

# Potenzialbestimmung Bioenergie in der Bioenergieregion Mecklenburgische Seenplatte

## KURZFASSUNG

### Projektleitung:

Prof. Dr. Hans-Peter Piorr

### Projektbearbeitung:

Dipl. Geoökol. Sybille Brozio  
M. Sc. Dipl. Ing. (FH) Marco Hahs  
Dipl.-Ing.(FH) Susanne Hempp  
Dr. Caroline Schleier  
Dipl.-Ing.(FH) Gundolf Schneider  
M.Sc. Franziska Schulz  
Dipl.-Ing.(FH) Mirella Zeidler

Hochschule für nachhaltige Entwicklung (HNE) Eberswalde (FH)  
Fachbereich Landschaftsnutzung und Naturschutz  
Friedrich-Ebert-Str. 28  
16225 Eberswalde,

den 04.10.2010

### erarbeitet für:

ARGE Initiative Bioenergieregion Mecklenburgische Seenplatte GbR  
mit finanzieller Förderung durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) als Projektträger des BMELV für das Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe



## **KENNZEICHNUNG UNTERSUCHUNGSGBIET**

Für die Bioenergieregion Mecklenburgische Seenplatte [BER] sind die Potenziale für Biomasse aus der Landwirtschaft (Ackerbau, Grünland), der Forstwirtschaft und der Landschaftspflege bestimmt worden. Das Planungsgebiet umfasst die Landkreise Demmin, Mecklenburg-Strelitz und Müritz sowie die kreisfreie Stadt Neubrandenburg.

In der BER herrscht ozeanisches Klima mit mittleren Jahresniederschlägen von 581 mm (Mittelwert 1990-2005) vor. Die regionalen Unterschiede sind sehr groß (490-655 mm), alle 3-4 Jahre treten extreme Vorsommer- oder Sommertrockenheit mit Jahresniederschlägen von unter 430 mm auf. Die Qualität der Böden wird durch eiszeitliche Überprägung, mit Platten und Niederungen als typische Reliefformen, bestimmt.

Die BER gehört mit 0,23 ha je Einwohner zu den am dünnsten besiedelten Räumen der Bundesrepublik. Nach der Bevölkerungsprognose des Statistischen Amtes MV (2009) wird es von 2007 nochmals zu einem Bevölkerungsrückgang bis 2020 um 16,3 % kommen. Für die 151.100 Privathaushalte (2008) kann nach energis (2010) ein jährlicher Strombedarf von ca. 429.436 MWh<sub>el</sub> angenommen werden. Differenziert nach Wohnraumbestand errechnet sich für diese Haushalte nach Fischer & Krieg (1999) ein jährlicher Wärmebedarf von 2,76 Mio. MWh<sub>th</sub> (= 66 GJ), was über dem Bundesdurchschnitt von 62 GJ liegt (Statistisches Bundesamt 2006).

Die Landnutzung der BER besteht mit 317.424 Hektar zu über 54 % aus landwirtschaftlichen Flächen. Vor allem der Norden wird durch landwirtschaftliche Produktion geprägt, im Süden und Südwesten dominieren Waldbereiche die Region. Ökologische Bewirtschaftungsweise findet auf 8,6 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche statt. Es werden ca. 100.00 Rinder und 130.00 Schweine gehalten, wobei die Rinderhaltung, vor allem die Bestände an Milchkühen, rückgängig ist.

Im Jahr 2020 sollen für das Bundesland Mecklenburg-Vorpommern 25-30 % des Strombedarfs, 14 % des Wärmebedarfs und 17 % des Kraftstoffbedarfs als Bioenergie bereitgestellt werden. Nach eigenen Recherchen wurden 2009 in der BER ca. 14 Biogasstandorte mit einer Gesamtleistung von 4,85 MW<sub>el</sub> betrieben. Die Inputstoffe der Biogassubstrate sind vorwiegend Wirtschaftsdünger und nachwachsende Rohstoffe (Silomais, Getreide) sowie biogene Rest- und Abfallstoffe als Kosubstrate (Agrarbericht MV 2009). Biodiesel wird in drei Anlagen mit einer Gesamtkapazität von 89.000 t im Jahr produziert. Es existieren keine Bioethanolanlagen in der BER. Nahe gelegene Ethanolanlagen befinden sich in Anklam und Schwedt.

## **BIOENERGIEPOTENZIALE IN DER BIOENERGIEREGION**

Die für eine Bioenergieproduktion zur Verfügung stehende Biomasse ist von der in der Region produzierbaren Erntemenge und den Verbräuchen abhängig. Die Potenzialanalysen stützen sich auf die Bilanzierung dieser Kenngrößen, die Restmengen stehen für eine Bioenergieproduktion zur Verfügung. In der vorliegenden Studie wird davon ausgegangen, dass sich die derzeitigen Handelsströme in den kommenden Jahren nicht wesentlich verändern.

Die erzeugbare Biomasse in Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Landschaftspflege, wird auf der Grundlage von Statistiken und Geodaten errechnet. Modellierungsmaßstab und Detailgehalt der Potenziale werden dabei von der Verfügbarkeit dieser Daten bestimmt. Flächenhafte Informationen zu Acker- und Grünland bzw. Landschaftsstrukturen wurden den InVeKoS-Feldblockdaten (MLUV 2009) und weiteren Landnutzungsdaten (BKG 2006) entnommen. Die Daten zu Forstflächen stammen aus der Forstgrundkarte (LFoA MV 2009), welche durch eigene räumliche Zuweisung eines GIS-Schlüssels mit dem Datenspeicher Wald für die Landeswaldflächen verbunden und deren Potenziale durch weitere Analysen bestimmt wurden.

Die Verbrauchsmengen stammen aus den Bereichen Nahrungsmittel, Futtermittel und Einstreu bzw. durch Einschränkungen der Holzbestände, die für eine energetische Verwendung zur Verfügung stehen. Somit werden Konkurrenzen zu Lebensmittel-, Futtermittel- und Holzverarbeitende Industrie vermieden.

Die Biomassen, die über den Bedarf hinaus erreicht und für Bioenergieproduktion herangezogen werden können, werden über substratspezifische Zuweisung von Energiegehalten differenziert nach den Inputstoffen in die Produktlinien thermische Energie (Wärme), Biogas, Biodiesel und Bioethanol umgerechnet. Diese werden im Folgenden zusammengefasst.

## BIOMASSE AUS DEM ACKERBAU

Für die BER wurden die Biomassepotenziale aus dem Ackerbau in Referenz- und Standortsszenarien ermittelt. Die Referenz-Szenarien beruhen auf Agrarstatistiken (Landkreisebene) und spiegeln die aktuelle Situation wider. Die Standort-Szenarien fußen auf Modellergebnissen des Biomasse-Ertragsmodells (Brozio et al. 2009). Nach Abzug der Verbrauchsmengen (konstant in allen Szenarien) werden die nachhaltig verfügbaren Biomassen in die Produktlinien Bioethanol (Getreidekorn und Zuckerrübe), Biodiesel (Raps) und Biogas (Silomais, Winterroggen-Ganzpflanzen) umgewandelt.

Durch die Anwendung des Biomasse-Ertragsmodells werden die natürlichen Eigenschaften der ackerbaulich genutzten Standorte erfasst und regionalspezifische Erträge für standortangepasste Fruchtfolgen modelliert. Neben der Differenzierung von Standortparametern (bspw. Ertragsleistung der Böden) können klimatische Szenarien und Nachhaltigkeitsparameter (trockenheitsbedingte Ertragsdefizite und Humusbilanzen) abgebildet und deren Auswirkungen auf die Bioenergiepotenziale regionalisiert werden.

