

Regionaler
Planungsverband
Vorpommern



Regionales Energiekonzept Vorpommern

Teil 2

Kommunale Potenziale Erneuerbarer Energien

Teilhabe



Herausgeber:
Regionaler Planungsverband Vorpommern
Am Gorzberg, Haus 8
17489 Greifswald
Telefon: 03834 / 51 49 39 0
Fax: 03834 / 51 49 39 70
Mail: poststelle@afrlvp.mv-regierung.de
Bearbeiter: EUB e.V./INSTITUT
Greifswald, 20.03.2014

Fotos: © Amt für Raumordnung und Landesplanung Vorpommern

Regionales Energiekonzept Vorpommern

Teil 2

KOMMUNALE POTENZIALE ERNEUERBARER ENERGIEN

TEILHABE

Inhalt

1	Einleitung	11
1.1	Projektziel	11
1.2	Untersuchungsrahmen	11
2	Regionale EE-Potenziale und ihre Ermittlung	12
2.1	Potenzialdefinitionen und Begriffe	12
2.2	Datenbasis	14
2.3	Vorgehensweise bei der Potenzialermittlung	15
2.4	Einflüsse aus der Nachfrageseite auf die EE-Potenziale	16
2.5	Veränderlichkeit der Potenziale von Erneuerbaren Energiequellen	17
2.6	Anpassung von Systemstrukturen als Voraussetzung für die Potenzialerschließung	18
2.7	Stand der Erkenntnis bei der Ermittlung von EE-Potenzialen	21
3	Konzeption einer Datenbasis für die Potenzialermittlung (Datenbank)	26
3.1	Vorbemerkungen	26
3.2	Konzeption der Datenbasis und der Datenbank	27
3.3	Potenzialrelevante Gemeindedaten und ihre Einbindung	29
3.4	Spezifische Potenzial- und Technologiedaten und ihre Einbindung	30
3.5	Daten zu bereits vorhandenen/geplanten EE-Anlagen	31
4	Potenzialbezogene Beschreibung der Gemeinden	32
5	Zur Ermittlung von EE-Potenzialen	33
5.1	Windenergie	33
5.2	Photovoltaik und Solarthermie	35
5.3	Wasserkraft	37
5.4	Tiefe und oberflächennahe Geothermie	37
5.5	Biogene Energieträger	39
5.6	Weitere Energieträger	40
6	EE-Potenziale der Planungsregion Vorpommern	42
6.1	Windenergie	43
6.2	Photovoltaik und Solarthermie	45
6.3	Wasserkraft	45
6.4	Tiefe und oberflächennahe Geothermie	47
6.5	Biogene Energieträger	48

6.6 Weitere Energieträger.....	50
6.7 Zusammenfassung der Potenziale.....	50
7 Stand der Nutzung der Erneuerbaren Energien in der Planungsregion Vorpommern.....	52
7.1 Windenergie.....	52
7.2 Solarenergie.....	52
7.3 Wasserkraft.....	52
7.4 Geothermie.....	52
7.5 Biomasse.....	55
7.6 Weitere Energieträger.....	56
7.7 Ausschöpfung der vorhandenen Potenziale.....	56
8 Teilhabe.....	61
9 Zusammenfassung.....	66
10 Quellen.....	70
Anhang.....	74
Anhang 1: Basisdaten für die Ermittlung von EE-Potenzialen.....	75
Anhang 2: ER-Diagramm zur Windenergienutzung auf regionaler Ebene.....	79
Anhang 3: Potenzial von Paludikulturen in Vorpommern und seine Nutzung.....	80
Anhang 4: Kartenteil - Potenziale ausgewählter erneuerbarer Energiequellen.....	84
Anhang 5: Auszug aus der Netzstudie M-V 2012 zur Planungsregion Vorpommern.....	93
Anhang 6: Potenziale von Kleinwindenergieanlagen.....	94

Abbildungen

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Seite
1	Abgrenzung verschiedener Potentialbegriffe	13
2	Datenbasis der Potenzialanalysen	14
3	Berücksichtigte Biomassen und ihre Nutzung	16
4	Zusammenhang zwischen Angebots- und Nachfrageseite von Potenzialen	17
5	Wirkung der Erzeugungsformen von Energie auf die Systemstruktur	20
6	380 kV-Höchstspannungsfreileitung Bertikow-Pasewalk	21
7	EE-Potenziale zwischen Technologie, Einbindung und Zusammenwirken	23
8	Potenziale und ihre Nutzungsmöglichkeiten (Auswahl)	25
9	ER-Diagramm als ein Ergebnis eines Datenbankentwurfs <i>EE-Potenziale</i>	28
10	Methodisches Konzept für die Nutzung der Gemeindedatenbank	29
11	Technologische Kette zur Potenzialermittlung - Beispiel Gülle für Biogas	30
12	Entwicklung der WEA-Leistung und Stromerzeugung in Deutschland	33
13	Spezifischer Flächenbedarf der Windenergienutzung am Beispiel Altefähr	34
14	Mittlere Jahressummen der Globalstrahlung in Norddeutschland 1981 – 2000	36
15	Geothermisches Potenzial bis 100 m Tiefe	38
16	Entwicklung der WEA-Größe in M-V	43
17	Bestand an PV-Anlagen am 31.12.2012	53
18	Entwicklung der Solarthermie in Wohn- und Nichtwohngebäuden	54
19	Entwicklung der Nutzung von Erdwärme in Wohn- und Nichtwohngebäuden	54
20	Potenziale und ihre aktuellen Nutzungsgrade	58
21	Akteure mit Handlungspotenzial in strategischen Stadt-Umland-Allianzen	59

Abbildungen (Fortsetzung)

22	Bestand an (Bio-)Energiedörfern	63
23	Fernwärmenetz der Wärmeversorgung Wolgast	64
24	Strategische Ansatzpunkte für das REK Vorpommern	69
A1-1	Globalstrahlungskarte Deutschland Mittlere Jahressummen 1981 - 2010	75
A1-2	Jahresmittlere Windgeschwindigkeit in der Planungsregion Vorpommern	76
A1-3	Ackerzahlen in der Planungsregion Vorpommern	77
A1-4	Waldflächenverteilung in der Planungsregion Vorpommern	78
A2-1	ER-Diagramm zur Windenergienutzung auf regionaler Ebene	79
A3-1	Energetische Eigenschaften von Biomasse aus Paludikulturen	80
A3-2	Schwerpunkte des regionalen Moorschutzes und Moorflächen	83
	Kartenteil	
K 1	Karte 1: Windenergiepotenzial	85
K 2	Karte 2: Solarwärmepotenzial	86
K 3	Karte 3: Solarstrompotenzial	87
K 4	Karte 4: Biogaspotenzial	88
K 5	Karte 5: Biomassepotenzial	89
K 6	Karte 5.1: Waldholz-/Waldrestholzpotenzial	90
K 6	Karte 6: Pflanzenölpotenzial	91
K 7	Karte 7: Erdwärmepotenzial	92
A6-1	UGE WindTurbine-Community in Jerseyville (USA)	94
A6-2	UGE WindTurbine eddyGT mit einer Nennleistung von 1 kW	95
A6-3	Kleine WEA von Dela Rotor an einer Plusenergieschule in Rostock	95

Tabellen

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Seite
1	Auszug aus der Gemeindedatenbank – Nachfrageseitige Daten	32
2	Auszug aus der Gemeindedatenbank – Aktuelles EE-Angebot	32
3	EE-Potenziale in der Planungsregion Vorpommern (Vorabschätzung)	42
4	Windenergiepotenzial in Windeignungsgebieten	44
5	Solar nutzbare Dachflächen auf Wohngebäuden	46
6	Solar nutzbare Flächen an Nichtwohngebäuden	47
7	Solar nutzbare Freiflächen	47
8	Potenziale der biogenen Energieträger	49
9	EE-Potenziale in der Planungsregion Vorpommern	51
10	Entwicklung des mit Wärmepumpen beheizten Gebäudebestands	55
11	Stand der Nutzung der EE-Potenziale in der Planungsregion Vorpommern	57
12	Entwicklung der EE-Anlagenleistungen in der Planungsregion Vorpommern bis 2025 laut Netzstudie M-V (2012)	93

Abkürzungsverzeichnis

ANE	- Akademie für Nachhaltige Entwicklung M-V (Güstrow),
BWS	- Bruttowertschöpfung,
BHKW	- Blockheizkraftwerk,
BIP	- Bruttoinlandsprodukt,
BMU	- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Berlin),
BMVBS	- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Berlin),
BWE	- Bundesverband WindEnergie e.V. (Berlin),
BWS	- Bruttowertschöpfung,
CCS	- Carbon Capture and Storage,
DWD	- Deutscher Wetterdienst,
EE	- Erneuerbare Energien,
EEG	- Erneuerbare-Energien-Gesetz,
EFH	- Einfamilienhaus,
EVU	- Energieversorgungsunternehmen,
FNR	- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Gülzow),
FW	- Fernwärme,
GHZ	- Geothermische Heizzentrale,
GPS	- Ganzpflanzensilage,
GTZ	- Gradtagzahl,
GWZ	- Gebäude- und Wohnungszählung,
HHS	- Holzhackschnitzel,
HKW	- Heizkraftwerk,
HTC	- Hydrothermale Carbonisierung,
HW	- Heizwerk,
KUP	- Kurzumtriebsplantage,
KWK	- Kraft-Wärme-Kopplung,
LAK	- Länderarbeitskreis,
LUNG	- Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie M-V (Güstrow),
LP	- Landschaftspflege,
MFH	- Mehrfamilienhaus,
NABEG	- Netzausbaubeschleunigungsgesetz,
NMB	- Niedermoorbiomasse,
NKI	- Nationale Klimaschutzinitiative,
PVA	- Photovoltaikanlage,
REK	- Regionales Energiekonzept,
REMV	- Netzwerk Regionale Energie M-V e.V. (Güstrow),
ROG	- Raumordnungsgesetz,
RPV	- Regionaler Planungsverband,
RREP	- Regionales Raumentwicklungsprogramm,
SIMV	- Solarinitiative Mecklenburg-Vorpommern (Triwalk bei Wismar),
WEA	- Windenergieanlage,
WEG	- Windeignungsgebiet,
ZFH	- Zweifamilienhaus

Maßeinheiten und Umrechnungen

SI-Vorsätze

J	- Joule
kJ	- Kilojoule
MJ	- Megajoule
GJ	- Gigajoule
TJ	- Terrajoule
PJ	- Petajoule

Maßeinheiten - Leistung

W	- Watt
kW	- Kilowatt
MW	- Megawatt

Maßeinheiten - Energie

Wh	- Wattstunde
kWh	- Kilowattstunde
MWh	- Megawattstunde
GWh	- Gigawattstunde
MWh _{el}	- Megawattstunde elektrisch
MWh _{th}	- Megawattstunde thermisch

Umrechnungen

1 kWh	= 3.600 kJ
1 MWh	= 3.600 MJ
1 MJ	= 0,278 kWh
1 PJ	= 278 GWh

1 Einleitung

Der RPV Vorpommern stellt derzeit ein als strategisches Entwicklungsdokument anzulegendes Regionales Energiekonzept (REK) auf. In einer ersten Teilaufgabe wurden dafür Vorbereitende Untersuchungen durchgeführt /1/. Sie beinhalteten Datenerhebung und Analysen zu den folgenden Themenbereichen, um in der Summe ein in sich geschlossenes Bild der derzeitigen Energieversorgung in der Planungsregion zu gewinnen:

- Energiebereitstellung,
- Struktur des Energieverbrauchs (Primärenergie- und Endenergieverbrauch),
- Gesamtbilanz des derzeitigen Energieverbrauchs und seiner Deckung für Strom und Wärme,
- Kosten und Preise.

Dieses Bild soll nun in der zweiten Teilaufgabe durch einen Themenbereich – die regionalen Potenziale der erneuerbaren Energien und die Möglichkeiten ihrer Nutzung – erweitert werden. Die genaue und dann zu geeigneten Zeitpunkten zu aktualisierende Kenntnis dieser Potenziale ist unerlässlich. Denn einerseits geht es darum, in absehbarer Zeit die erheblichen derzeit noch aus fossilen Energieträgern erzeugten Energiemengen weitgehend durch erneuerbare Energien abzulösen und dabei die vorhandenen Potenziale sinnvoll und effizient zu nutzen. Und andererseits geht es darum, die dynamische Entwicklung der Nutzung erneuerbarer Energien zugleich auch als ein Bestandteil der Gesamtentwicklung der Planungsregion zu sehen und zu gestalten. Daher ist auch eine verbesserte private und öffentliche, d.h. kommunale Teilhabe ein zentrales Thema der Potenzialanalyse und der zweiten Teilaufgabe.

1.1 Projektziel

Die 2. Teilaufgabe verfolgt spezifische Ziele: *Erstens* sollen mit der stärkeren Nutzung der EE-Potenziale in der Planungsregion Vorpommern die Entwicklung und die Wertschöpfung des ländlichen Raums gefördert werden. *Zweitens* sollen Grundlagen für eine nachhaltige Flächennutzung und -steuerung gelegt werden. Hierfür hat der Regionale Planungsverband (RPV) Vorpommern eine Koordinierungs- und Steuerungsfunktion. Die regionale Umsetzung energiepolitischer Ziele erfordert ein aktuelles zielorientiertes Steuerungssystem, das zugleich zur raumordnerischen Konfliktminimierung beitragen soll. *Drittens* schließlich soll die private und öffentliche Teilhabe bei der EE-Nutzung in der Planungsregion verbessert werden. Dies kann der RPV Vorpommern insbesondere durch den Einsatz raumplanerischer Instrumente unterstützen.

1.2 Untersuchungsrahmen

Den räumlichen und zeitlichen Untersuchungsrahmen bildet die Planungsregion Vorpommern in ihrem gegenwärtigen Erscheinungsbild (Referenzjahr 2012). Zu ihrer Untersuchung werden die jeweils aktuell verfügbaren amtlichen und spezialfachlichen Daten herangezogen (neuester Datenstand, in der Regel 2012).

Bei der Abschätzung der Erneuerbare Energien-(EE-)Potenziale werden – soweit dafür geeignete Daten verfügbar sind – neben aktuellen auch zukünftige Technologiedaten herangezogen, z.B. in der Entwicklung der Anlagenleistungen und der Anlagenwirkungsgrade.

Im Folgenden werden die in der Planungsregion bereits genutzten – ein Überblick wird in /2/ gegeben – bzw. prinzipiell nutzbaren Erneuerbaren Energien auf der Gemeindeebene betrachtet:

- Windenergie (außer Klein-Windenergieanlagen),
- Photovoltaik und Solarthermie,
- Biomasse (feste, flüssige und gasförmige Energieträger),
- Geothermie (tiefe Erdwärme zur Erzeugung von Strom und/oder Wärme).

Außerdem werden solche Erneuerbaren Energien einbezogen, die zwar (noch) nicht in der Planungsregion, aber bereits im Land M-V genutzt werden (z.B. Geothermie zur Wärmeversorgung, aber auch zur Stromerzeugung).

2 Regionale EE-Potenziale und ihre Ermittlung

Das regionale Potenzial an Erneuerbaren Energien kennzeichnet im Sinne einer Obergrenze den Gesamtumfang, in welchem diese Energiequellen zur Verfügung stehen. Diese Obergrenze ist zeitlich näherungsweise konstant, solange sich keine größeren Veränderungen in den Bestimmungsgrößen dieser Potenziale ergeben, z.B. durch Veränderungen in der Flächennutzung einer Region oder durch größere Wiederaufforstungen u.ä.

2.1 Potenzialdefinitionen und Begriffe

Bei der Nutzung Erneuerbarer Energien können Energieträger für die ausschließliche Stromerzeugung, für die Strom- und Wärmeerzeugung, für die reine Wärmeerzeugung sowie für die Kraftstoffherstellung unterschieden werden ^{1/3/}. Zu den ausschließlich Strom erzeugenden Energiequellen zählen die Windenergie, die Photovoltaik und die Wasserkraft. Aus fester Biomasse, Biogas, Abfall sowie Deponie- und Klärgas können dagegen sowohl Strom und Wärme sowie Kraftstoffe gewonnen werden (zudem können diese Energieträger auch in andere Energieträger umgewandelt werden – z.B. der feste Energieträger Holz in einen gasförmigen Energieträger; Agentur für Erneuerbare Energien: „Bioenergie ist unter den Erneuerbaren Energieträgern der Alleskönner“). Die Tiefengeothermie wird vorzugsweise zur Wärmeerzeugung genutzt; es sei denn, die Temperaturen im Untergrund reichen für eine Stromerzeugung aus (erforderlich sind Temperaturen von mindestens 100 °C). Auch die oberflächennahe Geothermie und die Solarthermie sind Erneuerbare Energien zur Bereitstellung von Wärme.

Für die Ermittlung der Potenziale von Erneuerbaren Energien sind Begriffe bereitzustellen, welche die Potenziale definieren und voneinander abgrenzen: Bei der Potenzialermittlung wird zunächst das *natürliche Potenzial* bestimmt¹. Dieses ergibt sich z.B. bei der Solarenergie aus den regionalen Strahlungsgegebenheiten. Anschließend wird der Anteil des natürlichen Potenzials ermittelt, der sich mit heutigen Technologien gewinnen lässt. Er stellt das *technische Potenzial*² dar. Bis zur tatsächlichen Nutzung erfährt dieses Potenzial in seiner Größe weitere Einschränkungen. So ist nur ein Teil des technischen Potenzials unter gegebenen Rahmenbedingungen auch wirtschaftlich nutzbar, diesen Anteil gibt das *wirtschaftliche Potenzial*³ – und bei Einbeziehung von staatlichen Fördermaß-

¹ Das theoretische Potential ist das aus naturwissenschaftlichen Randbedingungen (verfügbare Flächen, Anbaumöglichkeiten, Erträge u.ä.) ableitbare Energieangebot. Es stellt somit die theoretische Obergrenze dieses Energieangebotes dar, welches aufgrund verschiedener, grundsätzlich unaufhebbarer (technischer oder landwirtschaftlich-pflanzenbaulicher) Schranken nicht vollständig genutzt werden kann.

² Das technische Potential beschreibt den unter derzeitigen technischen Randbedingungen nutzbaren Anteil des theoretischen Potentials. Sie werden durch die verfügbaren Nutzungstechniken, ihre Wirkungsgrade, durch die Verfügbarkeit von Standorten auch im Hinblick auf konkurrierende Nutzungen sowie strukturelle, ökologische und sonstige Beschränkungen begrenzt. In Abhängigkeit von unterschiedlichen Nutzungstechniken und sonstigen Randbedingungen (produktionsseitige Begrenzungen, bedarfsseitige Restriktionen) kann es somit auch unterschiedliche technische Potentiale eines regenerativen Energieträgers geben.

³ Das wirtschaftliche Potential ist der Anteil des technischen Potentials, welcher – unter den gegebenen ökonomischen Randbedingungen – genutzt würde, wenn alle wirtschaftlich konkurrenzfähigen Maßnahmen durchgeführt werden. Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit sind die jeweiligen Einsatzbereiche und die innerhalb dieser Bereiche mit ihnen konkurrierenden anderen Energiebereitstellungssysteme zu berücksichtigen. Das wirtschaftliche Potential einer regenerativen Energiequelle wird damit stark von den Systemen mit fossilen Energieträgern und den Energiepreisen beeinflusst. Aufgrund der schwankenden Preise fossiler Energieträger unterliegt somit auch das wirtschaftliche Potential von erneuerbaren Energieträgern Schwankungen.

nahmen – das erweiterte wirtschaftliche Potenzial an. Aber auch das wirtschaftliche Potenzial wird nur anteilig genutzt, da es immer einen Akteur geben muss, der diese wirtschaftliche Nutzung erkennt und auch realisiert. Diesen letztlich tatsächlich genutzten Potenzial-Anteil beschreibt das *Erwartungspotenzial*⁴. Letztlich ergibt sich eine Kette von abgestuften Potenzialen, welche von Stufe zu Stufe kleiner werden, Abb. 1.

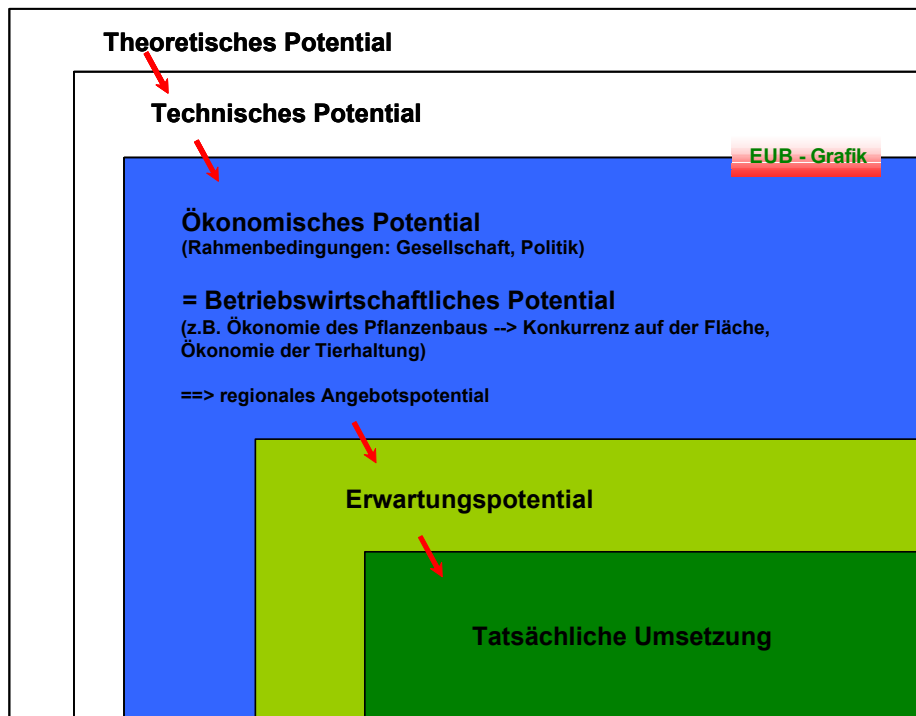


Abb. 1: Abgrenzung verschiedener Potentialbegriffe

Zur Betrachtung der Anteile, welche Erneuerbaren Energien im Gesamtsystem der Energieversorgung erreichen können, werden im Allgemeinen die technischen Potenziale herangezogen. Allerdings können diese nur unter Voraussetzungen zu einem Gesamtpotenzial aufsummiert werden: Da ihre Nutzungen sich zum Teil gegenseitig ausschließen (eine mit einer solarthermischen Anlage belegte Dachfläche steht – zumindest mit den derzeit marktreifen Technologien – für eine photovoltaische Stromerzeugung nicht mehr zur Verfügung), müssen zusätzliche Annahmen über die jeweilige Nutzung der Potenziale getroffen werden.

Darüber hinaus gibt es weitere Potenzialbegriffe und -definitionen. Z.B. werden in /4/ zusätzlich ein *ökologisches Potenzial* und ein *Soziales Akzeptanz-Potenzial* unterschieden. Das ökologische Potenzial kann unter zwei Aspekten betrachtet werden. Einerseits als Veränderung zur derzeitigen Situation, die dann mehr oder minder willkürlich als Maßstab gesetzt wird, oder andererseits im Sinne einer Nachhaltigkeit, die unabhängig vom Ausgangszustand darauf abzielt, die Lebensgrundlage künftiger Generationen zu erhalten. In das Soziale Akzeptanz-Potenzial fließen viele weitere Aspekte ein, die teilweise sowohl einen Einfluss auf die Realisierung von Projekten vor Ort haben, als auch in die politische Entscheidungsfindung und Genehmigungspraxis (privilegiertes Bauen) eingehen. Hier spielen vor allem ethische Aspekte (z.B. „Tank und Teller“-Diskussion), die gesellschaftliche Akzeptanz unterschiedlicher Risiken verschiedener Energieträger, ästhetische Aspekte (z.B. „Ver-

⁴ Das ausschöpfbare oder Erwartungspotenzial erneuerbarer Energieträger gibt den zu erwartenden tatsächlichen Beitrag zur Energieversorgung an. Dieser Beitrag ist im Allgemeinen geringer als das wirtschaftliche Potential, da es nicht sofort, sondern nur innerhalb eines längeren Zeitraumes erschlossen werden kann (z.B. aufgrund begrenzter Kapazitäten der Anlagenfertigung, noch bestehender Anlagen, sonstiger Hemmnisse wie Informationsdefizite, rechtliche und administrative Grenzen).

mausung", Zerstörung der Landschaft) sowie möglicherweise für bestimmte Akteursgruppen störende Einflüsse (zusätzlicher Verkehr, Emissionen) eine Rolle.

Ein Vergleich von Potenzialangaben aus unterschiedlichen Untersuchungen setzt daher immer die genaue Angabe der Art der betrachteten Potenziale und ggf. die ergänzende Angabe der Rahmenbedingungen voraus, für welche die angegebenen Potenziale gelten.

2.2 Datenbasis

Für die durchzuführenden Potenzialanalysen war eine Vielzahl von Daten erforderlich, Abb. 2. Neben allgemeinen Daten wie der Gebietsfläche und der Flächennutzung sind dies insbesondere Daten, die für die Potentialanalyse benötigt wurden, z.B. Daten zum regionalen Gebäudebestand und zur regionalen Land- und Forstwirtschaft, sowie anlagenbezogene Daten, z.B. Standort, installierte Leistung, Energielieferung und Inbetriebnahmejahr. Solche Daten können z.B. für die einspeisenden EE-Anlagen von dem Portal der Übertragungsnetzbetreiber bezogen werden (für 2006 und Folgejahre: Vattenfall Europe, aktuell: 50 Hertz).

Zur Beschaffung der benötigten Regionaldaten wurden die amtliche Statistik des Landes M-V (Gemeindedatenbücher und Statistische Jahrbücher) sowie amtliche Datenbanken wie Statistik regional [/5/](#) und Statistik lokal [/6/](#) ausgewertet.

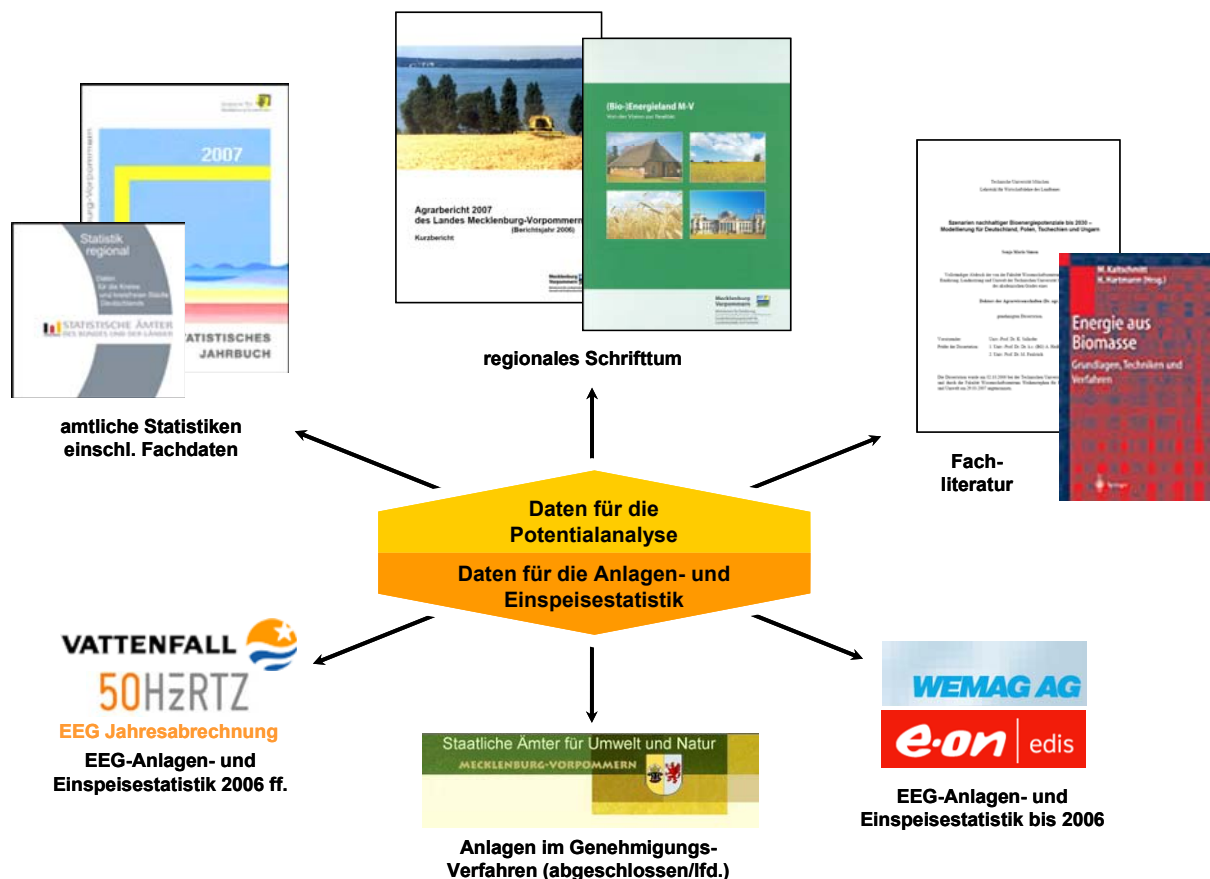


Abb. 2: Datenbasis für die EE-Potenzialanalysen

In vertiefenden Untersuchungen können regionale und lokale Bezüge verstärkt und die Auflösung der Potenziale in räumlicher und energietechnischer Hinsicht erhöht werden (z.B. durch eine tiefere Strukturierung der betrachteten Biomassen). Dies ist beispielhaft in [/7/](#) unter Verwendung weiterer Datenquellen [/8/](#) und [/9/](#) durchgeführt worden.

2.3 Vorgehensweise bei der Potenzialermittlung

Die Potentiale werden hier auf der Stufe der technischen Potentiale analysiert. Eine Abschätzung der wirtschaftlichen Potentiale mit dem hier geforderten Anspruch – z.B. der regionalen und zeitlichen Auflösung – würde den Rahmen des Projektes übersteigen und ist auch nur begrenzt sinnvoll: Mehr als die Potentiale auf den Vorstufen unterliegt das wirtschaftliche Potential einer Vielzahl von Einflüssen, die sich zudem permanent verändern. Sie können daher nur auf höheren Ebenen – oder standortkonkret – bestimmt werden.

Zudem ist das wirtschaftliche (genauer: das erwartbare) Potential zumindest für das Referenzjahr der Potentialanalyse bekannt: Es entspricht dem Anteil des Gesamtpotentials, der sich bereits in Nutzung befindet. Indem die Energielieferung im Untersuchungsgebiet retrospektiv erfasst wird, liegt auch eine Information zur bisherigen Entwicklung des wirtschaftlichen/erwartbaren Potentials vor. Es kann mit einer relativen Sicherheit zumindest für die nächsten Jahre fortgeschrieben werden, sofern sich nicht wesentliche Einflussfaktoren gravierend verändern.

Die Potentialanalyse beginnt mit einer Abschätzung der Energiemengen, die lokal für eine energetische Nutzung zur Verfügung stehen (theoretische Potentiale). Diese Energiemengen werden unter Zugrundelegung von Parametern ihrer Erschließbarkeit in technische Potenziale umgerechnet und in Form von Energie (in GJ/a) und von Strom und Wärme ausgewiesen. Dazu werden für die Energieumwandlung regional einheitliche, aber technologiespezifische Wirkungsgrade zugrunde gelegt.

Von den so ermittelten technischen Potentialen sind sodann diejenigen Anteile abzuziehen, die sich in vorhandenen Anlagen sowie in geplanten Anlagen bereits in Nutzung oder in absehbarer Nutzung befinden.

Im Ergebnis kann für einzelne Gemeinden auch ein negatives Potential ausgewiesen werden. Dies ist so zu interpretieren, dass z.B. eine an einem Standort innerhalb einer Gemeinde befindliche Bioenergieanlage ein größeres Potential verbraucht, als die betreffende Gemeinde selbst zur Verfügung stellen kann. Der Betrieb dieser Anlage setzt somit die Zusammenlegung der Potentiale mehrerer Gemeinden voraus.

Diesem in der Praxis typischen Fall wird im Weiteren dadurch Rechnung getragen, dass ein rechnerischer Potentialausgleich vorgenommen wird. Dazu werden die negativen Potentiale der betreffenden Gemeinden so lange mit den Potentialen der nächstliegenden Umlandgemeinden verrechnet, bis das Negativpotential der Kerngemeinde zu Null ausgeglichen ist.

Bei der Erzeugung von Strom und Wärme aus Biomasse kommen feste, flüssige und gasförmige Energieträger zur Anwendung. Die hier vorgenommene Potentialanalyse erfasst alle in Abb. 3 dargestellten festen, flüssigen und gasförmigen Biomassen.

Waldholz meint darin solche Stammholzanteile, die beim Holzeinschlag oder bei der Durchforstung entstehen und für eine stoffliche Nutzung aus verschiedenen Gründen nicht geeignet sind. Mit Waldrestholz werden in der Forstwirtschaft entstehende Holzreste bezeichnet (z.B. Baumkronen, Ästen und nicht verkaufbaren Stammteilen). Sie verbleiben nach einem Holzeinschlag oder einer Rodung auf der Fläche. Da sie oftmals nicht genutzt werden, können sie für eine energetische Verwertung herangezogen werden. Energieholz ist dagegen solches Holz, das ausschließlich für die Energiegewinnung durch Verbrennung genutzt werden soll und gezielt für diesen Zweck angebaut wird (z.B. Kurzumtriebskulturen mit schnell wachsenden Baumarten auf landwirtschaftlichen Flächen). LP-Holz und LP-Rückstände sind in der Landschaftspflege (LP) entstehende Biomassen. Sie fallen z.B. bei der Pflege von Straßenrändern und Bahntrassen (Straßengrasschnitt) an oder als Grasschnitt aus Parks, Anlagen und Friedhöfen sowie aus der Mahd in Naturschutzflächen. Ganzpflanzensilage (GPS) ist ein durch Gärung (Silieren) konserviertes Biogas-Substrat. Zu seiner Herstellung wird die gesamte oberirdische Biomasse einer Pflanze geerntet und genutzt. In Betracht kommen z.B. Winter-Getreidepflanzen wie Roggen, Triticale oder Weizen. Sie können wegen der erzielbaren Erträge als Alternativen zum Biogas-Mais (Silomais) angesehen werden (zumal wenn sie in Kombination mit einer zweiten Kultur angebaut werden).

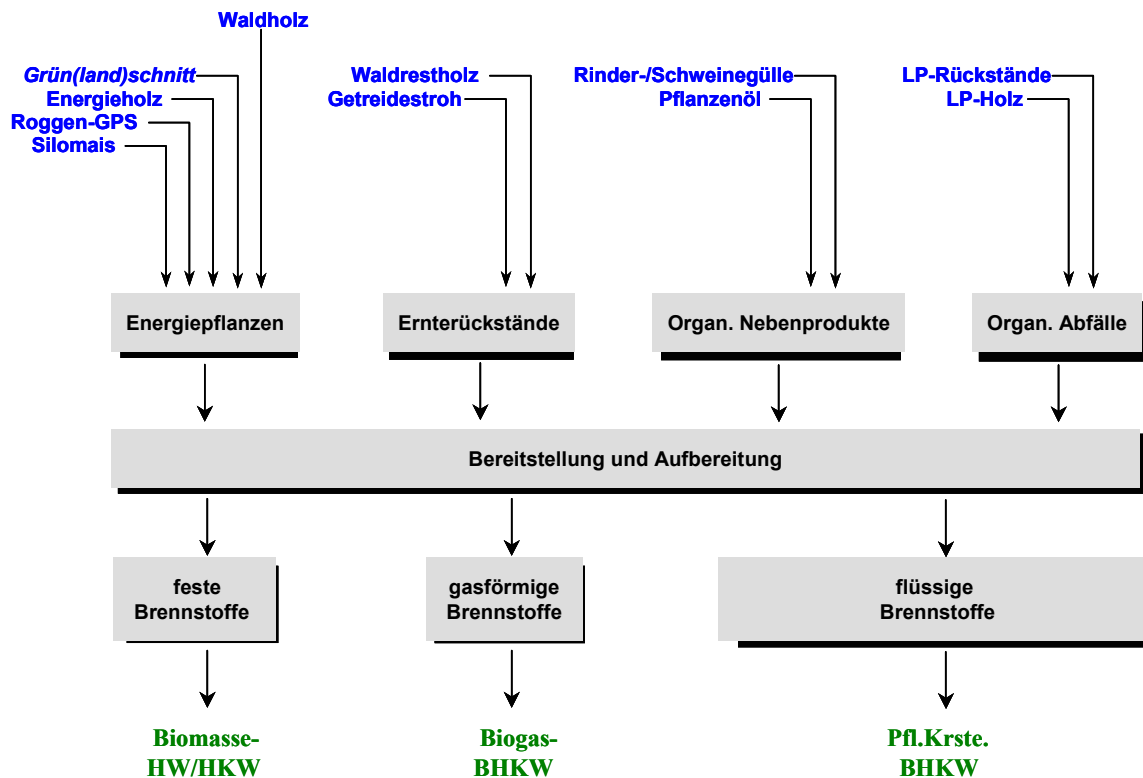


Abb. 3: Berücksichtigte Biomassen und ihre Nutzung

2.4 Einflüsse aus der Nachfrageseite auf die EE-Potenziale

Bei der Analyse der Potenziale von erneuerbaren Energien sind nicht nur Einflüsse aus der Angebotsseite zu berücksichtigen, sondern auch solche aus der Nachfrageseite (Energiebedarf). Z.B. kann das angebotsseitige Biogaspotenzial technisch sehr viel größer sein als das nachfrageseitige Wärmebedarfspotenzial – zumindest solange als Verwertungspfad nur die direkte Nutzung in einer KWK-Anlage erfolgen soll und gleichzeitig die regionale Nachfrage nach Wärme gering ist bzw. anderweitig gedeckt wird. Welcher Teil dieses technischen Biogaspotenzials jedoch genutzt werden kann, entscheidet sich wesentlich an dem nachfrageseitigen Energiebedarf.

Noch deutlicher wird dieser Zusammenhang bei der Geothermie. Angebotsseitig können aufgrund der geologischen Gegebenheiten des Untergrunds an vielen Standorten Erzeugungsmöglichkeiten für Wärme bzw. Strom bestehen. Eine Nutzung kommt jedoch nur an solchen Standorten in Betracht, an denen zugleich eine Wärmenachfrage durch Siedlungen oder Gewerbestandorte bzw. eine Einspeisemöglichkeit für den Strom (Netznähe) besteht.

Eine unmittelbare Verbindung zwischen den angebots- und nachfrageseitigen Potenzialen besteht z.B. bei der Nutzung der Solarenergie in Form von Dachanlagen (Photovoltaik bzw. Solarthermie). Hier wird etwa das solarthermische Angebotspotenzial durch die solare Einstrahlung bestimmt und lässt sich unmittelbar einem Wärmebedarf zuordnen. Dieser wird seinerseits durch die wärmetechnische Qualität eines Gebäudes und durch dessen Beheizungsart sowie durch die lokalen klimatischen Bedingungen bestimmt (insbesondere durch die Außentemperatur).

Ist dagegen das Nachfragepotenzial einer Erneuerbaren Energiequelle größer als das Angebotspotenzial, kann eine intensive Suche nach Erweiterungs- bzw. Substitutionsmöglichkeiten erwartet werden. Bei der Bioenergie z.B. kann eine Erweiterung der – in einem bestimmten Zeitraum – regional nutzbaren Energiemenge erfolgen, indem der Import und/oder die Eigenerzeugung erhöht bzw. indem der Export reduziert wird oder indem Speicher genutzt werden.

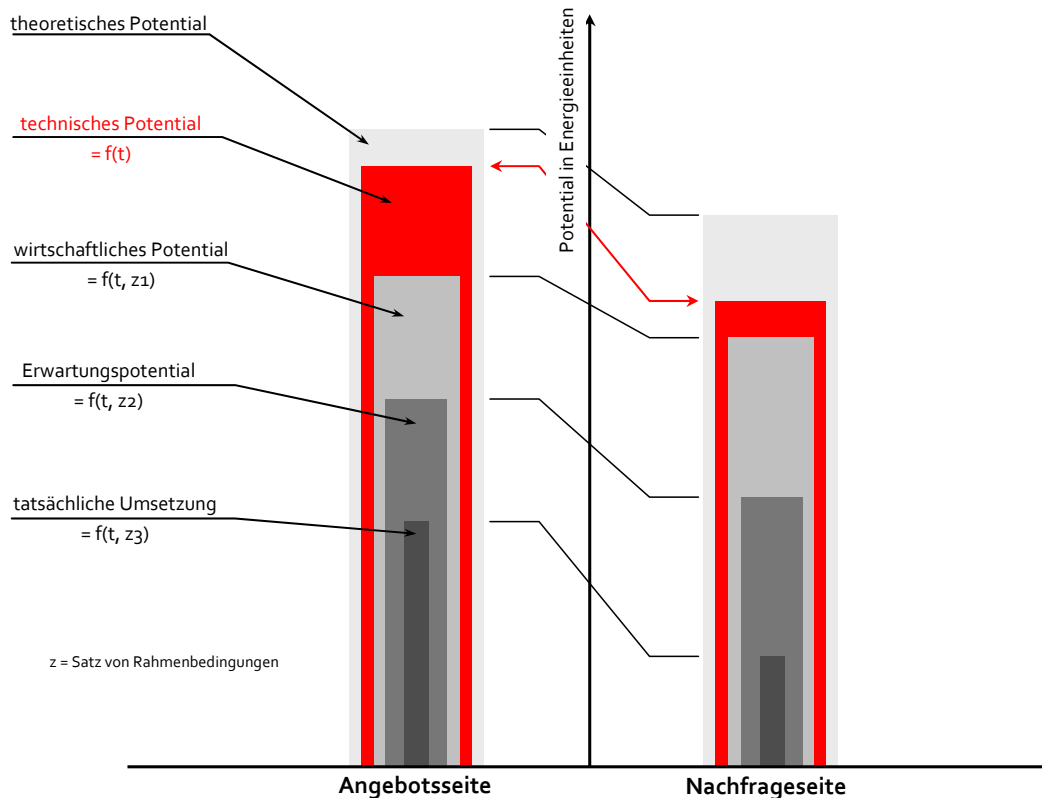


Abb. 4: Zusammenhang zwischen Angebots- und Nachfrageseite von Potenzialen

Jedoch sind jeder dieser drei grundsätzlichen Strategien – Eigenerzeugung, Ex-/Import und Speicherung – zur Erweiterung der regional nutzbaren Energiemenge prinzipielle Grenzen gesetzt. Insbesondere Biomasse sollte nur in begrenzten Mengen und über relativ geringe Distanzen transportiert werden.

Die zukünftige Energienachfrage bildet somit den Rahmen, an welchem der Beitrag der erneuerbaren Energien zur Energieversorgung gemessen werden muss. Ein zukünftiges Anwachsen ihres Anteils hängt davon ab, ob ihre Nutzung schneller ausgebaut wird als sich die Energienachfrage entwickelt. Über den Ausbau entscheiden neben Wirtschaftlichkeit und politischem Willen vor allem die Potenziale, welche die jeweiligen erneuerbaren Energieträger bieten.

2.5 Veränderlichkeit der Potenziale von Erneuerbaren Energiequellen

Die Potenziale der Erneuerbaren Energiequellen sind nicht unveränderlich, sondern können sich im Lauf der Zeit ändern bzw. können verändert werden. Zudem sind diese Zeitabhängigkeiten der Potenziale für die einzelnen Energiequellen ebenso verschieden wie auf den jeweiligen Potenzialebenen. Die Zeitabhängigkeiten resultieren dabei aus unterschiedlichen Einflüssen.

