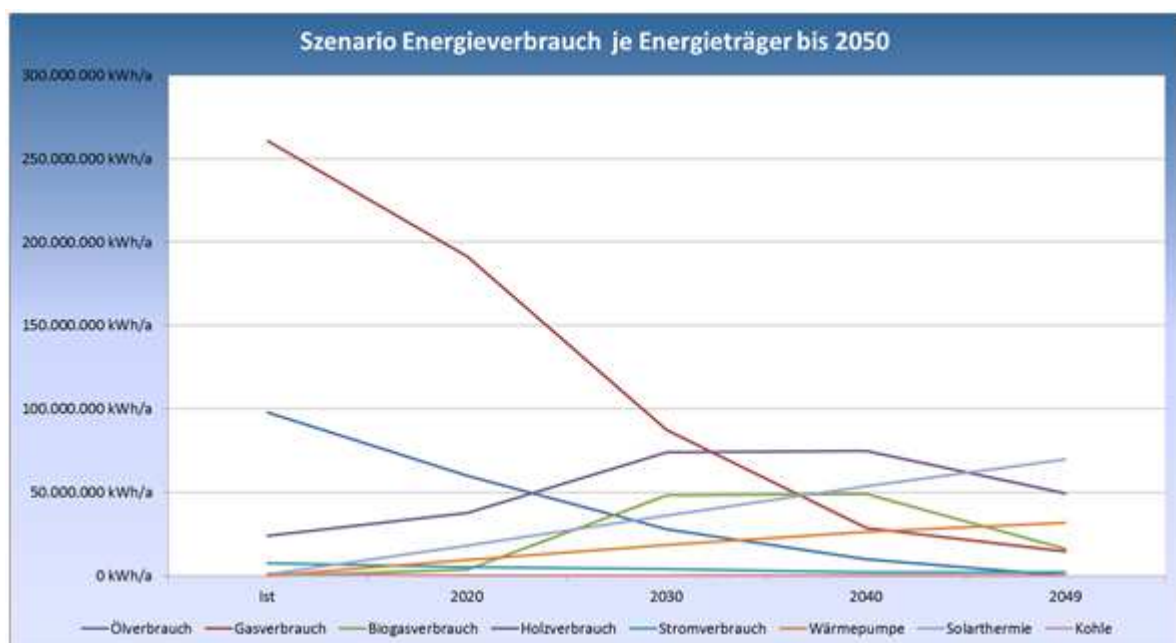


Abbildung 4-3: Wärmeverbrauch priv. Haushalte nach Energieträgern bis 2050

Die teilweise abfallenden Energieverbräuche ab 2040 der Bereiche Holz, Biogas und Gas ist der immer besser werdenden Gebäudehülle geschuldet.

Aufgrund der vorgeschlagenen Sanierungsrandbedingungen könnte sich der Energieverbrauch (Wärme) der privaten Haushalte bis 2050 auf 183.911 MWh/a reduzieren, was einer Einsparung von 208.750 MWh/a (ab 2050) bedeuten würde.

4.1.4 Stromeinsparpotenziale privater Haushalte

Die privaten Haushalte der Insel Rügen verbrauchen jährlich eine Strommenge von 139.899 MWh, was etwa 45% des Gesamtstromverbrauches der Insel entspricht. Dabei fallen die höchsten Stromverbräuche in den Bereichen Prozesswärme mit 27% und -kälte mit 20% sowie der Informations- und Kommunikationstechnologie mit 17% an. Der restliche Stromverbrauch mit einem Anteil von 36% wird in den Bereichen Raumwärme, Warmwasser sowie mechanische Energie und Beleuchtung eingesetzt. In der nachfolgenden Abbildung ist der Stromverbrauch der privaten Haushalte und dessen Verteilung grafisch dargestellt.

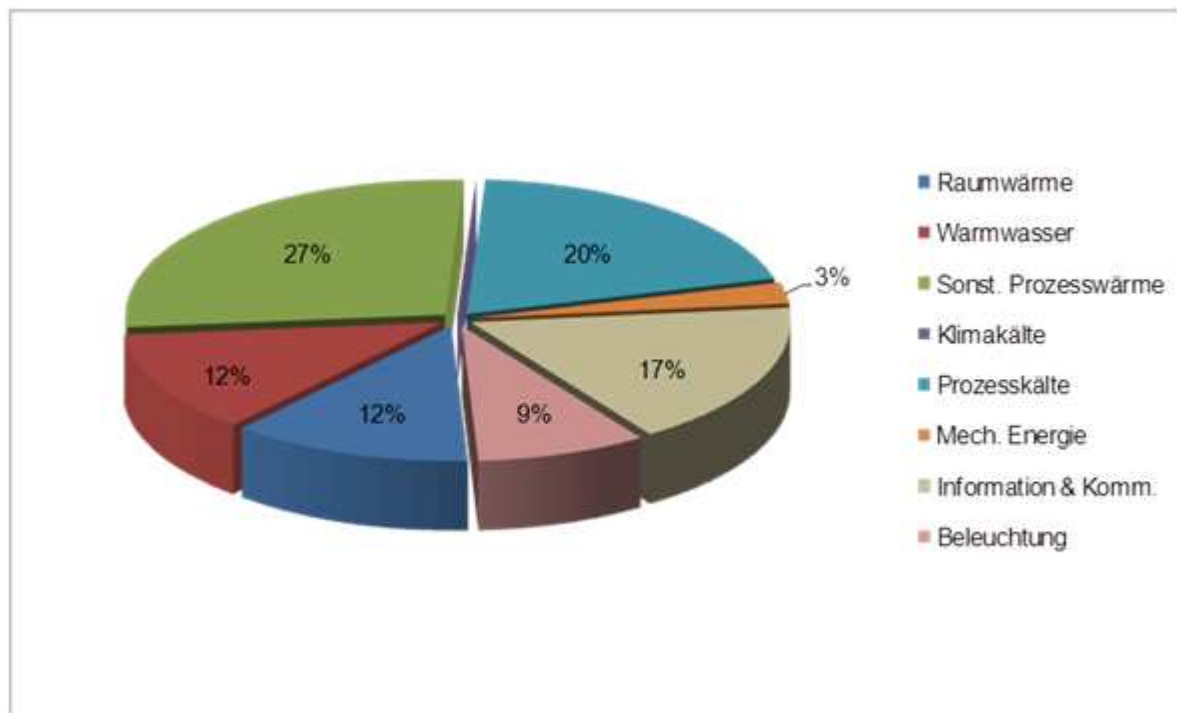


Abbildung 4-4: Stromverbrauch privater Haushalte in Prozent³⁹

Laut Prognos (2010) wird im privaten Sektor für den Zeitraum 2008 – 2050 mit einem technischen Stromeinsparpotenzial von ca. 39% gerechnet.⁴⁰ Vor diesem Hintergrund kann bis zum Jahr 2050 mit einer Stromeinsparung der privaten Haushalte von bis zu 54.232 MWh aufgrund von Effizienz gerechnet werden. Im Mittel kann von diesem Hintergrund auf der Insel Rügen mit jährlichen Stromeinspareffekten von ca. 1.391 MWh im privaten Sektor gerechnet werden.

³⁹ Eigene Darstellung, Daten entnommen: BMWi, Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen I, 2011, Tabelle 7a

⁴⁰ Prognos AG, EWI, GWS (2010) Anhang 1 A, S. 1-23

4.2 Energieverbräuche der kommunalen Liegenschaften

4.2.1 Wärmeverbräuche der kommunalen Liegenschaften

Neben den Berechnungen für die privaten Wohngebäude, welche erheblichen Einfluss auf den Energieverbrauch der Insel Rügen haben, wurden auch die öffentlichen Gebäude auf ihre Energieeffizienz hin untersucht. Aufgrund eines Heizwärmeverbrauchs der öffentlichen Gebäude von 4.810 MWh im Jahr 2009 (bei 57.967 m² Nutzfläche), wurden für die einzelnen Gebäude (Liste der laufenden Nummern siehe Anhang) der spezifische Heizwärmeverbrauch in kWh/(m²*a) ermittelt und in folgendem Diagramm dargestellt.

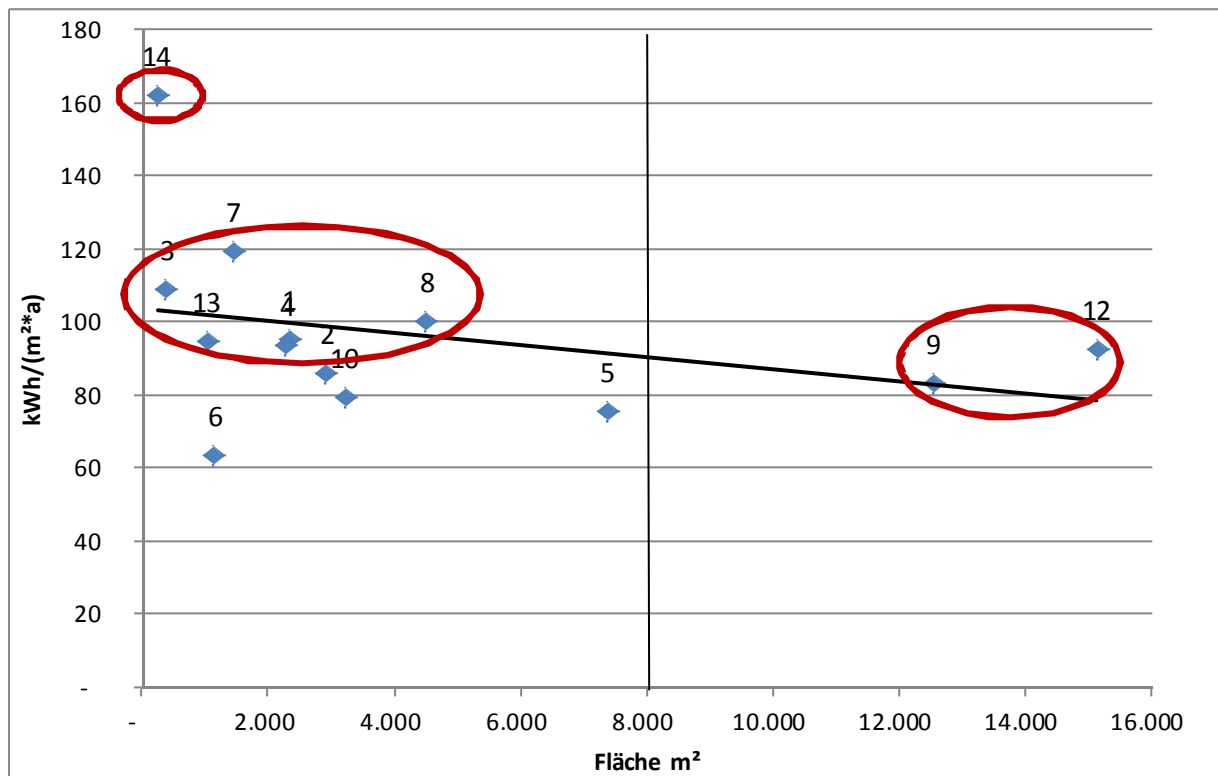


Abbildung 4-5: Vergleich der Gebäude auf den spezifischen Heizenergiebedarf und deren Fläche

Die vertikale Trennlinie sowie die Trendlinie (von links oben nach rechts unten) teilt die Grafik in vier verschiedene Sektoren auf (Gebäude mit geringer Nutzfläche aber hohem spezifischem Heizwärmeverbrauch, Gebäude mit geringer Nutzfläche und geringem spezifischem Heizwärmeverbrauch, Gebäude mit großer Nutzfläche und geringem spezifischem Heizwärmeverbrauch sowie Gebäude mit großer Nutzfläche und großem spezifischem Heizwärmeverbrauch). Hierdurch ist eine Bestimmung der Gebäude möglich, die in einem an die Klimaschutzinitiative anschließenden, genaueren Untersuchungsverfahren betrachtet werden sollten (siehe Gebäude in den roten Markierungen). Innerhalb einer detaillierteren Betrachtung könnten dann die maximalen Einsparpotenziale, die mögliche CO₂-Reduktion sowie die Investitionskosten genauer betrachtet werden. Durch

eine Priorisierung (z.B. aufgrund der Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme) kann mit den zur Verfügung stehenden Finanzmitteln der größtmögliche Nutzen ermittelt werden.

4.2.2 Kommunale Straßenbeleuchtung

Die kommunale Straßenbeleuchtung ist in der Bilanz des Stromverbrauchs der Insel Rügen eingeflossen, wurde aber detailliert nicht für die einzelnen Gemeinden betrachtet. Die Straßenbeleuchtung ist zumeist in der Verantwortung bzw. Eigentum der Gemeinden. Die Erfassung von 41 Gemeinden würde den Aufwand erheblich steigern, deshalb ist darauf im Rahmen der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes verzichtet worden.

Einige Gemeinden haben bereits einzelne Straßenzüge bereits mit LED-Straßenbeleuchtung ausgestattet, wie beispielsweise die Gemeinde Garz.⁴¹

Die Erfassung aller bereits vorhandenen Initiativen auf der Insel Rügen wird zu den Aufgabengebieten des Klimaschutzmanagers gehören. Im Rahmen der Klimaschutzinitiative können noch nicht umgesetzte Vorhaben gefördert werden. Eine inselweite Initiative für die kommunale Straßenbeleuchtung ist denkbar, da gerade in den touristisch geprägten Gemeinden/ Städten eine große Außenwirkung zu erwarten ist.

Ein energieeffizientes, ökonomisches und innovatives Konzept zur Außenbeleuchtung trägt mitunter zur erwünschten CO₂-Neutralität der Gemeinden bei. Zudem ist schon heute eine Tendenz hin zu energiesparenden, hocheffizienten Beleuchtungssystemen zu erkennen. Entschließt man sich bei der Planung der Wohnsiedlung oder der Erneuerung der älteren Beleuchtungssysteme zum Einsatz dieser Technik, können nachträgliche und kostenintensive Umrüstungen vermieden werden. Daneben ist, unter Berücksichtigung der EU-Ökodesign-Verordnung, schon heute der Verzicht auf ineffiziente Leuchtsysteme empfehlenswert. Denn in absehbarer Zeit dürfen bestimmte Leuchtmittel nicht mehr verkauft werden. Aufgrund dessen ist eine innovative, klimafreundliche Straßenbeleuchtung auf Basis der LED-Technik im Siedlungsgebiet vorzuschlagen.

Durch das Lichtmanagement werden CO₂-Emissionen, Energie und Energiekosten eingespart. LED-Leuchten lassen sich gut steuern und individuell dimmen, so dass ein intelligentes Lichtmanagement möglich ist. Durch intelligente Steuerungssysteme wird die LED-Beleuchtung an örtlichen und zeitlichen Gegebenheiten, wie Witterung und Verkehrsaufkommen, angepasst. Aufgrund des geringen nächtlichen Verkehrsaufkommens in vielen Wohnsiedlungen, kann die Lichtleistung beispielsweise in der Zeit von 23 bis 5 Uhr, von 100 % auf beispielsweise 70 % oder 50 % reduziert werden. Weiterhin kann die Beleuchtungszeit mithilfe effektiver Sensoren durch spätes Ein- und frühes Abschalten reduziert werden.

⁴¹ Ostsee-Zeitung vom 30.03.2012

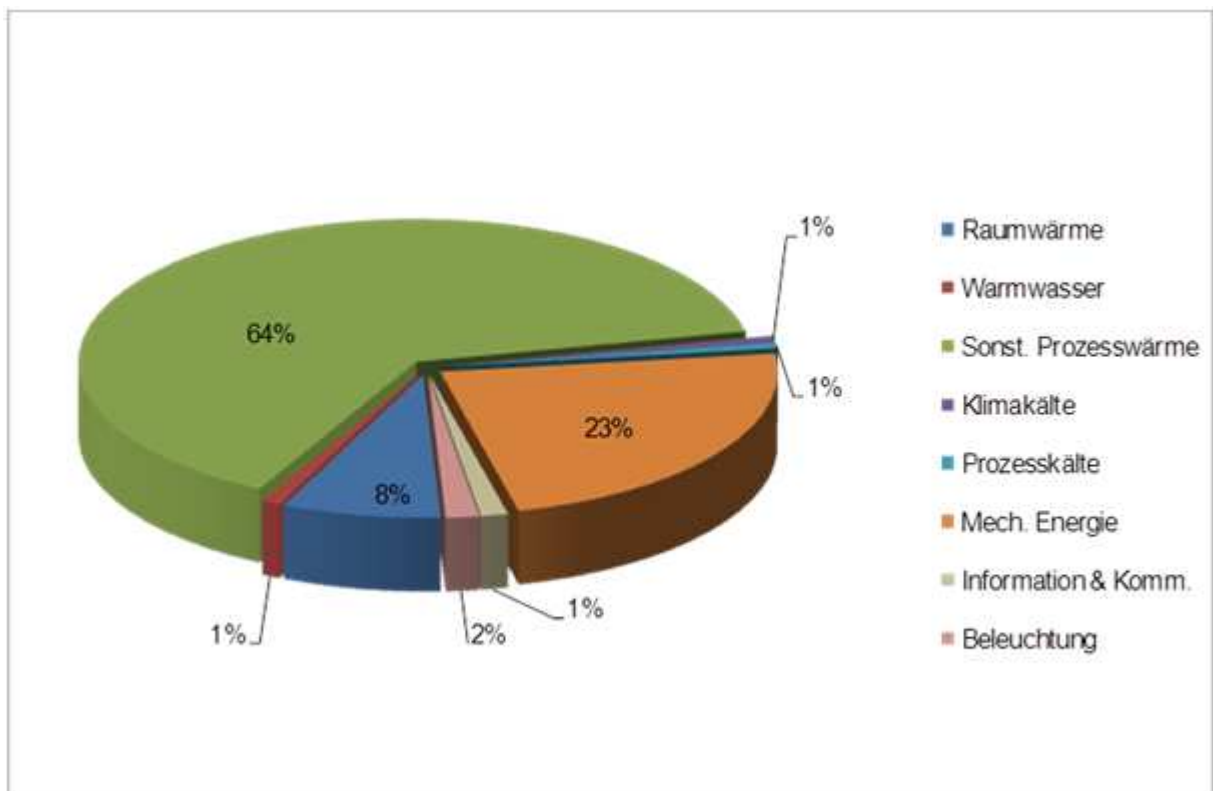
Wird die Straßenbeleuchtung nachts reduziert, ist der Einsatz von Sensoren zu empfehlen, die Fußgänger oder andere Verkehrsteilnehmer registrieren und die Beleuchtung gezielt hochfahren. Damit wird den Verkehrsteilnehmern weiterhin ermöglicht, Gefahren rechtzeitig zu erkennen und auf sie zu reagieren.

Weitere Energie- sowie CO₂-Einsparpotenziale ergeben sich durch optimierte Leuchtpunktabstände, dies umfasst eine bestmögliche Leuchtendichte und -anordnung. Dies wird durch den Einsatz von LED-Leuchten erreicht. LED-Systeme können durch ihr homogenes, gezielt gelenktes Licht, mit einer geringeren Leuchtenanzahl als herkömmliche Beleuchtungssysteme die gleiche Beleuchtungsintensität erreichen. Zudem werden durch effiziente LED-Systeme trotz geringerer Leuchtenanzahl Dunkelzonen vermieden und die Gleichmäßigkeit der Beleuchtung gewährleistet.

LED-Leuchten haben verglichen mit anderen Leuchtsystemen den Vorteil, dass die Lichtfarbe individuell gewählt werden kann. Dadurch kann die LED-Beleuchtung als gestalterisches Mittel zur Verbesserung der Wohnatmosphäre aber auch beim Einsatz in touristischen Schwerpunkten eingesetzt werden. Unabhängig von der Lichtfarbe ist das LED-Licht frei von Infrarot- und Ultraviolett-Strahlung, sodass nachtaktive Tiere nicht beeinträchtigt werden. Dies hat wiederum den Vorteil, dass weniger Insekten von der Straßenbeleuchtung angelockt werden.

4.3 Industrie

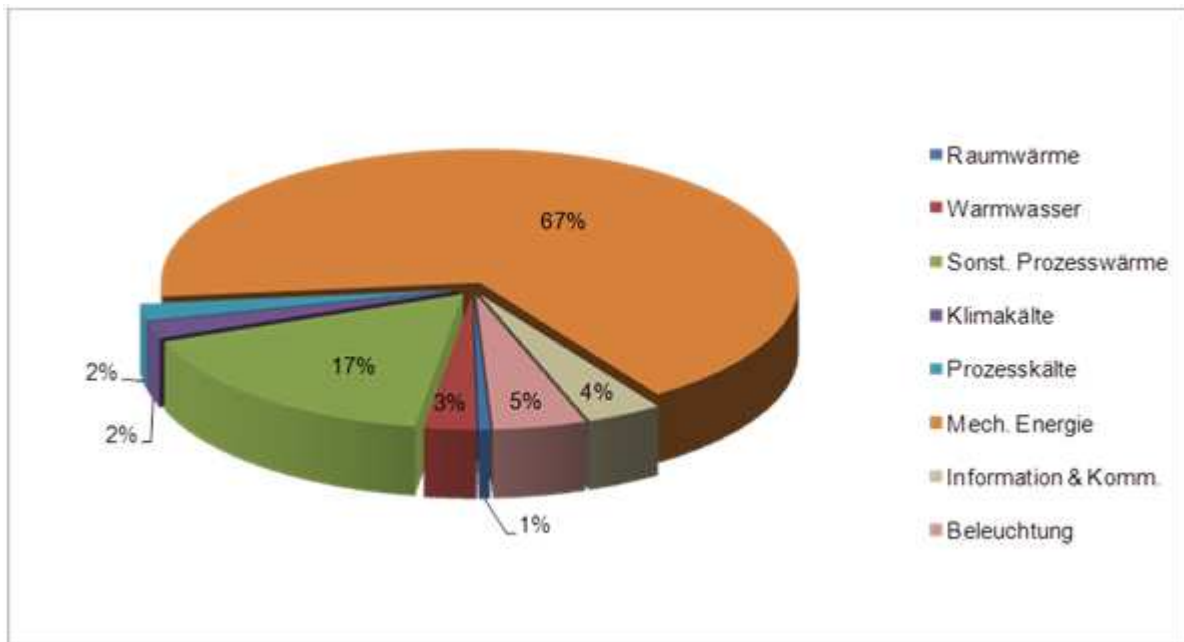
Der stationäre Energieverbrauch des Industriesektors auf der Insel Rügen liegt bei ca. 110.117 MWh/a. Dies entspricht ca. 6% des gesamten Energieverbrauches der Insel, wodurch der Sektor zu einer der kleineren Verbrauchergruppe gezählt werden kann. Als Hauptverbrauchsquellen des Industriesektors gelten die Prozesswärme (z. B. Trocknungs-, Schmelzprozesse) mit 64% und die mechanische Energie (z. B. Elektromotoren, Generatoren) mit 23%. Die restlichen 13% der Endenergie wurden für Raumwärme, Warmwasser, Prozesskälte (z. B. Kühlprozesse) und Klimakälte (z. B. Raumklimatisierung) sowie Informations- und Kommunikationstechnologie und Beleuchtung eingesetzt. In der nachfolgenden Abbildung ist der Endenergieverbrauch der Industrie und dessen Verteilung grafisch dargestellt.

Abbildung 4-6: Endenergieverbrauch der Industrie in Prozent⁴²

4.3.1 Stromeinsparpotenziale in der Industrie

Der Industriesektor der Insel Rügen hat einen jährlichen Stromverbrauch von ca. 35.241 MWh. Hierbei fallen die intensivsten Stromverbräuche statistisch gesehen in den Bereichen mechanische Energie mit 67% und Prozesswärme mit 17% an. Der restliche Stromanteil von 16% wird in den Bereichen Raumwärme, Warmwasser, Klima- und Prozesskälte sowie Beleuchtung und Informations- und Kommunikationstechnologie eingesetzt. In der nachfolgenden Abbildung ist der Stromverbrauch des Sektors grafisch dargestellt.

⁴² Eigene Darstellung in Anlehnung an: BMWi, Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen I, 2011, Tabelle 7

Abbildung 4-7: Stromverbrauch der Industrie in Prozent⁴³

Laut Prognos (2010) wird im Industriesektor für den Zeitraum 2008 – 2050 mit einem technischen Stromeinsparpotenzial von ca. 39% gerechnet.⁴⁴ Daher kann bis zum Jahr 2050 mit einer Stromeinsparung des Industriesektors von bis zu 13.715 MWh aufgrund von Effizienz gerechnet werden. Im Mittel kann von diesem Hintergrund auf der Insel Rügen mit jährlichen Stromeinspareffekten von ca. 352 MWh im Industriesektor gerechnet werden.

4.3.2 Wärmeeinsparpotenziale in der Industrie

Der Wärmeverbrauch des Industriesektors auf Rügen beträgt derzeit etwa 74.876 MWh/a. Den größten Anteil des Wärmeverbrauches trägt hier die Prozesswärme mit rund 88%. Daneben werden 11,2% der Wärme zur Beheizung von Räumen und 0,8% für die mechanische Energie benötigt.

Laut Prognos (2010) wird im Industriesektor für den Zeitraum 2008 – 2050 mit einem technischen Wärmeeinsparpotenzial von ca. 36% gerechnet.⁴⁵ Vor diesem Hintergrund kann bis zum Jahr 2050 mit einer Wärmeeinsparung durch Effizienz im Industriesektor von bis zu 27.180 MWh gerechnet werden. Im Mittel können somit auf der Insel Rügen mit jährlichen Wärmeeinspareffekten von ca. 697 MWh im Industriesektor gerechnet werden.

⁴³ Eigene Darstellung in Anlehnung an: BMWi, Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen I, 2011, Tabelle 7

⁴⁴ Prognos AG, EWI, GWS (2010) Anhang 1 A, S. 1-23

⁴⁵ Prognos AG, EWI, GWS (2010) Anhang 1 A, S. 1-23

4.4 Gewerbe, Handel, Dienstleistung

Auf der Insel Rügen liegt der Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel und Dienstleistung bei ca. 514.514 MWh/a. Dies entspricht ca. 29% des Gesamtenergieverbrauchs der Insel Rügen und stellt somit eine der Hauptverbrauchsgruppen der Insel dar.

Als Hauptverbrauchsquellen des Sektors Gewerbe, Handel und Dienstleistung gelten die Raumwärme (ca. 51%) sowie die mechanische Energie (ca. 15%) und die Beleuchtung (ca. 14%). Die restlichen ca. 20% der Endenergie wurden für Warmwasser, Prozesswärme/-kälte sowie Klimakälte und Informations- und Kommunikationstechnologie eingesetzt. In der nachfolgenden Abbildung ist der Endenergieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel und Dienstleistung und dessen Verteilung grafisch dargestellt.

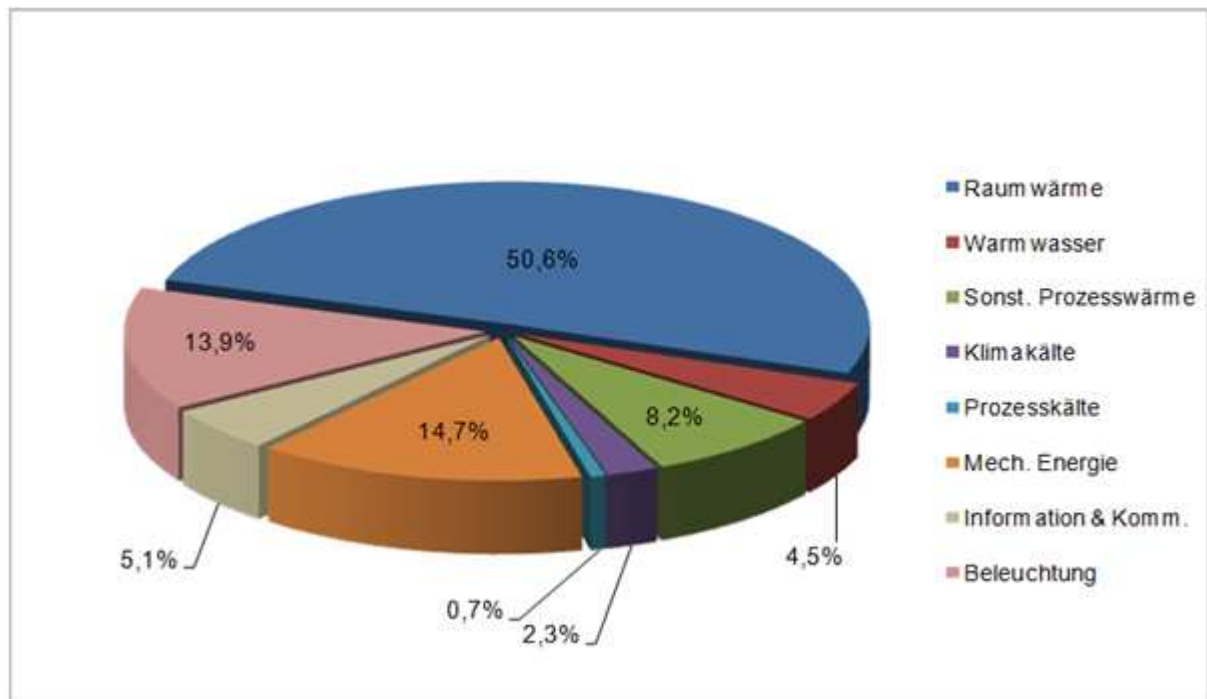


Abbildung 4-8: Endenergieverbrauch des Sektors GHD in Prozent⁴⁶

⁴⁶ Eigene Darstellung in Anlehnung an: BMWi, Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen II, 2011, Tabelle 7a

4.4.1 Stromeinsparpotenziale im Sektor GHD

Der Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistung der Insel Rügen weist einen jährlichen Stromverbrauch von ca. 136.942 MWh auf. Statistisch gesehen fallen die höchsten Stromverbräuche in den Bereichen Beleuchtung (ca. 41%) und mechanische Energie (ca. 22%) an. Der restliche Stromanteil von etwa 37% wird in den Bereichen Raumwärme, Warmwasser, Klima- und Prozesskälte sowie -wärme und Informations- und Kommunikationstechnologie eingesetzt. In der nachfolgenden Abbildung ist der Stromverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel und Dienstleistung grafisch dargestellt.

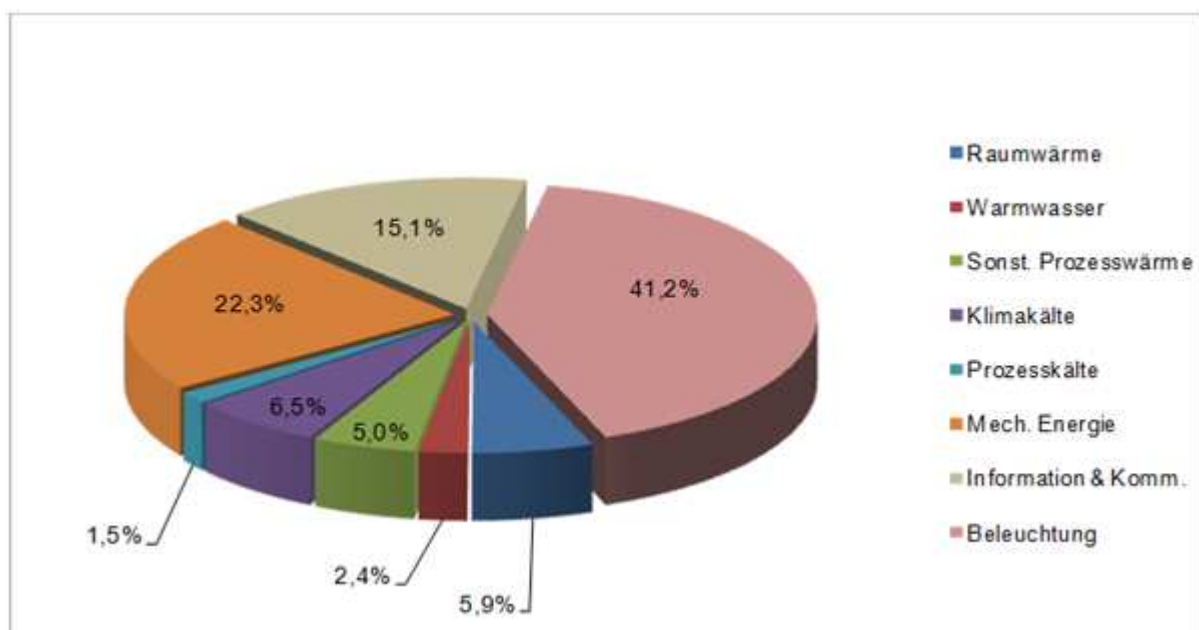


Abbildung 4-9: Endenergieverbrauch des Sektors GHD in Prozent⁴⁷

Laut Prognos (2010) wird im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistung für den Zeitraum 2008 – 2050 mit einem technischen Stromeinsparpotenzial von ca. 19,7% gerechnet.⁴⁸ In diesem Zeitraum ist mit Gesamtstromeinsparungen von bis zu 27.020 MWh zu rechnen, so dass sich im Mittel jährliche Stromeinspareffekte von ca. 693 MWh ergeben.

4.4.2 Wärmeeinsparpotenziale im Sektor GHD

Der Wärmeverbrauch des Sektors GHD auf der Insel Rügen beträgt derzeit etwa 377.572 MWh/a. Den größten Wärmeanteil trägt hier die Raumwärme mit ca. 73%. Daneben müssen ca. 11% für die mechanische Energie, fast 10% für die Prozesswärme und etwa 6% für das Warmwasser bereitgestellt werden.

⁴⁷ Eigene Darstellung in Anlehnung an: BMWi, Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen II, 2011, Tabelle 7a

⁴⁸ Prognos AG, EWI, GWS (2010) Anhang 1 A, S. 1-28

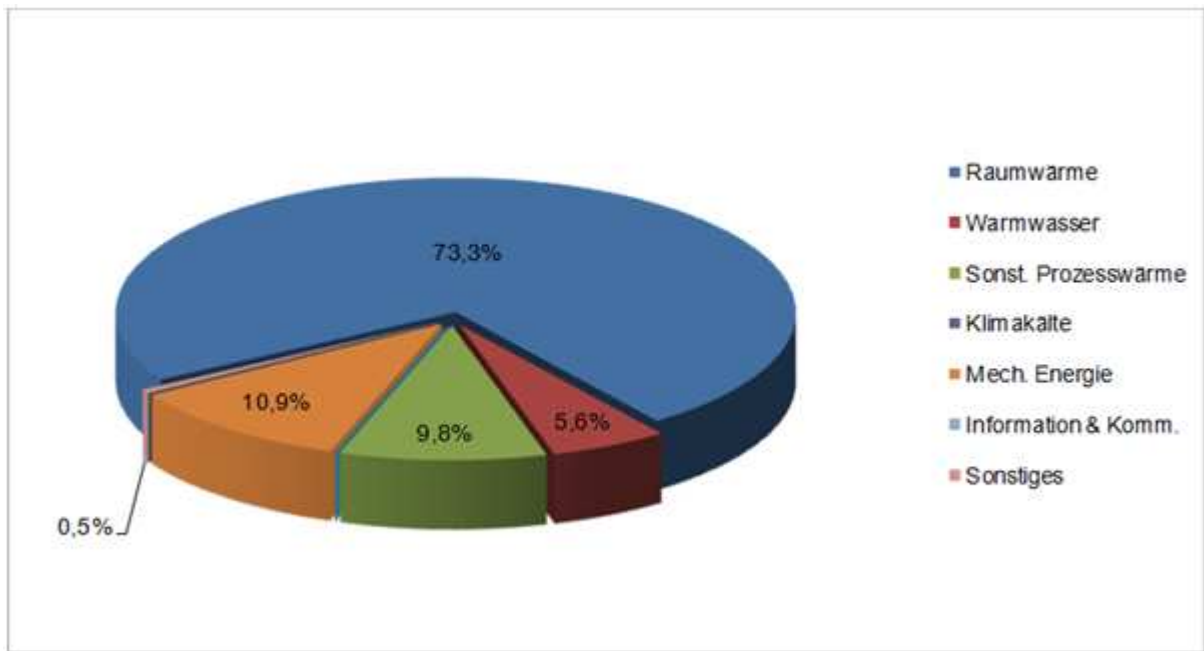


Abbildung 4-10: Wärmeverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel und Dienstleistung in Prozent⁴⁹

Laut Prognos (2010) wird in diesem Sektor für den Zeitraum 2008 – 2050 mit einem technischen Wärmeeinsparpotenzial von ca. 57,2% gerechnet.⁵⁰ Aufgrund von Effizienzmaßnahmen können bis zum Jahr 2050 Wärmeeinsparungen von bis zu 216.189 MWh realisiert werden. Somit ist auf der Insel Rügen mit jährlichen Wärmeeinspareffekten von ca. 5.543 MWh zu rechnen.

4.5 Verkehr

Die Potenziale im Bereich Verkehr sind in dem Teilkonzept „Klimafreundlicher Verkehr in Kommunen“ abgebildet und werden an dieser Stelle nicht abgebildet.

⁴⁹ Eigene Darstellung in Anlehnung an: BMWi, Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen II, 2011, Tabelle 7a

⁵⁰ Prognos AG, EWI, GWS (2010) Anhang 1 A, S. 1-26

5 Potenziale zur Erschließung der verfügbaren Erneuerbaren Energien

5.1 Biomassepotenziale

Im folgenden Kapitel werden die Biomassepotenziale der Insel Rügen abgebildet, welche anhand statistischer Daten unter Berücksichtigung der Ergebnisse artverwandter Studien ergänzt durch Expertenaussagen (hier: Personen vom Fach aus den entsprechenden Biomasse-Bereichen) entwickelt wurden. Die Biomassepotenziale werden entsprechend ihrer Herkunft nach folgenden Wirtschaftsbereichen untergliedert:

- o Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft, vgl. Kapitel 5.1.1
- o Biomassepotenziale aus der Landwirtschaft, vgl. Kapitel 5.1.2
- o Biomassepotenziale aus Kommunen und Gewerbe, vgl. Kapitel 5.1.3

In der jeweiligen Ergebnisdarstellung werden sowohl die technischen Biomassepotenziale als auch die bereits umgesetzten Biomassepotenziale abgebildet. Zusätzlich wird im Endergebnis die Differenz aus beiden als Ausbaupotenzial wiedergegeben. Bei der Zusammenfassung wird ggf. jeweils zwischen den beiden Stoffgruppen Biomasse-Festbrennstoffe und Biogassubstrate unterschieden. Durch diese Vorgehensweise können die Potenziale verschiedener Herkunft (z. B. Holz aus dem Forst, Agrarholz, Gartenabfall, Begleitgrün) in einer gezielten Konversionstechnik (z. B. Holzheiz[kraft]werk) abgebildet werden. Dies ermöglicht Aussagen zu potenziellen Maßnahmen bzw. Anlagenplanungen.

Die Ermittlung von Biomassepotenzialen erfolgt anhand zahlreicher Parameter und erlaubt daher nur eine sehr überschlägige Abschätzung verfügbarer Mengen. Die dargestellten Zahlen sollten somit nicht als absolute und statische Größen verstanden werden, sondern dienen vielmehr der Einordnung der jeweiligen Größenordnungen und der Identifikation zentraler Potenziale, deren Aktivierung prioritär verfolgt werden sollte. Die Darstellung der Potenziale erfolgt anhand des energetischen Gehalts in Megawattstunden (MWh) und Liter Heizöläquivalente. Hierbei wurde eine konservative Betrachtungsweise, basierend auf Erfahrungswerten aus der Praxis bzw. der Literatur, zugrunde gelegt.

5.1.1 Biomassepotenziale aus der Forstwirtschaft

Die genauen Daten zur Ermittlung des technischen Potenzials der Forstwirtschaft wurden für Rügen bei Herrn Gerd Klötzer, dem Forstamtsleiter für die Insel Rügen angefragt. Dieser wiederum verwies auf eine im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus erstellte Studie mit dem Arbeitstitel „Energetische Biomassenutzung zum Aufbau einer

nachhaltigen Energieversorgung im Tourismus- und Gewerbesektor der Insel Rügen“ als geeignete Vorlage und Quelle.

Bei der forstlichen Biomasse entspricht das technische Potenzial der nachhaltigen Nutzung und damit dem tatsächlichen Rohholzaufkommen im Forst. Rügen besitzt 15.170 ha Waldfläche, darunter rund 2.000 ha Naturschutzfläche. Wird für die verbleibende Fläche von rund 13.000 ha ein Nutzungssatz von 6,4 Efm/a angesetzt,⁵¹ so ergibt sich ein technisches Potenzial von rund 85.000 Efm/a.

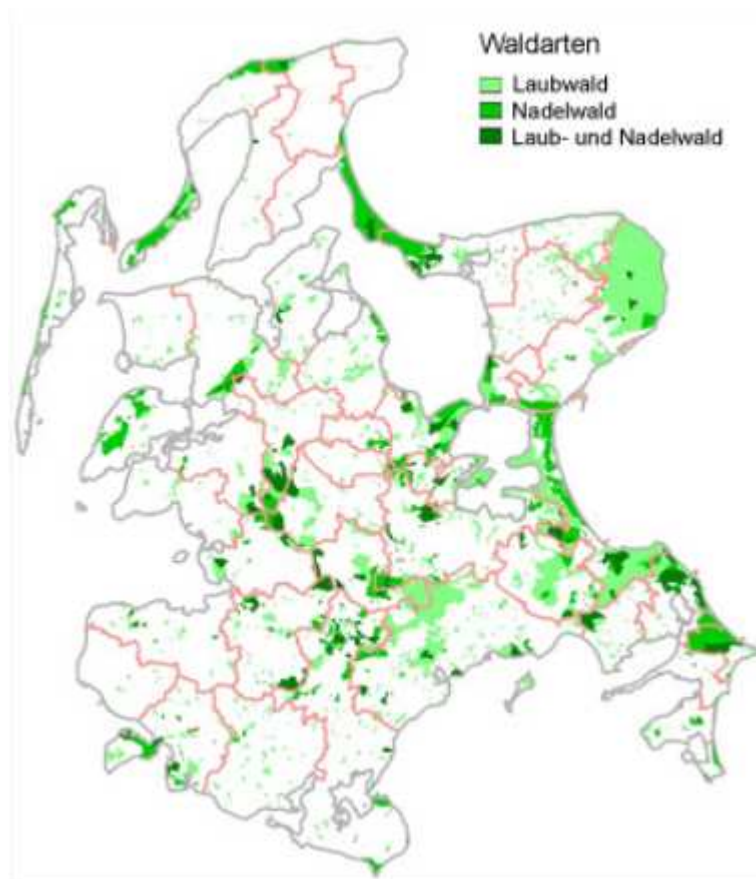


Abbildung 5-1: Vermarktungsmengen nach Holzarten⁵²

Um das Ausbaupotenzial zu bestimmen, werden weitere 700 ha Kommunalwald, 1.900 ha Naturerbe und ca. 2.400 ha Kleinprivatwaldflächen von der Waldfläche abgezogen. Dabei handelt es sich um Flächen, welche aufgrund Ihrer Lage und/ oder Beschaffenheit voraussichtlich keinen nennenswerten Beitrag zum Ausbaupotenzial liefern können. Die verbleibende Fläche von rund 8.000 ha verfügt bei vorher genanntem Nutzungssatz über ein technisches Potenzial von rund 50.000 Efm/a, welches fast zur Gänze stofflich genutzt wird.

Bedeutsame ausbaufähige Potenziale können vor allem durch die Annahme von Nutzungskonkurrenzen zwischen der energetischen und stofflichen Verwertung entstehen.

⁵¹ Tourismusverband Rügen e. V., Energetische Biomassenutzung zum Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung im Tourismus- und Gewerbesektor der Insel Rügen, 2009, S. 9.

⁵² Darstellung nach Tourismusverband Rügen e. V. et. al., 2009, S. 11.

Hier kann in Betracht gezogen werden, dass mittel- bis langfristig etwa 1 Efm/ha*a (ca. 15% vom aktuellen Nutzungssatz) als Energieholz vermarktet werden kann, womit sich ein Potenzial von rund 8.000 Efm/a ergibt.

Weitere Mengen könnten sich aus dem Unterschied aus Nutzung und Aufkommen nach der zweiten Bundeswaldinventur (BWI)² ergeben. Diese weist für Mecklenburg-Vorpommern ein tatsächliches Rohholzaufkommen von 7,2 Efm/ha*a und liegt damit 0,8 Efm/ha*a über dem aktuellen Nutzungssatz. Wird für die verfügbare Waldfläche von 8.000 ha davon ausgegangen, dass sich aus diesem Überschuss Energieholz wie im bereits genannten Verhältnis generieren lässt, so ergeben sich weitere rund 1.000 Efm/ha*a.

Daneben könnten ggf. noch Potenziale aus X-Holz und Reisig hinzukommen. Dabei handelt es sich jedoch im Allgemeinen überwiegend um Material unterhalb der Derbholzgrenze von 7 cm. Dieses Material sollte zu Gunsten der Nährstoffverfügbarkeit im Wald verbleiben und wird deshalb vorerst nicht in die Betrachtung mit einbezogen.

Das Ausbaupotenzial für den Bereich Forstwirtschaft für die Insel Rügen beziffert sich daher auf etwa 9.000 Efm/a, davon etwa 60% Laubholz- und 40% Nadelholzanteil.

Für die Masse- und Energieberechnung wird anhand der Datengrundlage folgende Vorgehensweise angewandt:

Für Laubholz wird eine Raumdichte von etwa 560 kg (entspricht in etwa Buche/Eiche), für Nadelholz eine Raumdichte von ca. 380 kg (entspricht in etwa Fichte) veranschlagt. Außerdem wird ein Wassergehalt von 20% bei Verwertung angenommen. Dadurch ergibt sich aus rund 85.000 Efm/a ein technisches Brennholzpotenzial von knapp 35.000 t/a Laubholz und rund 16.000 t/a Nadelholz.

Für das Ausbaupotenzial von rund 9.000 Efm/a ergibt sich indes, bei identischer Vorgehensweise, eine Menge von rund 3.800 t/a Laubholz und knapp 1.700 t/a Nadelholz.

Den Potenzialen aus dem Forstbereich werden die Kennwerte nach Tabelle 5-1 zugrunde gelegt. Der angegebene Trockenmasseanteil entsteht durch Konvektionstrocknung an der Umgebungsluft über einen Zeitraum von etwa einem Jahr. Das Ausgangssortiment hat einen Wassergehalt von ca. 20%.

Tabelle 5-1: Kennwerte für Waldholz⁵³

Festbrennstoffe	Raumdicke	Trocken- masse (TM)	Aschegehalt	Heizwert (H _t) in kWh/kg	
	t TM/Efm (emtefisch)* ¹	Ant. i. d. FM	Ant. i. d. TM	bei 100% TM* ²	bezogen auf TM-Anteil
Laubholz (am Bsp. Buche)	0,56	80%	> 0,5%	5,0*	3,86
Nadelholz (am Bsp. Fichte)	0,38	80%	> 0,5%	5,2*	4,02

*¹ Vgl. Definition Hartholz/Weichholz nach Önorm 7132

*² Vgl. Landesamt für Wald und Forstwirtschaft, Der Energieinhalt von Holz, 2007, S. 2.

Demnach lässt sich der Heizwert des technischen Potenzials auf insgesamt rund 200.000 MWh/a äquivalent zu etwa 20 Mio. l Heizöl/a errechnen.

Der Heizwert des Ausbaupotenzials liegt bei insgesamt ca. 22.000 MWh/a äquivalent zu etwa 2,2 Mio. l Heizöl/a.

5.1.2 Biomassepotenziale aus der Landwirtschaft

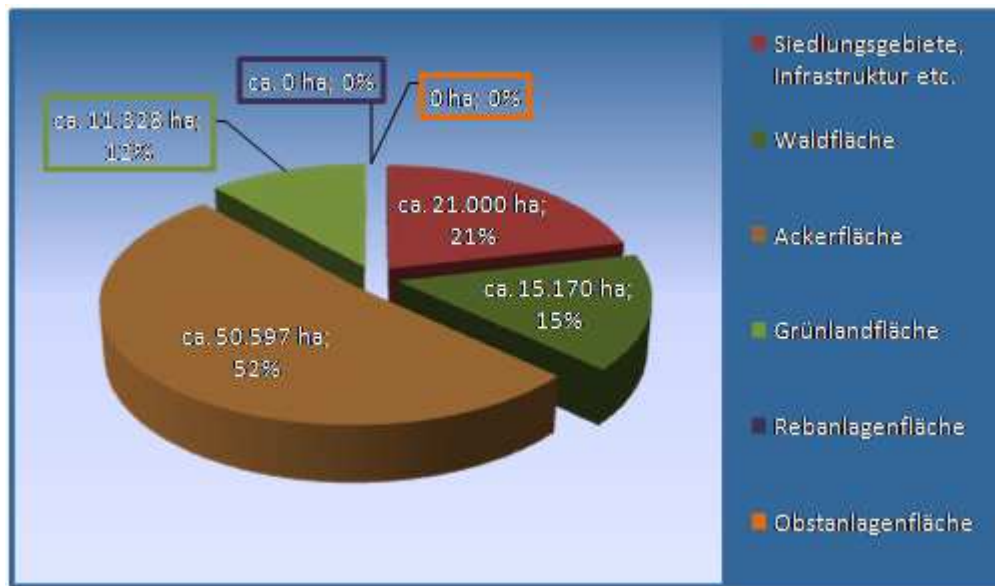
Für den landwirtschaftlichen Sektor wurden die Biomassepotenziale für eine energetische Verwertung aus den folgenden Bereichen untersucht:

- o Energiepflanzenanbau auf Ackerflächen,
- o Reststoffe aus Ackerflächen,
- o Biomasse aus Dauergrünland sowie
- o Reststoffe aus der Viehhaltung.

Für die landwirtschaftlichen Biomassen wurde bei der Potenzialanalyse auf Daten des Statistischen Landesamtes Mecklenburg-Vorpommern zurückgegriffen und mit der Bioenergieregion Rügen abgestimmt.

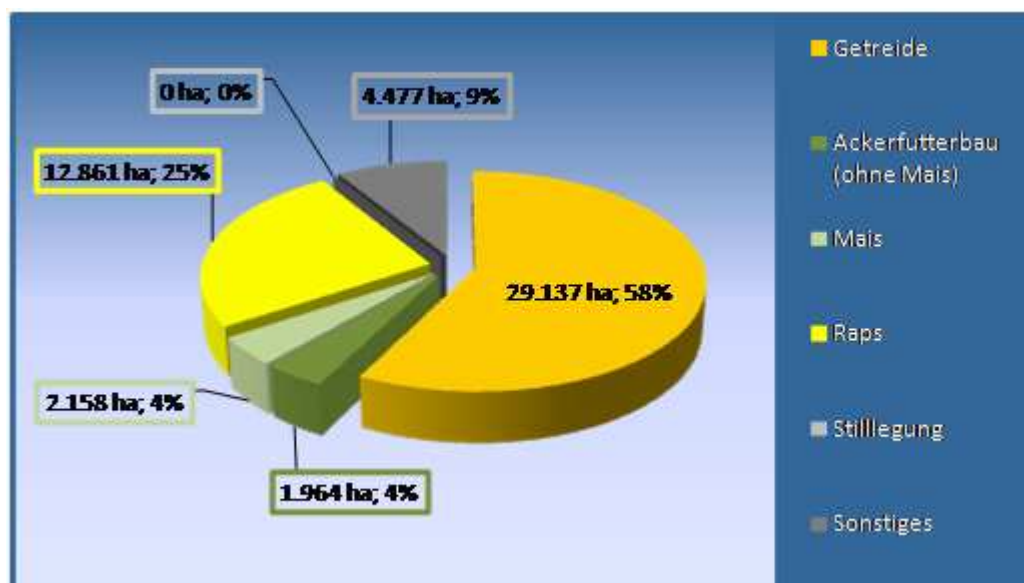
Eine erste Übersicht zur Landnutzung auf Rügen zeigt, dass etwa 2/3 der Fläche landwirtschaftlich genutzt werden (vgl. Abbildung 5-2). Bezüglich der landwirtschaftlichen Nutzung zeichnet sich vor allem der hohe Ackerflächenanteil ab.

⁵³ Eigene Darstellung nach LWF, Der Energieinhalt von Holz, 2007, S. 2.


Abbildung 5-2: Landnutzung auf Rügen⁵⁴

Energiepflanzenanbau auf Ackerflächen

Um die Potenziale aus dem Anbau von Energiepflanzen auf Ackerflächen darstellen zu können, wurde ermittelt, in welchem Umfang Ackerflächen hierfür bereits genutzt werden oder künftig zusätzlich bereitgestellt werden können. Hierfür wurde zunächst die Verteilung der Ackerkulturen auf Rügen abgeleitet (siehe Abbildung 5-3).


Abbildung 5-3: Aufteilung der Anbauflächen für Ackerfrüchte auf Rügen (Zahlen von 2010)⁵⁵

⁵⁴ Eigene Darstellung nach Statistisches Amt M-V, http://sisonline.statistik.m-v.de/sachgebiete_evas.php, Sachgebiet Flächennutzung, letzter Zugriff in 2012-03-19.

⁵⁵ Eigene Darstellung nach Statistisches Amt M-V, http://sisonline.statistik.m-v.de/sachgebiete_evas.php, Sachgebiet Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, letzter Zugriff in 2012-03-19.

Rügen verfügt über rund 50.000 ha Ackerfläche. Aus der Kulturartenverteilung von 2010 ist ein klarer Fokus auf Raps- und vor allem auf Getreideanbau erkennbar.

Auf der Insel Rügen wird davon ausgegangen, dass insgesamt etwa 25% der Ackerflächen für den Anbau von Energiepflanzen genutzt werden können. Dies entspricht einer Fläche von rund 13.000 ha, die zur Berechnung des technischen Potenzials zugrunde gelegt wird. Dabei ist davon auszugehen, dass die Bereitstellung von Flächen für den Energiepflanzenanbau in Abhängigkeit von Entwicklungen der Agrarpreise vorwiegend aus den derzeitigen Marktruchtflächen (Raps- und Getreideanbau) erfolgt.

Auf der Insel befinden sich bereits fünf Biogasanlagen, welche mit landwirtschaftlichen Substraten betrieben werden und eine elektrische Leistung von insgesamt ca. 6,7 MW bereitstellen. Die hierdurch bereits vorhandenen bzw. verplanten Anbauflächen belaufen sich unter Berücksichtigung der regionalen Erträge auf rund 3.700 ha, wobei überschlägig etwa 2.900 ha Ackerfläche für den Anbau von Mais und Getreide-GPS angesetzt werden können. Weiterhin genutzte Substrate aus etwa 800 ha Dauergrünlandflächen für die Erzeugung von Grassilage und Reststoffen aus der Tierhaltung (in der Regel Gülle) finden in den Punkten „Biomasse aus Dauergrünland“ und „Reststoffe aus der Viehhaltung“ Berücksichtigung.

Dementsprechend sind die Anbauzahlen bezüglich des aktuellen Anlagenbestandes und der aktuellen Anlagenplanungen im Biogasbereich bereits zu 20 bis 25% ausgeschöpft, wenngleich Ungenauigkeiten durch einen regional übergreifenden Anbau von Biogassubstraten ebenfalls nicht vermeidbar sind. Neben diesen bereits genutzten oder verplanten Flächen stehen somit rechnerisch weitere rund 10.000 ha als Ausbaupotenzial zur Verfügung. Für diese Fläche wurde entsprechend der regionalen Gegebenheiten, sowie pflanzenbaulicher Grundlagen ein Energiepflanzen-Anbaumix aus verschiedenen für die Produktion von Biogassubstraten und Festbrennstoffen geeigneten Kulturarten entwickelt. Demnach wird für die künftige Ausweitung der Energiepflanzen-Anbaufläche ein Anbaumix aus 50% Getreide-GPS, 20% Mais, 10% Feldgras und Futterbaugemengen und jeweils 10% für alternative Biogaskulturen sowie Festbrennstoffe (Agrarholz/Miscanthus) angenommen. Eine Übersicht der Ausbaupotenziale mit entsprechenden Kennwerten zum Flächen-, Mengen- und Energiepotenzial ist in Tabelle 5-2 gegeben.

Tabelle 5-2: Ausbaupotenziale aus dem Anbau von Energiepflanzen auf Ackerflächen⁵⁶

Kulturart	Flächen- potenziale	Ertrag	Mengen- Potenziale*	Biogas-Potenzial	Heizwert**	Gesamt- Heizwert
	[ha]	[t/ha*a]	[t/a]	[m³]	[kWh]	[MWh/a]
Biogassubstrate						
Getreide-Ganzpflanzensilage	4.959	40	197.738	38.440.218	5,3/m³	203.733
Maissilage	1.984	39	76.570	15.605.048	5,2/m³	81.146
Feldgras & Futterbaugemenge	992	26	25.513	1.370.067	7,1/m³	9.686
Alternative Biogaskulturen	992	32	31.739	4.878.289	5,2/m³	25.367
Festbrennstoffe						
Agrarholz (Weide)	496	12	5.951	-	3,1/t	18.354
Miscanthus	496	15	7.439	-	4,1/t	30.154
Σ (gerundet)	9.920		340.000	60.000.000		370.000

* in Tonnen Frischmasse zur Ernte; ** bei Biogassubstraten bezogen auf das Biogas

Der Anbaumix auf Rügen lässt erkennen, dass ein Schwerpunkt auf **Getreide-Ganzpflanzensilage (GPS)** liegen sollte, da die durchgehende Bodenbedeckung über Winter das Erosionsrisiko herabsetzt und die Betriebe über die notwendige Technik verfügen. Außerdem reichen auf Rügen die Hektarerträge von Getreide-GPS an die von Silomais heran. Eine mögliche Bereicherung der Anbauvielfalt stellt beispielsweise der Anbau von Wickroggen, Winterroggen/ Bokharaklee oder Sommergerste/Lupine/Saflor dar, der ebenfalls als GPS für die Biogasanlage geerntet werden kann.

Ferner kommt als gängigstes Biogassubstrat **Silomais** in Frage. Der bislang mit 4% der Ackerfläche relativ geringe Maisanteil lässt eine Ausdehnung des Anbaus auch vor dem Hintergrund der Ausweitung verengter Getreidefruchtfolgen sinnvoll erscheinen, wenngleich letztere auf Rügen sogar tendenziell höhere gemittelte Hektarerträge aufweisen.

Die Ausweitung des Maisanbaus ist aber kritisch zu betrachten, da aus touristischen Aspekten heraus der Maisanbau stark in der Diskussion steht. Dies wurde des Öfteren in den Gesprächen thematisiert. Daher sollten seitens der Landwirtschaft die Bestrebungen hin zum Anbau alternativer Energiepflanzen gelenkt werden.

Eine Alternative zu Getreide-GPS und Mais kann der Anbau von **Feldgras** und traditionellen **Gemengen aus dem Futterbau** wie Luzerne-/Kleegras oder Landsberger Gemenge als Biogassubstrate sein. Diese Kulturen, die als mehrjährige Kulturen geeignet sind, bringen vor allem auf gut wasserversorgten Standorten überdurchschnittliche Erträge und können in Hanglagen zum Erosionsschutz beitragen.

Für den Anbau von Biogassubstraten lohnt es sich außerdem, auch neuere Entwicklungen im Auge zu behalten. So werden in verschiedenen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, aber häufig auch bereits von Praxisbetrieben **alternative Biogaskulturen**, unter anderem

⁵⁶ Eigene Darstellung nach Statistisches Amt M-V, http://sisonline.statistik.m-v.de/sachgebiete_evas.php, Sachgebiet Flächennutzung, letzter Zugriff in 2012-03-19 & KTBL, <http://daten.ktbl.de/biogas/startseite.do#start>, Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas, letzter Zugriff in 2012-03-19.

Pflanzen, wie die Durchwachsene Silphie oder auch Wildpflanzengemenge aus heimischen und nicht-heimischen Arten, erprobt.

Zur Erzeugung von Festbrennstoffen werden bereits langjährig **verschiedene schnellwachsende Baumarten** wie Pappeln, Weiden, Erlen auf nährstoffarmen Böden und Robinien auf tendenziell eher trockenen Standorten sowie mehrjährige Energiegräser (hauptsächlich **Chinaschilf**, auch unter seinem botanischen Gattungsnamen *Miscanthus* bekannt) erprobt. Während für die Weide bereits etablierte Anbauverfahren aus Schweden bekannt sind, wird nach wie vor intensiv an Themen wie „optimale Umtriebszeit“ und „Erntetechnik“ insbesondere für Pappeln geforscht. Beide Baumarten haben, wie der *Miscanthus* auch, einen relativ hohen Wasserbedarf, lassen sich aber nach ihrer Etablierung mit nur geringem Aufwand an Pflanzenschutz und Düngung kultivieren. Der Anbauumfang in Deutschland ist sowohl bei Agrarholz als auch bei *Miscanthus* noch gering, nimmt jedoch in den letzten Jahren deutlich zu.

Werden die bereits genutzten Flächen für die Erzeugung von Biogassubstraten mit dem Ausbaupotenzial zusammengefasst, so ergibt sich das insgesamt realisierbare technische Potenzial. Dies umfasst, wie bereits vorher dargestellt, rund 13.000 ha Fläche, woraus sich bei den angenommenen und vorhandenen Anbauverhältnissen ein energetisches Potenzial von beinahe 500.000 MWh/a äquivalent zu rund 50 Mio. l Heizöl/a ergibt.

Tabelle 5-3: Technische Potenziale aus dem Anbau von Energiepflanzen auf Ackerflächen⁵⁷

Kulturart	Flächen- potenziale	Ertrag	Mengen- Potenziale*	Biogas-Potenzial	Heizwert**	Gesamt-
	[ha]	[t/ha*a]	[t/a]	[m³]	[kWh/m³]	[MWh/a]
Biogassubstrate						
Getreide-Ganzpflanzensilage	6.046	40	241.062	46.862.418	5,3/m³	248.371
Maissilage	3.776	39	145.768	29.707.605	5,2/m³	154.480
Feldgras & Futterbaugemenge	992	26	25.513	1.370.067	7,1/m³	9.686
Alternative Biogaskulturen	992	32	31.739	4.878.289	5,2/m³	25.367
Festbrennstoffe						
Agrarholz (Weide)	496	12	5.951	-	3,1/t	18.354
<i>Miscanthus</i>	496	15	7.439	-	4,1/t	30.154
Σ (gerundet)	12.800		460.000	80.000.000		490.000

* in Tonnen Frischmasse zur Ernte; ** bei Biogassubstraten bezogen auf das Biogas

Vom insgesamt vorhandenen technischen Potenzial ist ein Teil in Höhe von einem Viertel der Fläche bereits genutzt, während, wie aus Tabelle 5-3 ersichtlich wird, ca. 370.000 MWh äquivalent zu etwa 37 Mio. l Heizöl/a als mittel- und langfristiges Ausbaupotenzial betrachtet werden können.

⁵⁷ Eigene Darstellung nach Statistisches Amt M-V, http://sisonline.statistik.m-v.de/sachgebiete_evas.php, Sachgebiet Flächennutzung, letzter Zugriff in 2012-03-19 & KTBL, <http://daten.ktbl.de/biogas/startseite.do#start>, Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas, letzter Zugriff in 2012-03-19.

Reststoffe aus dem Ackerbau

Aufgrund des hohen Getreideanteils an der Ackerfläche auf der Insel ist das technische Potenzial für **Stroh** als Bioenergieträger generell als relativ hoch anzusehen. Wird der im Punkt Energiepflanzenanbau auf Ackerflächen dargestellte Ausbau des Energiepflanzenanteils an der Ackerfläche auf Kosten der Marktfruchtfläche vorangetrieben, sinkt jedoch der Flächenumfang mit Getreideanbau und damit auch die Strohverfügbarkeit. Wird davon ausgegangen, dass der eingeplante Energiepflanzenbau gleichmäßig zu Lasten des Anbauverhältnisses der Marktfrüchte geht, so verbleiben bei einer aktuellen Getreidefläche von 29.000 ha insgesamt knapp 25.000 ha, aus denen künftig Getreidestroh gewonnen werden kann.

Für die Mobilisierung von Stroh zur energetischen Verwertung sind jedoch weiterhin verschiedene Einschränkungen zu beachten, die sich durch den innerbetrieblichen Strohbedarf in der Tierhaltung, Auflagen zur Humusreproduktion und ggf. durch den überregionalen Handel von Stroh ergeben. In Gesprächen mit landwirtschaftlichen Akteuren wurde daher eine Verfügbarkeit von etwa 20% der anfallenden Gesamtstrohmenge als Potenzial gesehen, was preislichen Restriktionen wie auch den landbaulichen Anforderungen gerecht wird und einer Fläche von ca. 5.000 ha entspricht.

Die verfügbare Strohmenge für die energetische Verwertung liegt damit bei einem zugrunde gelegten durchschnittlichen regionalen Hektargetreideertrag von ca. 7,7 t/a und einem Korn-Stroh-Verhältnis von 1:1 bei rund 40.000 t/a. Der Gesamtheizwert dieser Menge als energetisches Potenzial beträgt etwa 150.000 MWh/a äquivalent zu ca. 15 Mio. l Heizöl/a (siehe Tabelle 5-4).

Die Diskussion um die energetische Verwertung von **Getreidekorn** beschränkt sich aufgrund ethischer Bedenken häufig weitgehend auf die Nutzung von minderwertigem Sortier- bzw. Ausputzgetreide, welche nach Expertenaussagen starker jährlicher Schwankung ausgesetzt ist. In der Diskussion mit Praktikern zeigte sich jedoch, dass dies nur in Teilen von den Landwirten so gesehen wird. Vielmehr sehen zahlreiche Landwirte die Welternährungsfrage nicht als Mengen-, sondern als Verteilungsproblem und stehen daher auch einer weitergehenden Nutzung von Getreide als Brennstoff offen gegenüber, sofern dies ökonomisch darstellbar ist. Da die Zulassung von Getreide als Regelbrennstoff im Immissionsschutzrecht derzeit auf Kleinfeuerungsanlagen im landwirtschaftsnahen Bereich beschränkt ist und die Verfügbarkeit geeigneter Kessel begrenzt ist, werden dennoch lediglich 5% der Gesamterträge als technisches Potenzial angesetzt.

Dies ergibt bei Berücksichtigung einer verminderten Getreideanbaufläche analog zum Strohpotenzial eine Menge von rund 9.000 t/a, was einem Flächenpotenzial von ca. 1.200 ha entspricht. Der Heizwert dieser Menge beträgt rund 30.000 MWh/a äquivalent zu etwa 3 Mio. l Heizöl/a. Die Potenziale von Getreidestroh und -korn werden zusammenfassend in der nachstehenden Tabelle gezeigt.

Tabelle 5-4: Reststoff-Potenziale aus Ackerflächen⁵⁸

Kulturart	Flächen- potenziale	Ertrag	Mengen- Potenziale*	Biogas-Potenzial	Heizwert**	Gesamt- Heizwert
	[ha]	[t/ha*a]	[t/a]	[m³]	[kWh]	[MWh/a]
Biogassubstrate						
Ausputzgetreide	1.238	7,7	9.473	5.835.471	5,2/m³	30.344
Festbrennstoffe						
Energiestroh	4.953	7,7	37.893	-	4,0/t	151.571
Σ (gerundet)			47.400	5.835.000		181.900

* in Tonnen Frischmasse zur Ernte; ** bei Biogassubstraten bezogen auf das Biogas

Insgesamt ergibt sich ein technisches Potenzial von rund 45.000 t/a mit einem Heizwert von ca. 180.000 MWh/a äquivalent zu etwa 18 Mio. l Heizöl/a.

Um das Ausbau-Potenzial darzustellen, werden Mengen, welche sich bereits aktuell und auch zukünftig (zusätzlich) in Nutzung befinden bzw. befinden werden, in Abzug gebracht. Da jedoch bisher keine Stroh- oder Ausputzgetreide verwertenden Anlagen bekannt sind, wird hier angenommen, dass Ausbau- und technisches Potenzial gleichzusetzen sind.

Biomasse aus Dauergrünland

Auf Rügen werden aktuell gut 11.000 ha Grünland bewirtschaftet, davon 3.225 ha extensiv. Aus der Studie „Energetische Biomassenutzung zum Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung im Tourismus- und Gewerbesektor der Insel Rügen“ lassen sich für intensiv bzw. extensiv genutzte Flächen Jahreserträge von 6,4 t oTM/ha bzw. 1,4 t oTM/ha entnehmen,⁵⁹ womit sich bei einem angenommenen oTM-Anteil an der TM von etwa 92,5% und einem Stroh-Frischmasseverhältnis von 1:4 ein Gesamtertrag von rund 290.000 t FM/a ergibt.

Um das technische Potenzial zu erhalten, wird der Raufutterbedarf für die Tierhaltung vom Gesamtflächenpotenzial in Abzug gebracht. Für die Berechnung des grasartigen Futterbedarfs werden Kennzahlen und Umrechnungsfaktoren wie in Tabelle 5-5 berücksichtigt.

⁵⁸ Eigene Darstellung nach Kaltschmitt et. al., Energie aus Biomasse, 2009, S. 360.

⁵⁹ Eigene Darstellung nach Tourismusverband Rügen e. V. et. al., 2009, S. 24.

Tabelle 5-5: Raufutterbedarf (berechnet als erntefrisches Material)⁶⁰

Viehart	Tierbesatz im Kreis	GV/Tier	Tierbesatz in GV	Angenommener Gras-/Heubedarf pro a ^{*1}	
				in t FM pro GV	in t FM
Pferd	670	1,1	737	12,2	8.967
Schaf	8.193	0,1	819	12,8	10.461
Rind (Milch- oder Mutterkuh)	8.336	1,2	10.003	13,3	132.761
Rind (Mast oder Jungvieh)	8.659	0,7	6.061	13,3	80.444
Σ			17.621		232.633

Abzüglich des Raufutterbedarfs von ca. 230.000 t FM/a ergibt sich eine Menge von knapp 60.000 t FM/a Grünmasse (erntefrisches Material bei ca. $\frac{1}{5}$ TM),

Es verbleiben deshalb 26.000 t FM/a (18% TM), welche einer Menge von ca. 30.000 t FM/a Grassilage bei ca. 35% TM entsprechen kongruent zu einer Fläche von knapp 2.300 ha. Hieraus geht bei einer Biogasausbeute von fast 190 m³/t Silage und einem Heizwert von 5,3 kWh/m³ ein Gesamtheizwert von gut 30.000 MWh/a äquivalent zu etwa 3 Mio. l Heizöl/a hervor.

Tabelle 5-6: Technisches Potenzial für Gras aus Dauergrünland⁶¹

Kulturart	Flächen-potenziale	Ertrag	Mengen-Potenziale*	Biogas-Potenzial	Heizwert**	Gesamt-Heizwert
	[ha]	[t/ha*a]	[t/a]	[m ³]	[kWh/m ³]	[MWh/a]
Grassilage	2.284	13,2	30.219	5.711.375	5,3/m ³	30.270

* in Tonnen Frischmasse zur Ernte; ** bei Biogassubstraten bezogen auf das Biogas

Wird nun die bereits realisierte oder geplante Nutzung von Gras aus Dauergrünland in Biogasanlagen (analog zu rund 700 ha bei ca. 26 t FM/ha, vgl. Energiepflanzenanbau auf Ackerflächen) vom technischen Potenzial abgezogen, so ergibt sich ein Ausbaupotenzial von etwa 20.000 t FM/a Grassilage entsprechend rund 1.600 ha (siehe Tabelle 5-7). Energetisch lässt sich daraus über die Vergärung Biogas ein Gesamtheizwert von rund 20.000 MWh/a erzeugen, was einem Heizöläquivalent von ca. 2 Mio. l/a entspricht.

Tabelle 5-7: Ausbaupotenzial für Gras aus Dauergrünland⁶²

Kulturart	Flächen-potenziale	Ertrag	Mengen-Potenziale*	Biogas-Potenzial	Heizwert**	Gesamt-
	[ha]	[t/ha*a]	[t/a]	[m ³]	[kWh/m ³]	[MWh/a]
Grassilage	1.562	13,2	20.670	3.906.618	5,3	ca. 20.705

Das dargestellte Potenzial ist relativ sensibel gegenüber Bewirtschaftungsveränderungen und klimatischen Einflüssen. So sind beispielsweise nach Meinung von Praktikern durch eine Intensivierung der Düngung oftmals noch zusätzliche Potenziale aus dem Grünland

⁶⁰ Eigene Darstellung in Anlehnung an: Eder / Schulz, Biogas Praxis, 2006, S. 44.

⁶¹ Eigene Darstellung nach KTBL, <http://daten.ktbl.de/biogas/startseite.do#start>, Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas, letzter Zugriff in 2012-03-19.

⁶² Eigene Darstellung nach KTBL, <http://daten.ktbl.de/biogas/startseite.do#start>, Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas, letzter Zugriff in 2012-03-19.

realisierbar, während in trockenen Jahren wie 2011 deutliche Einbußen bei den Grünlanderträgen zu verzeichnen sind.

Reststoffe aus der Viehhaltung

Basierend auf statistischen Angaben des Landes Mecklenburg-Vorpommern zu den Tierzahlen im Inselgebiet (siehe grüner Spaltenbereich in Tabelle 5-8) wurden unter Berücksichtigung durchschnittlich produzierter Güllemengen sowie der Stalltage pro Tierart und Jahr die potenziellen Biogaserträge und Heizwerte ermittelt. Die nachstehende Tabelle fasst die Ergebnisse dieser Ermittlung zusammen.

Tabelle 5-8: Tierbesatz⁶³

Art des Wirtschaftsdüngers		TM-Gehalt	Tieranzahl	Wirtschafts- dünger [t/a]	Biogas- ausbeute [m³/t]	Heizwert [MWh/a]
Mutterkühe	Festmist* ¹	22,0%	2.351	7.698	84	3.562
Milchvieh	Flüssigmist	7,5%	5.985	70.226	17	6.482
	Festmist	22,0%		7.023	84	3.249
Mastrinder	Flüssigmist* ²	7,5%	8.659	27.543	17	2.542
	Festmist	22,0%		9.949	84	4.603
Σ			16.995	122.438		20.438
Mastschweine	Flüssigmist* ³	7,5%	7.881	15.762	24	2.270
Zuchtsauen	Flüssigmist* ⁴	7,5%	1.119	5.595	24	806
Σ			9.000	21.357		3.075
Geflügelmist	Kot-Einstreu-Gemisch* ⁵	48,0%	263.903	4.988	180	4.938
Pferde	Mist	25,0%	670	3.947	93	1.909
			Σ (gerundet)	153.000		30.400
			davon Gülle	119.126		12.099
			davon Festmist	33.604		18.261

*¹ Grünlandhaltung ≤ 75 %)

*² > 6 Monate

*³ 220 kg Zuwachs/Mastplatz

*⁴ plus 18 Ferkel bis 25 kg

*⁵ N- und Pangepasste unbelüftete Fütterung

Nach Tierarten ergeben sich rund 120.000 t/a bzw. ca. 20.000 MWh/a aus Rindermist und Rindergülle, rund 20.000 t/a bzw. ca. 3.000 MWh/a aus Schweinegülle, etwa 5.000 t/a bzw. ca. 5.000 MWh/a aus Geflügelmist und rund 4.000 t/a bzw. ca. 2.000 MWh/a aus Pferdemit, insgesamt also rund 6.400 MWh/a äquivalent zu etwa 640.000 l Heizöl/a.

Um das Ausbaupotenzial darzustellen, werden Mengen, welche sich bereits aktuell in Nutzung befinden, in Abzug gebracht. Diesbezüglich handelt es sich auf Rügen um eine Menge von ca. 24.500 t/a bzw. rund 16% vom technischen Potenzial.

Das Ausbaupotenzial beträgt somit rund 25.000 MWh/a äquivalent zu etwa 2,5 Mio. l Heizöl.

⁶³ Eigene Darstellung nach KTBL, Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07, 2006, S. 412 ff. & Statistisches Amt M-V, http://sisonline.statistik.m-v.de/sachgebiete_evas.php, Sachgebiet Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, letzter Zugriff in 2012-03-19.

Zusammenfassung der Biomassepotenziale aus der Landwirtschaft

Abschließend sind alle relevanten technischen Biomassepotenziale aus der Landwirtschaft in Tabelle 5-9 zusammengefasst.