Szenarien	Niederschlag	Humussaldo [kg C ha <sup>-1</sup> ]	ZFA <sup>1</sup>	Anzahl <sup>2</sup> an Biogasanlagen	Bioethanol Tonnen pro Jahr	Biodiesel
<b>Referenz</b>	trocken			12	83.618	29.331
	normal	±0	ohne	26	153.185	42.561
	feucht			45	209.262	59.625
<b>Standort</b>	trocken	±0/+50	ohne/mit	39	48.334	26.766
	normal	±0	mit	71	94.794	44.309
		+50		64		
	normal	±0	ohne	67		
		+50		60		

<sup>1</sup> ZFA = Zwischenfruchtanbau (nicht genutzt)

<sup>2</sup> Standard-Anlagengröße = 500 kW<sub>el</sub> & Laufzeit von 8.000h a<sup>-1</sup>

Konkurrenzen um Ackerflächen zwischen der Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln bzw. Saatgut und der Bioenergieproduktion sind auf der Basis bestehender Bevölkerungsstrukturen und Bestandsdaten ausgeschlossen. In Trockenjahren muss mit erheblichen Ertragsdepressionen gerechnet werden, die in Hinblick auf die Versorgungssicherheit der Bioenergieanlagen zu berücksichtigen sind.

### Bioethanol

Der Absatz von Benzin im Straßenverkehr lag im Jahr 2005 bei 474.282 t in Mecklenburg-Vorpommern (MWV 2006). Eine Substitution durch Bioethanol aus den Bioenergiefrüchten der BER wäre zu fast 20 % (Referenz) realisierbar (Standort-Normaljahr = 12,3 %). Damit weist die Bioenergieregion ein hohes Potenzial zur Bioethanolerzeugung auf. Allerdings wirken sich Ertragseinbußen in Trockenjahren extrem auf die Potenziale aus: In solchen Jahren (und dies ist aller 3-4 Jahre der Fall) ist eine Halbierung der Kraftstoffsubstitution im Vergleich zum Normaljahr möglich.

### Biodiesel

Bisher kann die in der BER potenziell erzeugbare Menge an Biodiesel zur Substitution von ca. 6 % des Dieselmotorkraftstoffes im gesamten Bundesland Mecklenburg-Vorpommern genutzt werden. Zurzeit werden die Kapazitäten der Biodieselanlagen in Mecklenburg-Vorpommern zu 50 % ausgelastet. Zur 100%-igen Auslastung bedarf es einer hohen Rohstoffmenge an Rapssaat, die unter Einhaltung der guten fachlichen Praxis nicht regional erzeugt werden kann. Einer Erhöhung der Rapsanbaufläche sind aufgrund von Anbaurestriktionen und Versorgung mit Nahrungs- und Futtermitteln Grenzen gesetzt. Wie die Analyse und Bewertung der Fruchtfolgen gezeigt hat, ist die Anbaufläche von Raps aus pflanzenbaulicher und phytosanitärer Sicht ausgeschöpft. Die Biodieselanlagen in Mecklenburg-Vorpommern sind demzufolge von Rohstoffimporten abhängig.

### Biogas

Die Analyse zeigt ein nachhaltig verfügbares Biogaspotenzial in der BER von ca. 40 Anlagen (standardisiert auf eine Größe von 500 kW<sub>el</sub> und 8.000 Volllaststunden im Jahr). Vergleicht man dies mit der installierten Leistung (Anfang 2009) von 4,85 MW<sub>el</sub> (= 9,7 Anlagen mit 500kW<sub>el</sub>), so wird das Potenzial zu 25 % genutzt. Allerdings entwickeln sich die Anzahl der Biogasstandorte zügig, sodass schon jetzt mit einer höheren Auslastung des Potenzials im Vergleich zum Vorjahr gerechnet werden muss.

Inklusive des Eigenverbrauchs der Biogasanlagen von 5,5 % kann der Strombedarf von 11,4 % (Referenz-Minimum) bis 25 % (Referenz-Mittelwert) der Privathaushalte in der Region gedeckt werden. Bei leichten Anpassungen der Fruchtfolgen auf den Anbau von Energiefrüchten (bei Bedarfssicherung im Nahrungsmittel- bzw. Futtermittelsektor) bestehen trotz Ertragsdepression in Trockenjahren erhebliche Reserven bis zu einer Versorgungssicherheit von 37 % der Haushalte mit Strom.

Zur Lokalisierung neuer Biogasstandorte sind detaillierte Untersuchungen in Zusammenarbeit mit den ansässigen Landwirten durchzuführen. Das Biomasse-Ertragsmodell ist für diese Recherche geeignet, um das nachhaltig verfügbare Potenzial am Standort zu visualisieren.

## BIOMASSE AUS DEM GRÜNLAND

Die Abschätzung der Biomassepotenziale von Grünland erfolgte im Referenz-Szenario auf der Grundlage von Statistikdaten, in den Standort-Szenarien basierend auf der Kombination von Geo- und Statistikdatenbanken. In erster Linie wird die Grünlandbiomasse zur Versorgung der Viehbestände genutzt. Die Bilanzierung der für bioenergetische Nutzungen zur Verfügung stehenden Biomasse erfolgt qualitätsspezifisch für Intensiv- und Extensivgrünland. So können die unterschiedlichen Futterqualitäten in den Berechnungen berücksichtigt werden. Die Modellierungen basieren auf den statistischen Viehbestandsdaten von 2007, dem Referenz-Szenario liegen statistische Daten von 2000 bis 2009 zugrunde. Für die Abbildung von Trocken- und Feuchtjahren wurden die statistischen Daten von 2003 (Minimum) und 2007 (Maximum) herangezogen. Für die Grünlandflächen der BER standen Informationen zu Boden, Niederschlag und Schutzstatus zur Verfügung. In einer Ertragsmatrix wurden Standortgruppen Erträge für verschiedene Nutzungsintensitäten zugeordnet. Der jeweilige Schutzstatus des Standortes begrenzt die mögliche Nutzungsintensität der Fläche. Die Erträge schwanken somit stark und liegen zwischen 18,6 und 96,5 dt Heu ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>. Als wichtigster Nachhaltigkeitsaspekt wurde eine mögliche Intensivierung der Nutzung insbesondere von Moorstandorten herausgestellt und in den folgenden Standort-Szenarien abgebildet:

- GFP (Nutzung nach guter fachlicher Praxis = GFP): alle Standorte werden standortoptimal bewirtschaftet.
- INTENSIV (höchstmögliche Intensivierung der Standorte): allen Standorten wird die höchst mögliche Intensitätsstufe zugewiesen. So wird eine Intensivierung der Nutzung abgebildet, die über die gute fachliche Praxis hinausgehen kann.
- MOOR (GFP auf Moorstandorten bei höchstmöglicher Intensivierung der anderen Standorte): Moorstandorte werden aus der Intensivierung herausgenommen.

Die überschüssigen Erntemengen, die den Bedarf für die Tierfütterung übersteigen, werden nach Zuweisung von Bioenergiegehalten für unterschiedliche Grünland-Qualitätsgruppen in Bioenergie umgerechnet und als Biogaspotenziale und thermische Energiepotenziale ausgewiesen.

Szenarien		Anzahl <sup>1</sup> an Biogasanlagen	Thermische Energie <sup>2</sup> MWh <sub>th</sub> pro Jahr		
Referenz	Minimum	3	10.896		
	Mittelwert	11	40.049		
	Maximum	16	84.322		
Standort	Ertrag	Intensivierung			
		Minimum	GFP	7	78.524
			INTENSIV	10	
		MOOR	9		
	Mittelwert	GFP	17	165.702	
		INTENSIV	21		
		Moor	19		
	Maximum	GFP	23	230.794	
		INTENSIV	27		
MOOR		25			

<sup>1</sup> Standard-Anlagengröße = 500 kW<sub>el</sub> & Laufzeit von 8.000h a<sup>-1</sup>

<sup>2</sup> Für thermische Nutzung besteht Konkurrenz zu Biogas aus Extensivgrünland