So wird der Windenergie das Potenzial durch die ausgewiesene Fläche von Windeignungsgebieten (WEG) bestimmt⁵. Derzeit sind in M-V WEG mit einer Gesamtfläche von ca. 13.500 ha ausgewiesen. In der geplanten Ausweisung weiter WEG (Teilfortschreibungen der RREP) soll die Gesamtfläche deutlich anwachsen, auch wenn die als politische Zielstellung von der Landesregierung bzw. vom

⁵ Entsprechend den RREP der Planungsregionen des Landes ist die Errichtung von Windenergieanlagen, der Ersatz sowie die Erneuerung bestehender Anlagen ausschließlich innerhalb der ausgewiesenen Eignungsgebiete für Windenergieanlagen zulässig. Für die Ausweisung von Eignungsgebieten sind dort Ausschluss- und Abstandskriterien definiert.

BWE angegebene Vergrößerung bzw. Verdoppelung ggf. nicht in allen Regionen des Landes zu erreichen ist⁶.

Auch sind das technische und damit letztendlich das wirtschaftliche⁷ sowie das erschließbare Potenzial einerseits von Veränderungen des theoretischen Potenzials und andererseits vom technischen Fortschritt abhängig. Dieser lässt tendenziell eine steigende Effizienz der gesamten Energieumwandlungskette und damit eine Verminderung von Verlusten erwarten. Daher sind Potenziale immer mit einem zeitlichen Bezug anzugeben. Die anschließend im Abschnitt 3 ausgewiesenen technischen und erschließbaren Potenziale beziehen sich auf den Zeitraum bis zum Jahr 2020. Sie berücksichtigen somit die – nach heutigem Erkenntnisstand – bis 2020 zu erwartenden Entwicklungen wesentlicher technologischer und energiepolitischer Rahmenbedingungen.

Ein Beispiel für die Potenzialerweiterung durch technologischen Fortschritt sind die Retrofits bei bestehenden Windenergieanlagen (WEA). Mit ihnen können – etwa durch die Nachrüstung kleiner Strömungsleiteneinrichtungen an den Rotorblättern – die Schallemissionen gesenkt und die erzielbaren Erträge verbessert werden. So z.B. bietet Siemens seit 2011 ein sog. *Power Curve Upgrade* sowohl für bestehende Anlagen als auch für Neuanlagen (mit älterer Blattgeometrie) an⁸.

Bei der Windenergie, bei der Biomasse und auch beim Biogas lassen sich zudem solche Potenzialgrenzen aufzeigen, die aus Sicht von Nutzungskonkurrenzen und der Umweltverträglichkeit eingehalten werden sollten bzw. fortwährender Gegenstand der öffentlich-medialen Diskussionen sind. Diese werden zwar nicht immer fachkundig geführt, sind aber gleichwohl meinungsbildend und damit politikrelevant und können – zumindest in größeren Zeiträumen betrachtet, auch die Agrarpolitik und die Flächennutzung beeinflussen. Da sich die Flächennutzungen und die Erträge in einer Region im Laufe der Zeit auch aus anderen Gründen verändern können, unterliegen auch die einzelnen Biomasse-Potenziale Veränderungen.

Zur Nutzung Erneuerbarer Energien ist eine ausreichend ausgebaute Infrastruktur erforderlich. Hierzu gehört insbesondere der bedarfsgerechte Ausbau des Netzes zur Einspeisung und zur Weiterleitung des elektrischen Stroms. Das Gasnetz gewinnt durch die Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz für die erneuerbaren Energien zunehmend an Bedeutung. Dies betrifft auch die Speicherung von gasförmigen Energieträgern. Dezentrale Versorgungsstrukturen auf der Basis von Erneuerbaren Energien stellen eine Alternative zu den überregionalen Energieversorgern dar.

2.6 Anpassung von Systemstrukturen als Voraussetzung für die Potenzialerschließung

Der Ausbau der erneuerbaren Energiequellen muss aus regionaler Perspektive fortgesetzt werden, da andernfalls der Region wichtige Entwicklungsimpulse und Nutzungsvorteile verloren gehen. Und auch nach dem Energiekonzept der Bundesregierung sollen diese Energiequellen im Energiemix der Zukunft den Hauptanteil bilden und kontinuierlich die konventionellen Energieträger ersetzen.

Eine Voraussetzung für die fortgesetzte Erschließung der EE-Potenziale ist die technologische und strukturelle Anpassung der bestehenden Energiesysteme an die Anforderungen, die sich aus der

⁶ Die Landesregierung M-V hat in dem Prozess der Teilfortschreibungen der Regionalen Raumentwicklungsprogramme (RREP) im Februar 2012 ihr Ziel erklärt (Vergrößerung der WEG-Gesamtfläche von 0,74 Prozent auf knapp 1,5 Prozent der Landesfläche). Der Bundesverband Windenergie (BWE) sprach dagegen sogar von einem 2 Prozent-Ziel (entsprechend dem gleichen Ziel des BWE für Deutschland insgesamt).

⁷ Mehr als die theoretischen und technischen Potenziale unterliegt das wirtschaftliche Potenzial einer Vielzahl von Einflüssen, die sich zudem permanent verändern. Sie könnten daher nur auf höheren Ebenen – oder standortkonkret – bestimmt werden. Zudem ist das wirtschaftliche bzw. das erwartbare Potenzial zumindest für das Basisjahr dieses Energiekonzepts bekannt: Es entspricht eben dem Anteil des Gesamtpotenzials, das sich aktuell bereits in Nutzung befindet.

⁸ Verfügbar unter: <http://www.energy.siemens.com/us/pool/hq/power-generation/renewables/windpower/PowerUpgrade.pdf>. (zuletzt aufgerufen am 18.12.2013).

Nutzung der erneuerbaren Energiequellen ergeben. So unterscheiden sich erneuerbare Energien in wesentlichen Eigenschaften von den bisher dominierenden fossilen und nuklearen Energiequellen, z.B. durch nicht beeinflussbare Schwankungen im Dargebot (fluktuierende Erzeugung), durch die erzielbaren Energiedichten. Die Standortverteilung der erneuerbaren Energieanlagen ist deutlich anders – dezentraler und kleinteiliger – strukturiert als diejenige der bisher genutzten Energieanlagen (z.B. Kraftwerke). Und auch die Anforderungen an bestehende Strom- und Gasnetze sowie Netzinfrastrukturen wandeln sich. So müssen z.B. die Netze in Vorpommern zunehmend in der Lage sein, Strom und Gas (Biomethan) in beide Richtungen zu transportieren: Während die vorhandenen Netze zur Versorgung der wenigen in der Planungsregion vorhandenen städtischen Verbraucherschwerpunkte sowie zur Versorgung des ländlichen Raumes aufgebaut wurden (und dort in ihrer Auslastung auch von dem demographischen Wandel betroffen sind), sollen die Netze nun steigende Leistungen und Energiemengen der erneuerbaren Energiequellen aufnehmen und – wegen des zu geringen Eigenbedarfs in der Region – in andere Bundesländer transportieren können.

Dadurch ergibt sich insbesondere im Bereich der Stromversorgung ein mit dem EE-Anteil an der Stromerzeugung steigender Anpassungs- und auch Ausbaubedarf in den vorhandenen Stromnetzen. Aus dem dynamischen Wachstum der erneuerbaren Stromquellen resultiert zudem auch ein steigender Anpassungsdruck. Das gesamte Energieversorgungssystem muss angepasst, die Energieinfrastruktur (Speicher, intelligente Netze – *smart grids*, virtuelle und flexible Kraftwerke, neue Technologien für den Verbundbetrieb vieler kleiner Erzeugungsanlagen und für die Systemsteuerung etc.) modernisiert und das Zusammenspiel aus konventionellen und erneuerbaren Energien, Netzen, Speichern und Verbrauchern optimiert werden. Der Strom aus der EE-Stromerzeugung soll zunehmend bedarfsgerecht bereitgestellt werden. Für die Netz- und Versorgungssicherheit sind zunehmend Systemdienstleistungen erbringen. Flexible Kraftwerke sollen zunehmend *stand by*-Funktionen übernehmen und zusammen mit Stromspeichern die fluktuierende EE-Einspeisung ausgleichen. Dabei können unterschiedlichste Speichertechnologien zum Einsatz kommen⁹.

Von dieser Situation sind die Elektroenergienetze im ländlichen Raum in besonderer Weise betroffen: Hier bestehen einerseits günstige Voraussetzungen für den EE-Ausbau, die Transportkapazitäten der Netze sind jedoch andererseits nur auf den Stromverbrauch der angeschlossenen Dörfer ausgelegt. Gerade hier muss das Netz ausgebaut werden, und gerade die hier entstehenden Ausbaukosten können kaum auf die tatsächlichen Verbraucher des eingespeisten (gelieferten) Stroms umgelegt werden.

Die Netzausbaubedarfe, die damit verbundenen Kosten und somit der Anstieg der Netzentgelte können aber möglicherweise durch die Installation von elektrischen Energiespeichern in den Dörfern deutlich reduziert werden: Speicher können zunächst Spitzen in der Einspeiseleistung abbauen (*peak shaving*). Auch können sie einen Teil des erzeugten EEG-Stroms am Erzeugungsort zwischenspeichern, um ihn dort zu einem späteren Zeitpunkt Verbrauchern zuzuleiten. Sie können in ihren Parametern optimal auf die örtlichen Einspeise- und Verbrauchsverhältnisse abgestimmt werden und sie sind erwartbar wirtschaftlicher als der Netzausbau. Auch können sie deutlich schneller installiert werden als neue Stromleitungen, denn das Planungsverfahren ist weniger aufwendig und die Installation kollidiert weniger stark mit den Interessen anderer wichtiger Güter wie beispielsweise dem Umwelt- und Naturschutz als die Errichtung und Erweiterung von Stromtrassen. Vor allem aber ermöglichen sie den Akteuren in den (Bio-)Energiedörfern auch, neben dem Betrieb der Erzeugungsanlagen einen weiteren wichtigen Bestandteil des zukünftigen Stromnetzes in eigener Verantwortung zu halten: Diese Akteure wollen die Nutzung ihrer Erneuerbaren Energien deutlich ausbauen, sie wollen damit die eigene Energieversorgung zumindest teilweise auf eine neue Grundlage stellen und sie wollen vor allem auch eigene Teilhabemöglichkeiten schaffen und erweitern /10/.

⁹ Art und Größe dieser Speicher werden sich auch an den Netzebenen orientieren, auf denen sie in die Stromnetze integriert werden (d.h. an den dort typischerweise vorhandenen Stromquellen und -senken). So sind insbesondere in den unteren Netzebenen viele und ggf. kleinere Speicher vorzusehen. Sie können ggf. auch zu größeren Einheiten zusammengefasst und gemeinsam betrieben werden.

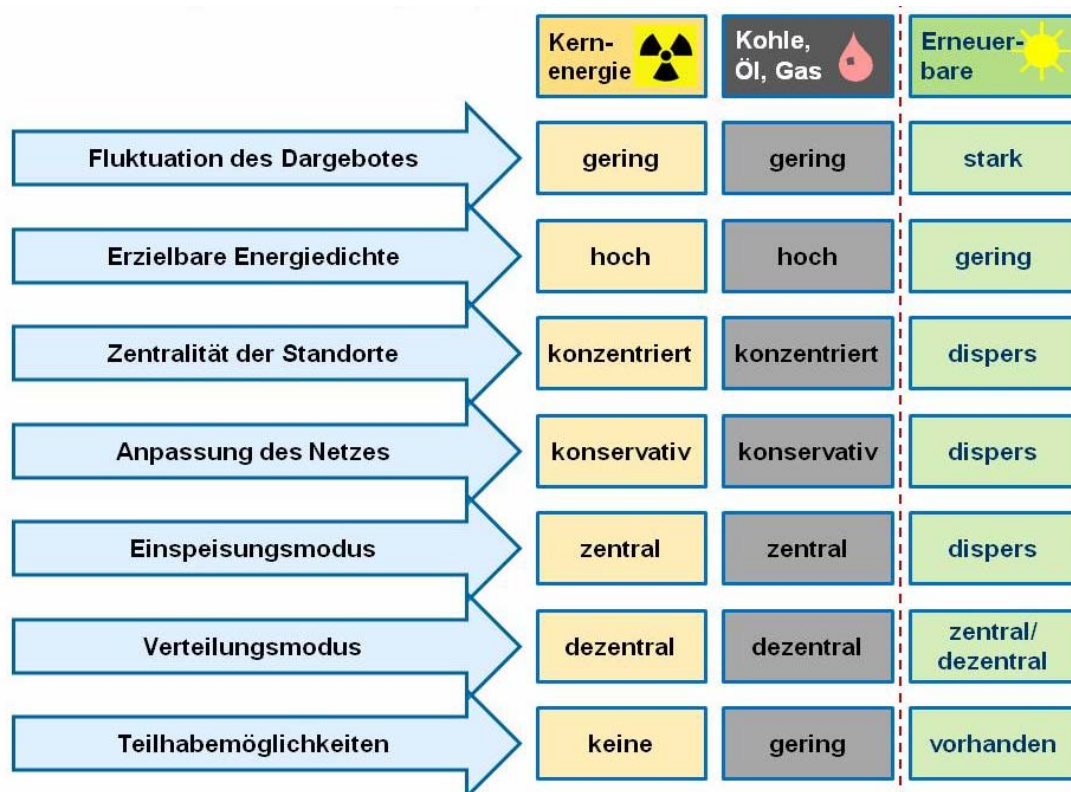


Abb. 5: Wirkung der Erzeugungsformen von Energie auf die Systemstruktur

Abb. 5 soll die angesprochenen Zusammenhänge zwischen den Erzeugungsformen von Energie und den Systemstrukturen noch einmal zusammenfassend verdeutlichen.

Unabhängig davon, wie sich die Energiewende lokal und regional konkret darstellt, kann es ganz generell nicht um eine An- oder Einpassung oder gar um eine notgedrungen zu bewältigende Integration der Erneuerbaren Energien in das bestehende Energiesystem gehen. Es muss vielmehr umgekehrt um eine vorrangige Erschließung verfügbarer EE-Potenziale gehen – und damit dies in dem wirtschaftlich sinnvollen Umfang möglich ist, müssen bestehende Systemstrukturen so umgestaltet werden, dass die erweiterte Nutzung der erneuerbaren Energiequellen möglich ist¹⁰.

Die Anpassung der Energieinfrastrukturen erfordert jedoch konzeptionellen und planerischen Vorlauf. Für die Netzausbauplanung in M-V ist die Netzstudie ein wichtiger fachlicher Bezugspunkt der Raumordnung und Regionalplanung. Die erste Netzstudie 2009 /11/ bezifferte den Netzausbaubedarf zur Integration des EE-Stroms und konkretisierte ihn räumlich. Aufgrund des sehr dynamischen EE-Ausbaus, durch die einige ursprüngliche Zielsetzungen inzwischen deutlich übertroffen wurden, war alsbald eine Fortschreibung der Netzstudie notwendig, diese erfolgte 2012/13 /12/.

Für die Raumordnung sind zunächst die Trassensicherung und die Korridorplanung für länderübergreifende und grenzüberschreitende Übertragungsnetzausbauvorhaben (380 kV) von Belang. Diese unterliegen der Bundesbedarfsplanung. Welche länderübergreifenden und grenzüberschreitenden Übertragungsnetzausbauvorhaben zugleich dem Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG) un-

¹⁰ Das wird z.B. auch deutlich, wenn man die fachliche und die öffentliche Diskussion um die Stabilität der Stromnetze verfolgt: Nicht die erneuerbaren Energien oder deren fluktuierende Einspeisung sind ursächlich für große Stromausfälle, sondern unangepasste oder gar veraltete Netzstrukturen. Dies schätzen auch aufsichtführende Institutionen wie die Bundesnetzagentur so ein. Vgl. dazu: Rauchhaupt, U.v.: Energietechnik: Sonne, Wind und Stromausfall. In: FAZ online vom 27. Februar 2014, verfügbar unter: <http://www.faz.net/aktuell/wissen/physik-chemie/energietechnik-sonne-wind-und-stromausfall-12821335.html>. (zuletzt aufgerufen am 28. Februar 2014).

terliegen, wird gem. § 2 Abs. 2 NABEG durch Verordnung bestimmt. Die Korridorplanung erfolgt im Rahmen der sogenannten Bundesfachplanung (§ 4 ff. NABEG).

Davon betroffen ist auch ein in der Planungsregion Vorpommern angesiedeltes Projekt: Die geplante 380 kV-Freileitung „Höchstspannungsleitung Bertikow-Pasewalk“ soll die EEG-Einspeise- bzw. EEG-Rückspeiseleistungen aus den beiden Umspannwerken Bertikow und Pasewalk in das Höchstspannungsnetz ableiten, Abb. 6. Ob daraus ggf. auch raumbedeutsame Konsequenzen für die Verteilnetzebene entstehen, sollte Gegenstand weiterer Untersuchungen sein.



380-kV-Freileitung Bertikow-Pasewalk

Die 380-kV-Freileitung Bertikow-Pasewalk soll im Nordosten der 50Hertz-Regelzone die Stromübertragungsfähigkeit erhöhen und im Zuge der Energiewende die Versorgungssicherheit in den Regionen für Unternehmen und Haushalte gewährleisten. Zwischen Bertikow und Pasewalk verläuft bereits eine > **Höchstspannungsleitung** mit 220-kV. Diese wird durch 50Hertz beim > **Netzausbau** durch eine > **380-kV-Freileitung** ersetzt. Für die leistungsfähigere > **380-kV-Freileitung** werden auf den rund 30 Kilometern Länge neue Masten zwischen den Umspannwerken Bertikow in Brandenburg und Pasewalk in Mecklenburg-Vorpommern errichtet.



Abb. 6: 380 kV-Höchstspannungsfreileitung Bertikow-Pasewalk“

Für jene Vorhaben, die nicht dem NABEG, sondern dem Landesraumordnungsrecht unterliegen, führt die Raumordnung Raumordnungsverfahren für Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen mit einer Nennspannung von 110 kV oder mehr durch (§ 1 Nr. 14 ROG).

Ansatzpunkte für weitere raumordnerische Maßnahmen zur Steuerung des Netzausbaus bestehen ggf. in der Förderung von Konzepten zur Verbesserung der Eigenversorgung (Insellösungen) als Beitrag zur Dämpfung des Netzausbaubedarfs, in der Förderung des Konzepts virtuelle Kraftwerke (z.B. Kombinationen aus fluktuierenden WEA und grundlastfähigen Biogasanlagen) als Beitrag zur Verstärkung der Einspeisung und Bereitstellung von Ausfallreserve durch Regelenergie aus Biogas sowie in der Verbesserung der Akzeptanz für den Netzausbau durch Vermittlung überörtlicher Notwendigkeiten wie Stromtrassenausbau im Rahmen von Informations- und Dialogangeboten.

2.7 Stand der Erkenntnis bei der Ermittlung von EE-Potenzialen

Die Analyse des in der Forschung in Deutschland erreichten Erkenntnisstandes bei der Ermittlung von EE-Potenzialen ist für die hier durchzuführende Potenzialanalyse aus mehreren Gründen ertragreich: *Erstens* liefert sie Hinweise auf neue methodische Ansätze für die Ermittlung der Potenziale. *Zweitens* werden in ihr zukünftige technische und technologische Entwicklungen bei der Nutzung der erneuerbaren Energiequellen erkennbar – und zwar sowohl hinsichtlich der technischen Ent-

wicklung der EE-Anlagen selbst als auch hinsichtlich ihrer Einbindung in bestehende Energieinfrastrukturen und schließlich in ihrem Zusammenwirken mit anderen energietechnischen Systemen wie Speichern.

Abb. 7 soll beispielhaft einige Zusammenhänge zwischen diesen drei Strategien und den EE-Potenzialen sowie ihrer Nutzbarkeit verdeutlichen. *Zunächst* erlaubt eine technologische Weiterentwicklung der EE-Anlagen angebotsseitig eine höhere technische Ausnutzung vorhandener natürlicher Potenziale. Beispiele hierfür sind das *upgrading* von WEA, die Einbeziehung von PV- und Biogasanlagen in das *repowering*, die Entwicklung von Hybridsolarkollektoren zur gleichzeitigen Erzeugung von Strom und Wärme auf einer Fläche und die Entwicklung neuer Fermentationsverfahren für die Biogastechnologie. Die Einbindung von erneuerbaren Energiequellen bzw. von EE-Anlagen in die vorhandenen Energieinfrastrukturen eröffnet *zweitens* neue Nutzungsoptionen für vorhandene Potenziale und ermöglicht somit eine nachfrageseitige Erweiterung der Potenzialausschöpfung. Hier sind z.B. die steigenden Leistungen von Windparks zu nennen. Sie erfordern eine Anbindung auf immer höheren Spannungsebenen in den Stromnetzen, ermöglicht aber zunehmend auch die Substitution ganzer konventioneller Kraftwerke. Die Kombination von unterschiedlichen EE-Anlagen zu virtuellen Kraftwerken ermöglicht die „Herstellung“ komplexer Einspeiseprofile, die zur Netzentlastung (Lastvergleichmäßigung) genutzt werden können. Die gasseitige Anbindung von BGA an Erdgasnetze ermöglicht die Einspeisung von Biogas bzw. Biomethan und schafft so bislang unerreichbare Nutzungsmöglichkeiten für das Biogas. *Drittens* schließlich ergeben sich neue Möglichkeiten der Potenzialnutzung durch das Zusammenwirken erneuerbarer Energiequellen mit anderen (neuen) energietechnischen Systemen, insbesondere mit Speichern. Die Speichertechnologie *power to gas* verbindet Strom- mit Erdgasnetzen, *power to heat* dagegen Strom- mit Wärmenetzen, und die E-Mobilität verknüpft das Stromnetz mit dem (Straßen-)Verkehrssystem. Durch die Herstellung solcher Verbindungen zwischen den bislang nebeneinander und (weitgehend) unabhängig voneinander betriebenen Netzen erhöht sich die Komplexität des Gesamtsystems enorm, zugleich aber auch seine Leistungsfähigkeit. Die genannten und andere Speichersysteme ermöglichen völlig neue Betriebsweisen auch von EE-Anlagen. Beispielsweise ist die Möglichkeit der Stromeinspeisung durch größere KWK-Anlagen zu Zeiten mit schwachem Wärmebedarf eingeschränkt. Dies kann insbesondere dann zu Mindereinnahmen führen, wenn der Strom an der Börse gerade Höchstpreise erzielt. Können dagegen größere Wärmemengen zwischengespeichert werden, eröffnet sich die Möglichkeit, die Anlagen auch dann auszulasten, wenn der Wärmebedarf selbst gerade schwach ist. Eine weitere Option für den Systemwandel hin zur verstärkten EE-Nutzung eröffnet sich mit kleinen PV-Anlagen auf Gebäudedächern, die mit Hausspeichern kombiniert sind. Sie ermöglichen nicht nur eine Erhöhung des Eigenverbrauchsanteils, sondern können im „Schwarmbetrieb“ auch Größenordnungen erreichen, die für netzbetreibende Energieunternehmen interessant sind. Haben sie die Möglichkeit, eine größere Anzahl solcher kleinen Speicher zu steuern, können sie den dort gespeicherten Strom ggf. für Systemdienstleistungen nutzen (z.B. zur Bereitstellung von Regelenergie für den Lastausgleich).

Generelle Aspekte von Potenzialanalysen, darunter auch Potenzialmodelle und Analysemethoden, werden z.B. in /13/, /14/, /15/ und /16/ angesprochen und weiterentwickelt.

Wichtige Hinweise auf zukünftige technische und technologische Entwicklungen bei der Nutzung der erneuerbaren Energiequellen werden z.B. in /13/ angegeben. Dort wird eine umfassende Analyse der Technologien zur Nutzung der erneuerbaren Energiequellen (Analyse des Entwicklungsstands, der technischen Potentiale, der Kosten sowie der Entwicklungs- und Kostenreduktionspotentiale) durchgeführt und für einen Vergleich der CO₂-Vermeidungskosten von Erneuerbaren Energien und Carbon Capture and Storage (CCS) herangezogen. In /17/ wird ein regionalisiertes Energiemodell für Deutschland zur Analyse der Betriebsweise von EE-KWK-Anlagen entwickelt. Dazu wird eine Diskussion der einzelnen erneuerbaren Energieträger durchgeführt. In ihr wird auch der heutige Bestand der erneuerbaren Energieerzeuger in seinen verschiedenen Technologien betrachtet.

Potenzialrelevante Strategien

Technik-entwicklung	Infrastruktur-ausbau	System-entwicklung
<p>z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Upgrading von WEA ◆ Repowering PV- und Biogasanlagen ◆ Hybridsolarkollektoren ◆ Fermentationsverfahren 	<p>z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Kraftwerksanpassung ◆ Netzanbindung auf höheren Spannungsebenen ◆ Kopplung zu virtuellen Kraftwerken ◆ komplexe Einspeiseprofile ◆ Biogasanlagen an Erdgasnetze ◆ Einspeisung Biogas/Biomethan 	<p>z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ power to gas, power to heat u.ä. ◆ E-Mobilität ◆ zunehmende Komplexität der Systeme ◆ zugl. zunehmende Performance ◆ intensivere Nutzung erneuerbarer Energie

Abb. 7: EE-Potenziale zwischen Technologie, Einbindung und Zusammenwirken

Eine umfassende technologische Analyse der Erneuerbaren Energien für die Stromerzeugung wird auch in [/18/](#) zur Beantwortung der Frage durchgeführt, wie die Stromversorgung in Deutschland aufgebaut sein sollte, damit sie – basierend auf heute marktverfügbaren Techniken – kostengünstig verwirklicht werden kann. Dazu wurde auch beispielhaft untersucht, welche Einflüsse die Nutzung neuer, noch in der Entwicklung befindlicher Technologien auf die zukünftige Gestaltung der Stromversorgung haben könnte.

Auch die Potenziale der verschiedenen Bioenergieträger sind Gegenstand einer Vielzahl von Untersuchungen. Für einzelne Energieträger lassen sich ganze Forschungsschwerpunkte identifizieren, z.B. bei der Biogasnutzung, bei Waldholz und bei Holz aus Kurzumtriebsplantagen.

Die Gesamtheit der Biomasse-Potenziale wird z.B. in [/19/](#) und [/20/](#) betrachtet. In [/19/](#) werden dazu nicht nur Potenzialbegriffe diskutiert oder Biomassequellen für einzelne Bioenergieträger untersucht und gegeneinander abgegrenzt (z.B. Land- und Forstwirtschaft, Abfallwirtschaft), sondern auch Modellannahmen für die zukünftige Flächennutzung in Deutschland getroffen und Szenarien für landwirtschaftliche Biomassepotenziale entwickelt. Diese ergeben sich letztlich aus unterschiedlichen Konstellationen von Konkurrenz- vs. Synergiefaktoren für die Biomasseerzeugung.

In [/20/](#) wird die heimische landwirtschaftliche Biomasseproduktion theoretisch und empirisch untersucht. Im Mittelpunkt steht dabei die Abhängigkeit der Biomasseproduktion von den sich verändernden Rahmenbedingungen. Dazu gehört insbesondere die Begrenztheit verfügbarer Flächen, welche auch die Potenziale determiniert. Dazu wird zunächst der Bioenergiemarkt in seiner Entwicklung und Größe deskriptiv vorgestellt. Anschließend wird untersucht, welche ökonomischen und agrarstrukturellen Auswirkungen die flächenintensive Biogasproduktion auf den Landpachtmarkt besitzen kann. Schließlich wird anhand von unterschiedlichen agrarökonomischen Fragestellungen gezeigt, wie sich veränderte klimatische, politische und marktliche Rahmenbedingungen auf die gegenwärtige und zukünftige Biomasseerzeugung auswirken und die landwirtschaftliche Flächennutzung determinieren.

Die Potenziale von Biogas werden z.B. in /21/, /22/ und /23/ untersucht. In /21/ erfolgt die Analyse von wirtschaftlichen Biogas-Potenzialen aus landwirtschaftlichen Betrieben und speziell im ökologischen Landbau. Ausgangspunkt sind die kritischen Fachdiskussionen zu Entwicklungen im Biogasbereich wie steigende Anlagengrößen oder die ungenügende Nutzung der KWK-Wärme. Um derzeitige Bioenergieerzeugungspfade in Zukunft nachhaltiger zu gestalten, werden Vorschläge untersucht, nach welchen ausschließlich Abfall- und Reststoffe für eine energetische Verwertung genutzt werden sollen. Der Energiepflanzenerzeugung wird dabei eine Brückenfunktion zugeschrieben, sofern diese nachhaltig erfolgt – z.B. im ökologischen Landbau. Eine flächendeckende Realisierung dieser Vorschläge hätte erhebliche Auswirkungen auf vorliegende Potenzialanalysen.

Die verbesserte Ausnutzung vorhandener Potenziale ist durch die Optimierung technologischer Abläufe in Biogasanlagen möglich. Ein wichtiger Ansatz dafür ist die Ermittlung und Erhöhung der Methanausbeute aus den eingesetzten nachwachsenden Rohstoffen, der z.B. in /21/ verfolgt wird.

Die verbesserte Ausnutzung vorhandener Potenziale ist aber z.B. auch durch die ganzjährige Nutzung der Abwärme von Biogasanlagen im dezentralen ländlichen Raum möglich. Dafür werden in /22/ Konzepte entwickelt und sowohl technisch als auch betriebswirtschaftlich analysiert.

Die generellen Potenziale und Grenzen der Energieerzeugung in landwirtschaftlichen Biogasanlagen werden in /23/ ausgelotet: Motiviert wird dies durch die erhebliche Potenziale welche die Biogasproduktion beinhaltet: Da sie ein wichtiger Baustein einer zukünftigen nachhaltigen Energieversorgung sein kann, werden die substratseitigen Potenziale und Grenzen dieser Technologie abgeschätzt.

Ebenfalls einen eigenständigen Forschungsschwerpunkt bildet die Erzeugung von Biomasse für energetische Zwecke in Kurzumtriebsplantagen. Beispiele für Untersuchungen zu regionalen Potenzialen, zu ihrer Ermittlung und zu ihrer Nutzung sind, z.B. /25/, /26/ und /27/.

Als Beispiel für die Untersuchung der Möglichkeiten, die Einbindung von Biogastechnologien in bestehende Versorgungsinfrastrukturen zu verbessern, kann das in /28/ betrachtete Zusammenwirken von Biogastechnologien mit *offshore*-Windparks genannt werden. Dort werden Kombinationen aus Biogas- und Windenergieanlagen mit dem Ziel analysiert, deren (gemeinsame) elektrische Energiebereitstellung zu optimieren (Schwankungen in der Leistungsabgabe).

Auch zu den physikalischen erneuerbaren Energieträgern liegen Untersuchungen zu den Potenzialen, zu den technologischen Entwicklungen und zur Einbindung in bestehende Energieinfrastrukturen vor, z.B. zur Windenergie /29/ und /30/, zur Solarthermie /31/ oder auch zur Geothermie /32/.

Nicht zuletzt gibt es eine Reihe von Untersuchungen, welche z.B. die erneuerbaren Potenziale im Kraftstoffbereich /33/, die mit der Nutzung erneuerbarer Energien verbundene Wertschöpfung /34/ oder die Handlungsmöglichkeiten regionaler Akteure beim Ausbau erneuerbarer Energien /35/, d.h. bei der Nutzung der erkannten Potenziale untersuchen.

Zusammenfassend ist aus den vorstehend referierten und aus vielen weiteren (hier nicht dargestellten¹¹) Untersuchungen in der Forschung *erstens* eine Entwicklung hin zu einer höheren räumlichen Auflösung der EE-Potenzialanalysen zu konstatieren (Regionalisierung, Standorte). *Zweitens* werden die Potenzialanalysen datenseitig und in den betrachteten Energieträgern weiter untergliedert und z.B. bislang nicht einbezogene Bioenergeträger berücksichtigt (z.B. Zuckerrüben). *Drittens* werden die Möglichkeiten und Grenzen der Einbindung der Erneuerbaren Energien in die bestehenden Energieversorgungssysteme untersucht (z.B. Netze, Speicher) und die dabei erzielbaren Effekte (z.B. CO₂-Minderung, Wertschöpfung) analysiert. *Viertens* sind methodische Entwicklungen zu beobachten, die z.B. eine Einbeziehung von GIS und neuen Medien in die Analyse, Bewertung und Umsetzung von EE-Potenzialen betreffen.

¹¹ Stellvertretend für diese sei hier nur hingewiesen auf den „Potenzialatlas Erneuerbare Energien Deutschland 2020“ der Agentur für Erneuerbare Energien /36/, verfügbar unter: http://www.Potenzialatlas_2020_online.pdf (zuletzt aufgerufen am 08.11.2013).

Neben den vorstehend referierten (und in ihren Schwerpunkten auf methodische Aspekte orientierten) Ergebnissen sind schließlich Daten und Ergebnisse zu berücksichtigen, welche in regionalen Potenzialanalysen erarbeitet wurden: Hier sind einerseits auf das Land bezogene Analysen, z.B. [137](#) und andererseits auf bestimmte Regionen bezogene Analysen zu nennen. Letztere werden z.B. als Bestandteil regionaler Klimaschutzkonzepte erarbeitet, so z.B. in der Planungsregion Westmecklenburg [138](#).

Abschließend gibt Abb. 8 einen Überblick über die verschiedenen erneuerbaren Energieträger und über wesentliche Nutzungsmöglichkeiten, die sich für deren Potenziale eröffnen und die in den vorstehend referierten Untersuchungen diskutiert wurden. Insgesamt bieten sich z.B. für den Strom aus den ausschließlich stromerzeugenden sowie aus den KWK-fähigen erneuerbaren Energiequellen (worin Strom eines der beiden Koppelprodukte ist) vier Verwertungspfade an:

- Verwendung als Strom durch Einspeisung in das Stromnetz mit oder ohne zwischenzeitlicher Speicherung,
- Verwendung für Heizzwecke in der Raumheizung, in der Warmwasserbereitung sowie in der Bereitstellung von Prozesswärme,
- Verwendung für Antriebszwecke in stationären (Elektromotoren) und mobilen Anwendungen (E-Mobilität),
- Verwendung in Speichersystemen zur Umwandlung in andere Energieträger wie Wasserstoff (die effizienter speicherbar sind oder in andere Systeme eingespeist werden können).

Regionales Energie-Potenzial	Nutzung für
Stromerzeugende Erneuerbare - Windenergie (on-/offshore), - Photovoltaik, - Weitere <small>Wasserkraft, Geothermie, Meeresenergie</small>	Einspeisung Stromnetz/Stromspeicher, Wärmeanwendungen (Nachtspeicher u.ä.), Antriebszwecke, E-Mobilität, Antriebe in Inselnetzen, Erzeugung anderer speicherbarer Energieträger (Wasserstoff u.ä.)
KWK-fähige Erneuerbare - Biomasse direkte Verwertung <small>Wald-/Waldrestholz, Brennholz, Energieholz, Altholz, Stroh, GGP, Miscanthus, Paludikulturen</small> - Biomasse in Biogasanlagen <small>Gülle, GaLa-Reste, Stroh, GPS, Gras-/Grünschnittsilage, biogene Reststoffe</small> - Flüssig-Energieträger <small>Pflanzenöle/-ester (Biodiesel), Ethanol</small>	Konversion zu Energieträgern (Ballen, Briketts, Pellets); gekoppelte Erzeugung/Einspeisung Strom u. Wärme in Strom- bzw. (Nah-)Wärmenetze und Speicher; direkte Erzeugung von Energie für Antriebszwecke (z.B. BHKW, Fahrzeug-/Antriebsmotoren)
Wärmeerzeugende Erneuerbare - Solarthermie - Erdwärme (oberflächennah) - Wärme aus Geothermie	Objektgebundene Wärmenutzung (Raumheizung, WW-Bereitung, Prozesswärme – z.B. Trocknung), Erzeugung/Einspeisung von Wärme in (Nah-)Wärmenetze und Speicher

Abb. 8: Potenziale und ihre Nutzungsmöglichkeiten (Auswahl)

3 Konzeption einer Datenbasis für die Potenzialermittlung (Datenbank)

3.1 Vorbemerkungen

Potenziell lassen sich an einem Standort bzw. in einer Gemeinde verschiedene erneuerbare Energiequellen – auch räumlich und zeitlich parallel zueinander – nutzen. Ggf. lassen sich aus der Kombination unterschiedlicher Energieträger und -anlagen zu standortbezogenen Energiesystemen Synergieeffekte erschließen: Durch die Ausnutzung der unterschiedlichen Eigenschaften der Energiequellen lassen sich die Leistungsfähigkeit und die Versorgungssicherheit eines solchen Systems gegenüber der einzelnen Energiequelle deutlich erhöhen, z.B. in sogenannten virtuellen Kraftwerken. Dies gilt umso mehr, wenn diese Systeme auch Speicher einschließen.

Für welche Energiequelle sich ein bestimmter Standort bzw. eine Gemeinde in besonderem Maße eignet, hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Diese Faktoren lassen sich z.B. wie folgt einteilen:

Bedarfsfaktoren:

- Welche Endenergie wird benötigt (z.B. Strom und / oder Wärme)?
- In welcher Form und mit welchen Parametern wird es benötigt (z.B. elektrische Energie, Biogas, Fernwärme – Mengen und Temperaturniveaus)?
- Kann überschüssige Energie ins übergeordnete Netz eingespeist werden?

Systemeigenschaften:

- Was liefert die Energiequelle, in welcher Form, ist KWK möglich?
- Wann liefert die Energiequelle Energie (Jahres- und Tageszeitabhängigkeiten)?
- Lässt sich dies mit dem Verbrauch abstimmen (z.B. intelligenter Stromverbrauch) und ist eine Speicherung der Energie möglich?
- Sind z.B. Brennstoffe in der Nähe vorhanden?

Finanzielle Faktoren:

- Investitionskosten, Betriebskosten, Amortisationszeit,
- Vergütungen für eingespeiste, direkt vermarktete und selbst genutzte Energie,
- Platzbedarf einer Anlage (ggf. auch Anbauflächen für Biomasse).

Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor ist die Witterung. Witterungsbedingungen sind *einerseits* wesentliche Determinanten des Energieverbrauchs – und hierin wiederum insbesondere des Energieverbrauchs für die Raumheizung. Dies gilt zunächst für die Außentemperatur, im Weiteren aber auch für die Strahlungs- und Windverhältnisse sowie für die Niederschläge. Zwischen diesen und dem Energieverbrauch bestehen komplexe Wechselwirkungen (z.B. können die Wärmeverluste über die Außenflächen eines Gebäudes bei einem nasskalt-windigen Wetter höher sein als bei einer trocken-windstillen Wetterlage – und zwar selbst bei tieferer Außentemperatur. Eine detaillierte Berücksichtigung dieser Zusammenhänge in regionalen Energiekonzepten konnte bislang nicht erfolgen. Vielmehr dient die Außentemperatur als ein (stellvertretender) Parameter, der die Witterung insgesamt näherungsweise beschreibt.

Witterungsbedingungen sind *andererseits* aber auch eine wesentliche Determinante der regionalen Energieerzeugung aus Erneuerbaren Energien¹². Dies gilt z.B. für die jahresmittleren Windgeschwindigkeiten, die näherungsweise als ein Indikator für die erwartbaren Stromerträge aus Windenergieanlagen herangezogen werden können.

¹² Während das Klima, d.h. die über größere Zeiträume betrachteten Bedingungen für die Nutzung der erneuerbaren Energien deren Potenziale determinieren, bestimmt das Wetter, d.h. die aktuelle Realisierung der klimatischen Verhältnisse innerhalb der Bandbreite der regionaltypischen Verhältnisse die Möglichkeit der Potenzialausnutzung. In längeren Zeitreihen von jahresgemittelten Wetterbedingungen ist eine Drift im Zuge des Klimawandels beobachtbar. Sie ist ein Grund für die Veränderlichkeit von EE-Potenzialen bzw. für den periodischen Revisions- und Anpassungsbedarf von regionalen Potenzialangaben.

Bereits diese kleine Auswahl von Aspekten, die für die regionale und lokale Ermittlung und Auswertung der erneuerbaren Potenziale bedeutsam sind, zeigt die Notwendigkeit des Einsatzes leistungsfähiger Methoden und Instrumente, z.B. Datenbanken und Potenzialrechner.

3.2 Konzeption der Datenbasis und der Datenbank

Im Folgenden werden die erforderlichen Überlegungen für die Konzeption der Datenbasis und der Datenbank angestellt sowie die in diesen abzulegenden Daten vorgestellt.

Die Datenbasis setzt sich aus einer Vielzahl von gemeindebezogenen Daten, aus gemeindebezogenen Potenzialangaben sowie aus technologiebezogenen Daten zusammen. Dabei handelt es sich nicht nur um unterschiedliche Datentypen (z.B. Gemeindepnamen - Zeichenfolgen, Gemeindepchlüssel - Ziffernfolgen, Gemeinpedaten – ganze Zahlen oder Gleitkommazahlen etc. – jeweils mit zeitlichem Bezug).

Damit Datenbanken solche unterschiedlichen Daten verwalten können sollen, müssen sie auf die Anforderungen des Anwenders hin konzeptionell entworfen werden. Andernfalls führen das Datenbank- und das Datenmanagement immer wieder zu Problemen und eine Nutzung der Daten ist erschwert. Die Anforderungsanalyse, die einen wichtigen Schritt am des Datenbankentwurfs¹³ darstellt, erfasst Anforderungen zur Informationsstruktur (Art und Attribute von Datenobjekten, Beziehungen zwischen Datenobjekten u.ä.) und zur Datenverarbeitung (typische Prozesse, Reihenfolgen des Datenzugriffs u.ä.)¹⁴ [39], [40]. Einen weiteren Schritt im Datenbankentwurf stellt das ER-Diagramm¹⁵ dar. Dieses ist Teil des Datenbankentwurfs und zielt auf die Modellierung eines Ausschnittes der "realen Welt" durch Abstraktion, so dass themenbezogene Fragen über die "reale Welt" mit Hilfe dieses Modells beantwortet werden können. Abb. 9 zeigt beispielhaft einen Ausschnitt aus einem solchen Diagramm, welches auf Gemeindeebene alle Zusammenhänge abbildet, die bei der Erzeugung und bei der Nutzung von Biomasse als Energieträger datenseitig zu erfassen und zu beschreiben sind (ein weiterer Ausschnitt eines solchen ER-Diagramms zur Windenergie ist im Anhang 2 enthalten). Im dritten Schritt des Datenbankentwurfs wird das ER-Diagramm auf der Grundlage formaler Regeln in ein relationales Datenbankschema (Datenbankbeschreibung) überführt. Dazu wird für jede Beziehungsmenge (Relation) eine eigenständige Tabelle definiert, welche auch die Schlüssel der in die Beziehung eingehenden Entitätsmengen enthält. In einer gemeindebezogenen Datenbank zu den EE-Potenzialen besteht z.B. eine Relation GEMEINDE(GemeindeID, GemeindepName, GemeindeKreiszugehörigkeit).

Abb. 10 zeigt das methodische Konzept für die Nutzung der Gemeinpedatenbank: Nachdem diese prototypisch in Form einer Excel-Datentabelle angelegt worden ist, wurden alle verfügbaren Gemeinde-, Regional- und Energiedaten eingespeist. Aus der Datenbank können nun z.B. für die Planungsregion, für ein Teilgebiet oder für eine bestimmte Gemeinde die ihr zugehörigen Daten ausgelesen und in einem Gemeinpedatenblatt in übersichtlicher Form dargestellt werden.

