



# **Energiepotenzial aus Biomasse und Versorgungsbeitrag für das Jahr 2020**

**Studie des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt  
und ländliche Räume Schleswig-Holstein**

**Bearbeiter:  
Dr. Hans-Georg Starck  
Bernd Maier-Staud  
Bettina Meyer**

**Kiel  
Dezember 2011**

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>I. Vorbemerkungen</b>	<b>4</b>
<b>II. Nutzbare Biomassepotenziale</b>	<b>6</b>
A. Anbau von Energiepflanzen:	6
1. Mais, Grünroggen bzw. Getreide-Ganzpflanzensilage	8
2. Zuckerrübe	9
3. Winterraps	9
4. Grünland	9
5. Waldholz	11
6. Knickholz	13
B. Verwertung biogener Reststoffe	15
1. Stroh	15
2. Gülle	16
3. Landschaftspflegematerial	18
4. Bioabfälle (Biotonne)	19
5. Grünabfälle	20
6. Weitere Biomassefraktionen (u.a. Altholz, tierische Nebenprodukte)	21
7. Weitere, nicht berücksichtigte biogene Reststoffe	22
<b>III. Annahmen und Methodik im Ziel- und Ausbauszenario für den energetischen Versorgungsbeitrag der Biomasse 2020</b>	<b>23</b>
1. Entwicklung des Endenergieverbrauchs insgesamt und auf den drei Teilmärkten Strom, Wärme und Kraftstoffe bis 2020	23
2. Beitrag der Wärme aus Biomasse zur Wärmeversorgung	24
3. Beitrag von Strom aus Biomasse zum Bruttostromverbrauch	25
4. Beitrag von Kraftstoffen aus Biomasse am Endenergieverbrauch im Verkehr	27
5. Übersicht über das Ziel- und Ausbauszenario für den energetischen Versorgungsbeitrag der Biomasse 2020	29
<b>IV. Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse</b>	<b>30</b>
1. Übersicht über das Biomasse-Potenzial 2020	30
2. Anteil der endenergetischen Bioenergiepotenziale am Endenergieverbrauch	32
3. Tatsächlich bis 2020 zu erwartende Nutzung von Biomasse und Vergleich mit der Potenzialschätzung	34

## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Annahme Anbauszenario 2020 (Anteil an LN in %)	8
Abbildung 2: Holzeinschlag in Schleswig-Holstein	12
Abbildung 3: Maximale Stroherträge im Jahr 2020	15
Abbildung 4: Prognose der Tierzahlen (GV) für das Jahr 2020	17
Abbildung 5: Aufteilung des Energiepotenzials in Energiepflanzen und biogene Reststoffe	30
Abbildung 6: Verteilung der verschiedenen Biomassefraktionen am biogenen Primärenergiepotenzial	31
Abbildung 7: Anteil der Teilmärkte am biogenen Endenergiepotenzial 2020	33
Abbildung 8: Anteil der Bioenergie am Endenergiepotenzial 2020	33
Abbildung 9: Biomasse-Versorgungsbeitrag 2006/2010, Zielszenario und Potenzial 2020	36
Tabelle 1: Bewertete Biomasse	6
Tabelle 2: Nutzung des Ackerlandes in Schleswig-Holstein (ha)	7
Tabelle 3: Energiepotenzial Energiepflanzenanbau 2020	10
Tabelle 4: Energetisches Potenzial von Waldholz	12
Tabelle 5: Energiepotenzial von Knickholz in Schleswig-Holstein	13
Tabelle 6: Annahmevarianten für die energetische Verwertung von Gülle	18
Tabelle 7: Energiepotenzial von extensivem Grünland	19
Tabelle 8: Energiepotenzial von Bioabfällen in Schleswig-Holstein	20
Tabelle 9: Energiepotenzial von Grünabfällen in Schleswig-Holstein	21
Tabelle 10: Primärenergiepotenziale weiterer Biomassefraktionen	21
Tabelle 11: Abschätzung des Endenergieverbrauchs für das Jahr 2020	23
Tabelle 12: Szenario Endenergieverbrauch 2020 in Schleswig-Holstein	24
Tabelle 13: Prognose der Stromerzeugung aus Biomasse bis 2020	26
Tabelle 14: Versorgungsbeitrag der Biokraftstoffe am EEV	28
Tabelle 15: Übersicht über das Ziel- und Ausbauszenario für den energetischen Versorgungsbeitrag der Biomasse 2020	29
Tabelle 16: Tabellarische Übersicht über die biogenen Energiepotenziale	31
Tabelle 17: Anteile der verschiedenen Biomassefraktionen am Endenergiepotenzial	32
Tabelle 18: Vergleich Ziel-/Ausbauszenario 2020 und Biomassepotenzial 2020	35