Für die gesamte BER können bei standortoptimaler Nutzung ca. 17 Biogasanlagen durch Grassilage betrieben werden. Durch flächendeckende Intensivierung der Grünlandnutzung können 21 Biogasanlagen durch Grassilagen versorgt werden. Auch in einem Trockenjahr reichen die Überschüsse bei standortoptimaler Nutzung für den Betrieb von 7 Anlagen in der BER aus. Die thermischen Potenziale von Extensivgrünland ergeben im Standort-Szenario 165.702 MWh<sub>th</sub>, im Referenz-Szenario 40.049 MWh<sub>th</sub>. In Trockenjahren sinken die Potenziale auf 10.896 MWh<sub>th</sub> im Referenz-Szenario und 78.524 MWh<sub>th</sub> in den Standort-Szenarien.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen für die BER einen großen Anteil an überschüssigem Grünland bei Nutzung nach guter fachlicher Praxis auf. Durch eine mögliche Intensivierung der Grünlandnutzung auf nicht unter Schutzauflagen stehenden Standorten lassen sich die Potenziale noch deutlich erhöhen. Gerade für die zeitlich begrenzten Auflagen in Extensivierungsprogrammen kann eine weitere Intensivierung möglich sein. Eine weitere Differenzierung dieser Flächen ist notwendig. Deutlich wird die Gefahr einer Intensivierung von Moorstandorten, die durch den drohenden Torfabbau klimarelevante Folgen nach sich ziehen würde. Eine differenzierte Bewertung der Folgen von der Nutzung von Grünlandbiomasse muss – auch unter Prüfung von Alternativen wie Schilfnutzung bei hohen Grundwasserständen (Wichmann & Wichmann 2009) – in die Planung integriert werden.

## BIOMASSE AUS DER FORSTWIRTSCHAFT

Waldenergieholz fällt in Form von Restholz bei der Durchforstung und der Ernte der klassischen Rohholzsortimente an. Waldenergieholz ist daher vorwiegend ein sogenanntes Koppelprodukt.

Als Datengrundlage zur Abschätzung des regionalen Waldenergieholzpotenzials dienten Auszüge des Datenspeicher Wald (DSW 2: Landeswald, LFoA MV 2010 – Stand: 1.01.2009). Daten weiterer Waldbesitzarten konnten aus Datenschutzgründen nicht in die Analyse einbezogen werden, wodurch sich die betrachtete Gesamtwaldfläche des Untersuchungsgebietes von 155.131 ha auf 52.583 ha verringerte. Weiterhin wurden Nutzungseinschränkungen vor allem durch Schutzauflagen in Schutzgebieten nach BfN (2009) und Einschränkungen in der Befahrbarkeit vernässter Standorte berücksichtigt. Eine Differenzierung der Standorte anhand von Bodenformen und dessen Nährkraftstufen konnte nicht vorgenommen werden, da diese Angaben nicht zur Verfügung standen.

Die Ergebnisse wurden auf Grundlage von Forsteinrichtungsdaten ermittelt und beziehen sich daher auf den Planungszeitraum von etwa 10 Jahren. Als Abschätzungsbasis wurde der laufende jährliche Zuwachs definiert, welcher nach Baumarten bzw. Baumartengruppen und deren Flächenanteile differenziert wird.

In der Regel sind die durch die Forsteinrichtung geplanten Hiebsmaßnahmen eher konservativ bemessen. Die zugrunde liegenden Anteile der Sortimentsgruppen nach Muchin, Bilke & Böge (2007) in Abhängigkeit von Baumartengruppe und Alter haben Durchschnittscharakter und weichen von einer bestandsindividuellen Sortierung ab. Um das Potenzial im regionalen Kontext auf die erforderliche Genauigkeit zu überprüfen, müssten die Ergebnisse anhand von Bereitstellungsversuchen auf ihre Abweichung hin untersucht werden, was innerhalb dieses Projektes nicht möglich war.

Über einen eigens entwickelten GIS-Schlüssel wurden die Daten aus dem DSW 2 mit der digitalen Forstgrundkarte (LFoA MV 2010) verknüpft. Das Potenzial wird in Ergebniskarten je nach Erntefestmeter (EFm) pro Hektar und Jahr dargestellt, wobei zwei Haupt-Szenarien mit jeweils drei Aushaltungsvarianten aufgestellt und analysiert wurden.

- Das Zuwachsszenario bezieht sich auf die bestandsbezogenen Zuwächse, d.h. die Summe der tatsächlich in den einzelnen Forstbeständen jährlich anfallenden Holzzuwächse.
- Das Nutzungsszenario nimmt Bezug auf die in der forstbetrieblichen Planung veranschlagten Nutzungsmengen, die in der Regel den Zuwachs deutlich unterschreiten.

Die drei Aushaltungsvarianten sind:

- Restholz-Aushaltung (Energieholzanteil ausschließlich aus Restholz),
- Klassische Aushaltung (Energieholzanteil aus Restholz und Anteilen des Derbholzes ) und
- Stammholz + (Aushaltung von Stammholz und Energieholz nach Freiburger Methode). Mit dieser neuen Variante wird das Ziel verfolgt, das Verhältnis zwischen stofflicher und energetischer Verwertung von Waldholz unter technisch-ökonomischen Gesichtspunkten zu optimieren.

Derbholz = Oberirdische Holzmasse mit einem Durchmesser von über 7 cm mit Rinde.

Szenario <i>Aushaltungsvarianten</i>	Zuwachsszenario			Nutzungsszenario		
	<i>Restholz</i>	<i>Klassisch</i>	<i>Stammholz +</i>	<i>Restholz</i>	<i>Klassisch</i>	<i>Stammholz +</i>
Erntefestmeter [EFm]	37.816	72.393	225.770	19.762	38.606	173.544
Masse [t atro]	21.018	41.258	125.075	10.697	21.475	94.778
Thermische Energie [GJ]	390.374	761.783	2.327.043	199.154	397.509	1.764.726
[MWh <sub>th</sub> ]	108.437	211.606	646.401	55.321	110.419	490.202

Das Zuwachsszenario gilt als maximale Obergrenze des nutzbaren Energieholzpotenzials. Es wurde bei Ausnutzung des vollen Zuwachses ein thermisches Potenzial von 2,3 Mio. GJ (Aushaltung Stammholz +) ermittelt, was 23,4 % des Wärmebedarfs in Privathaushalten entsprechen würde. Ein Teil des im Wald verfügbaren Energieholzes wird im Bereich kleiner Anlagen derzeit genutzt. Sogenannte Selbstwerber, die Brennholz zur Eigenversorgung aufarbeiten, könnten bereits jetzt einen beträchtlichen Teil des Energieholzpotenzials einsetzen. Im Nutzungsszenario ergeben sich geringere Potenziale von maximal 173.544 EFm (Aushaltung Stammholz-Plus). Dies entspricht 17,7 % des Wärmebedarfs in Privathaushalten der Region. Die potenziell nutzbaren Anteile der anderen Varianten sind beträchtlich geringer und liegen zwischen 2 und 7 % des Wärmebedarfs.

Die abgebildeten Szenarien und Varianten spiegeln die Bandbreite möglicher Potenziale wider, das tatsächlich genutzte Potenzial kann infolge veränderter Marktbedingungen deutlich davon abweichen. Deshalb sollten auf Grundlage der Holzverkaufstatistik Bestandessortentafeln für eine bessere bestandsindividuelle Bewertung entwickelt werden. Darüber hinaus ist die Güteklassen-abhängige Einteilung des Vorrates in Waldbeständen unzureichend.

Das Energieholzpotenzial kann in der folgenden Forsteinrichtungsperiode höher eingeschätzt werden, da die einbezogenen Vorräte und Zuwächse in der Praxis höher ausfallen, als im DSW 2 hinterlegt. Aufgrund geänderter Durchforstungskonzepte und Wuchsbedingungen (durch Nährstoffeinträge) werden Bestandeswerte oft unterschätzt (Offer & Staupendahl 2009).

## BIOMASSE AUS DER LANDSCHAFTSPFLEGE

Landschaftspflegematerial fällt bei Pflegemaßnahmen von Landschaftsstrukturen an. Das Material ist sehr heterogen und setzt sich im Wesentlichen aus grasartigem und holzartigem Schnittgut zusammen. Die Erntezeitpunkte sind von der Art der Struktur abhängig. Das Pflegematerial an Gewässern und an Straßen sowie Schienen fällt in der Regel ein- bis zweimal im Jahr an. Das Schienennetz befindet sich im Eigentum der Bahnbetreiber und wird turnusmäßig durch betriebseigene Firmen gepflegt. Gilt es dieses saisonal anfallende, meist energiearme Schnittgut zu nutzen, müssen logistische und rechtliche Rahmenbedingungen geklärt werden.