¹³ Zur Beschreibung eines Ausschnittes aus der realen Welt bis hin zur Festlegung der eigentlichen Datenbank sind drei wesentliche Schritte notwendig, nämlich die Datenanalyse, der Entwurf eines Entität-Beziehung-Modells und dessen Überführung in ein relationales Datenbankschema.

¹⁴ Für diese Anforderungsanalyse existiert bislang keine allgemeingültige Vorgehensweise. Der Datenbankentwurf selbst würde zudem den Rahmen der hier durchzuführenden Potenzialanalyse deutlich übersteigen. Für beides wurde daher auch auf Überlegungen, Erfahrungen und Ergebnisse zurückgegriffen, welche EUB in abgeschlossenen Projekten bereits für ähnliche Aufgabenstellungen erarbeitet hat.

¹⁵ Das Entität-Beziehung-Modell versucht, die (durch die Daten beschriebenen) Gegenstände wie Gebäude, Energieanlagen, Potenziale und die zwischen ihnen bestehenden Beziehungen modellhaft abzubilden. Das Modell beschreibt somit einen relevanten Ausschnitt der realen Welt anhand von Entitäten (*entity* – Objekt der Wirklichkeit), von Beziehungen (*relationship* – Verbindung zwischen den Entitäten wie Energieflüsse) und von Eigenschaften (welche über eine Entität von Interesse sind, z.B. gelieferte Energiemengen).

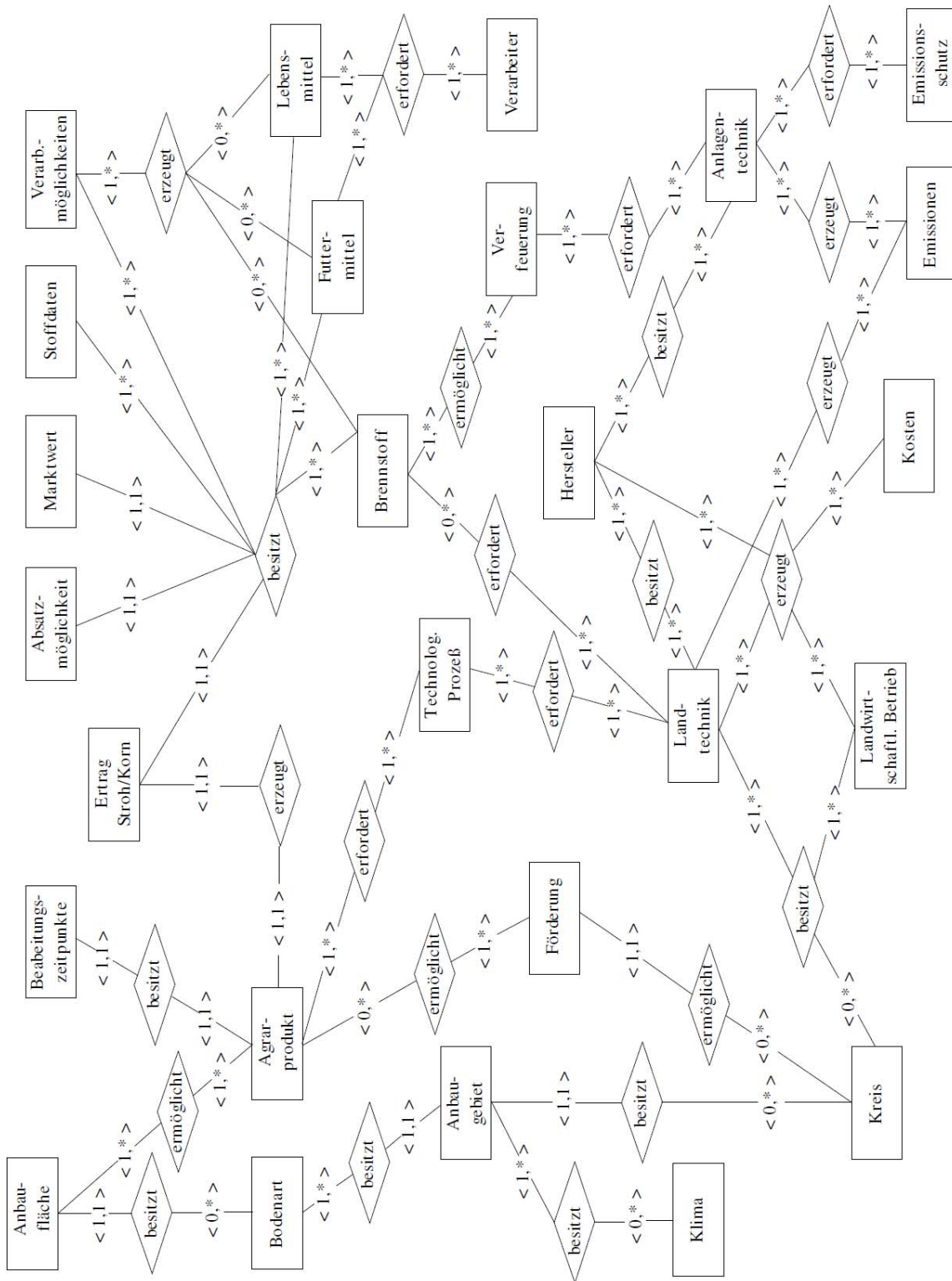


Abb. 9: ER-Diagramm als ein Ergebnis eines Datenbankentwurfs EE-Potenziale

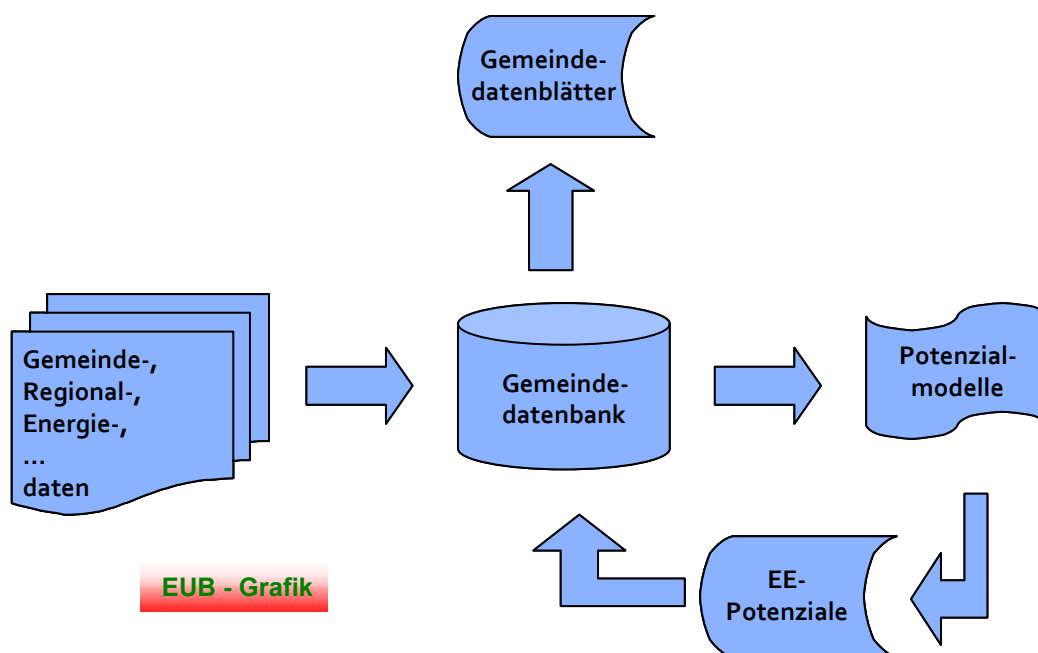


Abb. 10: Methodisches Konzept für die Nutzung der Gemeindedatenbank

In der Nutzung eines solchen Gemeindedatenblattes bestehen nun vielfältige Möglichkeiten: Werden vorhandene Daten z.B. durch aktuellere ersetzt, durch kleinräumiger ermittelte und daher genauere Daten überschrieben oder durch zukunftsbezogene Daten fortgeschrieben, lassen sich die ermittelten Potenziale aktualisieren, präzisieren oder auch in Szenarien prognostizieren. Die so berechneten Potenziale können in den Gemeinden für konzeptionelle Überlegungen und Planungen genutzt werden. Aus der Sicht des Planungsverbandes wäre sicher zu wünschen, dass solche Ergebnisse auch in die Datenbank zurückfließen.

Indem die Daten z.B. auch die derzeit bereits genutzten Anteile der EE-Potenziale einer Gemeinde beschreiben, lassen sich auf der planungsregionalen sowie auf administrativ oder nach anderen Kriterien definierten teilräumlichen Ebenen auch auswertende Kennzahlbildungen, Funktionen des begleitenden *Monitorings*, der periodischen Erfolgskontrolle u.ä. durchführen.

3.3 Potenzialrelevante Gemeindedaten und ihre Einbindung

Bei der Beschreibung und Nutzung der EE-Potenziale auf Gemeindeebene sind sowohl angebots- als auch nachfrageseitige Einflussfaktoren zu berücksichtigen. Daher sollen solche Gemeindedaten in die Datenbank eingebunden werden, welche diese Einflussfaktoren repräsentieren und wesentlich für die Potenzialbestimmung sind.

Zu den nachfrageseitigen Einflussfaktoren gehören z.B. die Höhe und die Struktur des Wärmebedarfs einer Gemeinde. Diese sind zwar im Allgemeinen selbst nicht bekannt, lassen sich jedoch in ihrer Größenordnung anhand der Gebäudebestände abschätzen, welche in einer Gemeinde existieren. Entsprechend werden z.B. Daten zum Gebäudebestand in die Datenbank eingebunden.

Zu den angebotsseitigen Einflussfaktoren gehören z.B. Basisdaten, welche die Potenziale in ihrer Höhe und/oder in ihrer Nutzbarkeit beeinflussen. Dies sind im Biomassebereich z.B. die Waldflächen in den Gemeinden, die Flächennutzungsstrukturen (Siedlungen und Landwirtschaft) und die Ackerzahlen, die das Ertragsniveau landwirtschaftlich erzeugter Energieträger mitbestimmen.

3.4 Spezifische Potenzial- und Technologiedaten und ihre Einbindung

Spezifische Potenzialdaten und Technologiedaten werden *erstens* zur Abschätzung der (angebotsseitigen) EE-Potenziale in einer Gemeinde benötigt. Dies kann z.B. bei der Windenergie der spezifische, d.h. der auf die installierte Leistung bezogene Flächenbedarf von WEA sein, ausgedrückt z.B. in ha je MW. Sind dieser Flächenbedarf und die Fläche selbst bekannt, kann die insgesamt installierbare WEA-Leistung berechnet werden.

Zweitens sind solche spezifischen Potenzial- und Technologiedaten erforderlich, um die Potenziale der einzelnen Erneuerbaren Energien auf einheitliche Ergebnisgrößen umzurechnen. Zwar könnte man es – wiederum im Falle der Windenergie – bei der Angabe der installierbaren Leistung oder gar bei der Angabe der WEG-Fläche belassen (und hat damit eine technologieunabhängige Potenzialangabe), jedoch ist diese nicht mit den Potenzialen anderer Energiequellen vergleichbar. Sinnvoll ist eine Überführung in erzeugbare Strommengen. Dazu ist allerdings die Kenntnis weiterer Standort- und/oder Anlageneigenschaften notwendig. Bei der Windenergie sind dies entweder die Volllaststundenzahl (möglichst als Mittelwert über mehrere Jahre) oder die jahresdurchschnittliche Windgeschwindigkeit und der auf diese Windgeschwindigkeit bezogene Jahresertrag.

Abb. 11 soll am Beispiel einer Biogas-Prozesskette für tierische Exkremente (Gülle) zum einen das Spektrum der dabei benötigten Technologiedaten und zum anderen den Berechnungsgang bei der Abschätzung des Potenzials verdeutlichen.

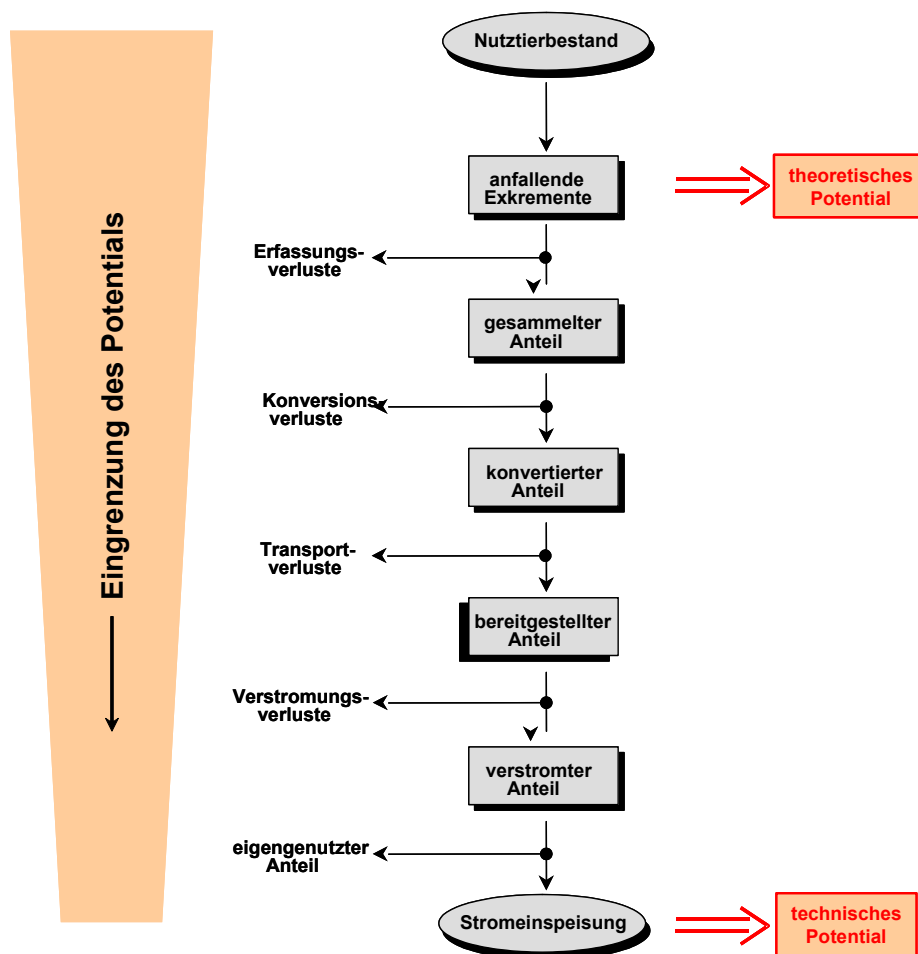


Abb. 11: Technologische Kette zur Potenzialermittlung - Beispiel Gülle für Biogas

Zu berücksichtigen ist bei der Konzeption der Datenbank, dass die Anzahl der Technologiedaten für einzelne Erneuerbare Energien ggf. mit der Zeit zunimmt. Dies begründet sich nicht nur durch die

Ablage von zeitbezogenen Daten für eine bestimmte Technologie, sondern auch durch die Ausdifferenzierung von Technologien im Zuge des technischen Fortschritts. Ein Beispiel dafür ist die Biogastechnologie: Hier gab es zunächst sogenannte Hofanlagen. Später kamen Biogasanlagen im Außenbereich hinzu. Gegenwärtig kommen mit der Aufbereitung und Einspeisung von Biogas in die Erdgasnetze sowie mit dem Repowering von Biogasanlagen weitere Spezifikationen dieser Technologie hinzu, die durch geeignete Daten zu berücksichtigen sind: Das *repowering* verbessert das technische Biogas-Potenzial, während die Biogas- bzw. Biomethaneinspeisung Verschiebungen zwischen den potenziell erzeugbaren Strom- und Wärmemengen ermöglicht.

Ähnlich stellt sich dies im Bereich der Nutzung von Solarenergiepotenzialen dar: Hier sind nicht nur potenzialbestimmende Gemeindedaten wie Wohn- und Nichtwohngebäudezahlen und deren Wohn- bzw. Nutzflächen vorzuhalten, sondern auch eine Vielzahl weiterer gebäude- und technologiebezogener Daten, z.B. typische Gebäudegrößen wie Stellflächen für EFH, ZFH und MFH, Verhältniszahlen (z.B. Verhältnis Wohnfläche zu Netto-Stellfläche), mittlere Dachneigungen und -orientierungen für Sattel- und Flachdächer, typische Kollektor- und Modulflächen, Wirkungsgrade und empirisch gewonnene Vollaststundenzahlen etc.

Benötigt werden Technologiedaten schließlich auch, um Potenzialerweiterungen beschreiben zu können, welche aus technologischen Fortschritten resultieren (vgl. das im Abschnitt 2.5 beschriebene Beispiel für eine solche Potenzialerweiterung - *retrofits* bestehender Windenergieanlagen).

3.5 Daten zu bereits vorhandenen/geplanten EE-Anlagen

Daten zu den bereits vorhandenen bzw. zu den geplanten (zur Genehmigung beantragten) EE-Anlagen beschreiben den Bestand und seinen absehbaren Zuwachs¹⁶. Der bereits vorhandene Anlagenbestand kann im Strombereich vergleichsweise zutreffend durch die Einspeisestatistiken (auf Anlagenebene) und durch die Daten der amtlichen Statistik (auf Landesebene) angegeben werden. Im Wärmebereich gibt es vergleichbare Statistiken jedoch bislang nicht. Hier kann ggf. auf Anlagenverzeichnisse zurückgegriffen werden, die z.B. von der Landesregierung geführt werden¹⁷.

Hinweise auf laufende Genehmigungsverfahren (Bekanntmachungen) können z.B. dem Amtlichen Anzeiger entnommen werden (Beilage des Amtsblattes M-V). Ergänzend können ggf. beim regional zuständigen StALU Vorpommern Informationen zu Art, Umfang und Häufigkeit dort vorliegender bzw. eingehender Genehmigungsanträge angefragt werden. Allerdings werden in beiden Fällen nur die genehmigungspflichtigen EE-Anlagen erfasst.

¹⁶ In Zeiträumen mit vergleichsweise stabilen Rahmenbedingungen für die Entwicklung der erneuerbaren Energien können deren Anlagenbestände bis zu einem bestimmten Prognosehorizont – z.B. 5 bis 10 Jahre voraus – aus den Trends ihrer bisherigen Entwicklung abgeleitet werden. Von dafür ausreichend stabilen Rahmenbedingungen kann allerdings derzeit nicht gesprochen werden (Energiewende, Reform des EEG etc.). Dass bereits die Ankündigung von Reformen zu deutlichen Unsicherheiten führt, ist an der Entwicklung der Erneuerbaren Energien in den vergangenen 3 bis 4 Jahre klar erkennbar.

¹⁷ Alle hier genannten Datenquellen und Statistiken sind mit jeweils eigenen Unsicherheiten und Fehlern behaftet. Auch eine stichprobenartige Verifikation der Anlagenverzeichnisse ergab Hinweise auf solche Defekte.

4 Potenzialbezogene Beschreibung der Gemeinden

Die Beschreibung der Gemeinden für die Ermittlung der EE-Potenziale soll einerseits die Nachfragesituation widerspiegeln als auch andererseits das EE- Angebot abbilden.

Die Nachfragesituation kann näherungsweise durch die Einwohner- und Haushaltszahlen, durch den Gebäudebestand und durch den Bestand an Nichtwohngebäuden dargestellt werden. Tab. 1 gibt diese gemeindebezogen vorliegenden Daten in aggregierter Form an.

Tab. 1: Auszug aus der Gemeindedatenbank – Nachfrageseitige Daten

am 01.01.2012	Mecklenburg-Vorpommern	Region Vorpommern	Vorpommern-Rügen	Vorpommern-Greifswald	Dimension
Bevölkerung	1.635	474	229	244	1.000 Einwohner
Haushalte	856	247	119	127	1.000 Haushalte
Wohngebäude	376	120	58	61	1.000 Stück
EFH	260	85	41	43	1.000 Stück
ZFH	47	14	7	7	1.000 Stück
MFH	69	21	10	11	1.000 Stück
Wohnfläche	65	19	10	10	Mio m ²
Wohnungen	901	274	135	139	1.000 Stück
Nichtwohngebäude	270	74	37	37	1.000 Stück
...					
Gemeindefläche gesamt	2.321	714	321	393	1.000 ha

Tab. 2: Auszug aus der Gemeindedatenbank – Aktuelles EE-Angebot

2012 bzw. am 31.01.2012	Mecklenburg-Vorpommern	Region Vorpommern	Vorpommern-Rügen	Vorpommern-Greifswald	Dimension
WEA-Bestand	1.448	634	302	332	1 Stück
	1.844	771	323	448	1.000 kW
Windstromerzeugung	3.060	1.342	569	772	Mio kWh
Biomasseanlagen-Bestand	7	0	0	0	1 Stück
	47	0	0	0	1.000 kW
Biomassestromerzeugung	281	0	0	0	Mio kWh
Biogasanlagen-Bestand	481	147	47	100	1 Stück
	251	79	27	52	1.000 kW
Biogasstromerzeugung	1.660	565	183	382	Mio kWh
...					
Gesamt-Bestand	12.724	4.253	1.991	2.262	1 Stück
	2.956	1.150	446	705	1.000 kW
Gesamtstromerzeugung	5.500	2.079	820	1.259	Mio kWh

5 Zur Ermittlung von EE-Potenzialen

Bevor die EE-Potenziale für die Planungsregion Vorpommern ermittelt werden, sollen in dem folgenden Abschnitt einige wichtige Aspekte der Ermittlung dieser Potenziale beschrieben werden.

5.1 Windenergie

Das technische Windenergiepotenzial ist prinzipiell kaum begrenzt, da Windenergieanlagen (WEA) aus technischer Sicht an vielen Standorten errichtet werden können, sofern die dortigen Windverhältnisse dies rechtfertigen. Um jedoch die sensiblen Naturräume des Landes - auch wegen ihrer Bedeutung für den Naturschutz und für die Tourismuswirtschaft der Planungsregion - zu schützen, hat sich das Land M-V Mitte der 1990er Jahre für eine raumordnerische Steuerung der Windenergienutzung entschieden und entsprechende Windeignungsgebiete (WEG) ausgewiesen. Eine Errichtung von WEA ist seitdem – von Ausnahmen z.B. für Testanlagen abgesehen – nur noch innerhalb dieser Eignungsgebiete zulässig. Da eine WEA bei ihrer Aufstellung eine bestimmte Fläche verbraucht, ist das Potenzial nunmehr auf die ausgewiesene WEG-Fläche begrenzt.

Wesentliche potenzialbestimmende Parameter bei der Nutzung der Windenergie sind die Anlagengröße (installierte Leistung) von WEA, ihr Gesamtwirkungsgrad und der Flächenverbrauch je Anlage. Die Anlagengröße ist in Deutschland in den letzten Jahren stetig angestiegen, Abb. 12. Während 1990 die durchschnittliche Leistung neuer WEA bei ca. 160 kW lag, beträgt die Anlagengröße der heute am häufigsten eingesetzten Anlage ca. 2 MW. Durch die mit diesem *upscaling* erzielten Effekte konnten nicht nur die Stromerzeugungskosten von WEA gesenkt werden, sondern zunehmend auch WEA an windärmeren Standorten eingesetzt werden. Heute gehören WEA der 2 MW-Klasse zum Stand der Technik. Erste Erfahrungen mit den Anlagen der sogenannten „Multi-Megawatt-Klasse“ (Anlagen über 2 MW Leistung) wurden bereits gesammelt. Inzwischen befinden sich auch Prototypen mit einer Leistung von ≥ 5 MW in Betrieb. Die Rotordurchmesser dieser Anlagen erreichen 100 m, die Nabenhöhen liegen zwischen 100 und 125 m¹⁸.

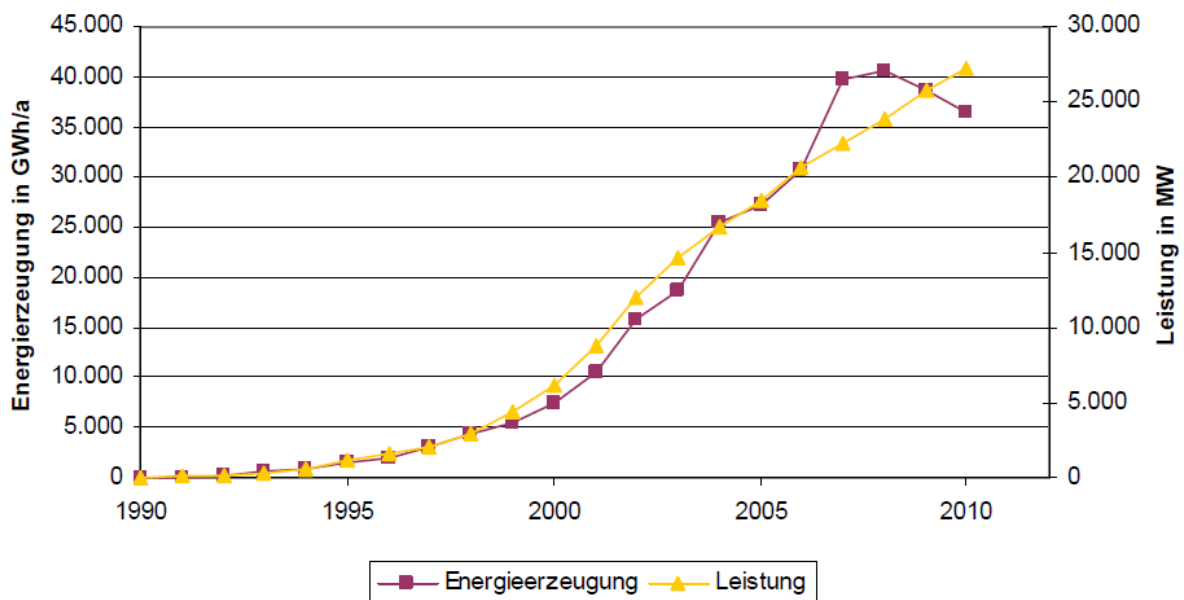


Abb. 12: Entwicklung der WEA-Leistung und Stromerzeugung in Deutschland /10/, S.136

¹⁸ Vgl. dazu z.B. den Windmonitor des Fraunhofer Instituts für Windenergie und Energiesystemtechnik in Kassel (IWES). Er ist verfügbar unter: http://windmonitor.iwes.fraunhofer.de/windwebdad/www_reisi_page_new.show_page?lang=de (zuletzt aufgerufen am 08.11.2013).

Die Windenergieanlagen sind nicht nur leistungsfähiger und größer geworden, sondern auch technologisch kontinuierlich weiterentwickelt worden. So konnten durch Verbesserungen in der Konstruktion und in der Generatortechnik erhebliche Effizienzsteigerungen erreicht werden (z.B. liefern einige WEA-Typen heute pro Betriebstag Energiemengen, für deren Erzeugung die Vorläufer dieser Anlagen ein ganzes Betriebsjahr benötigten). In der Folge sind auch die Vollaststundenzahlen¹⁹ (Nennlaststunden) der Anlagen gestiegen. Typische Werte für *onshore*-Standorte liegen in einem Bereich von 1.500 bis 2.000 Vollaststunden pro Jahr.

Nimmt man vereinfachend ein Mehrfaches (z.B. 5-faches) der Rotorkreisfläche als Näherung für den Flächenverbrauch einer WEA und bezieht diese auf die im Zuge der technologischen Entwicklung wachsende Anlagenleistung, wird deutlich, dass die pro WEG-Fläche installierbare Leistung deutlich schneller steigt als der Flächenverbrauch. Dieser beträgt z.B. im Windpark Altefähr ca. 5,5 ha/MW, Abb. 13. Heute in Betrieb genommene Windparks erreichen im Durchschnitt einen spezifischen Flächenverbrauch, der nur noch etwa halb so hoch ist.

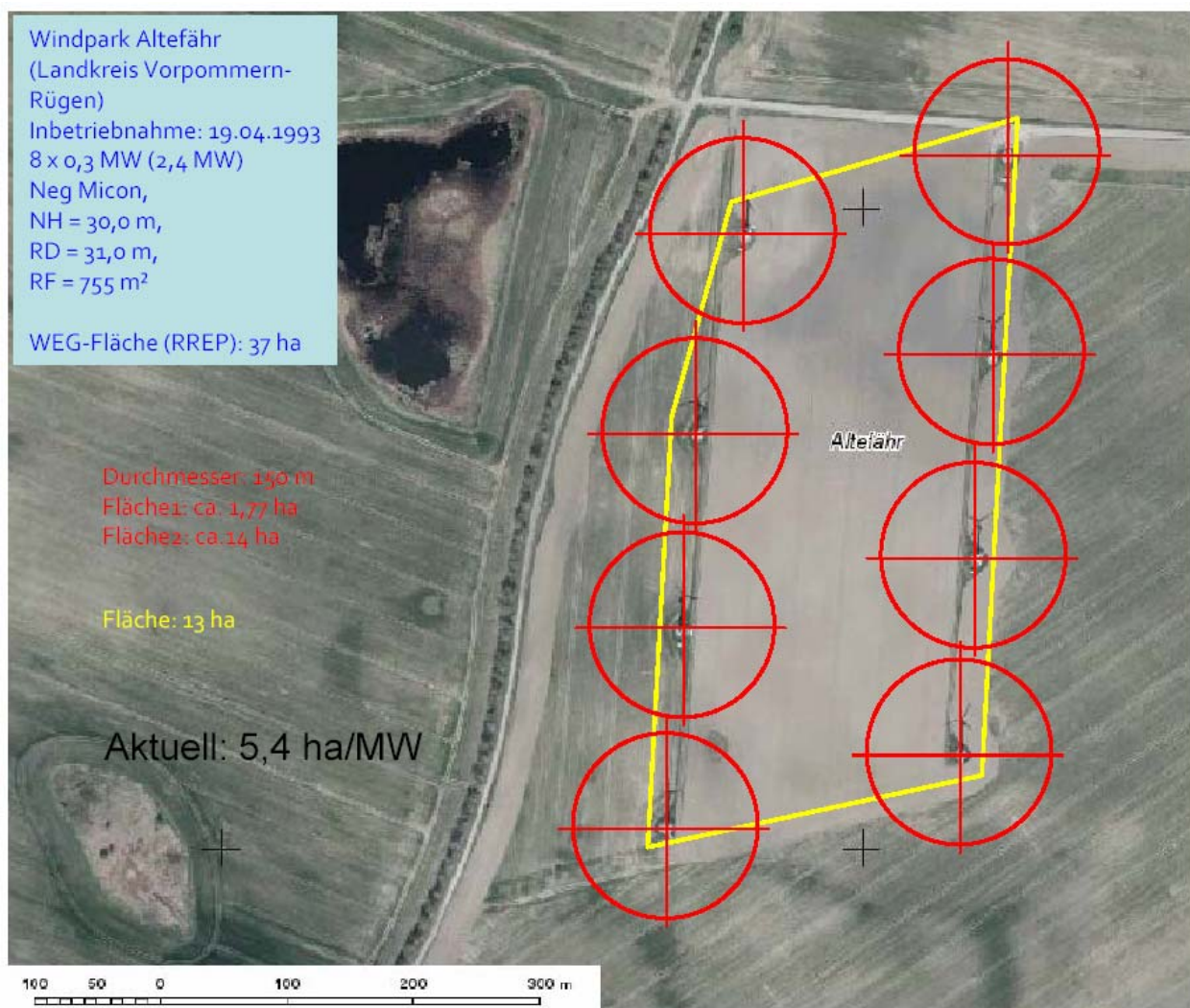


Abb. 13: Spezifischer Flächenbedarf der Windenergienutzung am Beispiel Altefähr

¹⁹ Die Vollaststundenzahl gibt – anders als die tatsächliche Betriebsstundenzahl – an, wie viele Stunden eines Jahres eine Anlage mit Nennleistung hätte betrieben werden müssen, um die (tatsächliche) Jahresenergielieferung zu erbringen. Sie ist somit ein Maß für die Auslastung der Anlagennennleistung. Gelegentlich wird alternativ der Begriff Vollbenutzungsstundenzahl verwendet (Zahl der Stunden, in denen die Anlagenleistung zur Energieerzeugung voll benutzt würde).

Zu berücksichtigen ist bei Potenzialabschätzungen ggf., dass diese neueren und wesentlich größeren Anlagen nur in den Bestand eingehen, wenn neue Standorte erschlossen und mit solchen Anlagen bebaut werden oder wenn Neuanlagen auf bereits bestehenden Standorten errichtet werden. Dadurch ergibt sich eine Anlagendurchmischung im Gesamtbestand, die gegenüber nennenswerten Veränderungen umso träger ist, je größer dieser Bestand und je geringer der WEA-Zubau sind. Eine wichtige Möglichkeit für den WEA-Ausbau und für eine bessere Ausnutzung ertragsstarker Windstandorte bietet deshalb das Repowering (Ersatz älterer Anlagen mit kleiner Leistung durch neue Anlagen mit größerer Leistung).

Für die Planungsregion typische Jahreswindgeschwindigkeiten können mit ca. 6 bis 7 m/s an Küstenstandorten angegeben werden (gemessen 30 m über Grund). Allerdings sind z.B. im südlichen Teil der Planungsregion Vorpommern auch geringere jahresmittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 4 m/s zu verzeichnen /2 (1996)/, S.24, vgl. auch die Windgeschwindigkeitsverteilung im Anhang 1.

5.2 Photovoltaik und Solarthermie

Die direkte Nutzung der Solarenergie kann durch Photovoltaik und Solarthermie erfolgen, und zwar sowohl in getrennten Anlagen als auch – seit wenigen Jahren – in sog. Hybridkollektoren. Bei der Photovoltaik sind netzgekoppelte Anlagen von Anlagen im Inselbetrieb (z.B. für netzferne ländliche Anwendungen mit oft nur geringer elektrischer Leistung aufweisen) zu unterscheiden.

Die thermische Solarenergienutzung zielt auf die Bereitstellung von Prozesswärme für industrielle Anwendungen und auf die Wärmeversorgung im Gebäudebereich. Bei der Nutzung im Gebäudebereich unterscheidet man zwischen aktiven (auf Kollektoren basierenden) und passiven Nutzungsweisen (z.B. in Form von solaren Wärmegewinnen durch Fenster oder durch transparente Wärmedämmungen in Gebäuden). Im aktiven Bereich kommen wegen des Strahlungsangebotes in Vorpommern nur solarthermische Niedertemperatursysteme – im Allgemeinen in Kombination mit Energiespeichern – in Betracht, Hochtemperatursysteme dagegen nicht. Dagegen wird die solare Klimatisierung im Zuge des regionalen Klimawandels an Bedeutung gewinnen²⁰.

Die Größe der solarenergetischen Potenziale bestimmt sich zunächst durch die solare Einstrahlung (Strahlungsangebot) und durch die verfügbaren bzw. aufstellbaren Kollektor- bzw. Modulflächen, im Weiteren durch den Jahresnutzungsgrad der Anlagensysteme sowie durch die lokalen klimatischen Bedingungen (Wärmebedarf – Nachfrageseite).

Die in Vorpommern herrschenden Einstrahlungsbedingungen sind vergleichsweise günstig für die Nutzung der Solarenergie. Während in der Mitte Vorpommerns vom Deutschen Wetterdienst für die Jahre von 1980 bis 2001, d.h. über 21 Jahre gemittelt, mittlere Jahressummen der Globalstrahlung von 1.000 bis 1.020 kWh/m² gemessen wurden, werden im südöstlichen Teil der Planungsregion ebenso wie im Norden Werte von 1.040 bis 1.060 kWh/m² erreicht /2/. Eine im Anhang 1 enthaltene Karte zeigt die regionalen Unterschiede in den mittleren Jahressummen der Globalstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland, für den Zeitraum von 1981 bis 2010 ermittelt, vgl. auch Abb. 14.

²⁰ Aufgrund der geographischen Lage der Region Vorpommern ist hier insbesondere der durch den Klimawandel bedingte Meeresspiegelanstieg von Interesse. Darüber hinaus sind mit dem Klimawandel aber auch Veränderungen regionaler Jahrestemperaturprofile verbunden. Wie im Projektrahmen „Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel“ (KlimaMORO) aufgezeigt, sind u.a. eine Zunahme der Anzahl der Sommertage sowie der heißen Tage zu erwarten /41/, S.12 (beides führt zu längeren Hitzeperioden und zu höheren Durchschnittstemperaturen). Wegen der steigenden Außentemperaturen, fehlenden Nachtlüftungsmöglichkeiten, zunehmenden internen Wärmequellen und wegen der steigenden Komfortansprüche werden ggf. auch hierzulande und auch im Wohnbau zunehmend Klimaanlage eingebaut (bislang werden diese überwiegend in Süddeutschland und fast ausschließlich im kommerziellen Bereich eingesetzt). Solare Kühlanwendungen stehen noch am Anfang ihrer Markteinführung. An Gebäuden können solare Technologien PV-Strom für Kompressionskältemaschinen liefern oder solarthermisch erzeugte Wärme für Absorptions- bzw. Adsorptionskältemaschinen bereitstellen /42/.

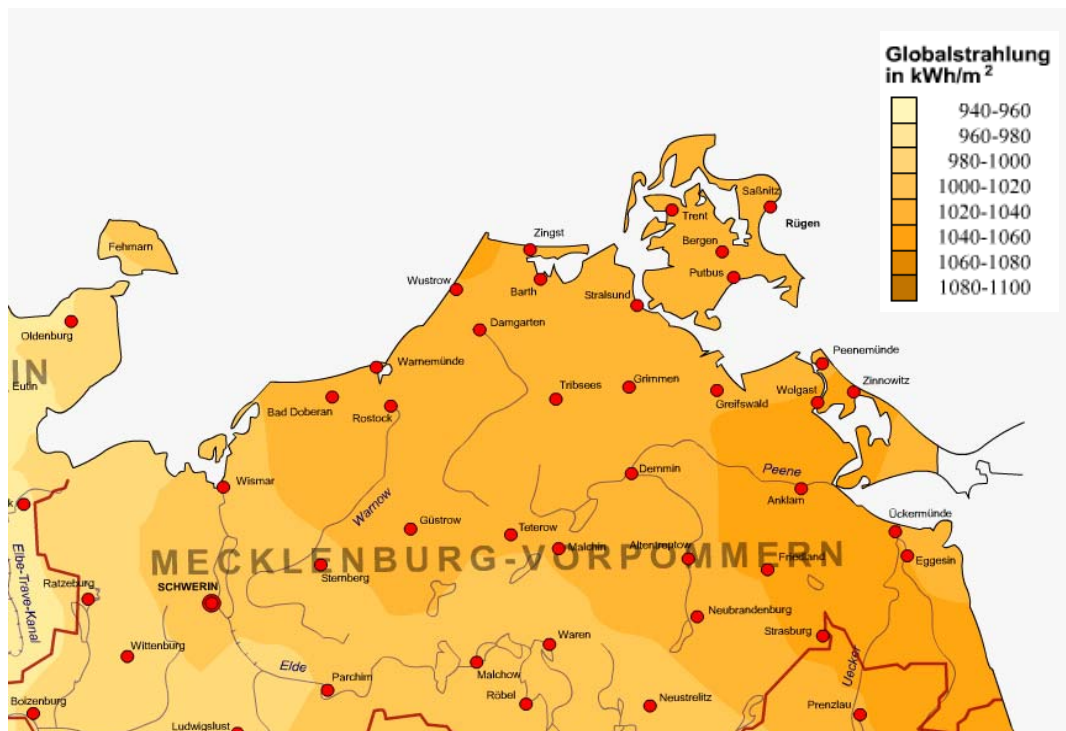


Abb. 14: Mittlere Jahressummen der Globalstrahlung in Norddeutschland 1981 – 2000²¹

Ein großes Nutzungspotenzial für Photovoltaik und Solarthermie besteht in der Ausstattung von Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie von öffentlichen und von Betriebsgebäuden. Dieses erhebliche Potenzial ist zudem nicht auf Neubauten beschränkt, vielmehr sind auch bestehende Gebäude nachrüstbar, z.B. im Zuge einer anstehenden Gebäudesanierung und/oder Heizungserneuerung.

Während bei dem Ausbau der Photovoltaik in den vergangenen Jahren große Zuwachsraten zu verzeichnen waren, wird für die Solarthermie eingeschätzt, dass ihr Potenzial deutlich unterschätzt wird und dass dessen Erschließung nur sehr schleppend erfolgt *[31], [43]*. Ein Grund dafür sind die Anlagen- und Installationskosten, die im Gegensatz zu den Lernkurven der Photovoltaik kaum sinken *[44]*.

Von besonderer Bedeutung für die Potenzialabschätzung ist die Ermittlung der Dachflächen. Wegen der gebietsbezogenen großen Gebäudezahlen werden diese anhand von statistischen Größen abgeschätzt. Dabei wurden nicht nur Wohngebäude (EFH, ZFH und MFH) sowie Freiflächen, sondern in Weiterentwicklung der Potenzialanalysen im *Landesatlas Erneuerbare Energien M-V 2011 [2]* auch Nichtwohngebäude einbezogen. Bei den Potenzialanalysen zu den Dachflächen von Wohngebäuden wurden vorhandene Modellansätze unter Nutzung von methodischen und datenseitigen Erkenntnissen z.B. in *[31]* weiterentwickelt. Weitgehend unberücksichtigt sind Potenziale, die sich aus der Erschließung von Gebäudefassaden für die Solarenergienutzung ergeben. Obwohl diese Potenziale erheblich sein dürften und z.B. im ländlichen Raum mit seiner im Allgemeinen vergleichsweise geringen Bebauungsdichte (z.B. zur Vermeidung von Abschattungen) günstige Voraussetzungen bestehen, konnte sich diese Form der Solarenergienutzung bislang kaum durchsetzen. Hier werden sie berücksichtigt, indem ein bereits in *[2]* abgeschätzter Wert aktualisiert wird.

Technologische Verbesserungen ermöglichen z.B. bei der Photovoltaik auch Potenzialerweiterungen. Die diesbezügliche Forschung und Entwicklung konzentriert sich u.a. auf eine Verbesserung der verfügbaren Module und der Systemkomponenten. So wird z.B. für die nächsten 10 Jahre erwartet, dass sich die Wirkungsgrade kristalliner Siliziumzellen von heute 13 bis 15 Prozent für multikristalline

²¹ Die Abbildung wurde aus dem Ertragsdatenkataster von Solarstromanlagen in Norddeutschland entnommen, verfügbar unter: <http://ews.sh/ertragskarte/index/kataster.html>. (Zuletzt aufgerufen am 06.09.2013).

Siliziumzellen und von 14 bis 17 Prozent für monokristalline Siliziumzellen auf 15 bis 20 Prozent erhöhen werden /31/, S.157.

5.3 Wasserkraft

Das Wasserkraftpotenzial wird durch zwei wesentliche Komponenten gebildet: Die Energiemenge im Wasser wird von seinem Dargebot im Jahresverlauf und von dessen Fallhöhe bestimmt. Das Wasserdargebot ergibt sich als Bilanz aus den Niederschlagsmengen, welche – bedingt durch die wachsende Entfernung – von den Meeresküsten (Atlantik, Nord- und Ostsee) in der Nord-Süd und in der West-Ost-richtung tendenziell abnehmen sowie der Verdunstung. Die Differenz zwischen Jahresgebietsniederschlag und Gebietsverdunstung verbleibt als mittlere jährliche Abflusshöhe. Diese bestimmt zusammen mit der Abflusshöhe und dem Einzugsgebiet sowie der Grundwasserneubildung den Jahresabfluss (und kann z.B. an größeren Gewässern, wo langjährige Pegelmessungen vorliegen, direkt bestimmt und an kleineren Gewässern in Überschlagsberechnungen abgeschätzt werden). Die Fallhöhe ergibt sich aus den Höhenunterschieden im Gelände. Diese können sich im Verlauf eines Gewässers auch verändern.