## I. Vorbemerkungen

Die bisherige Abschätzung der energetischen Biomassepotenziale in Schleswig-Holstein galt bis zum Jahr 2010 und erfolgte ursprünglich durch die Forschungsgesellschaft (später Energie- jetzt Innovationsstiftung Schleswig-Holstein). Sie wurde 2004 durch das MLUR gemeinsam mit der Innovationsstiftung und dem MWV aktualisiert.

Das MLUR hat nun intern eine Aktualisierung für das Jahr 2020 vorgenommen, deren Ergebnisse folgend dokumentiert werden. Diese Neubewertung des energetischen Biomassepotenzials leistet nicht die wissenschaftliche Tiefe und Auflösung einer umfangreichen neuen Studie; sie bietet aber doch deutliche Hinweise auf den Anteil der Biomasse am zukünftigen Energiemix in Schleswig-Holstein. Weiter bietet diese Neubewertung den Vorteil, aktuelle und leicht verfügbare Kennzahlen eingeben zu können und somit die Prognose fortlaufend zu aktualisieren. Berücksichtigt werden die Biomassepotenziale, die prinzipiell für eine energetische Nutzung zur Verfügung stehen<sup>1</sup>. Konkurrenznutzungen und unvermeidbare Nutzungsbeschränkungen wurden größtenteils berücksichtigt, wie zum Beispiel, dass die Erträge von intensivem Grünland vollständig der prognostizierten expandierenden Milchproduktion zugeführt werden, Stroh zu einem gewissen Anteil wieder in die Felder einzuarbeiten ist und dass nicht das gesamte Restholz aus den Wäldern entfernt werden kann bzw. dass das Stammholz für die stoffliche Verwertung u. a. in der Möbelindustrie eingesetzt wird. Insofern handelt es sich bei der Bewertung um technisch-wirtschaftliche Biomassepotenziale, die prinzipiell für die Energienutzung zur Verfügung stehen.

Die Potenziale wurden ermittelt, indem statistische Daten über Flächen, Anzahl von Biomasseproduzenten (zum Beispiel Rinder) sowie Reststoff- und Abfallmengen mit entsprechenden Kennzahlen verknüpft wurden. Erkennbare Entwicklungstrends wurden berücksichtigt.

Der Energieinhalt wurde ermittelt, indem aufgrund von Annahmen, welche Mengen der organischen Stoffe sich für Verbrennungsprozesse (die auch eine anschließende Umwandlung und Veredelung in Sekundärenergieträger beinhaltet) beziehungsweise für Vergärungsprozesse eignen, die Heizwerte der Biomasse bzw. des erzeugten Biogases berechnet wurden. Der energetische Aufwand für die Ernte, Sammlung, Transport usw. der Biomasse wurde nicht berücksichtigt. Die hier vorgenommene Potenzialabschätzung muss aufgrund zahlreicher letztlich nicht zuverlässig abschätzbarer Einflussfaktoren zwangsläufig stark vereinfachen. Mögliche Änderungen in den politischen Rahmenbedingungen sind nicht berücksichtigt. Es wurden folgende zwei Grundannahmen gemacht:

---

<sup>1</sup> Nicht berücksichtigt wurde Biomasse aus aquatischen Lebensräumen (z.B. Algen). Treibsel hingegen wurden berücksichtigt.