Tabelle 5-9: Zusammenfassung der technischen Biomassepotenziale aus der Landwirtschaft⁶⁴

Technische Potenziale aus der Landwirtschaft	Stoffart	Stoffgruppe	Flächenpotenziale	Mengenpotenziale	Energiepotenziale
			[ha]	[t/a]	[MWh/a]
Energiepflanzen aus Ackerflächen	Getreide-Ganzpflanzensilage	Biogas substrate	6.046	241.062	248.371
	Maissilage	Biogas substrate	3.776	145.768	154.480
	Feldgras & Futterbaugemenge	Biogas substrate	992	25.513	9.686
	Alternative Biogaskulturen	Biogas substrate	992	31.739	25.367
	Agrarholz (Weide)	Festbrennstoffe	496	5.951	18.354
	Miscanthus	Festbrennstoffe	496	7.439	30.154
Reststoffe aus Ackerflächen	Energiestroh	Festbrennstoffe	4.953	37.893	151.571
	Ausputzgetreide	Biogas substrate	1.238	9.473	30.344
Biomasse aus Dauergrünland	Grassilage	Biogas substrate	2.284	30.219	30.270
Reststoffe aus der Viehhaltung	Rindermist bzw. -gülle	Biogas substrate	-	122.438	20.438
	Schweinegülle	Biogas substrate	-	21.357	3.075
	Geflügelmist	Biogas substrate	-	4.988	4.938
	Pferdemist	Biogas substrate	-	3.947	1.909
Obst- & Rebanlagen	Obst-Rodungsholz	Festbrennstoffe	-	0	0
	Reb-Rodungsholz	Festbrennstoffe	-	0	0
Σ (gerundet)			ca. 21.500	ca. 688.000	ca. 730.000

5.1.3 Biomassepotenziale aus Kommunen und Gewerbe

Für Kommunen und Gewerbe wurden die Biomassepotenziale für eine energetische Verwertung in die Teilbereiche „Bio- und Grüngutabfall bzw. Gartenabfall“ sowie „Sonstige organische Abfälle“ untergliedert.

Der erste Teilbereich umfasst dabei Bioabfälle, welche durch die kommunale Abfallentsorgung (braune/grüne Tonne) erfasst werden sowie Grüngutabfälle, welche i. d. R. Grüngutmengen aus Sammelplätzen darstellen und dort als Gartenabfälle gesammelt werden. Außerdem werden auch Potenziale aus Straßen-, und ggf. Schienen- und Gewässerbegleitgrün aufgegriffen.

Im zweiten Teilbereich finden sich die potenziell für das quantitative Ausbaupotenzial weniger bedeutenden Biomassen wie Altholz und Altfett. Der Grund für die geringere Bedeutung dieser Biomassearten liegt hier in der erschwerten Abschätzung der Verfügbarkeit (Altholz) oder einem nur relativ geringem periodischem Aufkommen (Altfett, Begleitgrünarten). Die zugrunde gelegten energetischen Kennwerte für den Bereich Kommunen und Gewerbe finden sich in der folgenden Tabelle.

⁶⁴ Eigene Darstellung.

Tabelle 5-10: Energetische Kennwerte für Biomassen aus Kommunen und Gewerbe⁶⁵

Biogassubstrate* ₁	Trocken- masse (TM)	TM, davon organisch (oTM)	Biogasertrag (Normgas)		Methan- gehalt	Methan- ertrag	Heizwert (H _i)
	Ant. i. d. FM	Ant. i. d. TM	l/kg oTM	m³/t FM	Vol./m³	m³/t FM	MWh/t FM
Bioabfall	40,0%	50,0%	615	100	60,0%	60,0	0,60
Grüngut - Gras, frisch, unbehandelt	18,0%	91,0%	600	98,3	54,0%	53,1	0,53
Begleitgrün - Gras, Landschaftspflege	50,0%	85,0%	300	127,5	50,0%	63,8	0,64
Altfette bzw. alte Speiseöle	95,0%	87,0%	1000	826,5	68,0%	562,0	5,62
Festbrennstoffe	Trocken- masse (TM)	Asche- gehalt	Heizwert (H _i) in kWh/kg				
	Ant. i. d. FM	Ant. i. d. TM	bei 100% TM	bei angegebene n TM-Anteil			
Grüngut - Holzartiges Material	75%	> 0,5%	4,60	3,28			
Begleitgrün - Holz, (am Bsp. Laubholz)	65%	> 0,5%	5,00	3,01			
Altholz	85%	> 0,5%	5,00	4,15			

*¹ Vgl. KTBL, letzter Zugriff in 2011-08-25.

Klärschlamm wird aufgrund des geringen energetischen Potenzials pro Masseinheit nicht betrachtet. Im Sinne eines ganzheitlichen Stoffstrommanagements sollte jedoch eine eventuelle eintretende Synergie bei einer Verwertung zusammen mit anderen Stoffströmen einzelfallbezogen genauer untersucht werden.

Bio- und Grüngutabfälle

Zur Ermittlung des vergärbaren technischen Potenzials aus Bioabfällen wurde die Datengrundlage der kommunalen Abfallentsorgung aus den Jahren 2008 bis 2010 verwendet. Hier wird durchschnittlich eine Menge von 107 kg/EW ausgewiesen.⁶⁶ Zusammen mit der Einwohnerzahl (67.526 EW, Stand vom 31.12.2010)⁶⁷ und spezifischen Biogasertrag von ca. 100 m³/t FM ergeben sich rund 700.000 m³ Biogas. Der Gesamtheizwert der frischen Abfallbiomasse bei einem Heizwert von 6,0 kWh/m³ liegt somit bei von rund 4.500 MWh/a oder etwa 450.000 l Heizöläquivalenten/a.

Zur Ermittlung des Ausbaupotenzials muss jedoch die derzeitige Verwertungssituation berücksichtigt werden. Demnach ist kurzfristig kein Ausbaupotenzial vorhanden, da die Frist bis zur weiteren Vergabe der Verwertungsrechte abzuwarten ist.

Zur Ermittlung des technischen Potenzials aus Gartenabfällen wurde ebenfalls auf die Daten der kommunalen Abfallentsorgung zurückgegriffen. Hier wird eine durchschnittliche Menge von lediglich 2,2 kg/EW ausgewiesen. Bei der Potenzialermittlung wird analog der Vorgehensweise zum Bioabfall jedoch mit der Unterscheidung in grasartiges und holzartiges Material vorgegangen.

⁶⁵ Eigene Darstellung nach KTBL, <http://daten.ktbl.de/biogas/startseite.do#start>, Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas, letzter Zugriff in 2012-03-19 & LWF, Der Energiegehalt von Holz, 2007, S. 2.

⁶⁶ Vgl. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern, Daten zur Abfallwirtschaft 2010, 2011, S. 9.

⁶⁷ Vgl. Destatis, <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online>, Bevölkerungsstand 2010, letzter Zugriff in 2012-03-19.

Im vorliegenden Fall wird davon ausgegangen, dass im Sommer- und Wintermaterial zusammen etwa 20% als holzartiges Material (Grob- und Mittelfraktion) anfallen, welches als Festbrennstoff genutzt werden kann. Dies entspricht etwa 30 t/a bzw. rund 100 MWh/a äquivalent zu 10.000 l Heizöl/a.

Die restlichen 80% bestehen aus Feinfraktion, welche zur Vergärung und Kompostierung in Frage kommt, und aus Bereitstellungsverlusten.

Das grasartige Material wird ausschließlich aus Sommermaterial gewonnen und bildet dort einen Teil der Feinfraktion ab. Wird hier davon ausgegangen, dass sich etwa 50% der Feinfraktion (ca. 40% des gesamten Gartenabfalls) energetisch verwerten lassen, so entspricht dies ca. 60 t/a, womit sich ein technisches Potenzial für die Vergärung von rund 30 MWh/a äquivalent zu etwa 3.000 l Heizöl/a ergibt.

Da die gesamte Grüngutmasse überwiegend auf landwirtschaftliche Flächen abgefahren wird, könnte diese mittelfristig als Potenzial zur Verfügung stehen. Jedoch stehen im Verhältnis zur Fläche Rügens wie auch absolut gesehen nur marginale Mengen zur Verfügung.

Sonstige organische Abfälle

Nach Mantau lag das deutschlandweite Potenzial an Altholz in 2007 bei ca. 10,5 Mio. Fm.⁶⁸ Zusammen mit einer Einwohnerzahl von ca. 82,2 Mio. in 2007⁶⁹ entspricht dies rund $\frac{1}{8}$ Fm/EW*a. Jedoch liegen nur etwa 65 kg/EW*a bzw. rund $\frac{2}{3}$ davon als separiertes Material vor.⁷⁰ Da Rügen über 67.526 Einwohner verfügt (Stand: 31.12.2010),⁷¹ ergibt sich hier ein technisches Potenzial von rund 4.500 t/a mit einem Heizwert von ca. 18.000 MWh/a äquivalent zu etwa 1,8 Mio. l Heizöl/a. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich ein Großteil des Potenzials bereits in der energetischen Nutzung befindet, womit das Ausbaupotenzial erheblich niedriger anzusetzen und auch nicht genau zu bestimmen ist.

Das technische Potenzial an Altfett und alten Speiseölen ist aufgrund fehlender Datengrundlagen nur unter hohem Aufwand zu ermitteln. Es dürfte sich jedoch um mehrere kg pro Einwohner und Jahr handeln, wovon der überwiegende Teil (ca. 70%) der Nahrungsmittelzubereitung zuzuordnen ist.⁷² Zur Orientierung kann nach dem Institut für Energetik und Umwelt ein Wert von ca. 3 kg/EW*a angesetzt werden, welcher im Rahmen regionalbedingter Essgewohnheiten aber deutlichen Schwankungen unterliegen kann.⁷³ Nach einer österreichischen Erhebung von 1997 liegt das sammelfähige Potenzial aus

⁶⁸ Vgl. Mantau, Entwicklung der stofflichen und energetischen Holzverwendung, 2008, S. 3.

⁶⁹ Vgl. Destatis, <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online>, Bevölkerungsstand 2007, letzter Zugriff in 2012-03-19.

⁷⁰ Vgl. Kaltschmitt et al., Energie aus Biomasse, 2009, S. 144.

⁷¹ Vgl. Destatis, <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online>, Bevölkerungsstand 2010, letzter Zugriff in 2012-03-19.

⁷² Vgl. Kersting / Van der Pütten, Entsorgung von Altfetten, 1996, S. 17.

⁷³ Vgl. Reichmuth / Vogel, Technische Potenziale für flüssige Biokraftstoffe, 2004, S. 17.

Haushalten bei etwa 0,65 kg/EW.⁷⁴ Das gewerbliche Potenzial dürfte ähnlich hoch ausfallen oder sogar noch höher liegen.⁷⁵ Aus diesem Grund wird von einem technischen Potenzial von ca. 1,3 kg/EW ausgegangen.

Bedingt durch die Einwohneranzahl Rügens liegt das Potenzial demnach bei rund 90 t/a. Zusammen mit dem spezifischen Biogasertrag von über 800 m³/t FM ergeben sich rund 70.000 m³ an Biogas mit einem Methangehalt von ca. 68%. Der Gesamtheizwert des frischen Altfetts liegt somit bei rund 500 MWh/a äquivalent zu etwa 50.000 l Heizöl/a.

Da bisher keine Verwertung von Altfetten auf Rügen bekannt ist, entspricht das Ausbaupotenzial hier dem technischen Potenzial. Zur Akquise dieses Potenzials müsste jedoch ein effektives Sammelsystem aufgebaut und etabliert werden.

Für **Straßenbegleitgrün** wurden relevante Basisdaten aus dem Bestand des Statistischen Landesamts Mecklenburg-Vorpommern verwendet und mit geeigneten Ertragswerten aus der Fachliteratur verrechnet. Das Schienenbegleitgrün wurde in ähnlicher Vorgehensweise ermittelt. Es wird im Folgenden lediglich das holzartige Landschaftspflegegut ausführlicher betrachtet, da die Bergung grasartigen Landschaftspflegegutes, welches ohnehin deutlich geringere Energieerträge als holzartige Landschaftspflegeabfälle aufweist, technisch nicht realisierbar ist.

Für die Verwertung von holzartigem Landschaftspflegegut (potenzieller Festbrennstoff) wird angenommen, dass das Material bei einem Wassergehalt von 35% verwertet wird. Hier werden die energetischen Kennwerte wie in Tabelle 5-10 herangezogen.

Erfasst wurde holzartiges Straßenbegleitgrün an Kreis-, Landes- und Bundesstraßen sowie Autobahnen unter der Annahme, dass außerhalb geschlossener Ortschaften mindestens zwei Rückschnitte pro Jahr zur Aufrechterhaltung des Straßenverkehrs stattfinden.

Tabelle 5-11: Straßenlängen auf der Insel Rügen nach Streckentyp⁷⁶

Art	Länge
Kreisstraßen	102,0 km
Landesstraßen	196,0 km
Bundesstraßen	76,0 km
Bundesautobahnen	0,0 km
Σ	374 km

Für das technische Potenzial wird ein durchschnittlicher Ertragswert von ca. 2 t TM/km*a angesetzt.⁷⁷ Zusätzlich schwanken die Bergungsraten von holzartigem Straßenbegleitgrün

⁷⁴ Vgl. Falk et al., Altspeisefette, 2001, S. 4.

⁷⁵ Vgl. Heinemann, Planung und Implementierung einer Anlage zur Aufbereitung und energetischen Nutzung pflanzlicher Altfette am Beispiel des BioEnergie- und RohstoffZentrums Weilerbach, 2004, S. 16.

⁷⁶ Eigene Darstellung nach Statistisches Amt M-V, http://sisonline.statistik.m-v.de/sachgebiete_evas.php, Sachgebiet Verkehr, letzter Zugriff in 2012-03-19.

im Allgemeinen zwischen 20 bis 70%.⁷⁸ Deswegen wird hier für das technische Potenzial der Mittelwert von 45% herangezogen, wodurch sich durchschnittlich rund 0,7 t TM/km*a als Potenzial ergeben. Aus der Summe der Straßenlängen ergibt sich somit ein technisches Potenzial von rund 260 t TM/a, woraus sich bei einem Wassergehalt von 35% (w35) eine Masse von etwa 400 t/a mit einem Gesamtheizwert von rund 1.200 MWh/a, äquivalent zu etwa 120.000 l Heizöl/a, ergibt.

Außerdem könnten für den auf einer Strecke von 20.495 m geplanten Ausbau der B96n weitere Potenziale aus Kurzumtriebsflächen (KUP) als Straßenrandbegrünung generiert werden.

Tabelle 5-12: Spezifische Ernteerträge pro Reihe und Straßen-km nach Rotationsart⁷⁹

Rotation	Pflanzen/ha	Pflanzen/km	Ertrag/Reihe x km ^{*1}	Strecke ^{*2}	Reihen	Ertrag ^{*3}
Mini	ca. 20.000	ca. 140	ca. 0,70 t TM/a	ca. 16,4 km	3	68,8632
Midi	ca. 10.000	ca. 100	ca. 1,00 t TM/a	ca. 16,4 km	3	98,376
Maxi	ca. 2.000	ca. 45	ca. 2,25 t TM/a	ca. 16,4 km	1	73,782

^{*1} pro Fahrbahnseite

^{*2} inkl. 20% Abschlag für Unterbrechungen des Straßenrandverlaufs

^{*3} beide Fahrbahnseiten bei spez. Ernteerträgen von 10 t TM/ha x a

Eine tatsächliche Projektierung brächte hierbei zwar nur geringe Erträge zwischen 14 und 60 t TM/a pro Fahrbahnseite je nach Rotationsart und Reihenanzahl, hätte aber prinzipiell einen hohen Vorzeigewert durch z. B. das verbundene positive Image „B96n - Energiebundesstraße Rügen“, geeigneten Schutz vor Schneeverwehungen und teilweiser Sichtschutz für Außenstehende. Außerdem wäre das System relativ einfach zu beernten, da für Erntemaschinen bei günstiger Planung nur selten ein Spurwechsel erforderlich wäre.

Daneben ergeben sich weitere erfasste Potenziale aus **Schienenbegleitgrün** mit einer Menge von ca. 1.350 t/a bzw. 4000 MWh/a bei 110 km Schienenstrecke (zzgl. 20% Abschlag für Bahnhöfe und Ortsdurchfahrten), welche jedoch nur in relativ großen Zeitabständen (i. d. R. ≥ 10 Jahre) anfallen.

Da über eine energetische Verwertung des holzartigen Straßen-, Schienen- und Gewässerbegleitgrüns im Kreis bisher nichts bekannt ist, wird angenommen, dass das Ausbaupotenzial mit dem technischen Potenzial gleichzusetzen ist.

Abschließend sind nun nachfolgend alle technischen Biomassepotenziale aus Kommunen und Gewerbe in Tabelle 5-13 zusammengefasst.

⁷⁷ Vgl. Dobers, BioLogio, 2008., S. 14.

⁷⁸ Vgl. Kaltschmitt et. al., Energie aus Biomasse, 2009, S. 138.

⁷⁹ Eigene Darstellung.

Tabelle 5-13: Zusammenfassung der technischen Biomassepotenziale aus organischen Siedlungsabfällen⁸⁰

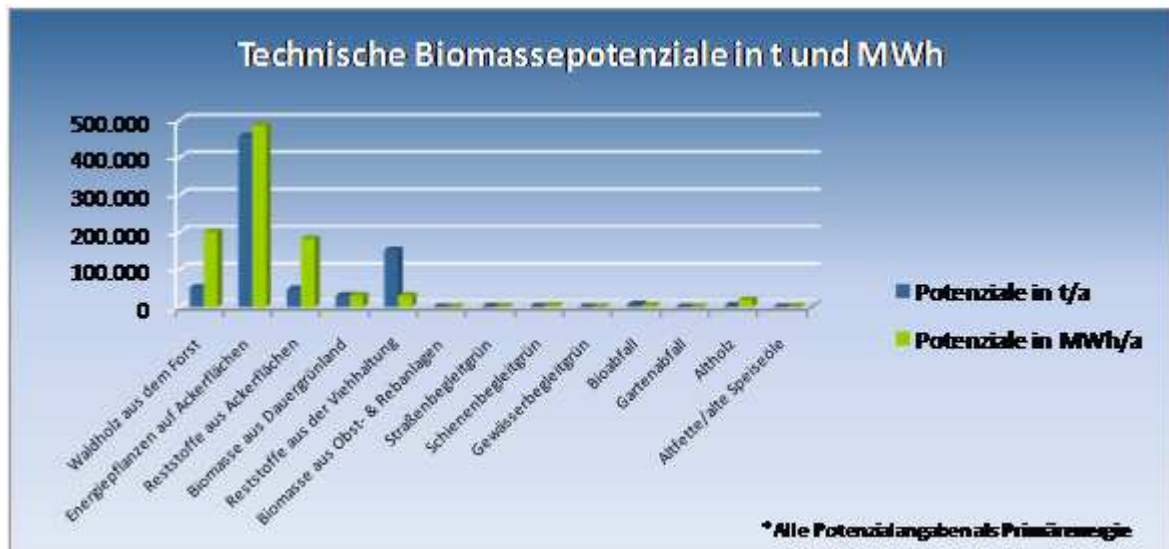
Biomassepotenziale aus Kommunen und Gewerbe	Stoffgruppe	Potenzial		Spezifischer Heizwert	Gesamt- Heizwert
		[kg/EW·a]	[t/a]	[MWh/t]	[MWh/a]
Bioabfall	Biogassubstrate	107	7.243	0,60	4.346
Gartenabfall (holzartig)	Festbrennstoffe	2*	30	3,28	98
Gartenabfall (grasartig)	Biogassubstrate		59	0,53	32
Altholz	Festbrennstoffe	65	4.389	4,15	18.206
Altfette/alte Speiseöle	Biogassubstrate	1,3	88	5,62	493
Straßenbegleitgrün	Festbrennstoffe	-	401	3,01	1.209
Schienenbegleitgrün	Festbrennstoffe	-	1.354	3,01	4.078
Gewässerbegleitgrün	Festbrennstoffe	-	0	3,01	0
Σ (gerundet)			14.000		30.000

* Annahme: 40%grasartig/vergärb; 20%holzartig/brennstofftauglich; 40%Kompostmaterial und Bereitstellungsverluste

5.1.4 Gesamtüberblick Biomassepotenziale

Bei der Betrachtung der **technischen Potenziale** (s. Abbildung 5-4: Technische Biomassepotenziale) sind vor allem die sich ergebenden Heizwerte in „MWh/a“ für Energiepflanzen auf Ackerflächen, Waldholz aus dem Forst und Reststoffe aus Ackerflächen auffällig hoch. Für den Forst sollte jedoch bedacht werden, dass sich der Großteil des genutzten Waldholzes ($\approx 100\%$) in der stofflichen Nutzung befindet. Ausbaufähige Potenziale können daher nur aus Zuwachssteigerung (In Mecklenburg-Vorpommern gemittelt laut BWI² bis 2042 nicht vorhanden) oder eben aus der stofflichen Nutzung entnommen werden. Um eine sinnvolle Akquise eines größeren Brennholzanteiles zu ermöglichen, sollten außerdem zuerst Einsparungen durch die effizientere Nutzung der Ressource Holz stattfinden. Tendenziell weisen diesbezüglich vor allem Kamin- und Grundöfen einfacher Bauart einen schlechten Wirkungsgrad auf.

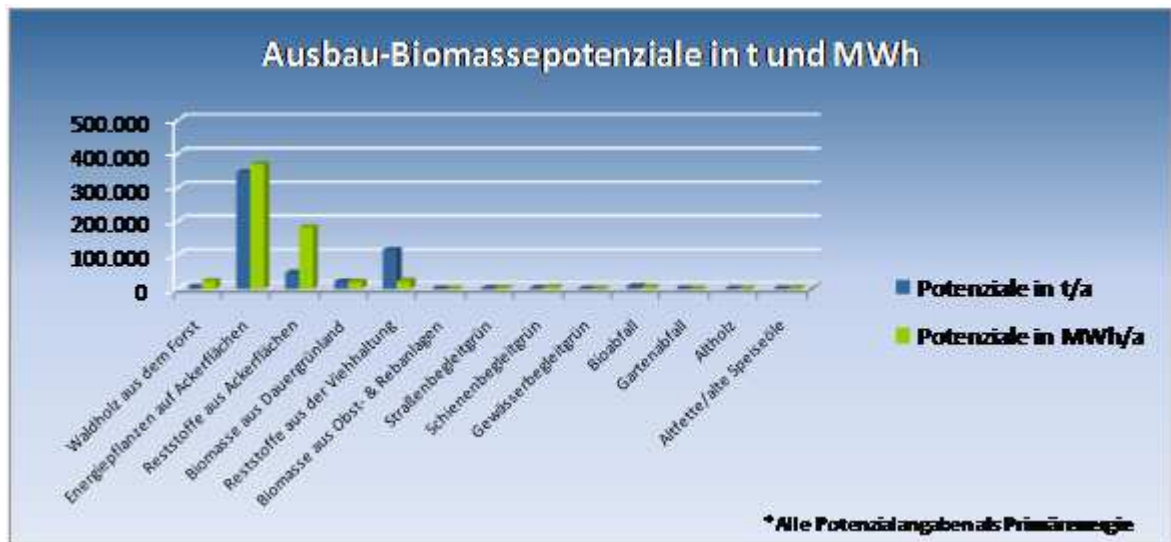
⁸⁰ Eigene Darstellung nach KTBL, Online Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas, letzter Zugriff in 2012-03-19.

Abbildung 5-4: Technische Biomassepotenziale⁸¹

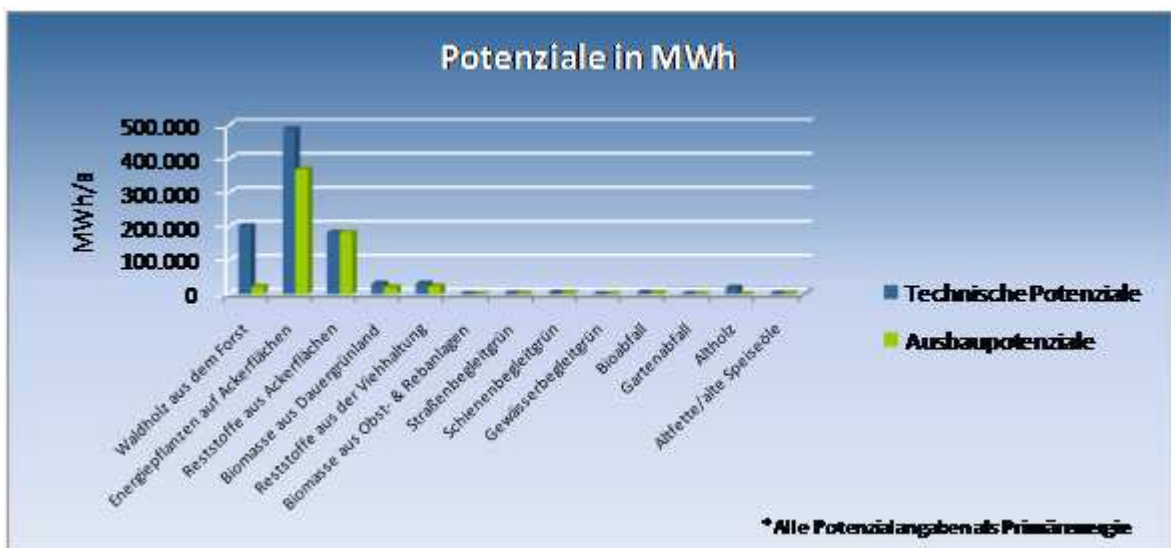
Die Potenziale bei Rohstoffen aus Ackerflächen sind dagegen etwas weniger sensibel, da hier keine Abschlüsse, sondern lediglich die Umnutzung von Agrarrohstoffen und ggf. Ackerflächen betrachtet werden muss, welche mittelfristig (In einem Zeitraum von z. B. ein bis fünf Jahren) in Abhängigkeit von evtl. vorliegenden Lieferverträgen und Preisschwankungen für Marktfrüchte durchaus realisierbar sein kann.

Für das **Ausbaupotenzial** sind vor allem die erzielbaren Energiepotenziale aus Ackerflächen relevant. Die beiden Biomassearten Energiepflanzen und Reststoffe aus Ackerflächen stehen zusammen für fast 90% des energetischen Biomassegesamtpotenzials. In der vorliegenden Analyse lag der Fokus vor allem auf land- und forstwirtschaftlichen Biomassen, welche recht detailliert analysiert und beschrieben wurden. Für den Fall, dass eine tiefergehende Betrachtung auch für „Bioabfälle und Grüngut bzw. Gartenabfälle“ und/oder „organische Siedlungsabfälle“ gewünscht wird, kann diese separat zu dieser Studie erstellt werden.

⁸¹ Eigene Darstellung.


Abbildung 5-5: Ausbau-Biomassepotenziale⁸²

Um abschließend eine bessere Übersicht bezüglich des technischen und ausbaufähigen Potenzials zu gewährleisten, sind in der letzten Abbildung beide Potenzialebenen noch einmal vergleichend nebeneinander dargestellt.


Abbildung 5-6: Technische Potenziale und Ausbaupotenziale im Vergleich⁸³

Unter Annahme, dass die zur Verfügung stehenden Potenziale an Biogassubstraten vollständig ausgenutzt werden, kann eine zusätzliche Biogasanlagenleistung von ca. 20 MW_{el} bei 8.200 Volllaststunden betrieben werden. Dies entspricht einer Nettostromproduktion (Endenergie) von rund 140 GWh/a.⁸⁴ Darüber hinaus könnten durch entsprechende Abwärmenutzungskonzepte Wärmemengen (Endenergie) von bis zu 120 GWh/a aus den Biogasanlagen ausgekoppelt werden,⁸⁵ welche sich zur

⁸² Eigene Darstellung.

⁸³ Eigene Darstellung.

⁸⁴ η_{el} . 42%; 8.200 Bh; Bei Berücksichtigung eines Stromeigenbedarfs und Stromverlusten bis zum Endkunden i. H. v. 15%.

⁸⁵ η_{th} . 40%; 8.200 Bh; Bei Berücksichtigung eines Wärmeeigenbedarfs für Fermenter i. H. v. 25%.

Wärmeversorgung im industriellen Bereich anbieten würden. I. d. R. kann hier jedoch nur etwa die Hälfte der Nettowärmeproduktion bedarfsgerecht abgeführt werden. Im Bereich der Biomassefestbrennstoffe können Wärmemengen von bis zu rund 160 GWh/a (Endenergie) erschlossen werden.⁸⁶ Diese werden mit 67% überwiegend durch Strohfeuerungsanlagen abgedeckt. Die Bereitstellung aus Holzfeuerungen wie z. B. Hackschnitzelheizanlagen und ggf. Scheitholzkessel erfolgt über einen Waldholz- und Agrarholzanteile i. H. v. rund 10% und 8%. Zusätzlich trägt der Miscanthus zu ca. 13% zur Biomassefeuerung bei. Dieser kann sowohl in separaten Biomassekesseln für Miscanthus als auch in hierfür geeigneten Holzfeuerungen als Zusatzbrennstoff verwertet werden. Die übrigen 2% entfallen auf Grünschnitte, welche aufgrund ihrer Qualität bzgl. Wassergehalt und Homogenität im Allgemeinen nur zur Verbrennung in dafür geeigneten Biomassekesseln oder als Zusatzbrennstoff für größere Holzfeuerungen geeignet sind.

⁸⁶ η_{th} . 92%; Bei Berücksichtigung von Wärmeleitungsverlusten bis Hausübergabe von 15%.

5.2 Solarpotenziale

Mit Hilfe der Sonne lässt sich zum einen Strom durch Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) und zum anderen Wärme durch solarthermische Anlagen (ST-Anlagen) erzeugen. Auch auf der Insel Rügen bietet die Sonne ein in vielerlei Hinsicht interessantes Potenzial, welches aufgrund der großen Anzahl an Sonnentagen deutschlandweit eine Spitzenposition einnimmt. Mit Hilfe der vorliegenden Solaranalyse sollen Aussagen getroffen werden, wie viel Strom und Wärme auf der Insel photovoltaisch bzw. solarthermisch erzeugt werden können und welcher Anteil des Gesamtstrom- bzw. -wärmeverbrauchs damit gedeckt werden könnte.

5.2.1 Photovoltaik auf Freiflächen

In die Betrachtungen für die Potenziale von Freiflächen fließen sowohl technische Aspekte als auch rechtliche Rahmenbedingungen mit ein. Ausgangspunkt für die Ermittlung der Freiflächen bildet das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), in dem die Voraussetzungen für vergütungsfähige Photovoltaikfreiflächen festgelegt sind. Die aktuellen Entwicklungen seitens der Bundesregierung sehen eine weitere Kürzung der Einspeisevergütung, sowie eine Neuordnung der Anlageklassen vor. In diesem Rahmen wird die Vergütung für Dachanlagen zum 1. April 2012 gekürzt und die der Freiflächen zum 1. Juli 2012. Bisher steht eine endgültige Entscheidung aus, jedoch wird die Entwicklung der Photovoltaik dahingehend eingeschätzt, dass zunehmend die Eigenstromnutzung im Vordergrund stehen wird. Des Weiteren werden die Genehmigungspflichten der verschiedenen Flächentypen, die Bauleitplanung, die naturschutzrechtlichen Vorgaben und die momentanen Nutzungsverhältnisse nachgeprüft und in die Untersuchungen mit einbezogen. Flächen, die die Restriktionen nicht erfüllen, werden nicht weiter beachtet.

5.2.1.1 Schienenwege

Nach dem EEG besteht ein vergütungsfähiges Potenzial für Photovoltaik-Freiflächen-Anlagen (PV-FFA) entlang von Autobahnen und Schienenwegen. Da auf Rügen keine Autobahnen existieren, werden im Folgenden nur die Potenziale an den Schienenwegen berücksichtigt. An dieser Stelle sind die Abstandsrestriktionen bei der Vermessung der Flächen einzuhalten. Bei Schienenwegen wird eine Fläche mit bis zu 110 Meter Abstand vom Gleisbett vergütet, wobei der Sicherheitsabstand von 20 Metern nicht mit eingerechnet werden darf und somit höchstens 90 Meter verbleiben. Weitere zu beachtende Restriktionen (z.B. für Wälder, Flüsse, etc.) sind im Anhang einzeln mit den jeweiligen

Abstandsbedingungen aufgelistet. Das Ergebnis der Untersuchungen bildet eine Übersicht von potenziellen Freiflächen, auf denen der Betrieb von PV-FFA technisch geeignet ist.

Bei den errechneten Potenzialen ist zu beachten, dass sowohl die Rügensch BäderBahn als auch Acker- und Grünflächen, welche sich teilweise im Besitz von Privatpersonen befinden, enthalten sind. Die Rügensch BäderBahn (auch „Rasender Roland“) ist eine wichtige Komponente im Tourismus auf Rügen, daher ist die Errichtung von PV-FFA in ihrem Einzugsgebiet, aufgrund des veränderten Landschaftsbildes, kritisch zu betrachten. Des Weiteren ist zu beachten, dass die Acker- und Grünflächen landwirtschaftlich genutzt werden könnten. Aus diesem Grunde ist der Kontakt zu den betroffenen Landwirten aufzunehmen und die Errichtung von PV-FFA mit ihnen zu diskutieren. Der Umbau der B 96 wurde größtenteils beachtet, allerdings sind aufgrund der unzureichenden Daten Abweichungen möglich. Grundlage der Untersuchungen bildeten die bereitgestellten Daten des Regionalen Planungsverbandes Vorpommern.⁸⁷ Nach dem regionalen Raumentwicklungsprogramm Vorpommern sollen Solaranlagen vorrangig auf versiegelten Standorten wie Konversionsflächen aus wirtschaftlicher oder militärischer Nutzung und auf Gebäuden errichtet werden.⁸⁸ Zum Zeitpunkt dieses Beschlusses waren Flächen entlang von Autobahnen und Schienenwegen noch nicht vergütungsfähig. Daher sollten in Gesprächen mit dem Planungsverband der Sachverhalt, welche Flächen vorrangig zu nutzen sind, diskutiert werden.

Die technische Realisierungsmöglichkeit der potenziellen Flächen wird in Tabelle 5-14 zusammengefasst:

Tabelle 5-14: PV-FFA entlang Schienenwege

Gesamt	Standorttyp	Flächengröße	Installierbare Leistung ¹	Stromerträge ²
108	Schiene	5.500.000 m ²	222 MWp	199.000 MWh

1: 25 m²/kW_p

2: 900 kWh/kW_p

Bei einer Ausnutzung aller ermittelten Potenziale für PV-FFA auf der Insel Rügen kann mit einer installierten Leistung von etwa 222 MWp ca. 199 GWh Strom pro Jahr produziert werden.⁸⁹

In Abbildung 5-7 werden die ermittelten Potenziale für PV-FFA der Insel Rügen in einer Übersichtskarte aufgezeigt.

⁸⁷ Vgl. <http://www.rpv-vorpommern.de/regionalplanung/rrep-vp-2010/gis-daten.html>

⁸⁸ Vgl. Regionales Raumentwicklungsprogramm Vorpommern, 2010

⁸⁹ Bei der Vermessung der Flächen wurde die Topografie des Geländes nicht berücksichtigt. Die Höhendarstellung des Geländes kann zu weiteren Abschlägen der ermittelten Flächen führen.

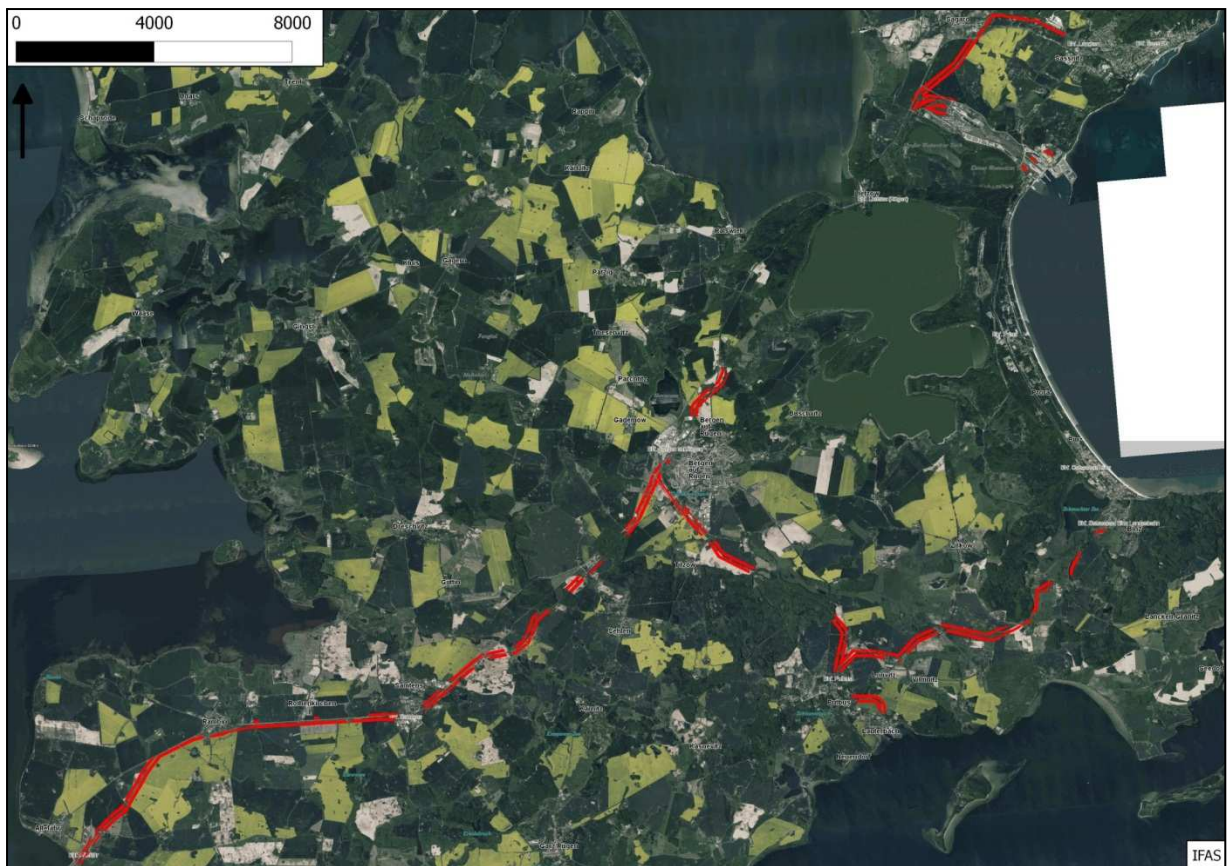


Abbildung 5-7: Übersichtskarte PV-FFA Potenziale Schienenwege auf der Insel Rügen

5.2.1.2 Konversionsflächen

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über Konversionsflächen der Insel Rügen und die jeweiligen Standorte.

Tabelle 5-15: Übersicht der Konversionsflächen und -standorte

Fläche	Beschreibung
1	Halbinsel Bug, Gemeinde Dranske
2	Flächen nordwestlich des OT Lancken, Gemeinde Dranske
3	Flächen auf dem Gelände des Kap, Gemeinde Putgarten
4	Schlösschen Ranzow, Gemeinde Lohme
5	Flächen am Königsstuhl, Stadt Sassnitz
6	Hafenbereiche in der Stadt Sassnitz
7	Liegenschaft Prora sowie gegenüber der L29 liegende Waldbereiche, Gemeinde Binz
8	Moritzhafen, Gemeinde Neuenkirchen
9	Klein Zicker, Gemeinde Thiessow
10	Ehemalige Deponie Sassnitz
11	Ehemalige Deponie Garz
12	Ehemalige Deponie Sabitz

Entsprechend der Nummerierung der Standorte wird nachfolgend das Potenzial zur Nutzung von PV-Freiflächen-Anlagen auf den Flächen kurz beschrieben.

Fläche 1:

Auf der Halbinsel Bug (Abbildung 5-8) waren in der Zeit vor der Wende Marineeinheiten und Fallschirmjäger stationiert. 2001 wurde dort ein Bebauungsplan für ein Freizeitresort mit Beherbergungseinrichtungen und Sportanlagen genehmigt. Jedoch wurden bisher keine Maßnahmen zur Umsetzung getroffen. Zurzeit organisiert die Tourismus GmbH Dranske Führungen über das Gelände. Da das Projekt Freizeitresort nicht weiter verfolgt wird, sowie keine Restriktionsflächen⁹⁰ vorherrschen, besteht die Möglichkeit eine PV-FFA zu errichten.

⁹⁰ Vgl. Anhang B



Abbildung 5-8: Halbinsel Bug, Gemeinde Dranske

Fläche 2:

Auf dem Gelände der Bunkeranlagen stehen heute Ferien- und Wochenendhäuser. Zusätzlich ist ein Golfplatz mit dazugehörigem Hotel in Planung und auch in den alten Bunkergebäuden sollen Ferienhäuser und Freizeitanlagen eingerichtet werden. Durch die Erschließung ist hier die Errichtung von PV-FFA ungünstig, generell aber geeignet. Aufgrund des touristischen Hintergrundes wird die Fläche jedoch nicht weiter betrachtet.

Fläche 3:

Das Gelände (Abbildung 5-9, Naturschutzgebiet als grüne Fläche markiert) befindet sich im Besitz der Kommune und die Bunkeranlagen werden teilweise touristisch genutzt. Generell ist das Gebiet geeignet um PV-FFA zu errichten, allerdings liegen Teile der Flächen in einem Naturschutzgebiet, wodurch sich die weiteren Betrachtungen nur auf die Flächen beziehen, die keiner Restriktion unterliegen (rot umrandet).



Abbildung 5-9: Flächen auf dem Gelände des Kap Arkona, Gemeinde Putgarten

Fläche 4:

Im Schlösschen Ranzow war vor der Wende russisches Militär stationiert. Heute wird das Grundstück als Golfpark und Hotel genutzt. Auch hier wird aufgrund des Konfliktes Tourismus/ Photovoltaik auf eine weitere Betrachtung der Flächen verzichtet. Es sei jedoch angemerkt, dass auch hier trotz der bisherigen Nutzung ein vergütungsfähiges Potenzial besteht.

Fläche 5:

Da sich die Flächen rund um das Nationalparkzentrum Königsstuhl in einem Nationalpark befinden, können hier keine PV-FFA errichtet werden.

Fläche 6:

Im Hafenbereich Sassnitz (Abbildung 5-10) bestehen Möglichkeiten zur Nutzung von Photovoltaik auf den Dachflächen. Hierbei handelt es sich um ein privates Unternehmen im Bereich der Fischverarbeitung. Den Potenzialabschätzungen liegen keine Aussagen zu der statischen Belastbarkeit zugrunde, weswegen in einer Detailplanung die Statik überprüft werden muss. Des Weiteren könnten nur rund ein Drittel der Dachflächen, aufgrund von Aufbauten und des Aufstellen der Module (gegenseitige Verschattung), genutzt werden. Die Möglichkeiten zur Nutzung der Dachflächen zur Stromproduktion aus Photovoltaik können durch den Klimaschutzmanager in Gesprächen mit der Unternehmensführung erörtert werden.



Abbildung 5-10: Hafenbereich, Stadt Sassnitz

Flächen 7:

In der Gemeinde Binz besteht vor allem für PV-Anlagen auf Dächern des Prora-Komplexes ein großes Potenzial. Zurzeit ist geplant diese ehemaligen NVA Gebäude touristisch zu nutzen und eine Unterkunft mit 3.000 Betten einzurichten. Weitere Potenziale auf Dachflächen bestehen im Gewerbegebiet von. Da die Photovoltaikmodule aufgrund von Flachdächern überwiegend aufgeständert werden müssen, verringert sich die potenzielle Dachfläche.



Abbildung 5-11: Liegenschaften Prora, Gemeinde Binz

Fläche 8:

Auf dem Gelände Moritzhagen ist bereits der Bau von PV- FFA rund um die alten Bunkergebäude geplant. Die Grünflächen zwischen den Modultischen sollen als Weide- und Wiesenflächen extensiv genutzt werden, um das Zuwachsen der Module zu verhindern. Die Bunkieranlagen sollen weiterhin erhalten bleiben und für Fledermäuse als Lebensraum dienen.⁹¹

Fläche 9:

Das Gebiet „Klein Zicker“, welches vor der Wende vom russischen Militär genutzt wurde, ist mittlerweile ein renaturiertes Naturschutzgebiet, das vom Biosphärenreservat betreut wird. Demnach ist hier ein Bau von PV-FFA nicht möglich.

Fläche 10:

Nach der Schließung der Deponie Sassnitz am 31.12.1997 wurde das restliche Gas mit Hilfe von Deponiegaskollektoren und einer Deponiegasfackel beseitigt. Die Oberflächenabdeckung besteht aus Kunststoffbahnen, einer zweilagigen mineralischen Oberflächenabdichtung und einer Wasserhaushaltsschicht. Zusätzlich war geplant den Hügel mit Nadelbäumen, Gras, Busch- und Strauchvegetation zu bepflanzen um eine höhere Oberflächenabdichtung zu gewährleisten. Hier ist es wichtig den Fortschritt der Bepflanzungsmaßnahmen festzustellen, um das Potenzial von PV-FFA auf der Freifläche zu bestimmen.



Abbildung 5-12: Ehemalige Deponie Sassnitz

⁹¹ vB-Plan Nr. 5 „Solaranlage- ehemalige Raketenstation“, Offenlage Fassung vom 19.01.2011, Stand 08.06.2011

Fläche 11:

Die Hausmülldeponie Garz ist seit dem 31.12.1995 nicht mehr in Betrieb. 1998 wurde die Deponie mit einer zweilagigen mineralischen Abdichtungsschicht abgedeckt. Zusätzlich sollte im Rahmen der Oberflächenabdichtung eine 2,5 Meter starke Wasserhaushaltsschicht hinzukommen, die als weitere Dichtungskomponente dient. Eine Aufforstung des Geländes mit Nadelbäumen, welche für die Jahre 2007/2008 geplant war, sollte für eine erhöhte Wasserbindung in der Wasserhaushaltsschicht sorgen. Für die Errichtung von PV-FFA, auf der gut geeigneten Fläche, ist es wichtig, in wie weit die Aufforstung schon fortgeschritten ist.



Abbildung 5-13: Ehemalige Deponie Garz

Fläche 12:

Die ehemalige Deponie Sabitz wurde im Mai 1995 stillgelegt und mit einer Oberflächenabdichtung aus einer 0,5 Meter dicken mineralischen Dichtschicht und einer 2,5 Meter starken Wasserhaushaltsschicht abgedeckt. Diese Fläche, die aussieht wie ein kleiner Hügel, eignet sich gut für den Bau einer PV-FFA, sofern es der Forstbestand zulässt.



Abbildung 5-14: Ehemalige Deponie Sabitz

Tabelle 5-16: Photovoltaikpotenziale von Konversionsflächen

Fläche	Flächengröße	Installierbare Leistung	Stromerträge ⁴
1 ¹	40.035 m ²	1.600 kW _p	1.440 MWh
2			
3 ¹	30.725 m ²	1.230 kW _p	1.105 MWh
4			
5			
6 ^{2,3}	15.000 m ²	715 kW _p	645 MWh
7.1 ^{2,3}	30.560 m ²	1.175 kW _p	1.060 MWh
7.2 ³		840 kW _p	755 MWh
8		2.000 kW _p ⁹²	1.800 MWh
9			
10 ¹	75.000 m ²	3.000 kW _p	2.700 MWh
11 ¹	28.500 m ²	1.140 kW _p	1.025 MWh
12 ¹	59.000 m ²	2.360 kW _p	2.125 MWh
Gesamt	278.320 m²	14.060 kW_p	12.655 MWh

 1: PV-Freiflächen: 25 m²/kW_p

2: Dachflächen (aufgeständert): 1/3 der Fläche nutzbar

 3: Dachflächen: 7 m²/kW_p

 4: 900 kWh/kW_p
⁹² Laut: vB-Plan Nr. 5 „Solaranlage- ehemalige Raketenstation“, Offenlage Fassung vom 19.01.2011, Stand 08.06.2011

5.2.1.3 Zusammenfassung der Photovoltaikpotenziale auf Freiflächen

Mit dem Ausbau von PV-FFA entlang der Schienenwege, kann eine Leistung von ca. 222 MW_p erreicht und damit jährlich etwa 199 GWh Strom erzeugt werden. Die dargestellten Potenziale im Bereich Konversionsflächen, die sich in PV-FFA und Dachanlagen gliedern, ergeben ca. 14 MW_p Leistung aus der etwa 12,5 GWh Strom produziert werden könnten.

Die produzierte Strommenge aus PV-FFA beläuft sich auf ca. 37% des Gesamtstrombedarfs (2010)⁹³ im Landkreis Rügen. Den Beitrag der Solarpotenziale in Form von PV-FFA zur Treibhausgasminde rung in der Region liegt im Betrachtungsjahr 2020 bei ca. 820 t/CO₂-Äquivalente. Die kumulierte regionale Wertschöpfung bis zum Jahr 2050 beträgt durch den Ausbau der PV-FFA Potenziale bis zu 62 Mio. €.

Der Umbau der Energieversorgung in Deutschland nach dem EEG macht die Errichtung von PV-FFA für den Landkreis Vorpommern-Rügen, seine Kommunen und Investoren interessant. Als Entscheidungshilfe hierfür wurden die Potenziale ermittelt und die Ausbaumöglichkeiten für Photovoltaik-Freiflächen-Anlagen aufgezeigt. Hierbei sollte eine kritische Auseinandersetzung erfolgen in wie weit eine Nutzung von Solaranlagen möglich ist ohne das Landschaftsbild der Touristeninsel Rügen nachhaltig zu gefährden. Auf der anderen Seite führt die Nutzung zu einer erhöhten Selbstversorgung mit Energie und vermindert den CO₂ Ausstoß nachhaltig.

5.2.2 Photovoltaik auf Dachflächen

Im Rahmen der vorliegenden Potenzialanalyse konnten die solaren Dachflächenpotenziale der Insel Rügen statistisch ermittelt werden. Hierzu wurde in einem ersten Schritt die Anzahl der Wohngebäude über das statistische Landesamt Mecklenburg-Vorpommern ermittelt. Demnach befinden sich derzeit 17.746 Wohngebäude auf der Insel Rügen.

Durch eine Stichprobenartige Auswertung von Luftbildaufnahmen verschiedener Orte sollten die Dachflächen kategorisiert (Schrägdach / Flachdach) und hinsichtlich ihrer Ausrichtung bestimmt werden. Auf Basis dieser Kategorisierung sollte eine Hochrechnung auf den Gebäudebestand der ganzen Insel durchgeführt werden. Dabei wurde festgestellt, dass eine ortsübergreifende Tendenz gerade hinsichtlich der Ausrichtung der Gebäude nicht erkennbar ist. Daher wurde eine Gleichverteilung der Dachflächen in alle Himmelsrichtungen angenommen. Auf dieser Datengrundlage konnten Ausrichtungstrend und Dachkategorie abgebildet werden.

⁹³ Stromverbrauch 2010: 41.638 MWh/a.

Zur Potenzialermittlung wurden die zwei gängigen Technologien der Photovoltaik, Dünnschicht und Dickschicht betrachtet. Zusätzlich wurden Empfehlungen für die Nutzung beider Solarenergiearten (PV & ST) erarbeitet. Die Ergebnisse zur Betrachtung des ST-Potenzials sind Kapitel 5.2.3 zu entnehmen. Die gleichzeitige Betrachtung von PV und ST begründet sich darin, dass die Solarenergie bei solarthermischen Anlagen sehr effizient umgewandelt werden kann, Wärme generell schwerer zu erschließen ist als Strom und der fossile Wärmebedarf primär zu senken ist. Weiterhin bestimmt sich die Größe Solarthermischer Anlagen aus den vorhandenen Wärmebedarfen, sodass im Regelfall zusätzliche Dachfläche für die photovoltaische Nutzung zur Verfügung steht, welche aufgrund der Möglichkeit der Netzeinspeisung (Speicherung) des Stromes dann vollständig genutzt werden kann.

Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, wurden folgende Annahmen festgelegt:

- o Es wird davon ausgegangen, dass die durchschnittliche Dachfläche 104 m² beträgt, demnach ergibt sich für Schrägdächer eine Fläche von 52 m² als statistische Planungsgrundlage. In einem weiteren Schritt wurde auf die angenommenen Dachgröße ein Abschlag in Höhe von 10% mit einberechnet (Auslegung Module, evtl. Verschattung, evtl. Schornstein, evtl. Sattelitenantenne).
- o Flachdächer wurden mit einer durchschnittlichen Dachgröße von 100 m² angesetzt und ebenfalls um einen Abschlag in Höhe von 10% auf die Dachgröße angepasst.
- o Die ermittelte Gesamtdachfläche wurde im Belegungsszenario zu 73% mit PV und zu 27% mit ST ausgestattet. Solarthermieanlagen wurden vor diesem Hintergrund mit jeweils 14 m² ausgelegt.
- o Die Mindestgröße der Dachflächen zur gleichzeitigen Nutzung beider Solararten begründet sich dadurch, dass zusätzlich zu den genannten 14 m² Solarthermie eine Fläche von mindestens 30 m² (entspricht ca. 4 kWp) zur effizienten Nutzung der Photovoltaik zur Verfügung stehen sollte. Es wird davon ausgegangen, dass der Stromverbrauch eines Musterhaushaltes mit 3.500 kWh (BMU, 2009) durch diese 4 kWp gedeckt werden kann, wenn angenommen wird, dass 900 kWh Strom pro kWp und Jahr produziert werden können. Somit könnte der Stromverbrauch bilanziell vollständig durch den erzeugten PV-Strom gedeckt und das Ziel der Null-Emission hierbei erreicht werden.

Hinzu kommt die Differenzierung der verschiedenen Azimutbereiche. Hierzu werden in einem weiteren Schritt ausrichtungsbezogene Grenzen für den Einsatz der Modularten (Dickschicht/Dünnschicht) festgelegt. Dickschichtmodule arbeiten im Ausrichtungsbereich eins der nachfolgenden Tabelle effizient. Dünnschichtmodule arbeiten hingegen im Ausrichtungsbereich zwei (Ausrichtung der Dächer nach Ost und West) effizienter als

Dickschichtmodule. Je nach Ausrichtung der Dachfläche sollte eine photovoltaische Nutzung durch Dickschicht bzw. Dünnschicht nach folgenden Prämissen eingeplant werden:

Tabelle 5-17: Azimutbereich zur Auswahl der Modularten im Bereich PV

Bereich	Ausrichtung	Modulart
1	Süd, Süd-West, Süd-Ost, Flachdach	Dickschicht
2	West, Ost	Dünnschicht

Die durchschnittlich zu erwartenden Erträge wurden auf 920 kWh/kWp jährlich bei den Dickschichtmodulen und auf 1.050 kWh/kWp bei Dünnschichtmodulen festgelegt.

Tabelle 5-18 fasst das nach vorstehenden Prämissen ermittelte Photovoltaikpotenzial auf den Dachflächen der Insel Rügen zusammen.

Tabelle 5-18: Photovoltaikpotenzial auf Dachflächen der Insel Rügen

Photovoltaik-Potenzial auf Dachflächen		
Potenzial	Installierte Leistung (kWp)	Stromerträge (kWh/a)
Technisch	71.623	61.844.402
Anlagenbestand	13.506	12.409.023
Ausbaupotenzial	58.117	49.435.379

Würden alle ermittelten Dachflächen photovoltaisch genutzt, könnten unter Berücksichtigung aller zuvor dargestellten Abschläge und Einschränkungen, mit etwa 71 MWp installierter Leistung, jährlich ca. 62.000 MWh Strom produziert werden. Abzüglich der bereits installierten Leistung (Bestand) ergeben sich ein Ausbaupotenzial von etwa 58 MWp installierbarer Leistung sowie ein ausbaufähiger jährlicher Ertrag von ca. 49.000 MWh. Es wird angenommen, dass bis zum Jahr 2050 das Potenzial voll ausgeschöpft wird. Das entspricht einer Zubaurate von 1.529 kWp jährlich ab dem Jahr 2012.

5.2.3 Solarthermie auf Dachflächen

Neben dem vorstehend ermittelten Potenzial an Photovoltaik auf Dachflächen wurde parallel das solarthermische Potenzial auf den Dächern der Insel Rügen untersucht. Dabei lehnt sich die Analyse an die bereits erwähnten Prämissen und Belegungsszenarien aus Kapitel 5.2.2 an. Vor diesem Hintergrund konnte folgendes Potenzial an Solarthermie ermittelt werden.

Tabelle 5-19: Ausbaupotenzial im Bereich Solarthermie auf den Dachflächen der Insel Rügen

Solarthermie-Potenzial auf Dachflächen			
Potenzial	Kollektorfläche ¹ (m²)	Wärmeerträge ² (kWh/a)	Heizöläquivalente ⁴ (l)
Technisch	206.359	72.225.731	8.497.145
Anlagenbestand	2.594	908.026	106.827
Ausbaupotenzial	203.765	71.317.705	8.390.318

1) 14 m² Solarthermie pro Dachfläche bis 250 m²

4) Verdrängung Ölheizung mit Wirkungsgrad von 85%

2) Ertrag von 350 kWh/m² Solarthermie

5) Techn. Potenzial - Bestand = Ausbaupotenzial

3) Angaben der BAFA zu geförderten Anlagen

Ausbauszenarien für Solarthermie auf Dachflächen

Analog zum Bereich Photovoltaik zeigen die folgenden Szenarien einen potenziellen Ausbau zur Erzeugung von solarthermischer Wärme auf den Dachflächen der Insel Rügen auf eine 100%ige Nutzung im Jahr 2050. Das entspricht einem jährlichen Zubau von 5.362 m² Kollektorfläche.

5.3 Windkraftpotenziale

Die Bewegungsenergie (kinetische Energie) der Luftströmung ist eine indirekte Form der Sonnenenergie und gehört damit zu den erneuerbaren Energien. Sie wird heute nahezu ausschließlich über Windkraftanlagen genutzt. Dabei wird ein Rotor durch die Luftströmung in Drehung versetzt, der wiederum mittels Drehachse einen Stromgenerator antreibt. In Mecklenburg-Vorpommern (M-V) liefert die Windenergie seit Jahren den größten Beitrag zur Deckung der Stromnachfrage.

5.3.1 Grundlagen

5.3.1.1 Rechtliche Grundlagen

Die rechtlichen Grundlagen über die Errichtung und den Betrieb von Windenergieanlagen (WEA) werden vor allem durch

- das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG-Novelle 2012),
- das Baugesetzbuch (BauGB 2011) und
- das Raumordnungsgesetz (ROG 2009)

definiert.

Das **EEG** regelt die bevorzugte Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Quellen ins Stromnetz und garantiert deren Erzeugern feste Mindestverkaufspreise. In Abhängig von Größe und Art der Anlage (Altanlage vor 2000, Neuanlagen, Repowering) wird ein Vergütungssatz pro eingespeister Kilowattstunde (kWh) festgelegt.

Durch das **BauGB** wird die Zulässigkeit einer WEA gesetzlich geregelt. WEA sind für den Außenbereich privilegiert (§ 35 I Nr. 5 BauGB) und dann zulässig, wenn sie öffentlichen Belangen nicht entgegenstehen und eine Anbindung an das Versorgungsnetz gewährleistet ist. Gegen die öffentlichen Belange wirken insbesondere eine Beeinträchtigung der Umwelt und des Landschaftsbildes (vgl. § 35 III Nr. 3-5 BauGB) oder der Widerspruch zu räumlichen und sonstigen Plänen (vgl. § 35 III Nr. 1-2 BauGB), da Bauleitpläne den Zielen der Raumordnung anzupassen sind (vgl. § 1 IV BauGB).

Die Ziele der Raumordnung werden im **ROG** durch § 3 II ROG definiert: „[Ziele sind] verbindliche Vorgaben in Form von [...] Festlegungen in Raumordnungsplänen zur Entwicklung, Ordnung und Sicherung des Raums“. Dieser Zielcharakter wird u.a. durch die Ausweisung von Eignungs- und Vorranggebieten für die Windenergienutzung erfüllt. Eignungsgebiete sind Gebiete „in denen bestimmten raumbedeutsamen Maßnahmen oder Nutzungen, die städtebaulich nach § 35 des Baugesetzbuchs zu beurteilen sind, andere

raumbedeutsame Belange nicht entgegenstehen, wobei diese Maßnahmen oder Nutzungen an anderer Stelle im Planungsraum ausgeschlossen sind“ (§ 8 VII Nr. 3 ROG).

Ist in einer Gemeinde oder einem Zusammenschluss von Gemeinden ein Eignungsgebiet (EG) ausgewiesen, sind alle anderen Flächen des Außenbereichs dieser Gebietskörperschaften für die dort privilegierten Maßnahmen und Nutzungen, hier: die Errichtung von WEA, unzulässig. Ein Eignungsgebiet hat daher eine nach außen wirkende Ausschlusswirkung. Installierte Anlagen, die sich außerhalb dieser Gebiete befinden, genießen Bestandsschutz und dürfen betrieben, gewartet und instandgesetzt werden. Unzulässig ist jedoch das Repowering dieser Anlagen. Werden die Anlagen also nach Ablauf der Vergütungszeit unrentabel oder sind aus technischen und sonstigen Gründen nicht mehr betreibbar, muss ein Anlagenrückbau erfolgen.

5.3.1.2 Raumordnerische Grundlagen

Die raumordnerischen Grundlagen über die Errichtung von WEA für den ehemaligen Landkreis Rügen werden vor allem durch

- das Landesraumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern (LEP M-V, 2005) und
- das Regionale Raumentwicklungsprogramm Vorpommern (RREP VP, 2010)

festgelegt.

Landesraumentwicklungsprogramm M-V (LEP)

In den Regionalen Raumordnungsprogrammen (RREP) sind EG für Windenergieanlagen unter Berücksichtigung der landeseinheitlichen Kriterien (RL-RREP)

- ausreichendes Windpotenzial als Voraussetzung für die Geeignetheit,
- Einspeisemöglichkeiten,
- Abstände zu Siedlungen, Fremdenverkehrs- und Infrastruktureinrichtungen,
- Bewertung des Landschaftsbild-, Erholungs-, Arten- und Lebensraumpotenzials,
- Bedeutung für den Vogelzug und
- eventuelle Vorbelastungen

festzulegen, bestehende sind ggf. zu überprüfen (Ministerium für Arbeit, Bau und Landesentwicklung 2005).

Regionales Raumentwicklungsprogramm Vorpommern (RREP VP)

Die Errichtung von WEA, der Ersatz sowie die Erneuerung bestehender Anlagen sind ausschließlich innerhalb der ausgewiesenen EG für WEA (gemäß Kriterien aus der RL-RREP) zulässig. Innerhalb der Eignungsgebiete kann im Flächennutzungsplan eine flächenmäßige Ausformung stattfinden, wobei die teilweise Einschränkung zu begründen ist und das Ziel der Windenergienutzung erhalten bleiben muss.

In Ausnahmefällen dürfen WEA außerhalb von Eignungsgebieten errichtet werden, wenn dies zu Forschungs- und Entwicklungszwecken eines raumansässigen WEA-Herstellers erforderlich ist und die Nähe von Produktionsstandort und Teststandort zum einfacheren und schnelleren Monitoring der Anlagen erforderlich ist; ein Raumordnungsverfahren für den Teststandort ist durchzuführen (RPV VP 2010).

5.3.1.3 Politische Grundlagen

Die energiepolitische Ausrichtung des Landes M-V und des ehemaligen Landkreises Rügen bezüglich der Windenergie werden vor allem durch

- die Gesamtstrategie „Energiewende 2020“ für Mecklenburg-Vorpommern Energiewende 2020
- die Koalitionsvereinbarung zwischen SPD und CDU M-V für die 6. Wahlperiode 2011-2016

aufgezeigt.

Energiewende 2020

Die Landesregierung von M-V hat für die Energieversorgung bis 2020 acht energiepolitische Leitlinien im Strategiepapier "Energiewende 2020" formuliert. Die grundsätzlichen Vorstellungen der Landesregierung zur Windenergie werden in der Leitlinie 2: Erneuerbare Energien / Wachsende Rohstoffe formuliert:

- Der Ausbau der Erneuerbaren Energien ist ein politischer Schwerpunkt der Landesregierung. Angesichts der Ressourcenlage und der Erderwärmung wird angestrebt, in Mecklenburg-Vorpommern den Strom ab 2050 möglichst ohne den Einsatz von fossilen Energieträgern bzw. klimaneutral zu erzeugen.
- Durch Optimierung der Eignungsgebiete für Windenergieanlagen sowie durch Repowering wird Mecklenburg-Vorpommern seine landseitigen Windkraftpotenziale erheblich erweitern. Darüber hinaus sind bedeutende Zuwachsraten durch Offshore-Windparks zu erwarten (Ministerium für Arbeit, Bau und Landesentwicklung 2009).

Koalitionsvereinbarung zwischen SPD und CDU M-V

Im Rahmen der Koalitionsvereinbarung zwischen SPD und CDU M-V für die 6. Wahlperiode von 2011 bis 2016 werden folgende Aussagen für die Windenergie getroffen:

- Neben dem Ausbau der Windenergie kommt dem weiteren Ausbau der Nutzung der Sonnenenergie und der biogenen Energieträger eine wichtige Funktion zu.

Die 2010 und 2011 beschlossenen Regionalen Raumentwicklungsprogramme werden bis 2016 teillfortgeschrieben. Damit sollen die Grundlagen für eine stärkere Nutzung der Windenergie in M-V gelegt werden. Dazu sollen u.a. spezielle Repowering-Eignungsgebiete und Testeignungsgebiete auf der Grundlage eines neuen Kriterienkatalogs für die Festlegung von EG für WEA ausgewiesen werden. Eine den örtlichen Gegebenheiten entsprechende flexible Handhabung ist zu gewährleisten. Die geltenden Abstandregelungen zur Wohnbebauung bleiben unberührt (SPD/CDU 2011).

5.3.1.4 Derzeitige Nutzung

Seit Anfang der 1990er Jahre wird auf der Insel Rügen die Windenergie zur Bereitstellung von elektrischer Energie genutzt. Die ersten Anlagen stammen aus dem Jahre 1991 (bei Udars), die jüngsten sind von 2008 (Windpark Schwarbe II). Insgesamt war auf der Insel Rügen Ende 2010 eine gesamte Windkraftanlagenleistung von rund 24,5 MW in 61 Anlagen installiert (Abbildung 5-15). Im Durchschnitt hat eine Anlage rund 440 kW und ist rund 16 Jahre alt. Der gesamte Jahresenergieertrag dieses Anlagenbestandes liegt bei 55 GWh mit einer durchschnittlichen Volllaststundenanzahl von 2.000 h/a. Im derzeit einzigen Windeignungsgebiet auf Rügen, namentlich Götemitz, werden zwei WEA betrieben.

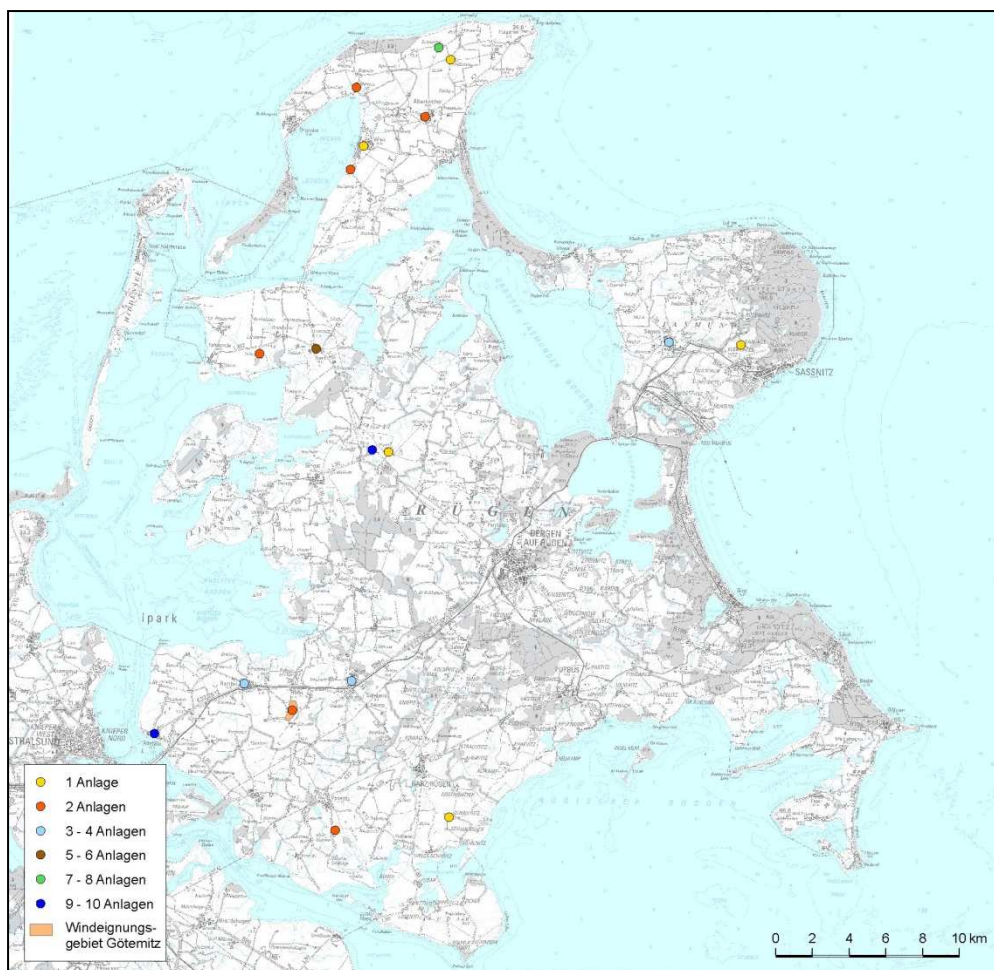


Abbildung 5-15: Überblick über die Standorte der Windenergieanlagen auf der Insel Rügen, Stand 2010

5.3.1 Potenziale Windkraft der Insel Rügen

5.3.1.1 Potenzialbegriff

Der mögliche Beitrag der Windenergie zur Deckung der Stromnachfrage für den ehemaligen Landkreis Rügen kann durch das technische Potenzial beschrieben werden. Das technische Potenzial ergibt sich in der Regel aus den für eine Windenergienutzung zur Verfügung stehenden Flächen, dem regional unterschiedlichen Windenergieangebot sowie den technischen Kenngrößen der marktgängigen WEA (DOBESCH, H., KURY, G. 1999).

Vor dem Hintergrund, dass derzeit die Errichtung von WEA, der Ersatz sowie die Erneuerung bestehender Anlagen ausschließlich innerhalb der ausgewiesenen EG für WEA (gemäß Kriterien aus der RL-RREP) zulässig sind, werden im Rahmen dieser Potenzialbetrachtung zwei Potenziale ausgewiesen. Neben einem "verfügbaren" Einzelpotenzial für das derzeit einzige EG "Göttemitz" auf Rügen, wird zusätzlich noch ein "theoretisch" nutzbares Potenzial ausgewiesen. Letzteres weist ein Potenzial aus, welches theoretisch zukünftig zur Verfügung stehen könnte, wenn es zum angestrebten Ausbau der Stromerzeugung durch WEA durch neue EG (beinhaltet auch Repowering-EG) kommen sollte.

5.3.1.1 Methodik

Bevor der Ermittlung nach zusätzlichen Flächenpotenzialen für die Windenergie nachgegangen wird, erfolgte eine Überprüfung, welche Auswirkungen die derzeit vorhandenen Ausschlussgebiete (Kriterien) der RL - RREP mit ihren entsprechenden Abstandspuffern bewirken (MINISTERIUM FÜR ARBEIT, BAU UND LANDESENTWICKLUNG 2006). Nicht alle Ausschlussgebiete fanden für die Inselfläche Anwendung. Einige Kriterien mussten sehr standortspezifisch abgewogen werden und konnten z.T. aufgrund des Bearbeitungsaufwandes nicht berücksichtigt werden. Im Ergebnis verursachen die derzeitigen Kriterien mit ihren Pufferzonen einen nahezu kompletten Ausschluss aller Flächen des ehemaligen Landkreises. Nach dem RREP VP wird für Rügen nur ein Windeignungsgebiet, namentlich Götemitz, mit 0,44 km², ausgewiesen.

Um den Ausbau der Windenergienutzung weiter voranzubringen, bieten sich zwei Strategien an (MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND TOURISMUS MECKLENBURG VORPOMMERN 2011):

- 1. Strategie: Ausweitung der EG und der Errichtung von Anlagen mit höherer Leistung
- 2. Strategie: Repowering, dem Ersatz von älteren Windenergieanlagen durch leistungsfähigere Neuanlagen.

Im Rahmen dieser Potenzialbetrachtung finden beide Strategien Berücksichtigung.

Bestimmung zusätzlicher Flächenpotenziale für die Windenergie

In der Potenzialermittlung für den Zubau von WEA werden in einem ersten Schritt Flächen bestimmt, die für die Windenergie entweder **nutzbar, bedingt nutzbar oder gar nicht nutzbar sind**. Die Festlegungen der hierfür notwendigen Rahmenbedingungen erfolgten auf der Grundlage diverser Studien. So wurde der Restriktionscharakter ausgewählter Kriterien herabgestuft, sodass diese nicht mehr den Ausschluss der Windenergienutzung bewirken, sondern sich theoretisch für die Nutzung als Anlagenstandorte eignen (Potenzialflächen). Die dadurch zusätzlich zur Verfügung stehenden Potenzialflächen werden darauf aufbauend auf Windhöffigkeit überprüft. Vor dem Hintergrund, dass an Standorten mit vergleichsweise geringen jahresmittleren Windgeschwindigkeiten eine Nutzung der Windenergie technisch nicht sinnvoll ist, werden zur Bestimmung des Angebotspotenzials nur Gebiete berücksichtigt, die einen Betrieb von WEA ermöglichen. Bei Volllaststunden von über 1.400 h/a entspricht dies einer jahresmittleren Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe von 5 m/s (KALTSCHMITT, M., STREICHER, W. 2009).

Anlagenplatzierung

Aufbauend auf den zusätzlich theoretischen Flächenpotenzialen werden entsprechend vorgegebenen Rahmenbedingungen WEA platziert. Zur deren Bestimmung wird ein ähnlicher Ansatz des Deutschen Windenergie-Instituts (DEWI GmbH) verwendet, beschrieben in der „Deutschen Städte und Gemeindebund Dokumentation '94" (DSTGB 2009). Nach diesem Ansatz wird in einer Windparkanordnung der WEA ein Mindestabstand vom Fünffachen des Rotordurchmessers der Anlagen in Hauptwindrichtung und das Dreifache in alle anderen Richtungen vorgesehen. In der vorliegenden Potenzialermittlung wird dieser Ansatz abgeändert, um die vereinfachte Annahme, dass der Mindestabstand in jeder Richtung um das Vierfache des Rotordurchmessers eingehalten werden muss.

Ertragsberechnung und Anlagenbestandentwicklung

Für die Insel Rügen soll mit einem Szenario die Anlagenbestandsentwicklung und der damit zukünftig mögliche Energieertrag prognostiziert werden. Das Ertragspotenzial für die ermittelte Fläche hängt von der technischen Umsetzung im gewählten Szenario ab. Um ein Potenzial zu ermitteln, wird zunächst ein Anlagentyp nach definierten Kriterien (u.a. Technologieverfügbarkeit, hohe Windausbaute, Anlagengröße) für das zu entwickelnde Szenario bestimmt.

Ziel ist es, mit den oben genannten Kriterien bei gegebenem Flächenpotenzial den maximalen Nutzen hinsichtlich der Windenergieausbeute zu erreichen, um ein **Maximal-Szenario** darzustellen. Da die Anlagenbestandsentwicklung über einen relativ langen Zeitraum bis zum Jahr 2050 bestimmt werden soll, ist eine Weiterentwicklung in diesem Zeitraum in technischer Sicht und Leistungsgröße zukünftiger Anlagen sehr wahrscheinlich. Es wird davon ausgegangen, dass die Leistungen zukünftiger WEA noch weiter steigen werden und somit auch die Erträge der WEA. In Folge dessen wird im betrachteten Szenario die momentan am Markt verfügbare größte Leistungsklasse von WEA verwendet. Die ausgewählte WEA im folgenden Szenario ist eine 7,5 MW Anlage von der Firma Enercon. Tabelle 5-20 zeigt eine Gegenüberstellung der aktuell auf Rügen stehenden Durchschnitts-WEA und der Szenario-WEA.