In Vorpommern wie in M-V insgesamt gibt es jedoch keine größeren Höhenunterschiede. Daher ist hier nur ein sehr kleiner Anteil der bundesweit vorhandenen größeren Wasserkraft-Anlagen ab 1 MW_e installiert (weniger als 1 Prozent – eine Anlage). Das Potenzial wird als so gering eingeschätzt, dass z.B. /45/ kein einziges der vorhandenen Flusseinzugsgebiete vertiefend betrachtet (z.B. Peene, Recknitz und Uecker). Gleichwohl gab es in der geschichtlichen Entwicklung der Wasserkraftnutzung des Landes eine Vielzahl von Standorten, an welchen kleine Wasserkraftanlagen betrieben wurden. Davon ist nur eine sehr kleine Anzahl erhalten und befindet sich noch in Betrieb. Ein Ausbau der Wasserkraftnutzung mit kleinen Anlagen ist zwar prinzipiell möglich. Jedoch würde die Herstellung der Durchgängigkeit an Mühlenbauwerken oder Wasserkraftwerken teilweise sehr aufwändige bauliche Maßnahmen oder Verhandlungen mit den Eigentümern von Staurechten erfordern und ist daher in den nächsten Jahren kaum zu erwarten /46/, S.83.

Schließlich gelten für die Wasserkraftnutzung im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energiequellen sehr strenge ökologische Schutzvorgaben, deren Einhaltung auch Voraussetzung für einen Vergütungsanspruch nach dem EEG ist. Für die Wasserkraftnutzung geeignete Standorte sind daher oft solche, die bereits durch Eingriffe in die Natur vorbelastet sind²². So können z.B. vorhandene Querbauwerke und Schleusen ggf. für eine Wasserkraftnutzung erweitert oder umgerüstet werden. Allerdings sind auch solche Bauwerke in der Planungsregion Vorpommern nur in sehr kleiner Anzahl vorhanden²³.

5.4 Tiefe und oberflächennahe Geothermie

Die Geothermie kann zur Erzeugung von Strom und Wärme genutzt werden. Sie bietet eine nahezu unerschöpfliche Energiequelle, ist klimaschonend und grundlastfähig, unabhängig vom Wetter und jederzeit verfügbar. Allerdings haben in der jüngeren Vergangenheit verschiedene Projekte in Deutschland und im Ausland auch gezeigt, dass mit der Erschließung geothermischer Potenziale hohe Bohrkosten sowie Bohr- und andere Risiken verbunden sein können.

Man unterscheidet zwischen tief bohrenden Verfahren (hydrothermale, petrothermale Geothermie und tiefe Erdwärmesonden) und oberflächennahen Verfahren (Kollektoren und Flache Erdwärmesonden).

²² Vgl. auch: Langendorfer, U.: Potenzialanalyse Wasser. In: /49/, S.290 ff.

²³ Vgl. z.B. die Homepage zur Wasserrahmenrichtlinie des LUNG, verfügbar unter: <http://www.wrrl-mv.de/> (zuletzt aufgerufen am 12. Februar 2014).

Eine Voraussetzung für eine wirtschaftliche geothermische Wärmenutzung ist ein geeigneter geologischer Untergrund, d.h. es müssen dort Aquifere mit ausreichend hohen Temperaturen vorhanden sein, [/47/](#), S.449:

- Temperatur für Wärmenutzung > 60 °C,
- gute hydraulische Eigenschaften (Permeabilität > 500 mD, Nutzporosität > 20 Prozent),
- Aquifermächtigkeiten > 20 m mit großräumiger Verbreitung.

Das Gebiet des Landes M-V ist aus geologischer Sicht Teil des Nordostdeutschen Beckens (NEDB). In ihm werden insbesondere die Sandstein-Aquifere des Rhät und des Lias für eine hydrothermale Energiegewinnung als geeignet eingeschätzt und in Nachbarregionen Vorpommerns auch bereits genutzt, z.B. in Neubrandenburg. Mit der Tiefe nimmt die Temperatur um durchschnittlich 3 °C je 100 m zu. Bedingt durch den wechselnden geologischen Aufbau des tieferen Untergrunds und infolge der unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeit der Gesteine existieren jedoch häufig Temperatur-anomalien. Tiefe Geothermie nutzt die in bis zu 3.500 m Tiefe vorkommenden hohen Temperaturen aus, die zum Teil über 100 °C betragen. Hydrothermale Systeme sind auf das Vorhandensein einer wasserführenden Schicht angewiesen. Wasser wird durch eine Bohrung in diese Schicht gepumpt und durch eine zweite Bohrung wieder entnommen. Im Untergrund des Landes M-V findet man örtlich solche Schichten, so dass dieses Verfahren hier grundsätzlich möglich ist.

Oberflächennähere Geothermie wird aufgrund von geringeren Temperaturunterschieden vor allem für Raumwärme und nicht zur Stromerzeugung verwendet. Hier reichen jedoch Bohrungen zwischen 10 und 400 m aus. Im *Landesatlas Erneuerbare Energien M-V 2011* [/2/](#) ist das geothermische Potenzial in M-V als spezifische Wärme-Entzugsleistung für Wärmepumpenanlagen für eine Bohrtiefe von 0 bis 100 m bei einer Betriebsstundenzahl von 1.800 h/Jahr aufgezeigt, Abb. 15.

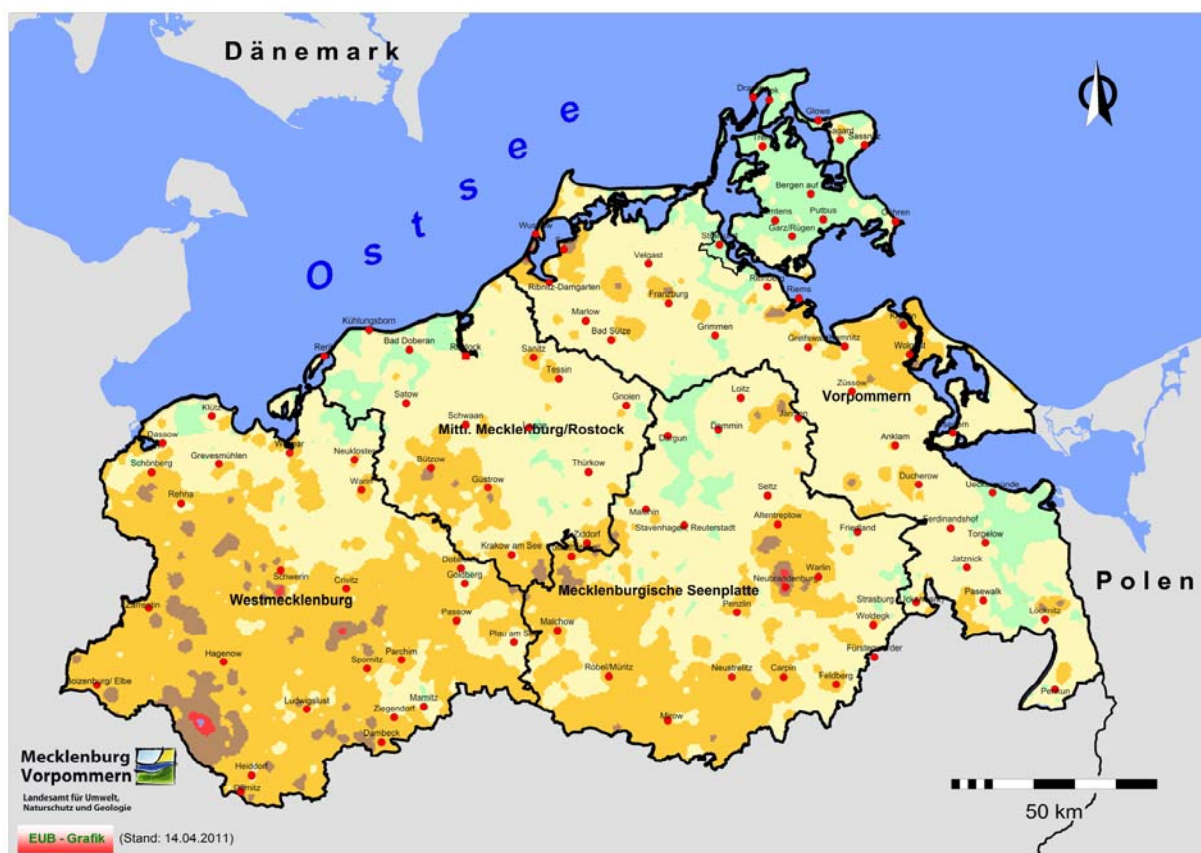


Abb. 15: Geothermisches Potenzial bis 100 m Tiefe in M-V²⁴ [/2/](#)

²⁴ Die Karte gilt für Wärmepumpenanlagen von 0 bis 100 m Bohrtiefe bei 1.800 Betriebsstunden/Jahr.

An der Erdoberfläche beträgt die Temperatur durchschnittlich etwa 8 °C und wird maßgeblich durch die Sonneneinstrahlung beeinflusst. In etwa 10 m Tiefe herrscht dagegen ganzjährig eine Temperatur von etwa 10 °C. Mit einer Wärmepumpe kann dieses Temperaturniveau zur Warmwasserbereitung oder auch zur Heizung verwendet werden. Bei größeren Tiefen kann ggf. sogar auf eine Wärmepumpe verzichtet werden.

Ein besonderes Potential der Geothermie zeichnet sich bei der Kombination von Gebäudeheizung und -kühlung ab, ebenso bei der Kombination mit solarthermischen Anlagen und sommerlicher Einspeisung von Überschusswärme in den Untergrund /48/.

Eine auf eine konkrete Planungsregion bezogene Potenzialanalyse ist im Allgemeinen nicht durchführbar, weil der Ertrag von Geothermieanlagen nicht in Relation zur (Ober-)Fläche steht. Zudem wird die Geothermie bislang fast ausschließlich zur Wärmeerzeugung genutzt (in Deutschland sind 99 Prozent der geothermisch erzeugten Energie Wärme)²⁵. Daher kann eine Potenzialanalyse nur standortbezogen im Zusammenhang zwischen dem lokalem Wärmebedarf und dem lokalen geothermischen Untergrund durchgeführt werden.

5.5 Biogene Energieträger

Der Oberbegriff Bioenergie bezeichnet im weitesten Sinne die energetische Nutzung von Biomasse, welche wiederum die Gesamtheit aller organischen Stoffe umfasst. Diese bestehen zum größten teils aus kohlenstoffhaltigen Verbindungen, die von Pflanzen durch Photosynthese aufgebaut werden (gespeicherte Solarenergie). Da sie aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen wird, ist sie erneuerbar und CO₂-neutral. Festzuhalten ist allerdings, dass hier – anders als bei der faktisch unerschöpflichen Solarenergie – bereits die Biomasseerträge und die verfügbaren Flächen, d.h. die natürlichen Potenziale, begrenzt sind.

Für die energetische Biomassenutzung existieren viele verschiedene Prozessketten und Pfade zur Endenergiebereitstellung. Feste, flüssige und gasförmige Bioenergieträger können über thermische, thermo-chemische, physikalisch-chemische und biologisch-chemische Konversionsverfahren alternativ in Wärme, Strom und Kraftstoffe überführt werden.

Eine zunehmende Bedeutung erlangt die Erzeugung von Biomasse für energetische Zwecke in Kurzumtriebsplantagen.

Neben den landwirtschaftlich erzeugten Inputstoffen werden insbesondere in Biogasanlagen zunehmend auch außer-landwirtschaftliche Reststoffe wie Rückstände aus der Lebensmittelindustrie, Gemüseabfälle von Großmärkten, Speiseabfälle oder Biomasse aus der Garten- und Landschaftspflege und Bioabfälle aus der Kommunalentsorgung verarbeitet (Kofermentation).

Ein Bestandteil der Rückstände aus der Landschaftspflege ist z.B. das Straßenbegleitgrün. Dieses kann als energetisch nutzbares Potenzial anhand der Längen der einzelnen Straßenarten quantifiziert werden, die das in der Planungsregion vorhandene Straßennetz bilden. Erforderlich sind dazu neben den Längenangaben auch Daten zum spezifischen Aufkommen des Straßenbegleitgrüns (je Kilometer Straßenlänge), das u.a. von der Straßenart abhängt.

Neben der Erzeugung von Strom und Wärme aus Biomasse rückt die Produktion von Biokraftstoffen wieder in den Mittelpunkt des öffentlichen Interesses. Zwar ist ihr Anteil am Kraftstoffverbrauch in Deutschland noch relativ gering (knapp 6 Prozent). Jedoch weisen Biokraftstoffe eine Reihe von Vorteilen auf, welche ihre Bedeutung zukünftig erhöhen werden. Zur Herstellung von Biokraftstoffen werden gegenwärtig hauptsächlich Landpflanzen genutzt (wobei die Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion aktuell zu Konflikten führt). Insbesondere bei dieser Form der Bioenergienutzung tritt eine besondere, ggf. auch die Potenziale beeinflussende die Diskussion über die Kon-

²⁵ Vgl. auch: Langendörfer, U.: Geothermie. In: /49/, S.294 ff.

kurrenz zwischen der Energiepflanzenproduktion und der Produktion von Lebens- und Futtermitteln um Anbauflächen (sog. „Teller oder Tank“-Diskussion) auf.

Für die Planungsregion Vorpommern von besonderer Bedeutung²⁶ sind Paludikulturen – in der landwirtschaftlichen Nutzung nasser Niedermoore erzeugt Bioenergieträger²⁷. In verschiedenen, meist an der Universität Greifswald angesiedelten Forschungsprojekten (z.B. „Energiebiomasse aus Niedermooren“ – ENIM 2007 bis 2009 und „Vorpommern Initiative Paludikultur“ – VIP 2010 bis 2013) wurden u.a. die Beerntung und die energetische Verwertung von Gemeinem Schilf und Rohrglanzgras in wiedervernässten Niedermooren untersucht²⁸. Dabei wurden mit Schilf und mit Seggen Hektarerträge von 5 bis 25 t je Jahr und mit Rohrglanzgras von 3,5 bis 15 t je Jahr erzielt (Erntezyklen jeweils 1 bis 2 Jahre, geerntet wurde jeweils im Winter). Potenzialbestimmende Einflüsse sowie Informationen zu den energetischen Verwertungsmöglichkeiten sind in Anhang 3 enthalten.

Ganz grundsätzlich sind somit die Bioenergiepotenziale, die auf Anbauflächen verschiedener Art erzeugt werden können, abhängig von dem Flächenanteil, den man dafür als verfügb- bzw. nutzbar eingeschätzt. Manchen in der Literatur auffindbaren Potenzialermittlungen liegt z.B. die Annahme zugrunde, dass Energiebiomasse nur auf Flächen angebaut wird bzw. werden sollte, die nicht mehr in die Nahrungsmittel- oder Rohstoffproduktion zur stofflichen Verwertung eingehen (beides erzeugt hochwertige Produkte, die Vorrang vor Energiebiomasse haben), z.B. /19/, S.61. Im Vergleich zur Nahrungsmittelproduktion nimmt die stoffliche Nutzung bislang jedoch nur einen geringen Flächenanteil ein.

5.6 Weitere Energieträger

Weitere, im Allgemeinen unter den erneuerbaren Energiequellen aufgeführte Energieträger sind z.B. Deponiegas und Klärgas. Tatsächlich werden beide Energieträger in der Planungsregion Vorpommern auch genutzt. Allerdings ist *erstens* die Bedeutung dieser beiden Energieträger vergleichsweise gering. *Zweitens* nimmt diese Bedeutung weiter ab. Das Aufkommen an energetisch verwertbarem Deponiegas geht in einer abgeschlossenen Deponie, in die kein neuer Abfall mehr eingelagert wird, mit zunehmender Ausgasung des bereits eingelagerten Abfalls zurück. Dieser Prozess dürfte ca. 20 Jahre nach Einlagerung der letzten Abfallmengen weitgehend zum Erliegen gekommen sein. Aufgrund der Gegebenheiten ist Deponiegas also kein zukunftsfähiger Energieträger. Bei der Nutzung von Klärgas in kommunalen und betrieblichen Kläranlagen stellt sich die Situation insofern etwas anders dar, als der wesentliche Rohstoff Abwasser immer wieder neu anfällt. Allerdings führt hier der demographische Wandel ggf. dazu, dass in vielen Gemeinden das Aufkommen an Abwasser und damit die Klärgasproduktion zurückgeht. Dadurch kommen schon bestehende Klärgas-BHKW an betriebswirtschaftliche Grenzen und müssen vielleicht sogar stillgelegt werden. Die Zukunft auch dieses Energieträgers ist somit unsicher.

²⁶ Vorpommern ist eine der moorreichsten Regionen Europas. So verfügt z.B. der ehemalige Landkreis Ostvorpommern über rund 44.000 ha Moorflächen (fast 20 Prozent der Kreisfläche) /50/. Allerdings wurden in der Vergangenheit erhebliche Moorflächen für die Grünlandnutzung entwässert („meliorierte“ Niedermoore). Infolge agrarstruktureller Veränderungen (u.a. sinkender Tierfutterbedarf) ist die Bewirtschaftung von Grünland heute jedoch deutlich zurückgegangen, wogegen gleichzeitig der Flächenbedarf für den Anbau nachwachsender Rohstoffe steigt. Degradierete Moorflächen können wiedervernässt und durch nasse Bewirtschaftung mit Paludikulturen auch zur Erzeugung energetisch verwertbarer Moor-Biomasse genutzt werden (Pellets, Briketts und Silage), um fossile Energieträger zu ersetzen.

²⁷ Weiterführende Informationen – insbesondere auch zu den vielfältigen Effekten für Klima- und Umweltschutz, zu den alternativen Einkommensmöglichkeiten durch die Erzeugung einer Vielzahl von Produkten sowie zu den Perspektiven für Landwirtschaft und Tourismus in schwach entwickelten Regionen – vgl. auch <http://www.paludiculture.uni-greifswald.de/de/index.php> (zuletzt aufgerufen am 02. März 2014).

²⁸ Auch Erle kann auf wiedervernässtem Niedermoor erzeugt werden. Der Ertrag von 3 bis 10 t je Hektar und Jahr kann allerdings nur in einem Erntezyklus von 60 bis 70 Jahren erzielt werden. Auch liefert die Erle hochwertiges Holz, was eher für eine stoffliche Nutzung spricht (Wertholz).

Schließlich werden ggf. verschiedene Abfallstoffe, z.B. Altholz und Hausmüll, als erneuerbare Energieträger betrachtet, weil sie zwar aufgebraucht, jedoch zugleich auch immer wieder neu produziert werden. Allerdings ist hier die Datenlage sehr eingegrenzt. Zudem gibt es in der Planungsregion Vorpommern nach derzeitigem Kenntnisstand keine Anlagen zur energetischen Verwertung dieser Reststoffe. Auch hängt das Aufkommen an solchen Reststoffen von Einflussfaktoren wie dem regionalen Baugeschehen (Abriss/Rückbau alter Gebäude) oder dem spezifischen Abfallaufkommen etwa der Privathaushalte und damit demographischen Gegebenheiten ab.

6 EE-Potenziale der Planungsregion Vorpommern

Die bisherige Entwicklung der EE-Nutzung und der derzeit in der Region erreichte Stand, d.h. die installierten elektrischen und thermischen Leistungen sowie die jährlich erzeugten Energiemengen, wurden bereits im Endbericht zu den Vorbereitenden Untersuchungen [/1/](#) dargestellt. Dort wurden außerdem Abschätzungen zu den technischen EE-Potenzialen in der Region insgesamt angegeben. Sie wurden dem vom Institut des EUB e.V. erarbeiteten *Landesatlas Erneuerbare Energien M-V 2011* [/2/](#) entnommen bzw. von der Landesebene auf die Planungsregion Vorpommern übertragen.

In der Summe ergab sich für die Planungsregion Vorpommern ein abgeschätztes EE-Potenzial von 41.000 TJ [/1/](#). Dieses Potenzial kann sich in unterschiedlicher Weise auf die Erzeugung von Strom und Wärme aufteilen: Im Gegensatz zu den ausschließlich Strom erzeugenden Energieträgern wie Windenergie und Photovoltaik können andere erneuerbare Energieträger sowohl zur gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme als auch zur reinen Wärmeerzeugung eingesetzt werden. Tab. 3 gibt noch einmal die in den Vorbereitenden Untersuchungen abgeschätzten Potenziale für die Erneuerbaren Energien in der Planungsregion Vorpommern an.

Im Jahr 2012 wurden in der Planungsregion aus Erneuerbaren Energiequellen 8.300 TJ Strom sowie knapp 3.150 TJ Wärme und andere Energieträger erzeugt. Im Ergebnis der Betrachtungen wurde festgestellt, dass das Potenzial der Erneuerbaren Energien somit insbesondere wärmeseitig bislang nur zu einem vergleichsweise geringen Teil ausgeschöpft wird.

Tab. 3: EE-Potenziale in der Planungsregion Vorpommern (Vorabschätzung [/1/](#))

Energieträger	Land	Anteil in %	Region	Einheit
1	2	3	4	5
Windenergie	30.100	34	10.273	TJ
Wasserkraft	50	0	0	TJ
Photovoltaik	9.400	30	2.820	TJ
Tiefengeothermie - Strom				TJ
Biogas	16.600	27	4.400	TJ
Waldholz	3.900	27	1.050	TJ
Energieholz	7.400	28	2.100	TJ
Landschaftspflegeholz	200	25	50	TJ
Getreidestroh	8.100	31	2.500	TJ
Pflanzenöl	7.700	29	2.250	TJ
Solarthermie	20.200	30	6.060	TJ
Oberflächennahe Geothermie	21.600	30	6.480	TJ
Tiefengeothermie	5.400	30	1.620	TJ
Deponie- und Klärgas	1.500	30	450	TJ
Industrierestholz	7.562	2	140	TJ
Altholz	2.838	28	800	TJ
gesamt - Strom	39.550	33	13.093	TJ
gesamt - Wärme	47.200	30	14.160	TJ
gesamt - Strom/Wärme/Andere	142.550	29	40.993	TJ

Verbrauch 2012 (gerundet):

Verbrauch Strom	23.400	27	6.250	TJ
Verbrauch Wärme	50.700	27	13.550	TJ
darunter fossil	41.200	29	11.800	TJ
Verbrauch Andere	61.800	28	17.300	TJ
darunter fossil	57.090	28	15.900	TJ

Im Folgenden werden die einzelnen Potenziale bestimmt bzw. gegenüber vorliegenden Berechnungen – z.B. im *Landesatlas Erneuerbare Energien M-V 2011* [2] – aktualisiert. Kartographische Darstellungen ausgewählter EE-Potenziale in der Planungsregion Vorpommern enthält Anhang 3.

6.1 Windenergie

Das technische Potential der Windenergienutzung in Deutschland wird auf dem Festland mit 83 TWh/a bei ca. 50 GW installierter Gesamtleistung angegeben [13], S.137. Die größten Potentiale liegen dabei in Gebieten mit mittleren Jahreswindgeschwindigkeiten von weniger als 5 m/s.

Für M-V kann sich eine Potenzialabschätzung auf die WEG konzentrieren, da ein Ausbau der Windenergie auf diese begrenzt ist. Wesentliche potenzialbestimmende Parameter bei der Nutzung der Windenergie sind daher die Anlagengröße (installierte Leistung) von WEA, ihr Gesamtwirkungsgrad sowie der Flächenverbrauch je Anlage.

In der Planungsregion Vorpommern sind derzeit 23 WEG mit einer Gesamtfläche von 3.255,25 ha ausgewiesen. Legt man einen spezifischen Flächenbedarf von ca. 3 ha je MW elektrischer Anlagenleistung sowie eine Vollaststundenzahl von 1.700 h/a zugrunde, ergibt sich ein Stromerzeugungspotenzial von ca. 1.824 GWh/a (Einspeisung + Direktvermarktung), Tab. 4. Das Potenzial gilt für den Fall, dass perspektivisch alle WEG in der Planungsregion vollständig mit WEA bebaut sind und dass alle *repowering*-Potenziale ausgeschöpft werden.

Das Potenzial wächst in dem Maße, wie die technische Entwicklung der WEA fortschreitet. Dadurch kann einerseits der Flächenverbrauch je Megawatt installierter WEA-Leistung sinken (d.h. im *repowering* ist eine größere Leistung installierbar [51, 52, 53]) und andererseits die Vollaststundenzahl ansteigen (d.h. die Stromerzeugung je Megawatt zunehmen). Abb. 16 bestätigt die Erwartung, dass sich diese technische Entwicklung auch im Ausbau der Windenergie in Vorpommern widerspiegelt.

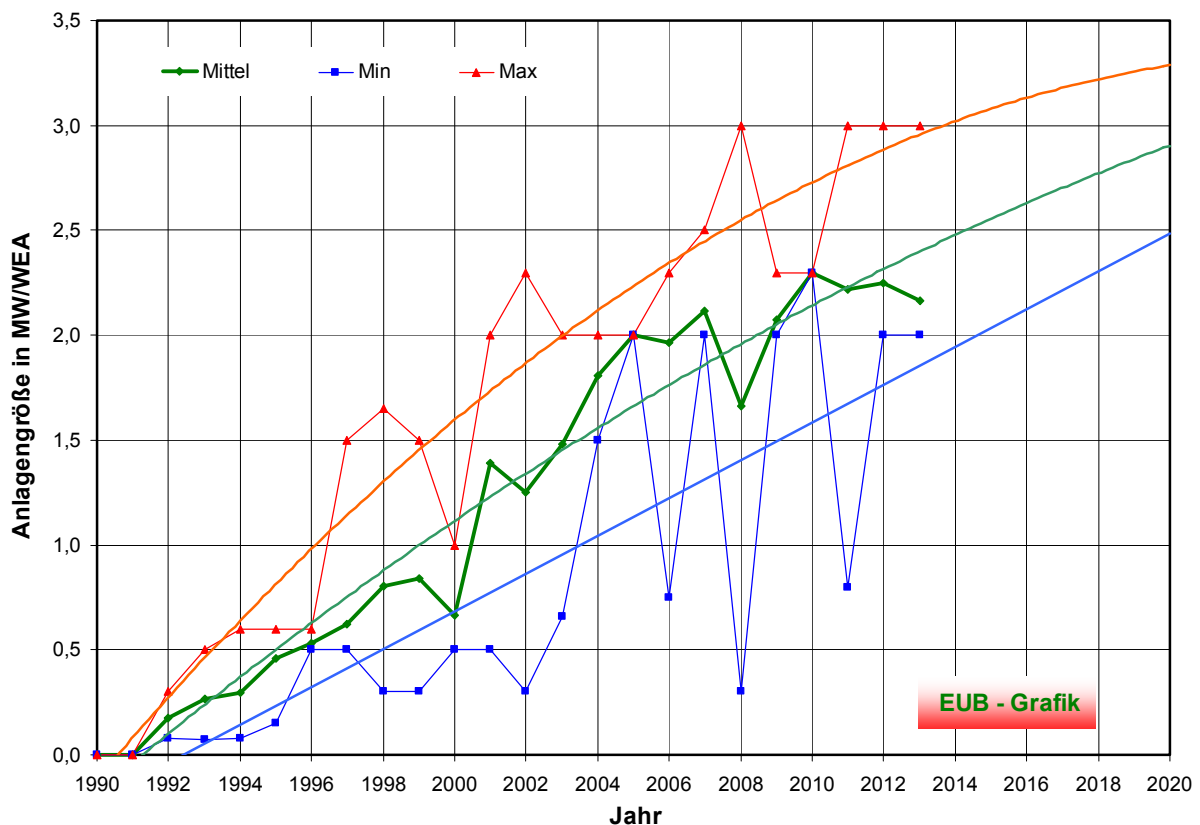


Abb. 16: Entwicklung der WEA-Größe in der Planungsregion Vorpommern

Tab. 4: Windenergiepotenzial in Windeignungsgebieten²⁹

lfd. Nr.	WEG	Gemeinde	Fläche in ha	installierbare Leistung in MW	Stromerzeugungspotenzial in GWh/a
1	Götemitz	Rambin	44	14,5	24,7
2	Trinwillershagen	Trinwillershagen	193	63,6	108,2
3	Düvier	Loitz	30	9,9	16,8
4	RDG Kuhlrade	Marlow	52	17,1	29,1
5	Kloster Wulfshagen	Marlow	103	34,0	57,7
6	Neu Gutendorf/ Carsruhe	Marlow	37	12,2	20,7
7	Neu Kosenow/ Ducherow	Neu Kosenow	242	79,8	135,6
8	Gribow/ Groß Kiesow/ Züssow	Groß Kiesow	177	58,3	99,2
9	Glasow/ Krackow	Glasow	126	41,5	70,6
10	Neetzow/ Liepen	Liepen	100	33,0	56,0
11	Eixen/ Semlow	Eixen	153	50,4	85,7
12	Gremersdorf/ Reкетин	Gremersdorf-Buchholz, Buchholz	165	54,4	92,5
13	Miltzow/ Reinkenhausen	Sundhagen	153	50,4	85,7
14	Miltzow/ Mannhagen	Sundhagen	103	34,0	57,7
15	Tribsees	Tribsees	35	11,5	19,6
16	Leyerhof/ Jessin	Grimmen, Wendisch Baggendorf	189	62,3	105,9
17	Rakow	Süderholz	263	86,7	147,4
18	Dersekow	Dersekow, Süderholz	288	94,9	161,4
19	Weitenhagen/ Hinrichshagen	Hinrichshagen, Weitenhagen	113	37,2	63,3
20	Wusterhusen/ Brünzow	Wusterhusen, Brünzow	222	73,2	124,4
21	Loitz	Loitz	79	26,0	44,3
22	Görmin	Görmin	107	35,3	60,0
23	Karlsburg	Karlsburg, Lühhannsdorf	124	40,9	69,5
24	Völschow	Völschow	129	42,5	72,3
25	Klein Bünzow	Klein Bünzow	74	24,4	41,5
26	Medow/ Postlow	Medow, Postlow	141	46,5	79,0
27	Panschow/ Müggenburg	Neuenkirchen, Sarnow	209	68,9	117,1
28	Groß Luckow/ Blumenhagen	Jatznick, Groß Luckow	254	83,7	142,3
29	Rollwitz	Rollwitz	87	28,7	48,8
30	Bergholz/ Rossow	Bergholz, Rossow	208	68,6	116,6
31	Züsedom	Rollwitz, Fahrenwalde	271	89,3	151,9
32	Nadrensee	Nadrensee	181	59,7	101,4
33	Altefähr	Altefähr	37	12,2	20,7
-	Bestand gesamt		4.689	1.545,6	2.627,6
+ 26	neue WEG (Empfehlung 2. Änderung des RREP)		2.443	805,3	1.369,0
-	gesamt		7.132	2.350,9	3.996,6

²⁹ Die Daten zu den WEG wurden vom AfRL Vorpommern zur Verfügung gestellt.

Dort ist die durchschnittliche Leistung der installierten WEA – ausgehend von 0,2 MW im Jahr 1990 – inzwischen auf 2,5 MW im Jahr 2012 angestiegen. Die größten der in den letzten Jahren (2011 bis 2013) installierten WEA hatten eine Nennleistung von jeweils 7,5 MW.

Die Abschätzung der Potenziale, die sich in der Nutzung der Windenergie durch Kleinwindenergieanlagen (Klein-WEA) ergeben, gestaltet sich dagegen schwierig. Hier soll aus verschiedenen Gründen darauf verzichtet werden. Jedoch gibt Anhang 5 einen kurzen Einblick in die prinzipiellen Nutzungsmöglichkeiten³⁰.

6.2 Photovoltaik und Solarthermie

Das für die Planungsregion Vorpommern ermittelte technische Potenzial basiert zunächst auf einer Dachflächenanalyse im Wohngebäudebereich, Tab. 5, auf einer Analyse des Nichtwohngebäudebestandes, Tab. 6 sowie auf einer Analyse potenzieller Freiflächen, Tab. 7. Die in den Tabellen angegebenen technischen Potenziale beschreiben die solar erzeugbaren Strom- (Module) bzw. Wärmemengen (Kollektoren). Im Wohngebäudebereich basieren die Potenziale auf den aktuellen Wohngebäudebeständen. Insofern verändern sich die Potenziale mit der Veränderung des Bestandes an Wohngebäuden. Bei der Angabe von technischen Potenzialen ist zu beachten, dass diese sich jeweils auf die gleiche Fläche beziehen, d.h. es kann auf einer bestimmten Fläche entweder das Stromerzeugungs- oder das Wärmeerzeugungspotenzial realisiert werden (mit Hybridkollektoren können auch Strom und Wärme simultan erzeugt werden, jedoch mit anderen Wirkungsgraden).

In der Realität stellt sich eine gemischte Erschließung des Potenzials der Photovoltaik und der Solarthermie ein, die durch verschiedene Faktoren bestimmt wird, insbesondere durch die Wirtschaftlichkeit und durch den Energiebedarf des Gebäudes, auf dessen Dach eine betreffende Anlage errichtet werden soll.

Dies gilt in gleicher Weise für die solar nutzbaren Flächenanteile der Dach- und Fassadenflächen von Nichtwohngebäuden und für die Freiflächen.

6.3 Wasserkraft

In Deutschland und auch in M-V hat sich die Nutzung der Wasserkraft im Gegensatz zu anderen erneuerbaren Energiequellen kaum entwickelt. Im Allgemeinen werden keine neuen Standorte erschlossen, sondern bestehende Anlagen modernisiert.

Die durch Wasserkraft erzeugbare Energiemenge (Strom, mechanische Energie) steigt linear mit der Fallhöhe und der Durchflussmenge des Wassers in einem Flussgewässer. Dies verweist auf die Notwendigkeit einer standortbezogenen Betrachtung, die nur in kleinräumiger GIS-basierter Auswertung der entlang eines Fließgewässers bestehenden Gegebenheiten durchführbar ist.

Für die Fließgewässer in der Planungsregion Vorpommern konnte dies hier nicht durchgeführt werden. Auch sind keine Untersuchungen für die Planungsregion bekannt, in welchen als Ergebnis solcher Analysen potenzielle Standorte für die Wasserkraftnutzung ausgewiesen werden. Auch in der für M-V erarbeiteten Netzstudie wird die Wasserkraftnutzung wegen ihrer im Vergleich zu den anderen erneuerbaren Energiequellen untergeordneten Bedeutung (Sonstige EE) faktisch nicht berücksichtigt [/11/](#), [/12/](#).

Ersatzweise wird hier das im *Landesatlas Erneuerbare Energien M-V 2011* [/2/](#) ausgewiesene Potenzial in Höhe von 0,4 GWh bzw. 1,44 TJ übernommen³¹.

³⁰ Für eine auf konkrete Standorte bezogene Abschätzung von Ertragspotenzialen aus Kleinwindenergieanlagen werden methodische Aspekte auch aufgezeigt in: Behl, A.: GIS-gestützte Standort- und Potenzialanalyse für Kleinwindanlagen. In: [/49/](#), S. 367 ff.

³¹ Eine Übersicht über die elektrischen EE-Leistungen, die nach der Netzstudie M-V 2012 [/54/](#) bis 2025 in der Region Vorpommern installiert werden könnten, findet sich im Anhang 5. Diese Übersicht kann zum Vergleich mit den hier ermittelten Potenzialen herangezogen werden.

Tab. 5: Solar nutzbare Dachflächen auf Wohngebäuden

Gebäudegruppe Region	EFH - Einfamilienhäuser						
	Anzahl	Dachfläche in 1.000 m ²	solar nutzbar in 1.000 m ²	Koll.-fläche in 1.000 m ²	Modulfl. in 1.000 m ²	Kollektor- ertrag in GWh	Modul- ertrag in GWh
Stralsund	4.387	496	139	105	105	86	16
Greifswald	3.321	411	116	87	87	73	14
LK VP-Rügen	41.274	4.556	1.282	962	962	792	149
LK VP-Greifswald	43.429	43	43	1.033	1.033	868	163
Vorpommern	84.703	4.599	1.326	1.995	1.995	1.660	311

Gebäudegruppe Region	ZFH - Zweifamilienhäuser						
	Anzahl	Dachfläche in 1.000 m ²	solar nutzbar in 1.000 m ²	Koll.-fläche in 1.000 m ²	Modulfl. in 1.000 m ²	Kollektor- ertrag in GWh	Modul- ertrag in GWh
Stralsund	648	87	24	18	18	15	3
Greifswald	560	80	22	17	17	14	3
LK VP-Rügen	6.909	910	251	189	189	155	29
LK VP-Greifswald	43.432	43	43	197	197	166	31
Vorpommern	50.341	954	295	386	386	321	60

Gebäudegruppe Region	MFH - Mehrfamilienhäuser						
	Anzahl	Dachfläche in 1.000 m ²	solar nutzbar in 1.000 m ²	Koll.-fläche in 1.000 m ²	Modulfl. in 1.000 m ²	Kollektor- ertrag in GWh	Modul- ertrag in GWh
Stralsund	2.906	733	303	228	228	188	35
Greifswald	2.814	678	280	210	210	177	33
LK VP-Rügen	10.081	1.871	774	581	581	478	90
LK VP-Greifswald	43.435	43	43	600	600	504	94
Vorpommern	53.516	1.914	818	1.180	1.180	982	184

Gebäudegruppe Region	gesamt - alle Wohngebäude						
	Anzahl	Dachfläche in 1.000 m ²	solar nutzbar in 1.000 m ²	Koll.-fläche in 1.000 m ²	Modulfl. in 1.000 m ²	Kollektor- ertrag in GWh	Modul- ertrag in GWh
Stralsund	7.941	1.316	467	350	350	288	54
Greifswald	6.695	467	418	314	314	263	49
LK VP-Rügen	58.264	885	2.308	1.731	1.731	1.426	267
LK VP-Greifswald	43.438	43	130	1.830	1.830	1.537	288
Vorpommern	101.702	928	2.438	3.561	3.561	2.963	556

Tab. 6: Solar nutzbare Flächen an Nichtwohngebäuden

Gebäudegruppe Region	Nichtwohngebäude					
	Anzahl	solar nutzbr. Dachfläche in 1.000 m ²	Koll.-fläche in 1.000 m ²	Modulfl. in 1.000 m ²	Kollektor- ertrag in GWh	Modul- ertrag in GWh
Stralsund	4.160	81	61	61	50	9
Greifswald	3.321	411	234	234	197	37
LK VP-Rügen	48.334	938	704	704	580	109
LK VP-Greifswald	83.025	1.612	1.209	1.209	1.015	190
Vorpommern	138.840	3.042	2.207	2.207	1.842	345

Gebäudegruppe Region	Nichtwohngebäude					
	Anzahl	solar nutzbr. Fassadenfläche in 1.000 m ²	Koll.-fläche in 1.000 m ²	Modulfl. in 1.000 m ²	Kollektor- ertrag in GWh	Modul- ertrag in GWh
Stralsund	4.160	32	24	24	20	4
Greifswald	3.321	80	92	92	77	14
LK VP-Rügen	48.334	368	276	276	227	43
LK VP-Greifswald	83.025	632	474	474	398	75
Vorpommern	138.840	1.112	750	750	626	117

Tab. 7: Solar nutzbare Freiflächen

Gebäudegruppe Region	Freiflächen					
	Fläche in ha	solar nutzbr. Fläche in 1.000 m ²	Koll.-fläche in 1.000 m ²	Modulfl. in 1.000 m ²	Kollektor- ertrag in GWh	Modul- ertrag in GWh
Stralsund	128	13	10	10	8	1
Greifswald	108	11	8	8	7	1
LK VP-Rügen	5.867	587	440	440	363	68
LK VP-Greifswald	3.949	395	296	296	249	47
Vorpommern	10.052	1.005	754	754	626	117

6.4 Tiefe und oberflächennahe Geothermie

Wie im Abschnitt 5.4 begründet, lassen sich die (tiefen-)geothermischen Potenziale auf regionaler Ebene nicht in einer den anderen erneuerbaren Energiequellen vergleichbaren Weise bestimmen. Deshalb soll ersatzweise auf die Darstellung zur Planungsregion Vorpommern im *Landesatlas Erneuerbare Energien M-V 2011* [2] verwiesen werden.

Auch das technische Potenzial für die Nutzung der oberflächennahen Geothermie (Erdwärme) durch Wärmepumpen u.ä. lässt sich anhand des aktuellen und zukünftigen Gebäudebestandes von Wohn- und Nichtwohngebäuden nur abschätzen. Dies begründet sich u.a. dadurch, dass neben Erdreich-

Wärmepumpen mit einem Flächenverbrauch für die horizontal zu verlegenden Erdkollektoren³² von 150 bis 300 m² je EZFH (technologieabhängig ggf. auch deutlich weniger, z.B. bei Erdbohrpfählen – welche allerdings wiederum zur Regeneration im Sommer bestimmte Mindestabstände benötigen) auch Luft-Wärmepumpen eingesetzt werden können, die faktisch keine Fläche verbrauchen.

Betrachtet man stellvertretend für das breite Spektrum technologischer Varianten eine Erdreich-Wärmepumpe mit Erdkollektor, kann man einen bestimmten Anteil der Gebäude- und Freifläche in jeder Gemeinde als potenzielle Kollektorfläche für die Erdkollektoren dieser Wärmepumpen betrachten (im *Landesatlas Erneuerbare Energien M-V 2011* /2/ waren dies ca. 10 Prozent). Geht man von einem Anteil von 1,0 Prozent aus, würde die betreffende Fläche in der Planungsregion Vorpommern knapp 6 Mill. m² (600 ha) umfassen. Bei einem spezifischen Flächenbedarf für den Erdkollektor von (großzügig bemessenen) 500 m² je EZFH können knapp 12.000 EZFH mit dieser Beheizungsart versehen werden. Das sind etwas mehr als 10 Prozent des derzeitigen Bestands an EFH und ZFH (knapp 100.000 Gebäude). Die Erschließung dieses Potenzials würde voraussetzen, dass durchschnittlich in jeder Gemeinde ein betreffender Anteil von den dort vorhandenen Gebäuden bzw. Grundstücken bestimmbar ist, bei welchen die standörtlichen Gegebenheiten die (Nach-)Verlegung eines Erdreich-Kollektors – oder die Installation einer ähnlichen Technologie wie z.B. eine Luftwärmepumpe – erlauben.

Bei einer gewinnbaren spezifischen Wärmeenergiemenge³³ von 32 kWh/m²a /2/ würde sich das technische Potenzial auf knapp 190 GWh/a belaufen. Je Gebäude stünde damit eine Energiemenge von etwas mehr als 16.000 kWh/a zur Verfügung – eine z.B. für EFH durchaus typische Verbrauchsgröße für die Wärmeversorgung (Raumwärme und Warmwasser).

6.5 Biogene Energieträger

Die biogenen Energieträger stellen in der Planungsregion Vorpommern mit ihrem großen Flächenanteil ländlicher Räume und mit der dort ausgeprägten landwirtschaftlichen Wirtschaftsstruktur eine bedeutsame Option zur erneuerbaren Energiegewinnung dar. Entsprechend wurden die Potenziale für ein breites Spektrum dieser Energieträger abgeschätzt bzw. aus bereits vorliegenden Berechnungen aktualisiert³⁴. Die Potenziale errechnen sich insbesondere aus der regional verfügbaren Ackerfläche und aus dem prozentualen Anteil dieser Ackerfläche, der für die Erzeugung von biogenen Energieträgern eingesetzt werden kann.