**a) Flächenausstattung/-nutzung:**

Die für die Energienutzung verfügbare Fläche ist limitiert. Es wird davon ausgegangen, dass sich die zur Verfügung stehende Landwirtschaftliche Nutzfläche in Schleswig-Holstein bis 2020 nicht deutlich reduzieren wird (ca. 987.000 ha LN). Der Grünlandanteil bleibt bei ca. 317.000 ha (32 %) aufgrund des Verbots des Grünlandumbruchs. Bei der Waldfläche wird eine leichte Zunahme erwartet, welches zu Lasten der Ackerfläche geht.

**b) Prinzip der Marktorientierung:**

Es wird davon ausgegangen, dass sich die schleswig-holsteinische Landwirtschaft, dem allgemeinen Trend in der Landwirtschaft folgend, an Ertrags- bzw. Gewinnoptimierung und nicht personalintensiven Anbauverfahren (Ausnahme Sonderkulturen) orientieren wird. Es werden daher nur die ertragreichsten Energiepflanzen in der Prognose verwendet (derzeit insbesondere Mais, Zuckerrübe, GPS). Alternative Energiepflanzen (z.B. Hirsen, Miscanthus, Durchwachsene Silphie etc.) werden sich grundsätzlich an der ertragreichsten Energiefruchtfolge messen lassen müssen und bleiben daher bei gegebenen wirtschaftlichen Bedingungen voraussichtlich eher Nischenlösungen. Sie sind daher nicht in die Berechnung aufgenommen worden.

## II. Nutzbare Biomassepotenziale

Die Tabelle 1 zeigt die in dieser Studie für die Potenzialermittlung berücksichtigte bzw. bewertete Biomasse.

**Tabelle 1: Bewertete Biomasse**

<i>Nachwachsende Rohstoffe</i>	<i>Biogene Reststoffe und organische Abfälle</i>
<i>Energiepflanzen (Mais, Raps, Zuckerrübe, Getreide-Ganzpflanzen-silage (GPS))</i>	Landwirtschaft (Stroh, Wirtschaftsdünger)
<i>Waldholz/Knickholz</i>	Landschaftspflege (außer Knickholz)
	Tierkörperverwertung
	Abfallwirtschaft; Bioabfälle
	Aufwuchs von Grünlandflächen

Das mögliche Energiepotenzial von einheimisch produziertem Bioethanol wurde nicht berücksichtigt, obwohl vor allem Getreide und Zuckerrüben als praxisrelevant gelten. Auch wenn zukünftig Motorentechniken höhere Bioethanol-Anteile (derzeit 10 Vol.% erlaubt) im Kraftstoff ermöglichen (z.B. E85), wird angenommen, dass eine einheimische Produktion nicht konkurrenzfähig zu billigeren Importen sein wird und daher der Bedarf größtenteils auf dem Weltmarkt gedeckt werden wird.

Ein weiteres, auch klimapolitisch interessantes Energiepotenzial weisen schnellwachsende Hölzer (Kurzumtriebsplantagen, KUP) wie Pappeln, Weiden, Roterle, Aspe und Robinien auf. Trotz eines hohen energetischen Potenzials von KUPs wird ihr Anteil an der Fläche voraussichtlich nur marginal sein, da noch erhebliche Unsicherheiten bezüglich Betriebsführung, Zeitaufwand und Ertrag bei den Landwirten bestehen. Sie werden daher in dieser Potenzialabschätzung (noch) nicht berücksichtigt.

Obwohl nicht sämtliche Biomassefraktionen in der Neubewertung berücksichtigt wurden (s. Seite 22), so sind doch die für das Gesamtpotenzial entscheidenden Biomasseenergieträger erfasst worden.