Die Abschätzung der Potenziale hängt im Wesentlichen von der verfügbaren Datenlage ab: Je flächenscharfer die Daten vorliegen, umso genauer ist eine Potenzialanalyse möglich. Für die meisten Landschaftselemente liegen bundesdeutsche Daten im Maßstab von 1:200.000 zugrunde: Straßen, Bahnstrecken, Alleen und Hecken (außerhalb der landwirtschaftlichen Nutzfläche), Stand- und Fließgewässer und Kanäle sind im Digitalen Landschaftsmodell (BKG 2006) verzeichnet, ebenso wie Heide-, Schilf- sowie Riedflächen. Diese flächenhaften Elemente unterliegen meist Schutzbestimmungen und werden im Rahmen des Vertragsnaturschutzes gepflegt, weshalb sie mit den Schutzgebietsflächen (BfN 2009) verschnitten und so Pflegemaßnahmen berücksichtigt wurden. Linienhafte Elemente wurden anhand einer umfassenden Analyse von Randstrukturen durch GIS-technische Verfahren in Flächen umgewandelt. Innerhalb der landwirtschaftlichen Nutzfläche wurden die Landschaftsstrukturen der InVeKoS-Daten (MLUV 2009) genutzt. Kommunale Grünflächen konnten aufgrund fehlender Datenbasis nicht analysiert werden.

Nach Erhebung und Aufbereitung der Geodaten erforderte die energetische Potenzialanalyse eine umfangreiche Untersuchung von Faustzahlen zur Ableitung von Biomasse aus den Landschaftselementen in Literaturrecherchen und Expertenbefragungen. Neben Erntezeitraum, Art des Schnittgutes wurden potenzielle Mengen und Energieinhalte recherchiert und den Landschaftselementen zugeordnet. Dies ergab folgende theoretische Potenziale.

Potenziale	Holzartige Biomasse [t atro]	Energie [MWh <sub>th</sub> a <sup>-1</sup> ]	Grasartige Biomasse [t TM]	Energie [MWh <sub>th</sub> a <sup>-1</sup> ]	Gesamtes Energiepotenzial [MWh <sub>th</sub> a <sup>-1</sup> ]
Straße/ Schiene	1.594	13.720	4.549	21.991	35.710
Ufer- und Gewässer	3.146	16.908	15.297	73.935	90.843
Landschaftselemente	3.740	20.105	754	3.647	23.752
Heide	52	262 <sup>1</sup>			262
Schilf / Riede			48.685	235.307	235.307
<b>Gesamt</b>	<b>8.532</b>	<b>50.994</b>	<b>69.285</b>	<b>334.880</b>	<b>385.874</b>

<sup>1</sup> Heide: aus naturschutzfachlicher Sicht Potenzial eingeschränkt nutzbar

Die Menge von 385.874 MWh<sub>th</sub> entspricht einer Einsparung von 43,8 Mio. Liter Heizöl (=37.668 Tonnen Heizöl) und damit einer CO<sub>2</sub>-Ersparnis von 136.509 Tonnen pro Jahr.

Die Pflege der Landschaftstypen Heide, Schilf und Riede unterliegen allerdings strengen naturschutzfachlichen Anforderungen, die Offenhaltung von Heidelandschaften wird meistens durch die Weidewirtschaft gewährleistet. Um dieses energetische Potenzial zu nutzen, müssen neue Wege im Rahmen konkreter Projekte vor Ort initialisiert werden. Weiterhin gilt bei der Heckenpflege ein 12-jähriger Umtrieb, das Ergebnis gilt daher nur für das erste Erntejahr. Unter Berücksichtigung dieser Restriktion reduziert sich das Potenzial auf 377.264 MWh<sub>th</sub> a<sup>-1</sup>.

Auch für Landschaftselemente in landwirtschaftlichen Nutzflächen müssen Pflegeeinschränkungen berücksichtigt werden, da sie sehr unregelmäßig und in Abhängigkeit vom Eigentümer gepflegt werden. Hier müsste eine Methode entwickelt werden, wie diese Elemente in Abstimmung mit dem Eigner einer regelmäßigen Pflege unterzogen werden können. Auch deren Lage innerhalb der Nutzflächen schränkt die Verfügbarkeit der Potenziale ein.

Die vorliegende Potenzialberechnung für Landschaftselemente bildet das theoretische Potenzial ab. Sie bietet erste Ansätze zur Lokalisierung von Landschaftspflegematerial, um dieses in bestehende Konzepte einzubinden. Für eine genauere Potenzialanalyse sind jedoch Untersuchungen vor Ort unabdingbar.

## ZUSAMMENFASSUNG UND EINSCHÄTZUNG DER POTENZIALE

Die räumlichen, zeitlichen und inhaltlichen Genauigkeiten der ermittelten Potenziale aus Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Landschaftspflege variieren stark.

Analyseform	Acker	Grünland	Forst	Landschaftspflege
<b>Räumliche Genauigkeit</b>	Gemeinden	Grünlandfläche	Abteilung (Landeswald)	1 km <sup>2</sup>
<b>Zeitlich</b> aktuell	Referenz	Referenz	Forsteinrichtungszeitraum (10 Jahre)	aktuell
zukünftig	Standort	Standort		
<b>Inhaltliche Ebene</b>				
theoretisches Potenzial	X	X	X	X
technisches Potenzial	X	X	X	
ökologisches Potenzial	X	X		
nachhaltig verfügbares Potenzial	(X)			
<b>Defizite</b> bzw. notwendige weitere Analysen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenbasis digitale Bodenschätzung (Feldblock)</li> <li>• Ökonomische Analysen (Fruchtfolgen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verifizierung Futterrationen (Viehbestand)</li> <li>• Verifizierung der Biomasseaufwüchse und Qualitäten aus Extensivflächen</li> <li>• Einschätzung Trockenjahre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weitere Waldbesitzarten</li> <li>• Sortimentierung</li> <li>• Standörtliche Besonderheiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verifizierung der Biomasseaufwüchse</li> <li>• Verbesserung Datengrundlage</li> <li>• Logistische und ökonomisch Analysen</li> </ul>

## Übersicht der ermittelten Potenziale

Szenarien	Acker			Grünland
	Bioethanol [Tonnen pro Jahr]	Biodiesel	Biogaspotenzial [MWh <sub>el</sub> pro Jahr]	
<b>Referenz</b> Min	83.618	29.331	49.032	12.258
MW	153.185	42.561	107.600	44.868
Max	209.262	59.625	180.024	65.519
<b>Standort</b> Min	48.334	26.766	158.248	30.517
MW	94.794	44.309	270.960	76.525
Max	n.b.	n.b.	n.b.	108.667