Tabelle 5-20: Durchschnittliche Werte der Anlagenklassen

WEA-Parameter	Einheit	Durchschnittliche WEA (Rügen)	WEA (Enercon)
Mittlere Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe	[m/s]	6,3	~ 9,3
Nabenhöhe der Anlagen	[m]	55	~ 140
Volllaststunden pro Jahr	[h/a]	~ 2.200	~ 3.200
Anlagenleistung	[MW]	~ 4	7,5
Anlagenrotordurchmesser	[m]	~ 40	127
Jährlicher Energieertrag der Anlage	[MWh/a]	~ 900	~ 21.600

Der in Tabelle 5-20 angegebene Energieertrag ergibt sich überschlägig unter Beachtung eines Windparkwirkungsgrades zu

$$\text{Energieertrag} = \text{Volllaststunden} \cdot \text{Anlagenleistung} \cdot \text{Windparkwirkungsgrad}$$

Der Windparkwirkungsgrad berücksichtigt Verluste der Energieerträge, die aus der gegenseitigen Beeinflussung von WEA in einem Windpark durch z.B. „Windschatten“ entstehen. Das gesamte Energieertragspotenzial ergibt sich dann aus der ermittelten Gesamtanlagenzahl n und der aufsummierten Anlagenleistung zu

$$\text{ges. Energieertragspotenzial} = \sum_{n=1}^n \text{Energieertrag} \quad .$$

Für die zukünftige **Anlagenbestandentwicklung** wird auf das Alter des Anlagenbestandes zurückgegriffen, um eine überschlägige Anlagenbestandszeit abzuschätzen. Es wird angenommen, dass die Altanlagen über die ausgelegte Abschreibungsdauer von 20 Jahren hinaus im Schnitt noch weitere 15 Jahre betrieben werden. Es wird angenommen, dass sechs Neuanlagen, wie Sie im Szenario beschrieben sind, alle 10 Jahre errichtet werden bis das maximal ermittelte Potenzial erreicht ist.

5.3.2 Ergebnisse

"Verfügbares" Einzelpotenzial

Für das derzeit einzige EG "Götemitz" mit einer Flächengröße von 0,44 km² lässt sich durch Repowering, dem Ersatz von älteren Windenergieanlagen durch leistungsfähigere Neuanlagen folgendes Potenzial erschließen. Die bereits bestehenden Anlagen können durch eine 7,5 MW WEA, wie in Tabelle 5-22 dargestellt, ersetzt werden.

Zusätzliches "theoretisch" nutzbares Potenzial

Wie schon angesprochen, dürfen in M-V gegenwärtig WEA nur innerhalb von EG errichtet werden. Nach den Ausschlusskriterien der RL-RREP schießt das neben Wohnsiedlungen und Infrastrukturtrassen etc. auch Schutzgebiete und Wälder aus. Die BWE-Studie, welche potenzielle Flächen für die Windenergienutzung im Bundesgebiet bestimmt hat (BWE 2011), schließt dagegen die Nutzung in Wäldern und "eingeschränkt" in bestimmten Schutzgebieten ein. In der BWE-Studie werden folgende Bereiche eingeteilt:

- **Flächen ohne Restriktionen:** wie landwirtschaftlich genutzte Flächen, Brachland
- **Flächen in Wäldern:** wie Laub-, Nadel- und Mischwälder

- **Flächen in Schutzgebieten:** wie Landschaftsschutzgebiete, Naturparks sowie Fauna- und Flora- Habitate (FFH), Biosphärenreservate
- **Ausschlussgebiete:** wie Wohnsiedlungen, Infrastrukturtrassen, Versorgungstrassen, Vogelschutzgebiete, Nationalparks, Naturschutzgebiete

Bei den Ausschlussgebieten werden weiterhin die derzeitigen Abstandsflächen berücksichtigt (Tabelle 5-21).

Tabelle 5-21: Verwendete Ausschlusskriterien mit entsprechenden Abstandspuffern (RL - RREP)

Ausschlussgebiete	Puffer [in m]
EU-Vogelschutzgebiete	bis 1.000
Küstengewässer (inkl. Bodden)	5.000
Binnengewässer	1.000
Fließgewässer (1. Ordnung)	400
Vogelzug (Zone A)	bis 1.000
Siedlungen	1.000
Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen	100
Verkehrswege (BAB, Fernstraßen, Bahnlinien)	100

Für die Ermittlung der theoretisch nutzbaren Flächen für die Windenergie wird die BWE-Studie als Grundlage genommen. Bei der hier vorgenommenen Einbeziehung von Wäldern und bestimmten Schutzgebieten als potenzielle Flächen für Windenergie ist es aber weiterhin unabdingbar, dass eine standortspezifische Prüfung bei der Errichtung von WEA notwendig ist.

Folgende Quellen zeigen das Potenzial von Wäldern und bestimmten Schutzgebieten als Windenergiestandort auf.

Waldgebiete

„Eine vielversprechende Änderung ist die explizite Förderung von Windenergieanlagen in Wäldern. [...] Jüngste Ergebnisse des Wald-Windparks „Kalteiche“ [3-mal 2,5 MW-Leistung] in Siegen-Wittgenstein in Nordrhein-Westfalen zeigen jedoch, dass Vorbehalte bezüglich der Einschränkung von Flora und Fauna unbegründet sind. Waldstandorte eröffnen damit ein gewaltiges Potenzial, ohne dass die Bevölkerung von Lärm oder Schattenwurf beeinträchtigt wird. Nun liegt es an den Gemeinden diese Flächen auch auszuweisen (WIND KRAFT 2011).“

Aufgrund des derzeitigen Standes der WEA-Technik sind in vielen Bundesländern bis heute Waldstandorte grundsätzlich von der Nutzung der Windenergie ausgeschlossen. Jedoch machen neue Turbinen, deren Nabenhöhen bis zu 140 Meter betragen, dies nun möglich. Turbulenzen direkt über den Baumwipfeln spielen dabei keine Rolle mehr, da sich die tiefsten Stellen der Rotoren noch immer etwa 50 Meter oberhalb der Baumwipfel und damit jenseits der Verwirbelungsbereiche bewegen." [...] Trotzdem sollen weiterhin wertvolle Wälder mit alter und artenreicher Flora und Fauna wie in Nationalparks oder Naturschutzgebieten sowie wichtige Erholungswälder nicht für eine Nutzung für die Windenergie in Frage kommen (UMWELT 2011).

FFH-Gebiete

In Rostock ist die Windenergienutzung in FFH-Gebieten bereits in der Planung. „Das [ist] ein ‚Präzedenzfall‘ – das erste Eignungsgebiet in Deutschland, das in einem Flora-Fauna-Habitat-Gebiet (FFH) entstehen darf“, zitiert die Ostsee Zeitung Gerd Schädle, den Chef des Regionalen Planungsverbandes in einem Artikel vom 21.09.2011 (Schädle, G. 2011). Artikel 6.3 der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (Richtlinie 92/43/EWG) stellt klar, dass die Ausweisung eines Natura-2000-Gebietes nicht die Verwirklichung anderer Vorhaben ausschließt, sondern für diese eine „angemessene Bewertung“ der Einflüsse verlangt. Der Gerichtshof der Europäischen Union (EU) bestätigt in der Entscheidung „Azienda Agro-Zootecnica Franchini Sarl gegen Eolica di Altamura Srl“ vom 21.07.2011, dass der Artikel 6.3 (Art. 6.3 Richtlinie 92/43/EWG) keinen Ausschluss aller (menschlichen) Aktivitäten („does not prohibit all activity within the areas“) bedeutet (EuGH 2011).

Biosphärenreservate

Auf der Insel Rügen gibt es das Biosphärenreservat Südost-Rügen. Der Paragraph §§ 6 Abs. Nr. 1 der „Verordnung über die Festsetzung von Naturschutzgebieten und einem Landschaftsschutzgebiet von zentraler Bedeutung mit der Gesamtbezeichnung Biosphärenreservat Südost-Rügen“ verbietet den Bau von Anlagen und wirtschaftlich betriebene Gebäude (NatSGORügenV). Jedoch kann eine Abweichung von dieser Vorschrift beantragt werden, wenn sie mit dem Schutzzweck nach § 3 vereinbar ist (§ 8 I a ebenda). Ein genannter Schutzzweck ist insbesondere auch „die Erforschung der Wechselwirkungen zwischen Mensch und Landschaft mit dem Ziel der Erarbeitung von Konzepten nachhaltiger Nutzung der Biosphäre“ (§ 3 IV ebenda), welche die Installierung von Anlagen zum Forschungszwecke gestatten würde.

Insgesamt entspricht die theoretisch nutzbare Fläche für Windenergieanlagen im ehemaligen Landkreis Rügen durch Einbeziehung von restriktionsfreien Flächen, Waldflächen und vorab definierten Schutzgebieten maximal 5,20 km² (0,53 % der Landkreisfläche). Hierbei bleiben weiterhin die Ausschlussgebiete wie Wohnsiedlungen, Infrastrukturtrassen,

Versorgungsstrassen, Vogelschutzgebiete etc. mit den derzeitigen Pufferzonen unberührt. Entsprechend den getroffenen Annahmen werden in Abbildung 5-16 die Potenzialflächen für Windenergie dargestellt.

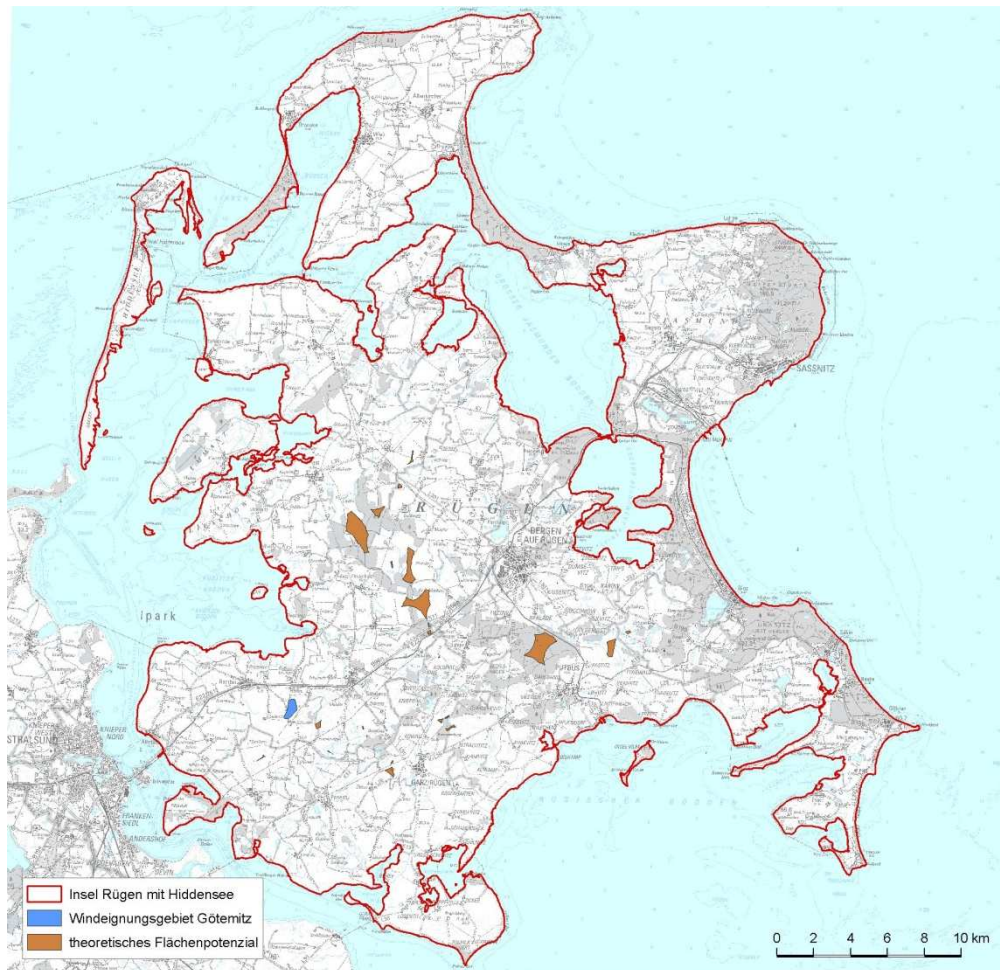


Abbildung 5-16: Darstellung der theoretisch nutzbaren Flächen für die Windenergie einschließlich Windeignungsgebiet Götemitz

Folgende Gründe führen zu einer Reduzierung des Windenergiepotenzials:

- Die Ausweitung von Standorten der Windenergie in Wäldern und bestimmten Schutzgebieten wird auf der Ebene der Raumordnung nicht zugelassen.
- Zusätzlich zu den hier vorgenommenen Ausschlusskriterien sind Hauptvogelzuglinien und -rastplätze zu berücksichtigen und gegebenenfalls Korridore freizuhalten.
- Von den ermittelten Flächenpotenzialen werden wiederum Teilflächen ausgeklammert, die für sich allein stehend zu klein (<35 ha) oder ungünstig geschnitten (schmale Streifen etc.) sind. Derzeit beschränkt sich die Größe der vorhandenen Eignungsgebiete auf 75 ha (RL-RREP). Es gibt aber erste Vorüberlegungen, die Mindestgröße auf 30 ha zu reduzieren. Bei einer angenommen

Mindestgröße von >35 ha stehen letztendlich von insgesamt 5,20 km² nur noch ca. 4,20 km² zur Verfügung.

- Eine Beurteilung der wirtschaftlichen Potenziale kann im Rahmen der Untersuchung und aufgrund der Datenlage nur in pauschaler Weise stattfinden. Dazu zählen insbesondere Kriterien wie die Anbindung an Mittel- und Hochspannungsnetze (Netztrassen und Umspannwerke) und die Erschließung der potenziellen Windenergieanlagen-Standorte durch ganzjährig auch für schweres Gerät befahrbare Zuwegungen. Beide Gesichtspunkte sprechen für eine Konzentration von Windenergieanlagen auf größere, zusammenhängende Gebiete.

Die Berechnung der Anlagenanzahl und -leistungen sowie die Erträge erfolgt entsprechend den getroffenen Annahmen. Nach Auswertung des Jahresmittels der Windgeschwindigkeit (80 m über Grund) in M-V ergibt sich, dass der gesamte ehemalige Landkreis Rügen mit einer Windgeschwindigkeit von 5,6 bis 6,8 m/s im Inland; sogar 8,2 bis 9,0 m/s an der Küste für die Windenergie geeignet ist (DWD 2004).

Die hier dargestellten Ergebnisse stellen eine allgemeine Abschätzung des **theoretisch maximalen Potenzials** dar und sollen nicht als ein angestrebtes Szenario verstanden werden. Im Ergebnis können theoretisch auf 4,2 km² insgesamt 12 WEA errichtet werden.

Gesamtpotenzial

Tabelle 5-22 zeigt die Ergebnisse der Potenzialanalyse in Form einer möglichen Anlagenbestandentwicklung bis zum Jahr 2050 mit den bestehenden Anlagenzahlen, der gesamten installierten Leistung und dem Ertrag an elektrischer Energie (GWh/a). In dieser Tabelle wird die Summe aus „verfügbarem“ Potenzial und zusätzlichem „theoretisch“ nutzbaren Potenzial auf einer Gesamtfläche von 4,64 km² (0,44 km², 4,20 km²) mit 13 WEA der 7,5-MW-Klasse angegeben.

Tabelle 5-22: Mögliche Entwicklung des Anlagenbestandes

WEA Rügen+Hiddensee	Anlagenanzahl [-]	inst. Leistung [MW]	Ertrag [GWh/a]	Jahr
Restlicher Anlagenbestand von 2010	61	24,6	55,3	2010
Anzahl der Neuanlagen (7,5MW)	0	0,0	0,0	
Anstehender Rückbau von Altanlagen	0	0,0	0,0	
Insges. zurückgebaute Altanlagen	0	0,0	0,0	
Zubaupotenzial bis 2050	13	0,0	0,0	
Summe 2010	61	24,6	55,3	
Restlicher Anlagenbestand von 2010	61	24,6	55,3	2020
Anzahl der Neuanlagen (7,5MW)	6	45,0	129,6	
Anstehender Rückbau von Altanlagen	28	11,3	0,0	
Insges. zurückgebaute Altanlagen	0	0,0	0,0	
Zubaupotenzial bis 2050	7	0,0	0,0	
Summe 2020	67	69,6	184,9	
Restlicher Anlagenbestand von 2010	33	13,3	29,9	2030
Anzahl der Neuanlagen (7,5MW)	12	90,0	259,2	
Anstehender Rückbau von Altanlagen	33	13,3	0,0	
Insges. zurückgebaute Altanlagen	28	11,3	0,0	
Zubaupotenzial bis 2050	1	0,0	0,0	
Summe 2030	45	103,3	289,1	
Restlicher Anlagenbestand von 2010	0	0,0	0,0	2050
Anzahl der Neuanlagen (7,5MW)	13	97,5	280,8	
Anstehender Rückbau von Altanlagen	0	0,0	0,0	
Insges. zurückgebaute Altanlagen	61	25,0	0,0	
Zubaupotenzial bis 2050	0	0,0	0,0	
Summe 2050	13	97,5	280,8	

In der Zeile „Restlicher Anlagenbestand von 2010“ sind die zum angegebenen Zeitpunkt noch bestehenden Altanlagen mit Bestandschutz (teilweise außerhalb von Eignungsgebieten) angegeben. Die Zeile „Anzahl der Neuanlagen (7,5 MW)“ gibt jeweils den Bestand der neu errichteten Großwindanlagen der 7,5 Megawatt-Klasse an. In der Zeile „Anstehender Rückbau von Altanlagen“ wird die Anzahl der zurückzubauenden Altanlagen genannt. „Insges. zurück gebaute Altanlagen“ gibt die zum angegebenen Zeitpunkt seit 2010 zurück gebauten Altanlagen an. „Zubaupotenzial bis 2050“ stellt das zum angegeben Zeitpunkt noch restliche Zubaupotenzial der 7,5 MW Anlagen dar. In der Zeile „Summe“ sind die gesamte Anlagenzahl, Leistung und Ertrag von Alt- und Neuanlagen zusammengefasst. Nach dieser Bestandsentwicklung ist ein Maximum des Energieertrages ab dem Jahr 2030 zu erwarten, bis der Ertrag bei einem alleinigen Bestand von 13 der 7,5 MW Anlagen anschließend auf ca. 280 GWh/a sinkt.

Zusammenfassend kann durch die genannten Annahmen im Jahr 2050 eine installierte Leistung von ca. 98 MW erreicht werden. Die Windkraftanlagen können jährlich etwa 281 GWh Strom produzieren. Damit würde ca. das Fünffache der Stromproduktion durch Windenergie auf Rügen im Vergleich zum Jahr 2010 erreicht werden.

5.4 Geothermiepoteziale

Die geothermische Energie stellt eine Form der erneuerbaren Energien dar, zu denen im weiteren Wasserkraft (inkl. Gezeiten), Windenergie, Solarenergie sowie die aus nachwachsenden Rohstoffen (Biomasse) gewonnene Energie gehören.

Geothermische Energie ist eine Ressource, die flächenhaft auftritt. Sie kann nach zwei Grundprinzipien genutzt werden:

- 1) Die Tiefen-Geothermie nutzt direkt die Erdwärme, die durch die Gravitationsenergie sowie beim radioaktiven Zerfall von Uran und Thorium in der Erdkruste entstehen und kontinuierlich zur Erdoberfläche abgeleitet wird. Auf diese Weise nimmt die Temperatur zum Erdinneren um ca. 3,3 Grad je 100 m Tiefe zu, so dass unter durchschnittlichen Verhältnissen in 1.000 m Tiefe eine Temperatur von etwa 38 °C zu erwarten ist.
- 2) Die Oberflächen-Geothermie beschränkt sich zumeist auf die oberen 100 m und nutzt mit Hilfe von Erdwärmesonden und einer Wärmepumpe die Temperaturspreizung zwischen der konstanten Erdtemperatur (8-10 °C) und der jeweiligen Oberflächentemperatur. Unter Ausnutzung dieses Temperaturgradienten sind sowohl Heizen im Winter als auch Kühlen im Sommer möglich.

Als Grenze zwischen diesen beiden Nutzungskonzepten wurde eine Tiefe von 400 m festgelegt.

5.4.1 Technologien zur Nutzung der geothermischen Energie

5.4.1.1 Tiefen-Geothermie

Die Tiefen-Geothermie basiert auf der direkten Wärmenutzung aus der Erdkruste. Dazu sind in der Regel Bohrungen von über 1.000 m und Temperaturen größer 50 °C erforderlich.

Mit der Tiefen-Geothermie werden hydrothermale Systeme genutzt. Das warme/heiße Wasser tiefer Grundwasserleiter wird zu Tage gefördert, über Wärmeaustauscher geleitet und anschließend wieder in einer zweiten Bohrung in die Tiefe reinjiziert.

Voraussetzung für derartige offene konvektive Systeme sind entsprechende Grundwasserleiter mit der erforderlichen Durchlässigkeit und Mächtigkeit. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das Grundwasser in großen Tiefen hoch mineralisiert ist, was entsprechende Anforderungen an die Korrosionsbeständigkeit der Leitungssysteme und Armaturen stellt. Auf Grund der hohen Mineralisation ist die Ableitung des zu Tage geförderten Wassers in Oberflächengewässer im Hinblick auf die ökologischen

Auswirkungen nicht möglich. Das Wasser muss wieder in den tiefen Grundwasserleiter reinjiziert werden.

In Abhängigkeit von der Temperatur des geförderten Wassers sind generell verschiedene Einsatzbereiche der Tiefen-Geothermie denkbar:

- Temperaturen >30 °C Gewinnung von Thermalwasser zu balneologischen Zwecken
- Temperaturen >60 °C Einsatz für geothermische Heizwerke
- Temperaturen >100 °C Einsatz für geothermische Kraftwerke

Zur Nutzung der Tiefen-Geothermie sind umfangreiche geothermische Erkundungen mit tiefen Bohrungen sowie Testarbeiten zur Durchlässigkeit und Mineralisation der Aquifere erforderlich. Hieraus resultiert ein erheblicher Investitionsaufwand, der nur bei größeren Abnehmern (Unternehmen, Kommunen, Körperschaften) vertretbar ist.

Die Nutzung dieser Tiefen-geothermischen Ressource (als geothermisches Heizwerk) muss in der Nähe der Gewinnungsorte (Bohrungen) erfolgen, um den Wärmeverlust zum Verbraucher auf einem geringen Niveau zu halten. Daher ist die Nachbarschaft von Städten bzw. Industriegebieten für geothermische Heizwerke erforderlich. Im ländlichen Raum kann eine derartige Erdwärmennutzung nicht rentabel realisiert werden.

5.4.1.2 Oberflächen-Geothermie

Die Oberflächen-Geothermie nutzt mit Hilfe von Erdwärmesonden und einem Wärmetauscher / einer Wärmepumpe die Temperaturspreizung zwischen der konstanten Erdtemperatur und der Oberflächentemperatur. Sie orientiert überwiegend auf die Nutzung der oberen 100 m. Neben den vertikalen Erdwärmesonden können auch Erdkollektoren, Energiepfähle, Energiebodenplatten u.a. zum Einsatz kommen.

Der Erdwärmesondenkreislauf stellt ein geschlossenes System für die Wärmeaufnahme aus dem Untergrund dar. Als Wärmeträger in diesem Kreislauf dient ein Gemisch aus Wasser und Frostschutzmittel. Die geothermische Energie wird über einen Wärmepumpenkreislauf an den Heizkreislauf übertragen. Unter Ausnutzung des Temperaturgradienten sind sowohl Heizen im Winter als auch Kühlen im Sommer möglich.

Die Erdwärmesonden sind Systeme aus U-Rohren, die in die Bohrungen installiert werden. Die Bohrungen sind in Abhängigkeit von der geologischen, hydrogeologischen Standortsituation und von der beabsichtigten Entzugsleistung zwischen 60 m und 120 m tief. Auch größere Tiefen sind möglich. In Fällen, wo Tiefbohrungen nicht genehmigungsfähig sind (z.B. in Wasserschutzgebieten), können die horizontal verlegten Erdwärmekollektoren

zum Einsatz kommen. Energiepfähle wirken analog zu den Tiefbohrungen. Anstelle der größeren Bohrtiefen wird die erforderliche Entzugsleistung aus der Anzahl der Pfähle gewonnen, die im Zuge der Gebäudegründung gesetzt werden.

Im Vergleich zur Nutzung der Tiefen-Geothermie besitzen Erdwärmesonden oder -kollektoren eine wesentlich niedrigere Wärmeentzugsleistung.

Auf Grund der geringeren Investitionskosten eignen sich derartige Anlagen dafür auch für kleinere Unternehmen und Hausbesitzer in kleineren Siedlungsstrukturen. Bei Häufung von Erdwärmesonden in dichteren Siedlungsräumen sind die Wechselwirkungen zwischen den Einzelsonden zu untersuchen, um irreversible Veränderungen der geothermischen Haushaltes (Vereisung im Untergrund) zu unterbinden.

Weiterhin ist bei der Installation der Erdwärmesonden eine dichte Verfüllung der Bohrungen zu gewährleisten, um hydraulische Verbindungen zwischen verschiedenen Aquiferen und eine damit einhergehende Verschlechterung der Grundwasserqualität auszuschließen.

5.4.2 Nutzung der Geothermie in Mecklenburg-Vorpommern

Mit der Erkundung von Erdöl und Erdgas in Mecklenburg-Vorpommern wurde seit den 1980er Jahren auch die Prospektion auf **geothermale Ressourcen** vorgenommen. Zahlreiche Bohrungen bis 4.000 m bieten einen Überblick sowohl über die Verbreitung geeigneter tiefer Grundwasserleiter als auch über die geothermischen Verhältnisse in verschiedenen Tiefenbereichen. Im Ergebnis der Erkundungen wurde eine Geologische Übersichtskarte Mecklenburg-Vorpommern, Geothermie (GÜT500) veröffentlicht.

Tiefe Grundwasserleiter (Sandsteine), die für eine geothermische Nutzung geeignet sind, sind in folgenden stratigrafischen Abschnitten ausgebildet:

- Unterkreide nur in SW-Mecklenburg, in ca. 1.000 Tiefe
- Malm, Dogger nur in SW-Mecklenburg
- Lias nur in Vorpommern und Ost-Mecklenburg in ausreichender Mächtigkeit, nur in SW-Mecklenburg in hinreichender Tiefe
- Keuper in variierender Mächtigkeit mit hoher Mineralisation
- Mittlerer Buntsandstein nur in Vorpommern, in z.T. geringen Tiefenlagen.

Auch hinsichtlich der Nutzung der Tiefen-Geothermie liegen in Mecklenburg-Vorpommern Erfahrungen vor. Neben den Heizwerken Waren/Müritz, Neubrandenburg und Neustadt-Glewe wurde an letzterem Standort im Jahre 2003 das erste deutsche geothermische Kraftwerk als Demonstrationsobjekt in Betrieb genommen. Erkundungen im Raum Stralsund

wurden auf Grund zu niedriger Temperaturen (55-60 °C) in den tiefen Aquifern nicht zur Produktionsreife weitergeführt.

Die Nutzung der **Oberflächen-Geothermie** mittels Erdwärmesonden und -kollektoren findet in Mecklenburg-Vorpommern immer stärkere Anwendung. Insbesondere in neuen Bebauungsgebieten wurden zahlreiche Erdwärmesonden. In derartigen Ballungsgebieten (Sondenfeldern) sollten die Wechselwirkungen zwischen benachbarten Sonden mehr Beachtung erfahren. Vom Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG) Mecklenburg-Vorpommern wurde ein Leitfaden Erdwärmesonden in Mecklenburg-Vorpommern herausgegeben, in dem auch die gesetzlichen Grundlagen und Restriktionen dargelegt sind. So ist die Errichtung von Erdwärmesonden in Wasserschutz-zonen nur bedingt (WSZ III oder III.A) oder gar nicht erlaubnisfähig (WSZ II). Um eine Perforation von stauenden Schichten über genutzten Aquifern zu vermeiden, können Erdwärmekollektoren an derartigen Standorten – ausreichend unbebaute Fläche vorausgesetzt – verwendet werden.

Zur Förderung von Investitionen zur Nutzung auch geothermischer Ressourcen wurde vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus die Richtlinie für die Gewährung von Zuwendungen des Landes Mecklenburg Vorpommern zur Umsetzung des Aktionsplans Klimaschutz (Klimaschutz-Förderrichtlinie) verabschiedet.

5.4.3 Geothermische Bedingungen auf der Insel Rügen

5.4.3.1 Tiefen-Geothermie

Die strukturgeologische Position Rügens ist gekennzeichnet durch den Übergang vom Fennoskandischen Schild zur Mitteleuropäischen Senke. Paläozoische Tonschiefer, Karbonate und Sandsteine tauchen von einer Tiefe von -800 m Normalhöhennull (NHN) bei Arkona auf unter -3.000 m NHN bei Stralsund ab. Diese Position am Rand des frühzeitig konsolidierten Fennoskandischen Schildes (Hochlage alter Schichten) hat eine Abnahme des geothermischen Gradienten gegenüber anderen Landesteilen in Mecklenburg-Vorpommern (innerhalb der Mitteleuropäischen Senke) zur Folge. Hieraus resultieren geringere Temperaturen in den jeweiligen Tiefenniveaus (Abbildung 5-17).

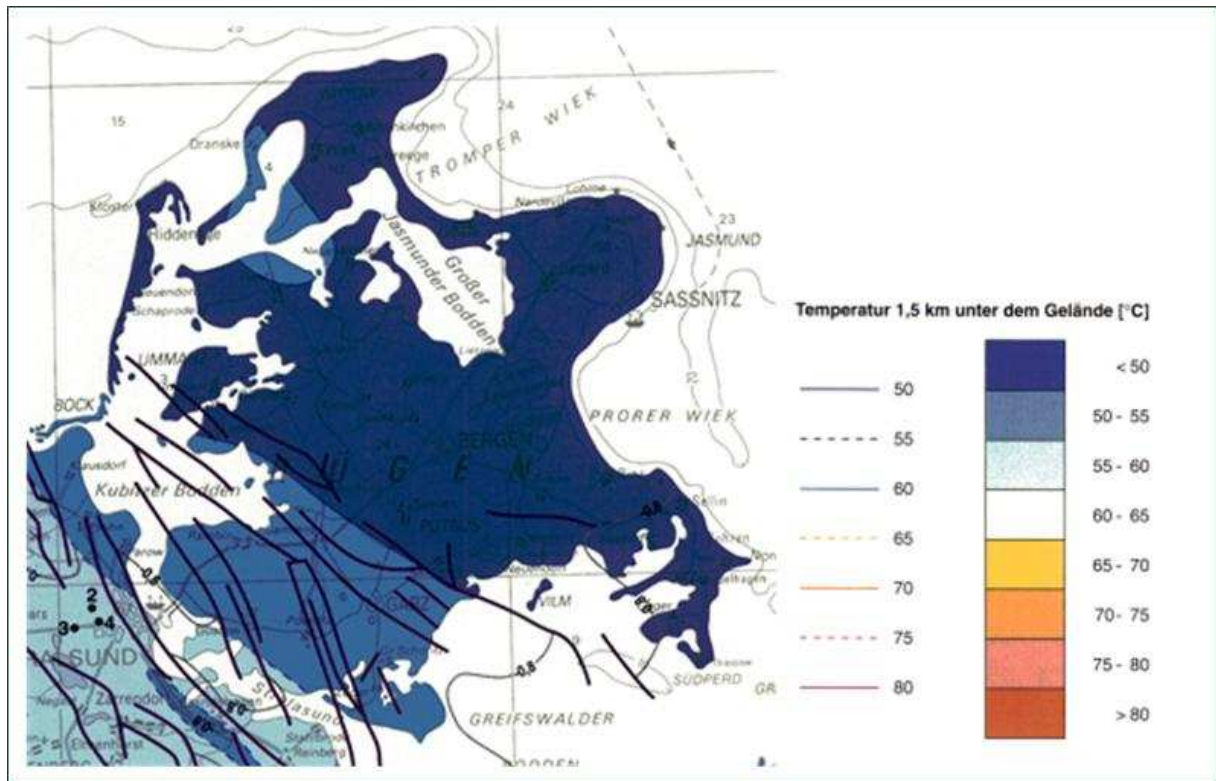


Abbildung 5-17: Ausschnitt aus der Geologische Übersichtskarte Mecklenburg-Vorpommern, Geothermie (GÜT500)

In einer Tiefe von -1.500 m NHN sind auf Rügen Temperaturen zwischen 45 und 55 °C zu erwarten. Als geeignete Aquifere sind die Sandsteinschichten des Mittleren Buntsandsteins auf S-Rügen in einer Tiefe von ca. -1.400 m NHN verbreitet. Auf Mittel- und N-Rügen tauchen diese Schichten in geringere Tiefen auf (ca. -1.000 m NHN), weisen primäre Mächtigkeitsreduzierungen auf oder sind sekundär erodiert. Dort sind Temperaturen von ca. 35 °C zu erwarten.

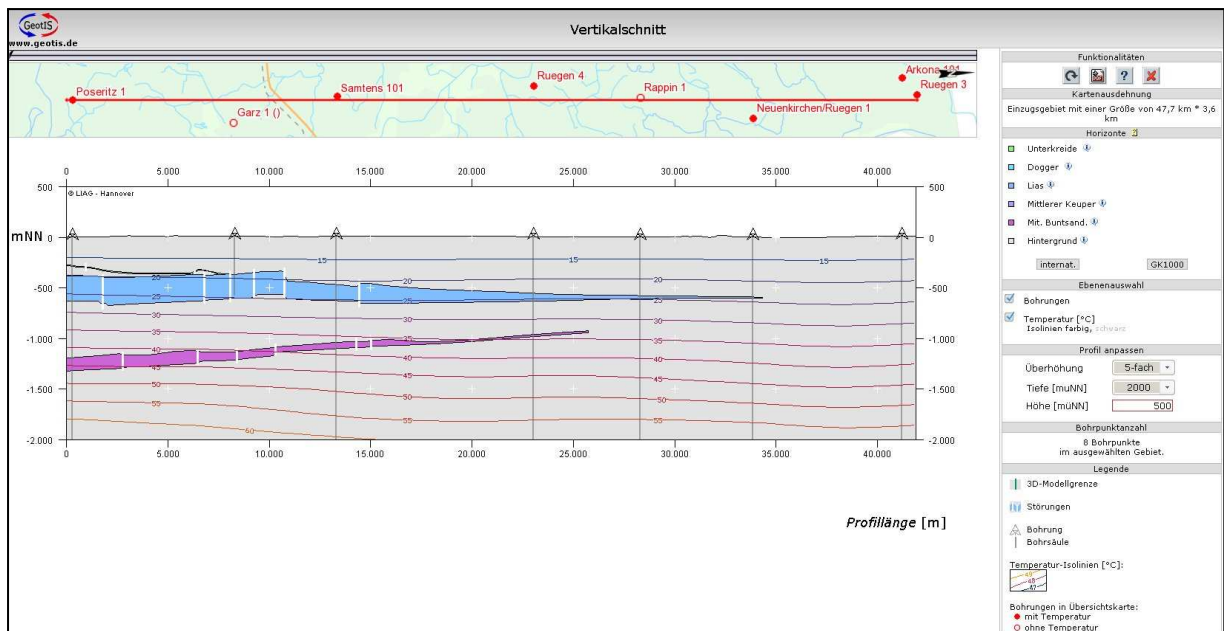


Abbildung 5-18: Geothermischer Vertikalschnitt durch Rügen S-N (Quelle: Geotis; SCHULZ, R. ET AL. 2007)

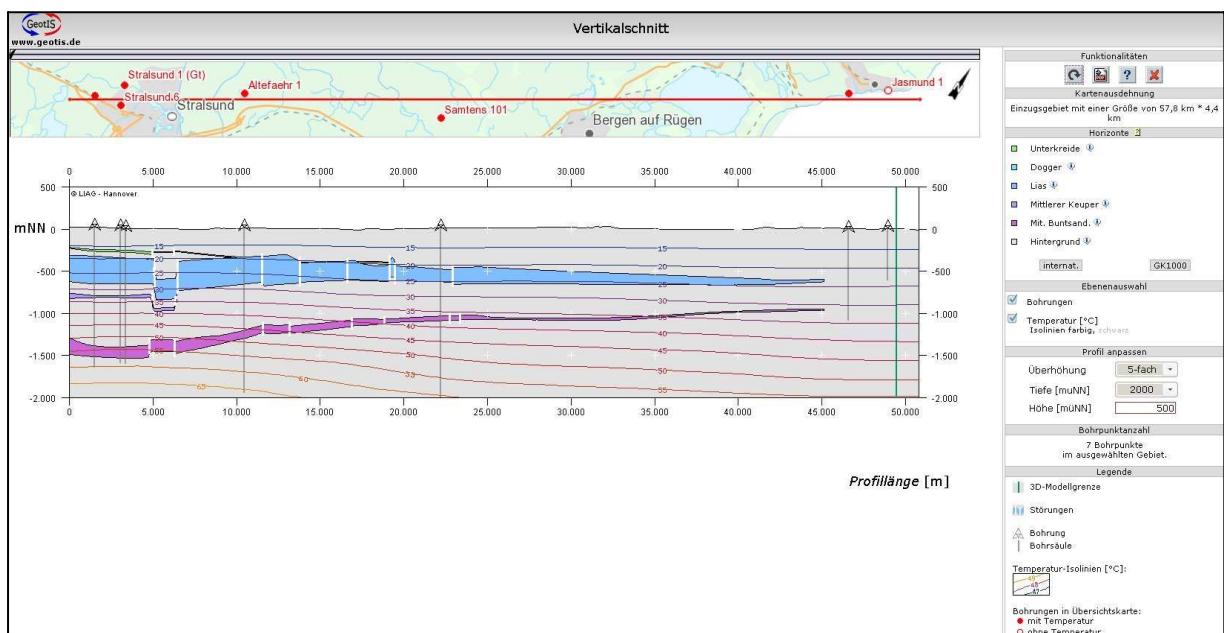


Abbildung 5-19: Geothermischer Vertikalschnitt durch Rügen SW-NE (Quelle: Geotis; SCHULZ, R. ET AL. 2007)

Die geothermische Nutzung tieferer Schichten (>2.500 m) wurde bisher nicht untersucht. Das liegende Perm besteht überwiegend aus Vulkaniten, die karbonischen Schichten werden weitgehend aus Tonschiefern und Karbonaten aufgebaut. Aus dem Oberkarbon werden in KATZUNG et al. 2004 Speichergesteine mit einer entsprechenden Nutzporosität genannt. Bisher liegen für diese Horizonte noch keine geothermischen Erkundungsergebnisse vor.

5.4.3.2 Oberflächen-Geothermie

Die Oberflächen-Geothermie wäre aus geologischer Sicht flächenhaft auf Rügen nutzbar. Es bestehen regionale Unterschiede in der mittleren spezifischen Wärmeentzugsleistung je Tiefenbereich. Bei der Planung von Erdwärmesonden sind entsprechende Restriktionen des Naturschutzes und des Gewässerschutzes zu beachten. In Fällen, wo aus Gründen des Trinkwasserschutzes das Niederbringen von Tiefenbohrungen untersagt ist, besteht die Möglichkeit des Einsatzes von bodennahen Erdwärmekollektoren.

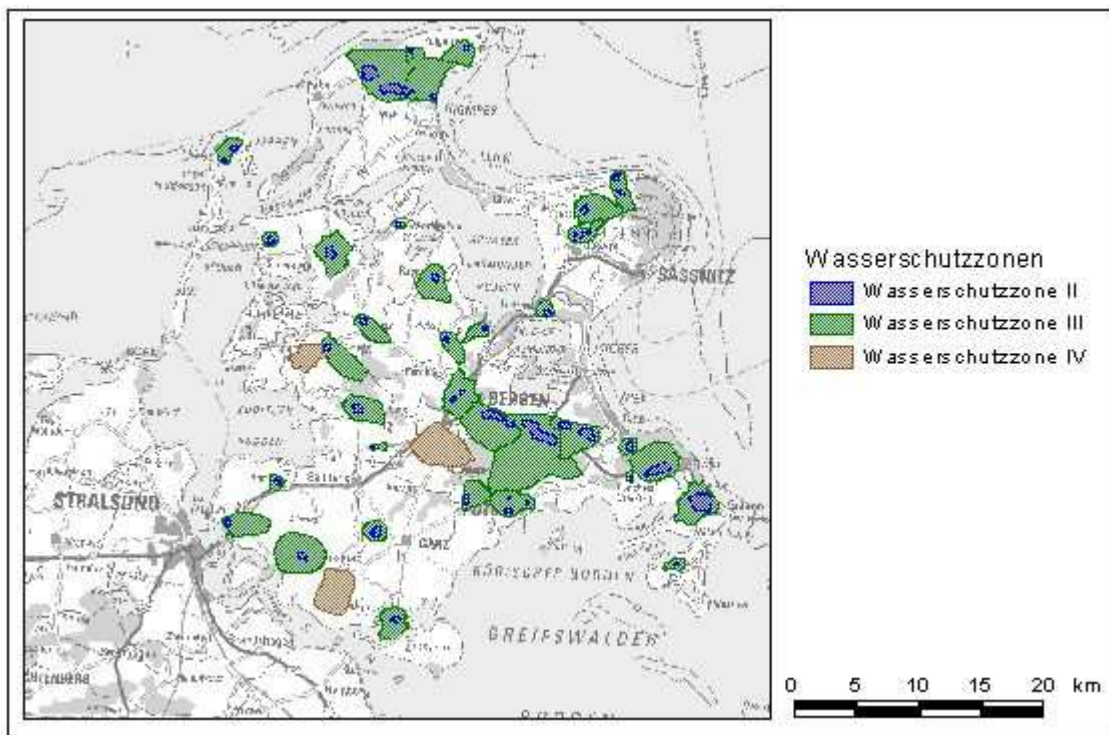


Abbildung 5-20: Karte der Insel Rügen mit den Restriktionen der Wasserschutzzonen

5.4.4 Nutzungsmöglichkeiten, Potenziale auf der Insel Rügen

5.4.4.1 Tiefen-Geothermie

Die Bedingungen zur Nutzung der Tiefen-Geothermie auf Rügen werden als ungünstig eingeschätzt. Der geringe geothermische Gradient (ca. 2,8 grd/100 m) und das Fehlen geeigneter Aquifere in den entsprechenden Tiefen (unter 2.000 m) stehen den Anforderungen für geothermische Heizwerke oder geothermische Kraftwerke entgegen. Die etwas besseren Bedingungen in S- und SW-Rügen liegen in einem besiedlungsärmeren Teil der Insel, wo das erforderliche Nutzungspotenzial (Besiedlungsdichte, Industrie) nicht gegeben ist.

Bisher gibt es auf Rügen zwei geothermische Anlagen: Thermalbad Binz (in Nutzung) und Thermalbad Sassnitz-Dwasieden (im Bau). Zwei weitere Vorhaben sind in einer frühen Planungsphase. Bei den beiden bestehenden Anlagen wird der Aquifer des Mittleren Buntsandsteins in einer Tiefe von ca. -1.100 m NHN genutzt. Die Temperatur des geförderten Wassers beträgt 30 – 35 °C.

Die Ressource Tiefen-Geothermie kann auf Rügen als Thermalwasser (<30 °C) für balneologische Zwecke genutzt werden, muss aber hinsichtlich seiner Wirtschaftlichkeit (Kosten für eine Bohrung >1.000 m) geprüft werden.

5.4.4.2 Oberflächen-Geothermie

Bis zum November 2011 existierten auf Rügen 100 Erdwärmesonden (Auskunft Landkreis Vorpommern-Rügen). Dabei konzentrieren sich die Standorte vor allem auf die touristischen Zentren:

- Wittow 34 Anlagen
- Mönchgut 16 Anlagen
- Jasmund 15 Anlagen
- Südrügen 13 Anlagen
- Mittel-, W-, N-Rügen 22 Anlagen

Die eher ländlich geprägten und touristisch weniger frequentierten Teilregionen Mittel-, W- und N-Rügen (= größter Flächenanteil) besitzen eine wesentlich geringere Anlagendichte.

Eine besonders hohe Dichte an Erdwärmesonden existiert in Breege mit 25 Anlagen. Zur Vermeidung gegenseitiger negativer Beeinflussungen der Sonden untereinander wird für die Ortschaft Breege eine Komplexbetrachtung (z.B. mit dem Programm FEFLOW) empfohlen.

Zur Potenzialabschätzung der Oberflächen-Geothermie auf Rügen kann unter anderem der Leitfaden Erdwärmesonden in Mecklenburg-Vorpommern herangezogen werden, der vom LUNG Mecklenburg-Vorpommern herausgegeben worden ist und dessen Potenzialkarten auch Bestandteil des Kartenportal des LUNG Mecklenburg-Vorpommern sind.

Hinsichtlich des oberflächennahen geothermischen Potenzials zeichnet sich eine räumliche Differenzierung auf Rügen ab. Auf Jasmund und auf S-Rügen besteht eine etwas geringere spezifische Wärmeentzugsleistung als auf Wittow und W-Rügen. Ab einer Tiefe unter 60 m herrschen nahezu ausgeglichene räumliche Verhältnisse bezüglich der spezifischen Wärmeentzugsleistung. Dies wird durch die Kreide bedingt, die ab dieser Tiefe im oberflächennahen Untergrund Rügens ansteht.

Die bisherigen Sondenstandorte spiegeln sich nicht in den Flächen mit einer höheren mittleren Wärmeentzugsleistung wider, sondern sind an die touristischen Standorte gebunden, wo die Investitionskosten durch die Tourismuseinnahmen schnell refinanziert werden können.

Für die Auslegung der Erdwärmesonden sollten die konkreten Standortverhältnisse auf der Grundlage benachbarter Bohrungen berücksichtigt werden. Die Sondenanlage kann für den jeweiligen Bedarf der Wärmeleistung mit Hilfe entsprechender Softwareprogramme (EED) oder numerischer Modelle (z.B. FEFLOW) optimiert werden.

Bei größeren Vorhaben kann zur Ermittlung der standortspezifischen Wärmeentzugsleistung ein geothermischer Resonsetest durchgeführt werden, der in einer Probesonde die spezifische Wärmeentzugsleistung der jeweiligen Gesteinsschichten ermittelt und so gesicherte Ausgangsdaten für die Bemessung der Sondenanlage liefert.

Die Kombination von Heizen (im Winter) und Kühlen (im Sommer) kann zur Erhöhung der örtlichen Erdwärme-Kapazitäten führen. In Ballungsräumen (Siedlungen mit einem dichten Netz von Erdwärmesonden - wie z.B. Breege) ist eine ganzheitliche Betrachtung des Potenzials vorzunehmen, um Wechselwirkungen zwischen den Einzelsonden berücksichtigen zu können. Dazu sollten numerische Modelle zum Wärmetransport (z.B. FEFLOW) Anwendung finden.

5.4.5 Schlussfolgerungen

In Auswertung der Geothermiefpotenziale auf der Insel Rügen können folgende Schlussfolgerungen abgeleitet werden:

- Auf der Insel finden sich nach derzeitigem Kenntnisstand keine geeigneten Potenziale für die Nutzung durch geothermische Heizwerke oder geothermische Kraftwerke.
Hinsichtlich der geothermischen Nutzung der oberkarbonischen Schichten liegen bisher zu wenige Kenntnisse vor. Dafür wären zuvor sehr kostenintensive Erkundungen mit Bohrungen bis 3.500 m erforderlich.
- Die Nutzung der Ressource Tiefen-Geothermie als Thermalwasser (<50 °C) für balneologische Zwecke ist denkbar und wird bereits auf Rügen angewandt. Weitere Vorhaben sind in Planung. Hier verfügt Rügen über entsprechende Potenziale. Für derartige Vorhaben sind die Kosten für die Bohrungen bis 1.200 m dem energetischen Nutzen gegenüberzustellen.
- Die Oberflächen-Geothermie ist aus geologischer Sicht flächenhaft auf Rügen nutzbar. Erdwärmesonden werden bereits mit 100 Anlagen angewandt.
- Restriktionen bestehen in hydrogeologisch ungünstigen Gebieten (Wasserschutzzonen). In Wasserschutzzonen III und IV können anstelle der Erdwärmesonden Erdwärmekollektoren zum Einsatz kommen.

In Siedlungsräumen mit einer größeren Häufung der Erdwärmesonden (z.B. Breege) wird zur Vermeidung negativer gegenseitiger Beeinflussungen eine ganzheitliche Betrachtung zum Wärmetransport mit numerischen Modellen empfohlen.

5.5 Wasserkraftpotenziale

Der natürliche Wasserkreislauf auf der Erde nutzt die Sonne als „Motor“, denn die Wärme der Sonne verdunstet das Wasser, welches als Niederschlag zurück auf die Erde gelangt. Durch Höhenunterschiede im Gelände strebt das Wasser der Erdanziehungskraft folgend tiefer gelegenen Punkten im Gelände zu, bis es schließlich das Meer erreicht. Wasserkraftwerke machen sich die auf dem Weg des Wassers entstehende potenzielle Energie zu nutze. Diese potenzielle Energie wurde schon in einem Zeitalter weit vor der Industrialisierung, bspw. über einfache Wasserräder in Wassermühlen, genutzt. Heute wird zur Nutzung der Wasserkraft die kinetische und die potenzielle Energie des Wassers mittels Turbinen in Rotationsenergie, welche zum Antrieb von Maschinen oder Generatoren gebraucht wird, umgewandelt. Durch neue Technologien, wie z. B. die Wasserkraftschnecke oder das Wasserwirbelkraftwerk, können in der heutigen Zeit auch kleinere Gewässer zur Erzeugung von Strom genutzt werden.

Im Rahmen von Klimaschutzkonzepten werden mögliche Standorte an Gewässern 1. und 2. Ordnung⁹⁴ sowie der Klarwasserablauf von Kläranlagen im Hinblick auf die Nutzung von Kleinwasserkraft betrachtet. Des Weiteren wurden für die Insel Rügen aufgrund ihrer Lage in der Ostsee der mögliche Einsatz von Gezeitenkraftwerken und Meeresströmungskraftwerken untersucht.

Bei der Untersuchung der Gewässer wird ein Neubau von Wasserkraftanlagen an neuen Querverbauungen direkt ausgeschlossen, da dies dem Verschlechterungsgebot der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) widerspricht und solche Anlagen nicht nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) vergütet werden. Des Weiteren werden nur Standorte mit vorhandenem Wasserrecht untersucht. Die Erneuerung eines Wasserrechtes ist meist mit hohen Genehmigungsaufgaben verbunden und dadurch oftmals sehr teuer.

5.5.1 Wasserkraftpotenziale an Gewässern

Gewässer auf der Insel Rügen

Die Insel Rügen ist von der Ostsee umschlossen. Etwa 3.600 ha, das sind nahezu 3,7% der Inselfläche, bestehen aus Wasser.⁹⁵

Alle Gewässer auf der Insel Rügen sind Gewässer 2. Ordnung. Gewässer 1. Ordnung sind keine vorhanden. Die Gewässer 2. Ordnung sowie deren Lage auf der Insel Rügen sind in Abbildung 5-21 dargestellt.

⁹⁴ Wassergesetz des Landes Mecklenburg-Vorpommern (LWaG) § 48 Absatz 1, http://mv.juris.de/mv/gesamt/WasG_MV.htm, abgerufen am 12.03.2012.

⁹⁵ Vgl. Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern, http://sisonline.statistik.mv.de/sachgebiete/C144902K_Flaechen_nach_Art_der_tatsaechlichen_Nutzung_nach_Kreisen, abgerufen am 12.03.2012



Abbildung 5-21: Übersicht der Gewässer auf der Insel Rügen⁹⁶

IST-Analyse der Wasserkraftnutzung auf der Insel Rügen

Derzeit gibt es auf der Insel keine bestehenden Wasserkraftanlagen.⁹⁷

Ausbaupotenzial an den Gewässern 2. Ordnung

Die Gewässer auf der Insel sind größtenteils Entwässerungsgräben mit lediglich geringer oder fast gar keiner Fließgeschwindigkeit.⁹⁸ Auf der Insel gibt es momentan noch keine Wasserkraftanlagen zur Energieerzeugung. Stillgelegte Wasserkraftanlagen oder Mühlenstandorte sind auf der Insel Rügen nicht vorhanden.⁹⁹

Somit besteht an den Gewässern 2. Ordnung auf der Insel Rügen kein Ausbaupotenzial durch Neubau, Modernisierung und Reaktivierung.

5.5.2 Ausbaupotenzial in der Ostsee

⁹⁶ Vgl. Geodatenportal (ehemaliger) LK Rügen, abgerufen am 01.09.2011

⁹⁷ Vgl. E-Mail von Herrn Rahmlow (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie) am 30.01.2012

⁹⁸ Vgl. Telefonat mit Frau Dobbert (Leiterin Sachgebiet Wasserwirtschaft/Umweltamt Landkreis Vorpommern-Rügen) am 16.01.2012 sowie E-Mail von Herrn Rahmlow (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie) am 30.01.2012

⁹⁹ Vgl. E-Mail von Herrn Rahmlow (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie) am 30.01.2012

Die Ostsee wird im Hinblick auf den Einsatz von Gezeitenkraftwerken und Meeresströmungskraftwerken betrachtet.

Gezeitenkraftwerke nutzen die aus den Gezeiten, in Verbindung mit Meeresströmungen resultierende kinetische Energie zur Stromgewinnung. Dazu werden an Küstenlinien Staudämme mit Turbinen gebaut. Ein starker Tidenhub von min. drei Metern wird benötigt. Vor der Insel Rügen ist jedoch der Tidenhub mit ca. 30 cm verschwindend gering.

Meeresströmungskraftwerke benutzen die kinetische Energie der natürlichen Meeresströmung zur Elektrizitätserzeugung. Ein Staudamm im Meer ist hierfür nicht nötig, die Turbine hängt an einem Mast unter Wasser („Windrad unter Wasser“). Es ist eine möglichst gleichmäßige Strömungsgeschwindigkeit von min. 2 bis 2,5 m/s sowie eine Wassertiefe von 20 bis 35 m erforderlich. Laut dem Wissenschaftlichen Dienst des Dt. Bundestages ist das Potenzial in Deutschland für Meeresströmungen sehr gering, der Strömungsbereich südlich von Sylt gilt als einziger Standort.

5.5.3 Wasserkraftpotenziale an Kläranlagen

Auf der Insel Rügen befinden sich zurzeit 35 Kläranlagen, welche zum Zweckverband Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Rügen gehören. Die Klarwasserabläufe dieser Kläranlagen werden noch nicht zur Energieerzeugung genutzt.



Abbildung 5-22: Kläranlagenstandorte auf der Insel Rügen

5.5.4 Wirtschaftliche Betrachtung des Kläranlagenstandortes

Von den 35 Anlagen wird lediglich die Kläranlage Bergen näher betrachtet, da bei den restlichen Kläranlagen sowohl die Fallhöhen als auch die Fließgeschwindigkeiten an den Klarwasserabläufen zu gering sind.¹⁰⁰

Die nutzbare Wassermenge an der Kläranlage Bergen liegt bei $0,18 \text{ m}^3/\text{s}$. Die Fallhöhe des Klarwasserablaufs hat eine Fallhöhe von ca. $6,00 \text{ m}$ ¹⁰¹. Daraus ergibt sich ein theoretisches Potenzial von rund $7,7 \text{ kW}_{\text{el}}$ installierbarer Leistung mit einem Arbeitsvermögen von ca. $54.000 \text{ kWh}_{\text{el}}/\text{a}$. Für den Betrieb einer Wasserkraftschnecke, einem Wasserrad oder einem Wasserwirbelkraftwerk (erprobte Techniken bei Klarwasserabläufen von Kläranlagen) wird eine Wassermenge von $0,1 - 20,0 \text{ m}^3/\text{s}$ und eine Fallhöhe von $0,3 - 10,0 \text{ m}$ benötigt.

¹⁰⁰ Vgl. E-Mail von Herrn Schultz (Zweckverband Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Rügen) vom 20.02.2012

¹⁰¹ Eigene Messung.

Aufgrund der nutzbaren Wassermenge $\geq 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ und einer Fallhöhe $\geq 0,3 \text{ m}$, lässt sich das theoretische Potenzial daher auch als technisches Potenzial ausweisen.

Tabelle 5-23: Wasserkraftpotenzial der KA Bergen

Anlage	Theoretisches Potential (TP)				Technisches Ausbaupotential (TAP)	
Kläranlage	nutzbare Wassermenge	Fallhöhe (h)	Leistung (P_{TP})	Arbeitsvermögen (E_{TP})	Leistung (P_{TAP})	Arbeitsvermögen (E_{TAP})
	[m^3/s]	[m]	[kW]	[kWh/a]	[kW]	[kWh/a]
Bergen	0,18	6,00	7,7	54.096	7,7	54.096

Wirtschaftliche Betrachtung des Kläranlagenstandortes

Die Investitionskosten betragen bei Installation einer Wasserkraftschnecke oder einem Wasserwirbelkraftwerk rund 80.000 €, was zusammen mit den Betriebskosten (u.a. Instandhaltungskosten, Versicherung, Personal usw.) zu Jahreskosten von etwa 13.000 €/a führt. Bei Installation eines Wasserrades liegen die Investitionskosten bei ca. 42.000 €, die Jahreskosten bei 9.000 € im Jahr. Die Einspeisevergütung nach dem EEG beträgt etwa 7.000 €/a. Somit ist es wirtschaftlich nicht sinnvoll den Klarwasserablauf zur Energieerzeugung zu nutzen, da sich eine Anlage bei Einbau einer Wasserkraftschnecke / einem Wasserwirbelkraftwerk, gar nicht amortisiert und bei Einbau eines Wasserrades erst nach etwa 50 Jahren. Des Weiteren sind die Stromgestehungskosten mit 58 bis 53 Cent pro kWh_{el} vergleichsweise hoch.

Tabelle 5-24: Wirtschaftliche Betrachtung der KA Bergen

KA Bergen		
	Wasserkraftschnecke Wasserwirbelkraftwerk	Wasserrad
Leistung	8 kW	
Arbeitsvermögen	54.096 kWh/a	
Invest	81.273 €	42.214 €
Jahreskosten	12.931 €/a	9.119 €/a
Einspeisevergütung	6.870 €/a	6.870 €/a
Stromgestehungskosten	0,239 €/kWh	0,169 €/kWh
Amortisationszeit	-	49 Jahre

5.5.5 Zusammenfassung Wasserkraftpotenziale

Auf der Insel Rügen ist derzeit kein Ausbaupotenzial bei der Wasserkraft vorhanden. Die Gewässer 2. Ordnung sind aufgrund ihrer geringen Fließgeschwindigkeiten nicht geeignet um Wasserkraftanlagen zu betreiben. Gezeitenkraftwerke und Meeresströmungskraftwerke können in der Ostsee rund um Rügen nicht installiert werden. An den Kläranlagen sind die Wassermengen der Klarwasserabläufe sowie die Fallhöhen zu gering um diese zur Energieerzeugung zu nutzen. Lediglich an der KA Bergen könnte ein Wasserrad am

Klarwasserablauf installiert werden, jedoch liegt die Amortisationszeit bei einer Wirtschaftlichkeitsabschätzung bei rund 50 Jahren. Deshalb sollte die Wirtschaftlichkeit anhand von Angeboten noch einmal genau geprüft werden.

6 Integrierte Wärmenutzung

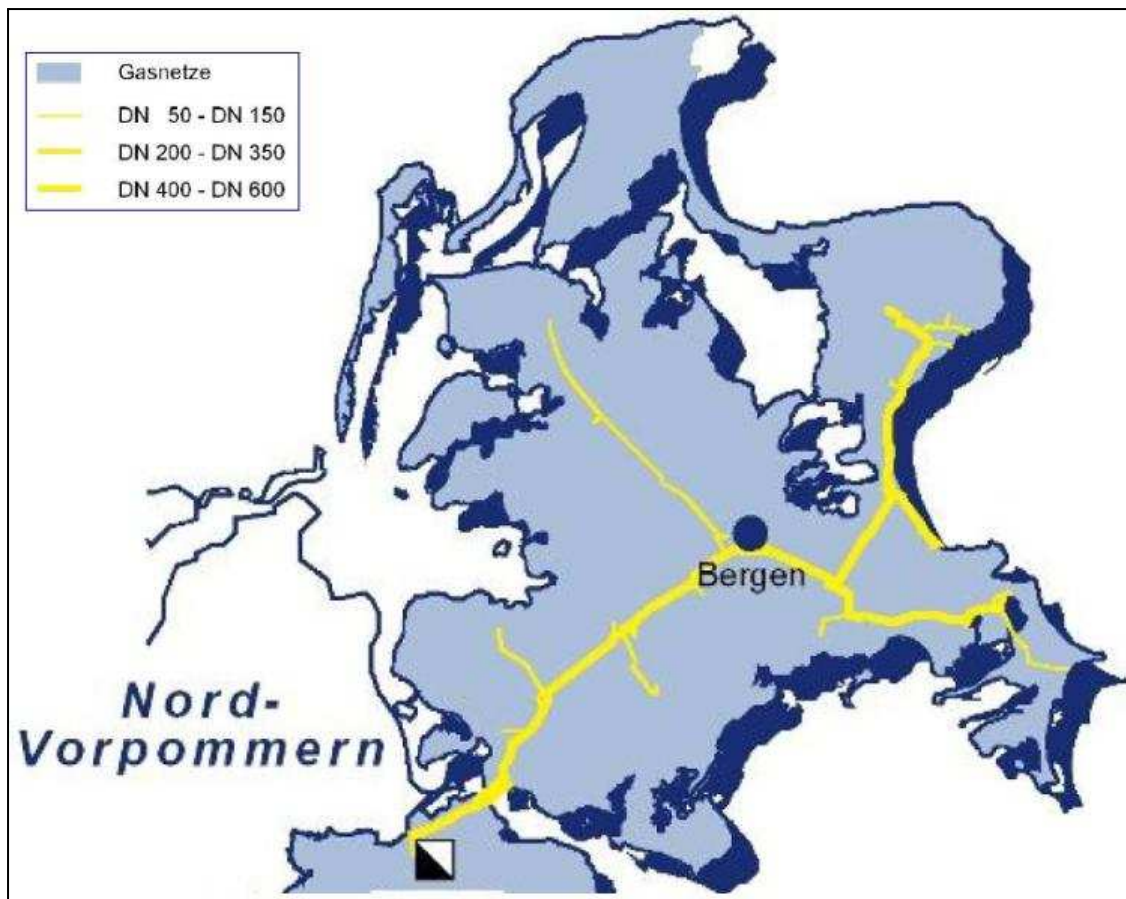
Das Teilkonzept „Integrierte Wärmenutzung“ stimmt die vorhandenen Potenziale und daraus resultierende Angebote der verschiedenen Energieträger ab. Die Potenziale auf der Erzeugerseite sind entsprechend bereits in Kapiteln 5 dargestellt. Ebenda sind auch weitere Verknüpfungen zu Technologien und deren konkrete Verbindung zu Wärmeabnehmern im allgemeinen dargestellt. Im Folgenden soll die Wärmebedarfsstruktur und damit verbundene Wärmesenken dargestellt werden.

6.1 Darstellung der aktuellen Versorgungsstruktur

Die Wärmeversorgung der Insel Rügen wird zu einem Großteil über Erdgas bereitgestellt. Weiterhin existieren in mehreren Ortschaften Nahwärmenetze, welche mit Biogas oder Erdgas betrieben werden. Die Versorgungsstrukturen sind im Folgenden dargestellt.

6.1.1 Gasnetz

Rügen wird über ein Netz der EWE, ehemals Energieversorgung Weser Ems AG, mit Gas versorgt. Nahezu alle Siedlungen auf Rügen haben Zugang zu diesem Gasnetz. Lediglich die Region um Putgarten im nördlichsten Teil der Insel ist nicht angeschlossen.

Abbildung 6-1: Gasnetz Rügen¹⁰²

Vom Netzkoppelungspunkt Wendorf auf dem Festland reicht eine Gasleitung DN 400-600 vom Süd-Westen der Insel über Bergen bis hin zu Sellin im Süd-Westen und Sagard im Nord-Osten Rügens. Der Verbrauch an Erdgas ist in der CO₂-Bilanz (Kapitel 2.1.2) dargestellt.

6.1.2 Nah- Fernwärme

Für die vorhandenen Nah- und Fernwärmeversorgungsstrukturen liegen im kommunalen Bereich keine Daten vor. Die Datenanfrage bei den entsprechenden Energieversorgern wurde aus verschiedenen Gründen nur rudimentär oder gar nicht beantwortet. Lagepläne oder weitere Details etwa zur Anschlussdichte oder Trassenverlauf der Wärmenetze wurden gar nicht zur Verfügung gestellt. Die vorliegenden Daten sind im Folgenden dargestellt. Dabei wird sich auch, vor allem bei der Darstellung der Netzlagen, auf frei zugängliche Aussagen von den Webauftritten der Energieversorger gestützt. Auf Rügen existieren derzeit Wärmenetze in sieben Siedlungsgebieten:

1. Bergen (teilw. Biogas mit Mikrogasleitung)

¹⁰² http://www.ewe-netz.de/data/NG00024_09_D_Erdgasnetzgebiet-Brandenburg-Ruegen-mit-HD-Leitungen.pdf

In der Stadt Bergen auf Rügen werden von der Rügener Haustechnik GmbH (RHT) ein Wärmenetz sowie eine Mikrogasleitung betrieben. Diese versorgen insgesamt ca. 12.000 Einwohner sowie mehrere Gewerbebauten (z. B. Landratsamt, Feuerwehrleitzentrale). Die gesamte thermische Leistung der Energieerzeuger beträgt etwa 8 MW. Der Wärmeabsatz aus diesem Netz beträgt in Bergen ca. 23.000 MWh pro Jahr. Davon werden ca. 18.000 MWh mittels KWK basierter Abwärme aus Biogasanlagen bezogen. (Quelle E-Mail: Re: Klimaschutzkonzept Rügen - Teilkonzept integrierte Wärmenutzung von Martin Ratzke (RHT)).

In Abbildung 6-2: Mikrogasleitung Bergen-Rambin ist die ca. 18 km lange Mikrogasleitung zum Transport von Biogas zwischen Bergen und Rambin als rote Linie dargestellt. An dieser Leitung sind vier Satelliten-BHKWs, in der Abbildung als blaue Rechtecke gekennzeichnet, mit einer elektrischen Leistung von insgesamt 2.350 kW angeschlossen. Drei davon befinden sich in Bergen und das vierte in Samtens. Die für einen Biogasdurchsatz von 1.600 m³/h ausgelegte Mikrogasleitung wird von der Biogasanlage in Rothenkirchen, Rambin gespeist.¹⁰³

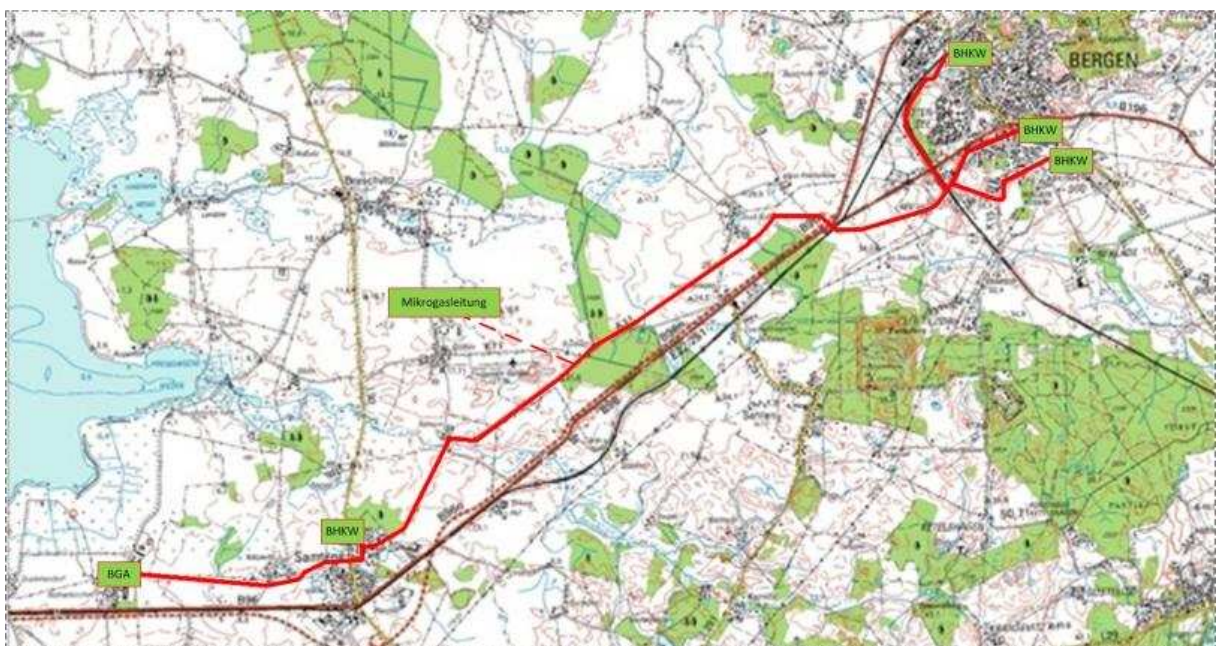


Abbildung 6-2: Mikrogasleitung Bergen-Rambin

Weiterhin betreibt die EWE in Bergen ein Erdgasheizwerk mit einer Kesselleistung von 13.500 kW. Zusätzlich ist ein Biogas-BHKW mit einer Leistung von 800 kW_{th} und 620 kW_{el} installiert. Der Biogasanteil zur Wärmeerzeugung beträgt 32,80 %. Angeschlossen sind 54 Abnahmestellen mit einer Wärmeleistung von 9.673 kW und einer jährlich abgenommenen Wärmemenge von 18 GWh.

¹⁰³ http://www.x-concept.eu/referenzen_3.htm

Abbildung 6-3 zeigt die Lage der Mikrogasleitung im Süden von Bergen. Das in der südlich gelegenen Biogasanlage produzierte Gas wird teilweise vor Ort einem BHKW zugeführt und teilweise über die Leitung in einem weiteren nördlich gelegenen BHKW im Heizhaus der RHT genutzt.



Abbildung 6-3: Mikrogasleitung Bergen (eigene Darstellung)

2. Binz

Zu den Wärmenetzen in Binz liegen keine Daten vor. Bekannt ist lediglich, dass hier ein im Jahre 1995 errichtetes und 2009 erneuertes Heizwerk von der EWE betrieben wird. Der mit Erdgas versorgte Heizkessel hat eine Leistung von 15.000 kW. Das angeschlossene BHKW hat eine thermische Leistung von 800 kW und eine elektrische Leistung von 620 kW. Von dem Heizwerk Binz gehen 46 Abnahmestellen ab, die insgesamt eine Wärmeleistung von 13.126 kW haben. Jährlich wird so eine Wärmemenge von 22,73 GWh abgenommen.

3. Putbus

Die zwischen Putbus und Pastitz gelegene Wärmetrasse versorgt 225 Haushalte, eine Schule, eine Turnhalle und eine Begegnungsstätte mit Nahwärme aus der Biogasanlage in

Pastitz. Hier werden ca. 2.000 MWh KWK basierter Wärme pro Jahr aus der Biogasanlage in Pastitz verbraucht.¹⁰⁴ Das ca. 3 km lange Wärmenetz wird von der RHT betrieben. In Abbildung 6-4 ist der Verlauf Wärmetrasse als rote Linie dargestellt. Zudem ist der genaue Standort der Biogasanlage Pastitz zu erkennen. Auch in Putbus besteht ein Heizwerk, betrieben von der Wärmeversorgung Putbus (WVP), welches 225 Wohneinheiten mit Wärme versorgt.

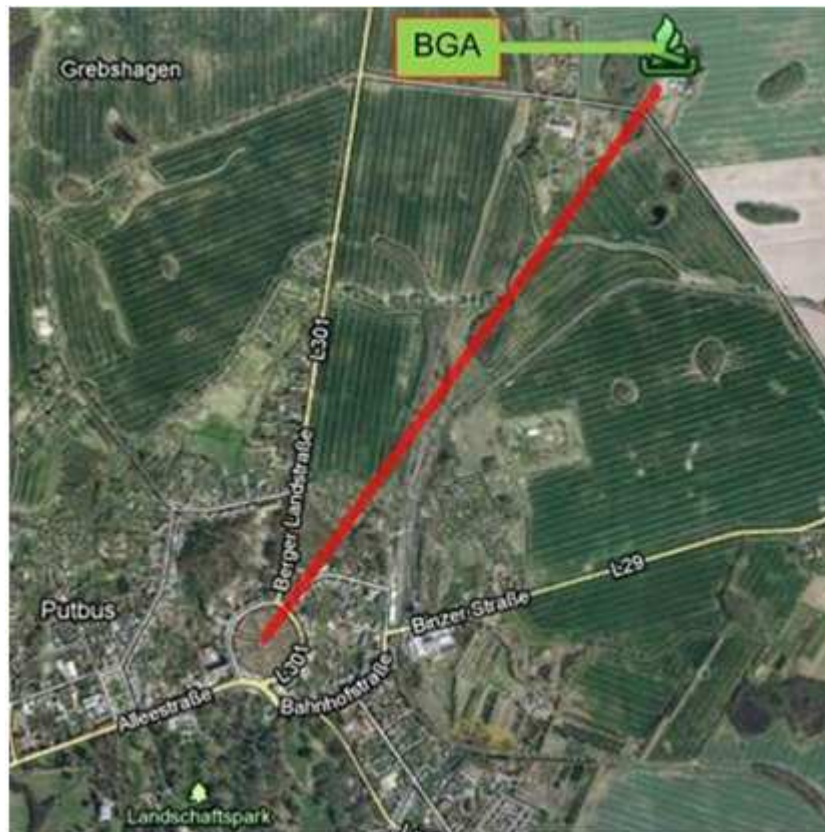


Abbildung 6-4: Wärmenetz Putbus (eigene Darstellung)

4. Samtens

Zum Wärmenetz in Samtens liegen keine Daten vor.

5. Sellin

In Sellin wird ein Heizwerk von der EWE betrieben, welches eine Heizkesselleistung von 8.000 kW hat. Die Leistung des BHKW beträgt 600 kW_{th} und 404 kW_{el}. Der Biogasanteil, also der KWK-Anteil zur Wärmeerzeugung beträgt bei dieser Anlage 35 %. Die 31 Abnahmestellen haben eine Leistung von 5.240 kW und es wird eine jährliche Wärmemengenabnahme von 10,2 GWh erreicht.

6. Sassnitz

¹⁰⁴ E-Mail: Re: Klimaschutzkonzept Rügen - Teilkonzept integrierte Wärmenutzung von Martin Ratzke (RHT)

Sassnitz wird von der Wärmeversorgung Rügen (WVR) versorgt. Abbildung 6-5 zeigt deren Zuständigkeitsbereich bzw. die angeschlossenen Wärme- und Warmwasserversorgungsanlagen. Die WVR versorgt Gebiete in Sassnitz, Sagard und Bergen. Die folgende Datenaufstellung ist der Homepage entnommen. Eine genauere Aufstellung der Daten war nicht zu bekommen.

- „vier Heizhäuser mit 25,3 MW installierter Erzeugerleistung,
- vier BHKWs mit insgesamt 153 kW elektrischer und 133 kW thermischer Leistung
- 40 Anlagen im Wärme-Direkt-Service mit 3,5 MW installierter Leistung
- 160 Hausanschlussstationen
- 23 km Fernwärmeleitung.“¹⁰⁵



Abbildung 6-5: Wärmenetz Sassnitz (eigene Darstellung)

7. Sagard

Auch in Sagard betreibt die Wärmeversorgung Rügen ein Wärmenetz. In Abbildung 6-6 ist das Netz der Versorgungsanlagen bzw. der Zuständigkeitsbereich rot eingezeichnet.

¹⁰⁵ <http://www.waermeversorgung-ruegen.de/>



Abbildung 6-6: Wärmenetz Sagard (eigen Darstellung)

6.1.3 Biogasanlagen

Auf Rügen sind derzeit vier Biogasanlagen in Betrieb, welche über angeschlossene BHKWs Strom und Wärme in angeschlossene Netze einspeisen. Eine weitere Biogasanlage verfügt über eine angeschlossene Gasaufbereitungsanlage, von wo aus aufbereitetes Biogas in das Gasnetz eingespeist wird.