### A. Anbau von Energiepflanzen:

Im Jahr 2009 hatte Schleswig-Holstein nach Auswertung des Statistikamt Nord 992.581 ha landwirtschaftliche Nutzfläche (LN), davon entfallen mit 317.184 ha fast 32 % auf Dauergrünland (667.996 ha Ackerland).

### Annahmen für Prognose Energiepflanzenanteil 2020:

- Es wird angenommen, dass sich der Trend für den Verlust an LN (Zunahme Versiegelung, Waldzuwachs) abflacht. Für 2020 wird daher eine LN von ca. 987.000 ha angenommen.
- Es werden nur die ertragreichsten Energiepflanzen verwendet (Mais, Getreide-Ganzpflanzensilage/Gras, Zuckerrübe für Biogasproduktion).
- max. 30 % Energiepflanzenanteil am Ackerland (konservativ).
- deutliche Ertragszuwächse (20%) bei Mais (neue mittelspäte Sorten mit gutem Jugendwachstum, verbesserte Produktionstechnik) und insbesondere bei Rüben (sehr hoher züchterischer Fortschritt, ca. 30%). Schon ein normaler züchterischer Fortschritt liegt zwischen 1 – 2 % Ertragszuwachs/Jahr.
- keine Bioethanolproduktion aus Zuckerrüben.
- Anteil Dauergrünland bei unverändert ca. 30 % (Verbot Grünlandumbruch).
- Anbau Energiepflanzen nach guter fachlicher Praxis (keine zusätzlichen Belastungen des Naturhaushaltes)
- Nutzung intensives Grünland für Bioenergie nur marginal, da Grünlandaufwuchs Verwendung als Grundfutter für Milchproduktion findet.
- Kurzumtriebsplantagen (KUP)/Agrarholz werden 2020 trotz hohem Potenzial nur marginale Bedeutung haben (fehlende Wettbewerbskraft).
- durchschnittliche Anbaufläche Raps in SH 100.000 ha.
- rechnerisch gehen 75 % der deutschen Rapsernte in den Biodiesel (RME).
- keine Bioethanolproduktion in Schleswig-Holstein.

Für 2020 errechnet sich aus dem Trend eine LN von ca. 987.000 ha bzw. 670.000 ha Ackerland. Die Nutzung des Ackerlandes beschränkt sich in dieser Prognose 2020 im Wesentlichen auf die vier ertragreichsten Fruchtarten Winterweizen, Wintergerste, Winterraps und Grünmais (inkl. Zwischenfrucht) als Futter bzw. für die Biogasproduktion sowie Zuckerrüben (s. Tabelle 2).

**Tabelle 2: Nutzung des Ackerlandes in Schleswig-Holstein (ha)**

	2008	2009	2010	2011 (vorl.)	2020*
<b>Winterweizen</b>	214.861	190.498	210.200	204.000	200.000
<b>Winterraps</b>	95.397	114.733	114.100	89.000	100.000
<b>Wintergerste</b>	66.058	67.657	47.600	40.300	35.000
<b>Grünmais</b>	131.833	147.569	184.500	194.400	195.000
<b>Zuckerrübe</b>	6.898	7.067	7.941	9.200	10.000
<b>Sonstige</b>	165.098	146.439	139.600	136.100	130.000
<b>Ackerfläche (ha)</b>	<b>673.247</b>	<b>667.996</b>	<b>696.000</b>	<b>673.000</b>	<b>670.000</b>

\* geschätzt aus langfristigen Trends, Literaturquellen

In dem Szenario für das Jahr 2020 werden daher als Energiepflanzen nur folgende Kulturarten angebaut (s. Abbildung 1):

- eine Mais (vornehmlich auf der Geest) oder Ganzpflanzensilage (GPS)/Gras (vornehmlich in der Marsch)
- Winterraps
- Zuckerrübe (vornehmlich im Östlichen Hügelland)