Ein wesentlicher Vorteil dieser Energieträger ist ihre vergleichsweise breite Verwendbarkeit. Insbesondere können sie nicht nur zur getrennten und zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden, sondern auch zur Konversion in andere, insbesondere in speicherfähige Primär- und Sekundärenergieträger (z.B. bei *power to gas* oder *power to heat*). Aufgrund dieser Vielfalt an Verwendungsmöglichkeiten werden die technischen Potenziale in Tab. 8 auf der Bereitstellungsebene angegeben, d.h. vor einer Umwandlung z.B. in Strom und/oder Wärme (d.h., vor Berücksich-

³² Hierbei legt man in einer Tiefe von etwa 1,2 bis 1,5 m unter der Erdoberfläche Rohre flächig aus und entzieht so dem Erdreich Innere Energie während der Heizperiode. Als Richtwert gilt hier, dass die aktivierte Erdkollektorfläche etwa die 1,5 bis 2-fache Größe der zu beheizenden Gebäudenutzfläche aufweisen muss /63/, S.451.

³³ Je nach Bodenbeschaffenheit und Jahresbetriebsstunden schwanken die entziehbaren maximalen Wärmeleistungen zwischen 8 und 40W/m². Aus einem Quadratmeter Erdreich lassen sich somit während der Heizperiode bis zu etwa 360 MJ Wärme gewinnen. Die für die Beheizung eines Gebäudes benötigte Erdkollektorfläche ergibt sich somit aus dessen Heizlast und aus der Bodenbeschaffenheit am Gebäudestandort /64/, S.640 ff.

³⁴ Die Weiternutzung von für Vorpommern bereits vorliegenden Biomasse-Potenzialabschätzungen wird auch durch die Stabilität der dort bestehenden Agrarstrukturen gestützt – vgl. dazu z.B. die Pressemitteilung des Statistischen Amtes M-V „Agrarstrukturen im Nordosten bleiben stabil“ vom 21. Januar 2014, verfügbar unter http://www.statistik-mv.de/cms2/STAM_prod/STAM/de/start/index.jsp (zuletzt aufgerufen am 26. Februar 2014).

tigung der dafür anzusetzenden Wirkungsgrade). Die betreffenden Potenziale werden den drei Hauptgruppen Biogas, feste Biomasse sowie flüssige Biomasse (Biokraftstoffe) zugeordnet.

Während die Potenziale für alle in Tab. 8 genannten biogenen Energieträger jeweils für alle Gemeinden der Planungsregion ermittelt wurden, war dies hier für Biomasse aus Paludikulturen nicht in gleicher Weise durchführbar (weil dafür Daten zu den Moorflächen vorliegen müssen³⁵, die in den Gemeinden vorhandenen sind – sofern diese über solche Flächen verfügen). Die Abschätzung dieses Potenzials wurde daher für die Planungsregion Vorpommern insgesamt vorgenommen und ist in Anhang 3 beschrieben.

Tab. 8: Potenziale der biogenen Energieträger

Gruppe	Energieträger	LK VP-Rügen in TJ/a	darunter Stralsund in TJ/a	LK VP-Greifswald in TJ/a	darunter Greifswald in TJ/a	Planungsregion Vorpommern in TJ/a
Biogas aus ...	Tier. Exkrememente	390	5	570	5	965
	Silomais I	2.550	30	2.620	10	5.200
	Silomais II	3.820	40	3.920	10	7.780
	Silomais III	5.090	50	5.230	10	10.370
	Grünlandschnitt	170	5	250	5	425
	GaLaRestst.	5	1	5	1	11
	GPS	20	0	100	0	120
Biomasse	Waldholz	220	1	320	1	541
	Waldrestholz	260	1	370	2	631
	Energieholz	980	10	1.010	5	2.000
	GaLaHolz	20	2	30	2	52
	Getreidestroh	3.280	40	2.890	10	6.210
	NMB *)	1.100	k.A.	2.200	k.A.	3.300
Biokraftstoffe	Pflanzenöl	1.250	10	1.040	5	2.300

*) NMB - Niedermoorbiomasse aus Paludikultur

Silomais I, II und III: Nutzung von 10, 15 bzw. 20 Prozent der Ackerfläche der Planungsregion für die Erzeugung von Silomais als Inputstoff für Biogasanlagen

Da insbesondere die Wirtschaftlichkeit der Erzeugung von Silomais mit anderen landwirtschaftlichen Produkten konkurrieren kann, ist es in der Vergangenheit in einigen Gebieten zu einer deutlichen Ausweitung der Anbaufläche für Silomais gekommen. Wurden im *Landesatlas Erneuerbare Energien M-V 2011 /2/* noch 3 bis 5 Prozent als möglich betrachtet, sind diese Werte inzwischen überschritten. Um dieser Unsicherheit Rechnung zu tragen, wurden in drei Szenarien 10, 15 bzw. 20 Prozent der regionalen Ackerfläche für die Silomaiserzeugung angerechnet.

³⁵ Allerdings liegen solche Daten an der Universität Greifswald im VIP-Projekt vor (abgeschlossen am 31. Dezember 2013, vgl. Anhang 3), wo auch Potenzialuntersuchungen durchgeführt wurden. Die dort erzielten Ergebnisse sollten ggf. angefragt werden, um sie in weiterführenden Untersuchungen zu nutzen, z.B. für eine vertiefende Potenzialdarstellung von Biomasse aus Paludikulturen im REK Vorpommern.

Wie Tab. 8 zeigt, sind die Potenziale der beiden größten Städte in der Planungsregion verschwindend klein im Vergleich zu den Potenzialen in den Landkreisen. Dies bedeutet z.B., dass in einem auf die vorrangige Nutzung erneuerbarer Energien angelegten regionalen Energiekonzept Lösungen gefunden werden müssen, in welchen die den größeren Städten umliegenden Gemeinden zu deren Energieversorgung beitragen können (z.B. durch die Bildung von energetischen Stadt-Umland-Allianzen).

6.6 Weitere Energieträger

Als weitere Energieträger sind in Abschnitt 5.6 das Deponiegas und das Klärgas sowie andere Reststoffe wie das Altholz und das Hausmüllaufkommen betrachtet worden. Wie dort begründet, ist die Bedeutung dieser Energieträger vergleichsweise gering und zudem in ihrer Zukunft ungewiss. Aus diesen Gründen soll hier auf eine (Neu-)Abschätzung der Potenziale der Planungsregion Vorpommern verzichtet und stattdessen – nicht zuletzt auch aufgrund der unveränderten Gültigkeit der dort verwendeten Datenbasis – auf die bereits vorgenommene Abschätzung im *Landesatlas Erneuerbare Energien M-V 2011* /2/ verwiesen werden.

6.7 Zusammenfassung der Potenziale

Die in den vorhergehenden Abschnitten beschriebenen Einzelpotenziale sind in Tab. 9 zusammengefasst dargestellt. Dazu wurden die unter Biogas ausgewiesenen Potenziale wegen ihrer unterschiedlichen Verwendbarkeit (Strom und/oder Wärme oder Speichergas) nur in den Summenzeilen „Summe - Strom / Wärme / Andere“ sowie „Summe – alle“ berücksichtigt (nicht aber in den Summenzeilen „Strom“ und „Wärme“). Im Fall von Silomais wurden in den Potenzialsommen jeweils die für Silomais III ausgewiesenen Potenziale berücksichtigt.

Diese Potenziale können mit dem in den vorbereitenden Untersuchungen /1/ ermittelten regionalen Energieverbrauch verglichen werden. Dadurch kann eingeschätzt werden, in welchem Umfang der regionale Energieverbrauch (rechnerisch) durch die verfügbaren erneuerbaren Energien gedeckt werden kann.

Dort wurde ein Stromverbrauch von ca. 6.200 TJ, ein Wärmeverbrauch ca. 16.000 TJ sowie ein Kraftstoffverbrauch von knapp 14.000 TJ ermittelt. Der gesamte Energieverbrauch der Planungsregion ist mit 37.100 TJ angegeben worden (VP-Rügen: 17.770 TJ, VP-Greifswald: 19.330 TJ).

Als eine wesentliche Schlussfolgerung ergibt sich, dass bei geeigneter Nutzung der vorhandenen erneuerbaren Energiepotenziale eine vollständige (rechnerische) Eigenversorgung der Planungsregion möglich ist: Die EE-Potenziale übersteigen in der Planungsregion insgesamt ebenso wie in den beiden Teilregionen (Landkreisen) den Energiebedarf deutlich, der dort heute besteht und der – zumindest in der absehbaren Zukunft – auch keine größeren Veränderungen erwarten lässt.

Insgesamt bieten sowohl die Potenziale als auch die bisherige Entwicklung der Erneuerbaren Energien in der Planungsregion Vorpommern (vgl. dazu den folgenden Abschnitt 7) die Aussicht, zuerst im Strombereich zeitnah eine stabile (rechnerische) Eigenversorgung zu erreichen. Im Wärmebereich ist die Erreichung dieses Zustandes dagegen deutlich anspruchsvoller und seine Erreichung zeitlich weiter entfernt.

Entsprechend sollte die Erreichung der Eigenversorgung sowohl im Strom- als auch im Wärmebereich als jeweils eigenständiges Ziel in das Energiekonzept einfließen. Ein drittes Ziel könnte die Substitution fossiler Energieträger im Verkehrsbereich sein, d.h. insbesondere die Ablösung der dort eingesetzten Kraftstoffmengen (Diesel- und Vergaserkraftstoff).

Aber anders als bei den ersten beiden Zielen (Strom und Wärme), bei welchen die Anstrengungen innerhalb der Planungsregion die Zielerreichung wesentlich bestimmen, wird dieses dritte Ziel vor-

aussichtlich nur in zeitlicher Übereinstimmung mit vergleichbaren Entwicklungen auf überregionalen Ebenen zu erreichen sein.

Tab. 9: EE-Potenziale in der Planungsregion Vorpommern (gerundet)

Energieträger		Vorpommern-Rügen in TJ/a	Vorpommern-Greifswald in TJ/a	Planungsregion Vorpommern in TJ/a
Windenergie	Strom	3.400	6.100	9.500
Wasserkraft	Strom	1,00	1,00	2
Photovoltaik	Strom	1.800	2.200	4.000
Geothermie	Strom	0	0	0
Biogas	Rindergülle	350	530	880
	Schweinegülle	40	40	80
	Silomais I	2.500	2.600	5.100
	Silomais II	3.800	3.900	7.700
	Silomais III	5.100	5.200	10.300
	Grünlandschnitt-Biogas	200	200	400
	GaLaRe-Biogas	5	5	10
	GPS-Biogas	20	100	120
Biomasse	Waldholz	200	300	500
	Waldrestholz	300	400	700
	Energieholz	1.000	1.000	2.000
	Gala-Holz	20	30	50
	Getreidestroh	3.300	2.900	6.200
	NMB aus Paludikultur	1.100	2.200	3.300
Bio-Krste	Pflanzenöl	1.200	1.000	2.200
Solarthermie	Wärme	9.300	11.700	21.000
Erdwärme	Wärme	300	400	700
Geothermie	Wärme	0	0	0
Summe - Strom		5.201	8.301	13.502
Summe - Wärme		9.600	12.100	21.700
Summe - Strom / Wärme / Andere		12.835	13.905	26.740
Summe - alle		27.636	34.306	61.942

In den Summenzeilen sind die für Silomais III ausgewiesenen Potenziale berücksichtigt.

7 Stand der Nutzung Erneuerbarer Energien in der Planungsregion Vorpommern

7.1 Windenergie

Aktuell (mit Stand November 2013) sind in der Planungsregion WEG in einem Umfang von 4.689 ha ausgewiesen (VP-Rügen: 1.527 ha, VP-Greifswald: 2.953 ha, die Kreisgrenzen überschreitend: 209 ha). Weitere 26 WEG mit 2443 ha sind in der 2. Änderung des RREP empfohlen.

Auf diesen Flächen sowie außerhalb von WEG sind derzeit insgesamt 408 WEA installiert³⁶ (VP-Rügen: 161 WEA mit 224,82 MW, davon 8 WEA außerhalb; VP-Greifswald: 228 WEA mit 317,06 MW, davon 17 WEA außerhalb; die Kreisgrenzen überschreitend: 19 WEA mit 30 MW, alle innerhalb des betreffenden WEG - Panschow/Müggenburg).

7.2 Solarenergie

Für die Nutzung der Solarenergie zur Stromerzeugung existieren in der Planungsregion Vorpommern (Stand 31.12.2012) insgesamt knapp 3.500 Anlagen (VP-Rügen: 1.640 PVA, VP-Greifswald: 1.827 PVA). Diese Anlagen wiesen eine Gesamtleistung von knapp 300 MW auf (VP-Rügen: 95 MW, VP-Greifswald: 205 MW). Die Stromerzeugung belief sich 2012 auf insgesamt 144 GWh (VP-Rügen: 64 GWh, VP-Greifswald: 80 GWh). Abb. 17 zeigt die regionale Verteilung des Bestandes an PV-Anlagen in den Gemeinden am 31.12.2012.

Für die Nutzung der Solarenergie zur Wärmeversorgung liegen keine in vergleichbarer Weise auswertbaren Daten vor. Allerdings können der Anlagenbestand und die bereitgestellte Energiemenge abgeschätzt werden. Dazu wurden die in der GWZ 1995 erhobenen Daten zum Wohn- und Nichtwohngebäudebestand nach Beheizungsart erfasst und bis 2012 anhand der Neubaustatistiken (Baufertigstellungen) fortgeschrieben. Dabei wurde unterschieden, ob die solarthermische Anlage der primären Beheizung dient oder ob sie zur Unterstützung der Heizung bzw. Warmwasserbereitung eingebaut wurde. Im Ergebnis ist die bisherige Entwicklung der solarthermischen Wärmeversorgung in der Planungsregion in Abb. 18 dargestellt. Nach den Abschätzungen wurden 2012 in der Planungsregion insgesamt ca. 18 TJ an Solarwärme durch Kollektoren auf Wohn- und Nichtwohngebäuden gewonnen, davon etwa 12 TJ im Landkreis Vorpommern-Rügen und etwa 6 TJ im Landkreis Vorpommern-Greifswald.

7.3 Wasserkraft

Eine Nutzung der Wasserkraft erfolgt in der Planungsregion bislang nicht.

7.4 Geothermie

Bislang wird die tiefe Geothermie in der Planungsregion weder zur Stromerzeugung noch zur Wärmeversorgung genutzt.

Allerdings lässt sich die Entwicklung der Nutzung der oberflächennahen Geothermie (Erdwärme) zumindest für den Wohn- und Nichtwohngebäudebestand der Planungsregion abschätzen. Dazu wird in der gleichen Weise wie bei der Solarthermie auf die amtliche Statistik des Gebäudebestandes und der Baufertigstellungen nach Beheizungsarten zurückgegriffen. Die Ergebnisse der Abschätzung zeigt Abb. 19 wiederum in Form der bisherigen Entwicklung der jährlichen Wärmebereitstellung durch Wärmepumpen. Nach den Abschätzungen wurden 2012 in der Planungsregion insgesamt knapp 10 TJ an Erdwärme durch Wärmepumpen gewonnen, die sich etwa gleich auf die beiden Landkreise verteilen. Dabei ist näherungsweise von den in Tab. 10 genannten Gebäudezahlen auszugehen.

³⁶ Nach Angaben des EEG-Portals von 50 Hertz waren dagegen am 31.12.2012 installiert: VP-Rügen: 302 WEA mit einer Gesamtleistung von 322,671 MW, VP-Greifswald: 332 WEA mit einer Gesamtleistung von 448,48 MW.

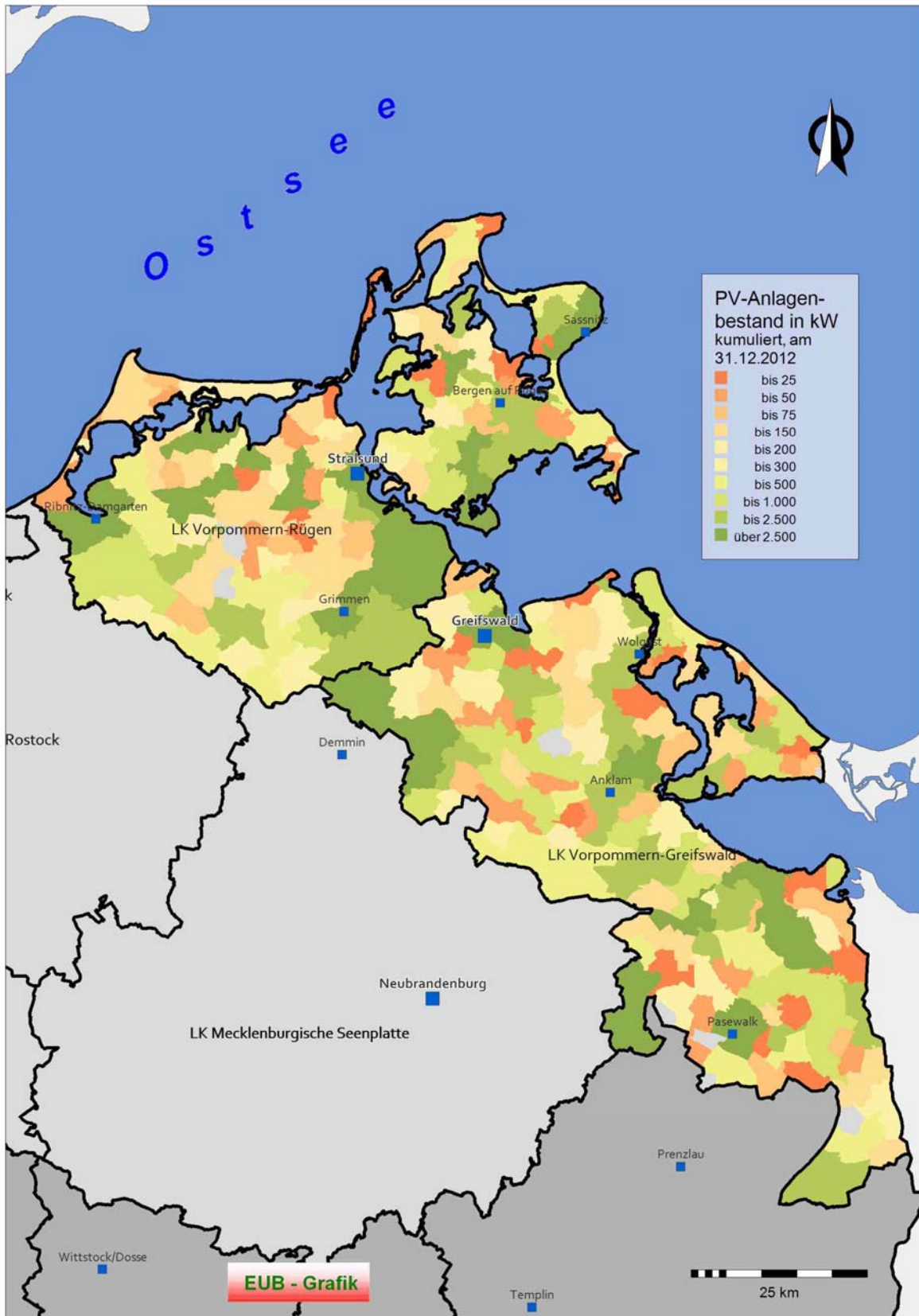


Abb. 17: Bestand an PV-Anlagen am 31.12.2012

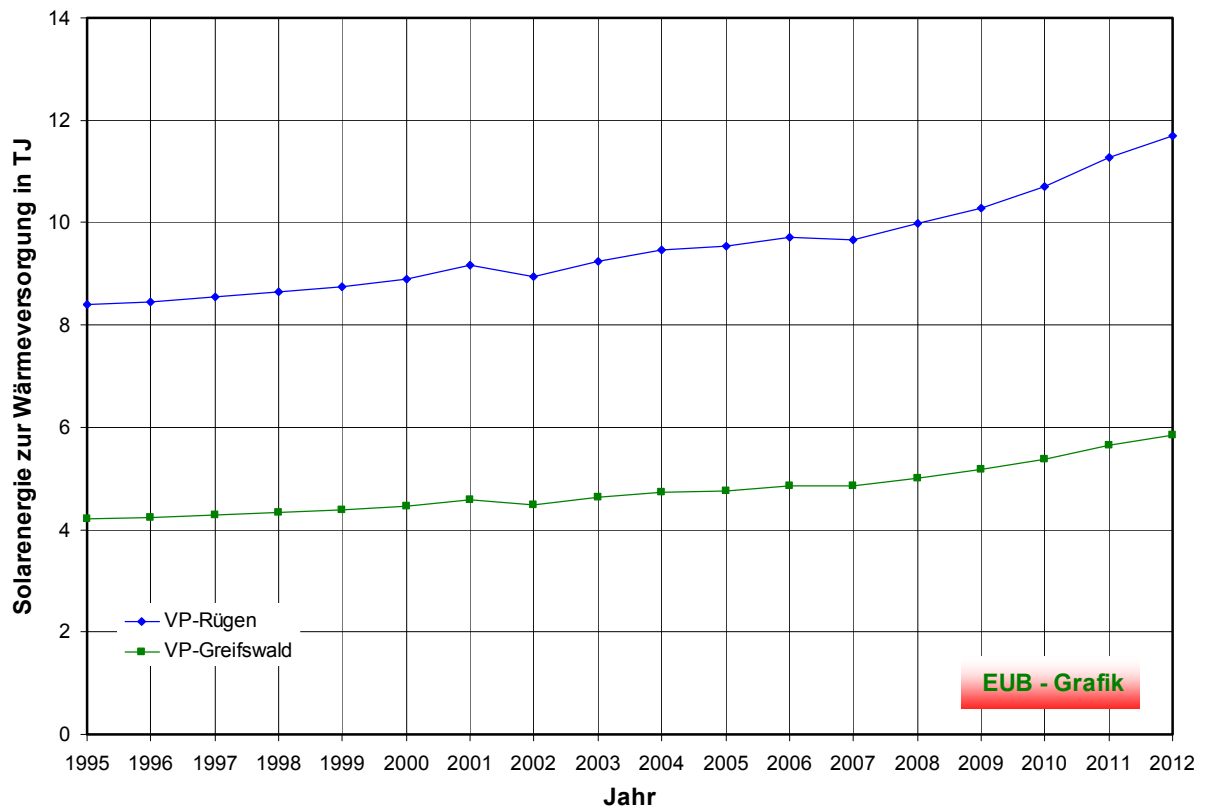


Abb. 18: Entwicklung der Solarthermie in Wohn- und Nichtwohngebäuden

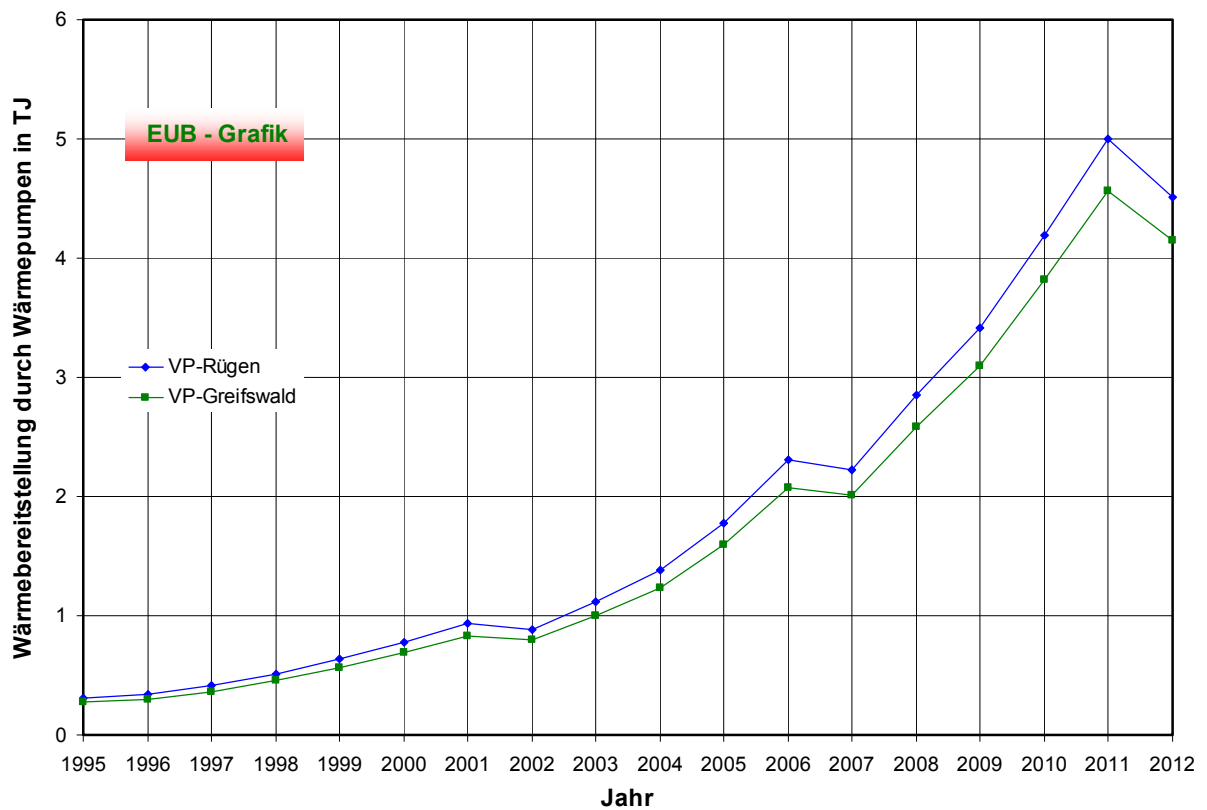


Abb. 19: Entwicklung der Nutzung von Erdwärme in Wohn- und Nichtwohngebäuden

Tab. 10: Entwicklung des mit Wärmepumpen beheizten Gebäudebestands (Abschätzung)

Jahr	EFH			ZFH			MFH			Wohn- gebäude ins- gesamt	NWG	Gebäude ins- gesamt
	Bestand	davon mit WP be- heizt	Anteil in %	Bestand	davon mit WP be- heizt	Anteil in %	Bestand	davon mit WP be- heizt	Anteil in %			
1995	62.771	20	0,03	11.060	0	0,00	18.227	0	0,00	29.307	0	29.307
1996	63.919	20	0,03	11.280	0	0,00	18.397	0	0,00	29.697	0	29.697
1997	65.526	40	0,06	11.540	0	0,00	18.647	0	0,00	30.227	0	30.227
1998	67.311	40	0,06	11.767	0	0,00	18.900	0	0,00	30.707	0	30.707
1999	69.305	60	0,09	11.979	0	0,00	19.138	0	0,00	31.177	0	31.177
2000	70.892	70	0,10	12.126	0	0,00	19.316	0	0,00	31.512	0	31.512
2001	72.257	80	0,11	12.287	0	0,00	19.476	0	0,00	31.843	0	31.843
2002	73.566	110	0,15	12.462	0	0,00	19.608	0	0,00	32.180	0	32.180
2003	74.649	140	0,19	12.636	20	0,16	19.709	0	0,00	32.505	0	32.505
2004	75.896	170	0,22	12.797	20	0,16	19.812	0	0,00	32.799	0	32.799
2005	76.915	210	0,27	12.929	20	0,15	19.901	0	0,00	33.060	0	33.060
2006	77.813	270	0,35	13.062	20	0,15	19.997	0	0,00	33.350	0	33.350
2007	78.498	340	0,43	13.154	20	0,15	20.079	0	0,00	33.594	0	33.594
2008	79.235	420	0,53	13.228	30	0,23	20.170	0	0,00	33.849	0	33.849
2009	80.096	510	0,64	13.309	40	0,30	20.226	0	0,00	34.086	20	34.106
2010	80.397	610	0,76	13.392	40	0,30	20.305	10	0,05	34.358	20	34.378
2011	81.068	710	0,88	13.489	60	0,44	20.395	20	0,10	34.675	20	34.695
2012	84.703	780	0,92	14.010	60	0,43	20.883	20	0,10	35.754	20	35.774

7.5 Biomasse

In /65/ werden die in der Planungsregion in Betrieb befindlichen Biogas-, Biomasse-, sowie Biokraftstoffanlagen aufgelistet³⁷. Danach sind folgende Biomasseanlagen zur Erzeugung von Wärme aus fester Biomasse im Betrieb:

Landkreis Vorpommern-Rügen:

Bad Sülze (HKF GmbH & Co. KG) 2,000 MW thermische Leistung, 2,440 MW FWL

Landkreis Vorpommern-Greifswald:

Eggesin (Eigentumsbetrieb Wohnungswirtschaft) 0,900 MW thermische Leistung, 1,500 MW FWL

Loitz (PAGHOLZ Formteile GmbH) 1,100 MW thermische Leistung, 1,640 MW FWL

Spantekow (Denbina Gutsbetriebs GmbH & Co. KG) 0,745 MW FWL (Stroh)

Im Weiteren sind folgende Anlagen zur Biokraftstoffherstellung (mit ihren Produktionskapazitäten) verzeichnet:

Landkreis Vorpommern-Rügen:

Trinwillershagen (Bioenergie Langenhanshagen GmbH) 1104,00 t/a Pflanzenöl

Rambin (Rügener Getreide- und Dienstleistungs-GmbH) 1,38 t/a Pflanzenöl

Grimmen (Nehlsen GmbH & Co. KG) 33000,00 t/a Biodiesel

³⁷ Durch Gesetzesänderung und durch die damit verbundene notwendige Neuordnung der Anlagen ist die derzeitige Aktualisierung dieser Auflistung noch nicht abgeschlossen.

Landkreis Vorpommern-Greifswald:

Anklam (Ölmühle Anklam GmbH & Co. KG) 22500,00 t/a Pflanzenöl

Wolgast (Ölmühle Wolgast GmbH & Co. KG) 24.000,00 t/a Pflanzenöl

Anklam (Anklam Bioethanol GmbH) 70080,00 t/a Bioethanol

Lubmin (Premicon Biodiesel GmbH & Co. Lubmin KG) 63000,00 t/a Biodiesel

Insgesamt sind folgende Anzahlen von Biogasanlagen verzeichnet:

Landkreis Vorpommern-Rügen:

30 Biogasanlagen

Landkreis Vorpommern-Greifswald:

24 Biogasanlagen

In der Planungsregion gibt es nach diesem Verzeichnis bislang keine Biogaseinspeisungsanlagen.

7.6 Weitere Energieträger

In der Planungsregion gibt es mehrere Energieanlagen, welche Deponiegas bzw. Klärgas für die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme nutzen und den Strom ggf. auch einspeisen (EEG-Vergütung):

Landkreis Vorpommern-Rügen:

Stralsund (Klärgas, Bauhofstraße) – 330 kW (elektrisch) – Stromerzeugung 2012: 12,5 MWh

Kramerhof (Prohner Straße) – 763 kW (elektrisch) – Stromerzeugung 2012: 740 MWh

Semlow (Deponiegas, OT Camitz) – 75 kW (elektrisch)

Landkreis Vorpommern-Greifswald:

Greifswald (Klärgas, Th.-Müntzer-Straße) – 330 kW (elektrisch) – Stromerzeugung 2012: 40 MWh

Greifswald (Klärgas, Salinenstraße) – 109 kW (elektrisch) – Stromerzeugung 2012: 400 MWh

Spantekow (Deponiegas, Dennin) – 311 kW (elektrisch) – Stromerzeugung 2012: 575 MWh

7.7 Ausschöpfung der vorhandenen Potenziale

Aus den Energielieferungen der in den vorhergehenden Abschnitten genannten Energieanlagen kann die derzeitige Ausschöpfung der ermittelten Potenziale ermittelt werden. Diese ist in Tab. 11 zusammengestellt.

Ersichtlich ist, dass in der Planungsregion bislang nur die Potenziale zur erneuerbaren Stromerzeugung in größerem Umfang – zu ca. 30 Prozent – ausgeschöpft werden. Auch ein nennenswerter Teil der Biogaspotenziale befindet sich bereits in Nutzung. Gleichwohl bestehen in beiden Potenzialgruppen erhebliche Ausbaumöglichkeiten. Im Wärmebereich findet dagegen eine Nutzung der vorhandenen Potenziale bislang nicht statt. Tab. 11 zeigt somit vielfältige Möglichkeiten für die Entwicklung von konzeptionellen Ansätzen und Maßnahmen für die Entwicklung der regionalen Energieversorgung und für den Ausbau der erneuerbaren Energien auf.

Tab. 11: Stand der Nutzung der EE-Potenziale in der Planungsregion Vorpommern

Energieträger		Potenziale			Potenzialausschöpfung 2012 in %			Energieerzeugung 2012		
		VP-Rügen in TJ/a	VP-Greifswald in TJ/a	Vorpommern in TJ/a	VP-Rügen in TJ/a	VP-Greifswald in TJ/a	Vorpommern in TJ/a	VP-Rügen in TJ/a	VP-Greifswald in TJ/a	Vorpommern in TJ/a
Windenergie (am 14.11.2013)	Strom	3.400	6.100	9.500	43,2	33,3	36,8	1.468	2.032	3.500
Wasserkraft	Strom	0,72	0,72	1,44	0,0	0,0	0,0	0	0	0
Photovoltaik	Strom	1.800	2.200	3.900	10,8	19,1	15,8	195	419	614
Geothermie	Strom	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0	0	0
Biogas	Rindergülle	350	530	900	23,0	45,3	34,5	1.316	2.750	4.067
	Schweinegülle	40	40	100						
	Silomais I	2.500	2.600	5.200						
	Silomais II	3.800	3.900	7.700						
	Silomais III	5.100	5.200	10.300						
	Grünlandschnitt	200	200	400						
	GaLaRe-Biogas	5	4	0						
	GPS-Biogas	20	100	100						
Biomasse	Waldholz	200	300	500	0,4	0,6	0,5	26	42	68
	Waldrestholz	300	400	600						
	Energieholz	1.000	1.000	2.000						
	Gala-Holz	20	30	0						
	Getreidestroh	3.300	2.900	6.200						
	NMB aus Paludikult.	1.100	2.200	3.300						
Bio-Krste	Pflanzenöl	1.200	1.000	2.300	0,5	0,6	0,5	6	6	12
Solarthermie	Wärme	9.300	11.700	21.000	0,1	0,1	0,1	12	6	18
Erdwärme	Wärme	300	400	700	1,5	1,0	1,2	5	4	9
Geothermie	Wärme	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0	0	0
Summe - nur Strom		5.201	8.301	13.401	32,0	29,5	30,7	1.663	2.452	4.114
Summe - nur Wärme		9.600	12.100	21.700	0,2	0,1	0,1	16	10	26
Summe - Strom / Wärme / Andere		12.835	13.904	26.700	10,5	20,1	15,5	1.349	2.798	4.147
Summe - alle		33.935	40.805	74.701	8,9	12,9	11,1	3.028	5.260	8.288

Abb. 8 aus dem Abschnitt 2.7 wieder aufgreifend, lassen sich nun die aktuellen Nutzungsgrade für die Potenziale angeben, Abb. 20. Zusammen mit den in den Tabellen zusammengestellten Ergebnissen lassen sich die am Ende des Abschnittes 6 bereits vorgeschlagenen gestaffelten Zielstellungen zur Erreichung einer rechnerischen Eigenversorgung zunächst im Strom-, sodann im Wärme- und schließlich auch im Mobilitätsbereich durch strategische Ansätze ergänzen.

Im Vordergrund der weiteren Entwicklung muß eine Reduzierung des Energieverbrauchs durch eine weitere Erhöhung der Energieeffizienz in der Planungsregion stehen. Neben den damit verbundenen Vorteilen etwa für Arbeitsplätze, Wertschöpfung und Klimaschutz verringern sich dadurch z.B. auch die regionalen, lokalen und standörtlichen Energiebedarfsdichten. Dadurch würden sich die Rahmenbedingungen für die Nutzung erneuerbarer Energiequellen tendenziell verbessern (ein häufig zugunsten fossiler Energieträger vorgetragenes Argument ist ja deren im Vergleich zu den erneuerbaren Energien höhere Energiedichte). Da eine Erhöhung der Energieeffizienz vor der Erzielung von Kosteneinsparungen in der Regel zunächst Investitionen erfordert, muss dieser strategische Ansatz diesbezügliche Überlegungen einschließen.




Regionales Energie-Potenzial	Nutzung für	Aktueller Nutzungsgrad
Stromerzeugende Erneuerbare - Windenergie (on-/offshore), - Photovoltaik u.a.	 Einspeisung Strom/Wärme, Mobilität/Antriebe, Konversion	30%
KWK-fähige Erneuerbare - Biomasse, - Biogasanlagen - Pflanzenöle und -produkte	 Konversion, Nahwärme, Antriebszwecke	15%
Wärmeerzeugende Erneuerbare - Solar-, Erdwärme - Geothermie	 Objektwärme, Nahwärme- netze und Speicher	< 1%

Abb. 20: Potenziale und ihr aktueller Nutzungsgrad

Auf diesem strategischen Ansatzpunkt Energieeffizienz muss mit der Entwicklung der Energie-trägerstruktur ein zweiter aufsetzen. Er soll ein Ziel definieren und den Weg aufzeigen, in welchem Umfang und bis zu welchem Zeitpunkt derzeit eingesetzte fossile Energieträger abgelöst sein sollen. Die betreffenden Anteile am (derzeit noch fossil gedeckten, nach Effizienzerhöhung jeweils verbleibenden) Energieeinsatz sind dann schrittweise durch die in der Planungsregion erzeugten erneuerbaren Energiequellen substituieren. Dies kann in größeren Schritten erfolgen, indem z.B. die Energieunternehmen ihre größeren, in den Städten angesiedelten Energieanlagen umstellen. Parallel dazu muss dieser Ersatz durch viele kleine Schritte erfolgen, indem die in der dezentralen (auch ländlichen) Energieversorgung etablierten fossilen Energieträger – überwiegend Erdgas – abgelöst werden. Diese beiden mit unterschiedlichen Zeitschritten umzusetzenden Teilstrategien sind im Energiekonzept aufeinander abzustimmen und konzeptionell durch Benennung geeigneter Akteure in der Umsetzung vorzubereiten. Einen wichtigen Beitrag dazu können ggf. energetische Stadt-Umland-Allianzen leisten, Abb. 21, in welchen der z.B. eine mittelzentrale Stadt umschließende ländliche Raum die Versorgung der Stadt mit Biomasse übernimmt, damit die dortigen zentralen Energieanlagen kontinuierlich und sicher versorgt sind. In diesen Städten wird die Energieversorgung oftmals durch Stadtwerke durchgeführt. Diese Unternehmen verfügen über alle erforderlichen Ressourcen, um als ein Kernakteur solche energetischen Allianzen zu initiieren und fachlich zu begleiten. Auf der Umlandseite können (Bio-)Energiedörfer initiierende Partner sein.

Parallel dazu muss schließlich ein dritter Strategieansatz die Erschließung der EE-Potenziale in dem Umfang sicherstellen, der jeweils zur Deckung des Energiebedarfs in der Planungsregion und für Energieexporte in benachbarte Regionen erforderlich ist. Dies wird – auch im Sinne einer ausgewogenen Ressourcennutzung, Diversifizierung des Angebots und Gewährleistung der Versorgungssicherheit – einschließen, dass auf keines der regional verfügbaren Potenziale verzichtet werden kann. Vielmehr sollte dieser strategische Ansatz konzeptionelle Überlegungen dafür bereitstellen, bis wann bzw. in welchem Umfang vorgegebenen Fortschritte in der Erschließung der einzelnen Potenziale erreicht sein sollen.

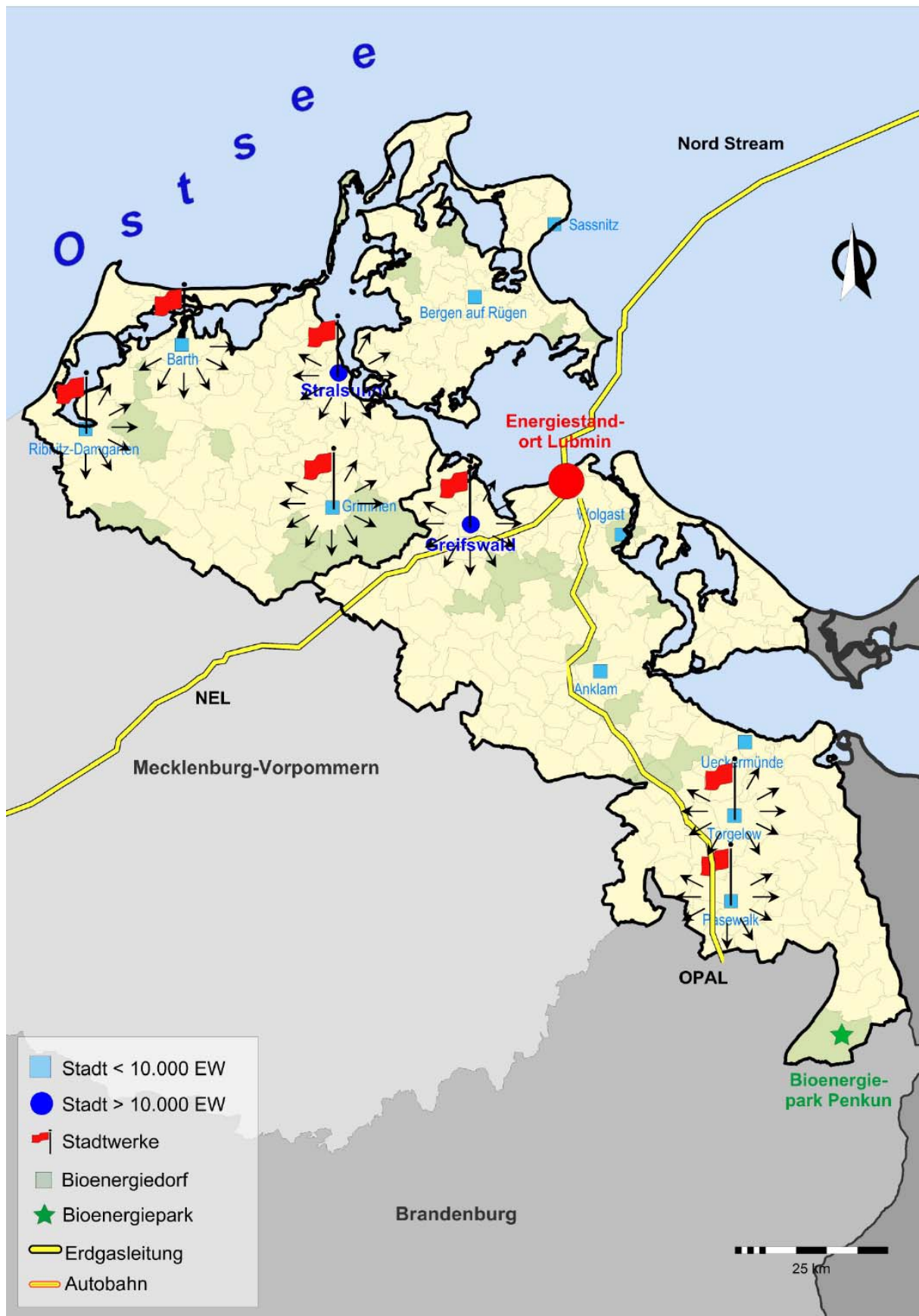


Abb. 21: Akteure mit Handlungspotenzial in strategischen Stadt-Umland-Allianzen

Ebenso wenig wie die Planungsregion – auch wenn sie es in absehbarer Zeit rechnerisch könnte – nach energetischer Autarkie streben sollte, kann eine vollständige Ablösung etablierter Energiesysteme und Energieträger vor der Zeit das Ziel sein. Vielmehr sollte – als ein weiterer strategischer Ansatz – eine Energiewende verfolgt werden, deren Ziele sich aus den vorstehenden Strategieansätzen ableiten und bei der die Kosten von Umstellungs- und Umbaumaßnahmen gegen die jeweils erzielbaren Wertschöpfungseffekte abgewogen werden. Gegen eine Differenzierung der regionalen Akteure in Gewinner und Verlierer dieser Wende sollten integrative Wege gefunden werden, welche allen Beteiligten Möglichkeiten eröffnen, diesen Umbau mitzugestalten, mitzutragen und daran teilzuhaben (auch dazu können die oben vorgeschlagenen Allianzen beitragen).