1. Bergen

Die Biogasanlage in Bergen wird von der C4 Energie AG betrieben. Sie produziert jährlich 5,1 Mio. Nm³ Biogas und hat eine elektrische Leistung von 2 x 625 kW. Ein BHKW wird direkt am Standort der BGA (Ahornstraße 12) und ein zweites ca. 1,5 km weiter nördlich via Mikrogasleitung im Heizhaus der RHT betrieben. Insgesamt werden 9,75 Mio. kWh Strom und 7,5 Mio. kWh Wärme produziert womit über 2.000 Haushalte versorgt werden.¹⁰⁶

2. Sagard

In Sagard betreibt die Jasmunder Milcherzeugungs-GmbH eine Biogasanlage. Diese Anlage kann eine Rohbiogasmenge von ca. 1.400 m³/h erzeugen und somit ca. 62 Mio. kWh pro Jahr in das Gasnetz einspeisen.

3. Putbus

¹⁰⁶ <http://www.c4energie.de/index.php?id=89>

Bei dieser 1996 von der AEP, Alternative Dünger- und Energieproduktion Putbus, gebauten Biogasanlage handelt es sich um eine Anlage zur Vergärung von Abfall. Diese hat eine Biogasproduktion von 3,8 Mio. m³ im Jahr und eine genehmigte Leistung von 1460 kW. Mit dem Gas werden drei BHKWs betrieben und somit durchschnittlich 1.000 kW_{el.} erzeugt. Die Stromerzeugung beläuft sich auf 8,7 GWh und die Wärmeerzeugung auf ca. 12,1 GWh im Jahr. Über die ca. 3 km lange Wärmetrasse nach Putbus werden mehrere Gebäude versorgt¹⁰⁷ (vgl. Kapitel 6.1.2 Punkt 3).

4. Ramin

Die Biogasanlage in Ramin wird wie die Anlage in Bergen von der C4 Energie AG betrieben. Sie produziert jährlich rund 8.2 Mio. Nm³ Biogas und hat eine elektrische Leistung von 2.400 kW. Diese wird von vier BHKWs erzeugt, wovon sich eins in Samens, der östlich gelegenen Nachbarsiedlung, befindet. Die übrigen drei befinden sich in Bergen. Gespeist werden diese BHKWs über eine 18 km lange Mikrogasleitung.¹⁰⁸

6.1.4 Einzelfeuerstätten

Die Einzelfeuerstätten werden vorwiegend mit Gas befeuert. Von etwa 11.500 Primärheizungen sind rund 8.000 Gaskessel und fast 3.000 Ölkessel. Die restlichen teilen sich auf die Brennstoffe Kohle, Holz, Strom usw. auf. Weiterhin sind mehr als 21.000 Heizanlagen als Sekundärheizungen installiert. Etwa 40% davon (8.500) sind Gasheizungen, 20% (4.200) Ölheizungen und 10% (2.100). Die restlichen 30% (6.300) teilen sich auf weitere Brennstoffe wie Holz und Kohle auf. (vgl. Kapitel 2.1.2)

6.2 Wärmesenken und –quellen

Signifikante Wärmesenken und –quellen ergeben sich zumeist aus ansässigem Gewerbe und verschiedenen Industriezweigen. Für die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes sind aber auch hier die kommunalen Liegenschaften von Interesse, auf die man direkten Einfluss hat und mit denen man eine Vorbildfunktion für die von Landesseite aus nicht direkt beeinflussbaren Akteure aus Gewerbe, Industrie und den privaten Haushalten ausüben kann. Im Folgenden sind die relevanten Bereiche für die Insel Rügen dargestellt.

6.2.1 Kommunale Liegenschaften

Die eigenen kommunalen Liegenschaften bieten dem Landkreis die Möglichkeit der direkten Umsetzung von Maßnahmen. Erhoben werden sollten diejenigen Liegenschaften auf der Insel Rügen, welche sich im Eigentum des Landkreises oder der Ämter und kreisfreien

¹⁰⁷ <http://www.biogasanlage-ruegen.de/>

¹⁰⁸ <http://www.c4energie.de/index.php?id=139>

Städte befinden. Daten wurden übermittelt vom ehemaligen Landkreis Rügen und von der Stadt Binz. In beiden Fällen sind bereits viele Gebäude an eine Nahwärmeversorgung angeschlossen. Da bei beiden Netzen keine Pläne vorliegen, kann an dieser Stelle keine exakte Aussage über die verbleibenden Gebäude getroffen werden. In allen Fällen ist ein Anschluss an das Nahwärmenetz spätestens beim Heizungsaustausch zu prüfen. In Bergen betrifft das die Gebäude:

- Landratsamt,
- Rügen Kleinbahn,
- Feuerwehrleitstelle
- Rugardstraße 12,
- Kreisvolkshochschule,
- EMA Gymnasium und
- Frauentreff / Musikschule.

Alle Gebäude befinden sich im Eigentum des Landkreises. Dieser hat auch Gebäude in Sassnitz, welche nicht an eine Nahwärmeversorgung angeschlossen sind. Hierbei handelt es sich um

- die Förderschule Sassnitz,
- die berufliche Schule mit Wohnheim sowie
- das Internat.

Schließlich sind in Binz noch weitere kommunale Gebäude bekannt, welche sich im Einflussbereich der Stadt befinden und nicht an eine Nahwärmeversorgung angeschlossen sind:

- Stadionvereinshaus „Stadion der Einheit“
- Sporthalle I
- Grundschule Binz
- Feuerwehgerätehaus

Die vollständige Liste der Liegenschaften befindet sich im Anhang.

6.2.2 Relevante Unternehmen/Wirtschaftszweige

Der größte und wichtigste Wirtschaftszweig auf der Insel Rügen ist der Tourismus. Durch den Betrieb der vielen Hotels entsteht ein hoher Wärmebedarf. Einerseits durch den Heizwärme- und Warmwasserbedarf für die Feriengäste, andererseits auch durch nachrangige Verbraucher, wie z.B. Wäschereien.

Gemeinsam mit dem Auftraggeber wurden aus dem Gewerbekataster Unternehmen herausgestellt, welche einen hohen Wärmebedarf aufweisen können und somit für die Erstellung des Wärmekonzeptes von Bedeutung wären. Diese Unternehmen wurden bezüglich ihrer Bereitschaft zur Mitarbeit und zu den Energieverbräuchen abgefragt. Der Rücklauf bei mehr als 70 angefragten Unternehmen aus den verschiedenen Bereichen war sehr gering. Konkrete Daten liegen für neun Hotelbetriebe und für eine Wäscherei vor.

In größeren Hotels sind Wäschereien unter Umständen direkt integriert. Ein Großteil der Betreiber verschiedenster Ferienunterkünfte lässt allerdings die Wäsche in externen Wäschereien reinigen. Die Wäscherei „TWS Rügen GmbH“ in Sellin hat einen Energiebedarf von rund 7.000 MWh jährlich. Mit Erdgas wird hier Dampf erzeugt. Hier bietet sich ein enormes Einsparpotenzial durch die Nutzung einer Wärmerückgewinnungsanlage. Aufgrund der vergleichsweise jungen Heizungsanlage aus dem Jahr 2008 ist eher ein mittelfristiger Anschluss an das Nahwärmenetz möglich. Sofern die Lage dies zulässt, bietet dieser Anschluss eine gute Möglichkeit zur Wärmeabnahme auch im Sommer.

Auf der Insel Rügen sind mehrere Fisch- und Milchverarbeitende Industriebetriebe ansässig, welche einen Kältebedarf aufweisen. Die Anfragen an diese Betriebe wurden nicht beantwortet, sodass keine Aussagen über Verbräuche getroffen werden können. Die Rügen Fisch AG liegt nicht weit entfernt des vorhandenen Nahwärmenetzes in Sassnitz. Hier soll überprüft werden, in wie weit ein Anschluss an dieses Nahwärmenetz – sofern nicht bereits geschehen - möglich ist, um vor allem auch im Sommer eine Wärmeabnahme zu garantieren.

Die Euro-Baltic Fischverarbeitungs GmbH hat ihren Sitz im Fährhafen Sassnitz und liegt relativ weit von einem vorhandenen Nahwärmenetz entfernt.

In Middelhagen befindet sich die Mönchguter Hofbrennerei „zur Strandburg“. Auch hier konnte der Energiebedarf nicht ermittelt werden. Dennoch kann hier, je nach Größe des Betriebs, eine vergleichsweise große Wärmesenke bestehen.

6.2.3 Ausbaupotenzial für Fern- und Nahwärme

Ausbau vorhandener Nahwärmenetze

Aufgrund der schwachen Datenlage sind Abschätzungen zur Erweiterung der vorhandenen Nahwärmenetze nur schwer zu treffen. Grundsätzlich ist eine sukzessive Erhöhung der Anschlussquote anzustreben. Dabei sollten alle noch nicht an die Nahwärmenetze angeschlossenen öffentlichen Gebäude spätestens bei einem anstehenden Heizungsaustausch auf diesen Anschluss hin geprüft werden. In Bergen betrifft das die Gebäude

- Landratsamt,
- Rügen Kleinbahn,
- Feuerwehrleitstelle
- Rugardstraße 12,
- Kreisvolkshochschule,
- EMA Gymnasium und
- Frauentreff / Musikschule.

Alle Gebäude befinden sich im Eigentum des Landkreises. Dieser hat auch Gebäude in Sassnitz, welche nicht an eine Nahwärmeversorgung angeschlossen sind. Hierbei handelt es sich um

- die Förderschule Sassnitz,
- die berufliche Schule mit Wohnheim sowie
- das Internat.

Schließlich sind in Binz noch weitere kommunale Gebäude bekannt, welche sich im Einflussbereich der Stadt befinden und nicht an eine Nahwärmeversorgung angeschlossen sind:

- Stadionvereinshaus „Stadion der Einheit“
- Sporthalle I
- Grundschule Binz
- Feuerwehgerätehaus

In Sassnitz ist nahe der von uns ermittelten Lage des Wärmenetzes ein Fischereibetrieb ansässig (Fischereibetrieb Sassnitz). Der Anschluss an das Nahwärmenetz kann zusammen mit dem Unternehmen geprüft werden, um so das Netz zu erweitern und unter Umständen einen weiteren Wärmeabnehmer auch im Sommer zu erschließen.

Das Nahwärmenetz in Sagard kann auf den Bereich südlich des bisherigen Verlaufs erweitert werden. Die Ortslage ist nach den vorliegenden Erkenntnissen nicht erschlossen und bietet die Möglichkeit einer Erweiterung. Hierbei handelt es sich um reine Wohnbebauung. Geht man von einer Erweiterung des Netzes an den anliegenden Straßen aus (Töpferberg, Brunnenau und teilweise August-Bebel-Str.) so können etwa 60 weitere Einfamilienhäuser erschlossen werden. Was bei einer Anschlussquote von 50% einem Wärmeabsatz von etwa 530 MWh entspricht.

Errichtung neuer Nahwärmenetze

Mehrere Ortschaften haben ein Interesse an der Errichtung von Nahwärmenetzen bekundet. Dies erfolgte auch innerhalb der landesweiten Strategie zur Entwicklung von 500 (Bio)EnergieDörfern in Mecklenburg-Vorpommern. Hierbei handelt es sich um die Orte Gingst, Lancken-Granitz und Rappin. Aufgrund der schwierigen Haushaltslage der Kommunen sind konkrete Planungen noch nicht erfolgt. Hier könnte der zukünftige Klimamanager zusammen mit dem zuständigen Planungsbüro weitere Anstrengungen zur Projektentwicklung bzw. zur Erstellung der erforderlichen Machbarkeitsstudien übernehmen, da auch die Bewilligung beantragter Fördermittel des Landes für die Erarbeitung entsprechender Konzepte seit längerer Zeit noch nicht erfolgt ist.

Basierend auf der jeweiligen Anzahl der Wohngebäude¹⁰⁹ sind im Folgenden die Rahmendaten für die Netze abgeschätzt. Die Energieträger werden auf Basis der ermittelten Biomassepotenziale vorgeschlagen. Eine genaue Verortung dieser fällt aber aufgrund der Datenermittlung, die zu einem Großteil lediglich mit statistischen Daten für die gesamte Insel möglich war, sehr schwer.

Es wird davon ausgegangen, dass die im Folgenden genannten Nahwärmenetze mit einer Biogasanlage beheizt werden (vgl. Kapitel 10). Die Anzahl der angeschlossenen Gebäude wird mit 50% des Gebäudebestandes der Ortschaften quantifiziert, da sich diese oft als vergleichsweise weitläufig darstellen und davon ausgegangen wird, dass sich das Netz auf zusammenhängende Ortskerne bezieht. Die eigentliche Anschlussquote direkt an das Netz sollte, um einen wirtschaftlichen Betrieb zu garantieren, etwa 70% betragen.

Gingst

Gingst besteht aus 361 Wohnhäusern, welche sich auf 304 Ein- und Zweifamilienhäuser sowie 57 Mehrfamilienhäuser aufteilen. Der durchschnittliche Energiebedarf ergibt sich daraus zu rund 8.750 MWh jährlich. Daraus ergibt sich ein Energiebedarf von etwa 4.400 MWh der über Nahwärme gedeckt werden kann. Der Grundlastkessel benötigt hierfür eine Leistung von knapp 1 MW. Spitzenlastkessel können –sowohl hier als auch in weiteren

¹⁰⁹ Daten statistisches Landesamt Mecklenburg Vorpommern, Stand 31.12.2010

Nahwärmenetzen- mit Gas betrieben werden, was sich aufgrund des Verhältnisses der Investitionskosten zur erzeugten Energie voraussichtlich am wirtschaftlichsten darstellt. Der Anteil, der so mit Gas erzeugten Energie beträgt bei einem Verhältnis der Grundlastleistung zur Spitzenlastleistung von 30 bis 50% ca. 10 bis 30% der Gesamtenergie.¹¹⁰ In Gingst wurden bereits Überlegungen hinsichtlich einer Biogaseinspeisung bzw. eines Wärmekonzeptes für die Schulen durchgeführt. Diese sollten bei der weiteren Planung berücksichtigt werden.

Lancken-Granitz:

In Lancken-Granitz stehen 202 Wohngebäude. (185 EFH; 17 MFH). Der Energiebedarf ergibt sich daraus zu etwa 4.300 MWh/a. 2.150 MWh/a davon können unter den beschriebenen Rahmenbedingungen durch den Einsatz eines Nahwärmenetzes erzeugt werden. Die Aufteilung der Kesselgrößen läge hier bei ca. 0,5 MW für die Grundlast und ca. 1 MW für die Spitzenlasten.

Rappin:

Rappin besteht aus 120 Wohngebäuden (107 EFH; 13 MFH), woraus sich ein Energiebedarf von 2.665 MWh ergibt- Durch Nahwärme können hier rund 1.300 MWh jährlich ersetzt werden. Die benötigten Wärmeleistungen der Energieerzeuger liegen dann bei etwa 0,3 MW für die Grundlast und 0,8 MW für die Abdeckung der Spitzenlast. Aufgrund der weitläufigen Lage der Bebauung ist hier neben Biogas auch die Möglichkeit einer Kombination unterschiedlicher erneuerbarer Energieträger (z.B. Holz, Solarthermie) denkbar. Dies muss bei der Erarbeitung einer Machbarkeitsstudie geprüft werden.

6.3 Zusammenfassung Wärmenutzung

Die Wärmeversorgung der Ortschaften auf der Insel Rügen wird zu einem Großteil über Erdgas garantiert. Mehrere Orte nutzen dieses auch zur Wärmelieferung über Nahwärmenetze. Andere Nahwärmenetze werden darüber hinaus aus Biogasanlagen gespeist. Die Verortung von weiteren Wärmesenken – und quellen gestaltet sich zum jetzigen Zeitpunkt aufgrund der geringen Datenlage als sehr schwierig. An diesem Punkt muss zukünftig angesetzt werden, um so alle Akteure in einem Netzwerk zu binden und so weitere Optimierungsmöglichkeiten zu erarbeiten. So können aufgrund fehlender Netzpläne der Nahwärmenetze auch bei den erfassten kommunalen Gebäuden keine Aussage dazu getroffen werden, ob der Anschluss an ein vorhandenes Nahwärmenetz möglich ist oder nicht.

¹¹⁰ Vgl. Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe, Leitfaden Bioenergie – Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen, S. 129

Konkret kann nur ein Unternehmen genannt werden, wo der Anschluss an ein Nahwärmenetz möglich erscheint. Hierbei handelt es sich um einen Betrieb zur Fischverarbeitung in Sassnitz. Weitere Angaben zum Energieverbrauch wurden uns leider nicht übermittelt.

Zur Errichtung neuer Nahwärmenetze konnten drei Ortschaften identifiziert werden, welche über dieses Projekt und über die Initiative „500 Bioenergiedörfer“ der Landesregierung von Mecklenburg-Vorpommern ihr Interesse an einer zentralen Wärmeversorgung mit Erneuerbaren Energien bekundet haben. Gingst, Lancken-Granitz und Rappin finden sich somit im Maßnahmenkatalog wieder. Diese Orte können und sollen eine Vorreiterrolle für die weiteren Ortschaften auf der Insel und im gesamten Landkreis Rügen einnehmen.

7 Klimafreundlicher Verkehr

Die Erarbeitung des Teilkonzeptes „Klimafreundlicher Verkehr in Kommunen“ wurde durch das Unternehmen Umweltplan GmbH, Stralsund, erarbeitet.

7.1 Allgemeine Ausgangssituation und Problemstellung

"Das ganze Unglück der Menschen rührt allein daher, dass sie nicht ruhig in einem Zimmer zu bleiben vermögen." Zitat von Blaise Pascal (1623 – 1662, französischer Mathematiker, Physiker, Literat und katholischer Philosoph). Was für ein „Glück“ für Gastgeber, Ingenieure, ... und die Insel Rügen, das „Tourismusschlachtschiff“ von Mecklenburg-Vorpommern!

Damit einher geht aber auch die bittere Erfahrung, dass der wahre Wert einer Sache erst vollends bewusst wird, wenn man diese nicht mehr voll besitzt! Das trifft auch auf die „Mobilität“ im verkehrlichen Sinne zu, diese gewinnt insbesondere auf Deutschlands größter Insel immer mehr an Bedeutung und wird mehr und mehr zum wertvollen Gut.

Rügen ist eine Tourismusdestination und stark von diesem Wirtschaftszweig abhängig!

Die Insel Rügen kann mit einem außerordentlich hohen Freizeit- und Erholungswert aufwarten. Nicht zuletzt wegen ihrer verschiedenartigen Schutzgebiete wird sie gemeinhin als landschaftlich reizvoll und intakt wahrgenommen. Dieses „grüne“ Image und die vorhandene touristische Infrastruktur haben insbesondere in den letzten Jahren zu einem rasanten Anstieg des Tourismus auf bis zu 1,45 Mio. Urlaubsgäste und etwa 7,6 Mio. Übernachtungen im Jahr 2009 bewirkt. Rund 60.000 Betten stehen für die Gäste bereit. Diese Zahlen verdeutlichen die starke Abhängigkeit vom Wirtschaftszweig Tourismus.

Die attraktive Landschaft und Naturlandschaft ist Rügens größtes Potenzial, das es als wirtschaftliche Grundlage zu erhalten gilt. Aufgrund des zunehmenden motorisierten Individualverkehrs (MIV) ist die Insel jedoch von hohen Schadstoffausstößen, Verkehrslärm und damit einer sinkenden Erholungsqualität bedroht. Der Erhalt der einzigartigen Landschaft bei gleichzeitigem Ausbau des touristischen Angebotes gehört deshalb derzeit zu den Kernpunkten der regionalen Entwicklungspolitik.

7.1.1 Kommunalpolitische Zielsetzung

Als Kommunalpolitische Zielsetzung hat 2007 der Kreistag Rügen ein Regional-Leitbild zur Entwicklung der Insel Rügen verabschiedet. Darin wird für die Entwicklung der Verkehrssituation auf Rügen die *„optimale Anbindung Rügens durch Ausbau des Schienen-, Straßen-, Schiffs- und Flugverkehrs und eine dauerhafte Sicherung der Mobilität für alle Menschen ohne Primat des Autos“* angestrebt. So soll durch das Schaffen *„breiter Angebote zur Verkehrsberuhigung sowie umweltfreundlicher und energiesparender Techniken für eine*

„höhere Lebens- und Erholungsqualität“ gesorgt werden. (siehe Regional-Leitbild Rügen, www.kreis-rueg.de)

Ziel ist es, ein Gleichgewicht zwischen geringer Klima- und Umweltbelastung und wirtschaftlichem Mehrertrag auf einem möglichst hohen Niveau zu bilden. Gerade der touristische Verkehr steht dabei im Fokus aller Aktivitäten, da er sich in den letzten Jahren zum vordringlichsten Spannungsfeld entwickelt hat. Insbesondere die Überlagerung des Normalverkehrs mit den Tourismusströmen führen in der Hauptsaison zu täglichen Stauerscheinungen, welche mit negativen Auswirkungen auf die Erholungswirkung sowie auf die Mobilität von Touristen, Bevölkerung und sonstiger Akteure einhergehen.

Verkehrsverbindungen nach Rügen, auf Rügen und um Rügen herum

Auto, Bahn, Autozug, Bus, Fähre, Flugzeug, Schiff - nach Rügen kommen Urlauber mit nahezu allen Verkehrsmitteln. Allerdings ist der bequemste Weg nicht immer der mit dem eigenen Auto. Das Straßennetz kann in den weithin naturgeschützten Gebieten nicht beliebig erweitert werden. Gerade in der Hauptsaison kann dies zum Teil „Stop-and-Go-Verkehr“ schon am Rügendamm bedeuten. Und einige Gebiete, wie Hiddensee, sind auch von vornherein nicht mit dem Auto befahrbar. Die Bahnverbindungen nach Rügen sind jedoch sehr gut und für Beweglichkeit auf der Insel sorgt ein gesunder Mix aus öffentlichen Verkehrsmitteln, Schiffstouren, Shuttleangeboten der Gastgeber, Busunternehmen oder Radrouten.

Quelle: Rügeninfo spezial; Tourismusverband Rügen e.V. & Tourismuszentrale Rügen GmbH

7.1.2 Verkehrliche Ausgangssituation

Rügen verfügt über eine sehr gute äußere Anbindung an das deutsche Autobahnnetz und das Transeuropäische Straßennetz, die in den nächsten Jahren durch die Fertigstellung der B 96n auf der Insel Rügen sowie den Bau der Ortsumgehung Bergen vervollständigt wird. Die Leistungsfähigkeit der Straßenanbindung an die südöstlichen Urlauberregionen der Insel (ca. 70% aller Übernachtungen) wird damit wesentlich verbessert. Eine Zunahme der ohnehin bereits sehr hohen Belastungen durch den MIV und den Rückstau in einer der am stärksten frequentierten Tourismusregionen im Biosphärenreservat Südost-Rügen ist auf Grund der „Sackgassensituationen“ dennoch zu erwarten.

Im Straßenverkehr auf der Insel führt die Überlagerung des Normalverkehrs mit den Tourismusströmen und den Hinterlandverkehren der Häfen bereits heute in der Hauptsaison zu erheblichen Stauerscheinungen mit negativen Auswirkungen auf die Umwelt und die Erholungsqualität der Insel, die Erreichbarkeit der Seehäfen und den Normalverkehr der Bevölkerung und der ansässigen Betriebe.

Neben der allgemeinen Zunahme des Tourismus sorgen im wesentlichen zwei Entwicklungen für zunehmende saisonale Verkehrsprobleme: Die durchschnittliche Anzahl der Urlaubstage ist, dem Bundestrend folgend, leicht rückläufig und liegt derzeit bei unter 5 Tagen, d.h. der An- und Abreiseverkehr nimmt proportional zu. Einen wesentlichen Einfluss

auf die Mobilitätsbedürfnisse hat auch die Ausweitung der Erlebnis- und Freizeitangebote, die zudem mittlerweile nahezu wetterunabhängig wahrgenommen werden.

Die Verteilung von Übernachtungs- und Ausflugsdestinationen auf Rügen ist stark disproportional. So finden im Bereich Mönchgut-Granitz/Ostseebad Binz (Südostrügen) ca. 70% aller Übernachtungen statt. Wesentliche Ausflugsziele wie (Besucherzahlen, Quelle: IVK 2008)

- UNESCO Weltnaturerbe Nationalpark Jasmund mit dem Königsstuhl mit jährlich über 0,3 Mio. Besuchern,
- Flächendenkmal Kap Arkona mit ca. 0,8 Mio.,
- autofreie Insel Hiddensee mit ca. 0,5 Mio.,
- Störtebekerfestspiele in Ralswiek mit ca. 0,36 Mio. oder
- UNESCO Weltkulturerbe Hansestadt Stralsund mit ca. 1,5 Mio. Tagesbesuchern

befinden sich außerhalb der Übernachtungsorte und an der Peripherie der Insel. Darin liegt u.a. einer der Gründe für das ausgeprägte Mobilitätsbedürfnis. Mobilität ist insbesondere in ländlichen Gegenden Grundvoraussetzung dafür, dass Einwohner und Gäste ihre Bedürfnisse befriedigen können. Alternative, aber vor allem sich selbsttragende Konzepte sind gefragt.

7.2 Bestandsanalyse

7.2.1 Verkehrsinfrastruktur

7.2.1.1 Straße

Der Landkreis Rügen verfügt über 1.474 km Straße, die entsprechend der Baulastträgerschaft wie folgt zu klassifizieren sind [Quelle: Statistisches Jahrbuch, 2010]:¹¹¹

76 km	Bundesstraßen	B 96; B 196
196 km	Landesstraßen	L 29, L 30, L 293, L 301, L 302, L 303
102 km	Kreisstraßen	RÜG 1 bis 16
1.100 km	Gemeindestraßen	

Die straßenseitige Anbindung an das deutsche Autobahn- und Bundesstraßennetz und somit die Erreichbarkeit des Festlandes ist über die B 96/ Strelasundbrücke gegeben.

(B 105 bzw. B 96/A 20-Rügenzubringer → Stralsund → Strelasundbrücke → Altefähr)

¹¹¹ Statistisches Jahrbuch 2010

Die Verkehrsverteilung auf der Insel Rügen erfolgt über die Hauptverkehrsachsen, wobei die B 96 als überregionale Verbindungsstraße und die übrigen Bundes-, Landes- und Kreisstraßen als regionale Verbindungsstraßen einzustufen sind.

B 96	Stralsund - Bergen/Rügen - Sassnitz/Mukran
B 196	Bergen/Rügen - Serams - Sellin - Göhren (Mönchgut)
L 30	Abschnitt Nord: Sassnitz - Glowe - Wiek - Fähre Wittow
	Abschnitt Süd: Fähre Glewitz - Garz - Samtens - Gingst - Fähre Wittow
L 29/L 293	Altefähr - Garz - Putbus - Binz - Sassnitz (alte Bäderstraße)

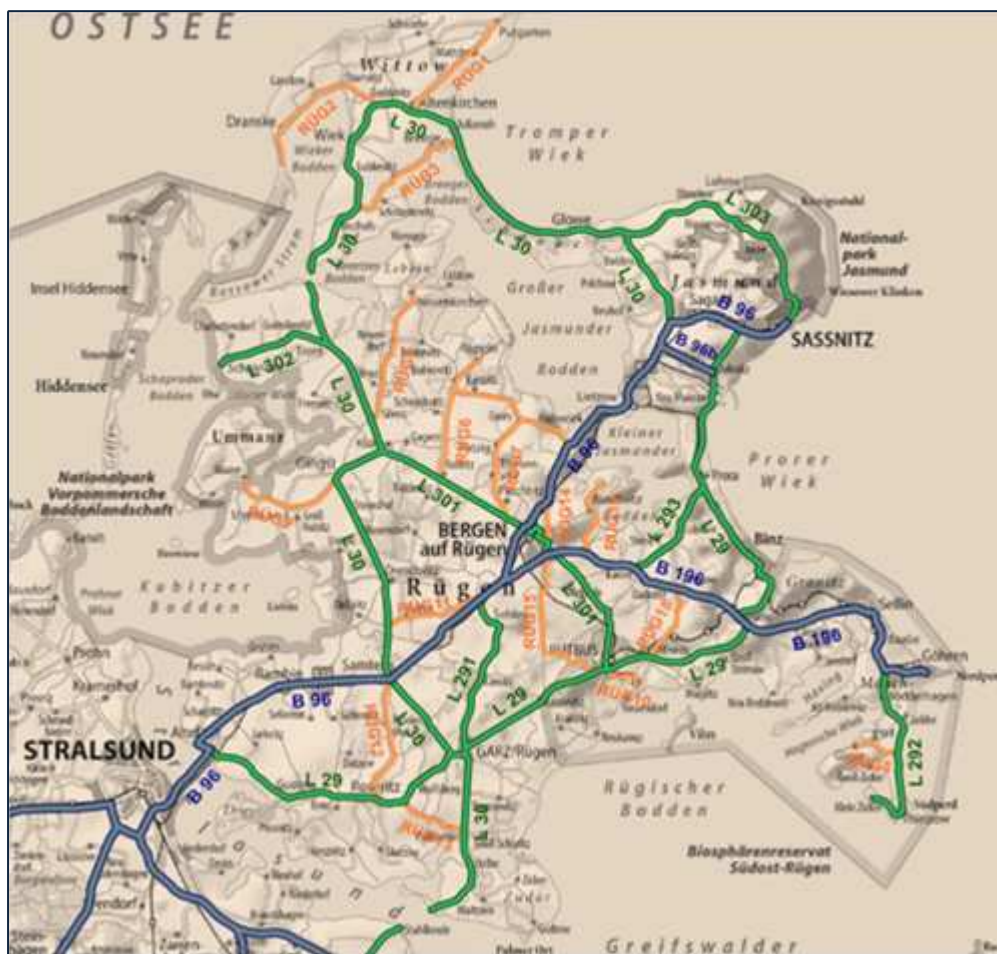


Abbildung 7-1: Straßennetz Rügen (Bestand 2011)

Die in den nächsten Jahren geplante Fertigstellung der B 96n auf der Insel Rügen sowie der Bau der Ortsumgehung Bergen werden das Straßennetz vervollständigen und zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit beitragen (Abbildung 2-2).

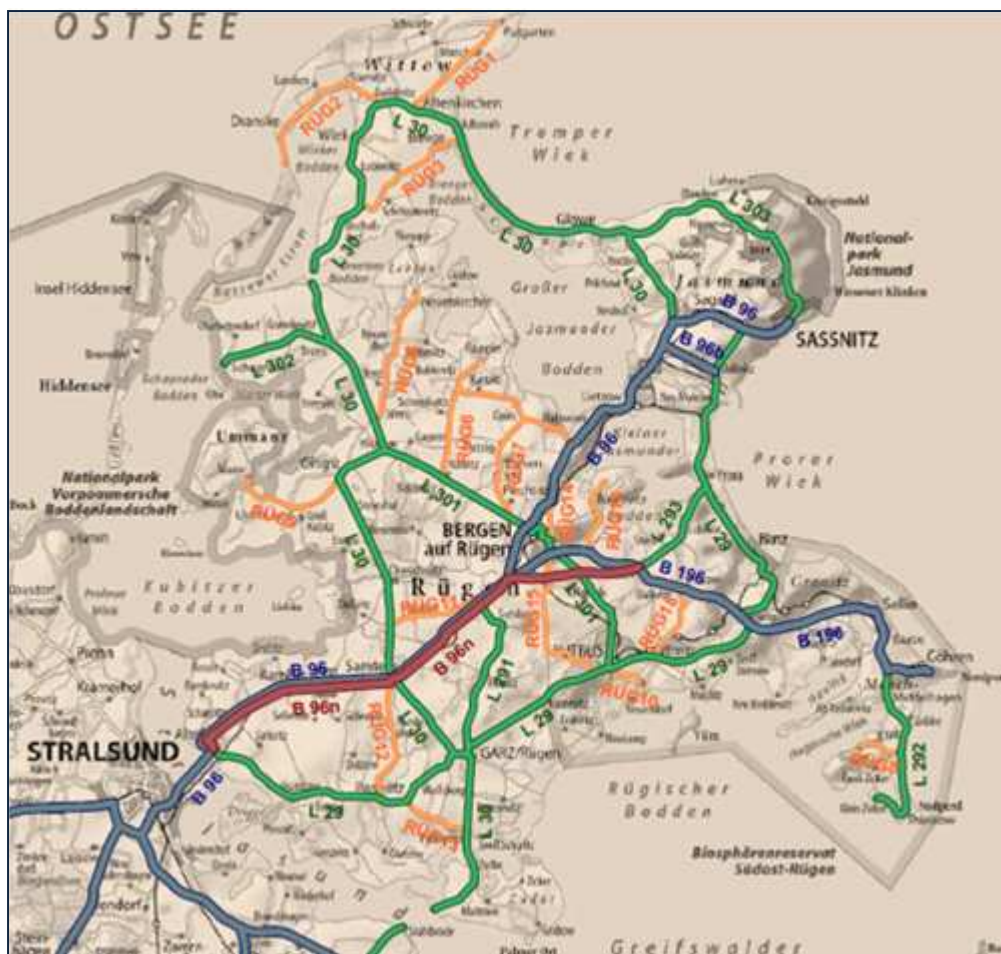


Abbildung 7-2: Straßennetz Rügen (Planung)

7.2.1.2 Fährverbindungen/ Schiffsverkehr

Die Fährverbindungen Grewitz ↔ Stahlbrode, Schaprode ↔ Hiddensee sowie die Wittower Fähre ergänzen das Straßennetz im Untersuchungsraum und haben somit fundamentale Bedeutung für die Erreichbarkeit bestimmter Orte/Inseln, verbindende als auch entlastende Funktion für das Straßennetz.

Mit 53 Häfen, von denen 22 Sport- und Yachthäfen sind, ist Rügen an das überregionale und regionale maritime Netz angeschlossen. Der Hafen Mukran mit seinen Fährverbindungen nach Trelleborg, Rönne/Bornholm, Klaipeda, Ust-Luga/St.

Fährverbindungen / Schifflinien

- von Sassnitz-Fährhafen: Trelleborg/Schweden; Bornholm/Dänemark; Klaipeda/Litauen;
- von Schaprode: Verbindung zur Insel Hiddensee
- von Seebrücken: Binz, Sellin, Göhren (örtliche Aushänge)
- von Breege, Lietzow, Ralswiek, Wiek: Ausflüge nach Hiddensee
- von Altefähr: Personenfähre nach Stralsund (Mai bis Oktober)
- von Grewitz/Stahlbrode: Autofähre im Süden der Insel (Anbindung zur B 96 oder über die Deutsche Alleenstraße als Entlastung für den Rügendamms)
Beförderungskapazität ca. 44 PKW, Abfahrten: 01. 04. – 31. 10.
Beginn: täglich 06. 00 Uhr, letzte Überfahrt: täglich 21. 40 Uhr. Die Fähren fahren alle 20 Minuten von Stahlbrode und Grewitz, bei Bedarf Pendelverkehr.
- von Vasschwitz/Trent: Wittower Fähre / Autofähre zur Halbinsel Wittow. Beförderungskapazität ca. 22 PKW Abfahrten: ganzjährig ab 5.50 Uhr, im Frühjahr und Herbst bis 20.00 Uhr, in der Saison bis 21.00 Uhr und im Winter bis 19.00 Uhr.

Quelle: Rügeninfo spezial; Tourismusverband Rügen e.V. & Tourismuszentrale Rügen GmbH

Petersburg hat dabei eine zentrale Bedeutung.

Weitere Schifffahrtsunternehmen wie die Weiße Flotte, oder Fahrgastreederei Lenz übernehmen wichtige Transportfunktionen mit hohem touristischen Erlebniswert zwischen den Häfen Altefähr und Stralsund, Schaprode, Wiek, Dranske und Hiddensee, Glewitz und Stahlbrode, Putbus - Insel Vilm – Baabe (Bollwerk). In der Saison verkehren weiterhin Fahrgastschiffe der Reedereien Ostsee-Tour und Kipp zwischen Breege und Hiddensee, Sassnitz und den Bäderorten Binz, Sellin und Göhren, Breege und Ralswiek sowie der Boddenreederei zwischen Gager und Peenemünde.

7.2.1.3 Flugverkehr

Die Anreise nach Rügen mit dem Flugzeug ist nicht direkt möglich. Flugverbindungen nach Rostock/Laage werden von Köln-Bonn, Stuttgart, München, Frankfurt und Zürich angeboten. Von Rostock/Laage aus verkehren Shuttle-Busse in die Urlauberorte auf der Insel.

7.2.1.4 Bahnverbindungen

Die Anbindung der Insel Rügen an das Schienenfernverkehrsnetz der DB AG ist mit den täglich angebotenen ICE-Verbindungen über Stralsund nach Bergen/Rügen und Binz gegeben.

Der regionale Schienennahverkehr wird durch die stündlich verkehrenden Regionalzüge der Deutschen Bahn von Stralsund nach Sassnitz und Binz realisiert. Zwischen Bergen und Lauterbach Hafen verkehren die Züge der OLA im Stundentakt und haben einen Anschluss an das Schienennetz der DB und des Rasenden Rolands, der ebenfalls im Stundentakt zwischen Göhren und Putbus fährt

DB-Verbindungen:

- Stralsund Hbf - Bergen - Sassnitz oder Fährhafen Sassnitz (weiter mit der Fähre nach Trelleborg/Schweden)
 - Bergen - Putbus - Lauterbach
 - Bergen - Lietzow - Binz
 - IC-Verbindung nach Binz
- Servicetelefon:** 11 8 61

DB NachtZug:

Für die Fahrt nach Rügen empfehlen wir auch die Anreise über Nacht mit dem DB NachtZug von München, Würzburg, Köln, Düsseldorf und Dortmund. Informationen über den DB NachtZug sowie Beratung und Buchung in allen DB ReiseZentren und Reisebüros mit DB Lizenz, über das **DB NachtZug Servicetelefon: 01 80/5 14 15 14** von 06.00–24.00 Uhr oder unter www.dbnachtzug.de.

Quelle: Rügeninfo spezial; Tourismusverband Rügen e.V. & Tourismuszentrale Rügen GmbH

und überwiegend als Touristenattraktion von den Urlaubern genutzt wird. In den Ostseebädern Binz, Sellin, Baabe, Göhren, in Putgarten, Putbus und zu den Störtebekerfestspielen in Ralswiek verkehren zusätzliche innerörtlich Bäderbahnen.

7.2.1.5 ÖPNV

Die Rügener Personennahverkehr GmbH (RPNV) ist heute mit ca. 95 Mitarbeitern und 45 Bussen im Fuhrpark das größte Verkehrsunternehmen auf der Insel Rügen. Mit dem integralen Taktfahrplan oder touristisch vernetzten Kombi-Tickets bietet der RPNV Produkte an, die die Erreichbarkeit jedes Ortes der Insel mit dem Bus ermöglicht.

Das Angebot umfasst ein ca. 800 km langes Liniennetz mit 430 Haltestellen. 22 RPNV-Linien versorgen den ländlichen Raum bzw. das „Hinterland“ Rügens und verkehren bis zu einem Stundentakt im Sommer und im Winter.

Die Linien 20, 23 und 24 entlang der Bäderküste Rügens werden im Sommer gemäß der verdichteten Nachfrage z.T. im Viertelstunden-Takt und im Winter mit einem mind. Stundentakt befahren. Damit wird dem besonders hohen Bedarf an Mobilität zwischen den Bäderorten und bekanntesten Sehenswürdigkeiten entsprochen. Bild 2-2 zeigt die unterschiedlichen Bedienhäufigkeiten, die gemäß Nahverkehrsplan des Landkreises der regional sehr unterschiedlichen Nachfrage entsprechend gestaffelt ist.

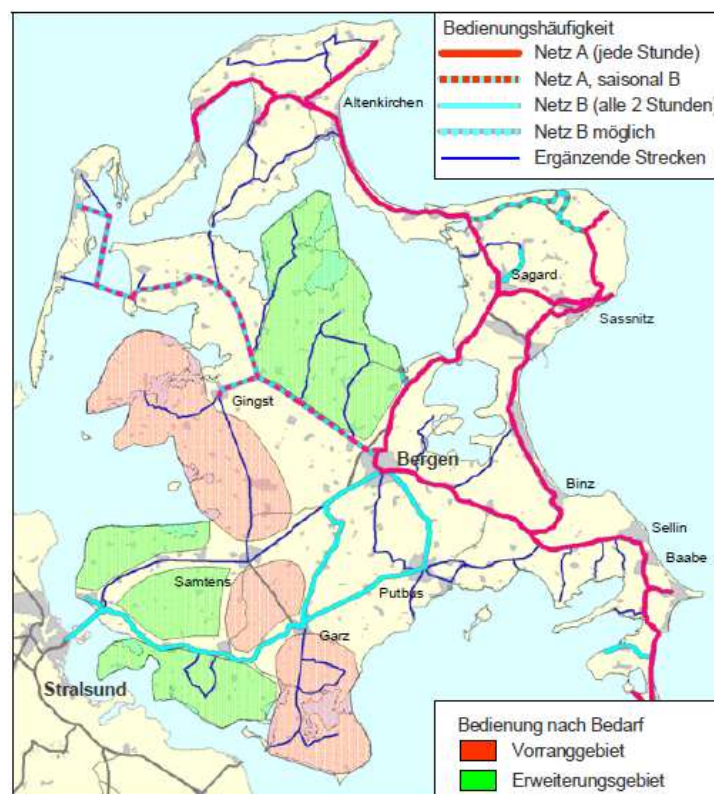


Abbildung 7-3: Bedienhäufigkeit im Busnetz (Quelle: IVK 2008)

Seit 2003 ist es möglich, mit den RADzfatz-Bussen Fahrräder auf allen Hauptlinien zu befördern. Für dieses Angebot lässt der RPNV in der Saison 2011 insgesamt 10 Fahrradanhänger täglich mehrmals über die Insel fahren.

Tabelle 7-1: Entwicklung Anzahl und Nutzung Fahrradanhänger des RPNV

Mai-Oktober	2006	2007	2008	2009	2010	2011*
Anzahl Fahrradfahrkarten	7.500	8.500	11.000	11.000	7.500	7.200
Anzahl Fahrradanhänger	6	7	8	9	10	10

* Stand August (Quelle: eigene Aussage RPNV am 02.09.2011)

7.2.1.6 Radverkehr

Rügen verfügt über zahlreiche attraktive Radwege. Das digitale Datennetz umfasst ca. 570 km Radwege, von denen gemäß IVK 2008 ca. 200 km noch für die Ansprüche der entsprechenden Zielgruppen hergerichtet werden müssen (Sanierungsbedarf).

Der Ausbau des Radwegenetzes wird mit großer Priorität von Landkreis und von Kommunen verfolgt. Kontinuierlich wird an der Verbesserung der Wege- und Beschilderungsqualität gearbeitet.

42 Verleiher decken derzeit auf Rügen den Bedarf an Leihrädern ab. Diese Anbieter sind nicht über ein gemeinsames Verleihsystem untereinander vernetzt. Seit 2010 ist Rügen „movelo-Region“ und stellt seinen Gästen an ca. 40 Verleih- und Akkuwechselstationen insgesamt über 100 Elektrofahrräder zur Verfügung.

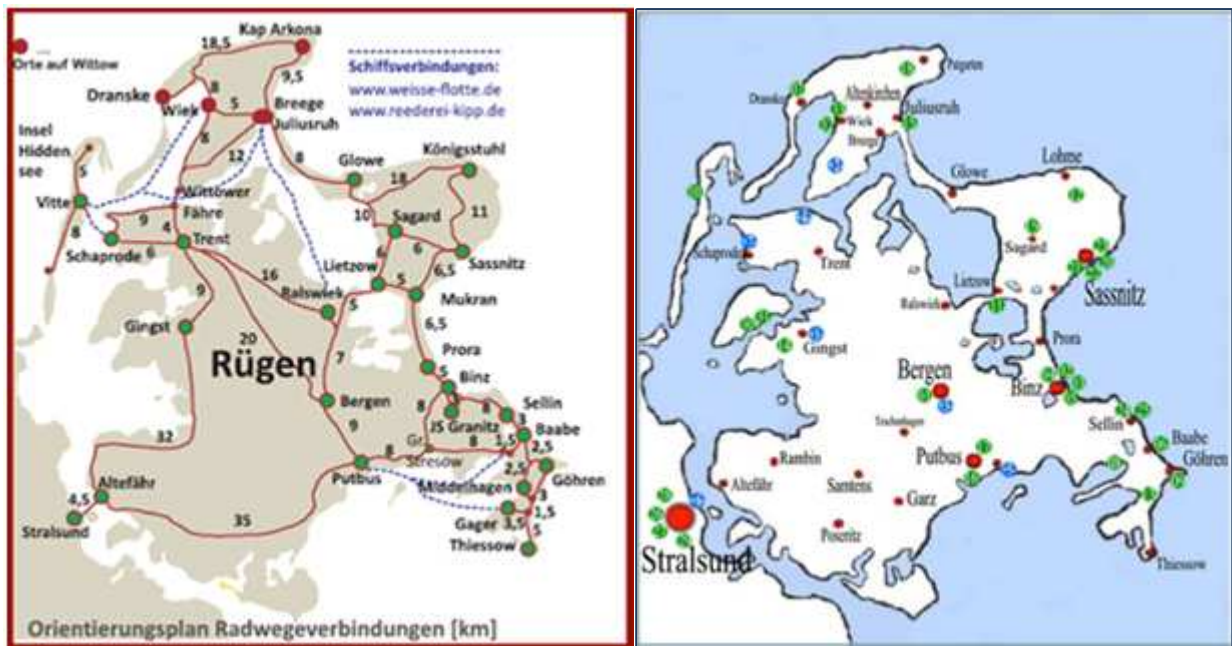


Abbildung 7-4: Radwege (inkl. Länge) sowie Darstellung der Radausleih- und Ladestationen (Movelo); (Quelle: Internet, Movelo)



Die geplanten Neubauabschnitte beziehen sich einerseits auf straßenbegleitende Radwege, z.B. an der B 196 (bereits im Bau) und an der B 96 (in Verbindung mit der B 96n kann die bestehende B 96 für den Radverkehr genutzt werden). Weiterhin ist die Herstellung einer direkten Verbindungen Binz-Bergen vorgesehen.

Abbildung 7-5: Radwege - Bestand und Planung (Quelle: IVK 2008)

7.2.1.7 Ruhender Verkehr

Dem MIV stehen auf der Insel Rügen flächendeckend Besucherparkplätze an den bevorzugten touristischen Attraktionen zur Verfügung. Entsprechend der sich daraus ergebenden Nachfrage verteilen sich die Stellplätze im Untersuchungsraum wie folgt:

Tabelle 7-2: Anzahl und Verteilung der Besucherparkplätze in den Gemeinden (Quelle: IVK 2008)

Gemeinde	PP	Gemeinde	PP	Gemeinde	PP
Altefähr	50	Glöwe	50	Samtens	60
Baabe	170	Göhren	830	Sassnitz	1.110
Bergen/Rügen	440	Lohme	500	Schaprode	1.200
Binz	3.300	Middelhagen	130	Sellin	830
Breege	560	Putbus	340	Thiessow	190
Dranske	1.140	Putgarten	300	Wiek	80
Gager	1.200	Ralswiek	450	Zirkow	170
Gingst	250	Ramin	20	Summe:	13.370

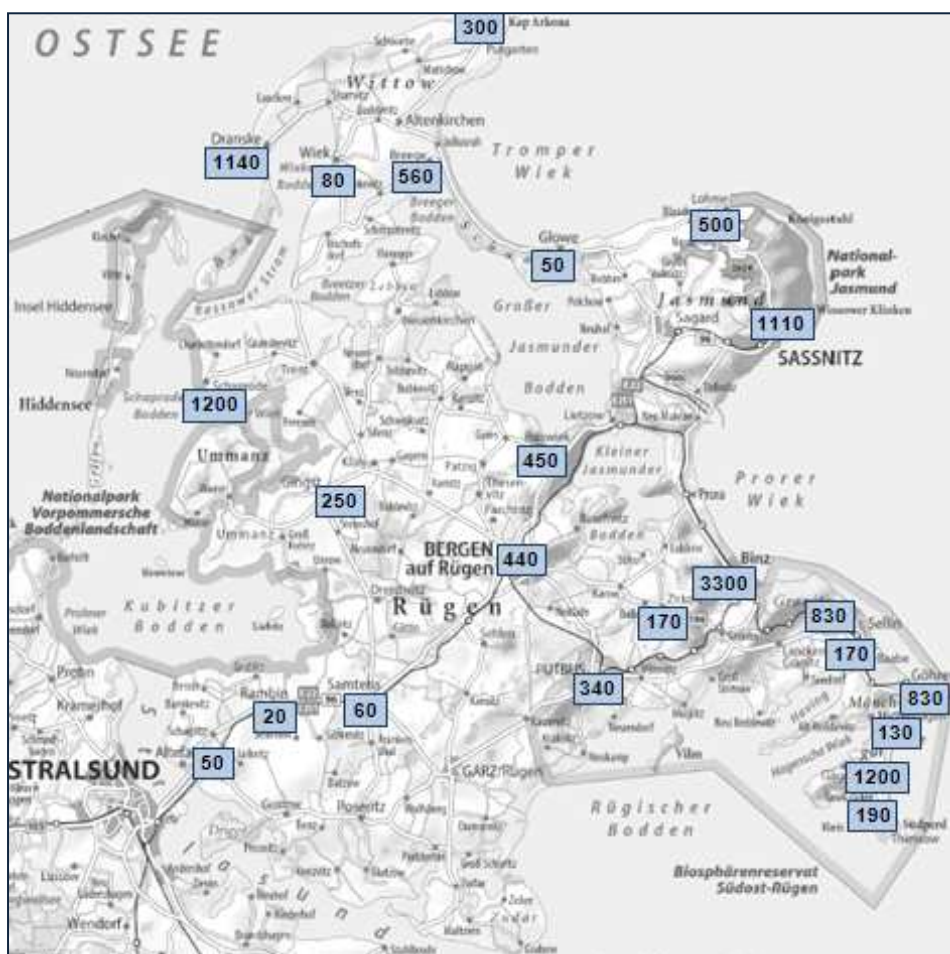


Abbildung 7-6: Anzahl und Verteilung der Besucherparkplätze auf Rügen (Quelle: IVK 2008)

Die zur Verfügung stehenden Stellflächen an den Übernachtungsorten sind darin nicht enthalten.

7.2.2 Verkehrsbelastungen

7.2.2.1 MIV im Straßennetz

Die Verkehrsbelastungen im Verkehrsnetz des Untersuchungsraumes werden konstant mittels der im Folgenden genannten Dauerzählstellen auf Bundes- und Landesstraßen erfasst und ausgewertet:

1730	B 96/Scharpitz
1731	B 196/Kaiseritz
1744	B 96/Rügenzubringer
1764	L 30/Bobbin
1758	L 29/Gustow

Ergänzend erfolgen in regelmäßigen Abständen die Erhebungen im Rahmen der bundesweiten Straßenverkehrszählungen (SVZ), deren Ergebnisse in die Verkehrsmengenkarten der Bundesländer einfließen. Die auf der Basis der Straßenverkehrszählungen des Jahres 2010 zu ermittelnden DTV¹¹²-Werte liegen noch nicht endgültig vor. Die Verkehrsmengenkarte 2008 weist die in umseitig folgender Tabelle 2-3 zusammengefassten Verkehrsbelastungen für den Gesamt- und Schwerverkehr aus. Die entsprechenden Zählstellen sind in Abbildung 7-7 dargestellt.

¹¹² Durchschnittlicher täglicher Verkehr eines Jahres [Kfz/24h]



Zählstellen auf Bundesstraßen



Zählstellen auf Landesstraßen

Abbildung 7-7: Lage der Zählstellen der SVZ – Grundlage der Verkehrsmengenkarte 2008

Tabelle 7-3: Verkehrsbelastungen aus der Verkehrsmengenkarte 2008; Verkehrsanteile aus Verkehrserhebung 2007 (IVK 2008)

Nr.	Zähl- stelle	Str.	Streckenabschnitt	DTV 2008			Sommerverkehr		
				Gesamt- verkehr [Kfz/24h]	Schwer- verkehr	Anteil SV [%]	Normal- verkehr	Urlauber- verkehr	Hinterland- verkehr
1	0139	B 96	Stralsund - Altefähr	18.846	1.087	5,77	43%	50%	7%
2	1730		Altefähr - Samtens	14.483	1.171	8,09	35%	55%	10%
3	0157		Samtens - Bergen/Rg.	12.731	886	6,96	44%	44%	13%
4	0192		Bergen/Rg. - Sagard	9.807	655	6,68	43%	43%	14%
5	0201		Sagard - Sassnitz	8.132	296	3,64	73%	27%	0%
6	1731	B 196	Bergen/Rg. - Karow	11.124	484	4,35	47%	53%	0%
7	0197		Karow - Serams	7.287	276	3,79	44%	56%	0%
8	0213		Sellin - Göhren	11.526	375	3,25	30%	70%	0%
9	1764	L 30	Sagard - Glowe	6.011	259	4,31	23%	77%	0%
10	0149		südlich Wiek	1.018	51	5,01	67%	33%	0%
11	0153		Trent - Gingst	3.512	137	3,90	30%	70%	0%
12	0151		Gingst - Samtens	2.660	110	4,14	43%	57%	0%
13	0155		Samtens - Garz	3.746	203	5,42	67%	33%	0%
14	1758	L 29	Altefähr - Garz	3.283	130	3,96	50%	50%	0%
15	0171		Garz - Putbus	5.743	156	2,72	50%	50%	0%
16	0188		Serams - Prora	8.216	303	3,69	36%	64%	0%
17	0190		Prora - Sassnitz	7.004	299	4,27	38%	62%	0%
18	0187	L 293	Karow - Prora	5.757	238	4,13	38%	63%	0%
19	0147	L 302	Trent - Schaprode	3.165	167	5,28	14%	86%	0%
20	0167	L 301	Gingst - Bergen/Rügen	4.764	176	3,69	56%	44%	0%

In den umseitig folgenden Abbildungen sind zum einen die in Tabelle 2-3 tabellarisch aufgeführten Belastungen der Verkehrsmengenkarte 2008 und zum zweiten die im Rahmen des IVK 2008¹¹³ ermittelten Analysebelastungen im Netzbezug dargestellt.

Die Daten weisen eine hinreichend genaue Übereinstimmung auf, so dass für die im Weiteren erforderlichen Berechnungen die Daten des IVK 2008 als maßgebend anzusetzen sind.

¹¹³ Integriertes Verkehrsentwicklungskonzept Rügen, März 2008



Abbildung 7-8: DTV Analyse 2006 [Quelle: IVK 2008]

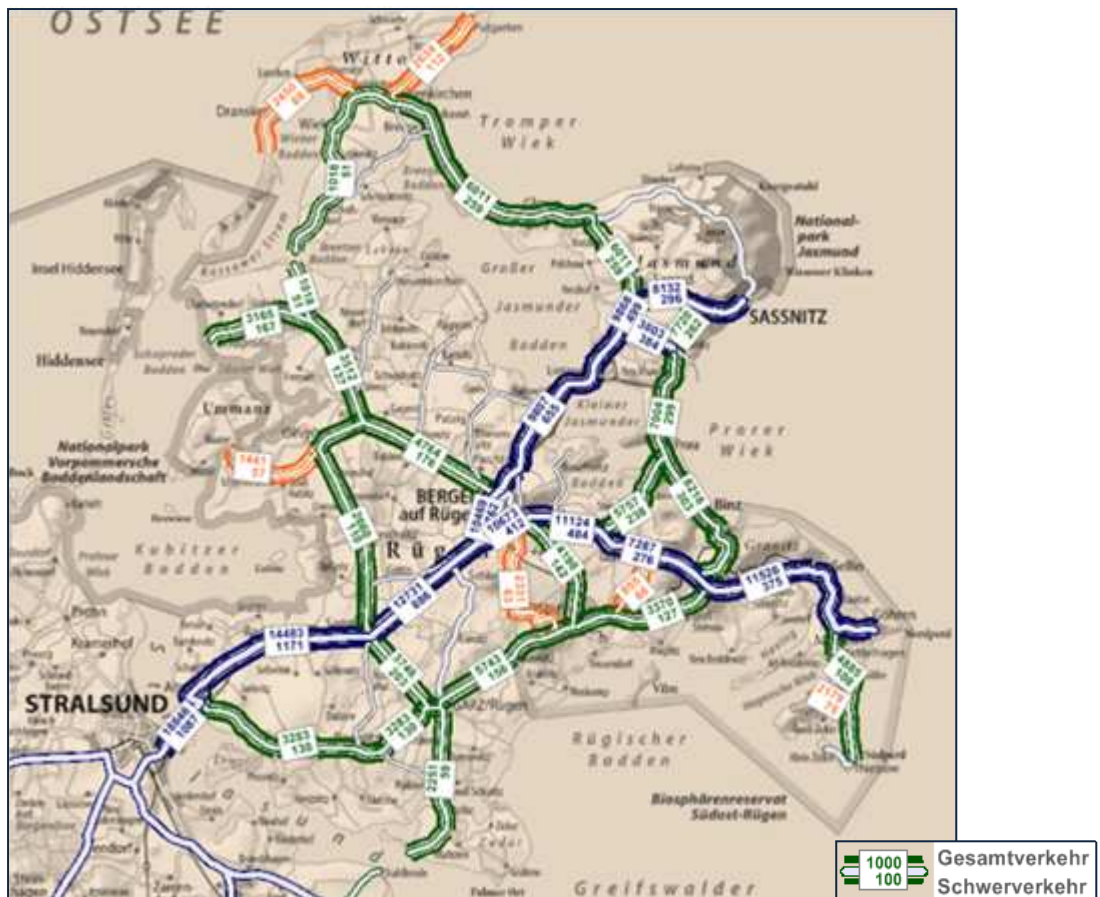


Abbildung 7-9: DTV Analyse 2008 (Gesamt-/Schwerverkehr) [Quelle: Verkehrsmengenkarte 2008]

In den folgenden Abbildungen ist ein Vergleich der Verkehrsdaten DTV 2008 zu den im Bearbeitungszeitraum der vorliegenden Studie veröffentlichten Verkehrsmengen im DTV 2010 grafisch dargestellt.

Daraus gehen territorial unterschiedliche Entwicklungstendenzen im klassifizierten Straßennetz hervor. Die Werte schwanken im Gesamtverkehr streckenabschnittsweise zwischen Verkehrsentslastungen bis zu 30% und Verkehrszunahmen bis zu 74%.

Für den Schwerverkehr sind Entwicklungsunterschiede von -33,5% bis +124% zu verzeichnen.

Im Detail ist der Datenvergleich in folgender Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 7-4: Vergleich der Verkehrsbelastungen aus der Verkehrsmengenkarton 2008 und 2010

Nr.	Zähl- stelle	Str.	Streckenabschnitt	DTV 2008		DTV 2010		Entwicklung 2008 -> 2010	
				Gesamt- verkehr [Kfz/24h]	Schwer- verkehr [Kfz/24h]	Gesamt- verkehr [Kfz/24h]	Schwer- verkehr [Kfz/24h]	Gesamt- verkehr [%]	Schwer- verkehr [%]
1	0139	B 96	Stralsund - Altefähr	18.846	1.087	15.926	1.200	-15,5%	10,4%
2	1730		Altefähr - Samtens	14.483	1.171	14.780	1.121	2,1%	-4,3%
3	0157		Samtens - Bergen/Rg.	12.731	886	12.561	813	-1,3%	-8,2%
4	0192		Bergen/Rg. - Sagard	9.807	655	10.240	546	4,4%	-16,6%
5	0201		Sagard - Sassnitz	8.132	296	7.138	271	-12,2%	-8,4%
6	1731	B 196	Bergen/Rg. - Karow	11.124	484	10.828	509	-2,7%	5,2%
7	0197		Karow - Serams	7.287	276	6.682	311	-8,3%	12,7%
8	0213		Sellin - Göhren	11.526	375	9.234	394	-19,9%	5,1%
9	1764	L 30	Sagard - Glowe	6.011	259	6.169	261	2,6%	0,8%
10	0149		südlich Wiek	1.018	51	1.334	55	31,0%	7,8%
11	0153		Trent - Gingst	3.512	137	3.925	232	11,8%	69,3%
12	0151		Gingst - Samtens	2.660	110	4.628	246	74,0%	123,6%
13	0155		Samtens - Garz	3.746	203	2.680	135	-28,5%	-33,5%
14	1758	L 29	Altefähr - Garz	3.283	130	3.195	117	-2,7%	-10,0%
15	0171		Garz - Putbus	5.743	156	4.024	152	-29,9%	-2,6%
16	0188		Serams - Prora	8.216	303	7.683	302	-6,5%	-0,3%
17	0190		Prora - Sassnitz	7.004	299	7.404	265	5,7%	-11,4%
18	0187	L 293	Karow - Prora	5.757	238	6.208	285	7,8%	19,7%
19	0147	L 302	Trent - Schaprode	3.165	167	3.161	235	-0,1%	40,7%
20	0167	L 301	Gingst - Bergen/Rg.	4.764	176	4.908	247	3,0%	40,3%

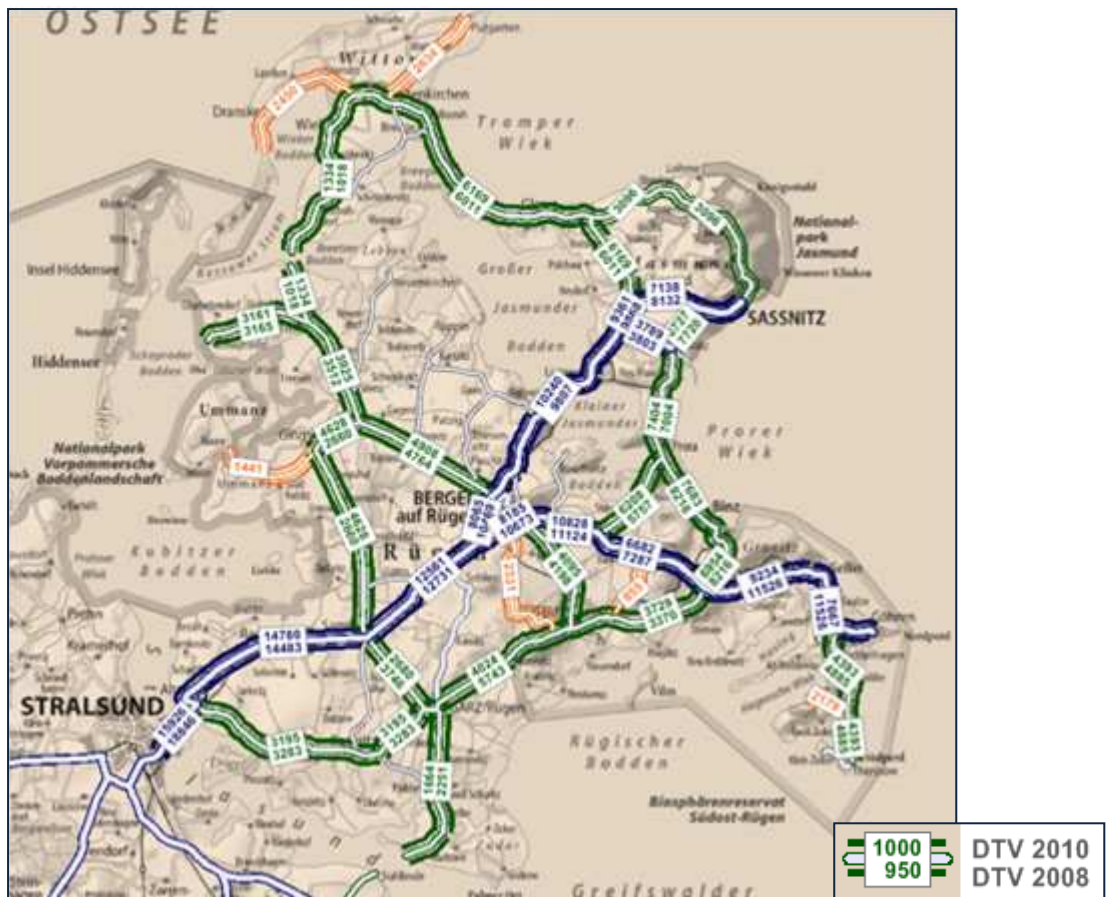


Abbildung 7-10: Vergleich der Gesamtverkehrsmengen DTV 2008/ DTV 2010 (Quelle: Verkehrsmengenkarten)

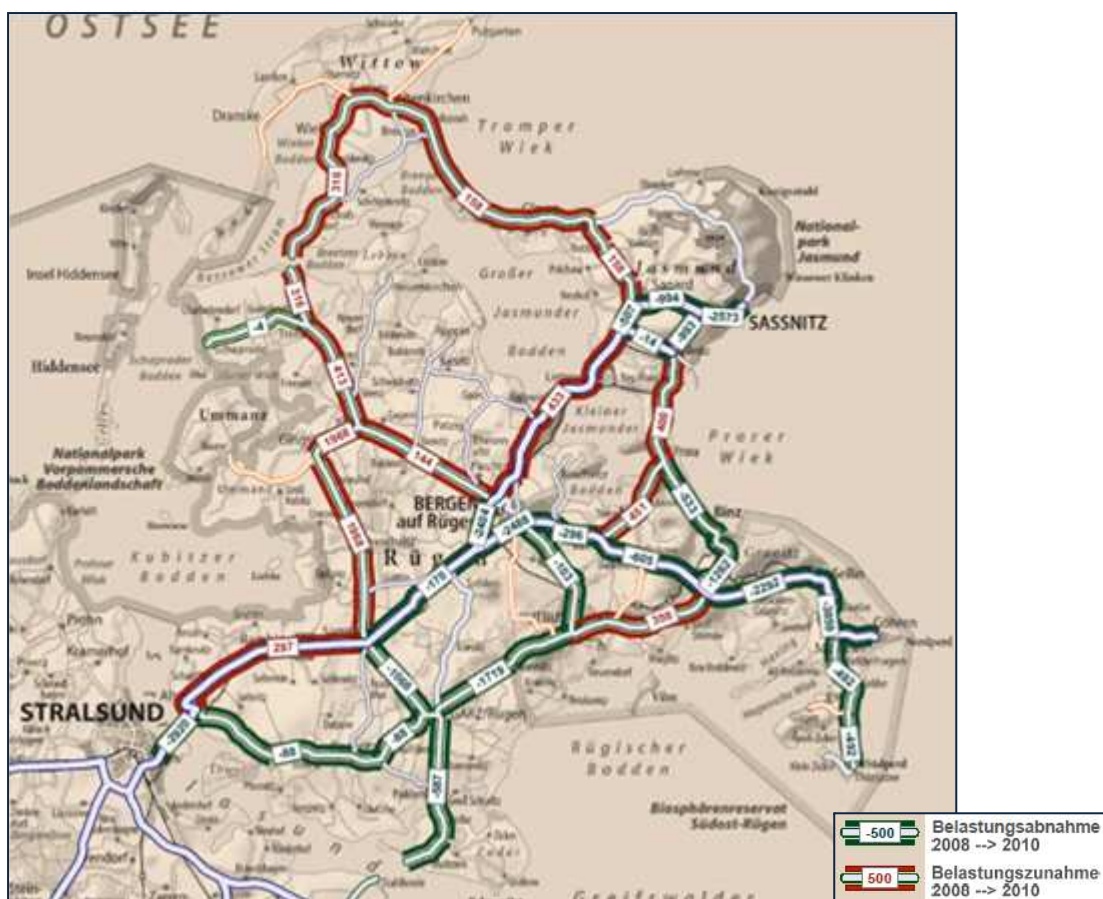


Abbildung 7-11: Verkehrsentwicklung DTV 2008 → DTV 2010; (Quelle: Verkehrsmengenkarten)

Ergänzend zu den Werten aus den Verkehrsmengenkarten erfolgte die Auswertung der aktuellen Daten der Dauerzählstellen B 96/ Scharpitz und B 196/Kaiseritz (Tabelle 2-4). Der Vergleich mit den vorgenannten DTV-Belastungen aus der Verkehrsmengenkarten 2008 und 2010 (entsprechende Streckenabschnitte 2 und 6) verdeutlicht ebenfalls eine relative Konstanz der durchschnittlichen täglichen Verkehre im Jahr (Abweichungen erklären sich aus der unterschiedlichen Datenbasis). Gleichzeitig weisen die Jahresganglinien die starken saisonalen Schwankungen der Verkehrsbelastungen aufgrund der speziellen Lage der Insel Rügen sowie ihrer Charakteristik als Urlauberregion aus.

Tabelle 7-5: Kennwerte der Dauerzählstellen B 96 und B 196

Anzahl Tage	Monat	Dauerzählstelle B 196 Kaiseritz			Monat	Dauerzählstelle B 96 Scharpitz		
		Bergen	Göhren	Querschnitt B 196		Bergen	Stralsund	Querschnitt B 96
365	DTV	5.571	5.467	11.038	DTV	7.417	7.515	14.932
		5.571	5.467	11.038		7.417	7.515	14.932
Mittel Juli/August		8.635	8.284	16.919	Sommer	10.353	10.671	21.024
Mittel Januar/Februar		3.299	3.171	6.470	Winter	4.510	4.706	9.216
HRF DTV/Sommer		1,55	1,52	1,53	HRF	1,40	1,42	1,41
HRF DTV/Winter		0,59	0,58	0,59	HRF	0,61	0,63	0,62

HRF = Hochrechnungsfaktoren

HRF DTV/Sommer = Faktor, der das Verhältnis der Verkehrsbelastungen Sommer/DTV des Jahres widerspiegelt, der im Umkehrschluss die Umrechnung des DTV in den Sommerverkehr ermöglicht

HRF DTV/Winter = Faktor, der das Verhältnis der Verkehrsbelastungen Winter/DTV des Jahres widerspiegelt, der im Umkehrschluss die Umrechnung des DTV in den Winterverkehr ermöglicht

Tabelle 7-6: Kennwerte der Dauerzählstellen B 96 und B 196 - Anteile der Verkehrsmittel

Querschnitt B 96	Mot	Pkw	Lfw	PmA	Bus	LoA	LmA	Sat	Son	LV	SV	Gesamt
Kfz/Jahr	37.588	4.496.406	425.960	81.559	21.515	202.103	47.908	129.000	8.198	5.041.513	408.724	5.450.237
Anteil GV	0,7%	82,5%	7,8%	1,5%	0,4%	3,7%	0,9%	2,4%	0,2%	92,5%	7,5%	100,0%
Anteile LV/GV	0,7%	89,2%	8,4%	1,6%						100,0%	0,0%	100,0%
Anteile SV/GV					5,3%	49,4%	11,7%	31,6%	2,0%	0,0%	100,0%	100,0%

Querschnitt B 196	Mot	Pkw	Lfw	PmA	Bus	LoA	LmA	Sat	Son	LV	SV	Gesamt
Kfz/Jahr	29.834	3.412.520	354.263	38.649	17.684	119.295	12.542	31.833	12.393	3.835.266	193.747	4.029.013
Anteil GV	0,7%	84,7%	8,8%	1,0%	0,4%	3,0%	0,3%	0,8%	0,3%	95,2%	4,8%	100,0%
Anteile LV/GV	0,8%	89,0%	9,2%	1,0%						100,0%	0,0%	100,0%
Anteile SV/GV					9,1%	61,6%	6,5%	16,4%	6,4%	0,0%	100,0%	100,0%

LV = Summe aus Krafträdern (Mot), Pkw, Lieferwagen (Lfw) und Pkw mit Anhängern (PmA)

SV = Summe aus Bussen, Lkw mit/ohne Anhänger (Lm/oA), Sattelzügen (Sat) und Sonderfahrzeugen (Son)

GV = Gesamtverkehr = Summe aller Verkehrsmittelarten = Summe LV („Leicht“verkehr) + SV (Schwerverkehr)

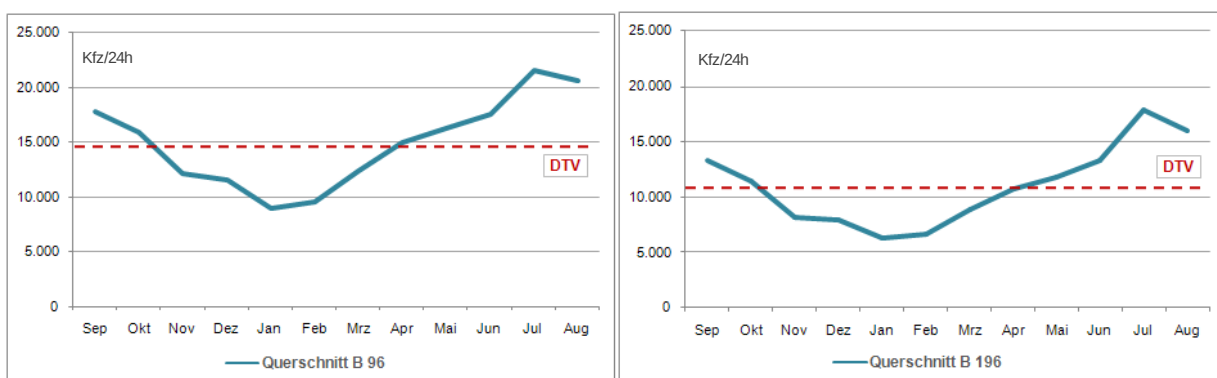


Abbildung 7-12: Jahresganglinien 2009/10 der Dauerzählstellen B 96/Scharpitz und B 196 Kaiseritz

Während in den Wintermonaten Januar/Februar nur ca. 60% des DTV zu verzeichnen sind, werden in den Sommermonaten Juli/August bis zu 150% der DTV-Belastungen auf den Hauptverkehrsstraßen erreicht.

An den Ferienwochenenden sind Höchstbelastungen an den Samstagen (i.d.R. Bettenwechsel; An- und Abreisetag) bis zu 23.500 Kfz/24h auf der B 96 und zu verzeichnen (Abb. 2-13). Das bedeutet auf der B 96 eine Differenz von bis zu +6.000 Kfz/mittl. Wochentag im Sommer und bis zu +8.500 Kfz/24h zum durchschnittlichen täglichen Verkehr des Jahres.

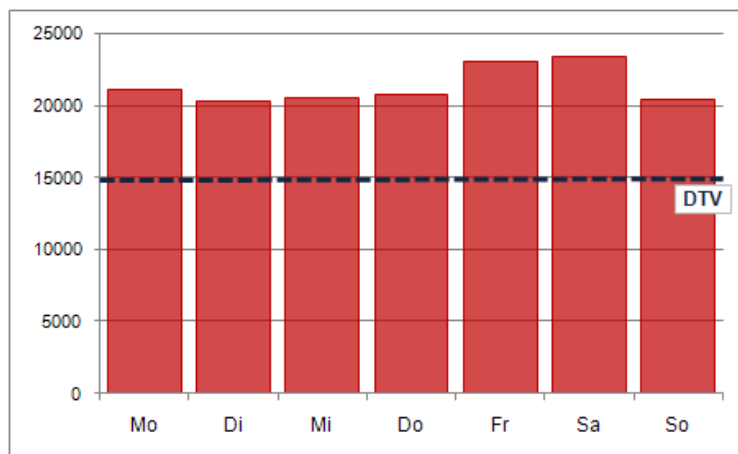


Abbildung 7-13: Querschnittsbelastungen B 96; Spitzenbelastungen Sommerferien 2010;
(Mittel der jeweiligen Wochentage Juli 2010)

Diese Belastungen übersteigen die Leistungsfähigkeit der zweistreifigen Bundesstraßen sowie der Knotenpunkte im Netz und führen zu Verkehrsbeeinträchtigungen durch Stau sowie zu Ausweichverkehren in das Nebennetz, das heißt auf parallel verlaufende Trassen wie beispielsweise die L 29.

Die im Rahmen der Erarbeitung des IVK 2008 durchgeführten Verkehrserhebungen an 12 Querschnitten im Untersuchungsraum (Abb. 2-14) umfassen speziell in der Ferienzeit sowie an Wochenenden erhobene Verkehrsdaten.



Die Erhebungsergebnisse ermöglichen eine Spezifizierung der Verkehre nach

- Normalverkehr der Inselbewohner
- Urlauberverkehr sowie
- Hinterlandverkehr des Hafens Sassnitz, die sich im Straßennetz überlagern.

Abbildung 7-14: Zählstellenplan (Quelle: IVK 2008)

Zusammenfassend ging aus den Erhebungen hervor, dass der Hinterlandverkehr Richtung Sassnitz/Mukran mit ca. 2.000 Kfz/Tag zu beziffern ist und die hohen saisonalen Verkehrsbelastungen auf den Hauptverkehrsachsen der Insel im groben Mittel in etwa zur Hälfte aus dem Normalverkehr sowie aus dem Urlauberverkehr resultieren. Die Anteile des Urlauberverkehrs in der Spanne von 33 bis 86% am Gesamtverkehr differieren in Abhängigkeit von der Charakteristik und der Lage der Streckenabschnitte im Netz.