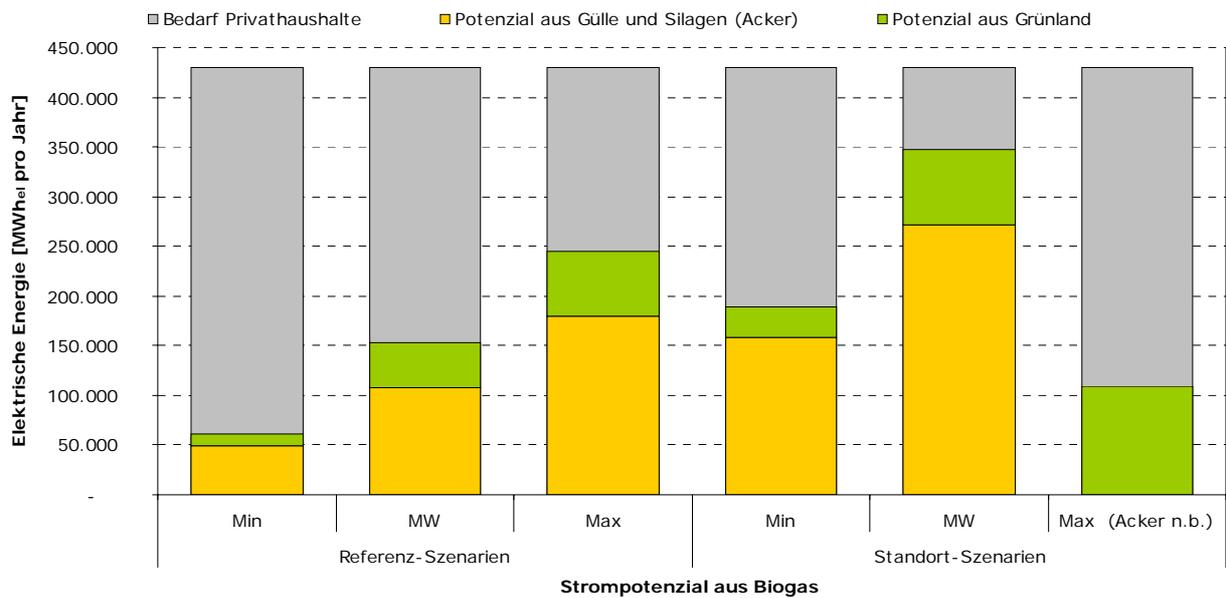
[MWh <sub>th</sub> pro Jahr]	Grünland*	Forst	Landschaftspflege	
Szenarien	(Extensivgrünland)	(Landeswald)	Holzartig	Grasartig
<b>Referenz</b> Min	10.896			
MW	40.049			
Max	84.322			
<b>Standort</b> Min	78.524	55.321		
MW	165.702	270.398		
Max	230.794	646.401	50.994	334.880

\* Konkurrenz zu Biogas

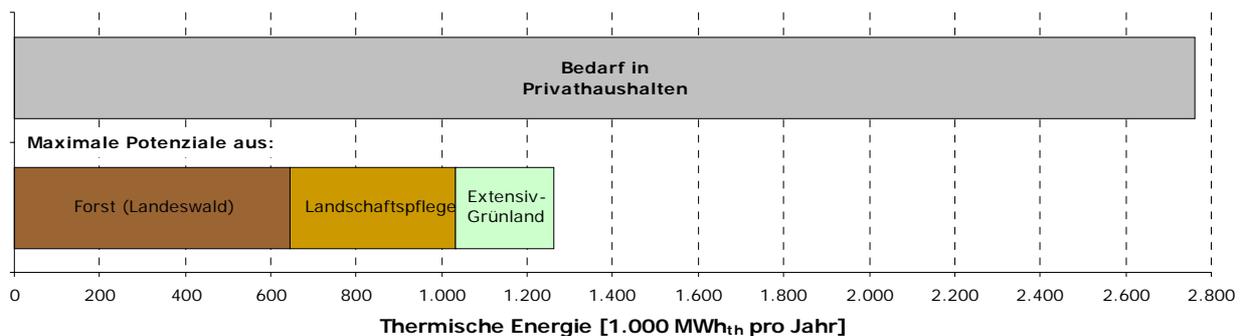
**Biodiesel:** Je nach Szenario können zwischen 3,6 % und 6 % des Dieselkraftstoffverbrauches des Bundeslandes Mecklenburg-Vorpommern substituiert werden. Eine möglicherweise angestrebte Erhöhung des Rapsanbaus durch einen höheren Anteil an der Fruchtfolge muss standortgenau geprüft werden, da der Rapsanbau bereits heute an pflanzenbauliche Grenzen stößt.

**Bioethanol:** Die Produktion aus Getreidekorn könnte 6,3-12,3 % des Ottokraftstoffbedarfes Mecklenburg-Vorpommerns ersetzen. In wirtschaftliche Analysen müssten neben der Wirtschaftlichkeit der Verwertung auch die Flächenkonkurrenzen wie beispielsweise zwischen Biogas- und Ethanolerzeugung bei Roggen einbezogen werden.

**Elektrische Energie:** Der Anteil am Strombedarf in privaten Haushalten der Region könnte schon heute durch die Verstromung von Biogas bei mindestens 14 % (Referenz) liegen. Durch geringe pflanzenbauliche Anpassungen könnte dies auf 44-80 % nachhaltig gesteigert werden. Selbst in Trockenjahren mit starken Ertragsdepressionen bestehen erhebliche Versorgungsreserven.



**Wärme:** Das thermische Potenzial setzt sich aus holzartiger Biomasse aus Forst und Landschaftspflege, sowie aus ligninhaltiger Grünlandbiomasse des Extensivgrünlandes zusammen. Bei voller Ausschöpfung könnten über 40 % des Wärmebedarfes der Privathaushalte abgedeckt werden. Hinzu kommen Potenziale aus dem Privatwald sowie der Kraft-Wärmekopplung von Biogasanlagen. Allerdings unterliegt die Nutzung der Potenziale einerseits den technischen Wirkungs- und Nutzungsgraden der Anlagen, andererseits müssen Wirtschaftlichkeitsschwellen bei der Biomassebereitstellung insbesondere aus Landschaftspflege und Extensivgrünland beachtet werden. Bei der Nutzung des Waldenergieholzes kann der Bedarf von 10-20 % der Privathaushalte gedeckt werden.



Insgesamt weisen die Biomassepotenziale aus Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Landschaftspflege eine bedeutende ökonomische Ressource für die Bioenergieregion Mecklenburgische Seenplatte aus. Auch ohne wirtschaftliche Betrachtung kann aus den erhobenen Daten entnommen werden, dass relevante regionale Ressourcen erschlossen werden und im Zusammenspiel mit Energieeinsparungen deutlich zur CO<sub>2</sub>-Einsparung beitragen können. Die Mobilisierung regionaler Stoffkreisläufe würde zudem zu Investitionen führen, die zur Schaffung von Arbeitsplätzen bei Planung, Bau, Betreuung und Instandhaltung beitragen. Als wichtige Grundlage dafür, müssen allerdings weitere detaillierte Potenzialanalysen erfolgen. Regionale differenzierte Anpassungen beispielsweise von Futterrationen, Haltungssystemen und Nutzungsintensitäten, sowie der Ausprägung von Landschaftselementen und der Biomassemobilisierung aus Privatwald, sind als Basis für die konkrete Umsetzung von Bioenergieprojekten notwendig.

Weitere Steigerungen sind durch Änderungen im landwirtschaftlichen Produktionsprozess, v.a. durch den Anbau energiereicherer Sorten und Früchte, den Anbau von Feldgehölzen in Kurzumtriebsplantagen und die Erschließung weiterer bislang ungenutzter Potenziale wie Abfallstoffe möglich. Thermische Effizienzsteigerungen können durch Optimierung von Logistik, Silagequalität, Bauformen von Fermentern, sowie durch den Ausbau der KWK-Anteile erreicht werden.

Es könnte insgesamt der dringende Bedarf für wirkungsvolle Planungsinstrumente, die den Zubau von Bioenergie-Erzeugungsanlagen steuern, aufgezeigt werden. Ein solches Instrument muss die Schnittstellen Agrarpolitik, Energiewirtschaft, Raumordnung und Landschaftsplanung sowie Klimapolitik gleichermaßen integrieren, um den Ausbau der Biomassenutzung wirkungsvoll zu steuern. Kappungsgrenzen für die installierte Leistung auf Basis regionaler Biomassepotenziale könnten ein erster Ansatz sein.