Dies schließt *erstens* auch die Entwicklung von Konzepten für bedeutsame Energiestandorte ein, insbesondere für Lubmin. Diese Konzepte müssen einerseits der Spezifik dieser Standorte Rechnung tragen, die zu einem wesentlichen Anteil aus ihrer bisherigen Entwicklung resultiert. Andererseits sollten sie Wege aufzeigen, wie diese Standorte in einer nachhaltigen, d.h. im Wesentlichen erneuerbaren Zukunft der Planungsregion eine tragende Rolle einnehmen können. Ein Ziel könnte darin bestehen, diese Standorte zu solchen Stützpunkten zu entwickeln, die in besonderer Weise bestehende Systemstrukturen mit erneuerbaren Energien verbinden. Dann sind über Lubmin hinaus auch andere Infrastrukturknotenpunkte, Energieschwerpunkte (Erzeugung/Verbrauch) und Technologiestandorte einzubeziehen, d.h. Standorte wie Stralsund, Greifswald (u.a. Kernfusion) und Sassnitz/Mukran (z.B. als Offshore-Basishafen).

Zweitens bedeutet dies auch, Möglichkeiten, Chancen und Potenziale der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit mit der Republik Polen, d.h. insbesondere mit der Wojewodschaft Westpommern herauszuarbeiten. Dies gilt wiederum nicht nur für den Standort Lubmin mit seiner überregionalen Bedeutung, sondern z.B. auch für andere grenznahe bzw. grenzübergreifende Standorte wie die Teilregion Usedom-Wollin (Swinoujście) oder die Metropolregion Stettin.

Diese beiden Aspekte führen unmittelbar auf einen nächsten Strategieansatz: Er sollte darauf abzielen, eine nachhaltige Energieversorgung als wirtschaftliche Entwicklung zu gestalten. Sowohl die Maßnahmen zur Weiterentwicklung des Energiesystems als auch die mit ihm realisierte Energieversorgung (Erzeugung und Verteilung) sollten zugleich auch die regionale Wertschöpfung sichern und ausbauen. Die Konzentration auf Biomasse und andere erneuerbare Energieträger, welche vorzugsweise in regionalen Wertschöpfungsketten erzeugt werden, ist darin ein wesentlicher, aber keineswegs der einzige Baustein.

Ein Strategieansatz, welcher z.B. in besonderer Weise die auf fossilen Energieträgern ausgelegten Energiestrukturen mit den Infrastrukturen einer erneuerbaren Energieversorgung verbinden kann, sind Energiespeicher (vgl. Abschnitte 2.6 und 2.7). Hierfür sollte eine Speicherstrategie entwickelt werden, welche einerseits wirtschaftlich effiziente Speicherstrukturen entwirft und andererseits regionale und kommunale Optionen für den Aufbau und für die Nutzung solcher Speicher aufzeigt.

In einem die vorgenannten Ansätze integrierenden Strategieansatz sollten Szenarien entwickelt werden, welche mögliche bzw. anzustrebende Entwicklungen des Energiesystems der Planungsregion beschreiben und daraus einen Rahmen für die räumlichen Wirkungen der Energiewende ableiten. Dazu ist eine Bewertung und Prognose der zukünftigen regionalen Rolle der erneuerbaren und fossilen Energien ebenso erforderlich wie die Einordnung bedeutsamer Energietechnologien (z.B. *offshore*-Windenergie, Kernfusion, Speicher, Transportsysteme).

8 Teilhabe

Dieser Ausbau der erneuerbaren Energien in der Planungsregion ist auch eine bedeutsame Möglichkeit zur Realisierung von Wertschöpfung und von kommunaler und bürgerschaftlicher Teilhabe. Um die dafür erforderlichen Rahmenbedingungen zu schaffen, finden derzeit in M-V vielfältige Aktivitäten statt, deren Ausgangspunkte zum Teil bereits mehrere Jahre zurückliegen:

- Teilhabe ist *bottom up* seit vielen Jahren Gegenstand intensiver Bemühungen, z.B. seitens der folgenden Vereine und Institutionen: SIMV, ANE, REMV u.a.,
- seit einiger Zeit in der Diskussion befindliche Möglichkeiten (*top down* – Beginn: etwa mit dem SPD-Papier „M-V als EE-Leitregion ...“ 2011 /66/),
- Bemühungen des Landes und der SPD um Rechtsicherheit (Gutachten, z.B. /67/),
- Diskurs um das Landesenergiekonzept, geführt durch den Landesenergierrat (dort insb. AG „Bürgerbeteiligung“),
- Einbeziehung der Thematik in die RREP'e, WEG-Ausweisung, in die Erarbeitung der regionalen Energiekonzepte etc.,
- Aufbau einer Beratungsstelle beim Städte- und Gemeindetag M-V (ggf. als Vorläufer einer Energieagentur des Landes),
- Aufbau von regionalbezogenen Organisations- bzw. Unternehmensstrukturen, welche die Kommunen und Bürger bei der Realisierung von teilhabefähigen EE-Projekten unterstützen.

Für die Realisierung der kommunalen und bürgerschaftlichen Teilhabe an der Nutzung der Erneuerbaren Energien im Allgemeinen und an EE-Projekten im Besonderen gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten. Sie reichen von der Schaffung von Arbeitsplätzen, die in den betreffenden Gemeinden von Einwohnern besetzt werden können, über die Generierung zusätzlicher Einnahmen durch höhere Gewerbesteuern, über vorteilhafte Energiepreisen bzw. -kosten für die versorgten Einwohner, Unternehmen und Einrichtungen bis hin zu Kompensationsmaßnahmen bei der Errichtung von EE-Anlagen, die einer Gemeinde und ihren Einwohnern insgesamt zugute kommen.

Ist allerdings eine finanzielle Teilhabe gemeint, sollte klar unterschieden werden, ob es sich um durch Investoren finanzierte EE-Projekte handelt oder ob die Gemeinde bzw. ihre Bürger als Investoren auftreten. Die Durchsetzung von Teilhabechancen durch dafür als geeignet eingeschätzte Ergänzungen in Gesetzen und Verordnungen mit dem Ziel einer rechtssicheren Verankerung der wirtschaftlichen Teilhabe ist eine wichtige Entwicklung. Sie könnte jedoch ein langer Weg werden, der ggf. – dies zeigt allein das Erfordernis der Einholung von Rechtsgutachten – über viele, nicht nur juristische Instanzen führt. Jedenfalls beschreitet das Land M-V hier Neuland in einer juristisch sehr komplexen Fragestellung, die eine ganze Reihe von Gesetzen und Gesetzgebungskompetenzen (von Land, Bund und EU) berührt.

Eine wirtschaftliche bzw. monetäre Teilhabe ermöglichen insbesondere solche Projekte, bei welchen eine Gemeinde und/oder Bürger als Investoren auftreten. Die verantwortliche Finanzierung solcher Projekte bedeutet nicht nur die Teilhabe an den Risiken eines solchen Unternehmens, sondern auch die volle Verfügung über dessen Erlöse und Gewinne.

Allerdings ist es vielerorts so, dass weder die Gemeinde noch die Bürger die erforderlichen finanziellen Ressourcen aufbringen können. Hier bedarf es des o.g. Aufbaus von Organisations- bzw. Unternehmensstrukturen, welche die Kommunen und Bürger bei der Realisierung von teilhabefähigen EE-Projekten unterstützen – z.B. Verbünde der regionalen Stadtwerke, Einbindung regionalbezogener Finanzinstitutionen etc.

Es ist eine große Herausforderung für alle Beteiligten, diese Prozesse zu gestalten. Wegen ihrer großen Bedeutung für die Planungsregion und wegen der Langfristigkeit der damit verbundenen Entwicklungen und Effekte sollten sie bei der weiteren Ausarbeitung auch des regionalen Energiekonzeptes der Planungsregion Vorpommern Berücksichtigung finden.

Ein Treiber dieser Entwicklungen sind z.B. die auch in der Planungsregion Vorpommern bestehenden (Bio-)Energiedörfer, Abb. 22. Als solche verstehen sich Gemeinden, die auf der Grundlage eines Beschlusses ihrer Gemeindevertretung eine tragende Rolle bei der Umsetzung der Energiewende spielen wollen³⁸. Dies schließt insbesondere die Umgestaltung der eigenen Energieversorgung unter vorrangiger Nutzung der Erneuerbaren Energien ein. Diese Gemeinden möchten ggf. die Energieversorgung ihrer Gemeinden selbst übernehmen und diese oft ganz in eigener Verantwortung betreiben.

Ein Beispiel für eine solche Gemeinde ist die Stadt Wolgast. Wie in /68/ gezeigt werden konnte, leisten diese (Bio-)Energiedörfer zugleich einen unverzichtbaren Beitrag zum Klimaschutz³⁹.

Wolgast

Die Stadt Wolgast liegt im Landkreis Vorpommern-Greifswald und ist ein Mittelzentrum. Ihr gehören neben den Stadtteilen folgende Ortsteile an: Buddenhagen, Hohendorf, Mahlzow (auf der Insel Usedom), Pritzier, Schalense, Weidehof, Zarnitz und Ziese-Mühle.

Die 11.849 Einwohner wohnten am 31.12.2011 in 1.996 Wohngebäuden, davon 1.158 EFH, 209 ZFH sowie 629 MFH (mit insgesamt 5.194 Wohnungen – 8,3 Wohnungen je MFH).

Ab 1991 wurden der historische Stadtkern und die Schlossinsel im Rahmen der Städtebauförderung umfassend saniert. U.a. wurden das Rathaus und vorhandene Speichergebäude modernisiert (die Stadt ist im Zweiten Weltkrieg ohne nennenswerte Zerstörungen geblieben und dürfte daher über einen Gebäudebestand mit einem vergleichsweise hohen Durchschnittsalter verfügen). Die Gesamtstadt Wolgast war Gegenstand eines ISEK, für das 2005 eine erste Fortschreibung und zwei Teilkonzepte erarbeitet wurden (verbunden mit dem Aufbau eines gesamtstädtischen und kleinräumigen Monitorings und diversen Prognosen). Inzwischen liegen weitere Fortschreibungen vor.

Die Stadt Wolgast und dort angesiedelte Akteure sind seit vielen Jahren im Klimaschutz aktiv. Dies zeigt sich u.a. in der Erarbeitung von Klimaschutz(teil-)Konzepten, aber auch in der Nutzung von Erneuerbaren Energien.

³⁸ Wie die Verwendung des Begriffs ist auch das Selbstverständnis der (Bio-)Energiedörfer nicht einheitlich. Die (Bio-)EnergieDörfer Genossenschaft (BEDEG) mit Sitz in Bollewick definiert ein (Bio-)Energiedorf oder eine (Bio-)Energistadt als räumlich zusammenhängende Siedlung (eine Gemeinde, ein Gemeindeteil oder auch ein Verbund mehrerer Gemeinden oder Ortsteile), die ihre Energieversorgung mit selbst erzeugten EE sicherstellt. Dabei soll mindestens so viel Strom erzeugt werden, wie verbraucht wird und wenigstens 70 Prozent der benötigten Wärme lokal erzeugt wird. Dies kann durch verschiedene Kombinationen erneuerbarer Energiequellen erfolgen, z.B. durch WEA, PV, Solar- und Geothermie oder Wärmepumpen. Im ländlichen Raum ist die Biomasse wichtig. Hinzu kommen weitere Aspekte wie ausgewogene Landnutzungskonzepte und die Verbesserung der Energieeffizienz. Von besonderer Bedeutung dürfte jedoch sein, dass die Erzeuger und Nutzer der Energie in einer Gemeinschaft zusammengeschlossen sind, die in verschiedenen Formen organisiert sein kann: durch die Kommune, als Energiegenossenschaft der Bürger, als Verein, Stiftung oder auch in Netzwerken mit landwirtschaftlichen oder gewerblichen Unternehmen. Wichtig sind die Mitbestimmung, Teilnahme und Teilhabe der Bevölkerung, z.B. durch günstige und stabile Energiepreise, durch den Erwerb von Eigentumsanteilen durch Gewinnausschüttung oder durch den Einsatz der Erlöse für kommunale, soziale und kulturelle Zwecke. Quelle: <http://www.bedeg.de/bio-energiedoerfer/bio-energiedoerfer.html> (letzter Zugriff am 22. April 2013). Eine enger gefasste Definition des Bioenergiedorfs findet sich in /69/.

³⁹ In M-V sind 68 Gemeinden in 6 regionalen, über das Land M-V verteilten Clustern zusammengefasst. Sie erstellen derzeit ein gemeinsames Klimaschutzkonzept.

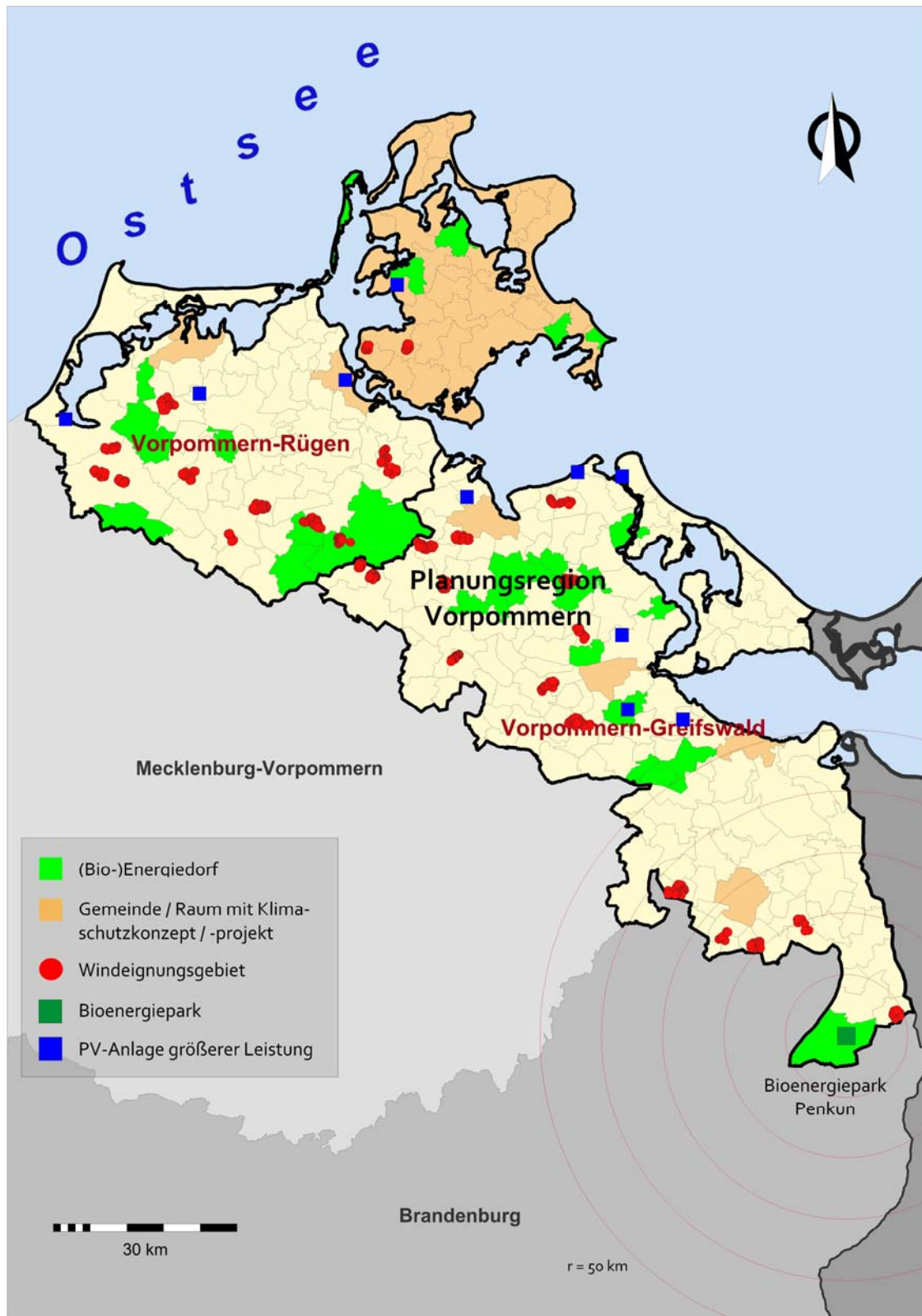


Abb. 22: Bestand an (Bio-)Energiedörfern in der Planungsregion Vorpommern

So hat z.B. das Krankenhaus Wolgast 2001 das erste Rapsöl-BHKW in Betrieb genommen, um damit zur Wärme- und Stromversorgung beizutragen und insbesondere auch die Kühlversorgung des Krankenhauses sicherzustellen⁴⁰.

Wichtige Wirtschaftszweige der Stadt sind der Schiffbau und die Hafenwirtschaft. Der Schiffbau wird insbesondere durch die P+S-Werft getragen.

Das Gemeindegebiet liegt im Stromnetzgebiet der E.on edis AG. Die Erdgasversorgung erfolgt durch die Gasversorgung Vorpommern Netz GmbH. Teile der Stadt werden durch die 1993 gegründete Wärmeversorgung Wolgast über ein Fernwärmenetz mit Wärme versorgt. Das Unternehmen versorgt ca. 4.000 Wohnungen, verschiedene soziale und kommunale Einrichtungen sowie gewerbliche Abnehmer in Wolgast Wärme⁴¹. Die erforderliche Wärme wird in zwei Heizanlagen bereitgestellt (das Heizkraftwerk Nord mit mehreren BHKW-Modulen sowie die Heizzentrale Komplex Rathaus mit bivalenten Heißwassererzeugern – die Anlagen haben eine Anschlussleistung von insgesamt 21,7 MW_{th} und 1,57 MW_{el}). Die Trassenlänge des Wärmenetzes beträgt insgesamt 19 km, Abb. 23. Wolgast verfügt über einen umfangreichen Bestand an EE-Anlagen. Fünf Biogasanlagen mit einer Leistung von insgesamt 2,73 MW sind in Wolgast und im Ortsteil Hohendorf an das Stromnetz angeschlossen. Die im Biogaspark Wolgast erzeugte Wärme wird fast vollständig in das Fernwärmenetz eingespeist. Darüber hinaus existieren 41 PV-Anlagen mit 1.715,3 kW Gesamtleistung. Weiterhin liefern 25 WEA mit einer Gesamtleistung von 19,150 MW Strom (die erste Anlage mit 150 kW ging bereits 1995 in Betrieb).

Abb. 23: Fernwärmenetz der Wärmeversorgung Wolgast GmbH (Quelle: danpower)



⁴⁰ Das BHKW besteht aus zwei Modulen mit insgesamt 240 kW_{el} und 310 kW_{th}. Die Abwärme wird einer Absorptionskälteanlage mit Wasserkühlung zugeleitet, mit der sich 258 kW Kühlleistung erzielen lassen. Als Brennstoff dient (abgesehen von den kritischen An- und Abfahrzeiten mit Heizöl) ausschließlich kaltgepresstes Rapsöl. Bei dem geplanten Verbrauch von 475.000 bis 650.000 l/a Rapsöl reduziert sich die mit der Energiegewinnung verbundene CO₂-Emission des Krankenhauses um ca. 2,3 kt/a. Quelle: <http://idw-online.de/pages/de/news30785> (letzter Zugriff am 30.09.2013).

⁴¹ Quelle: <http://www.danpower-gruppe.de/www/unternehmen.html> (letzter Zugriff am 30.09.2013).

Ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg zum (Bio-)Energiedorf ist die Definition gemeindebezogener Ziele sowie die Erarbeitung konzeptioneller Vorstellungen und Orientierungen zu ihrer Erreichung. Dies erfolgt oftmals in Form von kleinen Machbarkeitsstudien. Diese vom Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz geförderten Studien werden im Auftrag der Gemeinden in einer relativ einheitlichen Form von beratenden Unternehmen im Land erarbeitet und sollen den Gemeinden einen ersten Überblick über die Möglichkeiten geben, die sich ihnen in der Gestaltung ihrer Energieversorgung bieten.

Allerdings ist damit erst ein erster Schritt getan, dem weitere Aktivitäten folgen müssen: vertiefende Untersuchungen, Projektentwicklungen für aufgezeigte Lösungen wie z.B. bioenergetisch beheizte Nahwärmenetze, Umsetzung von Projekten etc. All dies bedeutet nicht nur, dass ggf. erhebliche Kosten zu tragen sind, bevor die Gemeinde Nutzen aus einer umgesetzten Maßnahme ziehen kann. Es bedeutet auch, dass eine Gemeinde ggf. überfordert sein kann, etwa weil sie die erforderlichen personellen Kapazitäten und/oder das erforderliche Wissen für die o.g. Aktivitäten nicht aufbringen kann.

Um die Gemeinden dabei zu unterstützen, wurde in M-V ein (Bio-)Energiedorf-Coaching organisiert, welches durch die Akademie für Nachhaltige Entwicklung M-V mit Sitz in Güstrow gesteuert wird⁴². Ziel des Coachings, von dem bereits wichtige Impulse zur Realisierung von Nahwärmesystemen im ländlichen Raum ausgingen, ist der Aufbau von Strukturen zur nachhaltigen Nutzung von Erneuerbaren Energien in M-V. Neben dem Aufzeigen von Fördermöglichkeiten steht dann die fachliche Begleitung und Unterstützung bei der Umsetzung des Konzeptes im Mittelpunkt des Coachings.

Eine weitere wichtige Unterstützung können die in der Planungsregion ansässigen Unternehmen geben. Insbesondere die jeweiligen Stadtwerke können leistungsfähige und KnowHow-starke Partner sein. Sie sind ohnehin oftmals auch im Umland ihrer Stadt tätig. Wenn sie sich als Partner der umliegenden (Bio-)Energiedörfer begreifen, können sie gemeinsam mit diesen umsetzbare und für beide Seiten interessante Strategien für die lokale Energiewende entwickeln. Diese könnten der Kern von energiestrategischen Stadt-Umland-Allianzen sein, die im Idealfall die gesamte Planungsregion mehr oder weniger vollständig abdecken würde, Abb. 21 (im Abschnitt 7.7).

Hier kann der Planungsverband möglicherweise die Potenziale solcher Allianzen aufzeigen, indem er diese beispielhaft untersuchen lässt und die Ergebnisse allen Gemeinden zugänglich macht und in geeigneter Weise kommuniziert. Auch kann er steuernd wirken, indem er entsprechende Vorschläge unterbreitet und die Zuordnung von Gemeinden zu einer konkreten Allianz unterstützt bzw. – wo notwendig – auch moderiert. Ggf. kann er dazu auch informelle Instrumente nutzen, z.B. ein regionales Leitbild. In ihm könnte – wie in Abb. 21 (im Abschnitt 7.7) beispielhaft durchgeführt – eine Gliederung der Planungsregion in energiestrategische Teilräume vorgeschlagen und begründet werden. Diese Räume können ggf. so gelegt werden, dass sie immer auch mindestens ein (Bio-)Energiedorf beinhalten. Wenn die Allianz aus Stadt und Gemeinden sich im ersten Schritt auf dieses Dorf konzentrieren, kann dieses ggf. beispielgebend wirken und andere Gemeinden motivieren, sich ihrerseits als (Bio-)Energiedorf zu erklären.

Gelingt es, solche Allianzen zu initiieren, könnte dem Planungsverband eine begleitende, moderierende und integrierende Rolle entstehen, in welcher die Entwicklung der einzelnen Allianzen aus einer übergeordneten Perspektive aufeinander abgestimmt wird. (All dies findet im Grunde ja auch jetzt schon statt, könnte aber zukünftig ggf. eine neue Qualität gewinnen).

⁴² Homepage: <http://www.nachhaltigkeitsforum.de/401> (letzter Zugriff am 20. Februar 2014).

9 Zusammenfassung

Gegenstand des vorliegenden Berichtes ist die Erhebung der Potenziale der erneuerbaren Energien, die in der Planungsregion Vorpommern bestehen. Der Bericht setzt die in einem vorhergehenden Teilprojekt durchgeführten vorbereitenden Untersuchungen [/1/](#) als Bestandteil eines zukünftigen Regionalen Energiekonzepts der Planungsregion fort.

Dazu wurden im Anschluss an einen ersten einleitenden Abschnitt potenzialtheoretische und methodische Grundlagen beschrieben. Diese bilden den Hauptteil des zweiten Abschnittes, welcher ergänzt wird durch eine Analyse des Erkenntnisstandes, der in Deutschland bei der Ermittlung der Potenziale von Erneuerbaren Energien erreicht wurde. Einen wichtigen Teil des Abschnitts bilden die Betrachtungen zur Anpassung von Energiesystemstrukturen als Voraussetzung für die Erschließung und Nutzung der EE-Potenziale. Es kann nicht um eine Anpassung, Einpassung oder Integration der Erneuerbaren Energien in das bestehende Energiesystem gehen. Es muss um eine Umgestaltung gehen, die eine maximale Nutzung der erneuerbaren Energiequellen ermöglicht.

Im dritten Abschnitt wurde eine Datenbank konzipiert, die eine gemeindebezogene Verwaltung aller Daten ermöglicht, welche zur Beschreibung der angebots- und nachfrageseitigen EE-Potenziale einer Gemeinde erforderlich sind. Dazu wurde ein Datenbankschema entworfen und in einer prototypischen Datenbank in einem Excel-File umgesetzt (dieses kann auch leicht in ein gängiges Datenbankprogramm portiert werden, z.B. Access).

Diese Datenbank ist aus mehreren Bestandteilen aufgebaut. Neben den erforderlichen Technologiedaten für die einzelnen erneuerbaren Energiequellen bilden Gemeindedaten und die Potenziale selbst (Ergebnisse der Potenzialabschätzungen) den Hauptinhalt der Datenbank. Diese Daten sind gemeindeweise abgelegt, wobei jede Gemeinde durch ihren Namen und durch ihre Gemeindegliederung identifizierbar ist. Während die Gemeindedaten neben der Potenzialabschätzung auch der Abschätzung des Energiebedarfs (Nachfrageseite) der Gemeinden dienen, sollen die Potenzialdaten den Abgleich zwischen dem Energiebedarf und den EE-Potenzialen (Angebotsseite) ermöglichen.

Um diese Ergebnisse den Gemeinden zugänglich machen zu können, wurde im vierten Abschnitt für die potenzialbezogene Beschreibung der Gemeinden ein Gemeindedatenblatt entwickelt. Es stellt für eine einzelne Gemeinde die wesentlichen Ergebnisse (Potenziale) in anschaulicher und übersichtlicher Form dar. Beides zusammen bildet die Grundlage für einen Internet-basierten online-Rechner. Mit ihm sollen interessierte Gemeindeverwaltungen eigene Daten ergänzen und Potenzialberechnungen aktualisieren können. Die Nutzung könnte z.B. dergestalt erfolgen, dass eine Gemeinde entweder auf ihr oder auf ein leeres Gemeindedatenblatt zugreift (z.B. auf der Homepage des Planungsverbandes oder auf einer eigens dafür eingerichteten Homepage) und dieses durch die Eingabe ihrer Gemeindegliederung initialisiert. Dann können mit dem Datenblatt automatisch die Gemeindedaten aus der hinter der Homepage liegenden Datenbank geladen und die EE-Potenziale abgeschätzt werden (im Weiteren können z.B. Daten aktualisiert, präzisiert und Potenziale neu berechnet und konkretisiert werden).

Gegenstand des fünften Abschnittes ist die Beschreibung der wesentlichen Aspekte, die bei der Ermittlung der Potenziale der einzelnen erneuerbaren Energiequellen bedeutsam sind. Dazu gehört die Beschreibung ausgewählter, in der Planungsregion bestehender Rahmenbedingungen für die Nutzung dieser Energiequellen. Dazu gehören im Weiteren auch methodische und datenseitige Aspekte, die bei der Ermittlung der Potenziale von besonderer Bedeutung sind (weil sie die Ergebnisse prägen). Diese sind zugleich eine Voraussetzung für die anschließende Durchführung der Potenzialberechnungen.

Deren Ergebnisse sind in einem fünften Abschnitt für jede Energiequelle zusammengefasst. Im Einzelnen wurden folgende, in der Planungsregion Vorpommern genutzte oder nutzbare Energiequellen betrachtet:

1. Windenergie
2. Solarenergie
 - Photovoltaik
 - Solarthermie
3. Wasserkraft
4. Geothermie
 - Tiefe Geothermie
 - Oberflächennahe Geothermie (Erdwärme)
5. Biogene Energieträger
 - Biogas
 - Biomasse
 - Flüssige Bioenergieträger
6. Weitere Energieträger
 - Deponiegas
 - Klärgas.

Die im sechsten Abschnitt dargestellten Analysenergebnisse zeigen, dass die Planungsregion über erhebliche EE-Potenziale verfügt. Die größten Einzelpotenziale sind im Strombereich die Windenergie sowie die Bioenergie (in Form von Biogas aus Silomais – abhängig von dem Umfang der für seine Erzeugung eingesetzten Ackerfläche). Auch im Wärmebereich bestehen – insbesondere mit der Solarthermie, aber auch mit der Nutzung von Biomasse in Heiz- und Heizkraftwerken – sehr große Potenziale. In der Summe sind sie so groß, dass sich die Planungsregion (rechnerisch) vollständig aus diesen eigenen Energiequellen versorgen und zusätzlich Energie in benachbarte Planungsregionen abgeben kann. Dazu bedarf es im weiteren EE-Ausbau der fortgesetzten und verbesserten Abstimmung der Potenzialnutzung mit dem Energiebedarf der Planungsregion, weil sich mehrere der betrachteten Energiequellen für die Erzeugung verschiedener Endenergieträger nutzen lassen – bis hin zu einer verbesserten Speicherfähigkeit von Energie. Diese Abstimmung ist ein wichtiger Ansatzpunkt für die weitere Ausarbeitung des Regionalen Energiekonzeptes.

Um von den ermittelten Potenzialen diejenigen Teile absetzen zu können, die sich bereits in der Nutzung befinden, wird im siebten Abschnitt der aktuell erreichte Stand der Nutzung der betrachteten Energiequellen analysiert. Dazu waren insbesondere bei den ausschließlich Wärme liefernden Energiequellen in größerem Umfang Abschätzungen durchzuführen, weil hier – anders als im Strombereich mit seiner EEG-Abrechnung und dem damit verbundenen Datenaufkommen – kaum Statistiken oder andere Datenquellen zur Verfügung stehen. Den Abschluss dieses Abschnittes bildet eine Gegenüberstellung der vorhandenen und der bereits genutzten EE-Potenziale. Wie dabei deutlich wird, befindet sich die Planungsregion Vorpommern insgesamt noch relativ am Anfang der Erschließung ihrer Potenziale. Lediglich die Windenergie schöpft die Potenziale in einem größeren Umfang – zu knapp 40 Prozent – aus. Auch die Biogas-Potenziale werden ähnlich ausgeschöpft, zu ca. 35 Prozent. Bei der Photovoltaik sind es dagegen derzeit lediglich ca. 15 Prozent. Bei alle anderen Potenzialen – feste und flüssige Biomasse, Solarthermie und Erdwärme – erfolgt eine Nutzung dagegen in deutlich geringerem Umfang, unter 5 Prozent.

Dieser Befund begründet einen weiteren wichtigen Ansatzpunkt für die weitere Ausarbeitung des Regionalen Energiekonzeptes: Um die Vorteile und die Möglichkeiten der Erneuerbaren Energien in der Planungsregion zu nutzen, bedarf es einer deutlich stärkeren Einbeziehung der Potenziale im Wärmebereich (und im Kraftstoffbereich). Die gemeindebezogen ausgewiesenen Potenziale zeigen auf, wo die jeweiligen regionalen Schwerpunkte bei der Erschließung der einzelnen EE-Potenziale liegen können bzw. sollten.

Auch die Möglichkeiten der Erweiterung regionalwirtschaftlicher Effekte und der Teilhabe vergrößern sich durch die fortgesetzte Erschließung der EE-Potenziale insbesondere im Wärmebereich. Ein wichtiger Akteur in diesem Feld sind die Bioenergiedörfer, die sich – manchmal allein, zunehmend aber im Verbund mit anderen Bioenergiedörfern und Partnern – auf den Weg in eine erneuerbare Energiezukunft machen.

Eine im achten Abschnitt angesprochene Voraussetzung für eine erfolgreiche Energiewende in der Planungsregion ist die Schaffung von Rahmenbedingungen, welche die kommunale und bürger-schaftliche Teilhabe ermöglichen und – wenn möglich – unterstützen. Dies kann nur auf der Ebene des Landes bzw. der Landesregierung realisiert werden, die hierfür – nicht zuletzt als Folge des in den Gemeinden, in regionalen Netzwerken und in aktiven Institutionen aufgebauten Drucks – inzwi-schen eine Reihe von Aktivitäten entfaltet hat.

Der Planungsverband kann die Entwicklung der (Bio-)Energiedörfer und die Bildung energiestrate-gischer Stadt-Umland-Allianzen auf verschiedene Weise unterstützen. Auch solche Möglichkeiten sind Gegenstand des achten Abschnittes.

Insgesamt lassen sich die in der Bewertung der abgeschätzten Potenziale ableitbaren Schlussfolge-ungen in Form von strategischen Ansätzen formulieren. Dies ist am Ende des sechsten Abschnittes bereits angedeutet und im Abschnitt 7.7 vertieft worden. Die wesentlichen Ansatzpunkte sind in Abb. 24 noch einmal in ihrem Zusammenhang dargestellt.

Abschließend bleibt festzustellen, dass die Erschließung der EE-Potenziale in der Planungsregion Vorpommern – wie im Land insgesamt – in einem erheblichen Umfang von überregional gesetzten Rahmenbedingungen beeinflusst werden, z.B. durch das EEG und die mit ihm geregelte Vergütung für Energie aus erneuerbaren Energiequellen.

Diese Rahmenbedingungen befinden sich in einem ständigen Wandel. Gegenwärtig allerdings er-fährt dieser Wandel mit der anstehenden Neuausrichtung der Energiepolitik des Bundes und insbe-sondere des EEG sowie mit vielen anderen aktuellen Entwicklungen, die mit der Energiewende im Zusammenhang stehen, eine enorme Beschleunigung. In der Folge bestehen bzw. verstärken sich die Unsicherheiten auch und gerade hinsichtlich der zukünftigen Rahmenbedingungen für die Wirt-schaftlichkeit neuer EE-Anlagen, d.h. für anstehende Investitionen (Investitionssicherheit für die betreffenden Unternehmen) und damit für den EE-Ausbau insgesamt.

In der weiteren Ausarbeitung des Regionalen Energiekonzepts Vorpommern sollten daher auch kon-zeptionelle Vorstellungen entwickelt werden, wie solchen Entwicklungen auf der regionalen Ebene Rechnung getragen werden kann. Dabei ist *erstens* davon auszugehen, dass die bestehenden Un-sicherheiten – z.B. im Bereich des EEG durch die Schaffung einer neuen Gesetzeslage – in absehbar-er Zeit wieder vermindert werden. *Zweitens* können diese größeren Unsicherheiten auch insofern als temporär betrachtet werden, als sich die Energiewende in Deutschland insgesamt vielleicht bremsen und dadurch verzögern, nicht aber aufhalten oder gar umkehren lässt. Die Kosten der Be-reitstellung fossiler Energieträger und damit auch ihre Preise werden weiter steigen (auch wenn dies aktuell langsamer vonstatten geht als in den zurückliegenden Jahren) und so die Investitionssicher-heit in erneuerbare Energieanlagen weiter erhöhen. In der Umsetzung einmal als notwendig erkann-ter Energiestrategien sollten sich Regionen und Akteure auch deshalb nicht beirren lassen, weil die daraus resultierenden Effekte (z.B. Energie-, CO₂- und letztlich auch Kosteneinsparungen) umso größer sind, je früher entsprechende Maßnahmen umgesetzt werden. Praktisch bedeutet ein ver-antwortungsbewusster Umgang mit den bestehenden Unsicherheiten *drittens* eine von folgenden Prioritäten geleitetes Vorgehen: Zunächst sollten Maßnahmen und Investitionen zur Minderung des spezifischen Energieverbrauchs durchgeführt werden (Steigerung der Energieeffizienz). Sodann sollten robuste Maßnahmen folgen, die weitgehend unempfindlich gegen Veränderungen in den (betriebswirtschaftlichen) Rahmenbedingungen sind. Erst an dritter Stelle sollten solche Maßnah-men realisiert werden, die zwar aus regionaler oder standörtlicher Perspektive als notwendig er-kannt wurden, die jedoch in der Sicherheit (d.h. insbesondere in der Refinanzierbarkeit) der erfor-derlichen Investitionen sensibler sind und insofern ein größeres unternehmerisches Risiko aufwei-sen. Diese und weitere Aspekte sollten in einer Umsetzungsstrategie – vgl. Abb. 24 – thematisiert werden und dabei z.B. auch die zu realisierenden Maßnahmen jeweils den dafür geeigneten Akteu-ren zuordnen.

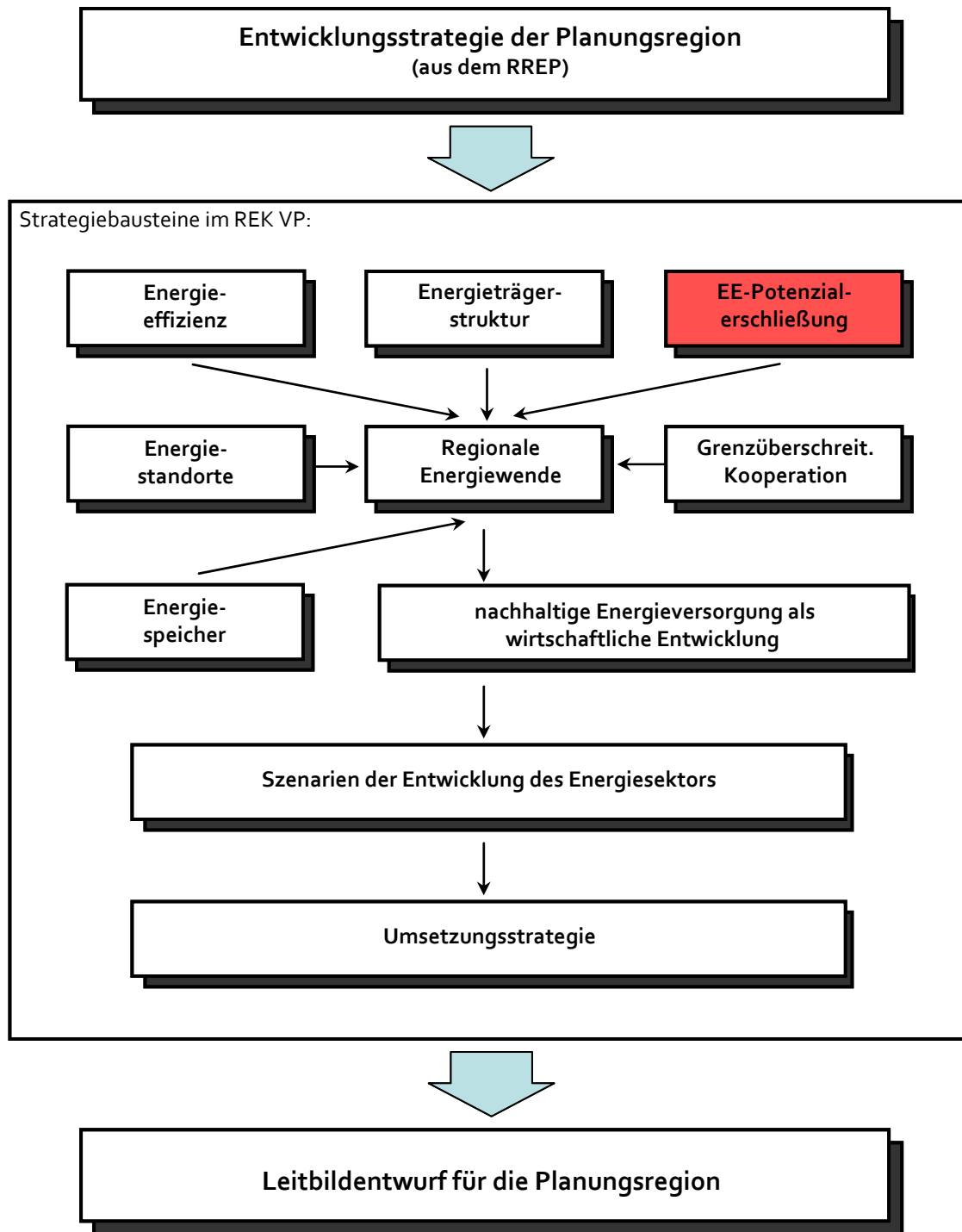


Abb. 24: Strategische Ansatzpunkte für das REK Vorpommern

10 Quellen

- / 1/ EUB e.V./Institut: Regionales Energiekonzept Vorpommern. Teil 1: Datenerhebung und Analyse. Endbericht. Energie-Umwelt-Beratung e.V./Institut. Rostock. 2013.
- / 2/ Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus M-V: Landesatlas Erneuerbare Energien Mecklenburg-Vorpommern 2011. Schwerin. 2011. (Frühere Ausgaben: 1996 und 2002)
- / 3/ Kaltschmitt,M.; Wiese,A. (Hrsg.): Erneuerbare Energieträger in Deutschland. : Potenziale und Kosten. Springer-Verlag. Berlin/Heidelberg/New York. 1993.
- / 4/ Deuker,A.: Energieerzeugung in landwirtschaftlichen Biogasanlagen: Potenziale und Grenzen. Diss. Universität Giessen. 2013.
- / 5/ Statistische Ämter des Bundes und der Länder (Hrsg.): Statistik Regional. Ausgabe 2011. Mit Kreisdaten für ganz Deutschland. Wiesbaden. Verschiedene Jahrgänge.
- / 6/ Statistische Ämter des Bundes und der Länder (Hrsg.): Statistik Lokal. Ausgabe 2011. Mit Gemeindedaten für ganz Deutschland. Wiesbaden. Verschiedene Jahrgänge.
- / 7/ EUB e.V./INSTITUT: Potentialanalyse für die energetische Nutzung fester nachwachsender Rohstoffe im Biosphärenreservat Schaalsee. Eine Studie im Auftrag des Fördervereins Biosphäre Schaalsee e.V. Im Auftrag der Trägergemeinschaft für das Rahmenkonzept/Regionale Agenda Biosphärenreservat Schaalsee. 2003.
- / 8/ -: Biotop- und Nutzungstypen-Kartierung Mecklenburg-Vorpommern BNTK/LINFOS. Region Biosphärenreservat Schaalsee. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern. Güstrow. 2003.
- / 9/ -: Bereitstellung von Daten aus dem LINFOS M-V 4.0 (Landesweite Analyse und Bewertung der Landschaftspotentiale) für die Quantifizierung von Biomassepotentialen in ausgewählten Gemeinden des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern. Güstrow. 2007.
- /10/ EUB e.V./Institut: Stationäre Stromspeicher für den EE-Ausbau in den (Bio-)Energiedörfern in M-V (Potentialanalyse). Endbericht. Energie-Umwelt-Beratung e.V./Institut. Rostock. 2012.
- /11/ Holst,A.; Kertscher,P.: Netzintegration der Erneuerbaren Energien im Land Mecklenburg-Vorpommern. Netzstudie M-V 2009. Rostock. 2009.
- /12/ Holst,A.; Kertscher,P.: Netzintegration der Erneuerbaren Energien im Land Mecklenburg-Vorpommern. Netzstudie M-V 2012. Universität Rostock. Institut für Elektrische Energietechnik. Rostock. 2013.
- /13/ Trittin,T.: „NO SMOKING“ - CO₂-arme Stromerzeugung in einem nachhaltigen deutschen Energiesystem – ein Vergleich der CO₂-Vermeidungskosten von erneuerbaren Energiequellen und Carbon Capture and Storage. Diss. Universität Flensburg. 2012.
- /14/ Zink,R.: Raum für Energie. Ein integratives Konzept zur Modellierung einer regionalen nachhaltigen Energieversorgung. Diss. Universität Passau. 2012.
- /15/ Sliz-Szkliniarz,B.: Energy Planning in Selected European Regions - Methods for Evaluating the Potential of Renewable Energy Sources. Diss. Universität Karlsruhe. 2012.
- /16/ Möller,J.: Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung erneuerbarer Energieträger am Beispiel des Landes Brandenburg. Diss. BTU Cottbus. 2004.
- /17/ Beer,M.G.: Regionalisiertes Energiemodell zur Analyse der flexiblen Betriebsweise von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen. Diss. TU München. 2012.