7.2.2.2 Wirtschafts- und Güterverkehr im Straßennetz

Der Wirtschafts- und Güterverkehr im Streckennetz der Insel Rügen setzt sich anteilig zusammen aus

- dem Transitverkehr zum Hafen Sassnitz/Mukran sowie
- dem Wirtschaftsverkehr der Insel (Ver- und Entsorgungsverkehr; Zubringerverkehr).

Der Anteil am gesamten Kfz-Verkehr beträgt in Abhängigkeit von der Lage der Straße bis zu 8%, wobei das stärkste Lkw-Aufkommen auf der B 96 zu verzeichnen ist (Detaildaten in Tabelle 2-3/ Abbildung 2-9).

Die Verträglichkeit zwischen den Urlauberverkehren und dem Lkw-Verkehr ist problematisch aufgrund der Behinderungen durch Tempo-Limits auf Landstraßen, Ruhestörungen in Städten bei der Belieferung von Versorgungsmärkten usw.

7.2.3 Verkehrsrelevante Grundlagen

7.2.3.1 Allgemeine Strukturen und Kennwerte

Wie bereits im vorherigen Kapitel angedeutet, lassen sich die Verkehre im Untersuchungsraum nicht nur nach den Verkehrsmitteln sondern ebenfalls nach ihren verursachenden Strukturen unterteilen:

- **Einwohnerverkehr**
 - alle mit dem täglichen Leben im Zusammenhang stehenden Ortsveränderungen wie:
 - Wege zur Schule/Ausbildung, Kinderbetreuung, Freizeitaktivitäten, Einkauf usw.
- **Berufsverkehr**
 - alle im Zusammenhang mit dem Berufsleben stehenden Ortsveränderungen wie:
 - Wege der Inselbewohner zur Arbeit und zurück, Pendlerverkehre vom /zum Festland, Dienstreisen usw.
- **Touristische Verkehre**
 - alle im Zusammenhang mit dem Tourismus stehenden Ortsveränderungen wie:
 - An-/Abreiseverkehre, Ausflugsverkehre, Rundfahrten usw.

Nachfolgend werden die zentralen verkehrsverursachenden Strukturen Einwohner, Arbeitsplätze/Berufstätigkeit sowie Tourismus benannt und dargestellt. Die wichtigsten Analysekennwerte für den Landkreis Rügen bezüglich der vorgenannten Strukturen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Tabelle 7-7: Verkehrsstruktur der Insel Rügen (Quelle: Statistisches Jahrbuch 2010)

➤ Bevölkerung	
Einwohnerzahl	67.526
Schüler aller Schularten	4.660
Anzahl der Schulen insgesamt	29
Azubis	1.661
➤ Erwerbstätigkeit	
Arbeitsplätze vor Ort	22.673, davon 19.003 Vollzeit
Pendlersaldo	-2.818
Auspendler	5.471
Einpender	2.599
Arbeitslosenzahl	4.494
➤ Tourismus	
Beherbergungsstätten vor Ort	682
Gäste	1,243 Mio./Jahr ₂₀₀₉
Gästeübernachtungen	6,22 Mio./Jahr ₂₀₀₉

7.2.3.2 Bevölkerung

In den 41 Gemeinden auf Rügen wohnen aktuell 67.526 Rüganner, wobei der Einwohnerschwerpunkt im Ostteil der Insel liegt. Allein in den beiden größten Städten Bergen/Rügen und Sassnitz leben zusammen rund 24.400 Einwohner. Elf Gemeinden haben weniger als 500 Einwohner. Tabelle 2-7 fasst die Einwohnerdaten der Ämter auf Rügen zusammen.

Tabelle 7-8: Einwohnerstatistik Gemeinden auf Rügen, Stand 31.12.2010 (Quelle: Wikipedia)

Amt	Sitz	EW-Zahl	Anzahl Gemeinden	Amtsfreie Gemeinden	EW-Zahl	Anzahl Gemeinden
Bergen auf Rügen	Bergen/Rügen	21.780	11	Binz	5.407	1
Mönchgut-Granitz	Baabe	6.947	8	Putbus	4.624	1
Nord-Rügen	Sagard	8.471	8	Sassnitz	10.366	1
West-Rügen	Samtens	9.931	11			
	Summe:	47.129	38	Summe:	20.397	3
				Gesamt:	67.526	41

Die folgende Grafik macht deutlich, dass die Einwohnerzahl seit 1990, ausgehend von seinerzeit 85.275 EW, stetig rückläufig ist.

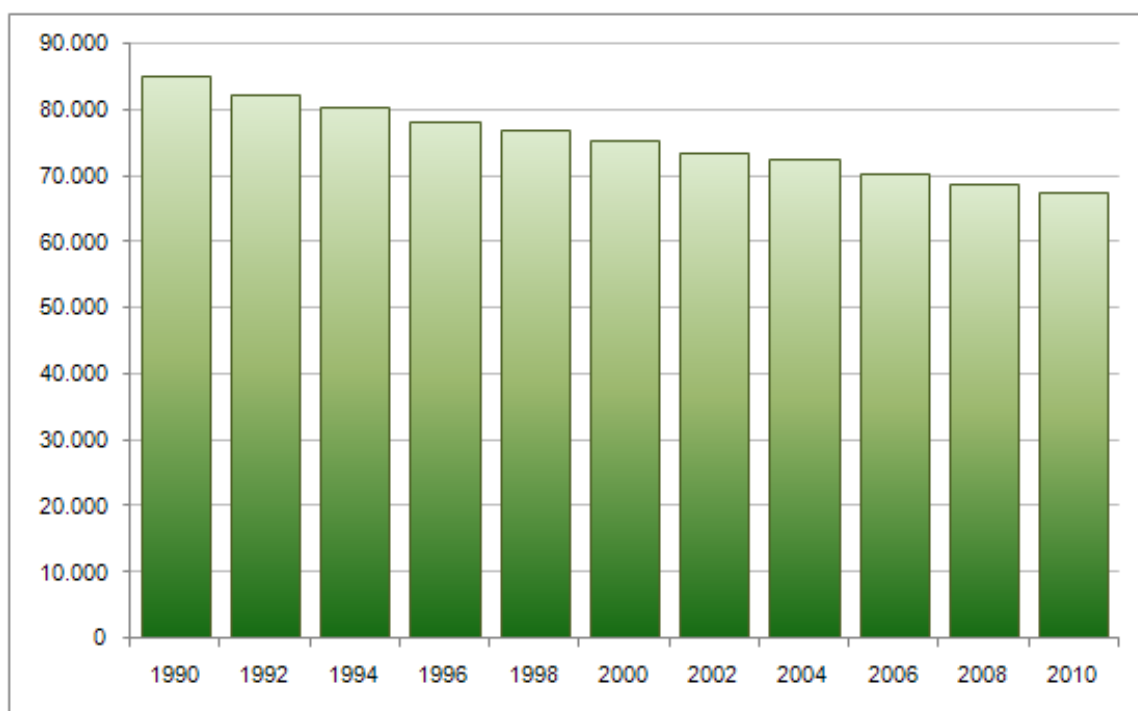


Abbildung 7-15: Einwohnerentwicklung Landkreis Rügen 1990-2010

Für die Einwohnerprognose gibt es verschiedenen Quellen mit z.T. erheblich voneinander abweichenden Angaben zu den zu erwartenden Einwohnerzahlen:

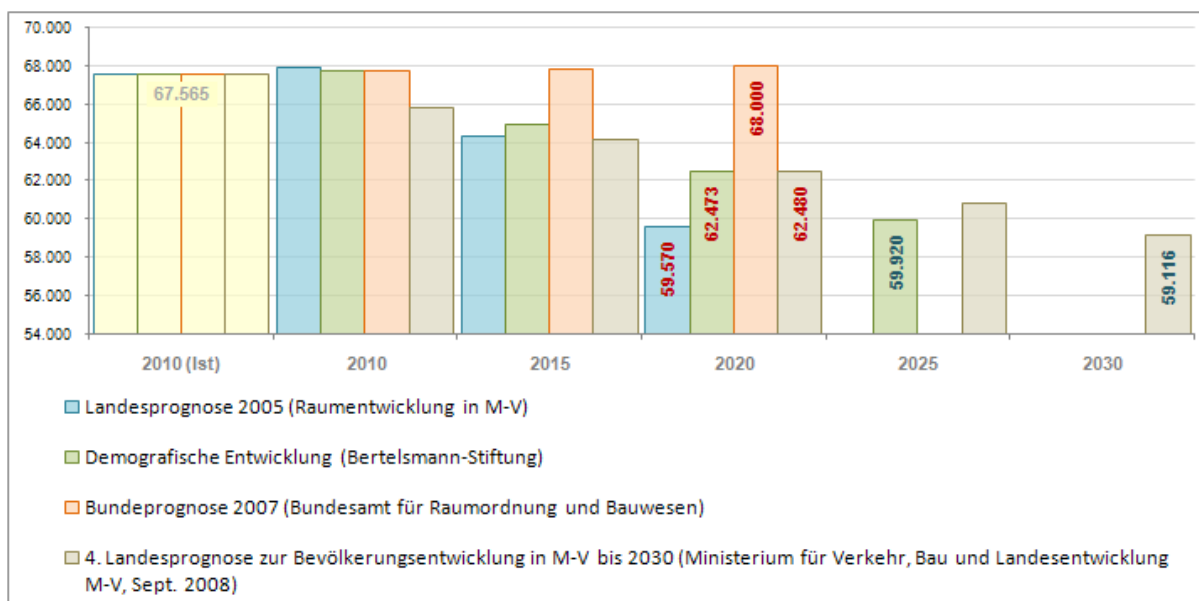


Abbildung 7-16: Einwohnerprognose Landkreis Rügen

Aufbauend auf der vorgenannten Einwohnerentwicklung der letzten 20 Jahre sowie der bestehenden Altersstruktur gehen die pessimistischen Prognosen der Bertelsmann-Stiftung sowie die 4. Landesprognose von einer weiteren rückläufigen Tendenz aus. Die Bundesprognose von 2007 setzt hingegen eine optimistische Prognose voraus und benennt in etwa den Status quo für die Prognose 2020, die in den weiteren Betrachtungen anzusetzen ist.

Schule /Ausbildung

Im Schuljahr 2009/10 wurden im Landkreis Rügen 4.460 Schüler an 29 Schulstandorten ausgebildet.

- 15 Grundschulen (davon 2 mit Orientierungsstufe); 4 Förderschulen
- 9 Regionalschulen (davon 1 mit Grundschulteil)
- 1 Gymnasium

7.2.3.3 Erwerbstätigkeit

Für den Landkreis Rügen werden in der aktuellen Statistik des Landeamtes 22.673 Arbeitsplätze angegeben. Das Pendlersaldo von -2.818 Arbeitskräften zeigt, dass von den 67.526 EW der Insel 25.545 (38%) einer sozialversicherungspflichtigen Erwerbstätigkeit nachgehen, ca. 5.471 davon außerhalb des Landkreises. Die Arbeitslosenquote wird mit 4.494 Personen beziffert. Etwa 40 % der sozialversicherungspflichtigen Arbeitsplätze auf Rügen sind direkt oder indirekt dem Gastgewerbe bzw. touristischen Dienstleistungen zuzuordnen. Hinzu kommen ca. 5-10.000 saisonale Beschäftigungsverhältnisse, die nicht sozialversicherungspflichtig sind (Quelle: IVK 2008)

Die genannten Zahlen verdeutlichen die Bedeutung der Tourismusbranche für den Landkreis Rügen und zeigen zugleich die Ursachen für die starken saisonalen Schwankungen auf dem Beschäftigtensektor.

7.2.3.4 Einwohner-Mobilität

Aus den Ergebnissen der wissenschaftlichen Untersuchungen zum Verkehrsverhalten der Bevölkerung (MiD¹¹⁴) sind die grundlegenden Kennwerte der Einwohnermobilität abzuleiten. Die im Jahresmittel durchgeführten 3,3 Ortsveränderungen (Wege und Fahrten) je Person (>10 J.) und Tag können nach Verkehrsmittel und Zweck bestimmt werden.

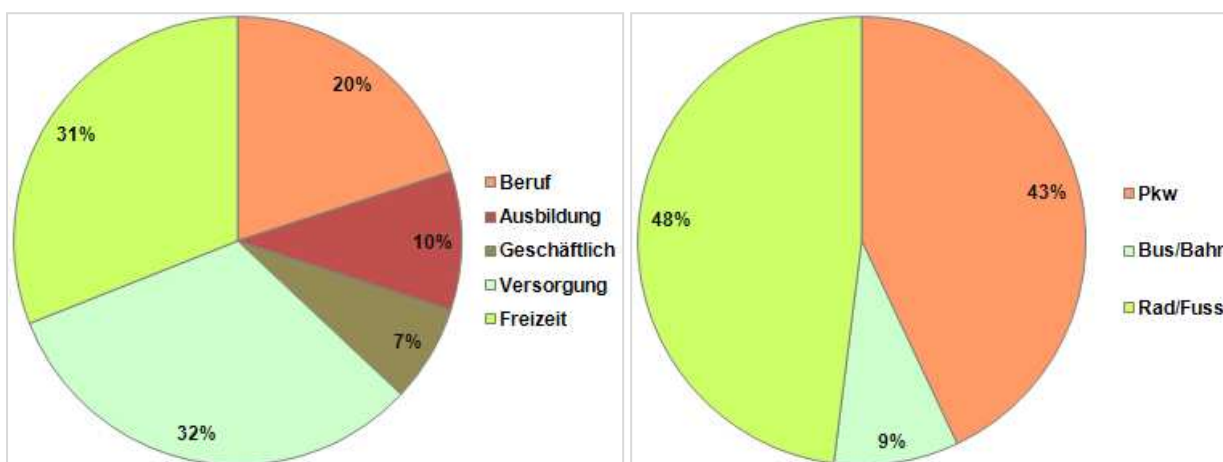


Abbildung 7-17: Mobilitätskennwerte der Einwohner

Diese Kennwerte des Einwohnerverkehrs sind als relativ konstante Größen auch prognostisch anzusetzen.

7.2.3.5 Tourismus auf der Insel Rügen

Im Folgenden wird auf wichtige Eckdaten der Tourismusentwicklung in den vergangenen Jahren eingegangen. Diese werden in Bezug auf ihre Auswirkungen bezüglich des Einflusses auf die Verkehrsentwicklung im Untersuchungsraum betrachtet.

Beherbergungsstätten, Gästeankünfte, Gästeübernachtungen vor Ort

Die aktuelle Statistik (Stat. Jahrbuch 2010, für Saison 2009) weist 682 Beherbergungsstätten mit 58.451 Schlafgelegenheiten aus, die im Mittel zu 34% ausgelastet waren.

¹¹⁴ „Mobilität in Deutschland“ (MiD) ist eine bundesweite Befragung von rund 50.000 Haushalten zu ihrem alltäglichen Verkehrsverhalten im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (BMVBS). Sie wurde erstmals im Jahr 2002 durchgeführt und im Jahr 2008 wiederholt.

Tabelle 7-9: Statistik der gewerblichen Beherbergungsstätten (Saison 2009)

Beherbergungsstätten	Anzahl	Gästeankünfte	Gästeübernachtungen
Gasthöfe/Pensionen	159	157.740	
Hotels	112	520.802	
Ferienunterkünfte	383	385.873	
Campingplätze	32	178.969	
Summe	686	1.243.384	6.220.987

Einschließlich der *nicht* gewerblichen Beherbergungsstätten liegen die Werte über den in Tabelle 2-8 genannten:

- + 17% bei 1,453 Mio. Gästeankünften/Jahr
- + 23% bei 7,653 Mio. Gästeübernachtungen/Jahr.

Die letzten 10 Jahre weisen relativ konstante Besucher- und Übernachtungszahlen aus. Gemäß IVK 2008 reisen über 30% der Gäste in den Monaten Juli/August an. Das heißt, bis zu 200.000 Urlauber verursachen lokale saisonale Zusatzverkehre.

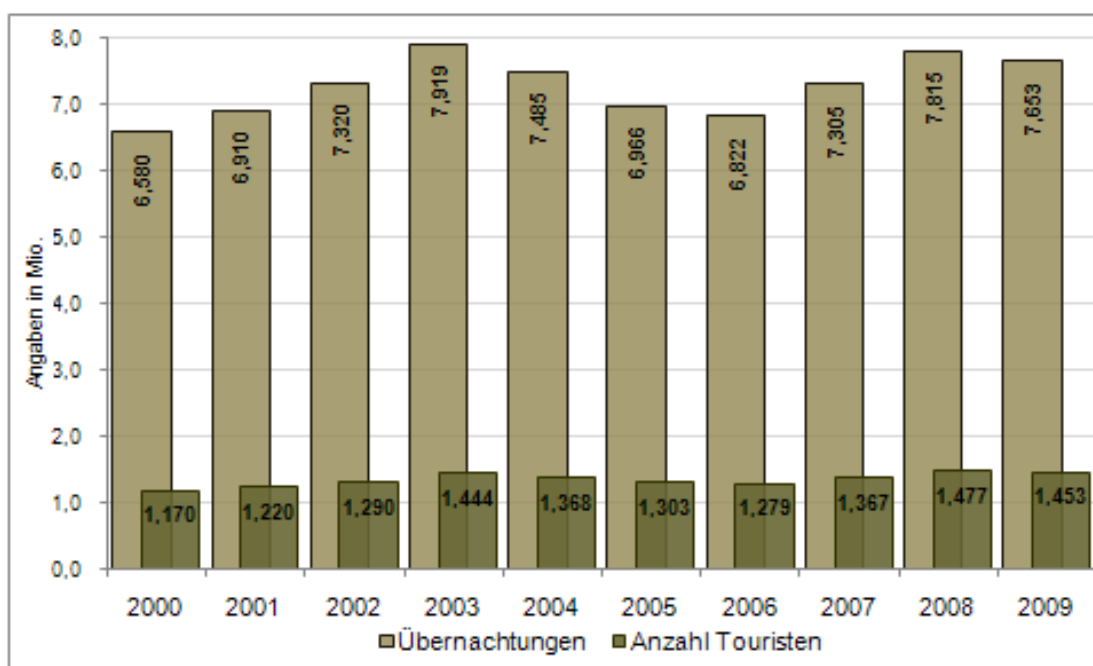


Abbildung 7-18: Statistik Besucher und Übernachtungen der Jahre 2000 – 2009

Aufgrund der offensichtlichen Engpässe in der touristischen und Verkehrsinfrastruktur in den Sommermonaten wird von Seiten der Landes- und Regionalplanung prognostisch nur eine sanfte Entwicklung der Anzahl an Unterbringungsmöglichkeiten auf ein Verhältnis Einwohner zu angebotene Betten von 1:1 angestrebt.

7.2.3.6 Tourismus-Mobilität

Die Mobilität der Touristen ist von anderen Kennwerten abhängig als die der einheimischen Bevölkerung. Sie wird beispielsweise beeinflusst von folgenden Randbedingungen des Urlaubs:

- Ort der Unterbringung
- Dauer des Aufenthaltes
- Anteil der Verkehrsmittelnutzung bei An- und Abreise sowie im Urlaub
- Art des Urlaubs

Den Urlauberbefragungen im Rahmen der Erarbeitung des MK 2008 zufolge kann man zur Abschätzung der touristischen Verkehre folgende Kennwerte hinzuziehen:

Ort der Unterbringung:

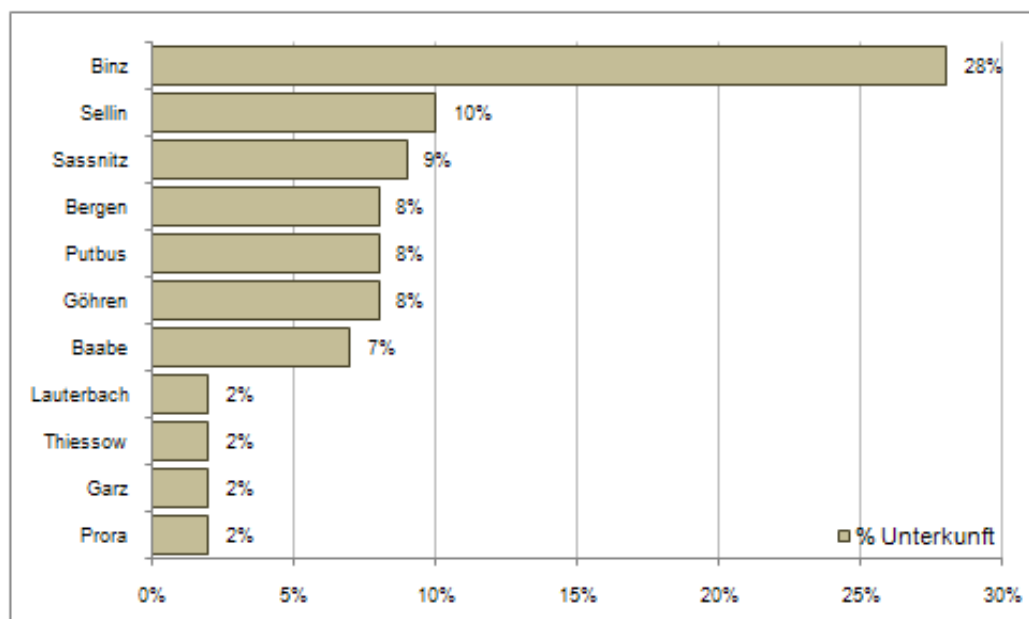


Abbildung 7-19: Verteilung der Urlauberunterkünfte

Die Übernachtungen konzentrieren sich vorrangig auf die an der Ostküste gelegenen Ostseebäder und Erholungsorte. Allein bei der An- und Abreise entsteht somit die Notwendigkeit, die Insel Rügen komplett zu durchqueren.

Aus der im Folgenden dargestellten Aufenthaltsverteilung nach Anzahl der Übernachtungen ergibt sich durch den Trend zum Kurzurlaub (~70% der Urlauber bleiben weniger als 7 Nächte) eine zunehmend höhere Mobilität - vornehmlich an den Wochenenden zum sogenannten „Bettenwechsel“.

Dauer des Aufenthaltes:

Aufenthalt	Sommer	Winter	Gesamt
bis zu 3	11%	16%	13%
4-7 Nächte	48%	61%	55%
8-14 Nächte	30%	17%	23%
Länger	11%	7%	9%

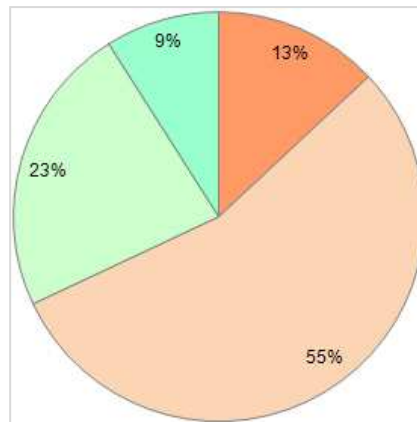


Abbildung 7-20: Statistik zur Aufenthaltsdauer; (Quelle: IVK 2008)

Die Verkehrsmittelnutzung bei An- und Abreise sowie im Urlaub als auch die daraus resultierende Pkw-Fahrleistung im Urlaub sind grundlegende Kennwerte der Urlaubermobilität:

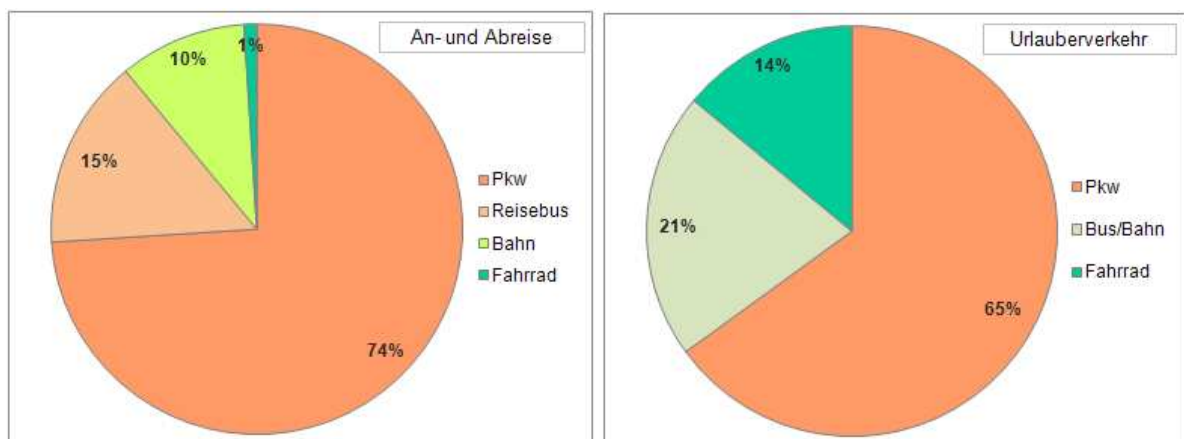


Abbildung 7-21: Anteile der Verkehrsmittelnutzung (Quelle: IVK 2008)

Auffallend deutlich überwiegt die Nutzung des eigenen Pkw.

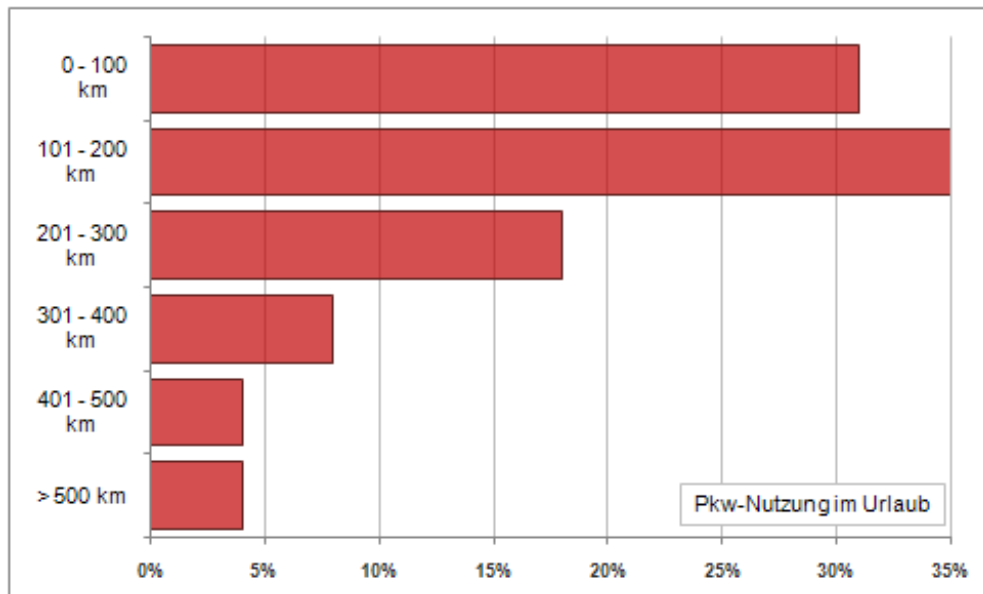


Abbildung 7-22: Pkw- Fahrleistung von Urlaubern während des Aufenthaltes auf Rügen (Urlauberlokalverkehr)

- Die Urlauber-PKW werden während des Aufenthaltes auf der Insel **im Durchschnitt mehr als 200 km** bewegt (von den Probanden geschätzte Fahrleistung).
- Mehr als 1/3 der PKW legen während des Urlaubs **über 200 km auf Rügen** zurück.
- Daraus ergeben sich im täglichen Saisonverkehr rund **1 Mio. PKW-km** im Urlauberlokalverkehr (Quelle IVK Rügen).

Die Art des Urlaubs - bezüglich der Orientierung auf die geplanten Aktivitäten im Urlaub ist ein entscheidender Einflussfaktor auf die Urlaubermobilität. Abbildung 2-23 fasst die Verteilung grob zusammen und zeigt ebenfalls die wichtigsten touristischen Zielorte der Insel mit einer Abschätzung der jährlichen Besucherzahlen.

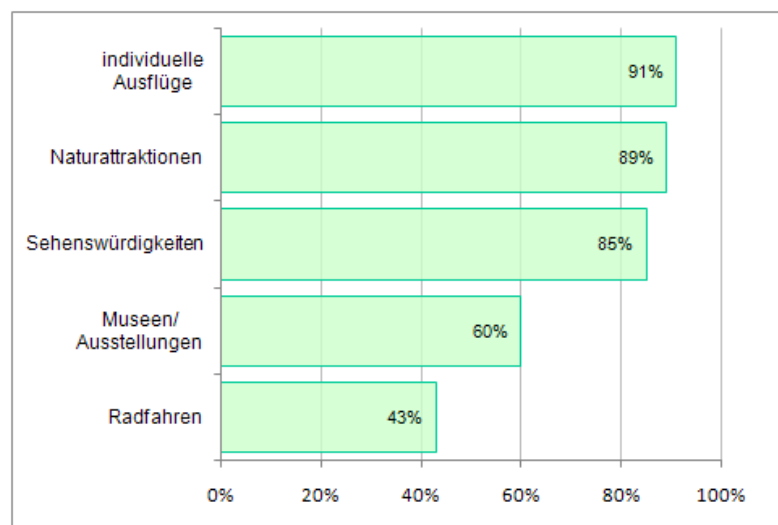


Abbildung 7-23: Statistik zur Art des Urlaubs [Quelle: IVK 2008]



Abbildung 7-24: Sportboothäfen, Reiterhöfe, Campingplätze sowie Hauptzielorte der Touristen; (Quelle: IVK 2008)

7.3 Verkehrsprognose für das Untersuchungsgebiet

In die Berechnungen der zukünftigen Verkehrsbelastungen gehen u.a. folgende Eckwerte und Planungsziele ein:

- Annahme einer demografischen Entwicklung auf der Grundlage einer optimistischen Einwohnerentwicklung - Status quo (68.000 EW)
- Annahme einer wirtschaftlichen Entwicklung - Tourismus und Hafenwirtschaft

- Annahme einer sanften Entwicklung der Bettenanzahl auf ein Verhältnis Einwohner/angebotenes Bett von 1:1 (+ 9.500 Betten)

Aufbauend auf den Entwicklungsansätzen des IVK 2008 ist somit von einem Anstieg der Verkehrsbelastungen im gesamten Verkehrsnetz der Insel auszugehen (Abbildung 7-25).



Abbildung 7-25: Prognose DTV 2020 [Quelle IVK 2008]

Ohne auf mögliche Veränderungen im Modal split¹¹⁵ aufgrund von verbesserten Verkehrsangeboten der alternativen Verkehrsträger (Bus, Bahn, Rad) oder ein verbessertes Verkehrsmanagement einzugehen, wurde seinerzeit für den saisonalen Verkehr der sogenannte Worst Case ermittelt.

Danach sind in den Sommermonaten folgende Verkehrszuwächse bis 2020 am Querschnitt B 96/ Strelasundbrücke anzusetzen:

¹¹⁵ **Modal Split** wird in der Verkehrsstatistik die Verteilung des Transportaufkommens auf verschiedene Verkehrsmittel (Modi) genannt. Eine andere gebräuchliche Bezeichnung im Personenverkehr ist *Verkehrsmittelwahl*. Der Modal Split ist Folge des Mobilitätsverhaltens der Menschen und der wirtschaftlichen Entscheidungen von Unternehmen einerseits und des Verkehrsangebots andererseits. [Wikipedia]

- Normalverkehr: + 1.000 Kfz/Tag
- Wirtschaftsverkehr/Hafenverkehr: + 3.000 Kfz/Tag
- Tourismusverkehr: + 3.000 Kfz/Tag

Im Vergleich zu den durchschnittlichen täglichen Verkehrsmengen des Jahres (Abbildung 7-25) sind in der folgenden Abbildung 7-26 die somit zu erwartenden Sommerverkehre dargestellt.

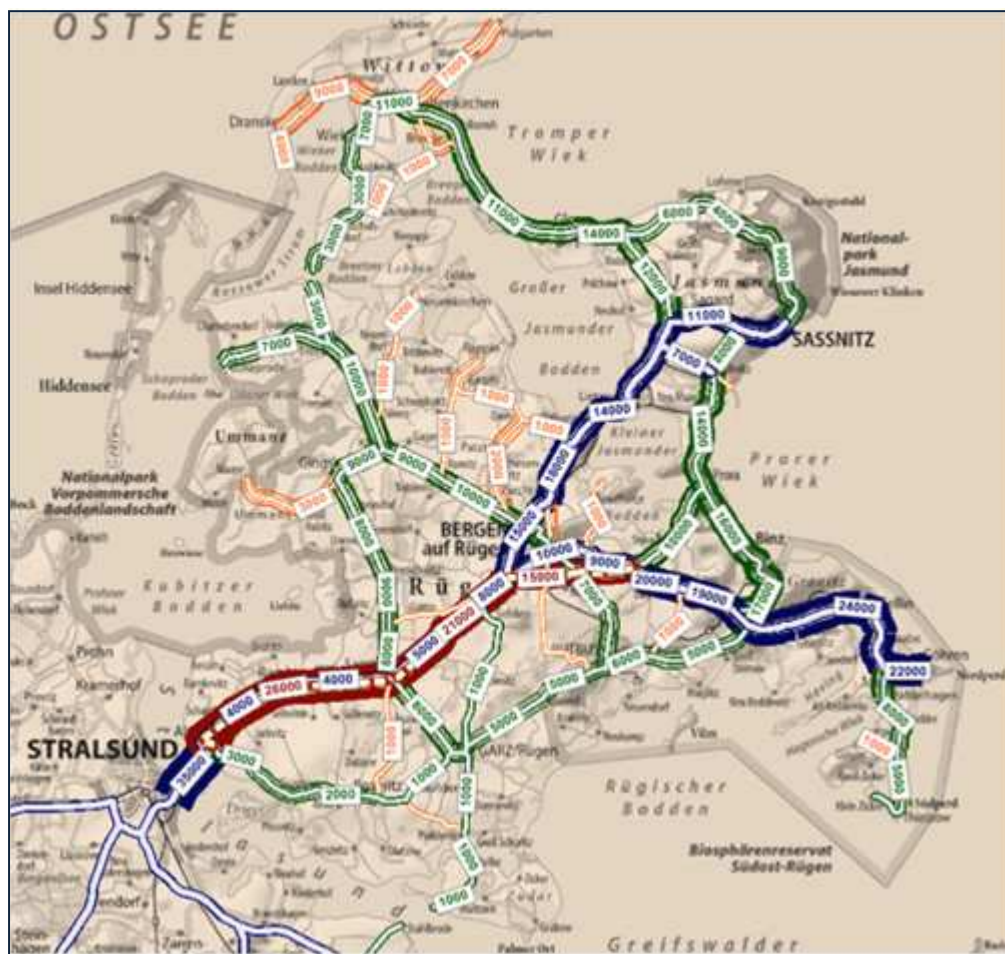


Abbildung 7-26: Prognoseverkehrsbelastungen Sommer 2020 (Kfz/24h) (Quelle: IVK 2008)

Diese verbleiben analog zur Verkehrsanalyse überwiegend auf den Hauptverkehrsachsen B 96, B 196, L 29 und L 30. Die Anteile der zusätzlichen Urlauberverkehre erreichen dabei streckenabschnittsbezogen bis zu 50% der Querschnittsbelastungen, teilweise sogar darüber hinaus (Abbildung 7-27).

Diese Sommerverkehre führen zu Querschnitts- und Knotenpunktbelastungen weit über den Grenzwerten der Leistungsfähigkeit, was zukünftig noch mehr Verkehrsprobleme hervorrufen wird, die sich dann zunehmend auch in das Nebennetz verlagern und somit flächendeckend zu Stau, zunehmenden Lärm- und Abgasbelastungen und anderen Verkehrsproblemen wie

beispielsweise zunehmenden Parksuchverkehren führen wird. Schlussendlich wäre dies mit wachsender Unzufriedenheit bei Einwohnern und Urlaubern verbunden.

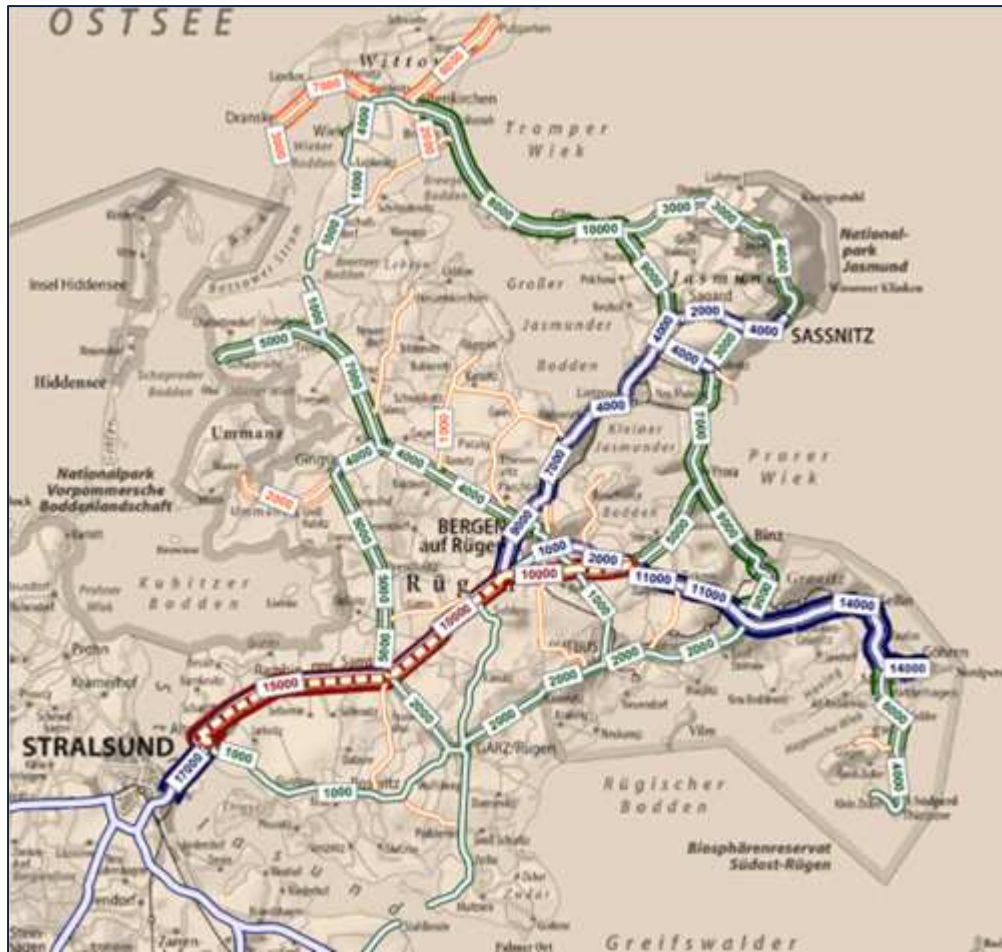


Abbildung 7-27: Anteil Urlauberverkehr Sommer 2020 (Kfz/24h) (Quelle: IVK 2008)

Die umseitig folgenden Vergleichsdarstellungen zwischen den Analyseverkehren und den prognostizierten DTV- und Sommerverkehrsmengen 2020 verdeutlichen die zu erwartende Verkehrsentwicklung im klassifizierten Verkehrsnetz der Insel Rügen.

In Anbetracht der bereits analytisch zu verzeichnenden Verkehrsprobleme sind bezüglich der zusätzlich zu erwartenden Verkehrsmengen entsprechende Konzepte zu entwickeln, die den negativen Folgen des Verkehrsanstiegs entgegenwirken. Dauerhafte Stauerscheinungen und eine deutliche Erhöhung von Lärm- und Schadstoffemissionen sind dem Image Rügens als Urlauberregion absolut unzutraglich.

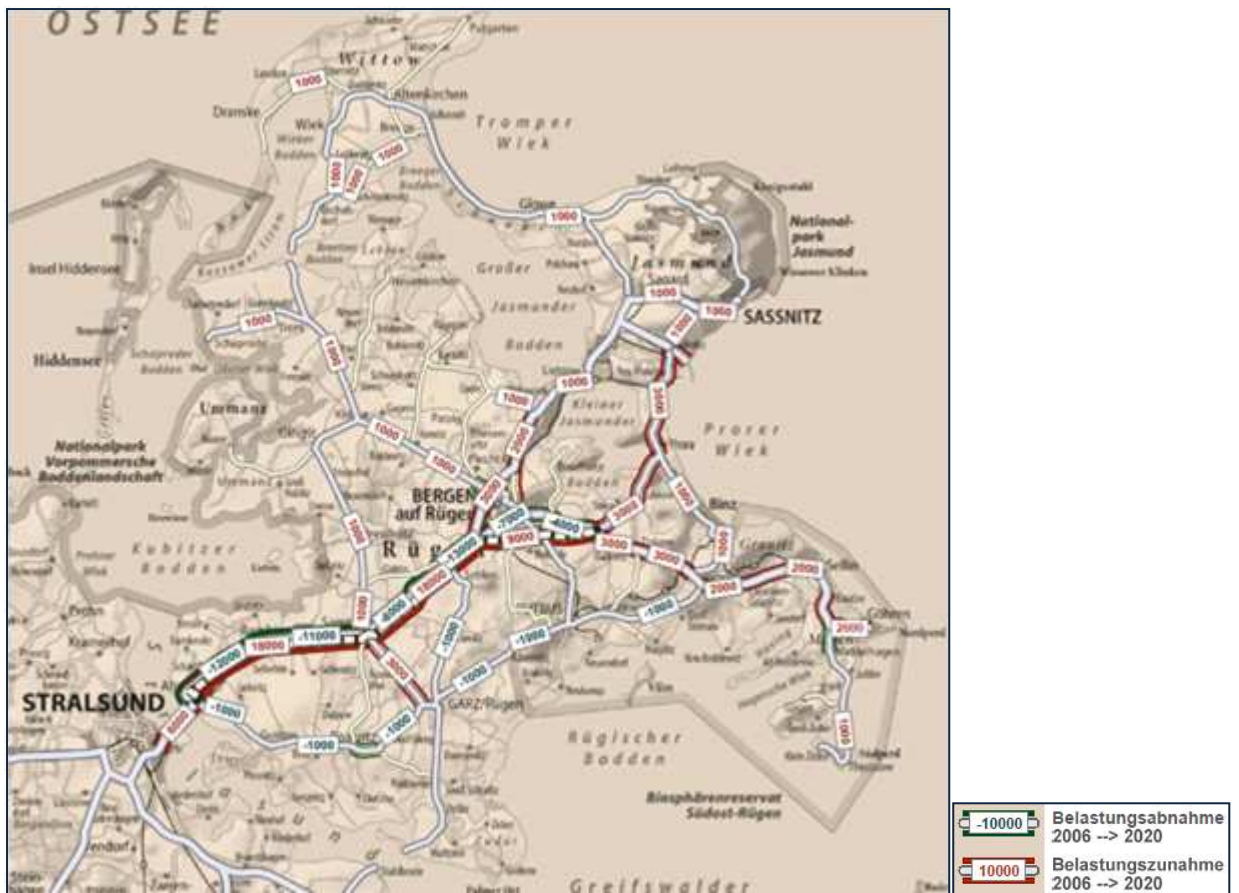


Abbildung 7-28: Differenzbelastungen DTV 2020 – DTV 2006 (Kfz/24h) (Quelle: IVK 2008)

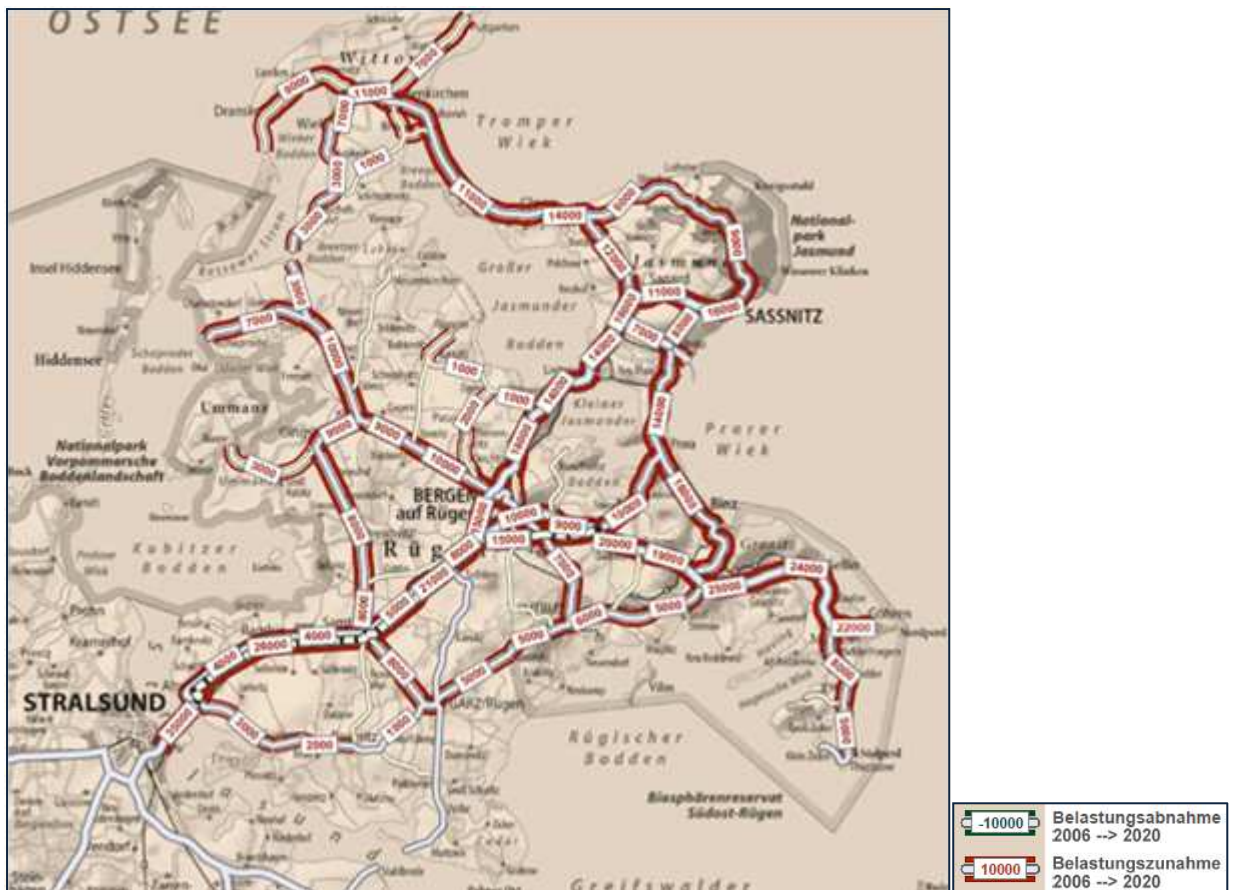


Abbildung 7-29: Differenzbelastungen Sommer 2020 – DTV 2006 (Kfz/24h) (Quelle: IVK 2008)

7.4 Potenzialanalyse

Ca. 92% der Urlauber besuchen die Insel wegen ihrer Landschaft und für ca. 87 % ist die gute Luft und das Klima ein Grund für die Wahl ihres Urlaubsortes auf Rügen. Im Gegensatz dazu reisen aber ca. 74% aller Urlauber mit dem eigenen Pkw an und ca. 75 % fahren überwiegend auch im Urlaub ständig mit dem eigenen Pkw.

Darin liegt nur einer der vielen Widersprüche zwischen dem Anspruch an die Urlauberregion und dem eigenen Verkehrsverhalten.

Aus den in den Abschnitten 7.2 und 7.3 zusammengefassten Informationen zur analytischen und prognostisch zu erwartenden Verkehrssituation sind im Weiteren Potenziale abzuleiten, die – mit den entsprechenden Planungsansätzen - eine langfristige Verbesserung der Gesamtverkehrssituation auf der Insel Rügen erwarten lassen.

Insbesondere ist dabei der Focus zu setzen auf die Minderung der Verkehrslärm- und Abgasbelastungen und somit auf die Stärkung des Klimaschutzes.

7.4.1 Kostenvergleich der Verkehrsträger

Bei der Betrachtung der Kosten im Verkehrsbereich ist neben den unmittelbar durch die Nutzer der Verkehrsmittel erlebbaren Kosten wie Kraftstoff-, Werkstatt-, Versicherungskosten bei den Pkw-Nutzern oder aber die Ticketkosten bei Bus- und Bahnreisenden kaum ein direkt zu beziffernder Ansatz bekannt. Ein Vergleich der sogenannten externen Kosten der Verkehrsträger wird in den seltensten Fällen herangezogen.

Externe Kosten sind alle anfallenden Kosten für Unfälle Luftverschmutzung, Klima- und Gesundheitsschäden, Lärm, Beeinträchtigung von Natur und Landschaft sowie Gebäudeschäden¹¹⁶.

Die in einer Studie für die EU-15 einschließlich Norwegen¹¹⁷ ermittelten Kosten liefern nunmehr konkrete Daten:

- Das Auto ist ca. doppelt so teuer wie der Bus und etwa dreimal teurer als die Bahn.

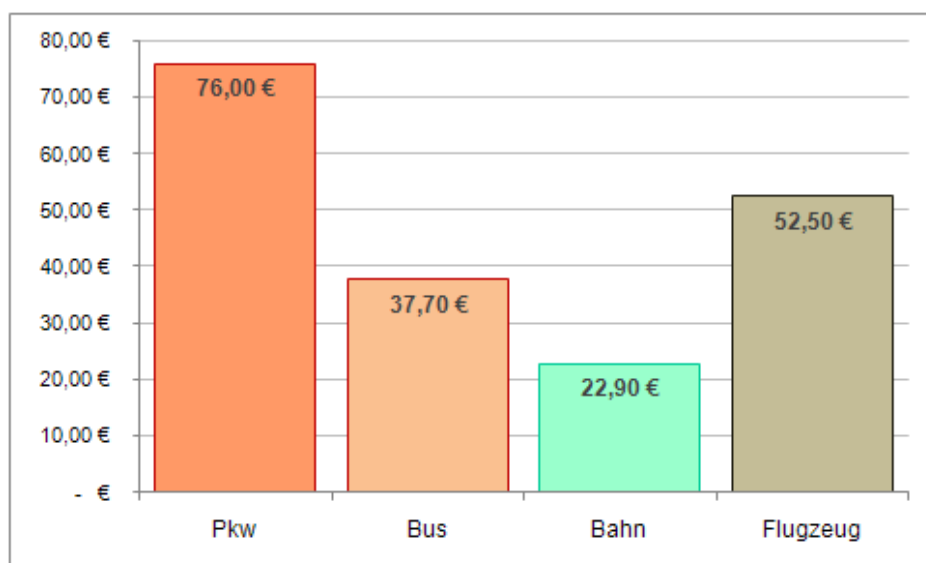


Abbildung 7-30: Externe Kosten (€/ 1.000 Personen-km)

Die Kenntnis dieser Werte ist von Bedeutung in Bezug auf die allgemein zu verzeichnende Tendenz des Verkehrswachstums auf den Straßen und der im Gegensatz dazu stagnierenden oder sogar rückläufigen Verkehrsmengen auf der umwelt- und klimafreundlichen Schiene.

¹¹⁶ move+green; soft mobility – Maßnahmen für eine klimaverträgliche Verkehrspolitik in Europa, 2009

¹¹⁷ Infras /WW 2004: External Costs of Transport – Update Study im Auftrag der International Union of Railways (UIC), Final Report, Zürich/Karlsruhe

Die in Abbildung 7-30 dargestellten externen Kosten werden durch die Solidargemeinschaft getragen und sind daher nur unzureichend im Bewusstsein des Einzelnen Nutzers verankert. Genau aus diesem Grund sind diese externen Kosten argumentativ wenig für die Beeinflussung der Wahl des Verkehrsmittels geeignet.

Um ein Umdenken im Mobilitätsverhalten einzuleiten sollten daher eher die erlebbaren Kosten, aber diese im vollen Umfang intensiver kommuniziert werden. Nicht nur Kraftstoff, sondern auch Kosten für Versicherung, Verschleiß und Wiederbeschaffung müssen plakativer ins Bewusstsein rücken. Der ADAC e.V. bietet hier zuverlässiges Datenmaterial!

7.4.2 Potenzial Mobilitätsverhalten

Das Potenzial, das sich allein aus der Anreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln ergeben könnte, wird durch die nachfolgenden Betrachtungen beschrieben.

Eine quantitative Aufnahme des Potenzials Anreise als einzelne Maßnahme erfolgt jedoch nicht im Katalog (vgl. Pkt. 9), da eine Reihe organisatorischer Maßnahmen und Innovationen im Bereich öffentlicher Personenverkehr/Urlauberverkehr auf der Insel umgesetzt werden müssen, um eine Grundvoraussetzung für den Ansatz Anreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln zu schaffen.

Mit Umsetzung der beiden Maßnahmen im Verkehrssektor (vgl. 10.1.3)

- o Umsetzung IVK - integriertes Verkehrskonzept für die Insel Rügen
- o Entwicklung RIN - regionales Informations- und Navigationssystem

wird sich die Mobilität mit öffentlichen Verkehrsmitteln auf der Insel Rügen wesentlich attraktiver gestalten. Gerade die An- und Abreisenden aus urbanen Zentren werden automatisch auf Bus- und Bahn als Verkehrsmittel zur Anreise umsteigen.

Subjektive Faktoren wie die Einsicht in die Notwendigkeit des Naturschutzes oder das schlechte Gewissen aus dem Zwiespalt von einerseits Naturverbundenheit und andererseits Bequemlichkeit/Komfort beeinflussen den Gast eher nicht, sich für die Anreise mit Bus oder Bahn zu entscheiden. Daher wäre es sinnvoll, die objektiven Faktoren wie Fahrtkosten, Erreichbarkeit des Reiseziels (Reisezeit) zu betrachten und zielgruppenspezifisch zu kommunizieren. Diese objektiven Faktoren lassen sich eindeutig beziffern!

Bisher wird von der überwiegenden Anzahl an Urlaubern, die mit dem eigenen Pkw anreisen, der zeitliche und finanzielle Aufwand verkannt, der mit der Reisevorbereitung zusammenhängt. Dieser wird zumeist für die vermeintlich bequemere Art, mit dem Pkw zu reisen, in Kauf genommen. Während der Fahrt auftretende Stresserscheinungen, zeitliche

Verzögerungen durch Stau und dergleichen sowie die nicht zu verkennende Gefahr im Straßenverkehr werden in der Regel nicht in Betracht gezogen.

Ein Vergleich zwischen den möglichen Verkehrsmitteln P k w - B a h n - B u s im An- und Abreiseverkehr wird im Folgenden anhand von zwei Reiserouten gegenüber gestellt:

Route 1: Hauptbahnhof Berlin - Bahnhof Binz

Route 2: Hauptbahnhof Düsseldorf - Bahnhof Binz

Die entsprechenden Entfernungen wurden mit Hilfe des Routenplaners google earth 2011 ermittelt. Die Angaben zu den entsprechenden Bahnfahrten wurden im Internetportal der Deutschen Bahn AG heraus gesucht. Es wurde dabei von der Nutzung einer Bahn-Card 25 in der 2. Klasse (Sparangebote) ausgegangen. Für die Busreisen wurden im Internet Angebote von Reiseunternehmen verglichen.

In den umseitig folgenden Tabellen und Abbildungen sind Ergebnisse der Recherchen zusammengefasst dargestellt:

Tabelle 7-10: Kosten- und Zeitvergleich bei Anreise zum Urlaubsort (Quelle: eigene Berechnungen)

		ohne Stau	Idealvariante/Sparpreis	
Route	Entfernung	Pkw*	Bahn	Bus
Berlin - Binz Pkw-Route Bhf -> Bhf: 312 km	Dauer/Tour [h]	03:20	03:37	04:40
	Umsteigen	-	-	-
	Kosten/2 Pers. (Hin+Rück)	99,84 €	72,00 €	92,00 €
Preisverhältnis:		100%	72%	92%
Zeitverhältnis:		100%	109%	140%
Kosten/100 km und Person:		8,00 €	5,77 €	7,37 €
Düsseldorf - Binz Pkw-Route Bhf -> Bhf: 714 km	Dauer/Tour [h]	07:00	08:21	08:21
	Umsteigen	-	1x	4x
	Kosten/2 Pers. (Hin+Rück)	228,48 €	303,75 €	273,75 €
Preisverhältnis:		100%	133%	120%
Zeitverhältnis:		100%	119%	119%
Kosten/100 km und Person:		8,00 €	10,64 €	9,59 €

(Anmerkung: *Pkw -Kosten berechnet mit reinen Treibstoffkosten: (10/100km * 1,60 €/l))

Tabelle 7-11: Kosten- und Zeitvergleich bei Anreise zum Urlaubsort (Quelle: eigene Berechnungen)

		ohne Stau	Idealvariante/Sparpreis	
Route	Entfernung	Pkw*	Bahn	Bus
Berlin - Binz Pkw-Route Bhf -> Bhf: 312 km	Dauer/Tour [h]	03:20	03:37	04:40
	Umsteigen	-	-	-
	Kosten/2 Pers. (Hin+Rück)*	312,00 €	72,00 €	92,00 €
Preisverhältnis:		100%	23%	29%
Zeitverhältnis:		100%	109%	140%
Kosten/100 km und Person:		25,00 €	5,77 €	7,37 €
Düsseldorf - Binz Pkw-Route Bhf -> Bhf: 714 km	Dauer/Tour [h]	07:00	08:21	08:21
	Umsteigen	-	1x	4x
	Kosten/2 Pers. (Hin+Rück)	714,00 €	303,75 €	273,75 €
Preisverhältnis:		100%	43%	0%
Zeitverhältnis:		100%	119%	119%
Kosten/100 km und Person:		25,00 €	10,64 €	9,59 €

*Pkw -Kosten berechnet mit Kosten lt. ADAC: > 0,5 €/km (Kompaktklasse, VW Golf)

Offensichtlich ist die Nutzung von Bus oder Bahn für die An- und Abreise zum Urlauberort nur dann finanziell und zeitlich attraktiv, wenn direkte Verbindungen angeboten werden, deren Fahrpreis den überschläglich abschätzbaren Kraftstoffpreis nicht übersteigt.

Die in Frage kommenden Zielgruppe an Urlaubern für einen Wechsel vom eigenen Pkw auf Bus und Bahn sowie eine mögliche *max. Anzahl* an einzusparenden Pkw/Saison auf der Insel Rügen lässt sich optimistisch aus den vorliegenden Erhebungs- und Befragungsdaten wie folgt ermitteln.

1,453	Anzahl der Rügen-Touristen/Saison [in Mio.] - Statistik 2009
[*] 67%	Anteil der Urlauber ohne Kinder/Kleinkinder sowie Reisegruppen
[*] 74%	Anteil der Urlauber, die mit dem Pkw an- und abreisen
[/] 2	Pkw-Besetzungsgrad im Urlaub
360.000	Pkw im An- und Abreiseverkehr/Saison
720.000	potentielle Urlauber
36.000.000	Pkw-km/Saison im An- und Abreiseverkehr (bei Annahme eines mittleren An- und Abreiseweges von 100 km)

Allein diese Anzahl an Pkw mit der max. zurückzulegenden km-Zahl von 100 km zum/vom Urlauberort (ausgehend von Stralsund) multipliziert ergibt eine max. mögliche Minimierung (100% ohne PKW) im An- und Abreiseverkehr von ca. 36 Mio. Pkw-km/Saison.

Dem entgegen zu setzen ist der zusätzliche Einsatz von Reisebussen bzw. Zugverbindungen für die 720.000 Urlauber/Saison.

Zusätzlich zu betrachten sind die Urlauberlokalverkehre die lt. IVK 2008 mit ca. 1 Mio. Pkw-km /Saison auf Grundlage einer Gästebefragung hergeleitet wurden!

„Die Urlauber-PKW werden während des Aufenthaltes auf der Insel im Durchschnitt mehr als 200 km bewegt (von den Probanden geschätzte Fahrleistung). Mehr als 1/3 der PKW legen während des Urlaubs über 200 km auf Rügen zurück. Damit werden täglich während der Saison rund 1 Mio. PKW-km im Urlaubslokalverkehr zurückgelegt (Quelle: IVK Rügen 2008).“

Nachfolgend zusammengefasst die Verkehrsarbeit, welche durch „Pkw-Urlauberverkehr“ nur auf den Straßen der Insel Rügen geleistet wird.

An/Abreiseverkehre

ca. 36 Mio. Pkw-km/Saison

Urlauberlokalverkehre

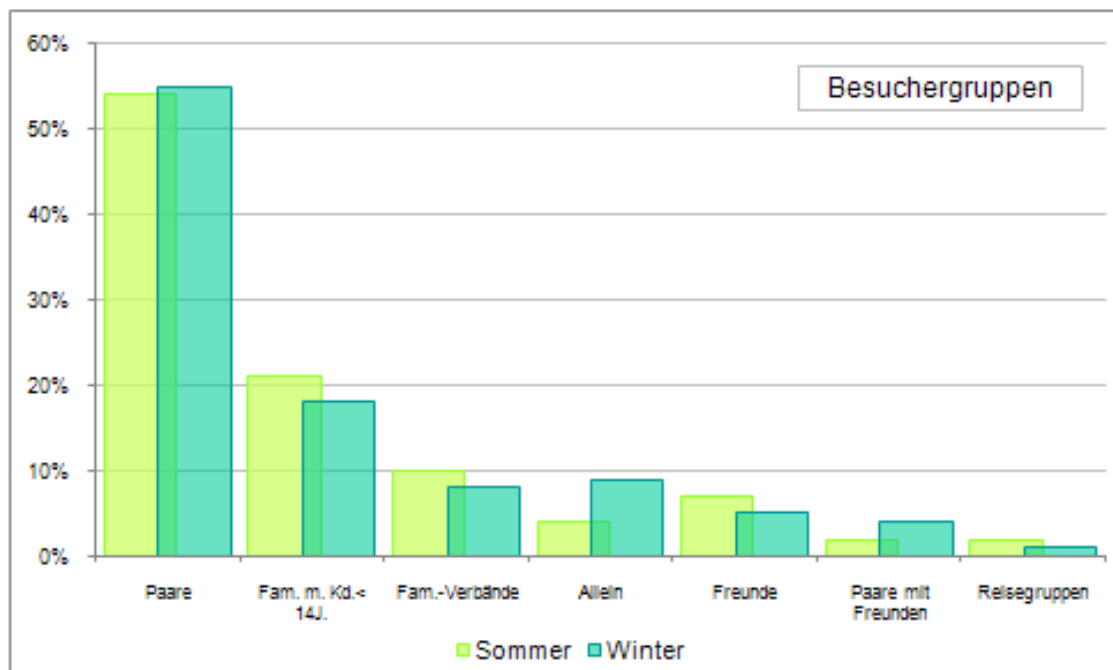
ca. 1 Mio. Pkw-km/täglich während der Saison

Abbildung 7-31: Besucherguppen (Quelle: DWIF, Europäische Reiseversicherung, Qualitätsmonitor Deutschland, Tourismus 2007-2008, Basisauswertung Rügen)

Die Verkehrsarbeit von ca. 1 Mio. Pkw-km, die täglich während der Saison auf der Insel Rügen durch Urlauberverkehre geleistet werden, beinhaltet das größte Potenzial im Sinne eines klimafreundlichen Verkehrs!

7.4.3 ÖPNV (Bus, Bahn, Flugverkehr)

Im Rahmen der Potenzialanalyse für Klimaschutzbetrachtungen haben auf Grund der verhältnismäßig geringen Verkehrsleistung der Flugverkehr und der SPNV (Schienengebundener Personennahverkehr) keine maßgebende Gewichtung.

Die Verkehrsleistung des RPNV auf der Insel Rügen ist mit der Berechnung der Verkehrsarbeit des Fahrzeugverkehrs der Insel erfasst und wird daher nicht separat ermittelt.

7.4.4 Verkehrsbedingte CO₂-Emissionen

7.4.4.1 Allgemeines zur CO₂-Emission

ZIELE:

[Quelle: <http://www.umweltbewusst-heizen.de/verkehr/Autoemissionen/co2-berechnung-auto.html>]

Mit der Bahn unser Klima entlasten

Die bequeme Fahrt mit der Bahn schont mit 40 g CO₂ pro km unser Klima. Dabei reduzieren sich unsere CO₂-Emissionen um 73 Prozent bei Bahnreisen im Vergleich zur Fahrt mit dem eigenem PKW. Sie können Ihre individuellen CO₂-Emissionen mit dem [UmweltMobilCheck der Bahn](#) für verschiedene Strecken mit der Bahn und dem PKW vergleichen.

Geringe CO₂-Emissionen mit dem Reisebus im Vergleich zum PKW

Laut einer Studie vom [Heidelberger Ifeu-Institut](#) reisen Sie mit dem Reisebus mit 20 g CO₂ pro km sehr klimafreundlich im Vergleich zum PKW. Nutzen Sie den Bus oder die Bahn schonen Sie unser Klima durch geringe CO₂-Emissionen, da Sie durch Ihre Busfahrt beziehungsweise Bahnfahrt für eine gute Auslastung der öffentlichen Busse beziehungsweise der Bahn sorgen, die ja ohnehin fahren, egal ob Sie mit dem Bus oder der Bahn reisen oder nicht.

BERECHNUNGSGRUNDLAGEN:

[Quelle: <http://www.umweltbewusst-heizen.de/verkehr/Autoemissionen/co2-berechnung-auto.html>]

Berechnung der CO₂-Emissionen von Autogas und Erdgas

Der CO₂-Berechnung für Autogas beziehungsweise Erdgas ergeben 1640 g CO₂ beziehungsweise 2790 g CO₂ pro kg. Im Vergleich zu Benzin zeigen CO₂-Berechnungen für Autos, die mit Erdgas betrieben werden, eine 20 prozentige Reduktion der CO₂-Emissionen.

Berechnung der CO₂-Emissionen von Benzin und Diesel

Die CO₂-Emissionen eines Autos hängen von den spezifischen CO₂-Emissionen der Kraftstoffart und dem Wirkungsgrad der Motoren ab. Bei der Verbrennung von Diesel werden 2640 g CO₂ pro Liter freigesetzt. Benzin verursacht hingegen nur 2330 g CO₂-Emissionen pro Liter. Da der Wirkungsgrad moderner Dieselmotoren zwischen 35 und 45 Prozent gegenüber 25 bis 35 Prozent bei Benzinmotoren liegt, weisen Berechnungen für Dieselaautos um circa 10 Prozent geringere CO₂-Emissionen pro km als Benzinautos auf.

Berechnung der CO₂-Emissionen für Benzin, Diesel, Autogas und Erdgas

Kraftstoffvergleich	Berechnung der Energie	Berechnung der CO ₂ -Emissionen
Benzin	8.9 kwh pro Liter	2330 g pro Liter
Diesel	9.8 kwh pro Liter	2640 g pro Liter
Autogas	12.8 kwh pro kg	1640 g pro kg
Erdgas	11.2 kwh pro kg	2790 g pro kg

Berechnung der CO₂-Emissionen von Elektroautos aus dem Energieverbrauch

Ein Mittelklasse-Elektroauto verbraucht etwa 16 kwh auf 100 km. Wird der verbrauchte Strom mittels konventionellen Kraftwerken gewonnen, die 600 g CO₂ pro kwh erzeugen, führt eine CO₂-Berechnung zu 100 g CO₂ pro km. Ein Elektroauto, welches mit Ökostrom betrieben wird, verursacht hingegen nur 7 g CO₂ pro km. Der Wirkungsgrad von Elektromotoren liegt bei 90 Prozent. Wird somit der produzierte Strom aus erneuerbaren Quellen gespeist oder wird Strom aus Kraftwerken mit Kraft-Wärme-Kopplung genutzt, geht nur wenig Energie nutzlos in Form von Wärme verloren wie bei Verbrennungsmotoren.

7.4.4.2 Verkehrsmittelverteilung sowie entsprechende Antriebsarten

Die aktuellen Statistiken weisen folgende Anteilsverteilung der Verkehrsmittelarten an der Gesamtzahl der zugelassenen Kraftfahrzeuge aus:

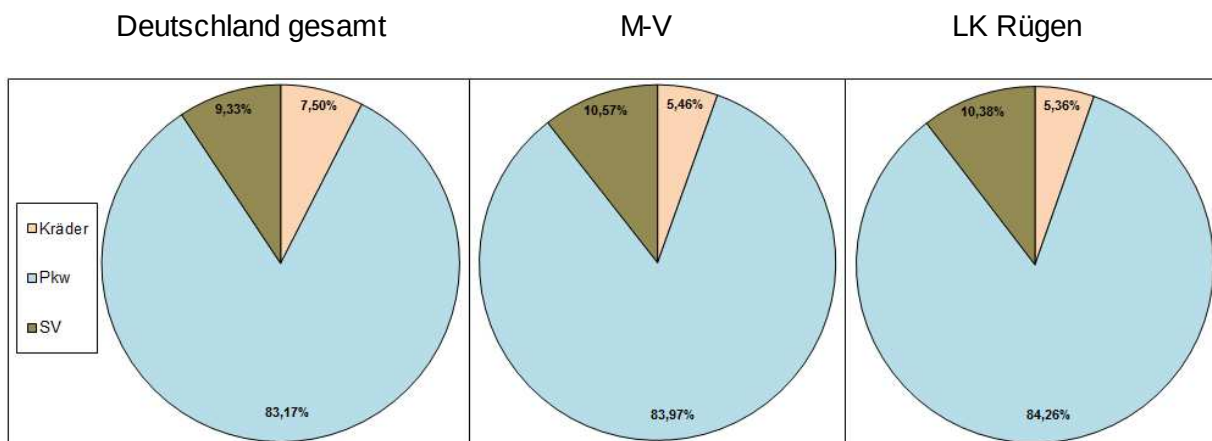


Abbildung 7-32: Anteilsverteilung der Verkehrsmittel an der Gesamtzahl der zugelassenen Kfz (Quellen: Statistische Jahrbücher; Daten des Kraftfahrtbundesamtes)

Deutlich überwiegend ist der PKW-Anteil mit einem in etwa übereinstimmenden Anteil in Bund, Land und Landkreis Rügen von 83-84%. Der Anteil an Lastkraftwagen, Bussen, Zugmaschinen und anderen Schwerverkehrsfahrzeugen beträgt ca. 10%.

Ein Vergleich der Antriebsarten zwischen Bund, Land M-V und Landkreis Rügen anhand aktueller Daten ist an dieser Stelle nur für die Verkehrsmittelart PKW möglich.

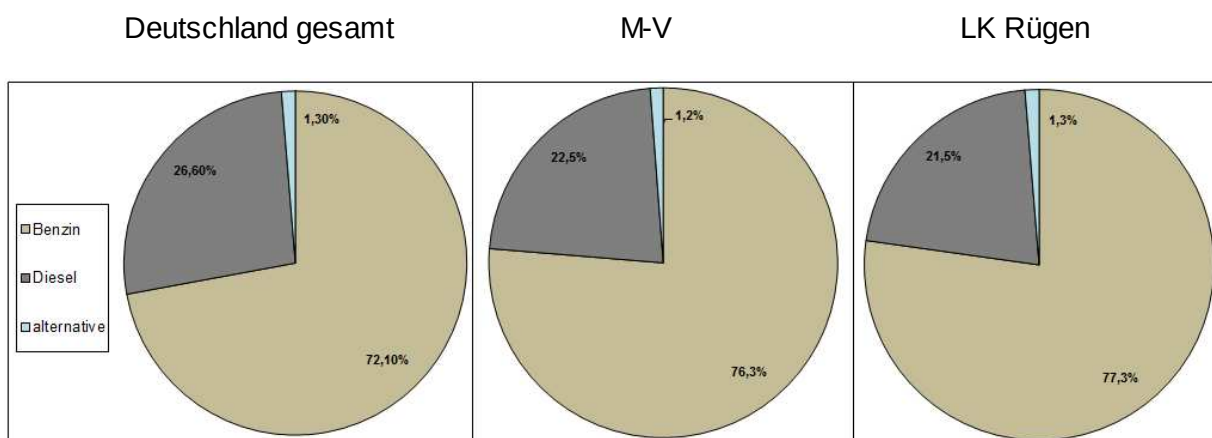


Abbildung 7-33: Anteilsverteilung der Antriebsarten beim Verkehrsmittel PKW (Quellen: Statistische Jahrbücher; Daten des Kraftfahrtbundesamtes)

Die konventionelle Antriebstechnik Benzin bestimmt ebenso wie in der Bundesrepublik gesamt auch auf Rügen nach wie vor Geschehen in der Automobilwelt. Nahezu 99 Prozent der PKW werden mit Verbrennungstechnik (Benzin und Diesel) auf Rügens Straßen bewegt. Alle alternativen Antriebsarten wie Flüssiggas, Erdgas, Elektro und Hybrid zusammengefasst ergeben in Summe gerade einmal 1,3%.

Wie die folgende Tabelle verdeutlicht, liegt Benzin mit 72,1 % in Deutschland und 76,3 % in M-V dabei im Vergleich zu Diesel mit 26,6 % in Deutschland und 22,5 % in M-V weit vorn in der Gunst der PKW-Besitzer. Die Daten des Kraftfahrtbundesamtes geben einen Aufschluss über die Einteilung der PKW nach Kraftstoffart.

Tabelle 7-12: Bestand an Personenkraftwagen am 1. Januar 2011 nach Kraftstoffarten absolut und Veränderung gegenüber Vorjahr [Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt (www.kba.de)]

Mecklenburg-Vorpommern	Benzin	Diesel	Flüssiggas	Erdgas	Elektro	Hybrid	insgesamt
am 01.01.2011, absolut	622.675	183.423	7.972	1.088	13	718	815.906
prozentual	76,3%	22,5%	1,0%	0,1%	0,0%	0,1%	100,0%
	76,3%	22,5%	1,2%				100,0%
Veränderung gegenüber 01.01.2010 [%]	-1,0%	6,9%	7,6%	6,4%	X	29,1%	0,8%
Deutschland insgesamt	Benzin	Diesel	Flüssiggas	Erdgas	Elektro	Hybrid	insgesamt
am 01.01.2011, absolut	30.487.578	11.266.644	418.659	71.519	2.307	37.256	42.301.563
prozentual	72,1%	26,6%	1,0%	0,2%	0,0%	0,1%	100,0%
	72,1%	26,6%	1,3%				100,0%
Veränderung gegenüber 01.01.2010 [%]	1,0%	4,1%	13,3%	4,4%	45,3%	29,1%	1,4%

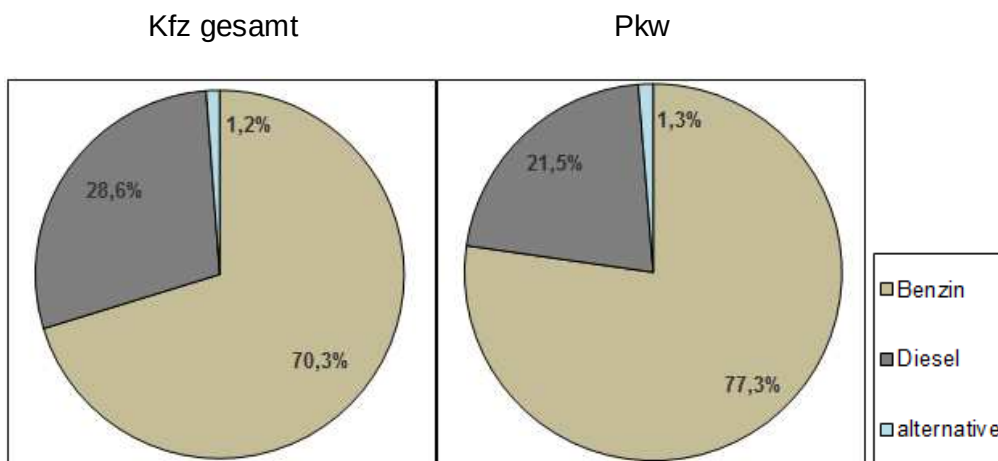


Abbildung 7-34: Anteilsverteilung der Antriebsarten - LK Rügen – Vergleich Kfz gesamt/ Pkw

[Quellen: Zuarbeit des Landkreises Rügen]

Der differenzierte Vergleich der Daten aus dem LK Rügen zeigt, dass der Diesel-Anteil in der Summe aller Fahrzeuge deutlich höher ausfällt als bei den Pkw selbst - darin spiegelt sich der Anteil an Bussen und Schwerverkehrsfahrzeugen wider, die auf Dieselbasis betrieben werden.