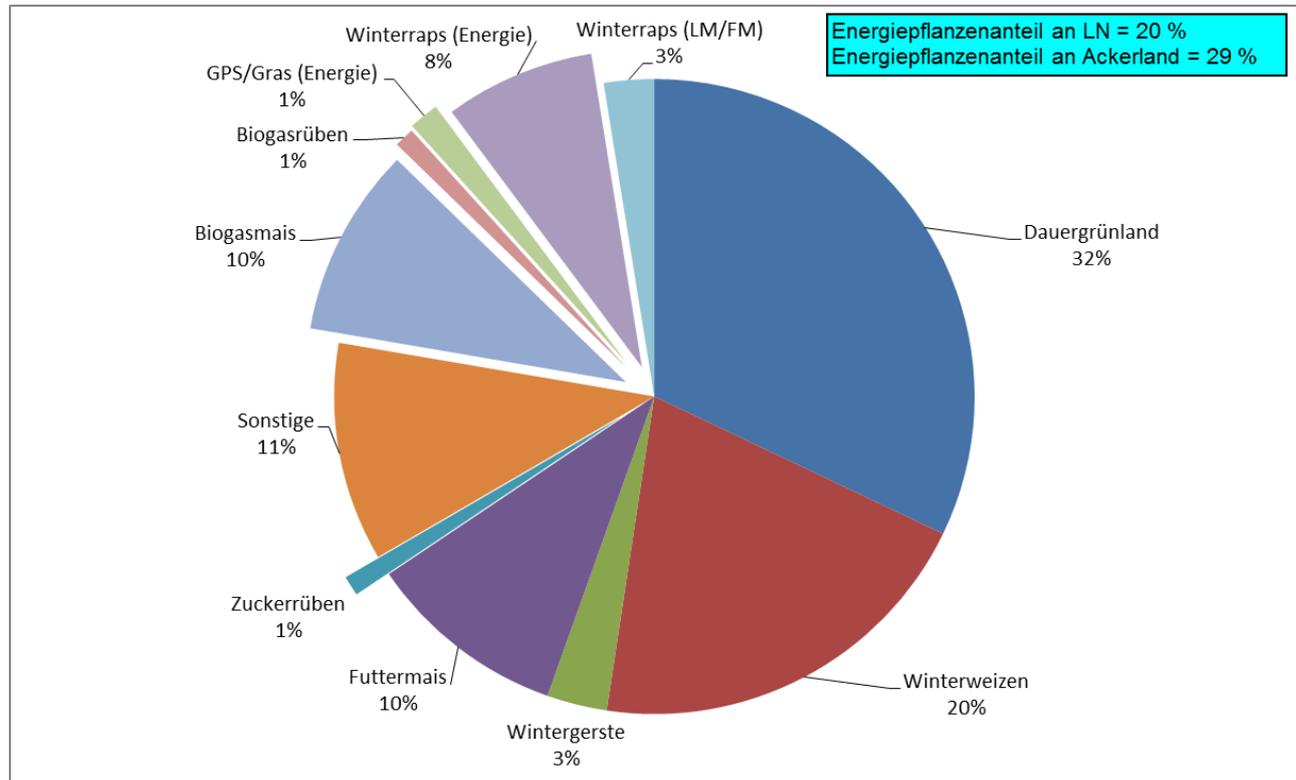


Abbildung 1: Annahme Anbauszenario 2020 (Anteil an LN in %)

## 1. Mais, Grünroggen bzw. Getreide-Ganzpflanzensilage

Aus den vorliegenden Daten<sup>2</sup> für Schleswig-Holstein ergibt sich, dass eine Maismonokultur (Geest) bzw. Grünroggen oder Getreide-GPS/Gras (Marsch) bei weitem die höchsten Gaserträge bei gleichzeitig niedrigen Kosten erreichen. Alternative Energiepflanzen bzw. Fruchtfolgen müssen sich grundsätzlich an dieser ökonomischen Vorzüglichkeit messen lassen. Es wird vereinfachend angenommen, dass daher Mais entsprechend den Empfehlungen zur guten fachlichen Praxis (z.B. mit Winterbegrünung) bzw. GPS/Gras als Energiepflanzen für die Biogasproduktion angebaut werden. Die Ergebnisse aus dem Projekt Biogas-Expert geben Hinweise, welche Erträge sich mit welchen Pflanzen in wel-