- /18/ Czisch,G.: Szenarien zur zukünftigen Stromversorgung. Kostenoptimierte Variationen zur Versorgung Europas und seiner Nachbarn mit Strom aus erneuerbaren Energien. Diss. Universität Kassel. 2006.
- /19/ Simon,S.M.: Szenarien nachhaltiger Bioenergiepotenziale bis 2030 – Modellierung für Deutschland, Polen, Tschechien und Ungarn. Diss. TU München. 2007.
- /20/ Emmann,C.H.: Landwirtschaftliche Biomasseproduktion in Zeiten veränderter Rahmenbedingungen und begrenzter Flächenverfügbarkeit. Diss. Universität Göttingen. 2013.
- /21/ Anspach,V.: Status quo, Perspektiven und wirtschaftliche Potenziale der Biogaserzeugung auf landwirtschaftlichen Betrieben im ökologischen Landbau. Diss. Universität Kassel. 2009.
- /22/ Kathz,F.A.: Technische und betriebswirtschaftliche Analyse von Konzepten zur ganzjährigen Nutzung der Abwärme einer Biogasanlage im dezentralen ländlichen Raum. Diss. Universität Gießen. 2012.
- /23/ Ohl,S.: Ermittlung der Biogas- und Methanausbeute ausgewählter Nachwachsender Rohstoffe. Diss. Universität Kiel. 2011.
- /24/ Deuker,A.: Energieerzeugung in landwirtschaftlichen Biogasanlagen: Potenziale und Grenzen. Diss. Universität Giessen. 2013.
- /25/ Wirkner,R.: Energieholzproduktion im Kurzumtrieb - Chancen und Probleme bei ihrer Umsetzung. Diss. TU Cottbus. 2010.
- /26/ Aust,C.: Abschätzung der nationalen und regionalen Biomassepotentiale von Kurzumtriebsplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen in Deutschland. Diss. Universität Freiburg i. Breisgau. 2012.
- /27/ Petzold,R.: Standortsökologische Aspekte und Anbaupotenziale von Kurzumtriebsplantagen in Sachsen. Diss. TU Dresden. 2013.
- /28/ Tigges,M.: Modellbasierte Analyse zur Verbesserung der elektrischen Energiebereitstellung zukünftiger Offshore-Windparks mittels Biogastechnologie. Diss. Universität Paderborn. 2010.
- /29/ Pforte,R.: Untersuchungen zur Integration der fluktuierenden Windenergie in das System der Elektroenergieversorgung. Diss. Universität Karlsruhe. 2010.
- /30/ Pätzold,A.: Der Vergleich von modellierten Windgeschwindigkeiten mit Produktionsdaten von Windkraftanlagen und die Energieertragsänderung in der Zukunft am Beispiel Windpark Beeskow. Diss. Univ. Hamburg. 2013.
- /31/ Corradini,R.: Regional differenzierte Solarthermie-Potenziale für Gebäude mit einer Wohneinheit. Diss. Univ. Bochum. 2013.
- /32/ Rogge,S.: Geothermische Stromerzeugung in Deutschland. Ökonomie, Ökologie und Potentiale. Diss. TU Berlin. 2003.
- /33/ Kerdoncuff,P.: Modellierung und Bewertung von Prozessketten zur Herstellung von Biokraftstoffen der zweiten Generation. Diss. Universität Karlsruhe. 2008.
- /34/ Hoffmann,D.: Regionale Wertschöpfung durch optimierte Nutzung endogener Bioenergiepotentiale als strategischer Beitrag zur nachhaltigen Regionalentwicklung. Diss. Universität des Saarlandes. 2007.
- /35/ Keppler,D.: Handlungsmöglichkeiten regionaler Akteure beim Ausbau erneuerbarer Energien. Diss. TU Berlin. 2013.
- /36/ Mühlenhoff, Jörg; Schmidt, Janine: Erneuerbare Energien 2020 – Potenzialatlas Deutschland. Agentur für Erneuerbare Energien e.V. Berlin. 2010.

- /37/ Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei M-V: (Bio-)Energiewelt M-V. Von der Vision zur Realität. Schwerin. 2006.
- /38/ Energiemanagement Agentur emma e.V.: Regionales Energiekonzept Westmecklenburg. Teilkonzept 1: Potenzialanalyse der verfügbaren Erneuerbaren Energien. Im Auftrag des RPV Westmecklenburg. Schwerin. 2013.
- /39/ Unterstein, M.; Matthiessen, G.: Anwendungsentwicklung mit Datenbanken. Springer-Verlag. Berlin/Heidelberg. 2013.
- /40/ Jarosch, H.: Grundkurs Datenbankentwurf: eine beispielorientierte Einführung. Vieweg + Teubner Verlag / GWV Fachverlag. Wiesbaden. 2010.
- /41/ Regionaler Planungsverband Vorpommern (Hrsg.): Raumentwicklungsstrategie. Anpassung an den Klimawandel und Klimaschutz in der Planungsregion Vorpommern. Greifswald. 2011.
- /42/ Eicker, U.: Solare Technologien für Gebäude. Grundlagen und Praxisbeispiele. Vieweg + Teubner Verlag. Wiesbaden. 2012.
- /43/ Henning, H.-M.: Der vergessene Riese. Ein Überblick über die solarthermische Energieerzeugung. In: BWK 64(2012)10.S.24–26.
- /44/ Rentzig, S.: Absurder Markt: Solaranlagen zur Wärmeenergieerzeugung könnten längst eine größere Rolle spielen, wenn sie günstiger wären. In: Neue Energie (2013)5.S.54–57.
- /45/ Anderer, P. et al.: Potentialermittlung für den Ausbau der Wasserkraftnutzung in Deutschland als Grundlage für die Entwicklung einer geeigneten Ausbaustrategie. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Aachen. 2010.
- /46/ Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie: Bewirtschaftungsplan nach Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG für die Flussgebietseinheit Warnow/Peene. Güstrow. 2009.
- /47/ Katzung, G. (Hrsg.): Geologie von Mecklenburg-Vorpommern. E.Schweizerbarth'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart. 2004.
- /48/ Stober, I.; Bucher, K.: Geothermie. Springer Verlag. Heidelberg/Dordrecht/London/New York. 2012.
- /49/ Klärle, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, unterstützt durch GIS und Landmanagement. Verlag Wichmann. Berlin. 2012.
- /50/ -: Paludikultur. Perspektiven für Mensch und Moor. Universität Greifswald/Institut für Dauerhaft Umweltgerechte Entwicklung von Naturräumen der Erde (DUENE e.V.). Greifswald. 2009.
- /51/ Deutscher Städte- und Gemeindebund: Repowering von Windenergieanlagen – Kommunale Handlungsmöglichkeiten. DStGB DOKUMENTATION No.94. Berlin. 2009.
- /52/ Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE): Repowering von Windenergieanlagen. Effizienz, Klimaschutz, regionale Wertschöpfung. Berlin. 2012.
- /53/ Möhring, T.: Leitfaden Repowering. Handlungsempfehlungen und Strategien für die Entwicklung von Windenergiestandorten. Technische Universität Berlin. Berlin. 2010.
- /54/ Holst, A.; Kertscher, P.: Der Netzstudie II (2013) zugrunde liegende Szenarien für die Entwicklung der EE-Anlagenleistungen in der Planungsregion Vorpommern bis 2025. Schriftliche Mitteilung.
- /55/ Wichtmann, W.; Wichmann, S.; Tanneberger, F.: Paludikultur – Nutzung nasser Moore: Perspektiven der energetischen Verwertung von Niedermoorbiomasse. In: Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 19(2010)3/4.S.211-218.

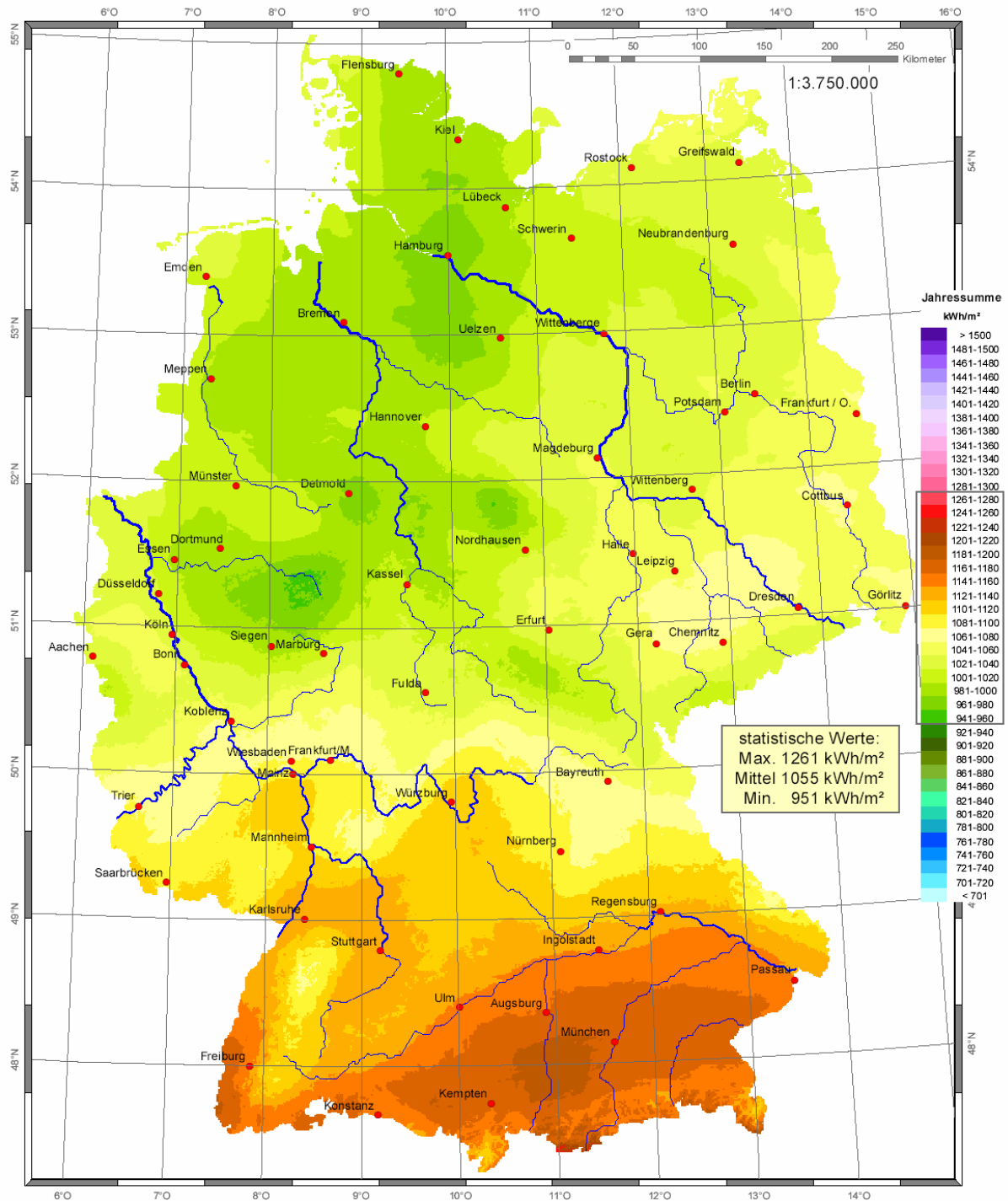
- /56/ Dahms,T.; Nordt,A.; Oehmke,C.; Wichmann,S.; Wichtmann,W.; Joosten,H.: Paludikultur - Landwirtschaft auf Moorstandorten. Poster. Universität Greifswald. Greifswald. 2013.
- /57/ Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz M-V: Konzept zum Schutz und zur Nutzung der Moore. Fortschreibung des Konzeptes zur Bestandssicherung und zur Entwicklung der Moore in M-V (Moorschutzkonzept). Schwerin. 2009.
- /58/ Wichmann,S.; Wichtmann,W. (Hrsg.): Energiebiomasse aus Niedermooren (ENIM). Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt. Universität Greifswald und Kooperationspartner. Greifswald. 2013.
- /59/ Schröder,C.; Schulze,P.: Vorpommern Initiative Paludikultur (VIP): GIS-basierte Ergebniskarte zur Verbreitung und Landnutzung der Moore in der Modellregion. Meilensteinbericht M 6/2 – A (o.Ort und Jahr).
- /60/ Stahlkopf,E.: Vorpommern Initiative Paludikultur: Übersichtskarten: Gebietseignungen - Modellregionen im lokalen Maßstab. Meilensteinbericht M 2/1 – A (o.Ort und Jahr).
- /61/ Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.): Statistisches Jahrbuch Mecklenburg-Vorpommern 2013. Schwerin. 2013.
- /62/ Nordt,A.: Paludikultur. Entwicklung nachhaltiger Nutzungskonzepte für wiedervernässte Moore – Neue Perspektiven für Mensch und Moor. Vortrag auf dem Naturschutztag M-V 2013 am 27.April 2013 in Wismar.
- /63/ Wesselak,V.; Schabbach,T.; Link,T.; Fischer,J.: Regenerative Energietechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2013.
- /64/ Kaltschmitt,M.; Streicher,W.; Wiese,A. (Hrsg.): Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2013.
- /65/ Ministerium für Wirtschaft, Bau und Tourismus M-V: Biogas-Biomasse-Biokraftstoffanlagen (in Betrieb) in Mecklenburg- Vorpommern (Stand 20.04.2012).
- /66/ ZTG / EUB: Mecklenburg-Vorpommern als Leitregion für wirtschaftliche Entwicklung durch den Ausbau erneuerbarer Energien. Eine Studie im Auftrag der SPD-Landtagsfraktion M-V. Zentrum Technik und Gesellschaft der TU Berlin und Energie-Umwelt-Beratung e.V./Institut, Rostock. Schwerin. 2013.
- /67/ Kment,M.: Wirtschaftliche Teilhabe von Kommunen und Bürgern aus Mecklenburg-Vorpommern bei der Ausweisung von Flächen für die Windkraftnutzung. Rechtswissenschaftliches Gutachten im Auftrag der SPD-Landtagsfraktion M-V. Augsburg. 2013.
- /68/ EUB e.V./Institut: Untersuchung der CO₂-Ausgangsbilanz im (Bio-)Energiedörfer-Clustergebiet. Endbericht. Energie-Umwelt-Beratung e.V./Institut. Rostock. 2013.
- /69/ Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (Hrsg.): Wege zum Bioenergiedorf. Leitfaden für eine eigenständige Wärme- und Stromversorgung auf Basis von Biomasse im ländlichen Raum. Gülzow. 2008.
- /70/ Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE): Potenzial der Windenergienutzung an Land. Studie (Kurzfassung). Berlin. 2012.
- /71/ Lütkehaus,I. et al.: Potenzial der Windenergie an Land. Studie zur Ermittlung des bundesweiten Flächen- und Leistungspotenzials der Windenergienutzung an Land. UBA. Dessau-Roßlau. 2013.

Anhang

Anhang 1: Basisdaten für die Ermittlung von EE-Potenzialen

1. Globalstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland

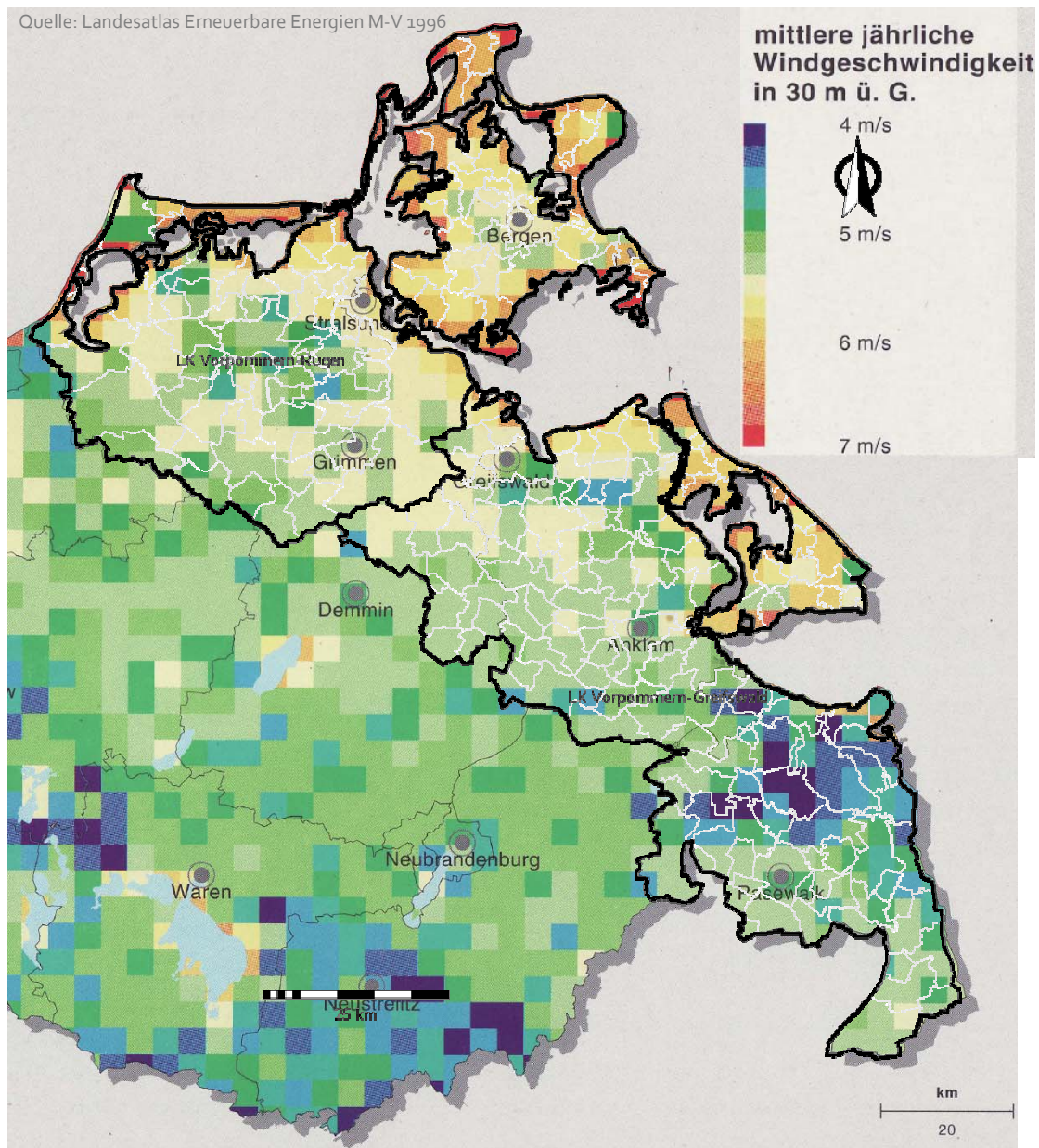
Mittlere Jahressummen, Zeitraum: 1981 - 2010



Wissenschaftliche Bearbeitung:
 DWD, Abt. Klima- und Umweltberatung, Pf 30 11 90, 20304 Hamburg
 Tel.: 040 / 66 90-19 22; eMail: klima.hamburg@dwd.de

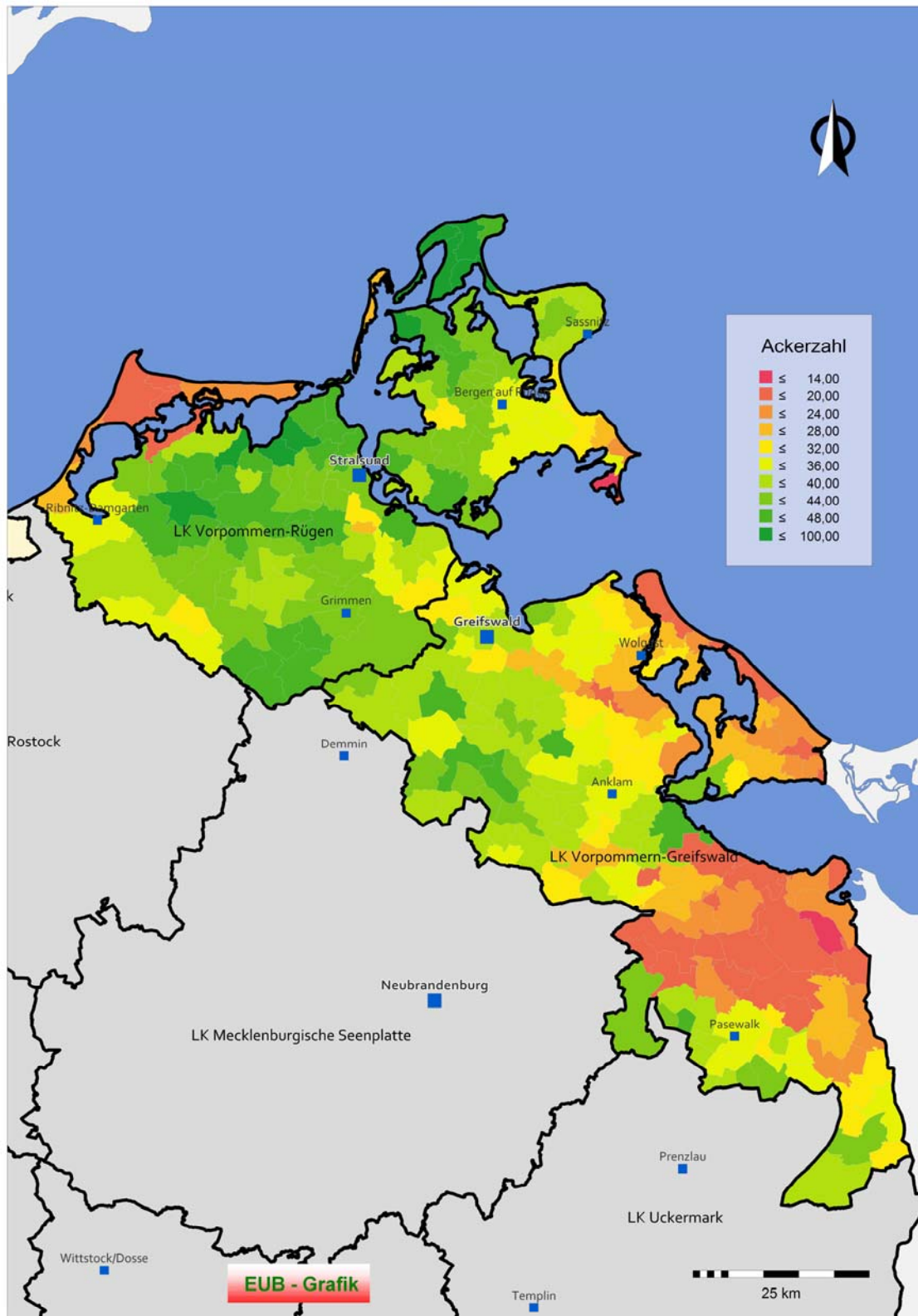


2. Jahresmittlere Windgeschwindigkeit in der Region Vorpommern⁴³
- in 30 m über Grund -

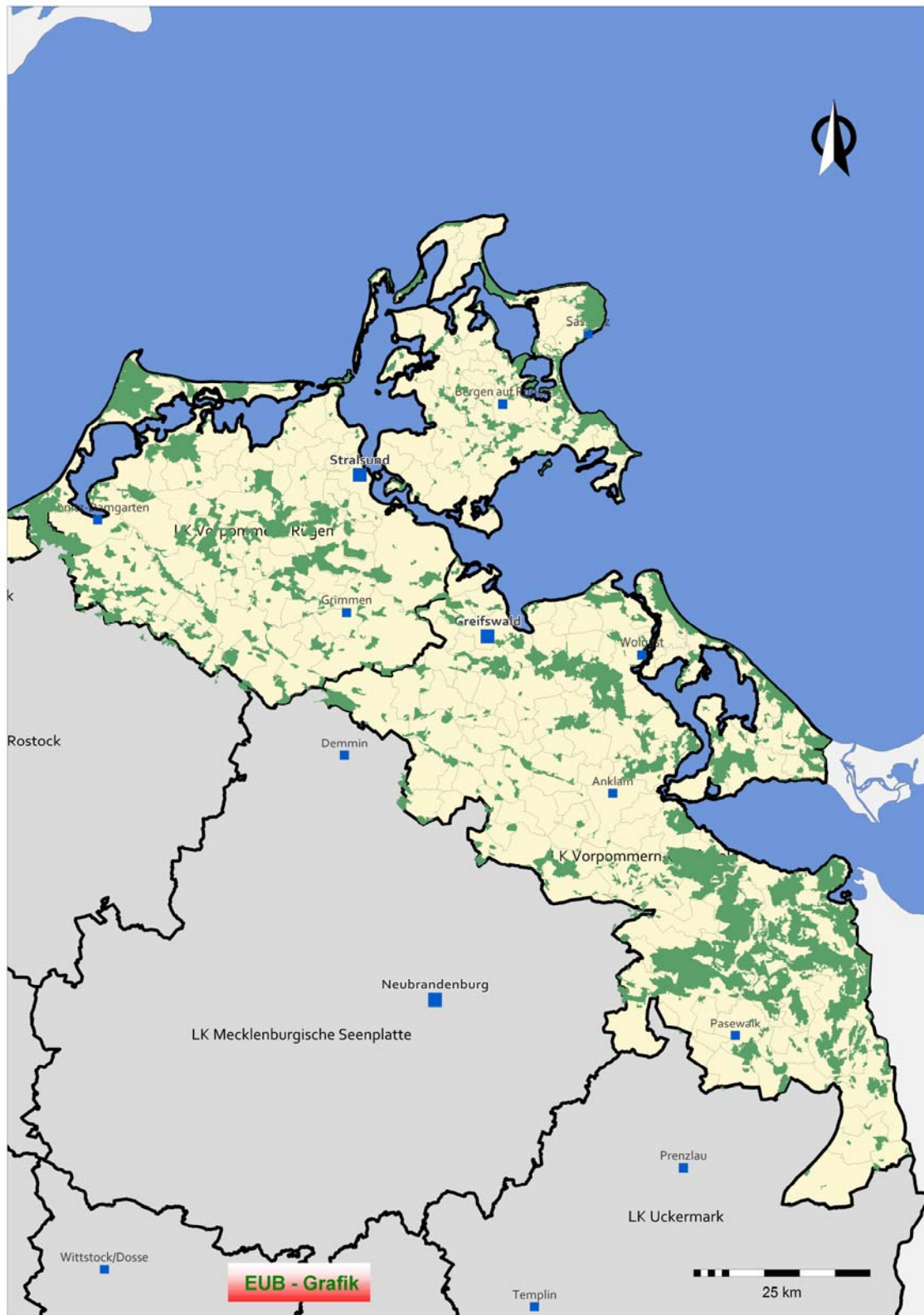


⁴³ Die Karte zeigt räumliche Verteilung der jahresmittleren Windgeschwindigkeiten in der Region Vorpommern. Sie wurden auf der Grundlage von Windstatistiken, welche allerdings nur für sehr wenige Standorte vorliegen, mit einem dänischen Modell (WASP) in Schrittweiten von 2×2 km ohne Orographie und Eingabe von Strömungshindernissen berechnet. Daher sind diese Daten zwar nicht für die Beurteilung einzelner Standorte geeignet, können jedoch für Potenzialberechnungen auf regionaler Ebene herangezogen werden.

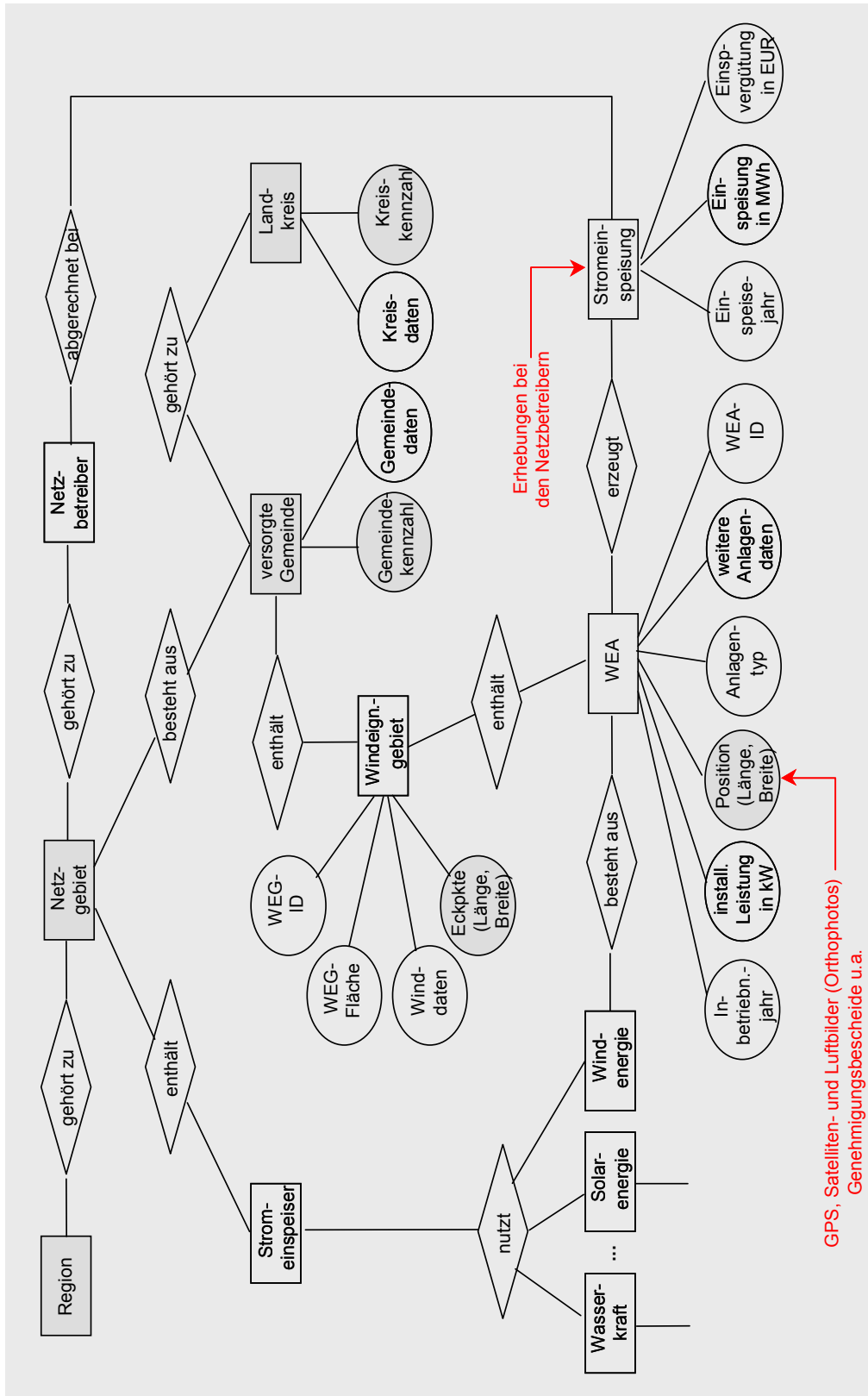
3. Ackerzahlen in der Region Vorpommern



4. Waldflächenverteilung in der Region Vorpommern



Anhang 2: ER-Diagramm zur Windenergienutzung auf regionaler Ebene



Anhang 3: Potenzial von Paludikulturen in Vorpommern und seine Nutzung

Als Paludikulturen nutzbare Schilf- und Grasarten wie Schilf oder Rohrglanzgras können mit der zunehmenden Nutzung erneuerbarer Energiequellen ebenso wie andere halmgutartige Biomassen (Stroh aus der Landwirtschaft, Miscanthus) weiter an Bedeutung gewinnen. Eine Voraussetzung dafür ist die effiziente Erzeugung, Aufbereitung und Bereitstellung der Biomasse.

Für die Ernte der Biomasse (oberirdische Pflanzenteile) kommen grundsätzlich zwei Ernteperioden in Frage:

- a) Mahd im Sommer: Die Biomasse wird in einem mehr oder weniger grünen Zustand geerntet und muss daher vor Einbringung getrocknet werden. Wenn die stoffliche Zusammensetzung und der Wassergehalt dies erlauben, kann sie aber auch siliert werden.
- b) Mahd im Winter im trockenen Zustand: Das Material bedarf bei einer Ernte unter günstigen Bedingungen keiner weiteren Trocknung. Durch Rückverlagerung von Nährstoffen in die Rhizome und Auswaschungsprozesse aus dem 'stehenden Halm' unterscheidet sich diese Biomasse hinsichtlich ihrer Inhaltsstoffe stark von der grünen Biomasse.

Wie die durchgeführten Forschungsprojekte zeigen, ist die Produktion von Niedermoorbiomasse in nassen und wiedervernässten Mooren machbar, wobei sich die Brennstoffeigenschaften – vgl. Abb. A3-1 – verbessern, je später eine Ernte zum Winter hin erfolgt. Auch die für die Mahd und Beräumung notwendige Technik ist verfügbar bzw. durch leichte Modifikationen von herkömmlicher Technik bereitzustellen [/55/](#).

Standortangepasste Pflanzenarten				
	 Rohrglanzgras <i>Phalaris arundinacea</i>	 Großseggen <i>Carex spec.</i>	 Gewöhnliches Schilf <i>Phragmites australis</i>	 Schwarzerle <i>Alnus glutinosa</i>
Produktivität Mittel	3 bis 13 4	3 bis 8 4	3 bis 16 8	4 bis 10 4 t TM ha ⁻¹ a ⁻¹
Heizwert w 15%	13,5	14,5	14,5	15,0 GJ t ⁻¹ FM ⁻¹
Heizöläquiv.	2.000	2.200	3.200	1.700 l ha ⁻¹ a ⁻¹
Energiedichte Rundballen/Pellets	115/600	120/600	120/600	<200/650 Hackschnitzel/Pellets kg m ⁻³
Aschegehalt	8,5	4,0	4,0	0,75 % FM
Verwertung	Verbrennung, Biogas	Verbrennung, Biogas	Baustoffe, Verbrennung	Wertholz, Verbrennung

Abb. A3-1: Energetische Eigenschaften von Biomasse aus Paludikulturen [/56/](#)

Eine weitere Voraussetzung für die energetische Verwertung der erzeugten Biomasse sind geeignete Verwertungspfade und -technologien. Die Nutzung von Energieträgern aus Paludikulturen ist in mehreren Verwertungspfaden möglich:

Direkte Verfeuerung: Biomasse aus nassen Niedermooeren ist grundsätzlich für die thermische Verwertung in Feuerungsanlagen (Blockheizkraftwerke, Nahwärmeversorgung) verschiedener Größenordnung geeignet. Als technische Lösungen kommen diejenigen in Betracht, die auch für die Verbrennung von Miscanthus („Chinaschilf“) und Stroh eingesetzt werden.

Verkohlung: Im Sommer geerntete Paludi-Biomasse kann in Häcksel oder Ballen aufbereitet und in HTC-Reaktoren, Öfen oder Kraftwerken in Strom und Wärme umgewandelt werden.

Biogasproduktion: Die auf nassen Niedermooren erzeugte Biomasse ist bei spätem Erntetermin aufgrund der hohen Zellulose- und Ligningehalte somit nicht oder nur in sehr geringen Beimischungen zur Vergärung in konventionellen Biogasanlagen geeignet. Trotz geringerer Gasausbeute kann jedoch der Einsatz von Niedermoorbiomasse attraktiv und wirtschaftlich sein.

Flüssige Energieträger aus Biomasse: Hierbei werden organische Stoffe über mehrere Prozessschritte großtechnisch in flüssige Energieträger umgewandelt (*biomass to liquid* - BTL, sog. *synfuels* oder *synfuels*).

Für die Energie- und insbesondere für die Wärmeversorgung der ländlich geprägten und dünn besiedelten Teilregionen Vorpommerns sind kleine, dezentrale Energieanlagen geeignet: Energetisch lassen sie sich gut an die vergleichsweise geringen Energiebedarfsdichten anpassen. Dadurch sind sie zugleich auch kosteneffizient. Im Bereich des Peenetales etwa können Heizkraftwerke mit Rundballen aus Niedermoorbiomasse befeuert werden und neben einer dezentralen Stromproduktion die Privathaushalte mit Nahwärme beliefern. Feuerungsanlagen mittlerer Größe können Unternehmen wie Ferienanlagen, Gärtnereien, Schweinezuchtbetriebe etc. mit „regionaler“ Wärme versorgen. Für die automatische Beschickung von Heizungsanlagen in öffentlichen Einrichtungen wie Verwaltungsgebäuden, Schulen, Sportzentren oder Museen in Städten ist die Erzeugung von Pellets oder Briketts möglich.

Dem fortgeschriebenen Konzept zum Schutz und zur Nutzung der Moore in M-V [/57/](#) können als Potential für eine „nasse“ Bewirtschaftung generell die Moorflächen angesehen werden, die gegenwärtig extensiv bewirtschaftet oder gemulcht werden. Darüber hinaus bieten sich auch aufgelassene, offene Moorstandorte für eine Paludinutzung an. Allerdings liegen zur Bestandesetablierung und -beerntung von Paludikulturen derzeit nur wenige Erfahrungen vor. Kleinflächige Pilotprojekte auch in M-V deuten auf eine Praktikabilität der Verfahren hin. Bis zur praktischen Anwendung im Betriebsmaßstab besteht jedoch noch weiterer Erprobungsbedarf [/57/](#),S.58.

Für eine extensive Nutzung kommen sowohl pedogen als auch hydrologisch schwierige Moorstandorte sowie hofferne Flächen in ungünstiger innerbetrieblicher Verkehrslage in Betracht. Darunter befinden sich auch sehr stark degradierte, bereits aufgelassene Flächen. Bei ihrer Bewirtschaftung wird jeder Aufwand gescheut, es sei denn, er ist zur Aufrechterhaltung des Mindestpflegezustandes als Voraussetzung der Prämienfähigkeit notwendig (vgl. Cross Compliance) [/57/](#),S.50.

In dem im Textteil bereits erwähnten ENIM-Projekt wurden auch die Standortbedingungen von Paludikulturen charakterisiert und die Produktivität ermittelt. Beides wurde zur Bestimmung des Flächenpotenzials wiedervernässter bzw. nasser Niedermoore anhand einer Beispielregion (Malchin im LNachbarlandkreis Mecklenburgische Seenplatte) herangezogen. Die Ermittlung der dort vorhandenen Moorflächen, ihrer Biotop- bzw. Nutzungstypen erfolgte ebenso wie die Abschätzung der für eine nasse Bewirtschaftung verfügbaren Flächen GIS-basiert. Als Datengrundlage dienten insbesondere das LINFOS M-V (Landschaftsinformationssystem) des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG), welches eine umfangreiche, flächendeckende Sammlung von Geodaten für M-V einschließt⁴⁴.

Im ENIM-Untersuchungsgebiet befinden sich gemäß der Moorübersichtskartierung rund 37.000 ha Moorflächen, die ca. 13 Prozent der Gesamtfläche einnehmen (entsprechend etwa dem Landesdurchschnitt von 12,7 Prozent Moorflächen bezogen auf M-V insgesamt). Im Ergebnis einer Eig-

⁴⁴ Sowohl die Moorübersichtskartierung als auch die Biotop- und Nutzungstypenkartierung (BNTK) sind allerdings nicht sehr aktuell (1995 und 1993) und insbesondere die Moorübersichtskartierung wird als nur mäßig genau eingeschätzt. Beide Datengrundlagen sind aber für ganz M-V verfügbar und für eine flächendeckende Potenzialanalyse zum Schilfanbau die derzeit genauesten Erhebungen. Kartierungen der Feuchte- und Trophiestufen oder eine genaue Höhen- oder Grundwasserkarte standen nicht zur Verfügung [/58/](#),S.87.

nungsbewertung verblieben Flächen im Umfang von ca. 27.000 ha, auf denen die Produktion von Niedermoorbiomasse (Schilf, Rohrglanzgras, Großseggen) unter nassen Bedingungen als möglich eingeschätzt wurde. Hierzu wurden insbesondere Frisch- und Feuchtwiesen, Ackerflächen und als Niedermoore kartierte Flächen gezählt. D.h., ca. 70 Prozent der in dem betrachteten Untersuchungsgebiet vorhandenen Moorgesamtfläche konnte als prinzipiell geeignet bewertet werden. Dieses Flächenpotenzial wurde in anschließenden Untersuchungen zu den generellen Einschränkungen für den Schilfanbau, zur Eignung der einzelnen Biotop- und Nutzungstypen sowie der Feuchte- und Trophiestufen weiter eingegrenzt. Schließlich wurde ein Flächenpotenzial von ca. 3.000 ha als für die Erzeugung von Energiebiomasse aus Niedermooren geeignet ausgewiesen (knapp 10 Prozent der Moorgesamtfläche) /58/,S.98.

In dem anschließenden Projekt VIP wurden diese Flächenanalysen dann auf die Modellregion Vorpommern erweitert, um mit der bereits genutzten Datenbasis des LUNG die Landnutzungsformen zu bestimmten und potentielle Umsetzungsgebiete für die Erzeugung von Niedermoorbiomasse aus Paludikulturen einzuzugrenzen. Zu diesem Zweck wurden thematische Karten zu den hydrogenetischen Moortypen, zur Landnutzung, zum Entwässerungsgrad, zur Moormächtigkeit und zum Grad der Moordegradierung erstellt /59/.

Anhand der regionalen Verteilung und des Zustandes der Moore wurden erhebliche Handlungsbedarfe im Hinblick auf die Revitalisierung stark entwässerter Flächen aufgedeckt. Sie stellen sich regional unterschiedlich stark dar und bieten in vielen Teilräumen ideale Voraussetzungen für Paludikultur. Zwar wurden bereits viele Flächen wiedervernässt, jedoch konzentrierte sich der Moorschutz auf Bereiche der größeren Flusstäler der Peene und Recknitz. Für die Entwicklung der meisten Moore in den kleineren Flusstälern besteht nach wie vor die Notwendigkeit der Entwicklung nachhaltiger Wiedervernässungsstrategien und damit verbundener Nutzungsperspektiven. Für Paludikulturen können sich hierin interessante Möglichkeiten ergeben. Für etwa 25 Prozent aller Moorflächen gelten dagegen keinerlei Vorgaben oder Planungen zur zukünftigen Flächennutzung. Insbesondere Flächen in den landwirtschaftlich geprägten Binnenlandbereichen zwischen den größeren Flusstälern werden derzeit wirtschaftlich genutzt (als Weidegrünland oder Ackerland). Schwerpunkte sind hierbei der Amtsbereich Anklam-Land, die Gemeinden der Friedländer Großen Wiese, der südliche und mittlere Teil des ehemaligen Landkreises Uecker-Randow und die nordvorpommerschen Niedermoorgebiete. Auch hier bietet sich eine Umsetzung von Paludikultur an, /60/.