7.4.4.3 Verkehrsbedingte CO₂-Emission und Energieverbrauch für Rügen

Basis für die Berechnung des Energieverbrauches ist die ermittelte Verkehrsarbeit (PKW und Schwerverkehr), die dann prozentual für die verschiedenen Fahrzeug- und Kraftstoffarten aufgesplittet wurde.

Zur Ermittlung der auf Rügen verbrauchten Energie im Verkehrsbereich wurden vor allem vorliegende straßenverkehrsrelevante Daten aufbereitet. Wichtige Grundlage war u.a. das integrierte Verkehrskonzept (IVK Rügen 2008). Auf vorhandenen Grundlagen wurde für den Stand 2006 sowie die Prognose 2020 die Verkehrsarbeit (Verkehrsleistung) in Fahrzeugkilometer pro Tag bzw. Personenkilometer pro Tag ermittelt.

Eine Berechnung der Verkehrsarbeit auf der Insel Rügen mit den saisonal stark ausgeprägten Urlauberverkehren allein auf Grundlage des Fahrzeugregisters (Zulassungsstatistik LK Rügen) lässt keine sinnvollen Ergebnisse erwarten. Es wurde also bewusst eine aufwändigere, aber dementsprechend zielführende Berechnungsmethode gewählt. Zur Ermittlung des Energieverbrauches anhand der berechneten Verkehrsarbeit wurden Daten des Kraftfahrtbundesamtes (MV und Deutschland) angewendet, welche für die Fahrzeug- und Kraftstoffarten auf Rügen eine repräsentative Annahme darstellen.

Tabelle 7-13: Ausschnitt Berechnung Energiebilanz Landkreis Rügen - Pkw-Verkehr [eigene Berechnungen]

Strecken	Streckenlänge		Analyse 2006	Prognose 2020 ⁽²⁾	Sommer gesamt	Anteil Urlauber	Anteil Normalverkehr	Analyse				Sommer 2020 gesamt			
								Benzin	Diesel	Gas	sonstige	Benzin	Diesel	Gas	sonstige
DTV ⁽¹⁾			Sommer 2020 ⁽²⁾			Anteile entspr. Statistik LK Rügen			Anteile entspr. Dt.-Statistik						
Pkw-km/Tag [in Mio]			77,26%			21,47%			1,19%						
[(Pkw/Tag) * Streckenlänge]			8,1			6,8			Liter/100 km*						
[km]	[%]														
Gesamtnetz:	438.526	100,0%	1,80	2,14	3,25	1,62	1,64	112.823	26.315	Liter/Tag		196.834	53.124	Liter/Tag	
OU Bergen; B 96n	27.412	6,3%	0,00	0,40	0,57	0,33	0,24	0	0	139.138		34.340	9,486	249.958	
Bundesstraßen	117.902	26,9%	0,86	0,72	1,07	0,46	0,61	53.888	12.569	Berechnung		64.861	17,166	Berechnung	
Landesstraßen	191.040	43,6%	0,81	0,87	1,38	0,71	0,68	50.690	11.823	Verbrauch an		83.630	22,667	Verbrauch an	
Kreisstraßen	102.172	23,3%	0,13	0,15	0,23	0,12	0,11	8.245	1.923	Kraftstoff		14.003	3,805	Kraftstoff	
Gesamtnetz:	Umrechnung Kraftstoffverbrauch [Liter/Tag] -> CO ₂ -Ausstoß [kg/Tag]							261.749	69.735	kg CO ₂ /Tag		456.655	140.779	kg CO ₂ /Tag	
OU Bergen; B 96n								Benzin	23,20	0	0	331.484	79.669	25.138	597.433
Bundesstraßen	Umrechnungsfaktoren							Diesel	26,50	125.020	33.308	Umrechnung in	150.478	45.490	Umrechnung in
Landesstraßen	[kg CO ₂ /10 Liter Verbrennung]							Autogas	16,40	117.601	31.331	CO ₂ -Ausstoß/	194.022	60.068	CO ₂ -Ausstoß/
Kreisstraßen								Erdgas	27,90	19.128	5.096	Tag	32.487	10.083	Tag
Gesamtnetz:	Umrechnung Kraftstoffverbrauch [Liter/Tag] -> Energie [Mwh/Tag]							1.004	258	Mwh/ Tag		1.752	521	Mwh/ Tag	
OU Bergen; B 96n								Benzin	8,90	0	0	1.262	306	93	2.272
Bundesstraßen	Umrechnungsfaktoren							Diesel	9,80	480	123	Umrechnung in	577	168	Umrechnung in
Landesstraßen	[kwh/Liter bzw. kg]							Autogas	12,80	451	116	Mwh Energie/Tag	744	222	Mwh Energie/Tag
Kreisstraßen								Erdgas	11,20	73	19		125	37	
1 Megawattstunde (MWh) = 1000 kWh = 1 Million Wattstunden = 10,6 Wh; 1 Gigawattstunde (GWh) = 1 Million kWh = 1 Milliarde Wattstunden															

1 Megawattstunde (MWh) = 1000 kWh = 1 Million Wattstunden = 10 6 Wh; 1 Gigawattstunde (GWh) = 1 Million kWh = 1 Milliarde Wattstunden

In den folgenden Abbildungen sind die Kernaussagen der detaillierten Berechnungen zusammengefasst dargestellt:

Tabelle 7-14: Zusammenfassung Energiebilanz Landkreis Rügen - **Pkw-Verkehr** (eigene Berechnungen)

Kennwert	Kraftstoffart	Analyse 2006	Prognose Sommerverkehr 2020	Anteil Urlauberverkehr 2020	Anteil Normalverkehr 2020
Kraftstoffverbrauch [Liter/Tag]	Benzin	112.823	196.834	94.322	102.512
	Diesel	26.315	53.124	29.214	23.910
	Summe	139.138	249.958	123.536	126.422
CO ₂ -Ausstoss [kg/Tag]	Benzin	261.749	456.655	218.827	237.828
	Diesel	69.735	140.779	77.417	63.362
	Summe	331.484	597.433	296.244	301.189
Energiebilanz [MWh/Tag]	Benzin	1.004	1.752	839	912
	Diesel	258	521	286	234
	Summe	1.262	2.272	1.126	1.147

Die nachfolgende Abbildung visualisiert den Vergleich von Analyse und Prognose der Energiebilanz PKW-Verkehr nach Kraftstoffarten der Insel Rügen.

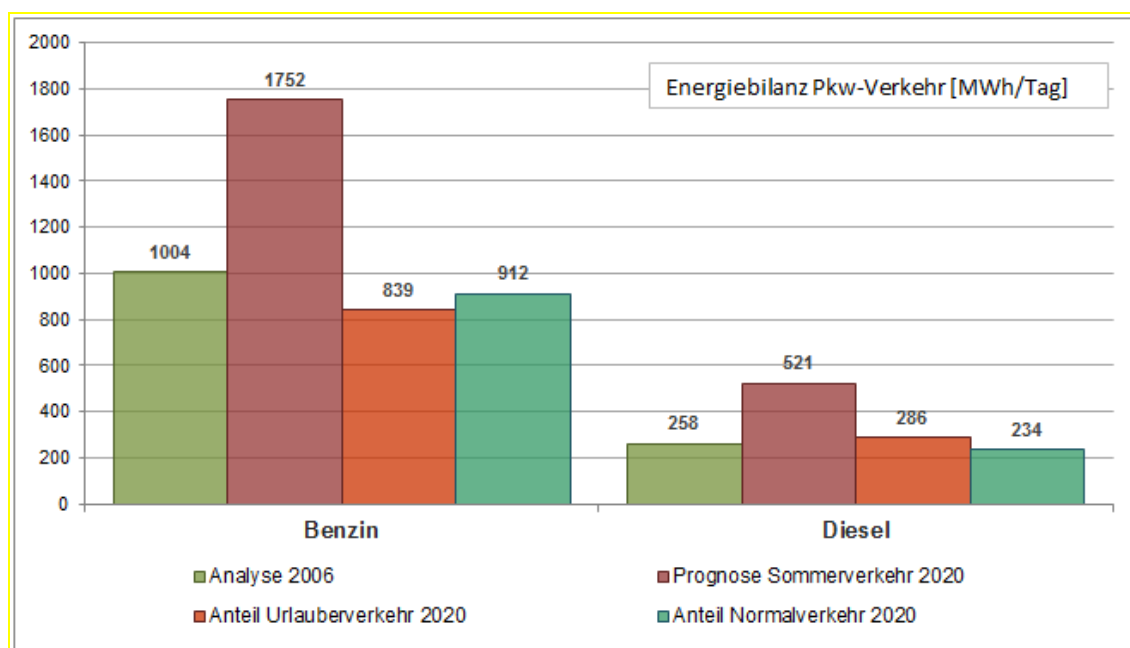


Abbildung 7-35: Vergleich Analyse/Prognose Pkw-Verkehr Insel Rügen (Quelle: eigene Berechnungen)

Schienen-, Schiffs- und Luftverkehr wurden aufgrund ihrer im Vergleich zur Verkehrsleistung zum MIV (motorisierten Individualverkehr) und vor dem Hintergrund klimarelevanter Berechnungen im Bilanzraum vernachlässigt. Die auf Rügen vom RPNV eingesetzten Busse werden aktuell mit Diesel betrieben. Für die Krafträder wurde Ottokraftstoff und für die anderen Verkehrsmittel (LKW, Zugmaschinen, Sonstige) wurde Diesel als Energieträger zugrunde gelegt.

Tabelle 7-15: Zusammenfassung Energiebilanz Landkreis Rügen - **Kfz-Verkehr** (eigene Berechnungen)

Kennwert	Kraftstoffart	Analyse 2006	Prognose Sommerverkehr 2020	Anteil Urlauberverkehr 2020	Anteil Normalverkehr 2020
Kraftstoffverbrauch [Liter/Tag]	Benzin	112.823	196.834	94.322	102.512
	Diesel	60.284	91.263	35.887	55.376
	Summe	173.107	288.097	130.209	157.888
CO ₂ -Ausstoss [kg/Tag]	Benzin	261.749	456.655	218.827	237.828
	Diesel	159.753	241.847	95.101	146.746
	Summe	421.502	698.502	313.928	384.574
Energiebilanz [MWh/Tag]	Benzin	1.004	1.752	839	912
	Diesel	591	894	352	543
	Summe	1.595	2.646	1.191	1.455

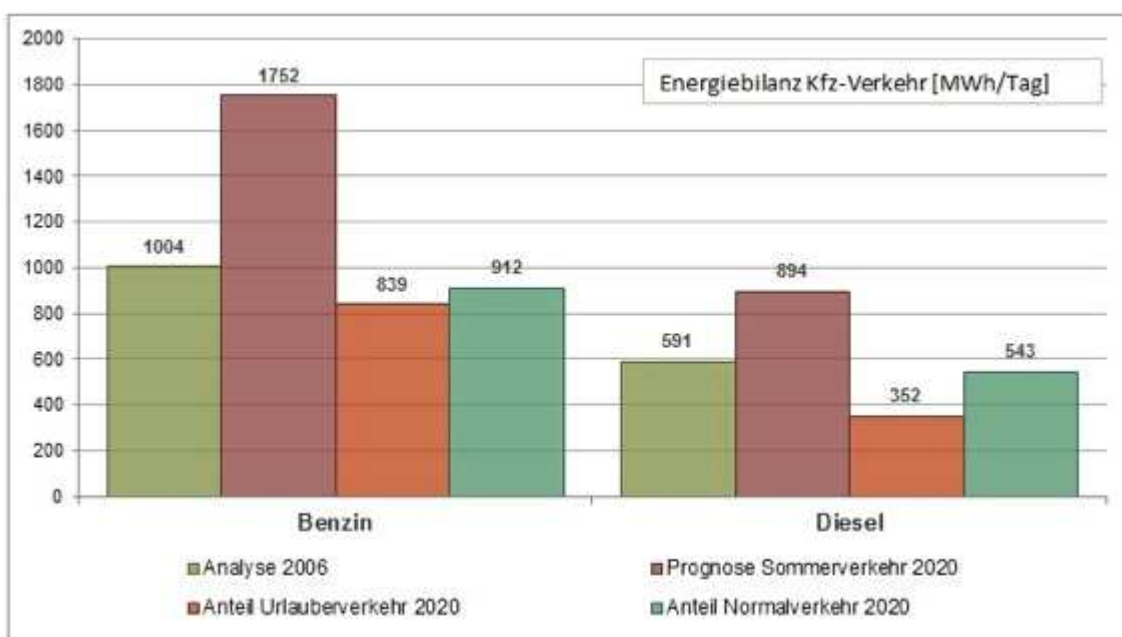


Abbildung 7-36: Vergleich Analyse/Prognose - Energiebilanz nach Kraftstoffarten - Kfz-Verkehr, LK Rügen (Quellen: eigene Berechnungen)

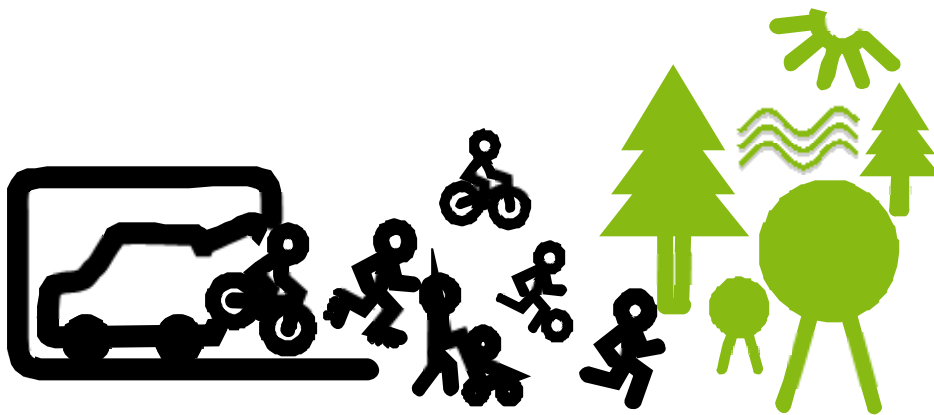
7.5 Zusammenfassung

Die Insel ist stark von saisonalen Verkehren geprägt. Das wurde in verschiedenen Studien und Gutachten hinreichend nachgewiesen. Einige davon sind nachfolgend und ohne Anspruch auf Vollständigkeit aufgeführt.

- 1991, Strukturkonzept Rügen
- 1993, Ökologisch orientiertes Verkehrskonzept Rügen
- 1996, Autofreies Rügen?, Ansätze zur Lösung der Mobilitätsproblematik

- 2000, Intelligentes Verkehrsleitsystem Rügen (IVR)
- 2000, Untersuchungen, Umsetzungskonzept und Realisierungsschritte (IVR)
- 2003, Stellungnahme zur Bearbeitung eines integrierten Verkehrskonzepts
- 2004, Vorstudie zum integrierten Verkehrskonzept (IVK)
- 2008, Integriertes Verkehrskonzept für die Insel Rügen (IVK)

Die im Rahmen dieses Teilkonzeptes „Klimafreundlicher Verkehr“ durchgeführten Untersuchungen bestätigen im Wesentlichen die Ergebnisse der vorangegangenen Konzepte. In der Reduzierung der motorisierten individuellen Urlauberverkehre liegen die größten Einsparpotenziale im Sinne der Klimafreundlichkeit für die Insel Rügen. Das nachfolgende Sinnbild visualisiert teilweise die vorhandene Situation.



"Das ganze Unglück der Menschen rührt allein daher,
dass sie nicht ruhig in einem Zimmer zu bleiben vermögen."

Blaise Pascal (1623 – 1662, französischer Mathematiker, Physiker, Literat und katholischer Philosoph) oder auch ...

„Der Tourist zerstört, was er sucht, indem er es findet“, Hans Magnus Enzensberger, Schriftsteller

7.5.1 Maßnahme „Umsetzung des Integrierten Verkehrskonzeptes für die Insel Rügen (IVK)“

Mit dem Abschlussbericht des IVK vom März 2008 wurde ein Handlungskonzept vorgelegt, welches in fünf Themenfeldern insgesamt 20 Maßnahmen ausweist. Grundsatz bei der Erstellung des Handlungskonzeptes war der Verzicht auf weitere bauliche Erweiterungen der Verkehrsinfrastruktur. Es wurde der Grundsatz verfolgt, auf umweltschonende und attraktive

Verkehrsangebote zu setzen. Das Ergebnis der Umsetzung dieses Verkehrskonzeptes ist „Klimafreundlicher Verkehr“ und sollte daher konsequent und zielführend verfolgt werden.

Die Umsetzung des IVK wurde in Teilen bereits durch den Landkreis Rügen begonnen. Ein für die Umsetzung verantwortlicher Koordinator oder verantwortlicher Mitarbeiter des Landkreises konnte im Rahmen der Workshops nicht eruiert werden.

Zur Realisierung der Maßnahmen sind zwingend leistungsfähige Strukturen, Gremien und klare Verantwortlichkeiten erforderlich. Diese zu schaffen ist eine anspruchsvolle Aufgabe und sollte vom Landkreis initiiert und koordiniert werden.

Maßnahmen aus dem IVK Rügen:

Straßen

- (1) Neubau der B 96n zwischen Altefähr und Bergen
- (2) Neubau der Südumgehung Bergen im Zuge der B 196n
- (3) Abstufung der B 196 von Karow bis Göhren und Aufstufung der L 293/L 29 zur Landesstraße
- (4) Ertüchtigung der L 239/L 29 sowie der B 196 zwischen Bergen und Göhren und Beseitigung kleinerer baulicher Mängelsituationen an sonstigen Straßen
- (5) Optimierung von Ampelschaltungen an wichtigen Knoten

Parkplätze

- (6) Aufbau eines integrierten Parkplatzkonzeptes für die Gesamtinsel
- (7) Errichtung weiterer größerer Parkplätze im Bereich touristischer Attraktionen
- (8) Förderung der Einbeziehung hoteleigener Parkplätze in das öffentliche Parkplatzangebotssystem

Öffentlicher Verkehr

- (9) Förderung des Schienenverkehrs mit Hilfe von Marketing-Maßnahmen
- (10) Erweiterung des Angebotes im ÖPNV um Fahrten zu bzw. von touristischen Attraktionen
- (11) Einrichtung eines kostenfreien, solidarfinanzierten ÖPNV für die Touristen

Radverkehr

- (12) Entwicklung eines inselweiten hochwertigen Radnetz-Konzeptes
- (13) Einheitliche Beschilderung des Radnetzes
- (14) Beseitigung baulicher Mängel auf den vorhandenen Radwegen
- (15) Realisierung geplanter Netzergänzungen

Verkehrsmanagement

- (16) Realisierung des vorliegenden Konzeptes für ein intelligentes Verkehrsmanagementsystem Rügen (IVR)
- (17) Aufbau eines elektronischen Parkplatz-Reservierungs-Systems
- (18) Aufbau eines internetbasierten Rad-Informations-Systems (Radroutenplaner)
- (19) Aufbau eines Systems zur Information über Ankünfte von Fähren bzw. Kreuzfahrtschiffen im Hafen Sassnitz/Mukran
- (20) Aufbau eines umfassenden und hochwertigen Internetportals zur Vermittlung von Informationen rund um den Verkehr auf Rügen

7.5.2 Maßnahme „Entwicklung eines Regionalen Informations- und Navigationssystem (RIN)“

Im Folgenden soll unter Berücksichtigung der rasanten technischen Entwicklung von Kommunikationsgeräten, neuen Medien und Netzwerken sowie des mobilen Internets ein weiterer Lösungsansatz betrachtet werden.

In den Tourismusgebieten Mecklenburg – Vorpommerns, insbesondere an der Ostseeküste, wird das Thema *Zerstörung durch Verkehr* zunehmend Realität. Dieser Interessenskonflikt wird öffentlich und medial wahrnehmbar diskutiert. Zerstört wird neben der Umwelt auch die Aufenthaltsqualität. Letztendlich das Urlaubserlebnis und somit der tourismuswirtschaftliche Umsatz, wenn keine "Neuen Wege" durch Touristikunternehmen und Touristen beim Thema Mobilität beschritten werden.

Alternativen zum motorisierten Individualverkehr müssen daher zwingend gefunden werden, insbesondere für das Tourismusschlachtschiff von Mecklenburg-Vorpommern, der Insel Rügen. Die An- und Abreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln wie Bus, Bahn, Schiff oder Flugzeug ist lediglich ein sukzessiver Lösungsansatz. In den Urlauberregionen selbst müssen Alternativen für die Gästemobilität zum eigenen Pkw geschaffen werden. Diese alternativen Angebote müssen den Gästen bekannt und vor allem schnell zugänglich sein. Die Vermittlung von alternativen Mobilitätsdienstleistungen und Informationen zur Infrastruktur muss objektiv so attraktiv gestaltet werden, dass eine echte Motivation zur Nutzung besteht. Der zeitlich und örtlich uneingeschränkten Information über "Fortbewegungsmöglichkeiten" und „touristische Dienstleistungen“ sowie eine nutzergruppenspezifische Navigation kommt dabei eine besondere Bedeutung zu.

Ein signifikanter Anteil der Gäste bedient sich in der Regel eines Navigationsgerätes, während Sie sich auf der Insel mit einem PKW fortbewegen.

Nutzt der Gast für seine Wege jedoch unterschiedliche Verkehrsmittel (z. B. Bus, Bahn, Schiff, Taxi, Fahrrad, Pedelec, etc.), sollte ein Navigationsmittel bei der Person und nicht am Verkehrsmittel sein. Neben den Straßen müssen auch alle alternativen Wege (z.B. Wander-

und Radwege bzw. Zugangsrouten zu Bus-, Bahn-, Schiffsstationen) in der Navigation verfügbar sein, ebenso wie alle Informationen zu Fahrplänen, Ticketkauf, etc. Mit dem Smartphone oder ähnlichen Geräten besitzen viele Gäste bereits geeignete Hardware. Gäste suchen im Urlaub eine „Gegenwelt zum Alltag“ - die Bereitschaft und die Neugier darauf, Neues auszuprobieren, ist entsprechend hoch.

Gerade im Urlaub kann die Nutzung alternativer (Erlebnis)-Mobilität somit weitaus attraktiver gestaltet werden, als der Individualverkehr mit dem eigenen Auto.

Voraussetzung wird die Nutzung entsprechender Softwareanwendungen zur örtlich und zeitlich uneingeschränkten Information in Verbindung mit einer nutzergruppenspezifischen Navigation.

Grundlage ist eine weitgehend lückenlose Vernetzung der öffentlichen und privaten Mobilitätsangebote sowie eine regionale Datenerfassung und deren ständige Aktualisierung. Diese bilden die Basis für die digitale Information und Navigation neben den technischen Erfordernissen wie Netzabdeckung und mobile Endgeräte.

Die Daten für die herkömmlichen Printprodukte und neuen Medien zur Gästeinformation müssen aufeinander abgestimmt bzw. aus gleichen Quellen gespeist werden, um ungenaue oder widersprüchliche Informationen zu vermeiden.

Die Verkehrsproblematik kann nur im Zusammenhang mit einer strukturierten Information über touristische Angebote gelöst werden. Tourismuswirtschaftliche Vernetzung muss regionale Angebote vorhalten, die der Nachfrage der Gäste entsprechen bzw. auch flexibel darauf eingestellt werden können.

Ziel ist es, die Gäste über touristische Angebote zu informieren - sowohl über pauschal buchbare Angebote als auch über Empfehlungen. Dazu müssen die Gäste jedoch rechtzeitig und umfassend mit den entsprechenden Gästeinformationen in Form herkömmlicher Printmedien (z.B. Landkarten) als auch in digitaler Form versorgt werden. Zielgruppenorientierte Informationen zu Angeboten und Dienstleistungen aus dem unmittelbaren Umfeld des Gastes verringern den Mobilitätsbedarf und somit auch die individuelle Verkehrsarbeit (Wegestrecke/Zeit).

Auch Serviceleistungen, die bei technischen Pannen oder gesundheitlichen Beeinträchtigungen anfallen, sind im System zu integrieren und geben somit eine Mobilitätsgarantie. Im Ergebnis wird der Bedarf an der Nutzung des eigenen PKW verringert.

Die Vermeidung des individuellen Autoverkehrs kann heute schon Wettbewerbsvorteile erzeugen und wird mittelfristig sicher zur zwingenden Voraussetzung für nachhaltige Tourismuswirtschaft.

Im Sinne eines klimafreundlichen Verkehrs sollte der Aufbau eines „RIN - Regionalen Informations- und Navigationssystems“ erfolgen, welches perspektivisch auf weitere Regionen des Landkreises übertragbar ist. Mit einem vernetzten „RIN“ kann die Region ein (Erlebnis-) Mobilitätsversprechen geben und hätte ein zusätzliches Alleinstellungsmerkmal gegenüber anderen Tourismusdestinationen. Ein funktionierendes „RIN“ hätte schlussendlich auch positive Auswirkungen auf die Alltagsmobilität der Region.

8 Akteursbeteiligung

8.1 Akteursanalyse und Akteursadressbuch

Akteursanalyse

Die Identifizierung relevanter Akteure auf der Insel Rügen ist Voraussetzung und Grundlage für die Durchführung der Verbrauchs- und Potenzialanalyse sowie der Strategie- und Maßnahmenentwicklung, innerhalb des mit dem vorliegenden Klimaschutzkonzeptes eingeleiteten Stoffstrommanagementprozesses. Nur durch die Kenntnisse von Verantwortlichen für Stoffströme sowie hierdurch betroffene Personenkreise können diese beeinflusst und gesteuert werden. Auch die weitere Konkretisierung und Umsetzung von Handlungsmaßnahmen kann nur unter Einbindung lokaler Akteure erfolgreich sein.

Die Akteursanalyse sowie das anschließende Akteursmanagement sind der Grundstein zur Schaffung eines umfassenden und interdisziplinären Klimaschutznetzwerkes auf der Insel Rügen. Entsprechend wurden im Rahmen der Konzeptentwicklung lokal und regional relevante Akteure identifiziert. Mittels Veranstaltungen sowie individueller Gespräche vor Ort konnte ein Akteurskreis aufgebaut und weiter konkretisiert werden.

Akteursadressbuch

Im Rahmen der durchgeführten Einzelgespräche und Workshops wurden 100 lokale Akteure über das Klimaschutzvorhaben der Insel informiert. An dieser Stelle ist anzumerken, dass die Insel Rügen bereits während der Projektlaufzeit vereinzelt für das Konzept und die Workshops in regionalen Zeitungen geworben hat und somit der Kreis der informierten Personen erheblich größer ausfällt.

Die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes soll künftig durch einen Klimaschutzmanager gesteuert werden. Um dem Klimaschutzmanager der Insel Rügen die Pflege des aktuellen Netzwerkes und die Kontaktaufnahme mit den für die Umsetzung der entwickelten Maßnahmen verantwortlichen Personen zu erleichtern, wurde eine Akteursdatenbank erstellt. Diese beinhaltet die Namen und Adressen der Unternehmen bzw. der Institutionen sowie die zuständigen Ansprechpartner, deren Telefonnummern und E-Mail-Adressen.

Aus Datenschutzgründen kann das Akteursadressbuch nicht im Klimaschutzkonzept abgedruckt werden. Das Kataster wird nach Projektabschluss der Kreisverwaltung überreicht. Bei Bedarf kann die Kreisverwaltung kontaktiert werden, die einzelfallbezogen und in Rücksprache mit den Akteuren die Freigabe von Daten veranlassen wird.

8.2 Akteursmanagement

Akteursworkshops und Akteursgespräche

Während der Konzepterstellung wurden insgesamt acht Workshops durchgeführt. Aufgrund der schriftlichen Bereitschaft für die Erstellung eines Klimaschutzkonzeptes aller 41 Gemeinden und amtsfreien Städte der Insel Rügen wurden sechs kommunale Workshops angeboten. Mit diesen Workshops sollten regionale Akteure vor Ort in die Erstellung des Klimaschutzkonzeptes und der darin formulierten Maßnahmen auf Gemeindeebene eingebunden werden. Diese fanden zu folgenden Terminen mit sehr unterschiedlicher Beteiligung statt:

- 02. Mai 2011: Kreisverwaltung Rügen, Bergen auf Rügen (30 Teilnehmer)
- 25. Oktober 2011: Stadt Putbus, Putbus (5 Teilnehmer)
- 26. Oktober 2011: Amt Mönchsgut-Granitz, Baabe (5 Teilnehmer)
- 27. Oktober 2011: Amt West-Rügen, Samtens (10 Teilnehmer)
- 03. November 2011: Amt Bergen auf Rügen, Bergen (20 Teilnehmer)
- 16. November 2011: Amt Nord-Rügen, Sagard (3 Teilnehmer)
- 01. Dezember 2011: Amtsfreie Städte Binz und Sassnitz, Prora (20 Teilnehmer)
- 29. Februar 2012: Workshop Tourismus/ Verkehr, Sassnitz (10 Teilnehmer)

Hinzu kommt die Teilnahme des IfaS bzw. Umweltplan an der Energie- und Holzmesse in Putbus vom 03.-05. Juni 2011 und der RÜGANA in Bergen auf Rügen vom 09. bis 11.09.2011. Als Aussteller gemeinsam mit dem Umweltamt des ehemaligen Landkreises, der Bioenergieregion und dem Biosphärenreservat West-Rügen informierten die Mitarbeiter interessierte BürgerInnen und Touristen über das Klimaschutzkonzept und seine Erstellung sowie zum Thema „Klima- und Umweltschutz“. Darüber hinaus wurde während dieser Veranstaltungen eine Befragung von Einwohnern und Touristen zum Thema Klimaschutz durchgeführt. Die Auswertung dieser Fragebögen ist Bestandteil des Konzepts Öffentlichkeitsarbeit, das separat an den Auftraggeber übergeben wird und ebenfalls wie der Maßnahmenkatalog als Fahrplan zur Umsetzung dienen soll.

Im Rahmen der RÜGANA wurde gemeinsam mit der Bioenergieregion ein Klima-Quiz durchgeführt, bei unter anderem eine Solarpotenzialanalyse für ein Einfamilienhaus und die freie Nutzung eines Gasfahrzeuges der EWE für ein Wochenende als Preise ausgegeben wurden. Aufgrund der Betrachtung auf Eignung einer Solaranlage wurde bei den Gewinnern, einer Familie aus Samtens, eine Photovoltaikanlage errichtet.

Einzelgespräche

Während der Konzepterstellung wurden insgesamt 12 Einzelgespräche mit regionalen Akteuren geführt. Ziel dieser Gespräche war es, den möglichen Handlungsbedarf als auch

Maßnahmen für das Konzept zu entwickeln. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Gesprächspartner sowie die damit verbundene Institution

Gesprächspartner	Institution
Frau Patrunky	Tourismuszentrale Rügen
Frau Andreesen	Tourismusverband Rügen
Herr Taeschner	Abfallwirtschaftsbetrieb Rügen
Herr Schulz	Zweckverband Wasser und Abwasser Rügen
Frau Dr. Thom	Amt für Wirtschaftsförderung
Herr Diederich	Bioenergieregion Rügen
Herr Kleinke	NABU Rügen
Herr Weltzien	EWE
Herr Wolf	Eon.edis
Herr Brosseit	Jugendherberge Prora
Frau Dr. Blindow	Biologische Station Hiddensee
Frau Herrmann	TV Marketing M-V

Tabelle 16: Auflistung der durchgeführten Einzelgespräche

9 Maßnahmenkatalog

Mit dem Maßnahmenkatalog werden die Handlungsschritte für die Insel Rügen zur Erschließung der in den Kapiteln 4 bis 7 ermittelten Potenziale bzw. der damit im Zusammenhang stehenden, erzielbaren regionalen Wertschöpfungseffekte dargelegt. Hierfür wird zunächst im nachstehenden Kapitel 9.1 eine Zusammenfassung des Maßnahmenkatalogs wiedergegeben. Anschließend werden in Kapitel 9.2 die zentralen kurzfristigen Maßnahmen für die Insel Rügen genauer erörtert. Diese sind zugleich die erste wesentliche Arbeitsgrundlage für die Konzeptumsetzung durch einen Klimaschutzmanager.

Im Rahmen der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes wurde vom Umwelt-Campus Birkenfeld und dem IfaS in Kooperation mit der Biologischen Station Hiddensee der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald im Mai 2011 ein einwöchiges Managementseminar mit 20 Studierenden auf der Insel Hiddensee durchgeführt. In diesem Seminar wurden ebenfalls mögliche Maßnahmen im Bereich Klimaschutz und Erneuerbare Energien erarbeitet, die als Ausgangspunkt für die weitere Projektentwicklung durch den Klimaschutzmanager dienen können.

9.1 Zusammenfassung des Maßnahmenkatalogs

Die Ergebnisse aus den Bereichen Potenzialanalyse, Öffentlichkeitskonzept, Akteursworkshops und Expertengespräche sind in Maßnahmenblättern zusammengefasst. Der Aufbau der Maßnahmenblätter im Katalog wird in drei Kategorien unterschieden. Die Aufteilung sieht folgendermaßen aus:

Kategorie 1:

Hierunter sind Maßnahmen zu verstehen, die Angaben hinsichtlich kumulierter Gesamtkosten und kumulierter Wertschöpfungseffekte bis zum Jahr 2050 sowie Treibhausgaseinsparung enthalten. Die Parameter und Betrachtungsgrundlagen der Berechnung sind in Kapitel 2 und 3 bereits dargelegt worden.

Kategorie 2:

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

Kategorie 3:

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

Die Summe aller Maßnahmenblätter bildet den Maßnahmenkatalog der Insel Rügen. Dabei ist der Katalog in Form eines Registers gegliedert, welches den Vorgaben des Covenant of Mayors folgt. Die beschriebene Methodik wird heute bereits von einem Zusammenschluss von 2.181 Städten¹¹⁸, welche die ehrgeizigen Ziele der EU unterstützen, angewandt.

Jede dieser Kategorien ist weiter untergliedert (Subkategorien). In diesen Subkategorien sind bisher ausschließlich die Maßnahmen aufgeführt, die im Laufe der Projektarbeit für die Insel Rügen identifiziert wurden. Die Kreisverwaltung hat die Möglichkeit den fortschreibbaren Maßnahmenkatalog um weitere Maßnahmen zu ergänzen. Dabei dient der Katalog als Controlling-System für das Klimaschutzmanagement der Insel Rügen und für zukünftige Klimaschutzaktivitäten des Landkreises Vorpommern-Rügen.

9.2 Kurzfristige Klimaschutzmaßnahmen der Insel Rügen

9.2.1 Entwicklung eines kommunalen Energiecontrollings der kommunalen Liegenschaften

Bislang gibt es noch kein Energiecontrolling für die kommunalen Liegenschaften auf der Insel Rügen. Die Entwicklung des Energiecontrollings ist eine Aufgabe vom Klimaschutzmanager, damit die Gemeinden auf der Insel Einsparprojekte umsetzen, Energiekosten einsparen und schließlich der Bevölkerung auch zukünftig als Multiplikatoren dienen können. Dies ist auch dann bei der Ausweitung der Klimaschutzstrategie für den gesamten Landkreis Vorpommern-Rügen von Bedeutung.

Folgende Aspekte könnten für der Entwicklung des kommunalen Energiecontrollings bzw. Bezugszeitraum und Basisdaten Berücksichtigung finden:

- Prüfung der verfügbaren, am Markt erprobten Instrumente des Energiecontrollings
- Erfassung, Darstellung und Analyse des Heizenergieverbrauchs gemäß VDI 3807, d.h. Berechnung des tatsächlichen Energiebedarfes.
- Zeit- und Witterungsbereinigung der Verbrauchswerte.
- In einem eigenständigen Kapitel werden die Daten der genutzten Wetterstation mit den dazugehörigen errechneten Gradtagszahlen dargestellt.
- Erstellen einer tabellarischen sowie graphischen Darstellungsform entsprechend der VDI 3807 (Erstellung von Zeitreihen zur Vergleichbarkeit).

¹¹⁸ Vgl. <http://www.eumayors.eu>, abgerufen am 15.12.2010

- Erstellung eines regelmäßigen Energiecontrollingberichtes, indem u.a. die Kosten, Einsparmöglichkeiten und auf Kennwerte bezogene Kostenveränderungen dargestellt werden; auch in Form eines „E-Controllings“.

Herleitung einer bundesweiten Vergleichbarkeit der Energieverbräuche durch Witterungsbereinigung der Gradtagszahl (G20), Verwendung der BGFE (externe Bruttogeschossfläche) als Berechnungskennzahl und durch Berechnung der sonstigen Umrechnungsfaktoren nach den Vorgaben der VDI 3807.

9.2.2 Nutzungskonzepte für Deponie- und Konversionsflächen

Dabei handelt es sich um die Nachnutzung von drei ehemaligen Abfalldeponien und einer ehemals militärisch genutzten Konversionsfläche. Vorrangig wurde bei diesen Flächen und den weiteren identifizierten Freiflächen die Nutzung von PV-Freiflächenanlagen betrachtet.

Die vier konkret kalkulierten Freiflächenanlagen für den Förderzeitraum könnten eine jährliche Strommenge von etwa 3.925 MWh generieren. An dieser Stelle können sowohl Gemeinden, als auch der Klimaschutzmanager den Ausbau der PV-Potenziale auf Freiflächen unterstützen, z.B. indem die entsprechenden Standorte im Rahmen der Flächennutzungspläne ausgewiesen werden.

Des Weiteren soll den Bürgern der jeweiligen Gemeinde in Form von kommunalen Beteiligungsmodellen die Möglichkeit geboten werden, an den Wertschöpfungseffekten durch den Bau von PV-FFA zu profitieren.

Darüber hinaus bestehen neben der Nutzung von Solarenergie auch Möglichkeiten für weitere Nutzungsformen, z.B. in Form von Biomassehöfen oder (Klein-)windkraft.

Der Klimaschutzmanager kann hier Aufgaben zur Projektentwicklung mit den entsprechenden regionalen Akteuren und der fachlichen Unterstützung bei der Umsetzung wahrnehmen.

9.2.3 Aktivierung Solarpotenziale

Photovoltaik auf Dachflächen

Die Solarpotenzialanalyse kommt zu dem Ergebnis, dass sich derzeit 17.746 Wohngebäude auf der Insel Rügen befinden. Insgesamt kann auf den Dachflächen unter Berücksichtigung der Eignung eine Gesamtleistung von 58.000 kWp installiert werden. Bis zum Jahr 2050 sollen 100% des Gesamtpotenzials erschlossen werden. Zur Erfolgskontrolle sollen die Ausbauraten vom Klimaschutzmanager vorangetrieben und regelmäßig überprüft werden. Kennzahlen der Maßnahme für den Zeitraum 2012 – 2015 sind dem Anhang zu entnehmen.

Solarthermiepotezenziale auf Dachflächen

Die Solarpotenzialanalyse kommt zu dem Ergebnis, dass sich auf der Insel Rügen ca. 207.000 m² an Dachflächen zur Heizungsunterstützung durch Solarthermie eignen. Bis zum Jahr 2050 sollen 100% des Gesamtpotenziales erschlossen werden. Zur Erfolgskontrolle sollen die Ausbauraten vom Klimaschutzmanager vorangetrieben und regelmäßig überprüft werden.

Dachflächeninitiative

Zur Aktivierung des Potenzials zur Nutzung von Photovoltaik und Solarthermie soll der Klimaschutzmanager eine Initiative entwickeln, die unter Mitwirkung von Banken, Sponsoren und Investoren im Förderzeitraum gestartet wird.

9.2.4 Internetbasierte Klimaschutzplattform

Online-Medien, wie beispielsweise die kommunalen Webseiten, stellen im Rahmen der Zielgruppenkommunikation wichtige Kommunikationsträger dar, deren Bedeutung auch in Zukunft weiter steigen wird.

Im Zuge der Bündelung der Klimaschutzaktivitäten der Insel in den Bereichen Verwaltung, Tourismus und Verkehr ist hier die Entwicklung einer Internetplattform durch den Klimaschutzmanager angedacht. Aus diesem Grund kann daher die Integration folgender Themenfelder und Funktionen wie beispielsweise:

- Informationen über Klimawandel,
- Allgemeine Informationen zu Energieeffizienz und Erneuerbare Energien,
- Fördermöglichkeiten für Bürger, Vereine und Verbände, Unternehmen, etc.,
- Vernetzung der Projekte im Bereich Klimaschutz,
- Möglichkeiten klimafreundlicher Mobilität auf der Insel für Touristen,
- Informationen zu bereits umgesetzten Maßnahmen,
- Mediathek,
- "Handwerkerverzeichnis",
- Forum,

empfohlen.

Ein in diesem Kontext zu empfehlendes Online-Medium stellen Social-Media-Plattformen (z.B. Twitter, Facebook, YouTube) dar, da diese eine schnelle Interaktion der Gemeinde mit

den anzusprechenden Zielgruppensegmenten und eine in Relation zu anderen Medien kostengünstige Kommunikation ermöglichen. Soziale Medien eignen sich hierbei besonders für die Kommunikation mit dem Zielgruppensegment der Privathaushalte, da diese in den letzten Jahren eine starke Verbreitung bei diesem Segment erfahren haben und somit eine breite Kommunikation gewährleisten können.

Der Einsatz dieser Plattformen eignet sich ebenfalls zur Verbreitung von Informationen sowie der Bewerbung von Kampagnen (z.B. Stromspar- oder Pumpen-Austauschkampagne).

Die Einbindung dieses Mediums in den Werbeauftritt der Insel sollte unter Beachtung der Kommunikationsziele vom Klimaschutzmanager erfolgen. Weitere Aufgabe des Klimaschutzmanagers wird es sein, für diese Plattform Inhalte in Bezug auf das Klimaschutzkonzept und dessen Umsetzung zu liefern und diese zu pflegen.

9.2.5 (Bio)EnergieDörfer Insel Rügen

Im Rahmen der landesweiten Strategie zur Entwicklung von 500 (Bio)EnergieDörfern in Mecklenburg-Vorpommern haben sich vier Gemeinden der Insel Rügen per Beschluss der Gemeindevertretung für die Entwicklung der Gemeinde hin zu einem (Bio)EnergieDorf ausgesprochen. Hierbei handelt es sich um die Gemeinden Gingst, Lancken-Granitz, Rappin und die Insel Hiddensee.

Im Falle der Gemeinden Gingst und Lancken-Granitz befinden sich Fördermittel zu Erstellung der Machbarkeitsstudie noch in der Bewilligungsphase, während der Projektentwicklungsprozess in Rappin und auf der Insel Hiddensee noch nicht begonnen wurde.

Zur Initiierung, Planung und Errichtung eines (Bio)EnergieDorfes ist zunächst eine Machbarkeitsstudie zur Ermittlung und Darstellung der wirtschaftlichen Tragfähigkeit erforderlich. Diese bezieht sich insbesondere auf den Wärmepreis, der, im Vergleich zum bislang fossil getragenen Wärmepreis konkurrenzfähig sein muss. Die Studie stützt sich dabei auf die netzgebundene Energieverteilung in Form von Nahwärme auf Basis der Integration biogener Brennstoffe. Dabei werden die Wärmeerzeugungsvarianten Holzheizwerk bzw. Biogasanlage (Abwärme des BHKW) berechnet, bewertet und fossilen Referenzpreisen (Wärmepreis auf Basis Strom oder Gas) gegenübergestellt.

Weiterhin prüft die Studie die Anschlussbereitschaft der Dorfbewohner, was ebenfalls einen wesentlicher Indikator für die wirtschaftliche Machbarkeit darstellt. Nach erfolgreicher Projektierung folgen die technische Detailplanung und Errichtung der Energieversorgungsanlagen auf der Basis von Holz und Biogas sowie umfangreiche Bürgerinformationen. Der Klimaschutzmanager begleitet die Studie, berät und wahrt die

Interessen der Gemeinden. Zudem soll er hier bereits in enger Kooperation mit künftigen Investoren und Initiatoren arbeiten.

Neben dem Einsatz erneuerbarer Energieträger zur Energieproduktion (Strom/Wärme) in den Gemeinden sind ebenfalls Energieeffizienz in öffentlichen Gebäuden, Teilhabe der Bürger und alternative Landnutzungskonzepte Gegenstand der Untersuchung. Diese haben eine kontinuierliche Integration biodiverser Anbausysteme in den regionalen, landwirtschaftlichen Flächenmix zum Ziel. Dies ist gerade vor dem Hintergrund der Bedeutung des Tourismus und der stetigen Diskussion der Nutzung von Mais in Biogasanlagen ein wichtiger Aspekt.

9.2.6 Ausgestaltung von Bürgerbeteiligungsmodellen

Die finanzielle Beteiligung der Bürger an der Umsetzung von Klimaschutzprojekten ist ein wichtiger Ansatz zur erfolgreichen Realisierung geplanter Vorhaben. Partizipieren Bürger über die Beteiligung an Projekten und somit am Fortschritt ihrer Region, indem sie die Möglichkeit haben, selbst investiv tätig zu werden und innovative regionale Projekte zu unterstützen, bewirkt dies zugleich eine erhöhte Sensibilisierung bzw. Akzeptanz bei der Umsetzung von Vorhaben, die aus heutiger Sicht teilweise noch umstritten sind (z.B. Errichtung von Windkraftanlagen).

Die Motivation zur Etablierung derartiger Finanzierungsmodelle ist, dass mit regionalen Klimaschutzprojekten zugleich die regionale Wertschöpfung unterstützt wird und auf diese Weise

- Investitionen ein langfristiges Fundament für Arbeitsplätze und langfristige Einnahmeströme schaffen,
- die Bevölkerung direkt von Teilhabemodellen profitiert und damit langfristig weniger auf staatliche Transferleistungen angewiesen ist,
- Innovationskerne neue Perspektiven für die Bevölkerung und die Region selbst bedeuten und
- die Reduktion von Energieimporten Versorgungs- und Planungssicherheit sowie Preisstabilität schafft.

Die „finanzielle Teilhabe“ durch eine lokale Energieproduktion bzw. -versorgung kann sich somit zu einer zukunftssicheren Einnahmequelle für die Gemeinde sowie Bürger entwickeln und stellt die Basis sinnvoller Investitionen, beispielsweise in technische wie soziale Infrastrukturen vor Ort oder private Altersversorgung in Form einer „solaren Rente“ sicher.

Die Modelle zur erfolgreichen Umsetzung dieses Ansatzes sollen über den Klimaschutzmanager gesteuert und unterstützt werden. Maßgeblich ist hierbei die

Moderation und Initiierung dieser Ansätze durch den Klimaschutzmanager in Kooperationen mit regionalen Investoren und Kreditinstitutionen. Insbesondere vor dem Hintergrund der Entwicklung von Teilhabemodellen für die Bevölkerung an Projekten zur Errichtung von EE-Anlagen (z.B. PV-Freiflächenanlage).

Außerdem ist die Einbindung von Stamm-Gästen in die Teilhabemodelle denkbar, so dass auf diese Weise eine Art Kundenbindung entsteht.

9.2.7 Fundraising

Die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes erfordert einen großen Investitionsbedarf. Die zunehmende schwierige Haushaltslage ist oftmals der Hinderungsgrund, investive Mittel bereitzustellen. Gerade deshalb ist es zwingend erforderlich, Drittmittel zu akquirieren, so dass der kommunale Haushalt entlastet und eine erhöhte Wirtschaftlichkeit erreicht wird.

In Ergänzung zur Entwicklung angemessener Finanzierungsmodelle, die sowohl zu einer Akzeptanzsteigerung Erneuerbarer Energien führen, als auch positive Einkommenseffekte schaffen können, wird der Klimaschutzmanager projektbezogen auch die Möglichkeit prüfen, inwiefern Fördermittel auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene zur Verfügung stehen, die spezifisch für Maßnahmen in Anspruch genommen werden könnten. Dies ist gerade auch vor dem Hintergrund der Kleinteiligkeit der Gemeindestruktur der Insel von Bedeutung. Stehen geeignete Fördertöpfe zur Auswahl, wird der Klimaschutzmanager in enger Abstimmung mit den Gemeindeverwaltungen, den zuständigen Gremien im Landkreis sowie Projektpartnern die Antragstellung zur Bewilligung der Fördermittel vornehmen.

9.3 Reisende Hochschule Insel Hiddensee

Hintergrund und Zielsetzung

Die Reisende Hochschule ist ein Managementseminar mit 20 Studenten des Umwelt-Campus Birkenfeld der FH Trier unter der Leitung von Prof. Dr. Heck, geschäftsführender Direktor des Institut für angewandtes Stoffstrommanagement. Begleitet wurde das Seminar durch Dipl.-Betriebswirt (FH) Stephan Latzko, Projektmanager am IfaS und Projektleiter für das Klimaschutzkonzept Insel Rügen.

Im Rahmen der einwöchigen Seminarwoche im Mai 2011 wurde ein Konzeptvorschlag für die nachhaltige und effiziente Energie- und Ressourcennutzung für die Insel Hiddensee erstellt. Das Ziel des Konzeptes ist es, Hiddensee als Null-Emissions-Insel zum Vorzeigemodell zu machen. Dabei soll vor allem die Wasser- und Energieversorgung langfristig gesichert werden. Die dafür entwickelten Geschäfts- und Finanzierungskonzepte bieten die Möglichkeit, dass sich Akteure und Touristen direkt beteiligen können.



An dem interdisziplinär angelegten Seminar nahmen einerseits Studenten der Fachbereiche Umweltwirtschaft und Umweltplanung und andererseits Studenten des Studiengangs „International Material Flow Management“ teil, die unter anderem aus Südamerika, Osteuropa und Asien kamen. Unterstützt wurden sie von der Biologischen Station Hiddensee und von drei Studierenden

(Biologie, Landschaftsökologie) der Universität Greifswald. Die Seminargruppe ist unterteilt in vier Teams, die jeweils für das Stoffstrommanagement, die Technik, die Finanzierung sowie die Öffentlichkeitsarbeit zuständig waren. Das Besondere an diesem Managementseminar ist darüber hinaus, dass auch die Organisation und Abwicklung eigenverantwortlich von einer Gruppe der Studierenden übernommen wird.

Problemstellung

Die Insel Hiddensee liegt westlich vor Rügen im Landkreis Vorpommern-Rügen. Auf einer Fläche von ca. 19 km² leben etwa 1.100 Einwohner in den vier Ortschaften Kloster, Vitte, Neuendorf und Grieben. Hiddensee ist ca. 17 km lang und maximal 3,7 km breit. Sie gehört zum Nationalpark Vorpommersche Boddenlandschaft und ca. 90 % von Hiddensee sind geschütztes Gebiet (Landschaftsschutzgebiet, Naturschutzgebiet, Schutzgebietszonen I und II des Nationalparks). Der hohe Stellenwert des Naturschutzes wird dadurch deutlich, dass jeglicher privater Autoverkehr verboten ist und Landwirtschaft nur extensiv betrieben wird. Die Transporte werden hauptsächlich mit Pferden und von wenigen motorisierten Fahrzeugen, zu denen auch Elektroautos gehören, durchgeführt. Der Tourismus ist die wichtigste Einnahmequelle der Einwohner, jedoch ist er sehr saisonabhängig. So beschränken sich die Haupt- und Nebensaison auf April bis Oktober, wo hingegen in den Wintermonaten nur wenige Touristen auf die Insel kommen. Zudem wird vor allem im Sommer das Trinkwasser knapp, was durch den Tourismus noch verstärkt wird.

Da der Tourismus am bedeutsamsten für die Bevölkerung ist, ist es wichtig ihn in das Konzept zu integrieren. Dazu ist jedoch ferner ein eigenes Tourismuskonzept erforderlich, welches derzeit nur allgemein für die Insel Rügen besteht.

Projektentwicklung

Zur Erstellung des Konzeptes wurde zunächst eine Potenzialanalyse im Bereich der Erneuerbaren Energien und der Stoffströme der Insel angefertigt. Dabei wurde die Ist-Situation der einzelnen Stoffströme betrachtet sowie die damit verbundenen Probleme und

mögliche Lösungsansätze ausgearbeitet. Zudem wurden im Bereich der Energieeffizienz realisierbare Einsparungspotenziale durch verschiedene technische Innovationen beleuchtet.

Erneuerbare Energien

Die Insel hat aufgrund ihrer Lage fast dauerhaft, bisher ungenutzte Windbewegungen, vor allem an der Nord-Westküste. Diese ließen sich durch verschiedene Windkraftanlagen nutzen, wobei eine große 1,5 MW-Anlage reichen würde, um den Energiebedarf der Insel zu decken. Optional sind auch kleine Anlagen für den privaten Gebrauch denkbar, da sie preiswert, unauffälliger und niedriger sind. Mit einer Größe von 1 MW kann eine Anlage von bis zu 100 Haushalten genutzt werden.

Weitaus größer sind jedoch die ermittelten Potenziale von Solarkraft und Biomasse. Hiddensee gehört zu den sonnenreichsten Gebieten Deutschlands und dementsprechend können mit Photovoltaik- und Solarthermieranlagen hohe Erträge erzielt werden. Allein von Solarthermie beträgt das Potenzial 1.200 MW/a, wodurch 100.000m³ Gas eingespart werden können. Um das Landschaftsbild weitestgehend beizubehalten, könnten Photovoltaik-Anlagen vor allem auf Nicht-Reet-Dächern installiert werden.

Biomasse wird derzeit kaum genutzt, wobei gerade die Heide, Dornbusch und Wald gut nachhaltig nutzbar sind. Hierbei wird auf die unumgängliche Landschaftspflege abgezielt, die in Zusammenarbeit mit der Biologischen Station und des Nationalparks durchgeführt wird. Wichtig ist zudem die Einführung einer effizienten Biomasse-Logistik, um alle Potenziale, wie Grünschnitt, Pferdemist, Algen, alte Reetdächer und Asche für Wärmeenergie und Dünger nutzen zu können. Bei einem möglichen Überangebot sind zusätzliche Einnahmen durch Verkauf zu generieren.



Energie- und Ressourceneffizienz

Weitere Energieeinsparungen, zum Teil von über 80%, sind durch neue LED-Straßenlaternen und effizientere Heizungspumpen möglich. Auch in der Wasser- und Abwassernutzung können große Einsparungen erzielt werden und somit das Versorgungsproblem mit Trinkwasser in der Hochsaison verringert werden. So können, unter anderem in Zusammenarbeit mit den Hotels, Restaurants und anderen öffentlichen Einrichtungen aber auch im privaten Bereich, zum Beispiel wasserlose Urinale und Regenwassersammeltanks installiert und das Grauwasser für Spülung und Wäsche

wiederverwendet werden. Da dadurch weniger Abwasser anfällt und der Trinkwasserverbrauch deutlich sinkt, sind jährliche Einsparungen von über 131.000 Euro zu verzeichnen. Dieses Geld kann für neue Investitionen genutzt werden, wodurch weitere Einsparungen möglich sind und kommt so der regionalen Wertschöpfung zugute.

Langfristig auf 20 Jahre gesehen, stehen den Investitionen für eine nachhaltige Energienutzung i. H. v. ca. 10 Mio. Euro Erträge und Einsparungen i. H. v. ca. 20 Mio. Euro entgegen. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass diese Berechnungen unter der Annahme der Einspeisevergütung des EEG von 2011 durchgeführt wurden. Dies hat zur Folge, dass sich die Erträge und Einsparungen höchstwahrscheinlich verringern und die Amortisationszeiten der einzelnen Projekte verlängern werden.

Öffentlichkeitsarbeit

Die Null-Emissions-Insel spricht alte und neue Zielgruppen an, wodurch idealerweise die Saison erweitert wird. Mit Hilfe verschiedener Maßnahmen, wie zum Beispiel Geo-Caching („Schnitzeljagd“), Segway-Touren und ausgebauten, technisierten Naturlehrpfaden (Chip, Datenterminals mit Touchscreen, etc.) kann der Tourismus mit eingebunden werden.

In einer kurzen Umfrage von 60 Touristen in den Häfen von Kloster und Vitte wurde deutlich, dass die Touristen im Allgemeinen eine nachhaltige Energieentwicklung befürworten. So würden mehr als die Hälfte regenerative Energiegewinnungsanlagen nicht als störend für das Landschaftsbild empfinden und dreiviertel wären bereit, einen so genannten „Erneuerbaren-Energie-Beitrag“ i. H. v. ca. 2 Euro zu bezahlen.

Um den Akteuren, wie den Einwohner, öffentlichen Einrichtungen und Touristen, das Konzept näher zu bringen, können die Biologische Station und die Häfen in Vitte und Kloster als Vorzeigemodelle dienen. Durch den geplanten Umbau der Biologischen Station können durch ein Nahwärmenetz die einzelnen Gebäude und das Museum durch verschiedene erneuerbare Energien versorgt werden. In den Häfen besteht die Möglichkeit, zusätzlich einen Solar Gangway und Solar Bike-Port zu errichten, die zum einen als Regenschutz für die Fahrgäste und zum anderen als Aufladestation für E-Bikes und E-Cars (Hiddensee-Logistik) dienen. Zudem könnte ein weiteres Nahwärmenetz in Vitte zwischen EDEKA, den Appartements und der Schule installiert werden.

Durch Aufklärungsarbeit in Form von Flyern, lokalen Presseberichten und der Abschlusspräsentation der Reisenden Hochschule auf Hiddensee wurde versucht, eine breite Masse von den möglichen Akteuren anzusprechen. Vor allem war es wichtig, die Akteure mit dem größten Einfluss und Interesse, wie zum Beispiel den Bürgermeister, die Nationalparkverwaltung und den Hafen- und Kurbetrieb für das Projekt zu gewinnen. Positiv gegenüber der Reisenden Hochschule äußerten sich der Hafen- und Kurbetrieb und die

Biologische Station, da diese die Reisende Hochschule von Anfang an durch Zusammenarbeit unterstützte. Eher kritisch wurde das Projekt von der Nationalparkverwaltung betrachtet, was jedoch darauf zurückzuführen ist, dass das Konzept erst am Anfang seiner Ausarbeitung stand. Der Bürgermeister reagierte leider nicht auf unsere Kontaktanfragen sowie auf die Einladung zur Abschlusspräsentation. Dort wurden Vertretern des Landkreises, der Insel Hiddensee, der Universität Greifswald und der regionalen Presse die ersten Ergebnisse der Seminarwoche vorgestellt mit durchgehend positiver Resonanz.

Fazit

Hiddensee hat im Bereich der Erneuerbaren Energien große, jedoch weitestgehend ungenutzte Potenziale. Werden diese effizient genutzt, kann eine problemlose, jahreszeitunabhängige Eigenversorgung durch Energie und Wärme gewährleistet werden. Dennoch steht dies nicht im Widerspruch zum Tourismus und Naturschutz, sondern sollten als unterstützende und fördernde Maßnahmen mit einbezogen werden. Langfristig wird so die regionale Wertschöpfung der Insel Hiddensee gefördert. Dadurch wird nicht nur die Finanzkraft gestärkt, sondern auch die ökologische Entwicklung und Lebensqualität nachhaltig positiv beeinflusst.

10 Energie- und Treibhausgasbilanzierung (Szenarien)

Die zukünftige Energiebereitstellung und die damit einhergehenden Treibhausgasemissionen werden auf der Grundlage ermittelter Energieeinsparpotenziale (vgl. Kapitel 4) und Potenziale regenerativer Energieerzeugung (vgl. Kapitel 5) errechnet. Hierzu wird eine sukzessive Zunahme der ermittelten Potenziale angenommen. Bei der Entwicklung des Stromverbrauches wurde der Mehrverbrauch, welcher durch den Eigenbedarf der zugebauten Erneuerbare-Energien-Anlagen sowie durch die steigende Nachfrage im Verkehrssektor ausgelöst wird, eingerechnet. Im Folgenden wird das Entwicklungsszenario zur regenerativen Energieerzeugung auf dem Gebiet der Insel Rügen kurz- (bis 2020), mittel- und langfristig (bis 2030, 2040 und bis 2050) auf Basis der in den Kapiteln 4 und 5 ermittelten Potenziale unter Einbeziehung der dort dargelegten Ausbauszenarien erläutert.

10.1 Entwicklungsszenario Gesamtenergieverbrauch und Energieversorgung

Mit dem Ziel, ein auf den regionalen Potenzialen der Insel aufbauendes Szenario zur zukünftigen Energieversorgung und die damit verbundene Treibhausgasemissionen bis hin zum Jahr 2050 abzubilden, werden an dieser Stelle die Bereiche Strom, Wärme sowie Verkehr hinsichtlich ihrer Entwicklungsmöglichkeiten der Verbrauchs- und Versorgungsstrukturen analysiert.¹¹⁹

10.1.1 Potenzialerschließung zur regenerativen Stromversorgung

Der Stromverbrauch sowie die Stromerzeugung auf der Insel Rügen werden sich verändern. Technologischer Fortschritt und gezielte Effizienz- und Einsparmaßnahmen können bis zum Jahr 2050 zu enormen Einsparpotenzialen innerhalb der verschiedenen Stromverbrauchssektoren führen (vgl. Kapitel 4). Im gleichen Entwicklungszeitraum wird der forcierte Umbau des Energiesystems jedoch auch eine steigende Nachfrage an Strom mit sich bringen. So werden die Trendentwicklungen im Verkehrssektor (Elektromobilität) sowie der Eigenstrombedarf dezentraler regenerativer Stromerzeugungsanlagen zu einer gesteigerten Stromnachfrage auf der Insel Rügen führen. Ein Abgleich zwischen den erwarteten Einsparpotenzialen einerseits sowie den prognostizierten Mehrverbräuchen auf der Insel Rügen kommt zu dem Ergebnis, dass der Gesamtstromverbrauch im Betrachtungsgebiet bis zum Jahr 2050 gegenüber dem Ist-Zustand um 3,6% nur leicht sinken wird.

Die Potenzialanalysen aus Kapitel 5 kommen zu dem Ergebnis, dass im Betrachtungsgebiet bei voller Ausschöpfung der technischen Potenziale etwa 743.875 MWh an regenerativem Strom jährlich produziert werden könnten. Dies entspricht ca. 246% des prognostizierten

¹¹⁹ Detailangaben zu den Berechnungsparametern sind in der Wirkungsanalyse des Anhang A hinterlegt.

Stromverbrauchs im Jahr 2050. Die dezentrale Stromproduktion auf Rügen stützt sich dabei auf einen regenerativen Mix der Energieträger Wind, Sonne und Biomasse. Um die forcierte dezentrale Stromproduktion im Jahr 2050 zu erreichen, ist der Umbau des derzeitigen Energiesystems auf Rügen unabdingbar.¹²⁰ So wurde im solaren Bereich davon ausgegangen, dass potenzialreiche Dachflächen im Wohngebäudebestand vollständig erschlossen werden können (vgl. Kapitel 5.2.2). Zudem ist ein vollständiger Ausbau potenzieller Freiflächenstandorte einkalkuliert (vgl. Kapitel 5.2.1). Die Anzahl an Windkraftanlagen wird sich auf Rügen von derzeit 61 auf 12 Anlagen im Jahr 2050 reduzieren, was eine zusätzliche Beeinträchtigung des Landschaftsbildes ausschließt.¹²¹ Die Biomassepotenzialanalyse kommt zu dem Schluss dass die Errichtung weiterer Biogasanlagen zur regenerativen Strom- und Wärmeversorgung möglich ist (vgl. Kapitel 5.1.4). Diese Potenziale können bis zum Jahr 2030 mittelfristig erschlossen und dauerhaft im Bestand gehalten werden.

Die folgende Abbildung gibt einen Gesamtüberblick des Ausbauszenarios im Bereich der regenerativen Stromversorgung. Dabei wird das Verhältnis der regenerativen Stromproduktion (Säulen) gegenüber dem auf der Insel ermittelten Stromverbrauch (rote Linie) deutlich.

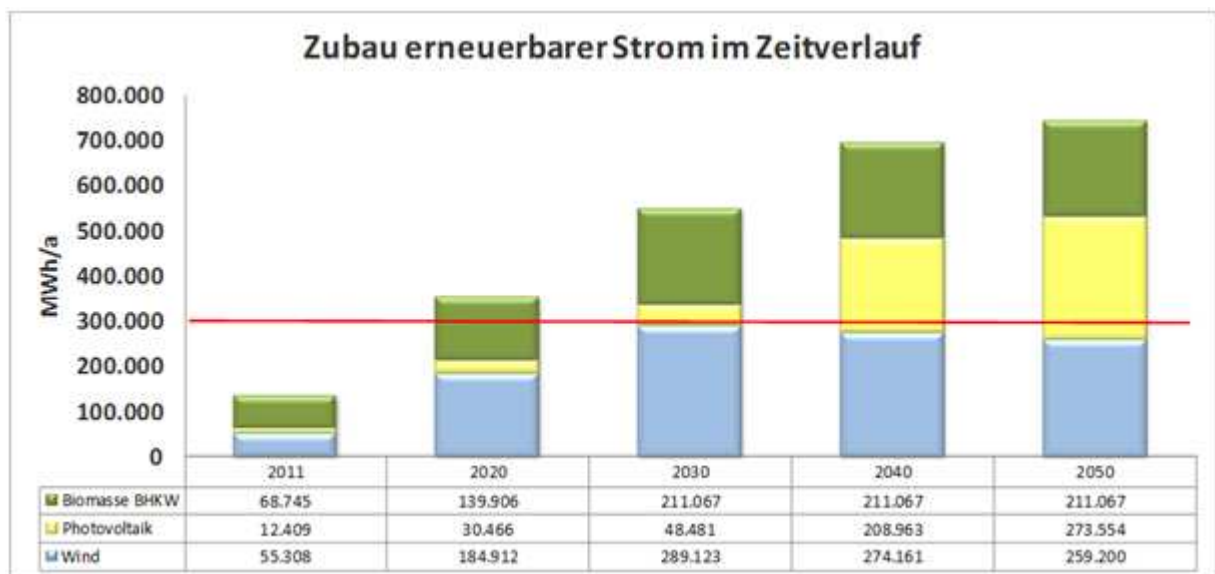


Abbildung 10-1: Zubau Erneuerbare Energien zur Stromerzeugung

Abschließend zeigt Tabelle 10-1 einen zusammenfassenden Überblick hinsichtlich des Stromverbrauches und der Stromerzeugung im Jahr 2050.

¹²⁰ Im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes konnte eine Betrachtung des erforderlichen Netzausbaus, welcher Voraussetzung für die flächendeckende Installation ausgewählter dezentraler Energiesysteme ist, nicht berücksichtigt werden. An dieser Stelle werden Folgestudien benötigt die das Thema Netzausbau / Smart Grid Rügen im Detail analysieren.

¹²¹ Trotz Reduzierung der Anlagenanzahl beträgt die Stromproduktion der WKA Jahr 2050 ca. 370% der heutigen Ertragsleistung. Grund hierfür ist die größere Auslegung der WKA die im Mittel installierte Leistungen von 7,5 MW aufweisen.

Tabelle 10-1: Zusammenfassung Stromverbrauch und Stromerzeugung im Jahr 2050

Strom	Potenzialerschließung 2050	
	Menge	Prozent
Gesamtstromverbrauch	301.970 MWh/a	100%
davon Private Haushalte	97.111 MWh/a	32%
davon Industrie	21.526 MWh/a	7%
davon Kommunale / Öffentliche Liegenschaften	1.028 MWh/a	0,34%
davon GHD	122.935 MWh/a	41%
davon Verkehr	59.370 MWh/a	20%
Erneuerbarer Strom	743.875 MWh/a	246%
davon Wind	259.200 MWh/a	35%
davon Solar	273.554 MWh/a	37%
davon Wasser	54 MWh/a	0,007%
davon Biomasse Verstromung	211.067 MWh/a	28%

Da die Potenziale zur Erschließung erneuerbarer Energiequellen in Ballungsgebieten verglichen mit ländlichen Regionen limitiert sind, können die Stromüberschüsse dazu beitragen, in dicht bebauten Zentren eine regenerative Energieversorgungsstruktur zu unterstützen. Demnach kann sich die Insel langfristig zu einem regenerativen Stromexporteur der Region entwickeln. Des Weiteren können diese Überschüsse dazu beitragen, Energie im Bereich der Wärmeversorgung bereitzustellen.

10.1.2 Potenzialerschließung zur regenerativen Wärmeversorgung

Die Bereitstellung von regenerativer Wärmeenergie stellt im Vergleich zur regenerativen Stromversorgung eine größere Herausforderung dar. Neben der Nutzung von erneuerbaren Brennstoffen ist die Wärmeeinsparung von großer Bedeutung. In Kapitel 2 hat sich bereits gezeigt, dass insbesondere die Verbrauchssektoren GHD und private Haushalte derzeit ihren hohen Wärmebedarf aus fossilen Energieträgern decken. Aus diesem Grund werden hier vor allem die Einsparpotenziale der privaten Haushalte sowie im Bereich GHD aus Kapitel 5 eine wichtige Rolle einnehmen. Auf Grundlage des vorliegenden Szenarios wird sich der Anteil an fossiler Wärmebereitstellung auf dem Gebiet der Insel zugunsten regenerativer Wärmeerschließung reduzieren.

Für den Gesamtwärmeverbrauch auf Rügen kann langfristig bis zum Jahr 2050 ein Einsparpotenzial von 54% gegenüber dem IST-Zustand erreicht werden. Neben statistisch prognostizierten Effizienz- und Einspareffekten wurde an dieser Stelle eine vollständige Sanierung des privaten Altgebäudebestandes (technische sowie energetische Gebäudesanierung) eingerechnet (vgl. Kapitel 4.1.3).

Gleichzeitig kann die regenerative Wärmeproduktion der Insel sukzessive ausgebaut werden. Die Potenzialanalysen aus Kapitel 5 kommen zu dem Ergebnis, dass die Wärmeversorgung auf der Insel Rügen bis zum Jahr 2050 vollständig aus regenerativen Energieträgern lokaler Produktion abgedeckt werden kann. Ein möglicher Wärmemix würde sich auf die Energieträger Sonne, Biomasse und Geothermie ausrichten. Auch an dieser Stelle ist ein struktureller Umbau des Energiesystems die Voraussetzung. Bereits heute werden ca. 77.822 MWh Wärme aus lokalen Biogasanlagen sowie der Biogasaufbereitungsanlage in Sagard generiert.¹²² Diese Menge kann bis zum Jahr 2050 geg. Heute um bis zu 365% gesteigert werden.¹²³ In Bezug auf die Solarpotenzialanalyse ist eine Heizungs- und Warmwasserunterstützung durch den Ausbau von Solarthermieranlagen auf Dachflächen privater Wohngebäude eingerechnet. Zudem wird davon ausgegangen dass die technische Feuerstättenanierung den Ausbau oberflächennaher Geothermie in Form von Wärmepumpen begünstigt.¹²⁴

Die folgende Abbildung gibt einen Gesamtüberblick des Ausbauszenarios im Bereich der regenerativen Wärmeversorgung. Dabei wird das Verhältnis der regenerativen Wärmeproduktion (Säulen) gegenüber der sukzessive absinkenden benötigten Wärmemenge (rote Linie) deutlich.

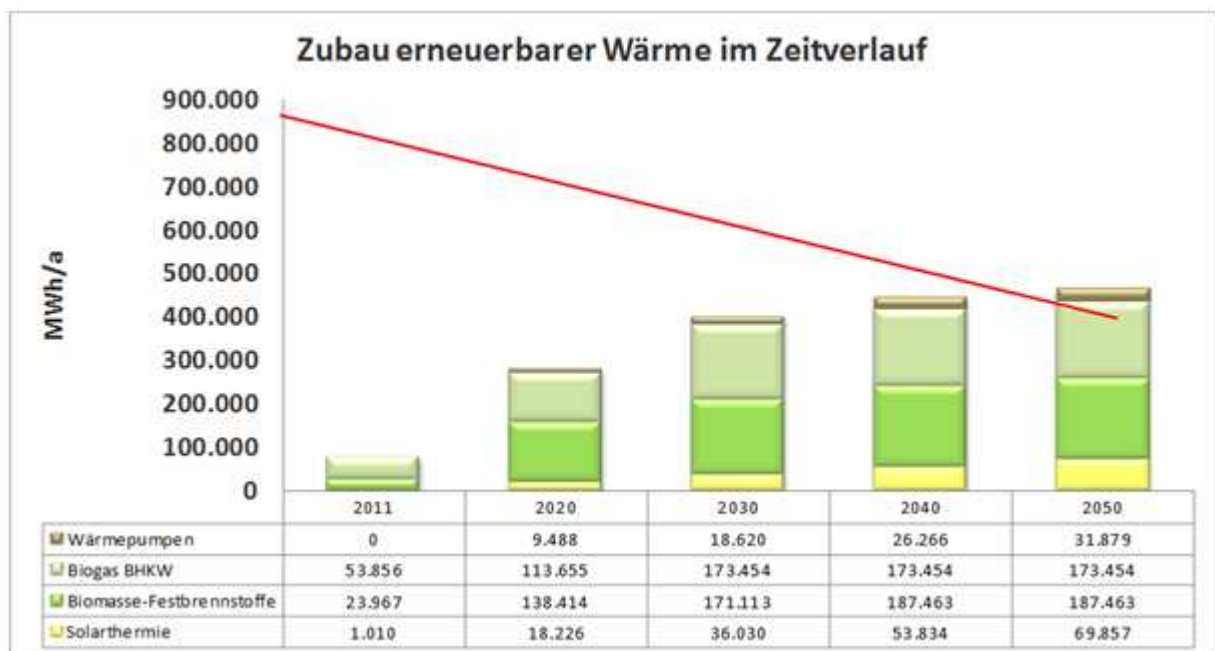


Abbildung 10-2: Entwicklungsprognosen der regenerativen Wärmeversorgung

¹²² Hochrechnung aus Angaben der Anlagenbetreiber, Wärmebedarf angeschlossener Haushalte sowie eine KWK-Nutzung der eingespeisten Biomethanmenge der Aufbereitungsanlage in Sagard.

¹²³ Voraussetzung hierzu ist der vorgeschlagene Anbaumix im Rahmen der Biomassepotenzialanalyse, der Ausbau moderner Holzheizsysteme im Wohngebäudebestand, der Ausbau von KWK Anlagen in Industrie und GHD sowie der Anschluss weiterer Wohngebäude an neue zu errichtende Biogasanlagen.

¹²⁴ Aufgrund der Überschüsse an regenerativen Strom, können die Wärmepumpen bilanziell gesehen treibhausgasneutral betrieben werden.

Abschließend zeigt Tabelle 10-2 einen zusammenfassenden Überblick hinsichtlich des Wärmeverbrauchs und der Wärmeerzeugung im Jahr 2050.

Tabelle 10-2: Übersicht des Wärmeverbrauchs sowie der Wärmebereitstellung im Jahr 2050

Wärme	Potenzialerschließung 2050	
	Menge	Prozent
Gesamtwärmeverbrauch	402.430 MWh/a	100%
davon Private Haushalte	217.716 MWh/a	54,1%
davon Industrie	34.374 MWh/a	8,5%
davon Kommunale / Öffentliche Liegenschaften	2.278 MWh/a	0,6%
davon GHD	148.062 MWh/a	36,8%
Fossile Wärme	0 MWh/a	0%
davon Heizöl	0 MWh/a	0%
davon Erdgas	0 MWh/a	0%
davon Koks / Kohle	0 MWh/a	0%
Erneuerbare Wärme	462.653 MWh/a	115%
davon Solarthermie	69.857 MWh/a	15,1%
davon Biomasse-Festebrennstoffe	187.463 MWh/a	40,5%
davon Biomasse BHKW	173.454 MWh/a	37,5%
davon Wärmepumpen / Nachtspeicher	31.879 MWh/a	6,9%

10.1.3 Potenzialerschließung im Sektor Verkehr

Mit der Umsetzung der beiden Maßnahmen

1. Umsetzung IVK - integriertes Verkehrskonzept für die Insel Rügen
2. Entwicklung RIN - regionales Informations- und Navigationssystem

kann der Energieverbrauch durch Verbrennungsmotoren im Sektor Verkehr wesentlich gesenkt werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die CO₂ – Emission um insgesamt 15 % reduziert. Davon können ca. 10% einer Umsetzung der Maßnahme 1 und 5 % der Maßnahme 2 zugeordnet werden.