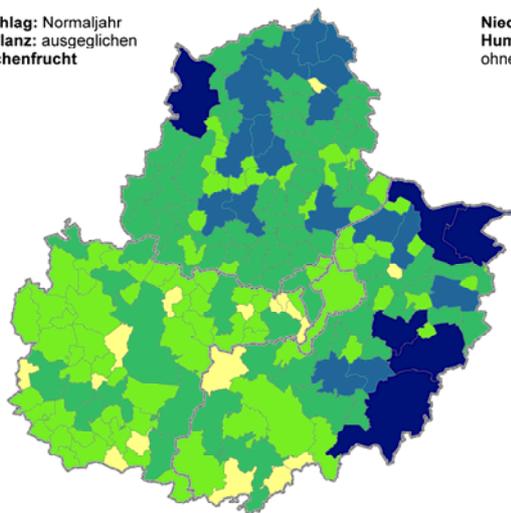
## Karten der Potenziale

- Karte 1: Überblick der Bioenergieregion Mecklenburgische Seenplatte (BER)
- Karte 2: Potenziale aus der Landwirtschaft: Regionale Biogaspotenziale der Gemeinden basierend auf Gülle, Winterroggen-Ganzpflanzen und Silomais (Standort-Szenarien)
- Karte 3: Potenziale aus der Landwirtschaft: Ertragsniveau von Grünlandflächen und deren Schutzstatus als Kriterium der Biomasseverfügbarkeit
- Karte 4: Potenziale aus Forstwirtschaft: Nutzungsszenario und Zuwachsszenario: Erntefestmeter (EFm) pro Hektar und Jahr
- Karte 5: Potenziale aus der Landschaftspflege: Grasartige und holzartige Biomasse

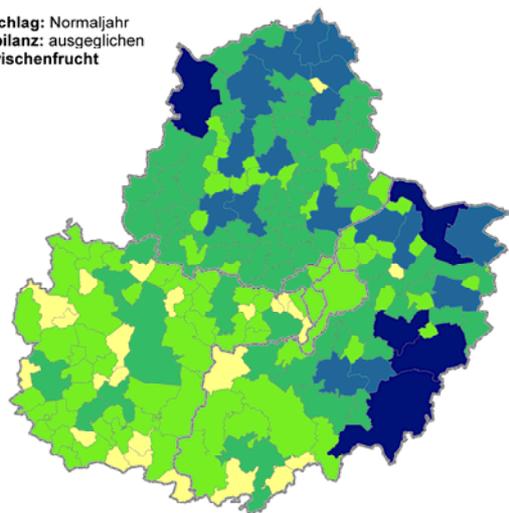


**Karte 1: Überblick** der Bioenergieregion Mecklenburgische Seenplatte (BER)

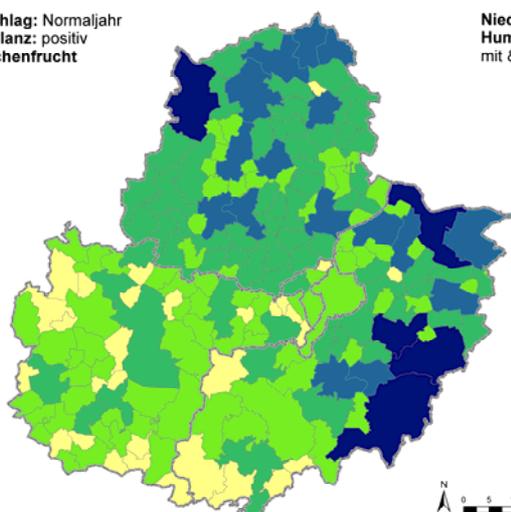
Niederschlag: Normaljahr  
Humusbilanz: ausgeglichen  
mit Zwischenfrucht



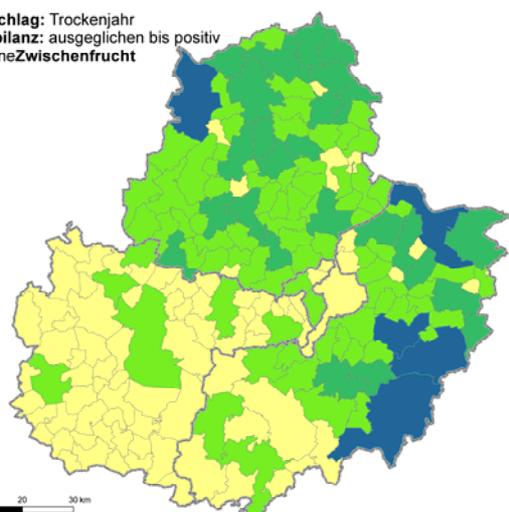
Niederschlag: Normaljahr  
Humusbilanz: ausgeglichen  
ohne Zwischenfrucht



Niederschlag: Normaljahr  
Humusbilanz: positiv  
mit Zwischenfrucht



Niederschlag: Trockenjahr  
Humusbilanz: ausgeglichen bis positiv  
mit & ohne Zwischenfrucht

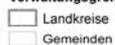


Elektrische Leistung [kWel]

bei 8.000 Volllaststunden pro Jahr



Verwaltungsgrenzen



Verwaltungsgrenzen © Bundesamt  
für Kartographie und Geodäsie 31.12.2007

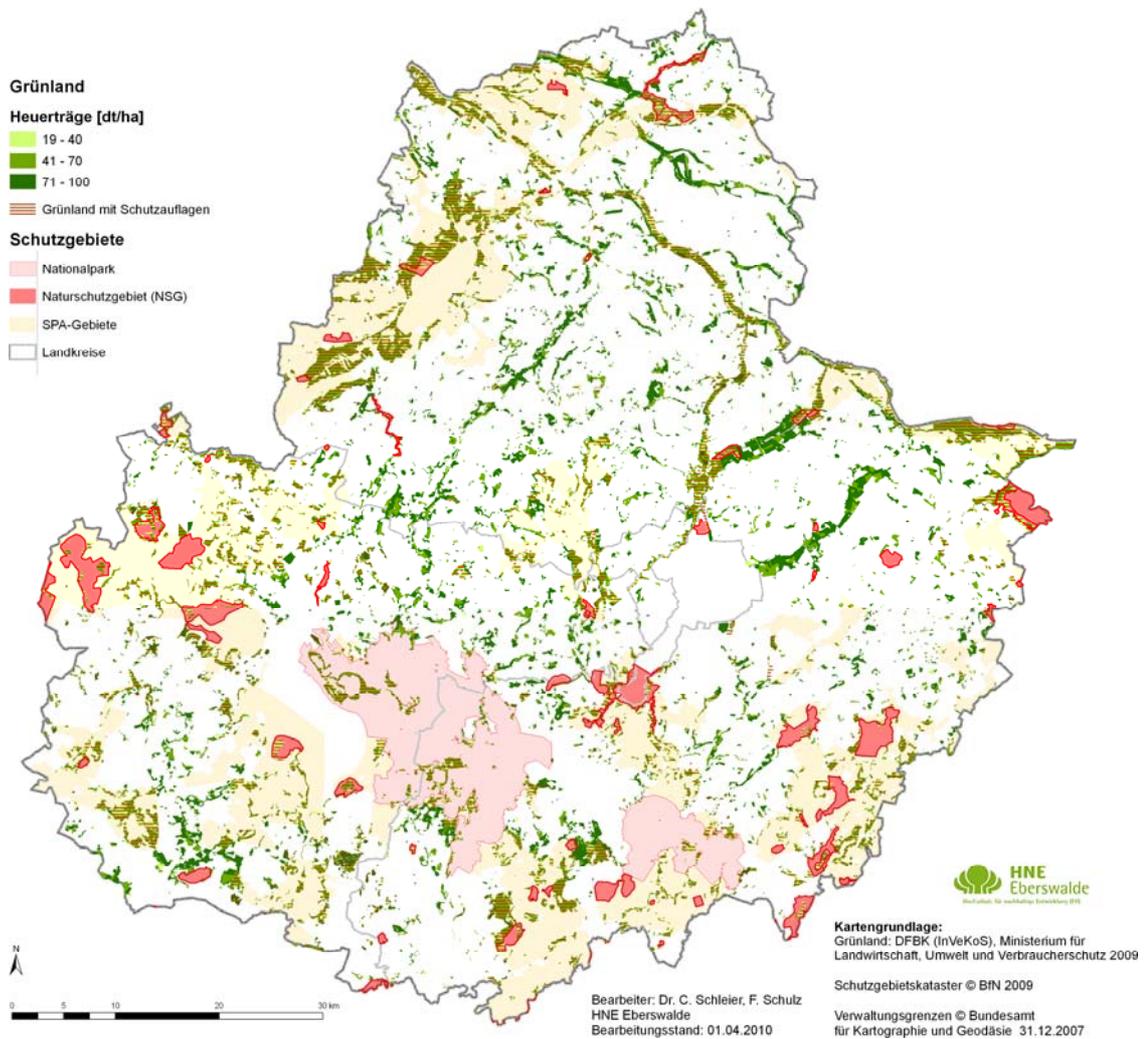
Berechnungsgrundlage:

Biomasse-Ertragsmodell, Version 01.2010

Bearbeiter: S. Brozio, M. Zeidler  
Fachhochschule Eberswalde  
Bearbeitungsstand: 11.02.2010



**Karte 2: Potenziale aus der Landwirtschaft:** Regionale Biogaspotenziale der Gemeinden basierend auf Gülle, Winterroggen-Ganzpflanzen und Silomais (Standort-Szenarien)



**Karte 3: Potenziale aus der Landwirtschaft:** Ertragsniveau von Grünlandflächen und deren Schutzstatus als Kriterium der Biomasseverfügbarkeit in der Bioenergieregion

## Waldenergieholzpotenzial

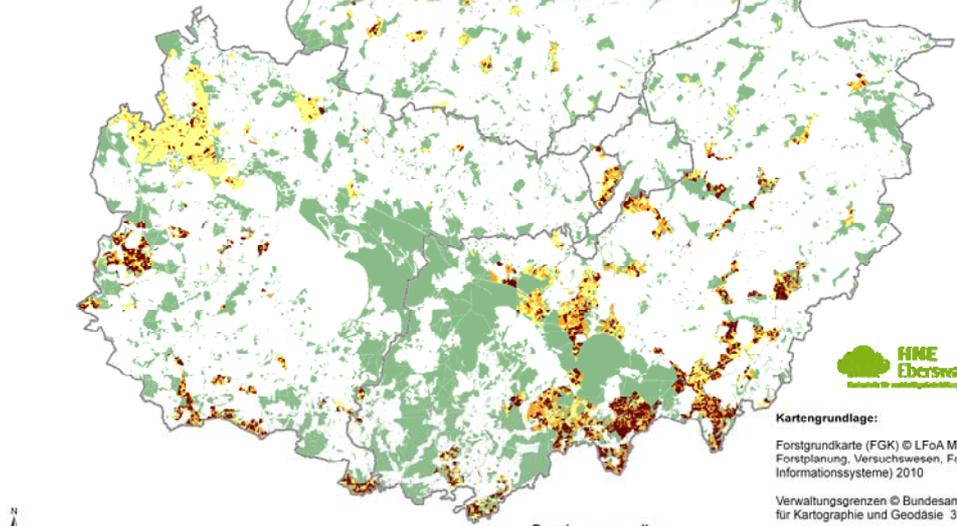
### Nutzungsszenario (Klassische Aushaltung)

#### EFm/ha/Jahr

- 0,0 - 1,0
- 1,1 - 3,0
- > 3,0

sonstige Waldflächen

Landkreise



#### Kartengrundlage:

Forstgrundkarte (FGK) © LföA MV (Betriebsstelle Forstplanung, Versuchswesen, Forstliche Informationssysteme) 2010

Verwaltungsgrenzen © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 31.12.2007

Bearbeiter: Marco Hahs  
Fachhochschule Eberswalde  
Arbeitsgruppe Bioenergie  
Bearbeitungsstand: 05.04.2010

Berechnungsgrundlage:  
nach M. Hahs, 05.04.2010  
auf der Grundlage des DSW2 (LföA MV)

## Waldenergieholzpotenzial

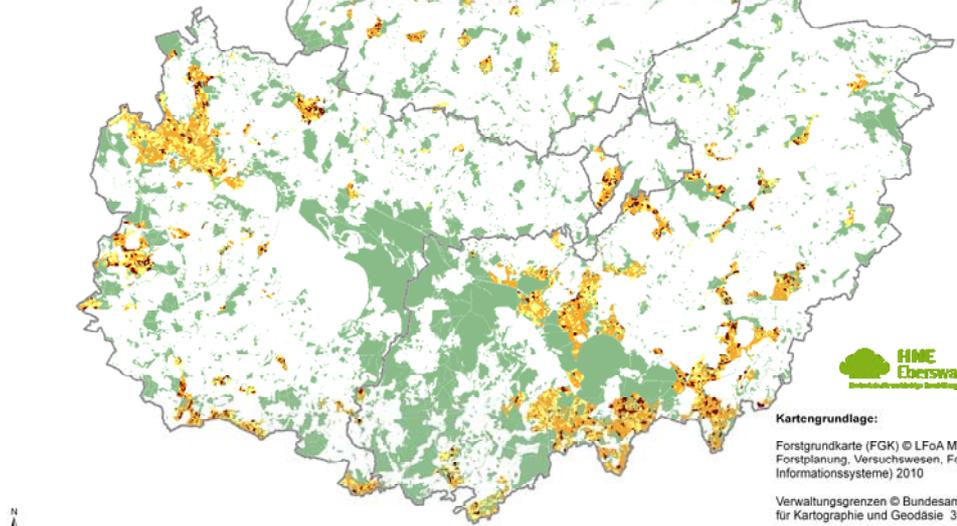
### Zuwachsszenario (Klassische Aushaltung)

#### EFm/ha/Jahr

- 0,0 - 1,0
- 1,1 - 3,0
- > 3,0

sonstige Waldflächen

Landkreise



#### Kartengrundlage:

Forstgrundkarte (FGK) © LföA MV (Betriebsstelle Forstplanung, Versuchswesen, Forstliche Informationssysteme) 2010

Verwaltungsgrenzen © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 31.12.2007

Bearbeiter: Marco Hahs  
Fachhochschule Eberswalde  
Arbeitsgruppe Bioenergie  
Bearbeitungsstand: 05.04.2010

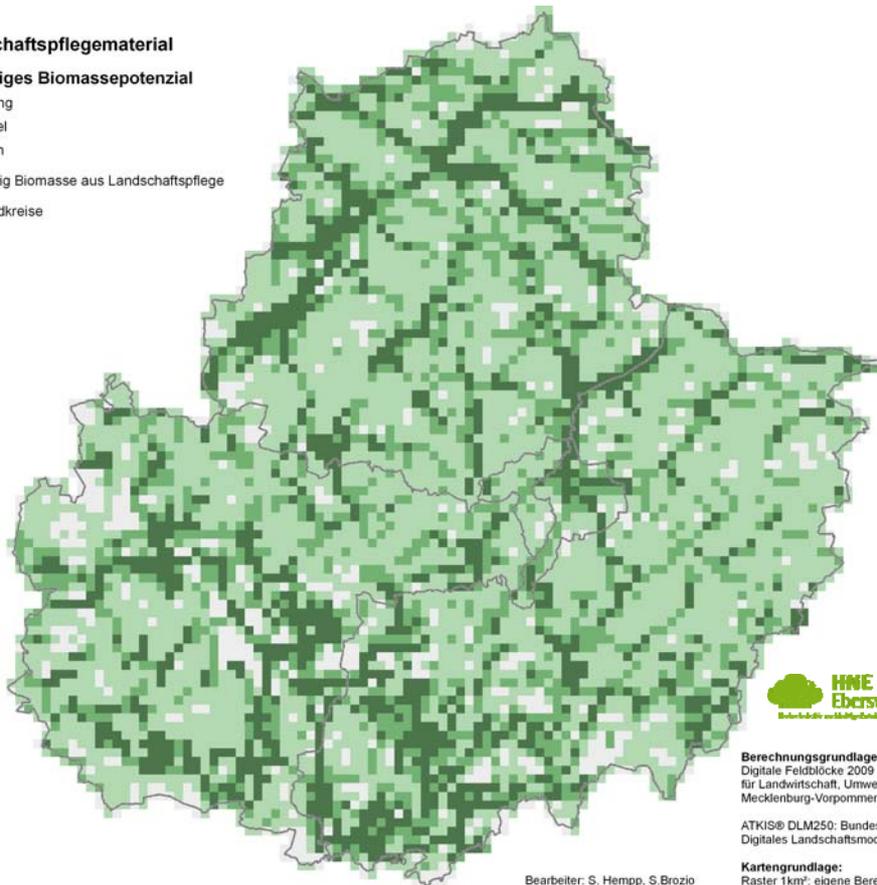
Berechnungsgrundlage:  
nach M. Hahs, 05.04.2010  
auf der Grundlage des DSW2 (LföA MV)