Abb. A3-2 zeigt im VIP-Projekt beschriebene Schwerpunktbereiche zur Sicherung und Entwicklung ökologischer Funktionen der Moore (oben) sowie die Moorflächen in den Gemeinden in ihrer regionalen Verteilung (unten). Von den dort insgesamt betrachteten knapp 145 Tausend ha Mooren wurden über 60 Prozent als Grünland genutzt, weitere 16 Prozent als Wald/Forst und ca. 10 Prozent als Ackerland. Weitere 8 Prozent entfielen auf Sümpfe/Moore sowie 5 Prozent auf sonstige Nutzungen.

Im Land M-V existieren insgesamt 280.670 ha Moorfläche. Davon entfallen auf den Landkreis Vorpommern-Rügen 37.200 ha und auf den Landkreis Vorpommern-Greifswald 78.800 ha (11,6 Prozent bzw. 20,1 Prozent ihrer jeweiligen Gesamtfläche) /61/,S.37 (Stand vom 31.Dezember 2012).

Für die o.g. Moorfläche des Landes schätzt die Universität Greifswald ein, dass eine Teilfläche von ca. 57.000 ha für Paludikulturen nutzbar ist (entsprechend 20 Prozent) /62/. Bei einer Produktivität von 8 t Trockenmasse je Hektar (konservative Abschätzung) könnten somit jährlich 456.000 t Biomasse produziert werden. Dies entspricht im Falle einer energetischen Verwertung der Biomasse einem Bruttojahres-Brennstoffeintrag von 8 Mio GJ (entsprechend 188.000 t Heizöl-Äquivalenten).

Überträgt man für eine Potenzialabschätzung diese Daten auf die für die beiden Landkreise Vorpommern-Rügen und Vorpommern-Greifswald genannten Moorflächen, ergeben sich unter Verwendung eines durchschnittlichen Energieinhaltes von 17,5 GJ/t TM jährlich gewinnbare Energiemengen 1.060 TJ bzw. 2.246 TJ für die beiden Landkreise, insgesamt also 3.300 TJ/a.

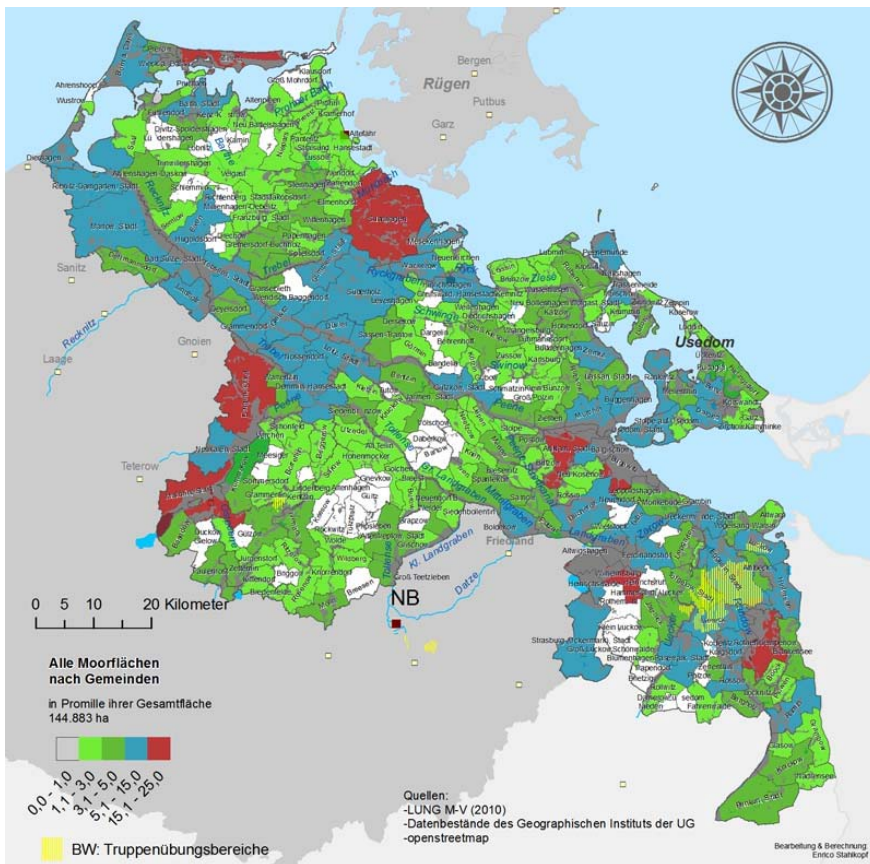
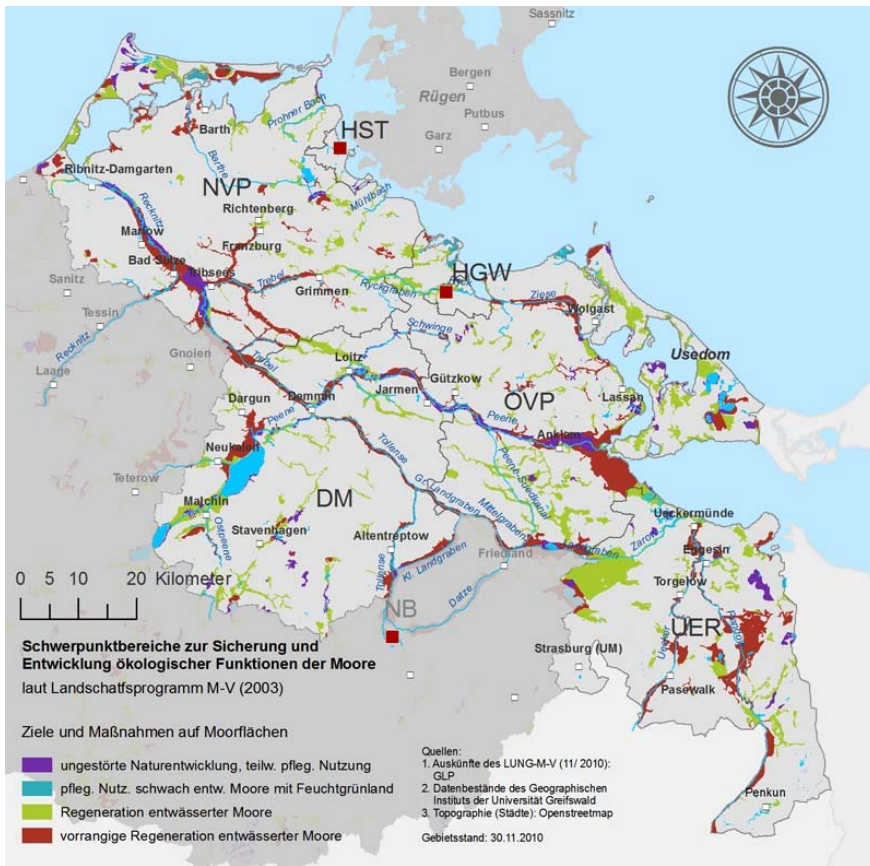


Abb. A3-2: Schwerpunkte des Moorschutzes und Moorflächen in den Gemeinden⁴⁵

⁴⁵ Die Karten sind Teil eines Kartensatzes, der auf der Homepage des VIP-Projektes zur Verfügung steht: <http://www.paludiculture.uni-greifswald.de/de/niedermoor.php> (zuletzt aufgerufen am 02. März 2014).

Anhang 4: Kartenteil - Potenziale ausgewählter erneuerbarer Energiequellen

- Kartendarstellungen (Beschreibungen im Textteil) -

Karte 1: Windenergiepotenzial

Karte 2: Solarwärmepotenzial

Karte 3: Solarstrompotenzial

Karte 4: Biogaspotenzial

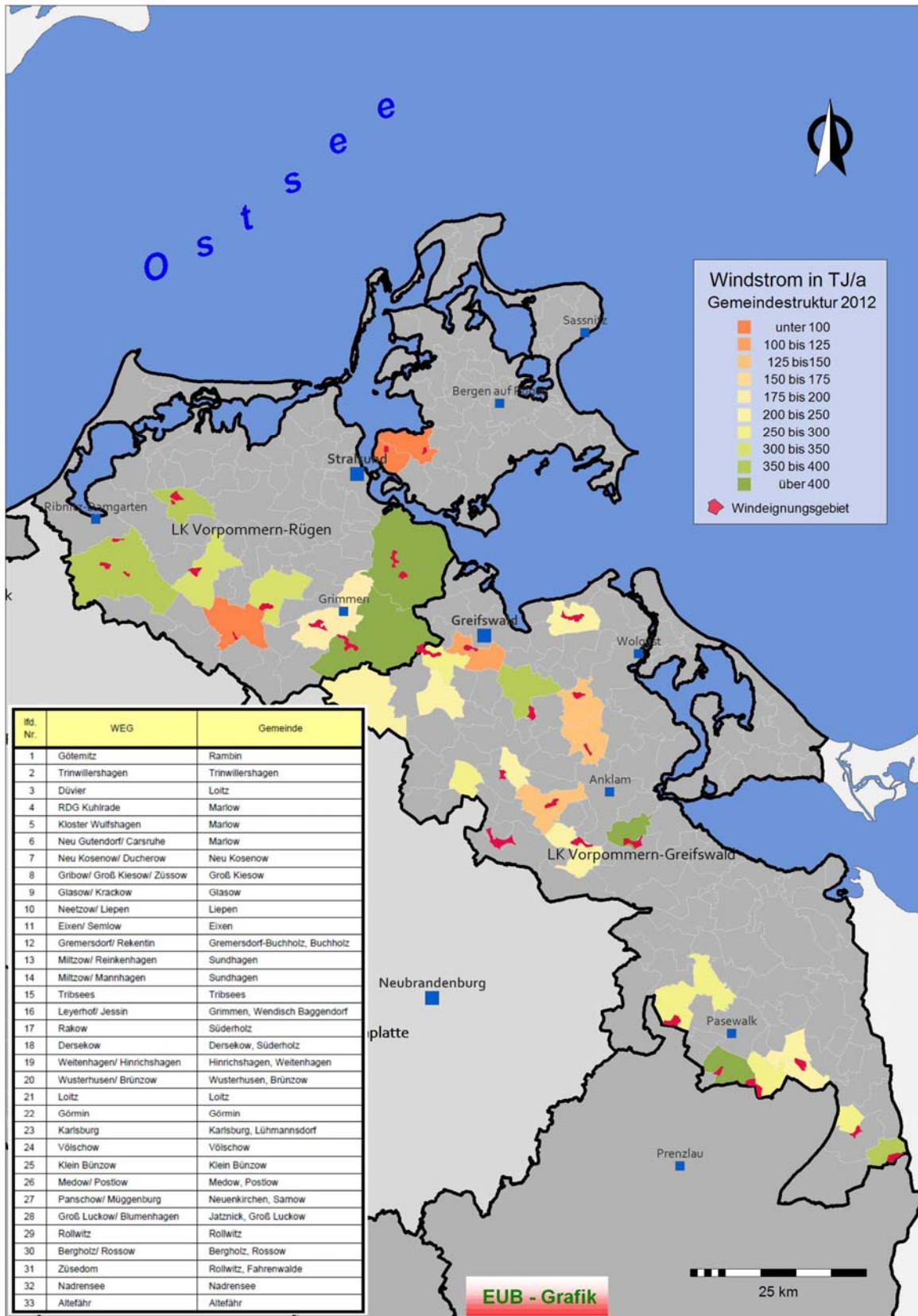
Karte 5: Biomassepotenzial

Karte 5.1: Waldholz-/Waldrestholzpotenzial

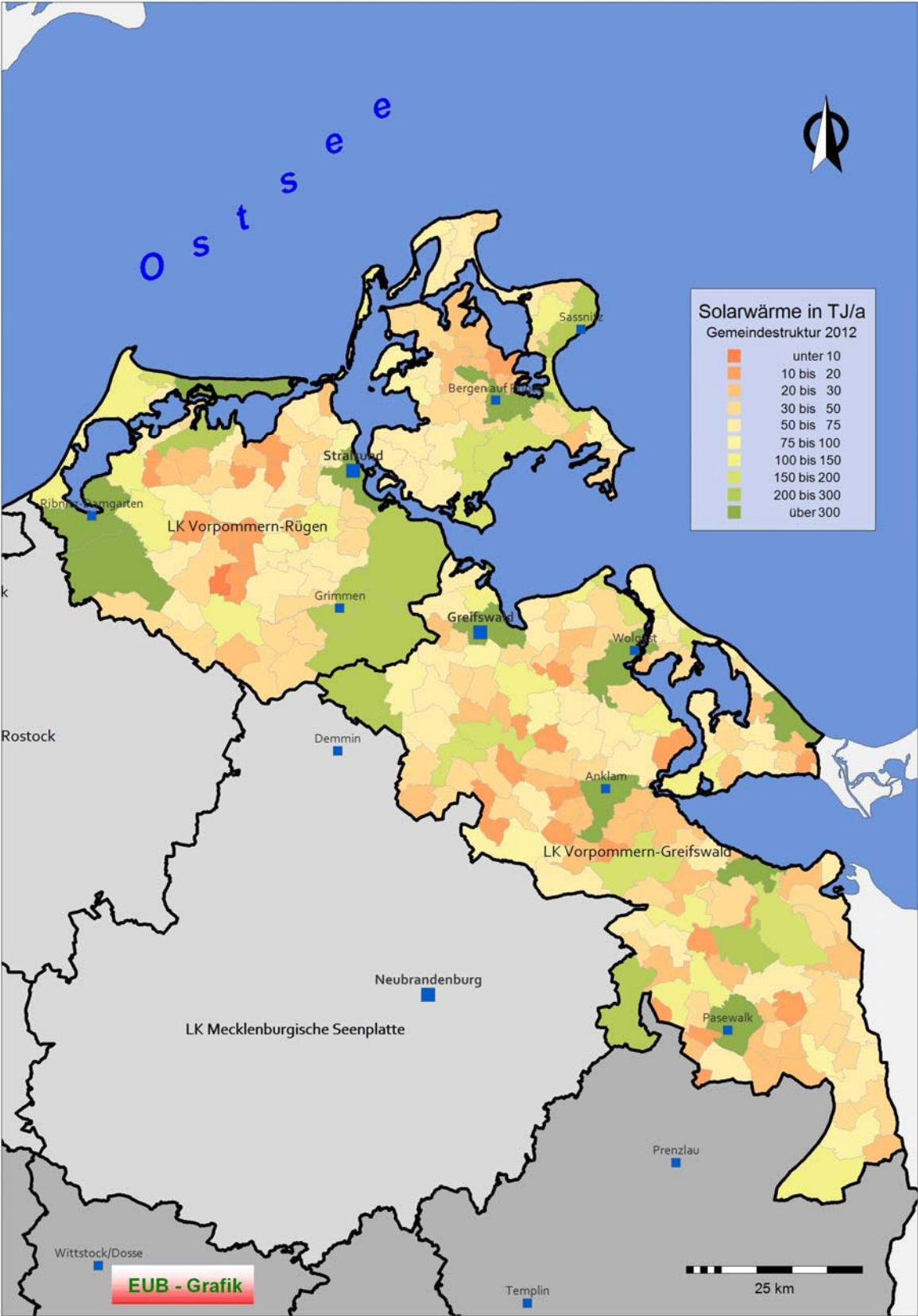
Karte 6: Pflanzenölpotenzial

Karte 7: Erdwärmepotenzial

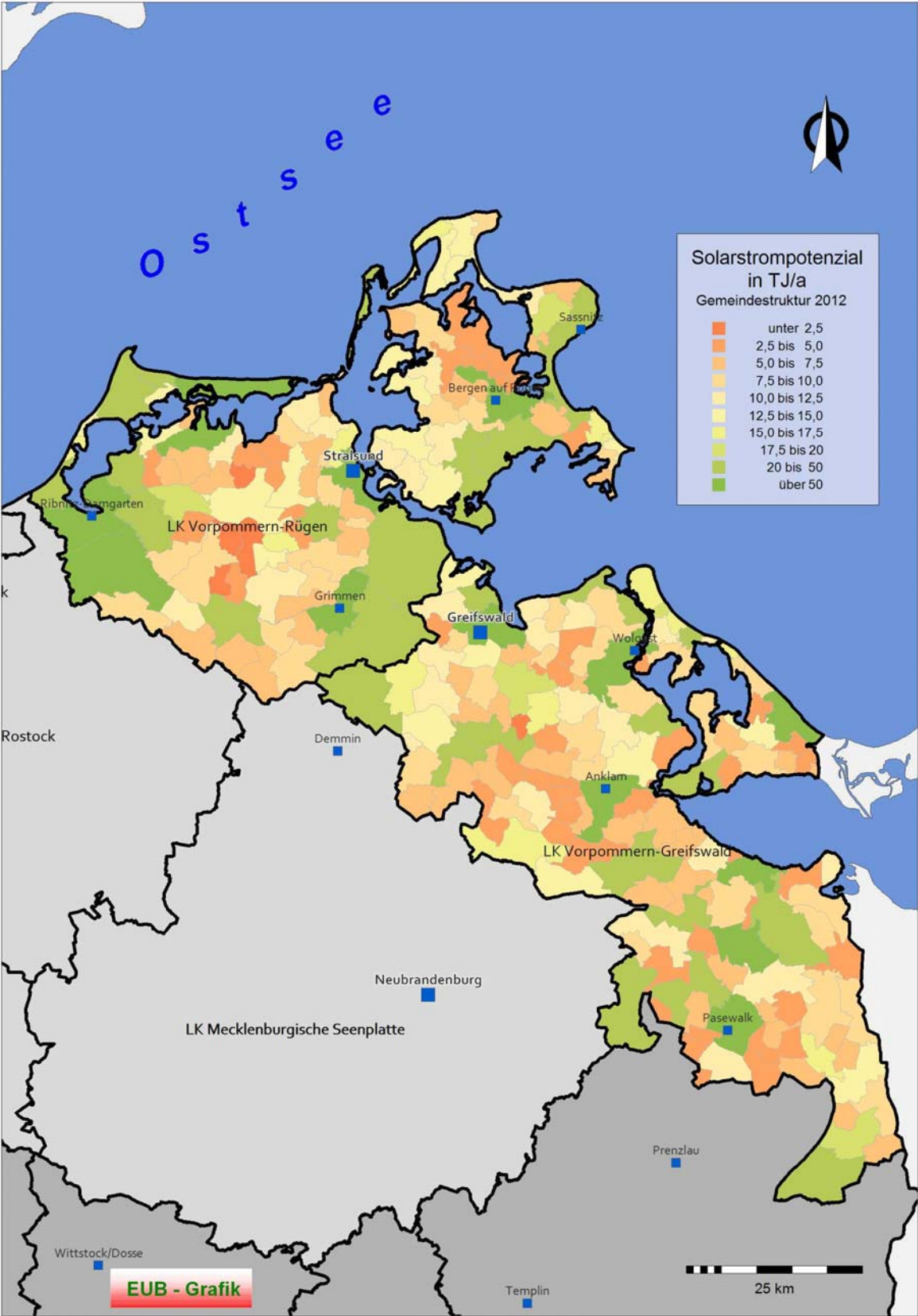
Karte 1: Windenergiepotenzial in der Planungsregion Vorpommern



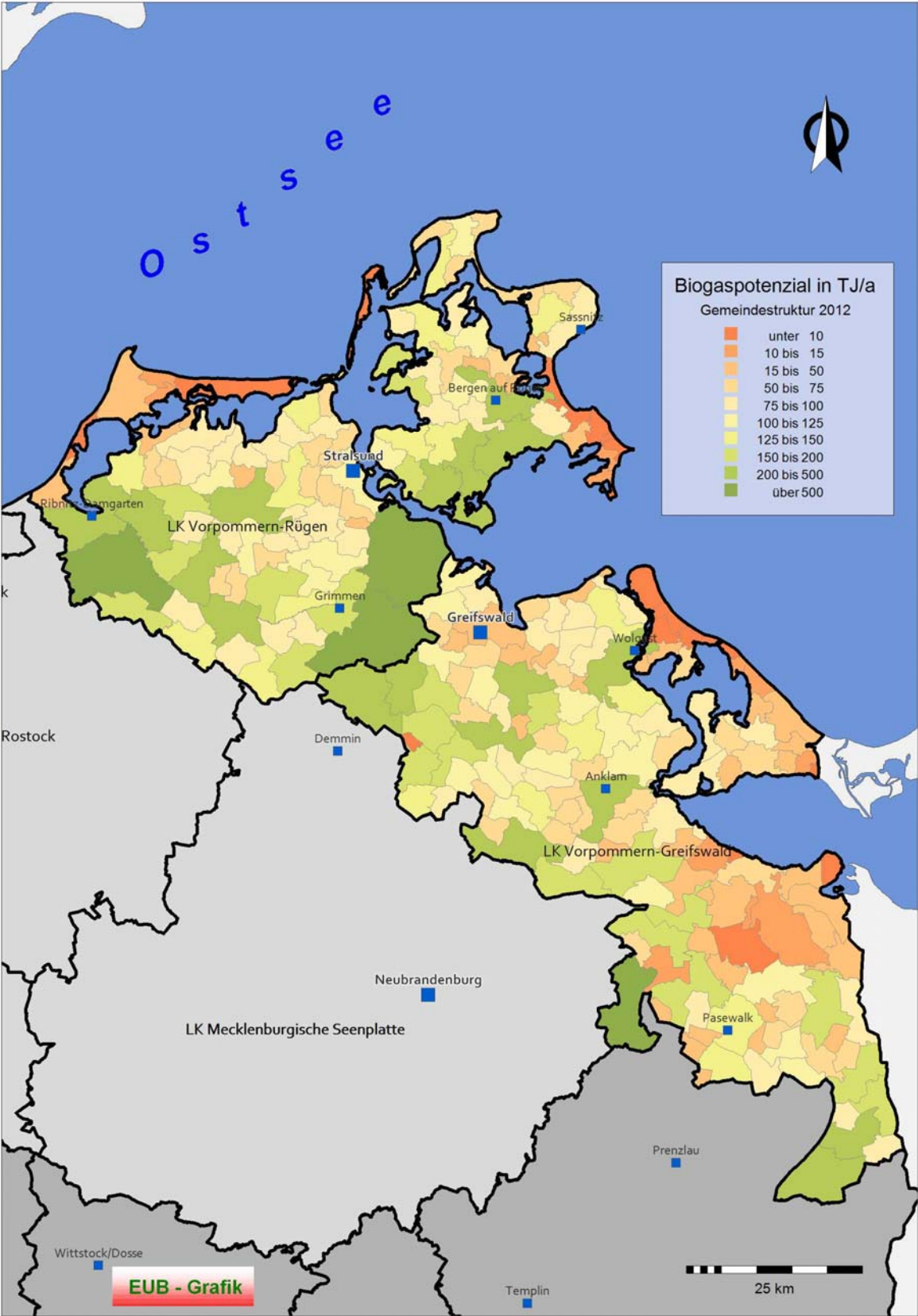
Karte 2: Solarwärmepotenzial in der Planungsregion Vorpommern



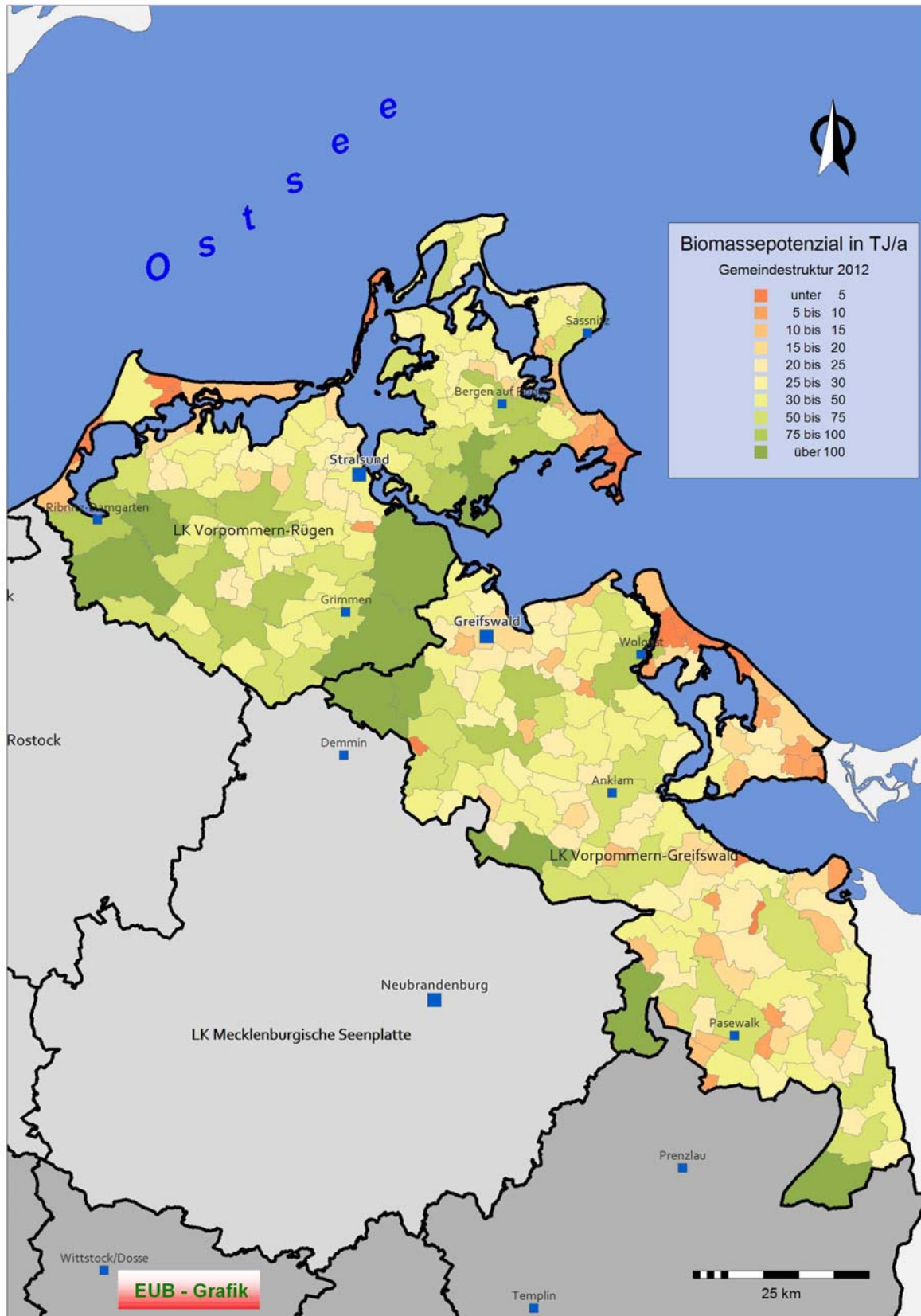
Karte 3: Solarstrompotenzial in der Planungsregion Vorpommern



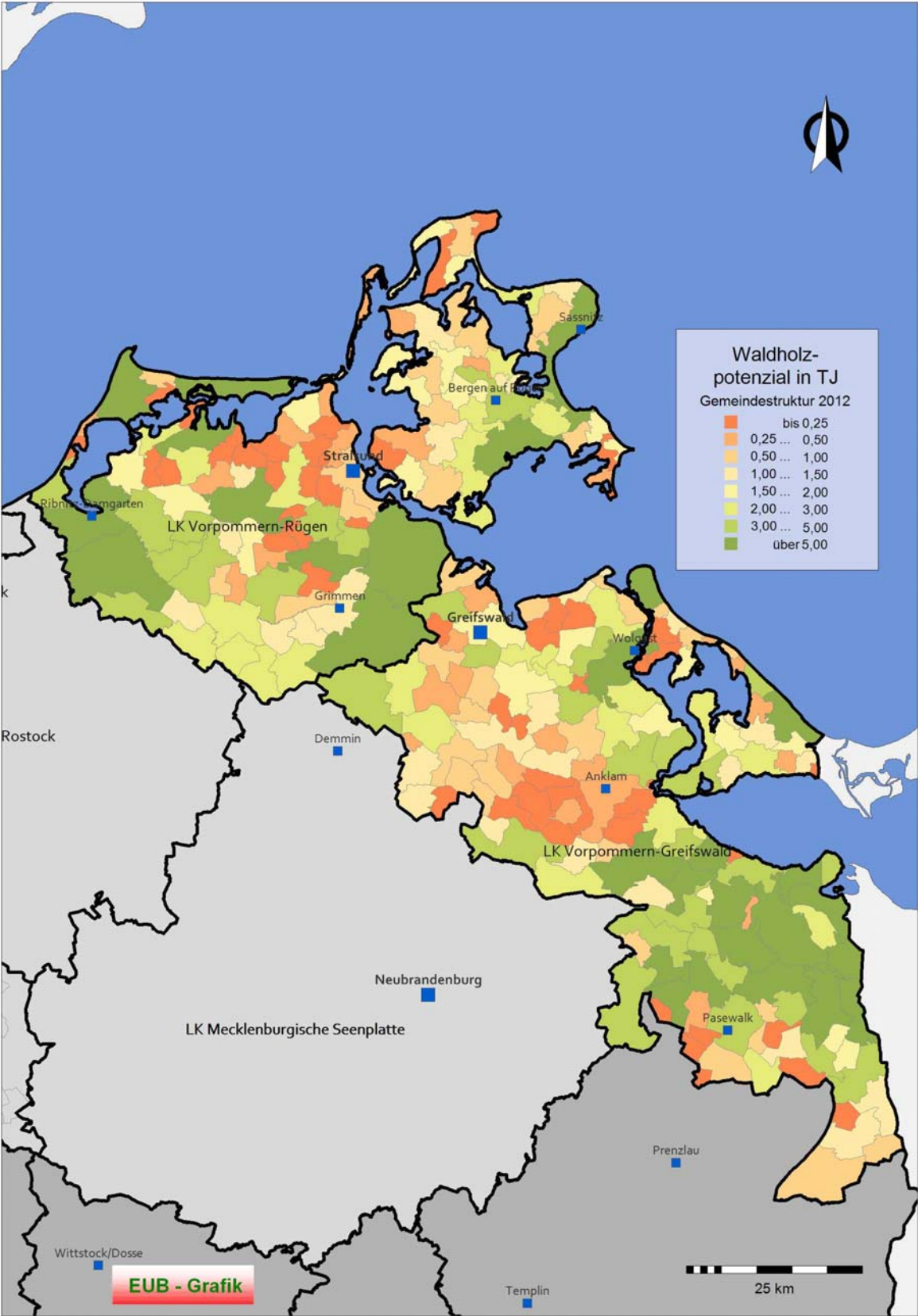
Karte 4: Biogaspotenzial insgesamt in der Planungsregion Vorpommern



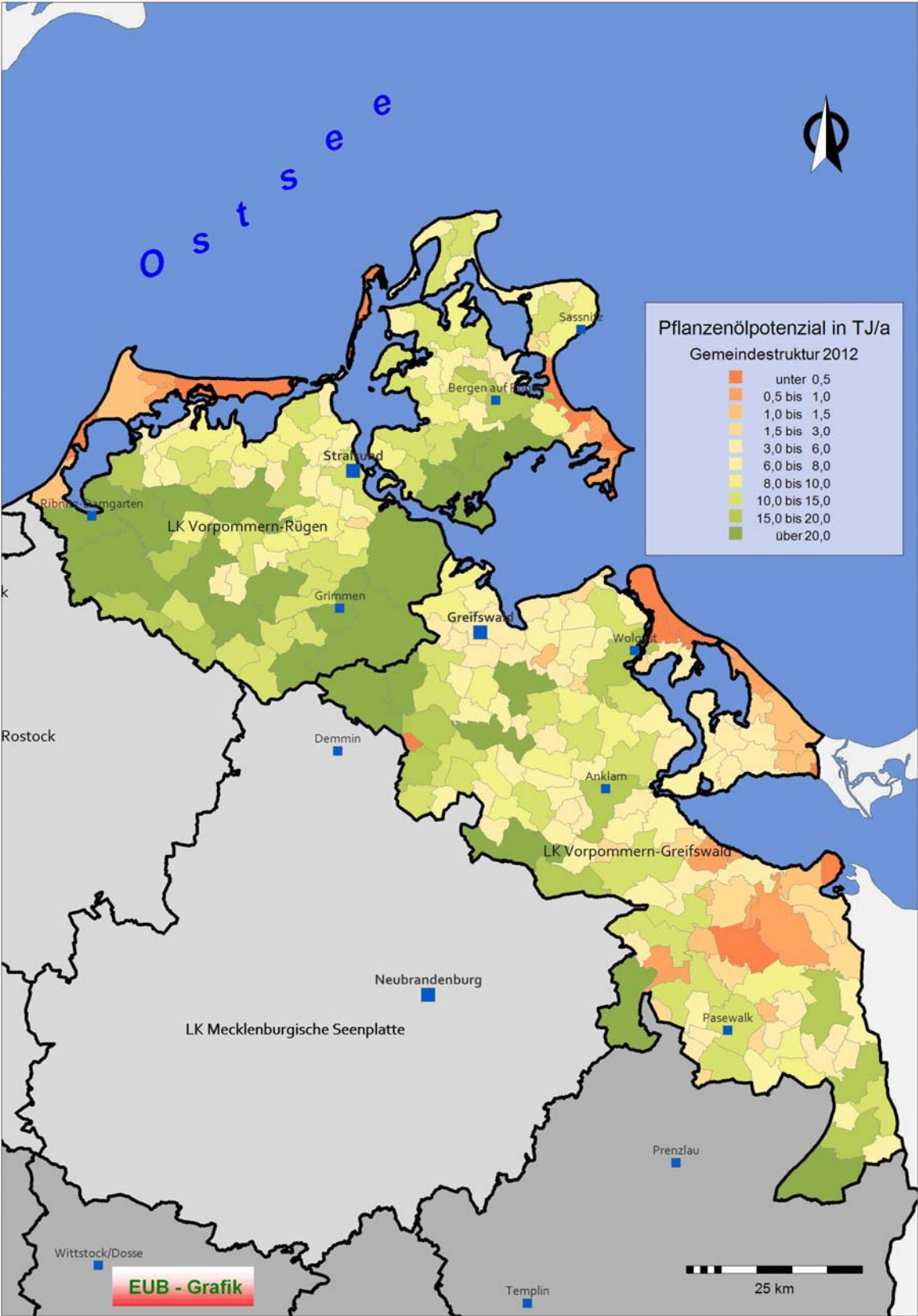
Karte 5: Biomassepotenzial insgesamt in der Planungsregion Vorpommern
 (ohne energetisch nutzbare Biomasse aus Paludikulturen, da nicht gemeindefach ermittelbar)



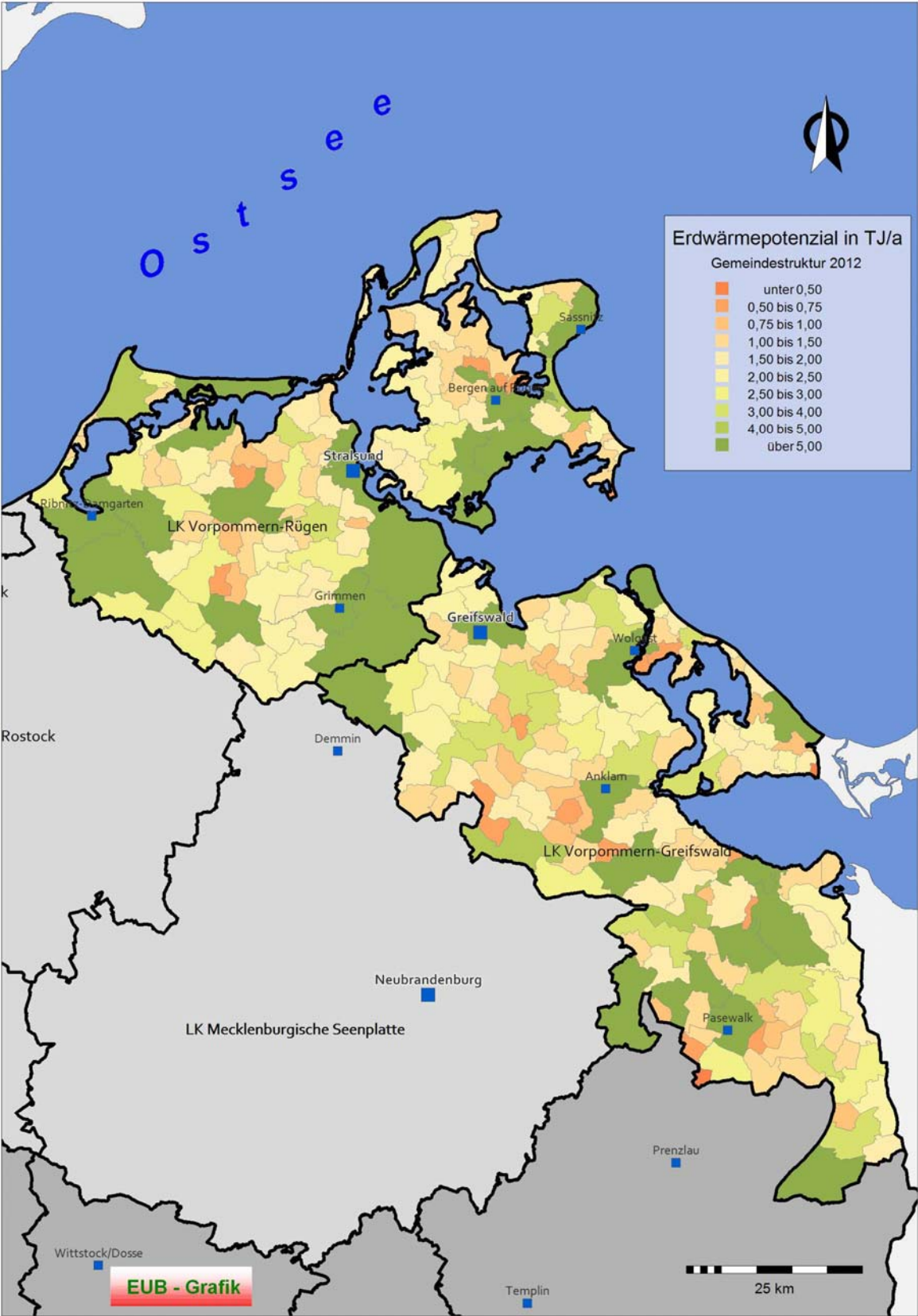
Karte 5.1: Waldholz-/Waldrestholzpotenzial insgesamt in der Planungsregion Vorpommern



Karte 6: Pflanzenölpotenzial insgesamt in der Planungsregion Vorpommern



Karte 7: Erdwärmepotenzial insgesamt in der Planungsregion Vorpommern



Anhang 5: Auszug aus der Netzstudie M-V 2012 zur Planungsregion Vorpommern

Der Netzstudie M-V (2012) zugrunde liegende Szenarien für die Entwicklung der installierten elektrischen Leistungen von EE-Anlagen in der Planungsregion Vorpommern bis 2025 /54/

Tab. 12: Szenarien für die Entwicklung der EE-Leistung in der Planungsregion Vorpommern

Alle Angaben in MW installierte Leistung	Basisjahr	UNTERES-Szenario			MITTLERES-Szenario			OBERES-Szenario		
	2010	2015	2020	2025	2015	2020	2025	2015	2020	2025
Windenergie	688,7	1.031	1.315	1.424	1.031	1.372	1.816	1.053	2.029	2.326
Bioenergie	55,9	siehe mittleres Szenario			75	89	95	80	104	123
Photovoltaik	86,8	siehe mittleres Szenario			309	449	534	384	635	776
Sonstige EE	1,6	siehe mittleres Szenario			2	3	4	siehe mittleres Szenario		
Summe EE	833,0	1.417	1.856	2.057	1.417	1.914	2.449	1.519	2.772	3.229

Anhang 6: Potenziale von Kleinwindenergieanlagen

Im Kern basiert die Nutzung von Kleinwindenergieanlagen (Klein-WEA) auf der uralten Idee der Selbstversorgung, die auch in Deutschland derzeit immer neue Anhänger findet. So sind kleine WEA insbesondere für Bürger und für landwirtschaftliche Betriebe von Interesse, die damit ihren Eigenbedarf decken möchten. Allerdings erreichen kleine WEA aus verschiedenen Gründen (bislang) nicht die Wirtschaftlichkeit von Großanlagen.

Klein-WEA können z.B. auch die in den Städten bestehenden urbanen Windenergiepotenziale unter bestimmten Voraussetzungen wirtschaftlich erschließen, wenn sie z.B. auf exponierten Dächern errichtet werden. Allerdings liegen z.B. zu den charakteristischen, von der Oberflächenrauigkeit des umliegenden Gebietes beeinflussten bzw. geprägten Windangeboten in Städten und ihren Auswirkungen auf den WEA-Betrieb vergleichsweise wenige Erkenntnisse vor (z.B. erzeugen Gebäude Turbulenzen, die einen großen Einfluss auf den Ertrag und auf die Stabilität von Klein-WEA haben). Wegen dieser kleinräumigen Einflüsse auf das Windenergiepotenzial an einem konkreten Standort können auch Windmessdaten von umliegenden Wetterstationen nur bedingt für die Ertragsprognose herangezogen werden.

Dass bislang von der Politik keine Programme zur Förderung von Klein-WEA aufgelegt wurden, wirkt sich zudem begrenzend auf die Potenziale aus. Auch aus diesen Gründen liegen für dieses Teilpotenzial der Windenergie derzeit kaum regionale Potenzialermittlungen vor. Auch in bundesweiten Analysen bleibt dieses Potenzial – bei dem Höhen von 10 m bis 50 m über Grund von besonderem Interesse sind – bislang unberücksichtigt, z.B. /70/ und /71/.

Wie eine solche Nutzung in der Realität aussehen kann, zeigen Abb. A6-1 und Abb. A6-2 am Beispiel einer Urban Green Energy (UGE) WindTurbine-Community in Jerseyville (suburban St. Louis, IL – USA), wo 32 WEA *eddyGT 1 kW* auf neu gebauten Wohnhäusern (Condominiums!) installiert wurden.

Ähnliche Klein-WEA werden auch in M-V von einem in Neubukow angesiedelten Unternehmen hergestellt, Abb. A6-3. Diese Anlagen haben bei einem Rotordurchmesser von 4 m eine Nennleistung von 2,7 kW, die bei einer Windgeschwindigkeit von 10 m/s erreicht wird.



Abb. A6-1: UGE WindTurbine-Community in Jerseyville (USA), fertiggestellt 2011⁴⁶

⁴⁶ Bildquelle: EcoPlanetEnergy: A Sustainable Community - Case study 2. Verfügbar unter: <http://www.eco-planetenergy.com/all-about-eco-energy/inspired-leaders/case-study-2/>. (zuletzt aufgerufen am 20. Dezember 2013).



Abb. 6-2: UGE WindTurbine eddyGT mit einer Nennleistung von 1 kW ⁴⁷



Abb. 6-3: Kleine WEA von Dela Rotor an einer Plusenergieschule in Rostock⁴⁸

⁴⁷ Bildquelle: <http://www.urbangreenenergy.com/solutions/green-energy-for-home/media>. (zuletzt aufgerufen am 20. Dezember 2013).

⁴⁸ Bildquelle: <http://www.kleinwindanlagen.de/Forum/cf3/topic.php?p=31302>. (zuletzt aufgerufen am 08. Dezember 2013).

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Amtes für Raumordnung und Landesplanung Vorpommern unentgeltlich abgegeben. Sie ist nicht zum gewerblichen Vertrieb bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerberinnen / Wahlwerbern oder Wahlhelferinnen / Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift der Empfängerin / dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme des Amtes für Raumordnung und Landesplanung Vorpommern zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.