10.1.4 Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern 2050

Der Gesamtenergieverbrauch der Insel Rügen wird sich aufgrund der Potenzialerschließungen in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr von derzeit ca. 1.779.696 MWh um etwa 36% auf etwa 1.142.242 MWh (2050) absenken. Demnach steht am Ende des Entwicklungsszenarios eine Gesamteinsparung von ca. 637.454 MWh. Daran gekoppelt ist ein enormer Umbau des Versorgungssystems, welches sich von einer primär fossil geprägten Struktur hin zu einer regenerativen Energieversorgung entwickelt.

Im Gegensatz zu der Ausgangssituation (vgl. Kapitel 2) wird der Anteil der erneuerbaren Energieträger am Gesamtenergieverbrauch (inkl. Verkehr und Abfall) von derzeit 12% bis zum Jahr 2050 auf 106% ausgebaut werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Verteilung der Energieträger nach Sektoren im Jahr 2050 auf.

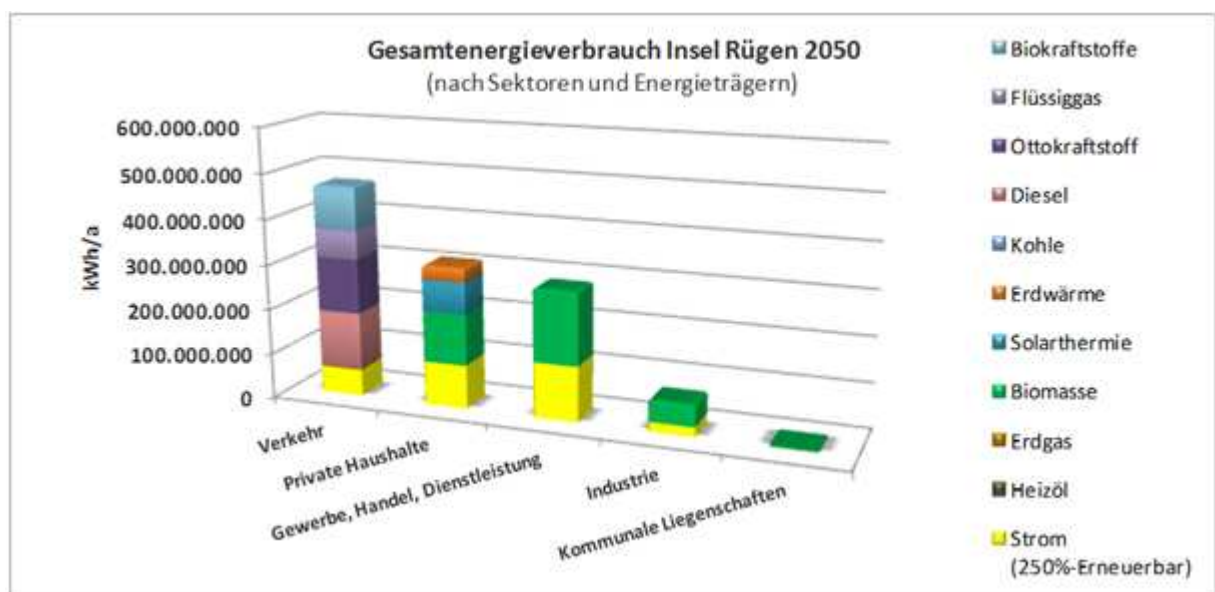


Abbildung 10-3: Gesamtenergieverbrauch der Insel Rügen in Aufteilung Sektoren und Energieträgern nach Umsetzung der Entwicklungsszenarien im Jahr 2050

10.2 Entwicklung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050

Im Folgenden werden die mit der zukünftigen Energieversorgung verbundenen Treibhausgasemissionen dargestellt. Durch den Ausbau einer regionalen regenerativen Strom- und Wärmeversorgung sowie die Erschließung der Effizienz- und Einsparpotenziale lassen sich im Strombereich bis zum Jahr 2020 Treibhausgasäquivalente von etwa 289.500 Tonnen geg. 1990 einsparen. Im Bereich Wärmeenergie werden zu diesem Zeitpunkt hingegen noch ca. 87.000 t/CO₂-e freigesetzt. Sukzessiv sinken jedoch die Treibhausgasemissionen auch im Wärmebereich, wobei im Jahr 2030 noch rund 42.500 t/CO₂-e und im Jahr 2040 ca. 10.200 t/CO₂-e emittiert werden. Durch den zuvor beschriebenen Aufbau einer nachhaltigen Wärmeversorgung auf Rügen, ist eine vollständige Absenkung der wärmebedingten Treibhausgasemissionen bis zum Zieljahr 2050 realisierbar. Ebenfalls werden die Emissionen des Verkehrssektors aufgrund technologischen Fortschritts der Antriebstechnologien (Elektromobilität / Biokraftstoffe) sowie Einsparpotenzialen fortgeschrittener Verbrennungsmotoren im Entwicklungspfad sukzessive gesenkt werden. Die nachfolgende Grafik verdeutlicht die Entwicklungspotenziale der Emissionsbilanz vor dem Hintergrund der im Klimaschutzkonzept betrachteten Szenarien.

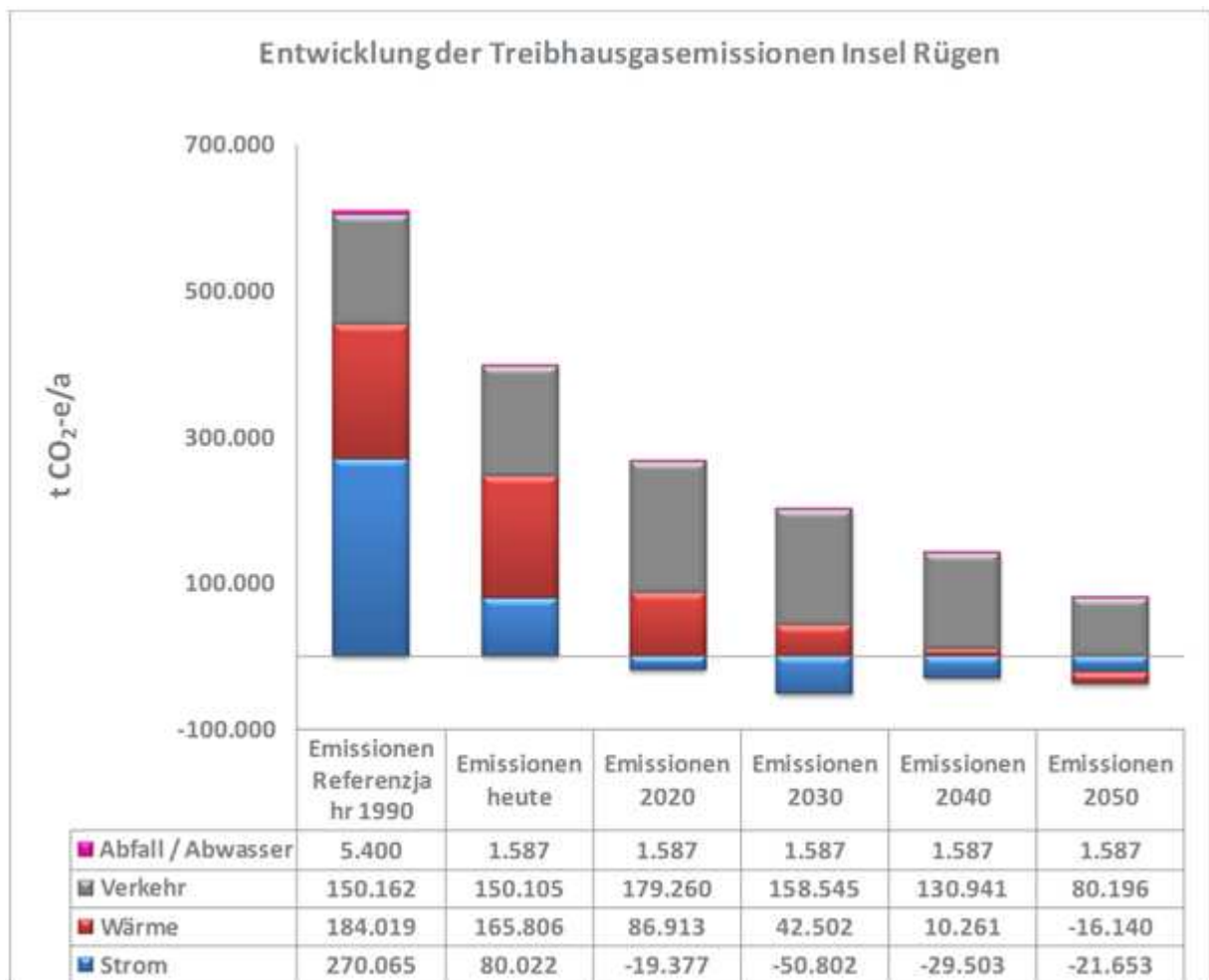


Abbildung 10-4: Treibhausgasemissionen auf Basis der zukünftigen Energiebereitstellung

Bilanziell gesehen ist die Insel Rügen bereits im Jahr 2030 eine „Null-Emissions-Insel im stationären Bereich (inklusive Abfall und Abwasser)“. Zu diesem Zeitpunkt übersteigen die Emissionseinsparungen aus der Überkapazität an erneuerbaren Strom die tatsächlichen Emissionen in den Bereichen Wärme, Abfall und Abwasser. Allerdings ist an dieser Stelle zu erwähnen, dass die steigenden Kapazitäten an Überschussstrom im Zeitverlauf bis 2050 mit einer immer geringeren Menge an CO₂-e bewertet werden (Abbildung der blauen Emissionssäulen im unteren Grafikbereich). Grund hierfür ist, dass sich der Referenzwert der Treibhausgasemissionen im deutschen Strommix bis zum Jahr 2050 verbessern wird. Die nachstehende Darstellung verdeutlicht den prognostizierten Entwicklungstrend zur Stromproduktion in Deutschland.

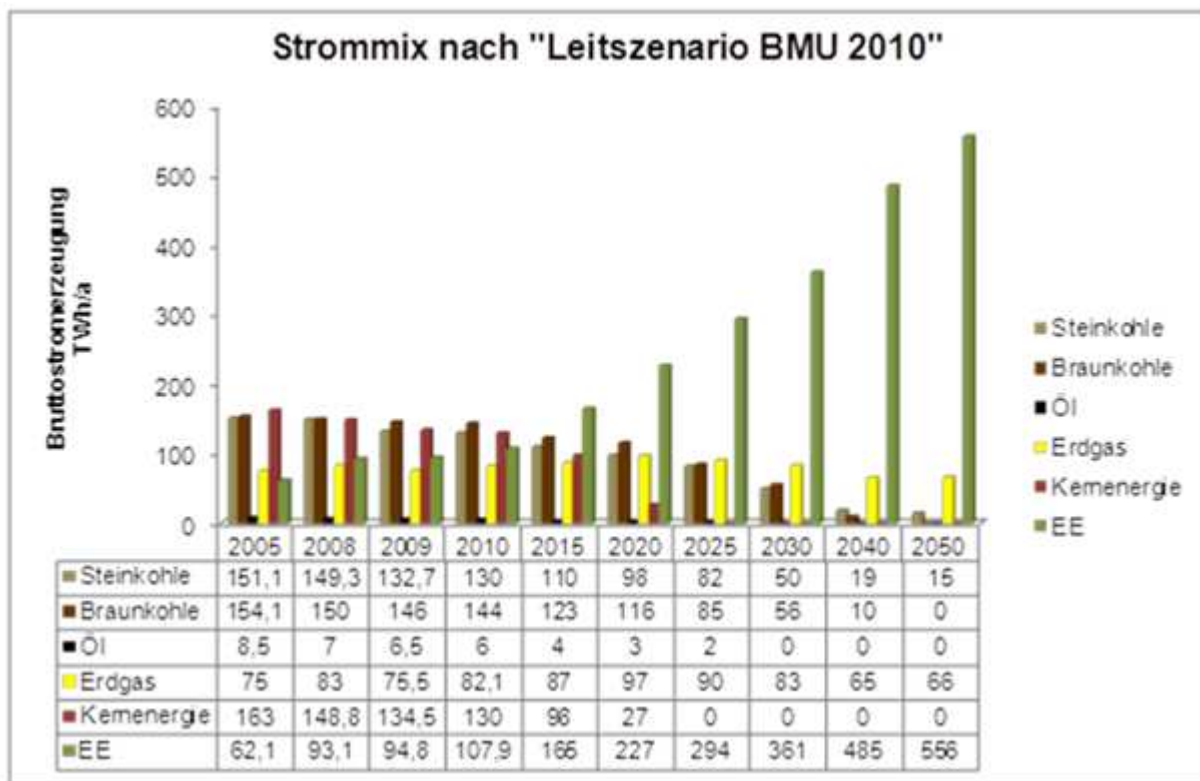


Abbildung 10-5: Entwicklungsszenario der eingesetzten Energieträger zur Stromproduktion in Deutschland¹²⁵

Aufgrund des derzeitigen Kraftwerkmix (welcher primär durch fossile Energieträger geprägt ist; s. Abbildung 10-5: Entwicklungsszenario der eingesetzten Energieträger zur Stromproduktion in Deutschland) zur Stromproduktion in Deutschland, verdrängt derzeit z. B. eine Kilowattstunde Windstrom eine Menge von etwa 453 g/CO₂-e. Hingegen kann eine Kilowattstunde Windstrom im Jahr 2050 aufgrund der prognostizierten Entwicklung des Anteils an Erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch nur noch eine Menge von ca. 49 g/CO₂-e verdrängen.¹²⁶ Vor diesem Hintergrund ist es für die Insel unabdingbar, die Emissionsbereiche Wärme, Abfall und Abwasser zu optimieren, um den Status einer „Null-Emissions-Insel im stationären Bereich (inkl. Abfall und Abwasser“ dauerhaft aufrecht zu erhalten.

Die nachfolgende Abbildung stellt das Potenzial zur Einsparung von Treibhausgasemissionen dar. Gegenüber 1990 könnten im Jahr 2020 die Treibhausgasemissionen um bis zu 60% gesenkt werden. Das Bundesziel einer CO₂-Reduktion um 40% im Jahr 2020 gegenüber 1990 wäre auf der Insel Rügen bilanziell gesehen demnach um ca. ein Drittel übertroffen. Allerdings wird auch hier das Reduktionspotenzial im Strombereich aufgrund immer besserer Referenzwerte im deutschen Strommix im Zeitverlauf geringer zu bewerten sein (Abnahme der blauen Einsparsäule bis

¹²⁵ Eigene Darstellung in Anlehnung an: BMU, Langfristszenarien und Strategien, 2011.

¹²⁶ Die Emissionsfaktoren im Strombereich beziehen sich auf den Endenergieverbrauch zur Stromproduktion und berücksichtigen keinerlei Vorketten aus bspw. Anlagenproduktion oder Logistikleistungen zur Brennstoffbereitstellung.

2050). Werden die Emissionseinsparungen im Zieljahr 2050 bewertet, ergeben sich gegenüber 1990 Reduktionen in Höhe von ca. 93%. Somit kann die Insel Rügen auch langfristig die Einsparziele der Bundesregierung (80% - 95% weniger Treibhausgase geg. 1990) erreichen.

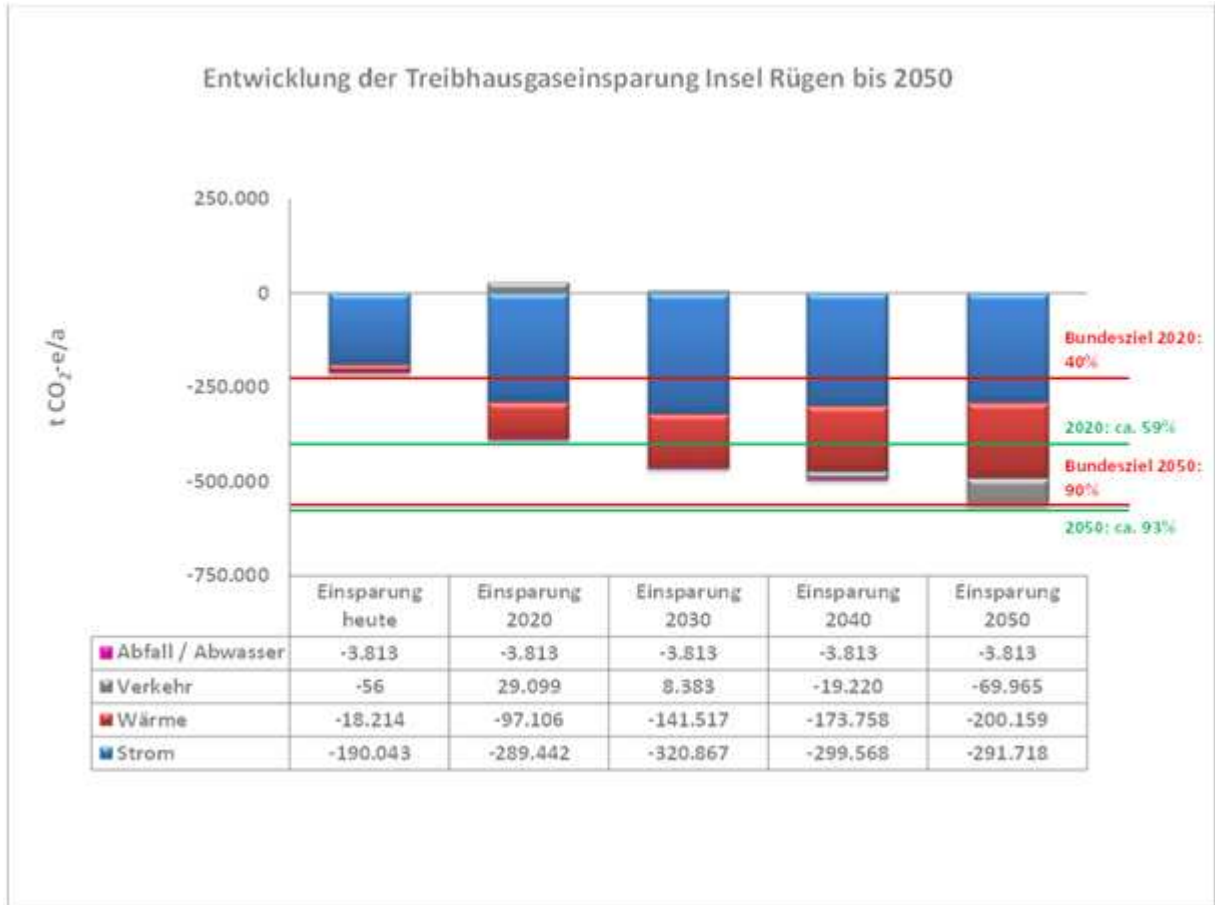


Abbildung 10-6: Entwicklung der Treibhausgaseinsparung Insel Rügen bis 2050

11 Wirtschaftliche Auswirkungen 2020 bis 2050

Im Vergleich zur aktuellen Situation (vgl. Kapitel 3) kann sich der Mittelabfluss unter Berücksichtigung der zu erschließenden Potenziale im Jahr 2050 erheblich reduzieren. Gleichzeitig können die nachfolgend dargestellten zusätzlichen Finanzmittel in neu etablierten regionalen Wirtschaftskreisläufen gebunden werden.

Im Folgenden werden die zukünftigen Auswirkungen für die Jahre 2020 und 2050 dargestellt. Hierbei ist die Bewertungsaussage für das zeitlich näher liegende Jahr 2020 als stabiler und aussagekräftiger anzusehen, da die Berechnungsparameter und ergänzende Annahmen wissenschaftlich fundiert sind und real abweichende Entwicklungen vom erstellten Szenario als gering eingestuft werden. Dennoch wird die Bewertung der wirtschaftlichen Auswirkungen über das Jahr 2020 hinaus hinsichtlich des Trends als sachgemäß eingestuft, d.h. dass trotz möglicher Abweichungen in der tatsächlichen Entwicklung eine Tendenz zur realen Entwicklung besteht. Die wirtschaftlichen Auswirkungen des Jahres 2030 und 2040 befinden sich ergänzend im Anhang.

Darüber hinaus werden am Ende dieses Kapitels die Gesamtergebnisse, auf heutige Barwerte diskontiert, dargestellt (vgl. Kapitel 11.7).

Die Methodik und Grundannahmen zur Ermittlung der wirtschaftlichen Auswirkungen und der regionalen Wertschöpfung können aus Kapitel 3 entnommen werden.

11.1 Gesamtbetrachtung 2020

Im Gegensatz zum Jahr 2010 ist im Jahr 2020 unter den getroffenen Bedingungen eine eindeutige Wirtschaftlichkeit in beiden Bereichen – Strom und Wärme – bei der Etablierung von Erneuerbaren Energien und Effizienzmaßnahmen ersichtlich. Das Gesamtinvestitionsvolumen liegt bei ca. 340 Mio. €, hiervon entfallen ca. 242 Mio. € auf den Strom- und ca. 98 Mio. € auf den Wärmebereich. Mit den ausgelösten Investitionen entstehen Gesamtkosten, auf 20 Jahre betrachtet, von rund 985 Mio. € (685 Mio. € im Strombereich, 300 Mio. € im Wärmebereich). Diesen stehen ca. 1,15 Mrd. € Einsparungen und Erlöse gegenüber. Von diesen können rund 900 Mio. € dem Strombereich und ca. 250 Mio. € dem Wärmebereich zugerechnet werden. Die aus allen Investitionen, Kosten und Einnahmen abgeleitete regionale Wertschöpfung des Bestandes bis 2020 beträgt in Summe ca. 630 Mio. € (430 Mio. € Strombereich, 200 Mio. € Wärmebereich). Eine detaillierte Übersicht aller Kosten- und Einnahmepositionen des Strom- und Wärmebereiches und der damit einhergehenden regionalen Wertschöpfung 2020 zeigt folgende Tabelle:

Tabelle 11-1: Regionale Wertschöpfung aller Kosten- und Einnahmepositionen des Bestandes bis 2020

Strom und Wärme 2020	Einsparungen und Erlöse	Kosten*	Regionale Wertschöpfung
Investitionen (Material)	-	280 Mio. €	0 Mio. €
Investitionsnebenkosten (Material und Personal)	-	60 Mio. €	49 Mio. €
Abschreibung		340 Mio. €	0 Mio. €
Kapitalkosten (Kreditzinsen)	-	156 Mio. €	21 Mio. €
Betriebskosten (Versicherung, Wartung & Instandhaltung etc.)	-	289 Mio. €	229 Mio. €
Verbrauchskosten (Biogassubstrat, Brennstoff)	-	139 Mio. €	139 Mio. €
Pachtkosten (Windenergie)	-	3 Mio. €	3 Mio. €
Steuern (GewSt, ESt)	-	59 Mio. €	45 Mio. €
Betreibergewinn	885 Mio. €	-	114 Mio. €
Stromeffizienz (Industrie)	2 Mio. €	-	2 Mio. €
Stromeffizienz (Privat)	11 Mio. €	-	11 Mio. €
Stromeffizienz (öff. Hand)	0 Mio. €	-	0 Mio. €
Stromeffizienz (GHD)	5 Mio. €		5 Mio. €
Wärmeeffizienz (Privat)	230 Mio. €	-	1 Mio. €
Wärmeeffizienz (Industrie)	1 Mio. €	-	1 Mio. €
Wärmeeffizienz (öff. Hand)	0 Mio. €	-	0 Mio. €
Wärmeeffizienz (GHD)	12 Mio. €		12 Mio. €
Zuschüsse (BAFA)	14 Mio. €	-	14 Mio. €
Summe Umsätze	1.160 Mio. €		
Summe Invest		340 Mio. €	
Summe operative Kosten		645 Mio. €	
Summe Kosten		985 Mio. €	
Summe RWS			632 Mio. €

Aus obenstehender Tabelle wird ersichtlich, dass die Abschreibungen auch bis 2020 den größten Kostenblock an den Gesamtkosten darstellen, gefolgt von den Betriebs- und den Kapitalkosten. Hinsichtlich der daraus abgeleiteten Wertschöpfung ergibt sich bis 2020 der größte Beitrag aus den Betriebskosten im Handwerksbereich. Des Weiteren spielen die Verbrauchskosten eine große Rolle, da hier davon ausgegangen wird, dass auch bis 2020 die Festbrennstoffe, Biogassubstrat usw., die die Verbrauchskosten abbilden, regional bezogen werden und somit komplett in die regionale Wertschöpfung einfließen. Die Betreibergewinne, Steuer(mehr)einnahmen aus den Bereichen der Einkommen- und Gewerbesteuer sowie die Strom- und Wärmeeffizienz aus verschiedenen Bereichen, leisten

ebenfalls einen nicht unerheblichen Beitrag zur Wertschöpfung. Dies kommt u.a. dadurch zustande, dass regionale Wirtschaftskreisläufe geschlossen und auch die regionalen Potenziale vermehrt genutzt werden. Abbildung 11-1 fasst die Ergebnisse noch einmal grafisch zusammen.

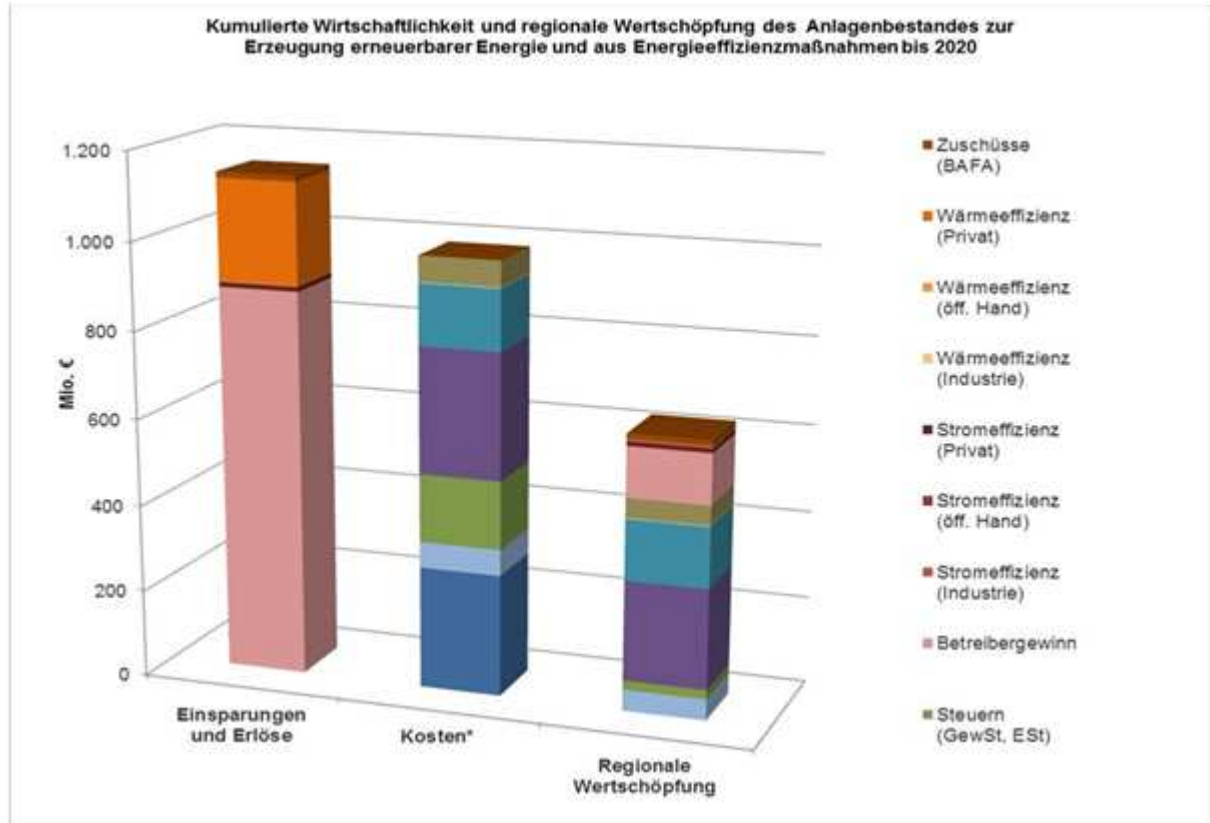


Abbildung 11-1: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie und aus Energieeffizienzmaßnahmen bis 2020

11.2 Individuelle Betrachtung der Bereiche Strom und Wärme 2020

Im Strombereich ergibt sich im Vergleich zur Situation des Jahres 2010 ein ähnliches Bild. Die regionale Wertschöpfung entsteht hier insbesondere durch die Betriebskosten, die ausschließlich innerhalb des regionalen Handwerks als regionale Wertschöpfung zirkulieren. Einen weiteren wesentlichen Beitrag leisten die Betreibererträge sowie die Einsparungen in der Industrie, den privaten Haushalten und der öffentlichen Hand. Die Ergebnisse für den Bereich Strom im Jahr 2020 sind in Abbildung 11-2 aufbereitet:

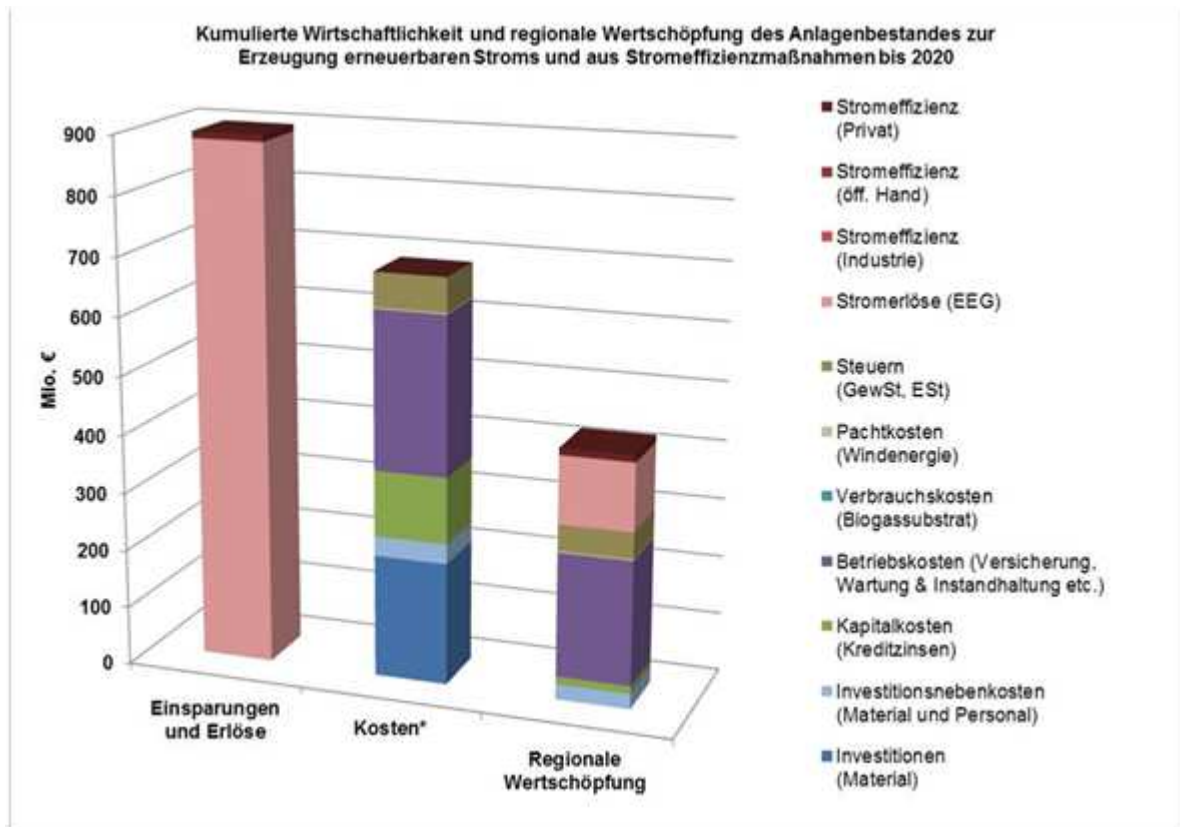


Abbildung 11-2: Kumulierte Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbaren Stroms und aus Stromeffizienzmaßnahmen bis 2020¹²⁷

Im Wärmebereich entsteht auch in 2020 die größte regionale Wertschöpfung durch die Nutzung regionaler Festbrennstoffe, die durch die Position Verbrauchskosten abgebildet wird. Des Weiteren leisten die Betriebskosten einen erheblichen Beitrag, da diese als Wertschöpfung im regionalen Handwerk zirkulieren. Weitere Beiträge zur Wertschöpfung leisten die Kosteneinsparungen der Wärmeeffizienzmaßnahmen in den Bereichen Industrie, private Haushalte und öffentliche Hand. Abbildung 11-3 verdeutlicht dies noch einmal.

¹²⁷ Keine Kosten für industrielle Effizienzmaßnahmen enthalten; Kosten für privaten Effizienzmaßnahmen umfassen nur Kosten für Umwälzpumpen.

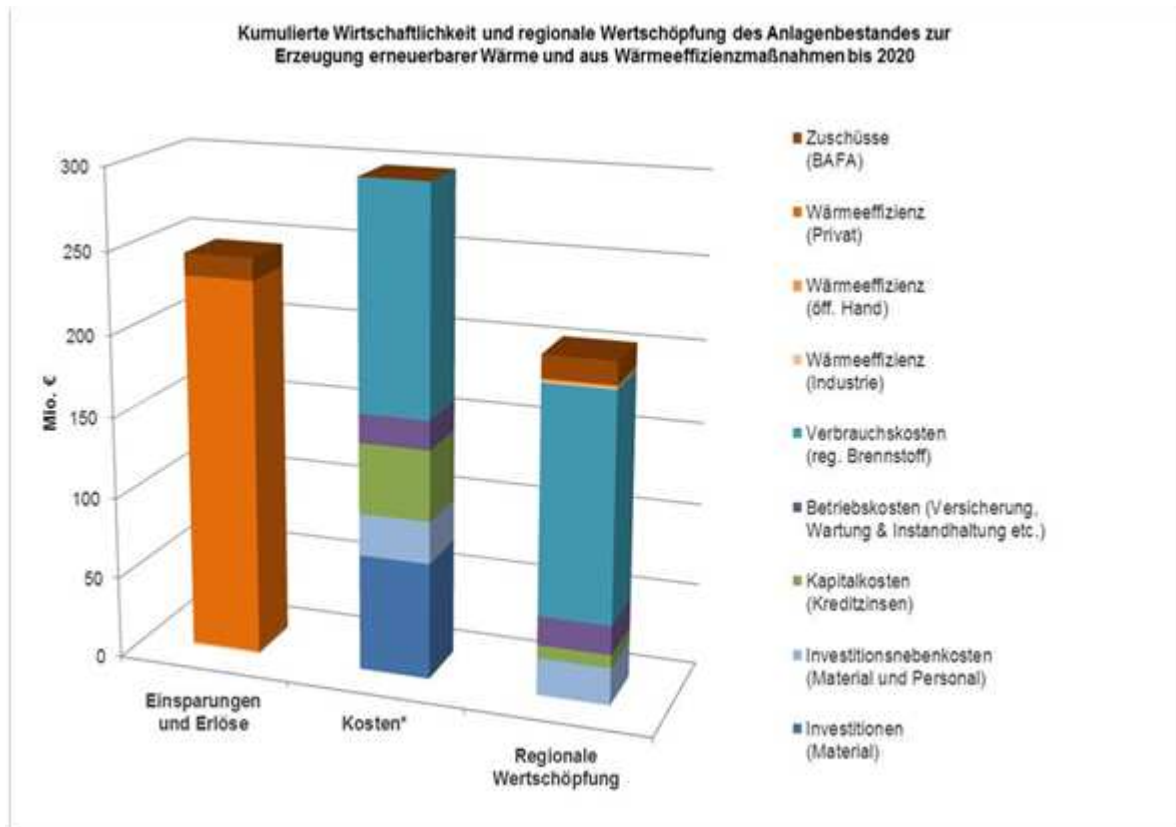


Abbildung 11-3: Kumulierte Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbarer Wärme und aus Wärmeeffizienzmaßnahmen bis 2020¹²⁸

11.3 Gesamtbetrachtung 2050

Bis zum Jahr 2050 ist unter Berücksichtigung der definierten Gegebenheiten¹²⁹ eine eindeutige Wirtschaftlichkeit der Umsetzung von Erneuerbaren Energien und Effizienzmaßnahmen gegeben. Einem Gesamtinvestitionsvolumen von ca. 1,64 Mrd. €, 830 Mio. € im Strom- und 810 Mio. € im Wärmebereich, stehen Gesamtkosten über 20 Jahre in Höhe von rund 4,37 Mrd. € (2,5 Mrd. € Strombereich, 1,8 Mrd. € Wärmebereich) und ca. 6,81 Mrd. € Einsparungen und Erlöse gegenüber. Die abgeleitete Wertschöpfung des Bestandes bis 2050 beträgt insgesamt ca. 5,63 Mrd. €. Dabei entfallen ca. 1,78 Mrd. € auf den Strombereich und rund 3,85 Mrd. € auf den Wärmebereich. Eine detaillierte Übersicht über alle Kosten- und Einnahmepositionen des Strom- und Wärmebereiches und der damit einhergehenden regionalen Wertschöpfung 2050 zeigt folgende Tabelle:

¹²⁸ Keine Kosten für industrielle Effizienzmaßnahmen enthalten.

¹²⁹ Politische Entscheidungen, die sich entgegen des prognostizierten Ausbaus erneuerbarer Energien stellen oder unvorhergesehene politische oder wirtschaftliche Auswirkungen, wurden nicht berücksichtigt.

Tabelle 11-2: Regionale Wertschöpfung aller Kosten- und Einnahmepositionen des Bestandes bis 2050

Strom und Wärme 2050	Einsparungen und Erlöse	Kosten*	Regionale Wertschöpfung
Investitionen (Material)	-	1.262 Mio. €	0 Mio. €
Investitionsnebenkosten (Material und Personal)	-	380 Mio. €	336 Mio. €
Abschreibung		1.642 Mio. €	0 Mio. €
Kapitalkosten (Kreditzinsen)	-	765 Mio. €	274 Mio. €
Betriebskosten (Versicherung, Wartung & Instandhaltung etc.)	-	1.196 Mio. €	1.013 Mio. €
Verbrauchskosten (Biogassubstrat, Brennstoff)	-	544 Mio. €	544 Mio. €
Pachtkosten (Windenergie)	-	76 Mio. €	76 Mio. €
Steuern (GewSt, ESt)	-	151 Mio. €	120 Mio. €
Stromerlöse (EEG)	2.796 Mio. € -		466 Mio. €
Stromeffizienz (Industrie)	3 Mio. € -		3 Mio. €
Stromeffizienz (off. Hand)	0 Mio. € -		0 Mio. €
Stromeffizienz (Privat)	21 Mio. € -		21 Mio. €
Stromeffizienz (GHD)	9 Mio. €		9 Mio. €
Wärmeeffizienz (Privat)	3.938 Mio. € -		2.735 Mio. €
Wärmeeffizienz (Industrie)	6 Mio. € -		6 Mio. €
Wärmeeffizienz (off. Hand)	0 Mio. € -		0 Mio. €
Wärmeeffizienz (GHD)	29 Mio. €		29 Mio. €
Zuschüsse (BAFA)	14 Mio. € -		14 Mio. €
Summe Umsätze	6.816 Mio. €		
Summe Invest		1.642 Mio. €	
Summe operative Kosten		2.733 Mio. €	
Summe Kosten		4.375 Mio. €	
Summe RWS			5.632 Mio. €

Aus obenstehender Tabelle wird ersichtlich, dass auch hier die Abschreibungen den größten Kostenblock an den Gesamtkosten darstellen, gefolgt von den Betriebs- und den Kapitalkosten. Hinsichtlich der daraus abgeleiteten Wertschöpfung ergibt sich bis 2050 der größte Beitrag aus der Wärmeeffizienz der privaten Haushalte. Diese kommt u.a. aufgrund der Einsparung fossiler Energieträger und deren Preissteigerungen zustande. Ebenfalls einen erheblichen Beitrag leisten die Betriebskosten im Handwerksbereich. Des Weiteren spielen die Verbrauchskosten eine große Rolle, da hier davon ausgegangen wird, dass auch bis 2050 die Festbrennstoffe, Biogassubstrate usw., die die Verbrauchskosten abbilden,

regional bezogen werden und somit komplett in die regionale Wertschöpfung einfließen. Die Betreibergewinne, Steuer(mehr)einnahmen aus den Bereichen der Einkommen- und Gewerbesteuer sowie die Strom- und Wärmeeffizienz aus verschiedenen Bereichen, leisten ebenfalls einen nicht unerheblichen Beitrag zur Wertschöpfung. Dies kommt u.a. dadurch zustande, dass regionale Wirtschaftskreisläufe geschlossen und auch die regionalen Potenziale vermehrt genutzt werden. Abbildung 11-4 fasst die Ergebnisse noch einmal grafisch zusammen.

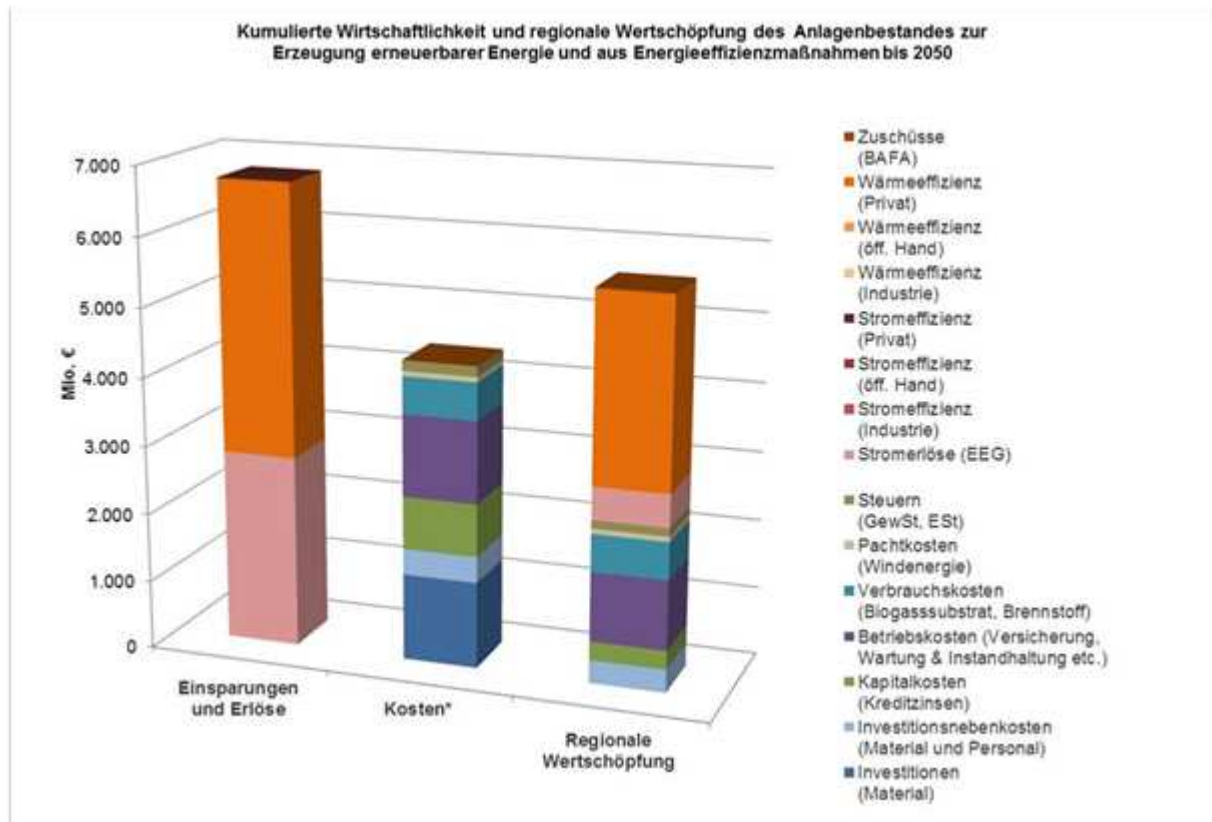


Abbildung 11-4: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie und aus Energieeffizienzmaßnahmen bis 2050¹³⁰

11.4 Individuelle Betrachtung der Bereiche Strom und Wärme 2050

Im Strombereich wird unter den beschriebenen Voraussetzungen für die künftige Betrachtung im Jahr 2050 weiterhin eine gute Wirtschaftlichkeit erreicht. Aufgrund der zunehmenden Potenzialerschließung erneuerbarer Quellen erhöht sich im Jahr 2050 die regionale Wertschöpfung im Vergleich zum Jahr 2010 insbesondere im Bereich der Stromerlöse und Stromeffizienz sowie damit einhergehenden operativen Maßnahmen von 200 Mio. € auf ca. 1,7 Mrd. € (vgl.).

¹³⁰ Keine Kosten für industrielle Effizienzmaßnahmen enthalten; Kosten für private Effizienzmaßnahmen umfassen nur Kosten für Umwälzpumpen.

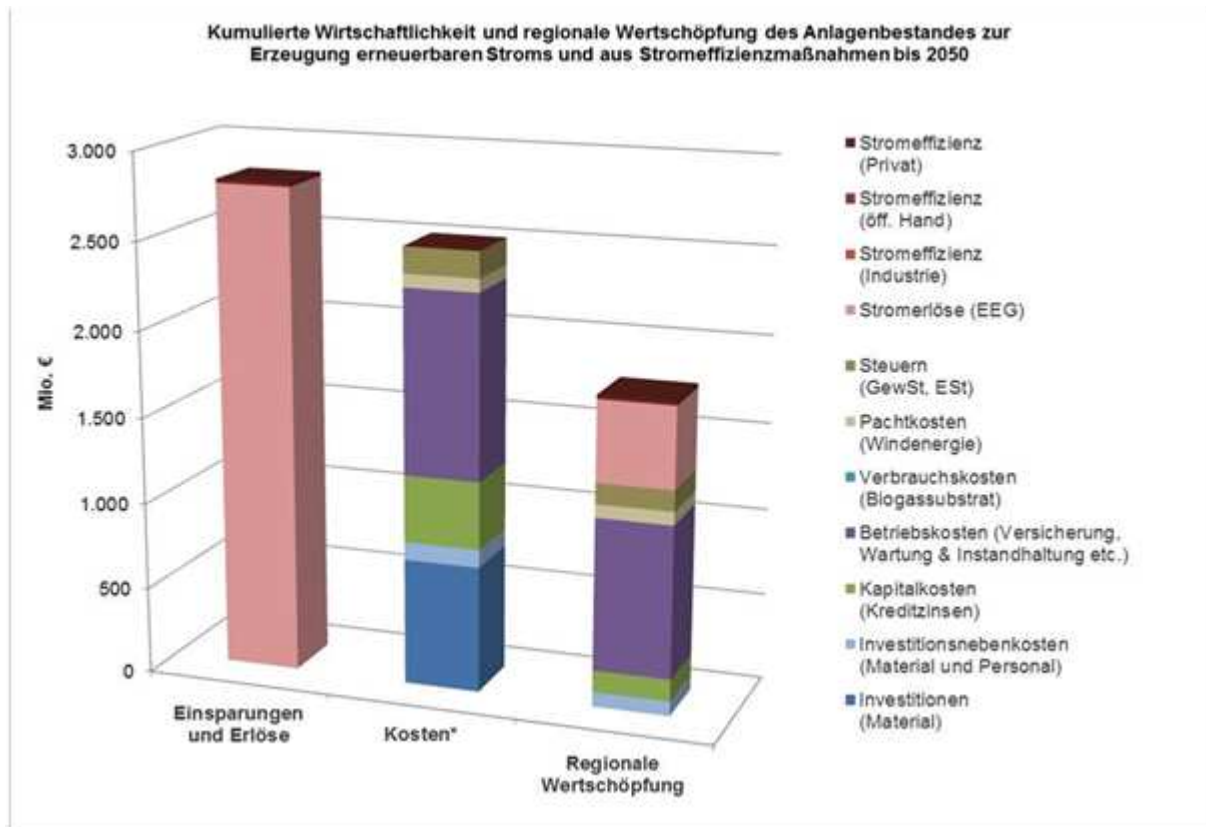


Abbildung 11-5: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbaren Stroms und aus Stromeffizienzmaßnahmen bis 2050¹³¹

Im Bereich Wärme nehmen bis zum Jahr 2050 die Einsparungen, welche komplett als regionale Wertschöpfung in der Gemeinde gebunden werden können, deutlich an Volumen zu, was vor allem durch die Endlichkeit und die damit einhergehenden steigenden Energiepreise fossiler Brennstoffe sowie zu erwartende politische Rahmenbedingungen zugunsten Erneuerbarer Energien und Energieeffizienz erklärbar ist. Die regionale Wertschöpfung steigt von heute 100 Mio. € auf ca. 3,85 Mrd. €. Abbildung 11-6 stellt die Situation dar:

¹³¹ Keine Kosten für industrielle Effizienzmaßnahmen enthalten; Kosten für private Effizienzmaßnahmen umfassen nur Kosten für Umwälzpumpen.

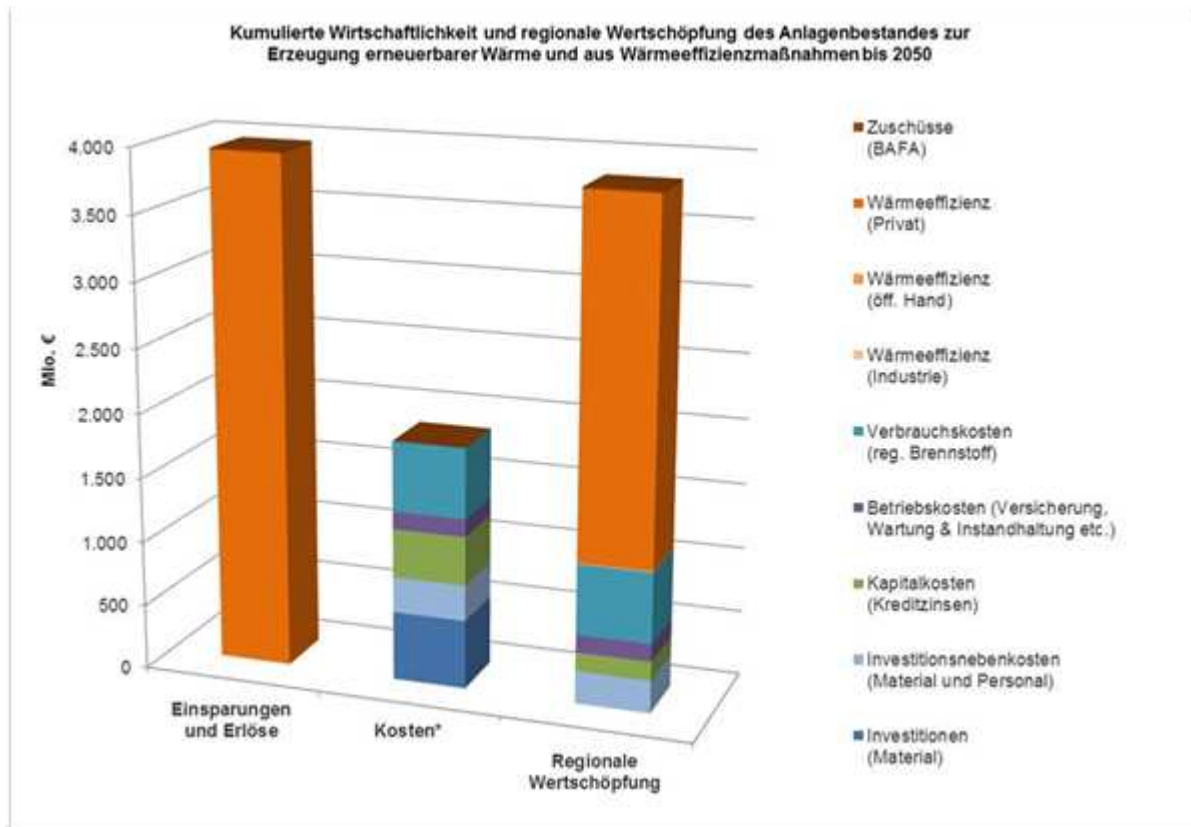


Abbildung 11-6: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbarer Wärme und aus Wärmeeffizienzmaßnahmen bis 2050¹³²

11.5 Profiteure aus der regionalen Wertschöpfung

Werden nun die einzelnen Profiteure aus der regionalen Wertschöpfung betrachtet, so ergibt sich im Jahr 2050 folgende Darstellung:

¹³² Keine Kosten für industrielle Effizienzmaßnahmen enthalten.

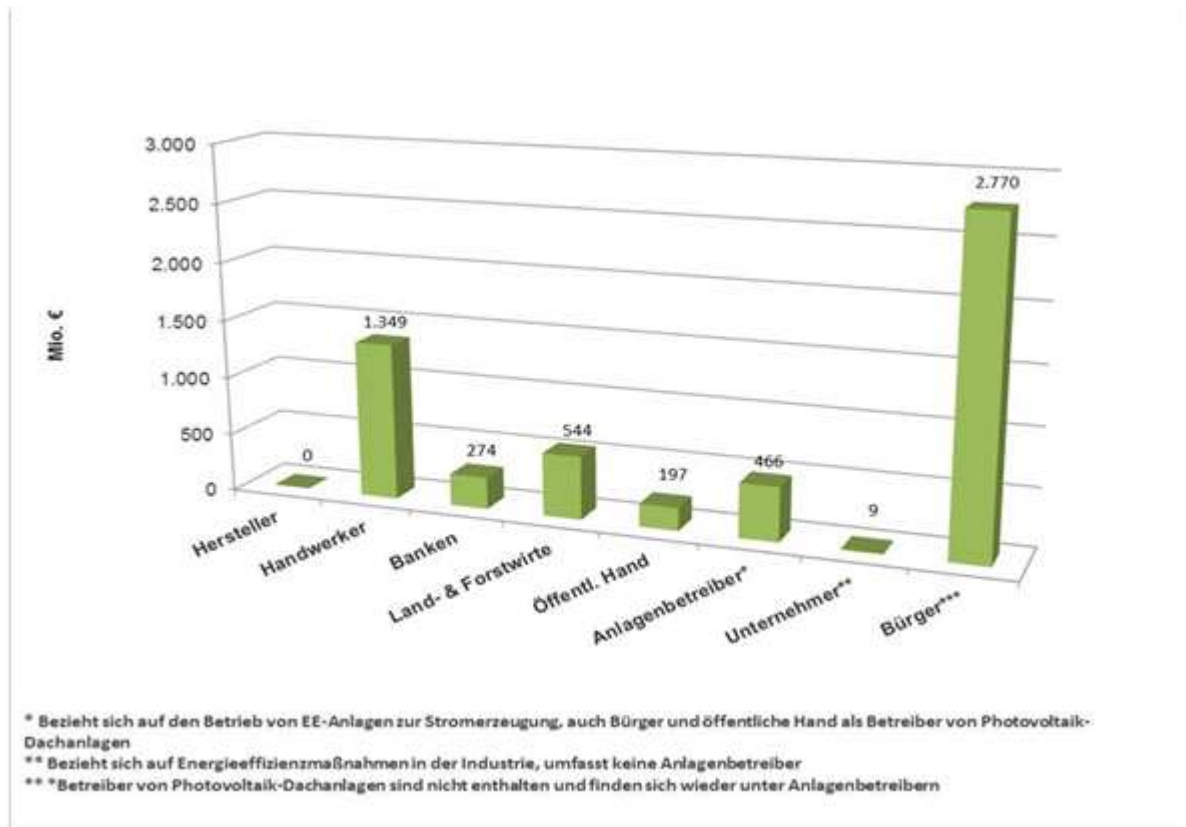


Abbildung 11-7: Profiteure der regionalen Wertschöpfung

Fast 50% der regionalen Wertschöpfung entstehen aufgrund von Kosteneinsparungen durch die Substitution fossiler Brennstoffe im Bereich privater Haushalte, womit die Bürger die größten Profiteure sind. An zweiter Stelle folgen Handwerker mit einem Anteil von über 20% aufgrund von Maßnahmen bei der Anlageninstallation sowie Wartung und Instandhaltung und Unternehmen aufgrund der Energieeinsparung in Betriebsprozessen in Höhe von ca. 1%. Der Anteil regionaler Wertschöpfung für Anlagenbetreiber beträgt rund 8%. Der Sektor Banken profitiert durch Zinseinnahmen mit 5% und die öffentliche Hand in Form von Steuer- und Pachteinnahmen in Höhe von ca. 3%. Des Weiteren haben Land- und Forstwirte durch Flächenverpachtung einen Anteil an der regionalen Wertschöpfung von ca. 10%. Die Herstellung von Anlagen und -komponenten findet außerhalb der Gemeinde statt, wodurch keine regionale Wertschöpfung in diesem Sektor generiert wird.

11.6 Verhältnis Strom / Wärme hinsichtlich der Entwicklung der regionalen Wertschöpfung

Bei einem Anteil von ca. 90% an den Gesamtinvestitionen trägt die Erschließung erneuerbarer Energiepotenziale im Strombereich bis zum Jahr 2010 mit 68% zur regionalen Wertschöpfung bei. Im Bereich Wärme liegt der Anteil an der Summe der Investitionen bei 10% und der Beitrag zur regionalen Wertschöpfung beträgt 32%. Bis zum Jahr 2050 reduziert sich der Anteil an den Gesamtinvestitionen im Strombereich auf 51% und der

Beitrag zur regionalen Wertschöpfung sinkt auf 32%. Der Anteil an den Gesamtinvestitionen im Bereich Wärme steigt hingegen auf 49% und der Beitrag zur regionalen Wertschöpfung erhöht sich somit auf 68%.

Trotz relativ gleich steigender Investitionen, sowohl im Strom- als auch im Wärmebereich (vgl. blaue und grüne Kurve in Abbildung 11-8), erhöht sich der Beitrag des Wärmebereiches zur regionalen Wertschöpfung exponentiell zwischen den Jahren 2020 und 2030 (vgl. violette und rote Kurve in Abbildung 11-8).

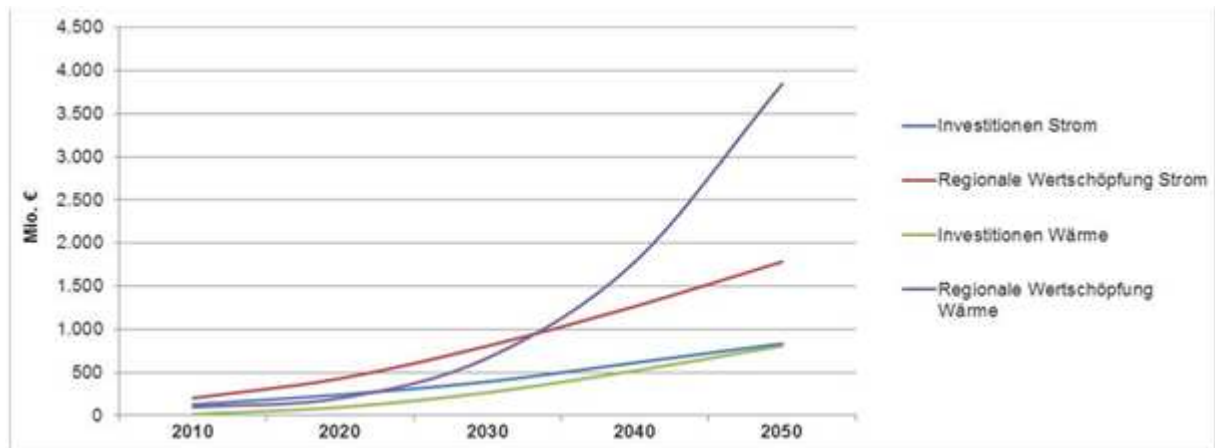


Abbildung 11-8: Gegenüberstellung von Investitionen und regionaler Wertschöpfung im Strom- und Wärmebereich im Zeitraum 2010 bis 2050

Diese Entwicklung ist auf die zunehmenden Kosteneinsparungen durch die Substitution der immer teurer werdenden fossilen Energieträger im Bereich Wärme zurückzuführen, während sich der Strompreis nur verhältnismäßig gering erhöht (vgl. Kapitel 3.1).

11.7 Abdiskontierte Ergebnisse zur Bewertung wirtschaftlicher Auswirkungen in der Zukunft

Im Folgenden werden die Ergebnisse zusammenfassend auf ihre Barwerte hin diskontiert. Hierbei wurde ein Abzinsungsfaktor in Höhe von 5% gewählt. Diese Betrachtung erlaubt es, die zukünftigen Ergebniswerte zu heutigen Werten darzustellen, wodurch sich die ermittelten Zahlen der bisherigen Betrachtung reduzieren.

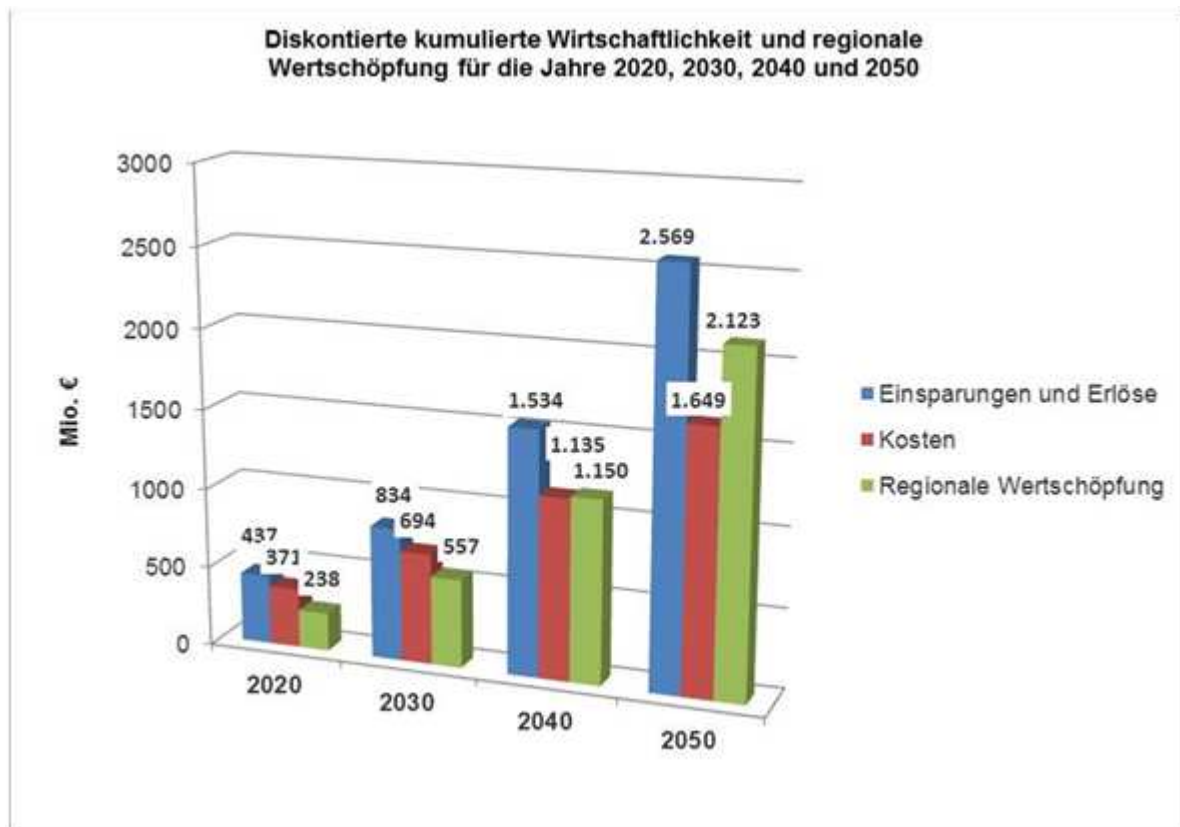


Abbildung 11-9: Diskontierte kumulierte Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung für die Jahre 2020, 2030, 2040 und 2050

Demzufolge steht im Jahr 2020 ein Volumen an Energieeinsparungen und Energieerlösen in Höhe von 437 Mio. € den Gesamtkosten von 371 Mio. € gegenüber (vgl. Abbildung 11-9). Daraus lässt sich eine regionale Wertschöpfung in Höhe von 238 Mio. € ableiten. Im Jahr 2030 betragen die Energieeinsparungen und Energieerlöse 834 Mio. €, während die Gesamtkosten bei 694 Mio. € liegen. Die regionale Wertschöpfung beträgt im Jahr 2030 557 Mio. €. Im Jahr 2040 steigen Einsparungen und Erlöse auf 1,5 Mrd. € und die Kosten auf 1,1 Mrd. €, woraus eine regionale Wertschöpfung von 1,1 Mrd. € resultiert. Schließlich können im Jahr 2050 etwa 2,5 Mrd. € aus Energieeinsparungen und Energieerlösen erwirtschaftet werden. Diesen stehen 1,6 Mrd. € an Gesamtkosten gegenüber und die regionale Wertschöpfung kann auf 2,1 Mrd. € gesteigert werden.

12 Konzept Öffentlichkeitsarbeit

Die erfolgreiche Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen bedarf einer Begleitung durch eine intensive Öffentlichkeitsarbeit. Dies ergibt sich vor allem aus dem Umstand, dass ein Großteil der im Klimaschutzkonzept dargestellten Potenziale in der Hand privater Akteure liegt. Aus diesem Grund wurde für die Inselregion Rügen ein Kommunikationskonzept als Teil der Klimaschutzstrategie erstellt.

Diese strategische, kommunikative Leitlinie, welche nach Projektabschluss der Kreisverwaltung als separates Dokument übergeben wird, ist als Fahrplan zur Erreichung der Klimaschutzziele der Region zu verstehen.

Der erste Schritt im Rahmen des Öffentlichkeitskonzepts war die Erfassung der Ist-Situation, um eine zielgerichtete kosten- und somit einhergehend wirkungsoptimierte Konzepterstellung gewährleisten zu können. Diese Analyse unterteilte sich sowohl auf zielgruppenspezifische als auch auf kommunikative Faktoren, wie beispielsweise eine Medienanalyse.

Für die Privathaushalte in der Region wurde eine Zielgruppenprofilierung im Hinblick auf ihren Klimaschutz-Sensibilisierungsgrad erstellt. Als Datengrundlage wurde unter anderem eine Befragung herangezogen, die im Rahmen der Rügener Holz- & Energiemesse erhoben wurde. Neben den Privathaushalten kristallisierte sich das Segment der Touristen als wichtige Zielgruppe, auch auf Grund der starken wirtschaftlichen Prägung des Tourismus-zweiges für die Region. Für diese Akteursgruppe fand eine Segmentierung in einzelne homogene Gruppen (z.B. Bade- oder Aktivurlauber) und darauf aufbauend eine Neupositionierungsempfehlung für die Vermarktung der Urlaubsregion statt.



Abbildung 12-1: Positionierungsempfehlung Insel Rügen

Ein weiterer Bestandteil der Situationsanalyse stellte die Untersuchung der kommunikativen Strukturen der Insel Rügen dar. In diesem Arbeitsschritt wurden für die

Klimaschutzkommunikation zur Verfügung stehende Kommunikationsträger identifiziert und hinsichtlich der Eignung einer Verwendung im Kommunikationskonzept analysiert. Die Maßnahmen wurden in die Bereiche Corporate Identity, regionale Medien (Internet, Printmedien und Public Relations), Events (insbesondere Großveranstaltungen), Institutionen und sonstige Maßnahmen unterteilt. Dabei wurden unterschiedliche Indikatoren (z.B. Zielgruppenreichweite, Kosten und Streugebiet) zur Bewertung der einzelnen Maßnahmen herangezogen.

Auf Grundlage der aus der Situations- und SWOT-Analyse (Stärken-, Schwächen-, Chancen- und Risiken-Analyse) gewonnenen Ergebnisse wurden Kommunikationsmaßnahmen unter der Dachkampagne „Rügens Grüne Sterne“ konzipiert, welche differenzierte Kommunikationsziele verfolgen.

Die Inselregion selbst verfügt bereits über mehrere Corporate Identities (CI). So verwendet beispielsweise die Tourismuszentrale das Logo und den Slogan „Rügen – Zeit für uns“, während die Bioenergieregion mit den Slogan und dazugehörigen Logo „Natürlich Rügen – voller Energie“ als visuelle und verbale Kommunikationsrichtlinie auftritt.



Die Entwicklung einer von diesen Marken losgelösten visuellen und verbalen Gestaltungsrichtlinie, spezifiziert auf das Thema Klimaschutz, wird in diesem Kontext empfohlen. Dies wurde aus dem Umstand begründet, dass die in Abbildung 2 dargestellten CIs themenspezifisch in der Bevölkerung verankert sind und eine Übertragung dieser bereits existenten Strukturen auf die Thematik Klimaschutz zu einem Reaktanzverhalten diverser Zielgruppensegmente (z.B. Privatpersonen) führen kann. Zur Vermeidung eines „Kannibalisierungseffektes“, also das Verdrängen unterschiedlicher CIs einer Region gegeneinander, wurde im Rahmen der Richtlinien-Konzeption auf einen simultanen Aufbau des Layouts im Bezug zu den bereits existenten Logos verzichtet und die Umsetzung der Richtlinie „Rügens Grüne Sterne“ vorgeschlagen, die mit nachfolgender Grafik näher visualisiert wird.



Das Wort Stern fungiert in diesem Kontext dabei als Auszeichnung für regionale Akteure für eine Leistung im Bereich Klimaschutz. Hierbei sollen Leistungen honoriert und die Akteure, die Klimaschutzmaßnahmen initiiert haben, als Vorbilder positioniert werden, wobei eine Korrelation mit dem englischen Begriff „star“ angestrebt wurde.

Der Bestandteil „Grün“ unterdessen in der Namensgebung visiert die Thematik Klimaschutz im engeren als auch Naturerhalt im weiteren Sinne. Zur Etablierung von regionalen Wiedererkennungswerten wurde die Integration des Begriffes Rügen in die Corporate Communication als auch des Corporate Design aufgenommen.

Im Rahmen der grafischen Umsetzung wurde die Zielsetzung verfolgt, etablierte mit neuen Elementen zu kombinieren und auf Grund einer Emotionalisierung eine Aktivierung von Akteuren zu erreichen. Das vorgeschlagene Logo diversifiziert sich in vier Elemente, die nachfolgend näher erläutert werden. Im Bezug zur Farbgebung wurde die Farbe Grün gewählt, die auf Grund der Werbepsychologie Umwelt- als auch Natur- und Klimaschutz visualisiert und somit die Klimaschutzregion Rügen repräsentieren soll.¹³³ Der Begriff Rügen selbst steht für die Zielregion, wobei der Buchstabe R, der eine prägnante Stellung im Gesamtbild des Logos einnimmt, aus den bisherigen CIs der Region übernommen wurde und somit als Wiedererkennungsmerkmal dienen soll. Der Begriff „Grüne Sterne“ als auch die Sterne als grafische Elemente visualisieren die Corporate Communication. Dabei wurden aus grafischer Sicht drei Sterne gewählt, die für die Aspekte Ökologie, Ökonomie und Soziales stehen, die als Zielsetzung der Nachhaltigkeit definiert werden können.

Die unter der Dachmarke „Rügens Grüne Sterne“ für das Kommunikationskonzept entwickelte Maßnahmen, von denen einzelne exemplarisch nachfolgend erläutert werden, wurden im Rahmen der Klimaschutzkommunikation der Inselregion Rügen als Handlungsstrategie konzipiert und dienen somit als Handlungsempfehlung für die Umsetzer des Klimaschutzkonzepts.

Zur Aktivierung der Haus- und Wohnungseigentümer, der Unternehmen sowie der Vereine und Verbände wurde die Einführung von grünen Hausnummern im Rahmen der Kampagne „Rügens Grüne Sterne“ empfohlen. Diese Hausnummern dienen als Auszeichnung für Gebäude die klimafreundlich gebaut sind oder energetisch saniert wurden bzw. in denen Erneuerbare Energien zum Einsatz kommen. Aber auch Aspekte der Energieeinsparung durch Verhaltensänderung wie z. B. ein unterdurchschnittlicher Wärmeverbrauch pro m² oder auch die Nutzung von Regenwasser können als Bewertungsgrundlage für die grüne Hausnummer berücksichtigt werden.

¹³³ Quelle: <http://www.ipsi.fraunhofer.de/~crueger/farbe/gruen.html>

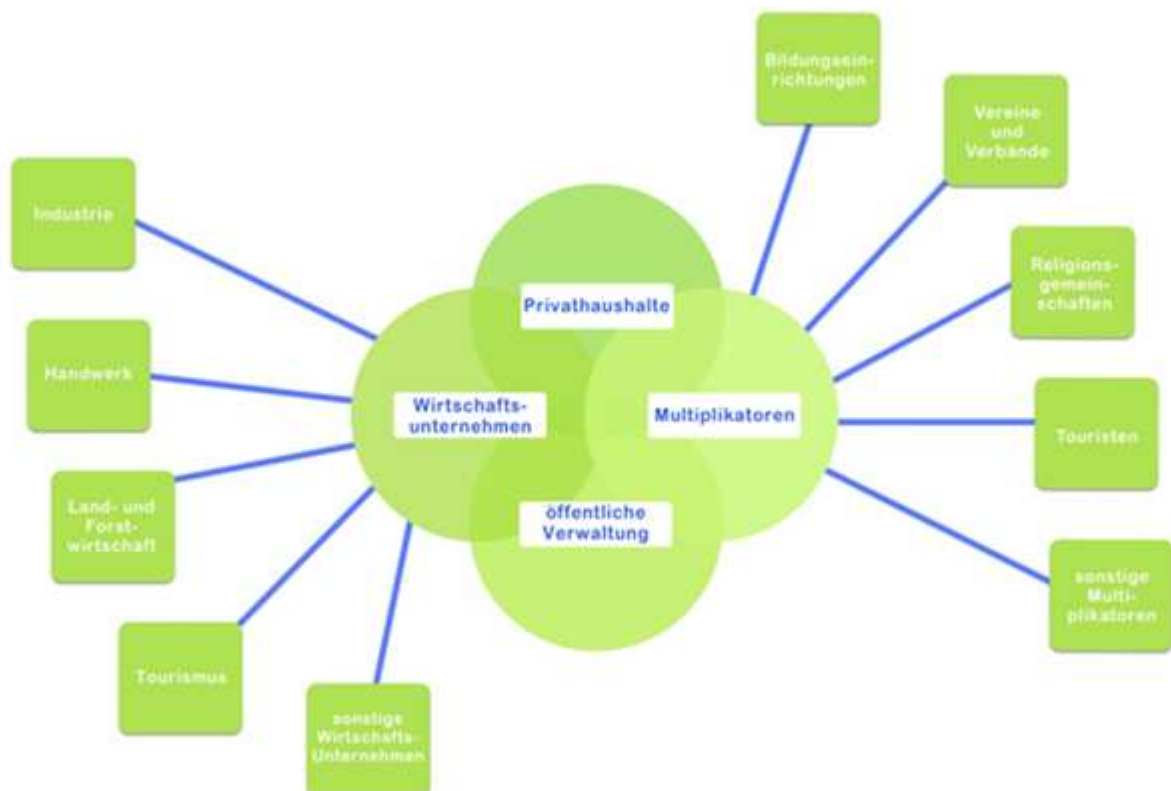
Zur Auswertung der Bewerber wird die Entwicklung eines Scoring-Modells, z.B. mit insgesamt 100 Punkten, empfohlen. Hierbei können durch die Umsetzung von unterschiedlichen Maßnahmen eine bestimmte Anzahl Punkten erreicht werden. So könnte beispielsweise die Installation einer Solarthermieranlage 18 Punkte, die Nutzung von Holzfeuerungsanlagen 4 Punkte oder die Regenwassernutzung zur Toilettenspülung 12 Punkte den Gebäudeeigentümern bringen. Für die Zielgruppe der Unternehmen, Vereine und Verbände und der Institutionen sollten darüber hinaus auch Punkte für die Umsetzung von Maßnahmen aus dem Bereich Öffentlichkeitsarbeit, wie z.B. Müllsammelaktionen oder Bildung von Fahrgemeinschaften, vergeben werden.