**Karte 4: Potenziale aus Forstwirtschaft: Nutzungsszenario (obere Karte) und Zuwachsszenario (untere Karte): Erntefestmeter (EFm) pro Hektar und Jahr**

### Landschaftspflegematerial

#### Grasartiges Biomassepotenzial

- gering
- mittel
- hoch
- wenig Biomasse aus Landschaftspflege
- Landkreise



**Berechnungsgrundlagen:**  
Digitale Feldblöcke 2009 Planungsregion © Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern

ATKIS® DLM250; Bundesamt für Kartographie und Geodäsie; Digitales Landschaftsmodell mit Landnutzungen, 2006

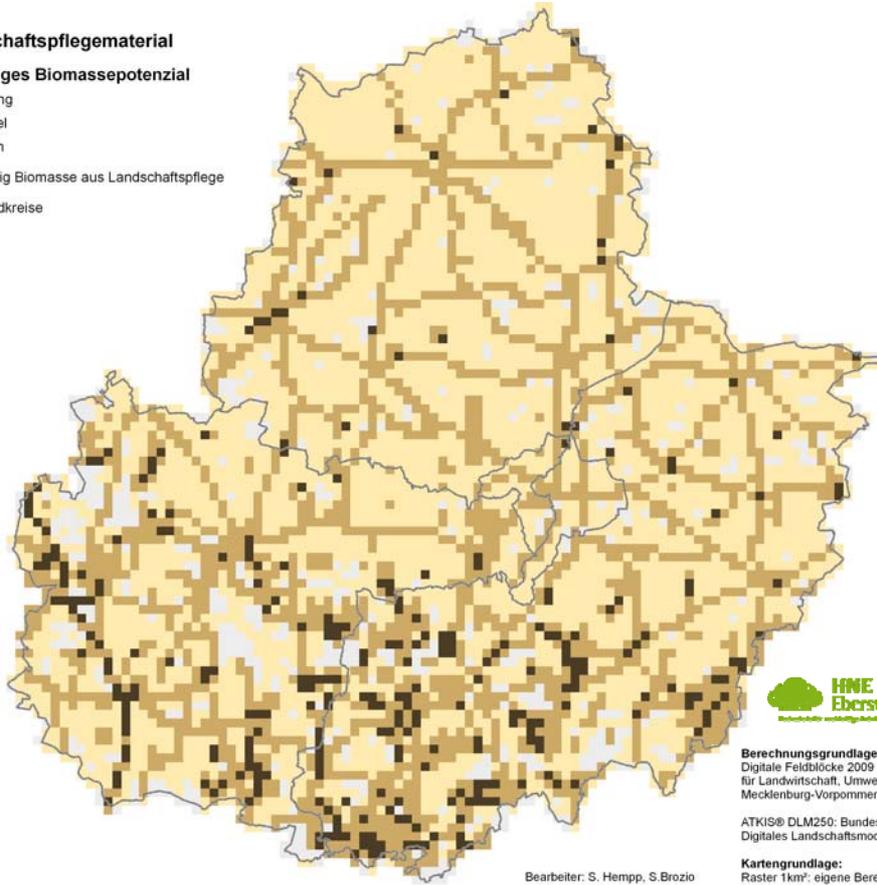
**Kartengrundlage:**  
Raster 1km<sup>2</sup>; eigene Berechnung  
Verwaltungsgrenzen © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 31.12.2007

Bearbeiter: S. Hempp, S. Brozio  
Fachhochschule Eberswalde  
Bearbeitungsstand: 30.03.2010

### Landschaftspflegematerial

#### Holzartiges Biomassepotenzial

- gering
- mittel
- hoch
- wenig Biomasse aus Landschaftspflege
- Landkreise



**Berechnungsgrundlagen:**  
Digitale Feldblöcke 2009 Planungsregion © Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern

ATKIS® DLM250; Bundesamt für Kartographie und Geodäsie; Digitales Landschaftsmodell mit Landnutzungen, 2006

**Kartengrundlage:**  
Raster 1km<sup>2</sup>; eigene Berechnung  
Verwaltungsgrenzen © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 31.12.2007

Bearbeiter: S. Hempp, S. Brozio  
Fachhochschule Eberswalde  
Bearbeitungsstand: 30.03.2010

**Karte 5: Potenziale aus der Landschaftspflege: Grasartige (obere Karte) und holzartige Biomasse (untere Karte)**

## Quellen:

- BfN (2009): Schutzgebietskataster © Bundesamt für Naturschutz BfN 2009
- BKG (2006): ATKIS@DLM250: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie; Digitales Landschaftsmodell mit Landnutzungen im Maßstab 1:250.000, Deutschland 2006
- Brozio, S., Piorr, H.-P., Zeidler, M. & F. Torkler (2009): Methodik zur Ermittlung standortspezifischer Bioenergiepotenziale unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien am Beispiel des Landes Brandenburg, Berichte der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Band 4 (2009), S. 49 - 53
- energys (2010): Wie viel kWh benötigt man im Durchschnitt? Durchschnittlich verbrauchen deutsche Haushalte pro Jahr folgende Strommengen: Einpersonenhaushalt: ca. 1.800 kWh, Zweipersonenhaushalt: ca. 3.000 kWh, Dreipersonenhaushalt: ca. 4.000 kWh, Vierpersonenhaushalt: ca. 4.500 kWh;  
<http://www.energys.de/eweb/Content/SchlauerUmziehen/UmzugInfos/energieversorgung/energiesparen,08.04.2010>
- Fischer & Krieg (1999): Verbesserung der Rentabilität von landwirtschaftlichen Betrieben durch die energetische Nutzung von Biogas, in: Anwenderforum Energetische Nutzung von Pflanzenöl und Biogas, OTTI Technologie-Kolleg, Kloster Banz, 24. November 1999
- LFoA MV (2010): Forstgrundkarte (FGK): Landesforstamt Mecklenburg-Vorpommern, Landeswald der Bioenergieregion im Maßstab 1:5.000, 2010
- MLUV (2009): DFBK (InVeKoS) Digitales Feldblockkataster, Feldblockdaten der Bioenergieregion: Bearbeitungsstand: 07.12.2009; Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz
- Muchin, A., Bilke, G. & R. Böge (2007): Energieholzpotenzial der Wälder in Brandenburg, Das theoretisch nutzbare Potenzial, Landesforstanstalt Eberswalde, Eberswalde
- MWV (2006): MWV-Prognose 2025 für die Bundesrepublik Deutschland, Mineralölwirtschaftsverband e.V.
- Offer, A. & K. Staupendahl (2009): Neue Bestandessortentafeln für die Waldbewertung und ihr Einsatz in der Bewertungspraxis, Forst und Holz 64, Heft 5
- Statistisches Amt MV (2009): Agrarbericht MV 2009 / Bevölkerungsentwicklung 1995-2007 / Prognose 2015/2020, Struktur der landwirtschaftlichen Betriebe nach Größenklassen genutzter Fläche 2007, Rinder- und Schweinehaltung 2007; Statistisches Amt Mecklenburg-Vorpommern 2009; [www.statistik-mv.de](http://www.statistik-mv.de), 14.04.2010
- Statistisches Bundesamt (2006): Die Nutzung von Umweltressourcen durch die Konsumaktivitäten der privaten Haushalte. Umweltökonomische Gesamtrechnung (UGR), Wiesbaden, 2006
- Wichmann, S. & W. Wichtmann (2009): Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsprojekt Bioenergiemasse aus Niedermooren (ENIM). [http://paludiculture.botanik.uni-greifswald.de/documents/enim\\_endbericht\\_2009.pdf](http://paludiculture.botanik.uni-greifswald.de/documents/enim_endbericht_2009.pdf), 14.04.2010