Alle Teilnehmer die die vorgegebene Punktzahl im Rahmen des Scoring-Modells erreicht haben, sollen zur Visualisierung ihrer Leistungen eine Hausnummer in Form eines grünen Sterns erhalten. Als zusätzlicher Anreiz zur Beteiligung an der Aktion „Grüne Sterne-Hausnummern“ wird in Anlehnung an den „Walk of Fame“ die Umsetzung der „Rügener Sternenstrasse“ empfohlen. Alle Haushalte, Unternehmen, Institutionen usw. die eine „Grüne Sterne-Hausnummern“ haben werden auf einer Strecke mit viel Publikumsverkehr verewigt, in dem sie einen eigenen grünen „Terrazzo-Stern“ bekommen. Es könnten auch ähnlich dem Walk of Fame Sterne für unterschiedliche Kategorien vergeben werden. Mögliche Kategorien hierfür wären:

- Besitzer einer „Grünen Sterne-Hausnummer“
- Gewinner von Schulwettbewerben im Bereich Klimaschutz
- Energiegenossenschaften

Im Rahmen der auf der Insel Rügen vor Ort durchgeführten Briefinggespräche wurde deutlich, dass sich einzelne Institutionen bereits aktiv für das Thema Klimaschutz (z.B. Bioenergieregion Rügen, Biosphärenreservat Südost-Rügen, NABU) einsetzen. Die Vernetzung dieser Aktivitäten in Form von Informationsaustausch und Zusammenarbeit sind jedoch noch ausbaufähig. Um potentielle Chancen zur Nutzung von Synergieeffekten zu identifizieren und die Initiierung gemeinsamer Projekte zu fördern, wird die Etablierung eines „Rügener Klimaschutznetzwerks“ für Unternehmen, Kommunen und Institutionen empfohlen. Das Netzwerk hat die Funktion, den Informationsaustausch zwischen den Mitgliedern untereinander zu gewährleisten, Kompetenzen zu bündeln und Parallelentwicklungen zu vermeiden. Ein weiterer Vorteil liegt in der wirtschaftlichen Vernetzung und somit der Generierung von Synergieeffekten (z.B. Teilnahme am Klimaschutznetzwerk als Vermarktungsinstrument) begründet. Da das Klimaschutznetzwerk sich primär auf Wirtschaftsbetriebe fokussiert, wird für das Zielgruppensegment der regionalen Bevölkerung die Etablierung eines „Rügener Klimaschutzvereins“ empfohlen.

Dieser hat die Zielsetzung in einer Sensibilisierung von BürgerInnen und in einer Erhöhung der Akzeptanz gegenüber Erneuerbaren Energien, beispielsweise durch die Umsetzung von Aufklärungskampagnen oder als kommunikative Schnittstelle verschiedener Interessensgruppen (z.B. Verwaltung, Investoren und Bevölkerung). Darüber hinaus könnte Touristen auch eine Mitgliedschaft ermöglicht werden, z. B. in Form einer Beitragszahlung zur Unterstützung der Klimaschutzaktivitäten des Vereines.



Die Schaffung einer klimaschutzrelevanten Informationsvermittlung für die regionale Bevölkerung ist eine essentielle Maßnahme für die erfolgreiche Umsetzung des Klimaschutzkonzepts. Im Rahmen der Situationsanalyse wurde festgestellt, dass die Vermarktung der auf der Insel Rügen derzeit existierenden Energieberatung für BürgerInnen noch ausbaufähig ist. Aus diesem Grund wird die Umsetzung einer Informationskampagne, die in verschiedene Einzelmaßnahmen diversifiziert werden kann, vorgeschlagen. So wird im Rahmen dieser Kampagne die Einrichtung eines Informationsmobils, das in regelmäßigen Abständen alle Orte der Insel Rügen an stark frequentierten Punkten anfährt, empfohlen. Zusätzlich zu dem Informationsmobil sollten regelmäßig flankierende Informationsmaterialien wie Flyer, Anzeigen oder Kalender mit Energiespartipps konzipiert und realisiert werden.

Neben Printmedien wurde zur Streuung von Informationen auch der Einsatz einer internetbasierten Klimaschutzplattform vorgeschlagen. Diese könnte eine Datenbank mit Informationen zu Klimarelevanten Themen (z.B. Energieeffizientes Bauen und Sanieren,

Erneuerbare Energien, Mobilität, Förderprogramme, Energieberatungsangebote, Ökostrom usw.) beinhalten.

Darüber hinaus soll ein Solardachkataster, welches auf der internetbasierten Klimaschutzplattform integriert werden könnte, Anreize zur Erschließung der Solarpotenziale geben, indem es Gebäudeeigentümern schnell, unkompliziert und kostenfrei einen ersten Überblick gibt ob eine Investition in Solarenergie auf die eigenen Dächer technisch und wirtschaftlich sinnvoll ist. Das Solarkataster könnte auch um die Rubrik Solardachbörse erweitert werden. Die Solardachbörse soll potenzielle Investoren mit Dachbesitzern, die ihre Dächer verpachten möchten, zusammenzubringen und somit ebenfalls den Ausbau von Solaranlagen fördern. Zur Steigerung der regionalen Wertschöpfung wird des Weiteren die Konzeption eines regionalen Expertenverzeichnisses (z.B. Energieberater, Elektriker, Dachdecker usw.) mit dem Produktportfolio der einzelnen Unternehmen für den Bereich Erneuerbare Energien und Energieeffizienz empfohlen, das an alle Haushalte der Region gestreut werden sollte. Die Zielsetzung, die in dieser Informationskampagne begründet liegt, ist eine Aktivierung regionaler Akteure und die Erzielung von WIN-WIN-Effekten diverser Akteursgruppen.

Als Maßnahme für die Zielgruppe der Touristen, die dem Kommunikationsinstrument des Guerilla-marketing zugeordnet werden kann, wurde wie in der Abbildung 4 dargestellt, die Umsetzung von „Klima-Fußabdrücken“ vorgeschlagen. Hiermit soll den Touristen verdeutlicht werden, wie stark die Wahl des Reiseziels den Ausstoß von CO₂-Emissionen beeinflussen kann und darüber hinaus die Tatsache, dass eine Reise nach Rügen im Vergleich zu anderen Urlaubsregionen klimafreundlicher ist, visualisiert werden. Zur Informationsvermittlung sollen neben den unterschiedlich großen Fußabdrücken Infotafeln konzipiert und realisiert werden, die den CO₂-Ausstoß verschiedener Urlaubs-Destinationen auflistet (z.B. All-inklusive nach Mexiko für 14 Tage: 7218 kg CO₂, Strandurlaub auf Mallorca für 14 Tage: 1221 kg CO₂, Familienurlaub auf Rügen für 14 Tage: 258 kg CO₂)¹³⁴ und auf das Klimaschutzvorhaben der klimafreundlichen Urlaubsregion Rügen hinweisen.

¹³⁴ WWF-Bericht über die Umweltauswirkungen von Urlaub und Reisen

13 Konzept Controlling

Das Controlling-System soll die Unterstützung der Kreisverwaltung (Insel Rügen) durch Koordination von Planung, Kontrolle und Informationsversorgung gewährleisten. Dies bezieht sich insbesondere auf die Zielerreichung der dargelegten Maßnahmenvorschläge und -ideen in diesem Konzept. Durch den Controlling-Prozess soll gewährleistet werden, dass der Zeitraum zur Erreichung der definierten Klimaschutzziele eingehalten wird und ggf. Schwierigkeiten (Konfliktmanagement) bei der Bearbeitung frühzeitig erkannt und Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Dabei dienen der fortschreibbare Maßnahmenkatalog sowie die fortschreibbare Energie- und Treibhausgasbilanz als zentrale Controlling-Instrumente.

Das Controlling-Konzept für die Umsetzung der Klimaschutzvorhaben auf der Insel Rügen verfolgt dabei zentrale Ziele:

- o Die Verbesserung der Reaktionsfähigkeit auf Störungen in der Umsetzbarkeit der Maßnahmenvorschläge.
- o Die Verbesserung der Anpassungsfähigkeit an das sich entwickelnde Marktumfeld.
- o Die Verbesserung der kreisspezifischen Koordinierungsfähigkeit unter dem Aspekt einer effizienten Energiebewirtschaftung.
- o Die Förderung von Motivation und Sensibilisierung eines energieeffizienten Denkens und Handelns lokaler Akteure auf der Insel Rügen.
- o Die Steigerung der Lebensqualität der Bevölkerung (z. B. durch die regionale Wertschöpfung).

In der folgenden Ausführung wird angenommen, dass die Aufgabenbereiche des Controllings seitens der Insel Rügen durch einen zu beantragenden Klimaschutzmanager des Landkreises Vorpommern-Rügen wahrgenommen werden.

Aufgabenbereiche des Klimaschutzmanagers

Die wesentlichen Aufgaben des Klimaschutzmanagers lassen sich in vier Bereiche gliedern: die Planungsaufgabe, die Kontrolle, die Koordination bzw. Information sowie die Beratung. Besonderer Schwerpunkt liegt auf der Kontrolle der Umsetzung des Maßnahmenkataloges. Die Aufgabenbereiche beziehen sich auf die Kernaufgaben des Managers, um die Zielerreichung der einzelnen Klimaschutzmaßnahmen messen und kontrollieren zu können. Nachfolgend werden die beiden zentralen Schritte und Instrumentarien im Aufgabenbereich des Klimaschutzmanagers, der die Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes zur Aufgabe hat, aufgeführt.

- o Mit Aufnahme seiner Tätigkeit wird dem Klimaschutzmanager seitens der Kreisverwaltung der fortschreibbare Maßnahmenkatalog des Klimaschutzkonzeptes übergeben. Die darin enthaltenen Maßnahmenvorschläge sind bereits hinsichtlich ihrer Umsetzungsrelevanz eingeteilt und enthalten Empfehlungen zur Einleitung erster Umsetzungsschritte. Die Umsetzung der Maßnahmen stellt das zentrale Arbeitspaket des Klimaschutzmanagers dar. Dabei sind die sieben in Kapitel 9.2 genannten kurzfristigen Maßnahmen hinsichtlich ihrer Umsetzungsrelevanz als zentral anzusehen.
- o Zudem soll eine Fortschreibung der Treibhausgasbilanz durch den Klimaschutzmanager gewährleistet werden. Dem Klimaschutzmanager ist die Treibhausgasbilanz der Insel, welche in Form eines tabellenbasierten Excel-Tools erstellt wurde, zu übergeben. Hierzu soll eine detaillierte Einweisung durch den Ersteller des Programmes erfolgen. Auf Datengrundlage der Energieversorger Eon.edis und EWE kann der Stromverbrauch sowie der Ausbau an erneuerbarer Stromproduktion jährlich überprüft und in der Treibhausgasbilanz angepasst werden. Im Wärmebereich können Angaben der BAFA über geförderte Anlagen (Wärmepumpen, Solarthermieanlagen, Biomasseanlagen) dazu dienen, den Entwicklungsstand der technischen Gebäudesanierung auf der Insel zu verfolgen und somit die Treibhausgasbilanz zu aktualisieren. Des Weiteren sind die Treibhausgasemissionen im Wärmebereich, in Bezug auf den Gebäudeenergiebedarf, im Zeitverlauf neu zu bewerten. Hierzu können Angaben geförderter Sanierungsmaßnahmen im Betrachtungsgebiet bei der KfW angefordert werden. Der Verbrauchsbereich Verkehr ist über eine jährliche Abfrage der zugelassenen KFZ im Betrachtungsgebiet zu kontrollieren und zu aktualisieren.

Darüber hinaus wird der Klimaschutzmanager in Kooperation mit dem Projekt Bioenergieregion Insel Rügen an der Weiterentwicklung von Maßnahmen und deren Umsetzung arbeiten.

14 Fazit und Ausblick

Das integrierte Klimaschutzkonzept und die drei Teilkonzepte „Erschließung Erneuerbarer-Energie-Potenziale“, „integrierte Wärmenutzung in Kommunen“ und „Klimafreundlicher Verkehr in Kommunen“ zeigen in den klimarelevanten Bereichen die Potenziale der Insel Rügen auf, um die langfristige Zielsetzung einer „Null-Emissions-Insel“ in bilanzieller Sicht zu erreichen.

Die oben ausgeführten Analysen der Insel Rügen sind als Ist-Zustand in der nachfolgenden Abbildung kumuliert.

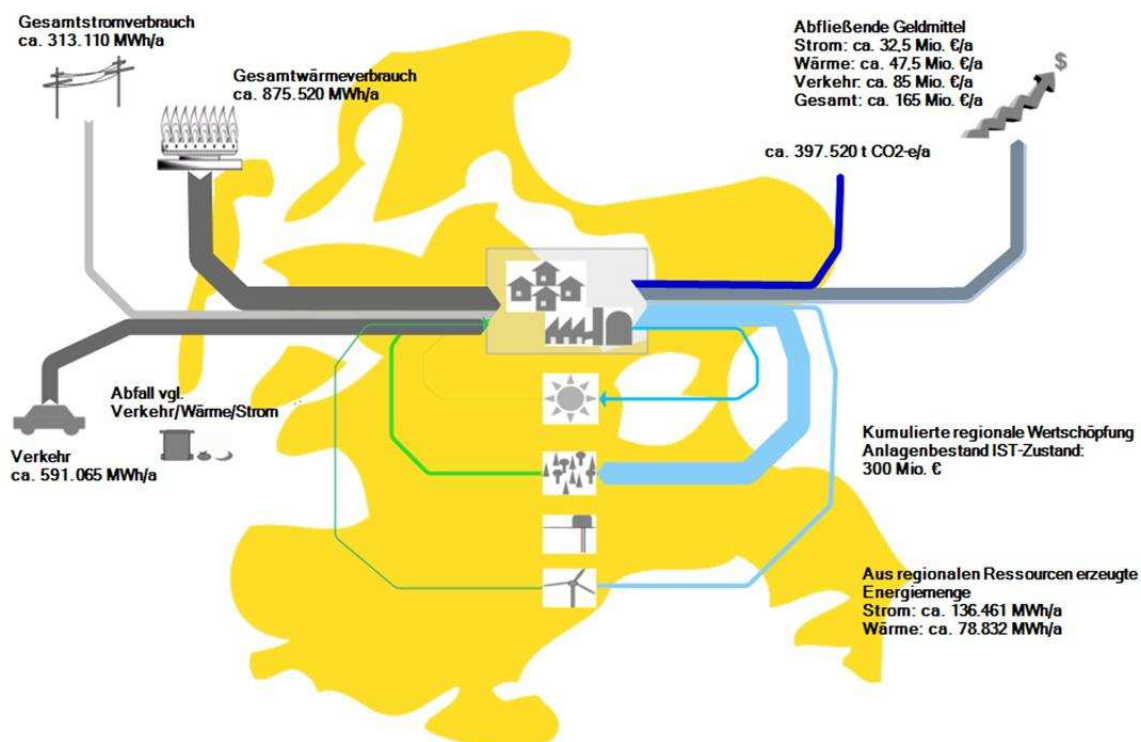


Abbildung 14-1: Ist-Zustand der Insel Rügen (Energie, Verkehr, CO₂-Emissionen, Finanzflüsse, Regionale Wertschöpfung)¹³⁵

Die Abbildung verdeutlicht, dass in Bezug auf den Gesamtstromverbrauch bereits ca. 40% des Stroms durch regionale Ressourcen bereitgestellt werden können, der Bereich Wärme allerdings noch unter einem Anteil von zehn Prozent liegt. Unter Einbeziehung des Verkehrssektors, der gerade für die Insel Rügen eine bedeutende Rolle einnimmt, resultieren dadurch aktuell abfließende Geldmittel in Höhe von insgesamt ca. 165 Millionen Euro aus der Region.

¹³⁵ IfaS 2012

Unter Berücksichtigung der Ziele der Bundesregierung in den Bereichen, Erneuerbarer Energien, Energieeffizienz und CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2050 und regionaler Maßnahmen auf der Insel Rügen ergibt sich zusammenfassend das Soll-Szenario in Anlehnung an die obige Abbildung zum Ist-Zustand.

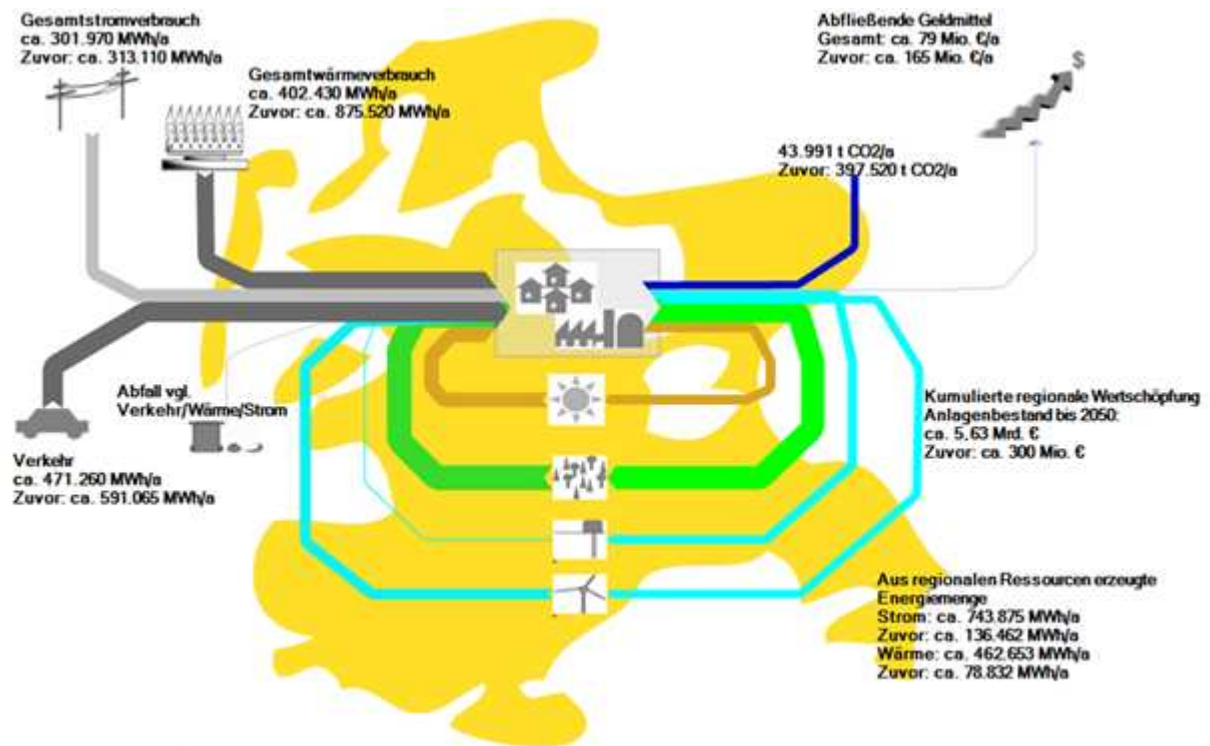


Abbildung 14-2: Soll-Szenario für klimarelevante Bereiche (Strom, Wärme, CO₂-Emissionen, Finanzmittel, regionale Ressourcen und Wertschöpfung)¹³⁶

Das oben dargestellte Soll-Szenario zeigt, dass die Insel Rügen bilanziell im Bereich Strom und Wärme das Ziel Null-Emission erreichen kann. Damit würde sich die abfließenden Geldmittel von 165 auf 79 Millionen Euro reduzieren lassen und damit die wirtschaftliche Situation der Kommunen verbessern.

Im Gegensatz zu anderen Kommunen ist hierbei auffällig, dass eine Kombination aus Wind-, Solarenergie und Energie aus Biomasse zu gleichen Anteilen für die Zielerreichung beitragen. Der Überschuss im Bereich Strom führt dazu, dass die Insel zum Stromexporteur werden kann. Im Bereich Wärme kann der Überschuss als Angebot für energieintensive Betriebe oder für innovative Wärmekonzepte genutzt werden. Dies würde eine nachhaltige Wirtschaftsförderungsstrategie unterstützen und die regionale Wertschöpfung erhöhen.

¹³⁶ IfaS 2012

Bei der Umsetzung der Maßnahmen sind allerdings Aspekte des Naturschutzes und des Tourismus von großer Relevanz, so dass gerade im Bereich der Biomassenutzung und der Solarenergie Einschränkungen zu beachten sind.

Insgesamt verfügt aber die Insel Rügen über ein großes Potenzial, um im Bereich Klimaschutz und Erneuerbare Energien eine Vorreiterrolle zu übernehmen, allerdings ist hierfür ein gut vernetztes Management in den klimarelevanten Bereichen erforderlich. Die unterschiedlichen Aspekte und Maßnahmen sind deshalb durch einen Klimaschutzmanager im neu gebildeten Landkreis Vorpommern-Rügen zu fördern und zu kommunizieren.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Quelle gelieferter Daten zur Ermittlung des stationären Endenergieverbrauchs	26
Tabelle 3-1: Energiepreise und Preissteigerungsraten.....	34
Tabelle 3-2: Regionale Wertschöpfung aller Kosten- und Einnahmepositionen des installierten Anlagenbestandes 2010	40
Tabelle 4-1: Derzeitiger Heizwärmeverbrauch einzelner Energieträger unterteilt in Gebäudealtersklassen.....	45
Tabelle 4-2: Energieverbrauch (IST) aufgeteilt auf Energieträger.....	45
Tabelle 4-3: Auszutauschende Heizungsanlagen bis zum Jahr 2050	47
Tabelle 4-4: Sanierungsrandbedingungen	48
Tabelle 5-1: Kennwerte für Waldholz	62
Tabelle 5-2: Ausbaupotenziale aus dem Anbau von Energiepflanzen auf Ackerflächen	65
Tabelle 5-3: Technische Potenziale aus dem Anbau von Energiepflanzen auf Ackerflächen	66
Tabelle 5-4: Reststoff-Potenziale aus Ackerflächen	68
Tabelle 5-5: Raufutterbedarf (berechnet als erntefrisches Material)	69
Tabelle 5-6: Technisches Potenzial für Gras aus Dauergrünland.....	69
Tabelle 5-7: Ausbaupotenzial für Gras aus Dauergrünland	69
Tabelle 5-8: Tierbesatz	70
Tabelle 5-9: Zusammenfassung der technischen Biomassepotenziale aus der Landwirtschaft	71
Tabelle 5-10: Energetische Kennwerte für Biomassen aus Kommunen und Gewerbe.....	72
Tabelle 5-11: Straßenlängen auf der Insel Rügen nach Streckentyp	74
Tabelle 5-12: Spezifische Ernteerträge pro Reihe und Straßen-km nach Rotationsart.....	75
Tabelle 5-13: Zusammenfassung der technischen Biomassepotenziale aus organischen Siedlungsabfällen	76
Tabelle 5-14: PV-FFA entlang Schienenwege	81
Tabelle 5-15: Übersicht der Konversionsflächen und -standorte	83
Tabelle 5-16: Photovoltaikpotenziale von Konversionsflächen	89
Tabelle 5-17: Azimutbereich zur Auswahl der Modularten im Bereich PV.....	92

Tabelle 5-18: Photovoltaikpotenzial auf Dachflächen der Insel Rügen	92
Tabelle 5-19: Ausbaupotenzial im Bereich Solarthermie auf den Dachflächen der Insel Rügen.....	93
Tabelle 5-20: Durchschnittliche Werte der Anlagenklassen.....	100
Tabelle 5-21: Verwendete Ausschlusskriterien mit entsprechenden Abstandspuffern (RL - RREP)	102
Tabelle 5-22: Mögliche Entwicklung des Anlagenbestandes	106
Tabelle 5-23: Wasserkraftpotenzial der KA Bergen.....	121
Tabelle 5-24: Wirtschaftliche Betrachtung der KA Bergen	121
Tabelle 7-1: Entwicklung Anzahl und Nutzung Fahrradanhänger des RPNV.....	144
Tabelle 7-2: Anzahl und Verteilung der Besucherparkplätze in den Gemeinden (Quelle: IVK 2008)	146
Tabelle 7-3: Verkehrsbelastungen aus der Verkehrsmengenkarte 2008; Verkehrsanteile aus Verkehrserhebung 2007 (IVK 2008)	149
Tabelle 7-4: Vergleich der Verkehrsbelastungen aus der Verkehrsmengenkarten 2008 und 2010	152
Tabelle 7-5: Kennwerte der Dauerzählstellen B 96 und B 196	154
Tabelle 7-6: Kennwerte der Dauerzählstellen B 96 und B 196 - Anteile der Verkehrsmittel	155
Tabelle 7-7: Verkehrsstruktur der Insel Rügen (Quelle: Statistisches Jahrbuch 2010)	158
Tabelle 7-8: Einwohnerstatistik Gemeinden auf Rügen, Stand 31.12.2010 (Quelle: Wikipedia)	159
Tabelle 7-9: Statistik der gewerblichen Beherbergungsstätten (Saison 2009)	162
Tabelle 7-10: Kosten- und Zeitvergleich bei Anreise zum Urlaubsort (Quelle: eigene Berechnungen)	175
Tabelle 7-11: Kosten- und Zeitvergleich bei Anreise zum Urlaubsort (Quelle: eigene Berechnungen)	175
Tabelle 7-12: Bestand an Personenkraftwagen am 1. Januar 2011 nach Kraftstoffarten absolut und Veränderung gegenüber Vorjahr [Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt [(www.kba.de)]	180
Tabelle 7-13: Ausschnitt Berechnung Energiebilanz Landkreis Rügen - Pkw-Verkehr [eigene Berechnungen]	181

Tabelle 7-14: Zusammenfassung Energiebilanz Landkreis Rügen - Pkw-Verkehr (eigene Berechnungen)	182
Tabelle 7-15: Zusammenfassung Energiebilanz Landkreis Rügen - Kfz-Verkehr (eigene Berechnungen)	183
Tabelle 16: Auflistung der durchgeführten Einzelgespräche.....	191
Tabelle 10-1: Zusammenfassung Stromverbrauch und Stromerzeugung im Jahr 2050	205
Tabelle 10-2: Übersicht des Wärmeverbrauchs sowie der Wärmebereitstellung im Jahr 2050	207
Tabelle 11-1: Regionale Wertschöpfung aller Kosten- und Einnahmepositionen des Bestandes bis 2020	214
Tabelle 11-2: Regionale Wertschöpfung aller Kosten- und Einnahmepositionen des Bestandes bis 2050	218

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Ganzheitliche und systemische Betrachtung als Basis eines Stoffstrommanagements	13
Abbildung 1-2: Struktureller Aufbau des Klimaschutzkonzeptes.....	15
Abbildung 1-3: Karte Insel Rügen	18
Abbildung 2-1: Gesamtstromverbrauch der Insel Rügen 2010 nach Verbrauchergruppen....	23
Abbildung 2-2: Aufteilung der Energieträger zur Stromversorgung der Insel Rügen im Ist-Zustand	24
Abbildung 2-3: Gesamtwärmeverbrauch Insel Rügen IST-Zustand nach Verbrauchergruppen	25
Abbildung 2-4: Aufteilung der Energieträger zur Wärmeversorgung Insel Rügen im IST-Zustand	26
Abbildung 2-5: Aufteilung der Energieträger im Verkehrssektor (IST-Situation) Insel Rügen	27
Abbildung 2-6: Gesamtenergieverbrauch der Insel Rügen im IST-Zustand unterteilt nach Energieträgern und Verbrauchssektoren	28
Abbildung 2-7: Treibhausgasemissionen der Insel Rügen (1990 und IST-Zustand)	29
Abbildung 3-1: Schema zur Betrachtung der kumulierten wirtschaftlichen Auswirkungen	33
Abbildung 3-2: Kumulierte Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie bis 2010	41
Abbildung 3-3: Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbaren Stroms bis 2010	42
Abbildung 4-1: Einsparpotenziale im Wärmebereich bestehender Wohngebäude	46
Abbildung 4-2: Heizungsanlagenverteilung bis 2050.....	49
Abbildung 4-3: Wärmeverbrauch priv. Haushalte nach Energieträgern bis 2050	49
Abbildung 4-4: Stromverbrauch privater Haushalte in Prozent	50
Abbildung 4-5: Vergleich der Gebäude auf den spezifischen Heizenergiebedarf und deren Fläche	51
Abbildung 4-6: Endenergieverbrauch der Industrie in Prozent.....	54
Abbildung 4-7: Stromverbrauch der Industrie in Prozent.....	55
Abbildung 4-8: Endenergieverbrauch des Sektors GHD in Prozent.....	56

Abbildung 4-9: Endenergieverbrauch des Sektors GHD in Prozent.....	57
Abbildung 4-10:Wärmeverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel und Dienstleistung in Prozent.....	58
Abbildung 5-1: Vermarktungsmengen nach Holzarten	60
Abbildung 5-2: Landnutzung auf Rügen.....	63
Abbildung 5-3: Aufteilung der Anbauflächen für Ackerfrüchte auf Rügen (Zahlen von 2010)	63
Abbildung 5-4: Technische Biomassepotenziale	77
Abbildung 5-5: Ausbau-Biomassepotenziale	78
Abbildung 5-6: Technische Potenziale und Ausbaupotenziale im Vergleich	78
Abbildung 5-7: Übersichtskarte PV-FFA Potenziale Schienenwege auf der Insel Rügen	82
Abbildung 5-8: Halbinsel Bug, Gemeinde Dranske	84
Abbildung 5-9: Flächen auf dem Gelände des Kap Arkona, Gemeinde Putgarten	85
Abbildung 5-10: Hafenbereich, Stadt Sassnitz	86
Abbildung 5-11: Liegenschaften Prora, Gemeinde Binz.....	86
Abbildung 5-12: Ehemalige Deponie Sassnitz.....	87
Abbildung 5-13: Ehemalige Deponie Garz.....	88
Abbildung 5-14: Ehemalige Deponie Sabitz	89
Abbildung 5-15: Überblick über die Standorte der Windenergieanlagen auf der Insel Rügen, Stand 2010	98
Abbildung 5-16: Darstellung der theoretisch nutzbaren Flächen für die Windenergie einschließlich Windeignungsgebiet Götemitz	104
Abbildung 5-17: Ausschnitt aus der Geologische Übersichtskarte Mecklenburg-Vorpommern, Geothermie (GÜT500)	111
Abbildung 5-18: Geothermischer Vertikalschnitt durch Rügen S-N (Quelle: Geotis; SCHULZ, R. ET AL. 2007)	112
Abbildung 5-19: Geothermischer Vertikalschnitt durch Rügen SW-NE (Quelle: Geotis; SCHULZ, R. ET AL. 2007)	112
Abbildung 5-20: Karte der Insel Rügen mit den Restriktionen der Wasserschutzzonen	113
Abbildung 5-21: Übersicht der Gewässer auf der Insel Rügen	118
Abbildung 5-22: Kläranlagenstandorte auf der Insel Rügen.....	120

Abbildung 6-1: Gasnetz Rügen	124
Abbildung 6-2: Mikrogasleitung Bergen-Rambin	125
Abbildung 6-3: Mikrogasleitung Bergen (eigene Darstellung)	126
Abbildung 6-4: Wärmenetz Putbus (eigene Darstellung)	127
Abbildung 6-5: Wärmenetz Sassnitz (eigene Darstellung)	128
Abbildung 6-6: Wärmenetz Sagard (eigen Darstellung)	129
Abbildung 7-1: Straßennetz Rügen (Bestand 2011)	140
Abbildung 7-2: Straßennetz Rügen (Planung)	141
Abbildung 7-3: Bedienhäufigkeit im Busnetz (Quelle: IVK 2008)	143
Abbildung 7-4: Radwege (inkl. Länge) sowie Darstellung der Radausleih- und Ladestationen (Movelo); (Quelle: Internet, Movelo)	145
Abbildung 7-5: Radwege - Bestand und Planung (Quelle: IVK 2008)	145
Abbildung 7-6: Anzahl und Verteilung der Besucherparkplätze auf Rügen (Quelle: IVK 2008)	146
Abbildung 7-7: Lage der Zählstellen der SVZ – Grundlage der Verkehrsmengenkarte 2008	148
Abbildung 7-8: DTV Analyse 2006 [Quelle: IVK 2008]	150
Abbildung 7-9: DTV Analyse 2008 (Gesamt-/Schwerverkehr) [Quelle: Verkehrsmengenkarte 2008]	151
Abbildung 7-10: Vergleich der Gesamtverkehrsmengen DTV 2008/ DTV 2010 (Quelle: Verkehrsmengenkarten)	153
Abbildung 7-11: Verkehrsentwicklung DTV 2008 → DTV 2010; (Quelle: Verkehrsmengenkarten)	154
Abbildung 7-12: Jahresganglinien 2009/10 der Dauerzählstellen B 96/Scharpitz und B 196 Kaiseritz	155
Abbildung 7-13: Querschnittsbelastungen B 96; Spitzenbelastungen Sommerferien 2010; (Mittel der jeweiligen Wochentage Juli 2010)	156
Abbildung 7-14: Zählstellenplan (Quelle: IVK 2008)	157
Abbildung 7-15: Einwohnerentwicklung Landkreis Rügen 1990-2010	159
Abbildung 7-16: Einwohnerprognose Landkreis Rügen	160

Abbildung 7-17: Mobilitätskennwerte der Einwohner.....	161
Abbildung 7-18: Statistik Besucher und Übernachtungen der Jahre 2000 – 2009	162
Abbildung 7-19: Verteilung der Urlauberunterkünfte	163
Abbildung 7-20: Statistik zur Aufenthaltsdauer; (Quelle: IVK 2008).....	164
Abbildung 7-21: Anteile der Verkehrsmittelnutzung (Quelle: IVK 2008)	164
Abbildung 7-22: Pkw- Fahrleistung von Urlaubern während des Aufenthaltes auf Rügen (Urlauberlokalverkehr)	165
Abbildung 7-23: Statistik zur Art des Urlaubs [Quelle: IVK 2008].....	165
Abbildung 7-24: Sportboothäfen, Reiterhöfe, Campingplätze sowie Hauptzielorte der Touristen; (Quelle: IVK 2008)	166
Abbildung 7-25: Prognose DTV 2020 [Quelle IVK 2008].....	167
Abbildung 7-26: Prognoseverkehrsbelastungen Sommer 2020 (Kfz/24h) (Quelle: IVK 2008)	168
Abbildung 7-27: Anteil Urlauberverkehr Sommer 2020 (Kfz/24h) (Quelle: IVK 2008)	169
Abbildung 7-28: Differenzbelastungen DTV 2020 – DTV 2006 (Kfz/24h) (Quelle: IVK 2008)	170
Abbildung 7-29: Differenzbelastungen Sommer 2020 – DTV 2006 (Kfz/24h) (Quelle: IVK 2008)	171
Abbildung 7-30: Externe Kosten (€/ 1.000 Personen-km)	172
Abbildung 7-31: Besuchergruppen (Quelle: DWIF, Europäische Reiseversicherung, Qualitätsmonitor Deutschland, Tourismus 2007-2008, Basisauswertung Rügen).....	177
Abbildung 7-32: Anteilsverteilung der Verkehrsmittel an der Gesamtzahl der zugelassenen Kfz (Quellen: Statistische Jahrbücher; Daten des Kraftfahrtbundesamtes).....	179
Abbildung 7-33: Anteilsverteilung der Antriebsarten beim Verkehrsmittel PKW (Quellen: Statistische Jahrbücher; Daten des Kraftfahrtbundesamtes).....	179
Abbildung 7-34: Anteilsverteilung der Antriebsarten - LK Rügen – Vergleich Kfz gesamt/ Pkw	180
Abbildung 7-35: Vergleich Analyse/Prognose Pkw-Verkehr Insel Rügen (Quelle: eigene Berechnungen)	182
Abbildung 7-36: Vergleich Analyse/Prognose - Energiebilanz nach Kraftstoffarten - Kfz- Verkehr, LK Rügen (Quellen: eigene Berechnungen)	183

Abbildung 10-1: Zubau Erneuerbare Energien zur Stromerzeugung.....	204
Abbildung 10-2: Entwicklungsprognosen der regenerativen Wärmeversorgung.....	206
Abbildung 10-3: Gesamtenergieverbrauch der Insel Rügen in Aufteilung Sektoren und Energieträgern nach Umsetzung der Entwicklungsszenarien im Jahr 2050.....	208
Abbildung 10-4: Treibhausgasemissionen auf Basis der zukünftigen Energiebereitstellung	210
Abbildung 10-5: Entwicklungsszenario der eingesetzten Energieträger zur Stromproduktion in Deutschland.....	211
Abbildung 10-6: Entwicklung der Treibhausgaseinsparung Insel Rügen bis 2050	212
Abbildung 11-1: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie und aus Energieeffizienzmaßnahmen bis 2020.....	215
Abbildung 11-2: Kumulierte Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbaren Stroms und aus Stromeffizienzmaßnahmen bis 2020.....	216
Abbildung 11-3: Kumulierte Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbarer Wärme und aus Wärmeeffizienzmaßnahmen bis 2020.....	217
Abbildung 11-4: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung Erneuerbarer Energie und aus Energieeffizienzmaßnahmen bis 2050.....	219
Abbildung 11-5: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbaren Stroms und aus Stromeffizienzmaßnahmen bis 2050.....	220
Abbildung 11-6: Wirtschaftlichkeit und kumulierte regionale Wertschöpfung des Anlagenbestandes zur Erzeugung erneuerbarer Wärme und aus Wärmeeffizienzmaßnahmen bis 2050.....	221
Abbildung 11-7: Profiteure der regionalen Wertschöpfung.....	222
Abbildung 11-8: Gegenüberstellung von Investitionen und regionaler Wertschöpfung im Strom- und Wärmebereich im Zeitraum 2010 bis 2050	223
Abbildung 11-9: Diskontierte kumulierte Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung für die Jahre 2020, 2030, 2040 und 2050	224

Abbildung 12-1: Positionierungsempfehlung Insel Rügen	225
Abbildung 14-1: Ist-Zustand der Insel Rügen (Energie, Verkehr, CO ₂ -Emissionen, Finanzflüsse, Regionale Wertschöpfung)	233
Abbildung 14-2: Soll-Szenario für klimarelevante Bereiche (Strom, Wärme, CO ₂ -Emissionen, Finanzmittel, regionale Ressourcen und Wertschöpfung)	234

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
A	Fläche
Abs.	Absatz
ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobil-Club
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BauGB	Baugesetzbuch
BER	Bioenergieregion Rügen
BGA	Biogasanlage
BGFE	externe Bruttogeschossfläche
BH	Brennholzanteil
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BRD	Bundesrepublik Deutschland
bspw.	beispielsweise
BWE	Bundesverband WindEnergie
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
C.A.R.M.E.N.	Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungsnetzwerk e. V.
ca.	circa
CH ₄	Methan
CI	Corporate Identities
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO ₂ -e	Kohlenstoffdioxid-Äquivalente
d	Durchmesser
d. h.	das heißt

DEPV	Deutscher Energieholz- und Pelletverband e. V.
DEWI	Deutsches Windenergie-Institut
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
DWD	Deutscher Wetterdienst
DWIF	Deutsches Wirtschaftswissenschaftliches Institut für Fremdenverkehr
€	Euro
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFH	Einfamilienhaus
Efm	Erntefestmeter
EG-WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie
einschl.	einschließlich
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
e.V.	eingetragener Verein
evtl.	eventuell
EW	Einwohner
EWE	Energieversorgung Weser-Ems AG
f.	folgende
ff.	fortfolgende
FFA	Freiflächenanlagen
FFH	Fauna-Flora-Habitat
FM	Frischmasse
fm	Festmeter
FNR	Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe e.V.
g	Gramm
Gtx	Gradtagszahl
geg.	gegenüber
GEMIS	Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme

ggf.	gegebenenfalls
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GLES	Gebietsbezogene Lokale Entwicklungsstrategie
GPS	Ganzpflanzensilage
GV	Gesamtverkehr
GWh	Gigawattstunden
h	Stunde
ha	Hektar
Hi	Heizwert
HRF	Hochrechnungsfaktor
i. d. R.	in der Regel
i. H. v.	in Höhe von
IfaS	Institut für angewandtes Stoffstrommanagement
inkl.	inklusive
insb.	insbesondere
IVK	Integriertes Verkehrsentwicklungskonzept Rügen
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
J	Jahr
KA	Kläranlage
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KFZ	Kraftfahrzeug
kg	Kilogramm
km	Kilometer
km ²	Quadratkilometer
kWel	Kilowatt elektrisch
kWh	Kilowattstunden
kWhel	Kilowattstunde elektrisch
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung

kWp	Kilowattpeak
l	Liter
LAG Rügen	Lokale Aktionsgruppe Rügen
landw.	landwirtschaftlich
LED	Light Emitting Diode
LGB	Landesamt für Geologie und Bergbau
LH	Laubholz
LK	Landkreis
LKW	Lastkraftwagen
LV	Leichtverkehr
m	Meter
m/s	Meter pro Sekunde
m ³	Kubikmeter
M-V	Mecklenburg-Vorpommern
max.	maximal
MFH	Mehrfamilienhaus
MiD	Mobilität in Deutschland
mind.	mindestens
Mio.	Millionen
MIV	Motorisierter Individualverkehr
Mrd.	Milliarden
MW	Megawatt
MWel	Megawatt elektrisch
MWh	Megawattstunde
MWp	Megawattpeak
η	Wirkungsgrad
N ₂ O	Stickstoffdioxid (Lachgas)
NABU	Naturschutzbund Deutschland e.V.

NAV	Natriumdampf-Hochdrucklampe
o. ä.	oder ähnliches
o. J.	ohne Jahr
öff.	öffentliche
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
P	Leistung
PKW	Personenkraftwagen
RPNV	Rügener Personennahverkehrs GmbH
PV	Photovoltaik
reg.	regional
ROG	Raumordnungsgesetz
RWS	Regionale Wertschöpfung
s.	siehe
S.	Seite
sog.	so genannt
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
SSM	Stoffstrommanagement
ST	Solarthermie
Stk.	Stück
SV	Schwerverkehr
SVZ	Straßenverkehrszählung
SWOT	Acronym für: Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
t	Tonnen
THG	Treibhausgas
TM	Trockenmasse
u. a.	unter anderem
u. U.	unter Umständen
UCB	Umwelt-Campus Birkenfeld

usw.	und so weiter
v. a.	vor allem
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
Vfm	Vorratsfestmeter
vgl.	vergleiche
Vol.	Volumen
w35	Wassergehalt von 35%
WEA	Windenergieanlagen
WGK	Wassergefährdungsklasse
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WWF	World Wide Fund for Nature
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil
z. Zt.	zur Zeit
Ziff.	Ziffer

Quellenverzeichnis

Bücher, Fachzeitschriften, Broschüren, Infolyer

Bayerische Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft: Der Energieinhalt von Holz und seine Bewertung, Merkblatt 12, 2007.

Deutsche Wind Guard GmbH (2011), S. 66 ff.

Deutsches Windenergie-Institut GmbH (2002), S. 96 ff.

Eder/Schulz: Biogas Praxis, 3. Auflage, ökobuch Verlag, Freiburg, 2006.

Effiziento Haustechnik GmbH (2007): Bavaria, Invest, VIP Konzept, Folie 5; Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Richtlinie 2.067.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2007), S. 157 ff.; S. 187 ff.

Falk/Sutor/Wiegand: Altspeisefette – Aufkommen und Verwertung, Research-Report, Lehrstuhl für Energie- und Umwelttechnik der Lebensmittelindustrie, Technische Universität München, 2001.

Fraunhofer IML: Dobers: BioLogio – Logistische Untersuchungen zur Mobilisierung von Straßenbegleitholz, Dortmund, 2008.

Grazer Energieagentur GmbH: Schinnerl/Bucar, Berliner Energieagentur GmbH: Piller/Unger: AbwasserWärmeNutzung – Leitfaden zur Projektentwicklung, Graz/Berlin, Ausgabe 12/2007.

Heck/Bemmann (Hrsg.): Praxishandbuch Stoffstrommanagement, Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln, 2002.

Heinemann: Planung und Implementierung einer Anlage zur Aufbereitung und energetischen Nutzung pflanzlicher Altfette am Beispiel des BioEnergie- und RohstoffZentrums Weilerbach, 2004.

Infras /IWW: External Costs of Transport – Update Study im Auftrag der International Union of Railways (UIC), Final Report, Zürich/Karlsruhe, 2004.

Ingenieurgruppe IVV/BDC Dorsch Consult: Integriertes Verkehrsentwicklungskonzept für die Insel Rügen, Aachen/Berlin/Stralsund, 03/2008.

Institut für Energetik und Umwelt gGmbH: Reichmuth/Vogel: Technische Potenziale für flüssige Biokraftstoffe und Bio-Wasserstoff, Leipzig, 2004.

Kaltschmitt/Hartmann/Hofbauer: Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren, Springer Verlag, Heidelberg, 2009.

Kaltschmitt/Streicher/Wiese: Erneuerbare Energien – Systemtechnik. Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 4.Auflage, Springer Verlag, Berlin, 2005.

Kersting/Van der Pütten: Entsorgung von Altfetten in Hessen. Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz Heft 222, Schriftenreihe der Hessischen Landesanstalt für Umwelt HLfU, Wiesbaden: Eigendruck, 1996.

KTBL, Betriebsplanung Landwirtschaft 2006/07 – Daten für die Betriebsplanung in der Landwirtschaft
KTBL, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt, 2006.

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern: Daten zur
Abfallwirtschaft 2010 – Materialien zur Umwelt 2011, Heft 3, Güstrow, 2011.

Lokale Aktionsgruppe Rügen: Endbericht Gebietsbezogene lokale Entwicklungsstrategie der Insel
Rügen (GLES), 2007.

Mantau: Entwicklung der stofflichen und energetischen Holzverwendung, Universität Hamburg
Zentrum Holzwirtschaft, 2008.

move green/Cramer: soft mobility – Maßnahmen für eine klimaverträgliche Verkehrspolitik in Europa,
2. Auflage, 06/2009.

Regionaler Planungsverband Vorpommern: Regionales Raumentwicklungsprogramm Vorpommern,
08/2010

Regionales Entwicklungskonzept (REK) „Natürlich Rügen“ – Voller Energie, 2008.

Scheffler: Besteuerung von Unternehmen I – Ertrag-, Substanz- und Verkehrsteuern, 11. Auflage,
Heidelberg, 2009.

Statistisches Bundesamt: Statistisches Jahrbuch 2010, Wiesbaden, 2010.

Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz (2006/2011).

Tourismusverband Rügen e. V.: Energetische Biomassenutzung zum Aufbau einer nachhaltigen
Energieversorgung im Tourismus- und Gewerbesektor der Insel Rügen, 2009.

vB-Plan Nr. 5 „Solaranlage- ehemalige Raketenstation“, Offenlage Fassung vom 19.01.2011, Stand
08.06.2011

Wassergesetz des Landes Mecklenburg-Vorpommern (LWaG) § 48 Absatz 1, Stand 04.07.2011.

Elektronische Quellen

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, www.bafa.de, Erneuerbare Energien, o. J., abgerufen
am 05.09.2011.

Destatis, <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online>, Bevölkerungsstand 2007, letzter Zugriff
2012-03-19.

Destatis, <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online>, Bevölkerungsstand 2010, letzter Zugriff
2012-03-19.

<http://daten.ktbl.de/biogas/startseite.do#start>, Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas, letzter Zugriff 2012-
03-19.

http://mv.juris.de/mv/gesamt/WasG_MV.htm, letzter Zugriff 12.03.2012.

<http://ruegen.de/>

<http://www.biogasanlage-ruegen.de/>

<http://www.c4energie.de/index.php?id=139>

<http://www.c4energie.de/index.php?id=89>

http://www.ewe-netz.de/data/NG00024_09_D_Erdgasnetzgebiet-Brandenburg-Ruegen-mit-HD-Leitungen.pdf

<http://www.kba.de>

<http://www.kreis-rueg.de/>

<http://www.rpv-vorpommern.de/regionalplanung/rrep-vp-2010/gis-daten.html>

<http://www.umweltbewusst-heizen.de/verkehr/Autoemissionen/co2-berechnung-auto.html>

<http://www.waermeversorgung-ruegen.de/>

http://www.x-concept.eu/referenzen_3.htm

KfW Bankengruppe (2011): Online Informationen

Statistisches Amt M-V, http://sisonline.statistik.m-v.de/sachgebiete/C144902K_Flaechen_nach_Art_der_tatsaechlichen_Nutzung_nach_Kreisen, letzter Zugriff 12.03.2012

Statistisches Amt M-V, http://sisonline.statistik.m-v.de/sachgebiete_evas.php, Sachgebiet Flächennutzung, letzter Zugriff 2012-03-19

Statistisches Amt M-V, http://sisonline.statistik.m-v.de/sachgebiete_evas.php, Sachgebiet Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, letzter Zugriff 2012-03-19.

Statistisches Amt M-V, http://sisonline.statistik.m-v.de/sachgebiete_evas.php, Sachgebiet Verkehr, letzter Zugriff 2012-03-19.

Expertengespräche, schriftliche Mitteilungen und Präsentationen

„Mobilität in Deutschland“ (MiD), im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (BMVBS), 2008.

E-Mail von Herrn Rahmlow (Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie) am 30.01.2012.

E-Mail von Herrn Schultz (Zweckverband Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Rügen) vom 20.02.2012.

E-Mail: Re: Klimaschutzkonzept Rügen - Teilkonzept integrierte Wärmenutzung von Martin Ratzke (RHT)).

FIZ Karlsruhe, Leibniz-Institut für Informationsinfrastruktur.

KTBL, Online Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas, letzter Zugriff in 2012-03-19.

Telefonat mit Frau Dobbert (Leiterin Sachgebiet Wasserwirtschaft/Umweltamt Landkreis Vorpommern-Rügen) am 16.01.2012.

Sun Sirius GmbH, Leipzig (2008/2011)

Anhang Klimaschutzkonzept Insel Rügen

Anhang Wirkungsanalyse und Berechnungsparameter I

Erläuterungen der verwendeten Parameter**Parameter zur CO₂-Bilanzierung****CO₂-Faktoren nach der GEMIS-Datenbank des Öko-Instituts**

- CO ₂ -Emissionsfaktoren Strom (BRD)		- CO ₂ -Emissionsfaktoren Wärme	
1990	683 g/kWh	Heizöl	268 g/kWh
2011	453 g/kWh	Erdgas	201 g/kWh
2020	378 g/kWh	Kohle	
2030	201 g/kWh		
2050	49 g/kWh		

Parameter zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit und Ermittlung der regionalen Wertschöpfung**Preise für Energieträger 2011 lokal spezifisch und nach BMWi****Gemittelte jährliche Energiepreiserhöhungsraten nach BMWi**

Strom Haushalte	0,202 €/kWh	2,44%
Strom öff. Hand	0,182 €/kWh	2,10%
Strom Industrie	0,120 €/kWh	2,10%
Wärmepumpenstrom	0,165 €/kWh	2,44%
Heizöl Haushalte	0,079 €/kWh	4,90%
Heizöl öff. Hand	0,079 €/kWh	4,90%
Heizöl Industrie	0,027 €/kWh	6,73%
Erdgas Haushalte	0,053 €/kWh	3,12%
Erdgas öff. Hand	0,053 €/kWh	3,12%
Erdgas Industrie	0,057 €/kWh	4,34%
Pellets	0,046 €/kWh	2,80%
Nahwärme/Fernwärme	0,030 €/kWh	3,15%

Gemittelte Inflationsrate nach BMWi

1,90%

Investitionen einzelner Techniken

	2011	2020	2030	2040	2050
Photovoltaik Dachflächen	4.400 €/kWp	1.500 €/kWp	1.100 €/kWp	900 €/kWp	850 €/kWp
Photovoltaik Freiflächen	3.900 €/kWp	1.300 €/kWp	900 €/kWp	700 €/kWp	600 €/kWp
Wind	1.300 €/kW	1.000 €/kW	900 €/kW	820 €/kW	750 €/kW
Solarthermie	650 €/m ²	550 €/m ²	450 €/m ²	450 €/m ²	450 €/m ²
Holzheizungen	882 €/kW	838 €/kW	796 €/kW	776 €/kW	756 €/kW
Wärmepumpen	12.733 €/Stk.	12.733 €/Stk.	12.096 €/Stk.	11.491 €/Stk.	10.917 €/Stk.
Umwälzpumpen	-	280 €/Stk.	200 €/Stk.	120 €/Stk.	120 €/Stk.
Biogasanlage	3.500 €/kW	3.500 €/kW	3.100 €/kW	3.100 €/kW	3.000 €/kW
fossile Heizungsanlage	617 €/kW	617 €/kW	617 €/kW	617 €/kW	617 €/kW

Anhang Wirkungsanalyse und Berechnungsparameter II

Gebäudesanierung: Die Betrachtung beschränkt sich auf die privaten Haushalte, da in anderen Sektoren (Tourismus, öffentliche Einrichtungen, Unternehmen) insbesondere aufgrund großer bandbreiten bei der beheizten Fläche die Rahmenbedingungen sehr variabel sind.

Investitionen Gebäudesanierung (Vollkostenbetrachtung)

Fensterfläche mit Wärmeschutzverglasung	450 €/m ²
Außenwanddämmung (Wärmedämmverbundsystem)	120 €/m ²
Dämmung der obersten Geschossdecke	40 €/m ²
Dämmung der Kellerdecke	20 €/m ²

Investitionsnebenkosten, Betriebskosten und Verbrauchskosten einzelner Techniken

	Investitionsnebenkosten	Betriebskosten	Verbrauchskosten
Photovoltaik Dachflächen	9 % der Investitionen	2 % der Investitionen	-
Photovoltaik Freiflächen	9 % der Investitionen	2 % der Investitionen	-
Wind	33 % der Investitionen	6 % der Investitionen	-
Solarthermie	9 % der Investitionen	2 % der Investitionen	-
Pelletheizung	9 % der Investitionen	3 % der Investitionen	0,05 €/kWh bei 1.600 Vollarbeitsstunden
Wärmepumpen	58 % der Investitionen	2 % der Investitionen	0,17 €/kWh bei einer Jahresarbeitszahl von 3,5
Biogasanlage	10 % der Investitionen	8 % der Investitionen	20 % der Investitionen
Gebäudesanierung	70 % der Investitionen	-	-
fossile Heizungsanlage	9 % der Investitionen	3 % der Investitionen	-

Energievergütungen und -erlöse

	2011	2020	2030	2040	2.050
Photovoltaik Dachflächen	0,51 €/kWh	0,13 €/kWh	0,09 €/kWh	0,10 €/kWh	0,10 €/kWh
Photovoltaik Freiflächen	0,44 €/kWh	0,14 €/kWh	0,09 €/kWh	0,10 €/kWh	0,10 €/kWh
Wind	0,09 €/kWh	0,08 €/kWh	0,08 €/kWh	0,08 €/kWh	0,08 €/kWh
Biogasstrom	0,17 €/kWh	0,08 €/kWh	0,08 €/kWh	0,08 €/kWh	0,08 €/kWh

Finanzierungsparameter

Fremdkapitalanteil	100 %
Fremdkapitalzinssatz	4,0 %

Anhang Wirkungsanalyse und Berechnungsparameter III

Sonstige Berechnungsparameter

Durchschnittliche Anlagenleistung Pellets Zukunft	10,0 kW
Durchschnittliche Anlagenleistung Wärmepumpen bis 2030	14,0 kW
Durchschnittliche Anlagenleistung Wärmepumpen bis 2050	12,0 kW
Gewerbesteuersatz	10,5 %
Gewerbesteuerhebesatz	300 %
Gewerbesteuerumlage	23,3 %
Einkommenssteuersatz	20 %
Kommunaler Anteil Einkommenssteuer	15 %
Photovoltaik Pachtaufwendungen	15 €/kWp
Betrachtungszeitraum	20 Jahre

Anteile regionale Wertschöpfung

	2011	2020	2030	2040	2050
Investitionsnebenkosten Photovoltaik	100%	100%	100%	100%	100%
Investitionsnebenkosten Wind	60%	60%	60%	60%	60%
Investitionsnebenkosten Solarthermie	100%	100%	100%	100%	100%
Investitionsnebenkosten Pellets	100%	100%	100%	100%	100%
Investitionsnebenkosten Wärmepumpen	20%	30%	40%	50%	60%
Investitionsnebenkosten Biomasse	100%	100%	100%	100%	100%
Investitionsnebenkosten Energieeffizienz	100%	100%	100%	100%	100%
Kapitalkosten	5%	20%	30%	40%	50%
Betriebskosten	100%	100%	100%	100%	100%
Betriebskosten Wind	40%	40%	40%	40%	40%
Substratkosten Biogas, Pflanzenöl, Holz	100%	100%	100%	100%	100%
Verbrauchskosten feste Brennstoffe	100%	100%	100%	100%	100%
Energieeffizienz	100%	100%	100%	100%	100%
Pachteinnahmen	100%	100%	100%	100%	100%
Betreiberge Gewinn	40%	70%	100%	100%	100%

Anhang Wirkungsanalyse und Berechnungsparameter IV**Parameter zur Potenzialermittlung****Windenergiepotenziale**

Vollaststunden	2.100 h/a
Windenergie Pachtaufwendungen	16.000 €/Anlage

Photovoltaikpotenziale Dachflächen

Sonneneinstrahlung	900 kWh/kWp*a
--------------------	---------------

Photovoltaikpotenziale Freiflächen

Sonneneinstrahlung	900 kWh/kWp*a
--------------------	---------------

Biomasse (Pellets)

Vollaststunden	1.600 h/a
Durchschnittliche Anlagenleistung	14,9 kW

Biogas

Vollaststunden	8.200 h/a
Biogasanlagenleistung künftiger Anlagen	500 kW

Anhang Photovoltaik auf Freiflächen



Anhang Restriktionen für die Errichtung von Freiflächenanlagen

Flächennutzung	Abstandsannahme
Baulich geprägte Flächen (nach BauGB)	3m
Schienenwege	20m
Bundes- und Landstraßen	20m
Gemeindestraßen	15m
Sonstige Straßen und Wege	5m
Flüsse und Bachläufe	5m
Wald	30m
Natura 2000 inkl. FFH-Gebiete und Vogel-schutzgebiete	Ausschluss, keine Pufferzone
Naturschutzgebiete	Ausschluss, keine Pufferzone
Hochspannungsleitungen	10m

Anhang Bahnstrecken Potenziale für PV-Freiflächenanlagen der Insel Rügen

ID	Standorttyp	Flächengröße	Installierbare Leistung	Stromerträge ²
1	Schiene	62.274 m ²	2.491 kWp	2.242 MWh
2	Schiene	37.163 m ²	1.487 kWp	1.338 MWh
3	Schiene	34.529 m ²	1.381 kWp	1.243 MWh
4	Schiene	50.662 m ²	2.026 kWp	1.824 MWh
5	Schiene	102.987 m ²	4.119 kWp	3.708 MWh
6	Schiene	47.109 m ²	1.884 kWp	1.696 MWh
7	Schiene	63.946 m ²	2.558 kWp	2.302 MWh
8	Schiene	154.282 m ²	6.171 kWp	5.554 MWh
9	Schiene	26.177 m ²	1.047 kWp	942 MWh
10	Schiene	62.711 m ²	2.508 kWp	2.258 MWh
11	Schiene	26.496 m ²	1.060 kWp	954 MWh
12	Schiene	85.342 m ²	3.414 kWp	3.072 MWh
13	Schiene	70.144 m ²	2.806 kWp	2.525 MWh
14	Schiene	18.405 m ²	736 kWp	663 MWh
15	Schiene	17.950 m ²	718 kWp	646 MWh
16	Schiene	11.947 m ²	478 kWp	430 MWh
17	Schiene	25.240 m ²	1.010 kWp	909 MWh
18	Schiene	37.069 m ²	1.483 kWp	1.334 MWh
19	Schiene	41.223 m ²	1.649 kWp	1.484 MWh
20	Schiene	84.731 m ²	3.389 kWp	3.050 MWh
21	Schiene	15.264 m ²	611 kWp	550 MWh
22	Schiene	16.670 m ²	667 kWp	600 MWh
23	Schiene	26.341 m ²	1.054 kWp	948 MWh
24	Schiene	133.083 m ²	5.323 kWp	4.791 MWh
25	Schiene	28.431 m ²	1.137 kWp	1.024 MWh
26	Schiene	106.476 m ²	4.259 kWp	3.833 MWh
27	Schiene	17.415 m ²	697 kWp	627 MWh
28	Schiene	10.768 m ²	431 kWp	388 MWh
29	Schiene	186.574 m ²	7.463 kWp	6.717 MWh
30	Schiene	62.032 m ²	2.481 kWp	2.233 MWh
31	Schiene	35.249 m ²	1.410 kWp	1.269 MWh
32	Schiene	31.101 m ²	1.244 kWp	1.120 MWh
33	Schiene	50.051 m ²	2.002 kWp	1.802 MWh
34	Schiene	23.065 m ²	923 kWp	830 MWh
35	Schiene	52.778 m ²	2.111 kWp	1.900 MWh
36	Schiene	83.752 m ²	3.350 kWp	3.015 MWh
37	Schiene	51.382 m ²	2.055 kWp	1.850 MWh
38	Schiene	64.816 m ²	2.593 kWp	2.333 MWh
39	Schiene	30.592 m ²	1.224 kWp	1.101 MWh
40	Schiene	11.203 m ²	448 kWp	403 MWh
41	Schiene	27.774 m ²	1.111 kWp	1.000 MWh
42	Schiene	62.285 m ²	2.491 kWp	2.242 MWh
43	Schiene	208.821 m ²	8.353 kWp	7.518 MWh
44	Schiene	65.562 m ²	2.622 kWp	2.360 MWh

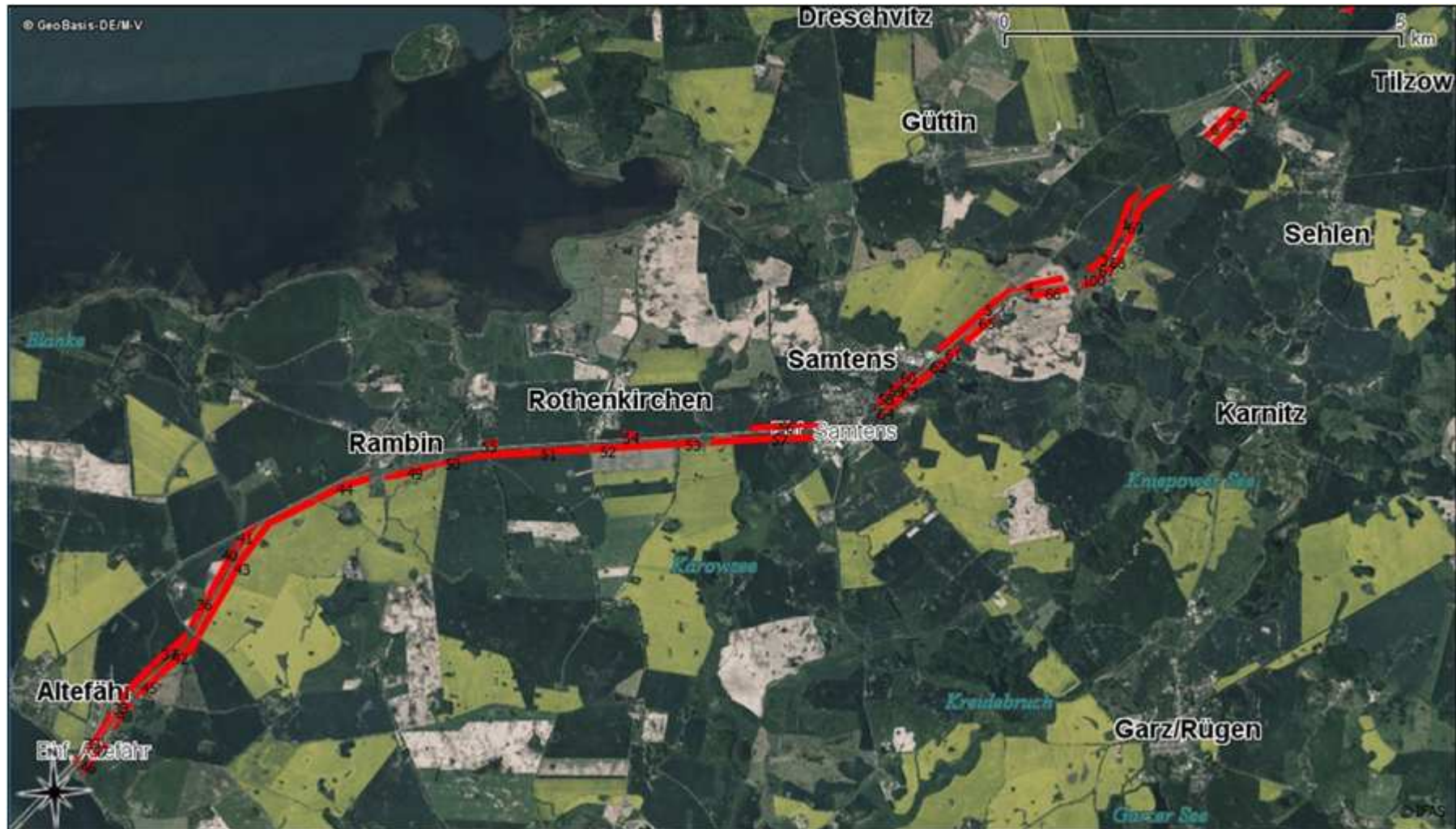
45	Schiene	31.358 m ²	1.254 kWp	1.129 MWh
46	Schiene	12.349 m ²	494 kWp	445 MWh
47	Schiene	11.730 m ²	469 kWp	422 MWh
48	Schiene	21.186 m ²	847 kWp	763 MWh
49	Schiene	51.575 m ²	2.063 kWp	1.857 MWh
50	Schiene	40.467 m ²	1.619 kWp	1.457 MWh
51	Schiene	113.659 m ²	4.546 kWp	4.092 MWh
52	Schiene	97.391 m ²	3.896 kWp	3.506 MWh
53	Schiene	25.582 m ²	1.023 kWp	921 MWh
54	Schiene	13.549 m ²	542 kWp	488 MWh
55	Schiene	14.158 m ²	566 kWp	510 MWh
56	Schiene	61.719 m ²	2.469 kWp	2.222 MWh
57	Schiene	116.074 m ²	4.643 kWp	4.179 MWh
58	Schiene	18.038 m ²	722 kWp	649 MWh
59	Schiene	10.207 m ²	408 kWp	367 MWh
60	Schiene	19.339 m ²	774 kWp	696 MWh
61	Schiene	17.242 m ²	690 kWp	621 MWh
62	Schiene	16.940 m ²	678 kWp	610 MWh
63	Schiene	49.309 m ²	1.972 kWp	1.775 MWh
64	Schiene	15.714 m ²	629 kWp	566 MWh
65	Schiene	41.417 m ²	1.657 kWp	1.491 MWh
66	Schiene	43.568 m ²	1.743 kWp	1.568 MWh
67	Schiene	16.311 m ²	652 kWp	587 MWh
68	Schiene	19.022 m ²	761 kWp	685 MWh
69	Schiene	84.527 m ²	3.381 kWp	3.043 MWh
70	Schiene	94.547 m ²	3.782 kWp	3.404 MWh
71	Schiene	78.791 m ²	3.152 kWp	2.836 MWh
72	Schiene	26.457 m ²	1.058 kWp	952 MWh
73	Schiene	25.419 m ²	1.017 kWp	915 MWh
74	Schiene	21.244 m ²	850 kWp	765 MWh
75	Schiene	56.399 m ²	2.256 kWp	2.030 MWh
76	Schiene	18.235 m ²	729 kWp	656 MWh
77	Schiene	15.056 m ²	602 kWp	542 MWh
78	Schiene	13.903 m ²	556 kWp	501 MWh
79	Schiene	14.723 m ²	589 kWp	530 MWh
80	Schiene	21.759 m ²	870 kWp	783 MWh
81	Schiene	60.897 m ²	2.436 kWp	2.192 MWh
82	Schiene	49.606 m ²	1.984 kWp	1.786 MWh
83	Schiene	24.273 m ²	971 kWp	874 MWh
84	Schiene	15.550 m ²	622 kWp	560 MWh
85	Schiene	174.755 m ²	6.990 kWp	6.291 MWh
86	Schiene	34.240 m ²	1.370 kWp	1.233 MWh
87	Schiene	12.347 m ²	494 kWp	444 MWh
88	Schiene	40.891 m ²	1.636 kWp	1.472 MWh
89	Schiene	54.810 m ²	2.192 kWp	1.973 MWh
90	Schiene	44.912 m ²	1.796 kWp	1.617 MWh
91	Schiene	101.653 m ²	4.066 kWp	3.660 MWh

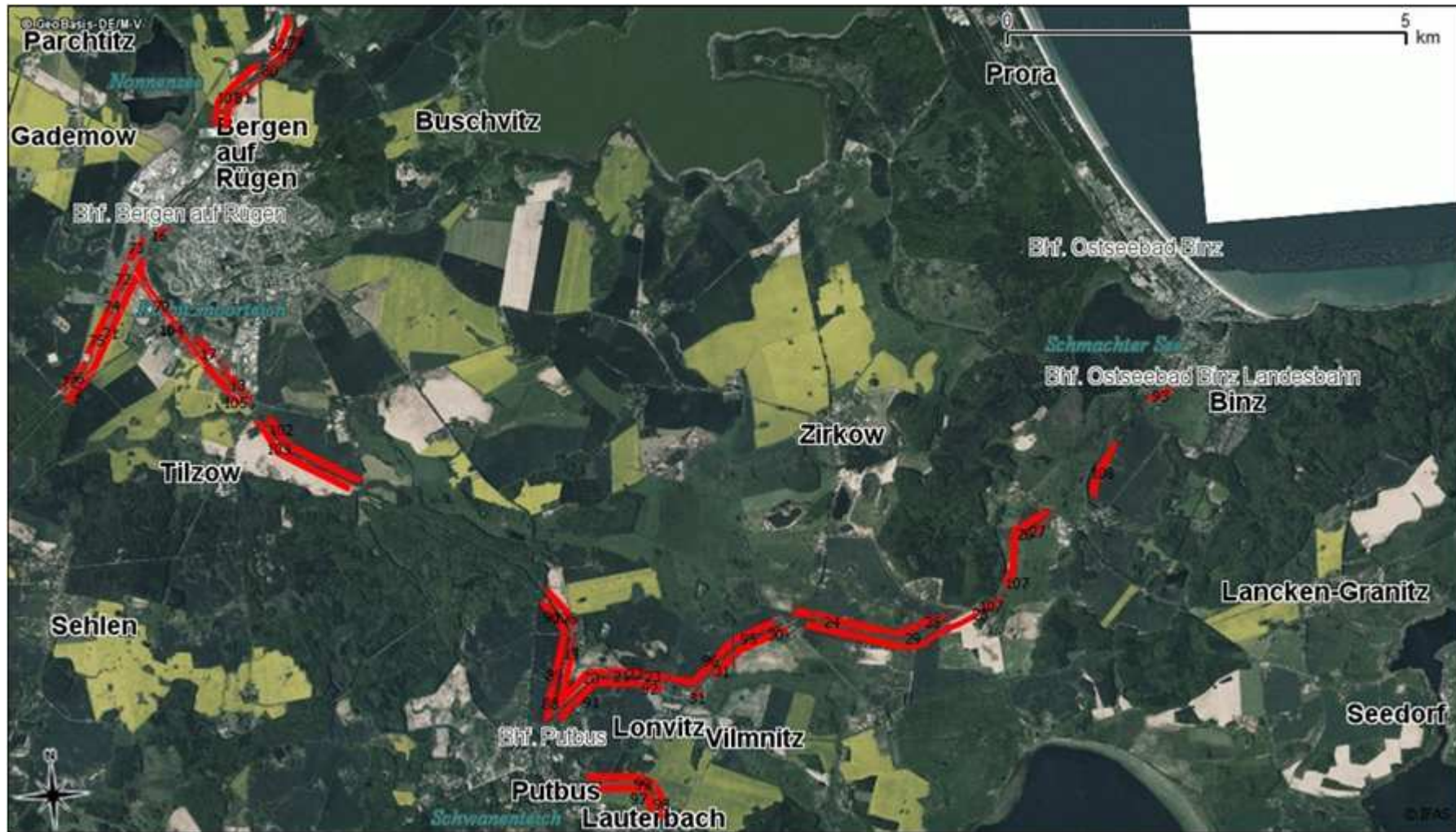
92	Schiene	27.097 m ²	1.084 kWp	975 MWh
93	Schiene	21.711 m ²	868 kWp	782 MWh
94	Schiene	100.370 m ²	4.015 kWp	3.613 MWh
95	Schiene	50.595 m ²	2.024 kWp	1.821 MWh
96	Schiene	89.159 m ²	3.566 kWp	3.210 MWh
97	Schiene	77.327 m ²	3.093 kWp	2.784 MWh
98	Schiene	32.194 m ²	1.288 kWp	1.159 MWh
99	Schiene	79.409 m ²	3.176 kWp	2.859 MWh
100	Schiene	26.553 m ²	1.062 kWp	956 MWh
101	Schiene	87.050 m ²	3.482 kWp	3.134 MWh
102	Schiene	129.857 m ²	5.194 kWp	4.675 MWh
103	Schiene	131.502 m ²	5.260 kWp	4.734 MWh
104	Schiene	107.441 m ²	4.298 kWp	3.868 MWh
105	Schiene	11.325 m ²	453 kWp	408 MWh
106	Schiene	52.323 m ²	2.093 kWp	1.884 MWh
107	Schiene	13.890 m ²	556 kWp	500 MWh
108	Schiene	66.167 m ²	2.647 kWp	2.382 MWh
Summe:	Schiene	5.528.740 m²	221.150 kWp	199.035 MWh

1: 25 m²/kWp

2: 900 kWh/kWp

Anhang Potenziale von Altefähr bis Tilzow





Anhang Potenzial Lietzow bis Sassnitz



Übersicht Heizwerke auf Rügen

	Heizwerk Binz (EWE)	Heizwerk Bergen (EWE)	Heizwerk Sellin (EWE)	Heizwerk Bergen (RHT)	Heizwerk Putbus (WVP)
Leistung Heizkessel	15.000 kW	13.500 kW	8.000 kW	8000 kW (13.000 kW)	?
Baujahr/Erneuerung	1995 / 2009	1994	1999	- / 2011	?
Energieträger	Erdgas H	Erdgas H	Erdgas H	Erdgas H	Erdgas H
Leistung BHKW th/el	800 kW _{therm.} /620 kW _{el.}	800 kW _{therm.} /620 kW _{el.}	600 kW _{therm.} /404 kW _{el.}	3 * 750 kW _{th.} / 3 * 600 kW _{el.}	2 * 740 kW _{therm.} / 2 x 495 kW _{el.}
Baujahr	1996	1996	1999	2011	1993
Energieträger seit 10/2009	Bioerdgas	Bioerdgas	Bioerdgas	Biogas / Microgasleitung	Biogas
Biogasanteil an Wärmeerzeugung/KWK Anteil	24,50%	32,80%	35,00%	78,26%	?
Anzahl Abnahmestellen	46	54	31	(12.000 EW)	225 WE, Schule, Turnhalle und Begegnungsstätte
Wärmeleistung Abnahmestellen	13.126 kW	9.673 kW	5.240 kW		
abgenommene Wärmemenge/anno	22,73 GWh	18 GWh	10,20 GWh	23,00 GWh	2,00 GWh

Übersicht Kommunale Liegenschaften

	Gebäude	Ort	Straße
1	Landratsamt	Bergen	Billrothstr. 5
	Pförtnergebäude	Bergen	Billrothstr. 5
2	Gesundheitsamt/Kämmerei	Bergen	Gartenstr. 1
	Altes Heizh. Lager, Garage	Bergen	Gartenstr. 1
3	RÜG - Kleinbahn	Bergen	Gartenstr. 5
	Nebengeb. Rüg KB	Bergen	Gartenstr. 5
4	Feuerwehrleitstelle	Bergen	Rugardstr. 11
	Feuerwehrleitstelle	Bergen	Rugardstr. 12
5	Verwaltungsgeb. Rotensee	Bergen	Störtebekerstr. 30
	Geräteschuppen	Bergen	Störtebekerstr. 31
6	Rugardstr. 12	Bergen	Rugardstr. 12
7	Kreisvolkshochschule	Bergen	Schulstr. 2
	Nebengeb. der KVHS	Bergen	Schulstr. 2
	Garage / Lager	Bergen	Schulstr. 2
8	Förderschule Rotensee	Bergen	Störtebekerstr. 8a
9	3-Feld-Sporthalle	Bergen	Arndtstr. 7
	EMA-Gymnasium	Bergen	Arndtstr. 7
	EMA-Gymn. Neubau	Bergen	Waldstr. 6
	mit Verbinder		
10	Frauentreff; ehem. FS	Bergen	Bahnhofstr. 34a
	Anbau	Bergen	Bahnhofstr. 34a
	Musikschule	Bergen	Bahnhofstr. 34
12	Schulwohnheim	Sassnitz	Str. d. Jugend 7a
	Berufli. Schule, Neubau	Sassnitz	Str. d. Jugend 7a
	Werkstattgebäude	Sassnitz	Str. d. Jugend 7a
13	Internat FS, Geb. 1	Sassnitz	Stubbenkammerstr.
14	Internat FS, Geb. 2	Sassnitz	