<sup>2</sup> z.B. Taube et al. (2010): Biogasmais und Energiepflanzen auf dem Vormarsch-Konsequenzen für den Acker- und Pflanzenbau in S-H. Hohenschulen, Ackerbautag 2010

chen Naturräumen erzielen lassen. Es wird mit einem Frischmasseertrag von max. 18 - 20 t gerechnet

Auch wenn für 2011 schon eine Maisanbaufläche in Schleswig-Holstein von ca. 195.000 ha erwartet wird<sup>3</sup>, so geht das Szenario davon aus, dass sich die Maisanbaufläche bei etwas weniger als 200.000 ha einpendeln wird. Hier wirken sowohl Pflanzenhygiene aber auch Akzeptanzprobleme sowie politische Vorgaben vermutlich bremsend.

## **2. Zuckerrübe**

Nach dem Aus der Schleswiger Zuckerfabrik wird nach neuen Verwertungsmöglichkeiten von Zuckerrüben gesucht. Das bekannte hohe Potenzial im Gasertrag/kg oTS und in der Flächenleistung macht die Zuckerrübe grundsätzlich zu einer attraktiven Energiepflanze für die Biogasproduktion. Es wird erwartet, dass durch die Verbesserung der Reinigungstechnik und Lagerung sowie durch Züchtungsfortschritt im Jahr 2020 wieder mindestens 10.000 ha Zuckerrüben angebaut werden<sup>4</sup>. Der Anbau von Zuckerrüben wird sich im Wesentlichen auf die ertragreichen Böden in Schleswig-Holstein beschränken und konkurriert dort mit dem Winterweizen, bietet aber auch eine gute Vorfruchtwirkung vor Winterweizen.

## **3. Winterraps**

Der Anbau von Winterraps wird sich angesichts der Fruchtfolgerestriktionen (Selbstunverträglichkeit) weiterhin bei ca. 100.000 ha bewegen. Obwohl nach Aussagen der UFOP Raps in Schleswig-Holstein schon jetzt rein rechnerisch fast komplett (95-98 %) für die Beimischung in Kraftstoff verwendet wird<sup>5</sup>, wird konservativ der Bundesdurchschnitt von 75 % energetischer Nutzung angenommen.

## **4. Grünland**

In dieser Neubewertung wird angenommen, dass das intensive Grünland (1. und 2. Schnitt) zu einhundert Prozent als Futter für die Milchwirtschaft genutzt wird. Nach Auskunft des ife Informations- und Forschungszentrum, Kiel, ist es grundsätzlich möglich, die erwartete zusätzliche Milchmenge von 1,5 Mrd. kg bis 2020 mit dem vorhandenen Grünland und ca. 100.000 ha Mais zu erwirtschaften<sup>6</sup>. Somit steht theoretisch der angenommene Flächenbedarf für Mais für die Biogasproduktion nicht in Konkurrenz zu den Entwicklungsprognosen für die schleswig-holsteinische Milchwirtschaft für das Jahr

---

<sup>3</sup> auch aufgrund ungünstiger Witterungsbedingungen bei der Aussaat von Wintergetreide und Winterraps in 2010 bzw. Nachsaat von Mais nach Rapsunbruch

<sup>4</sup> entspricht auch den Erwartungen der KWS, mündliche Mitteilung 2010

<sup>5</sup> UFOP (2010): mündliche Auskunft

<sup>6</sup> ife: Informations- und Forschungszentrum (2009): Potentialanalyse Milch im Auftrag der Landesregierung

2020. Extensives Grünland dient hier primär dem Zweck des Naturschutzes. Nichtsdestotrotz kann der Aufwuchs von extensivem Grünland energetisch verwendet werden.

Aus dieser Prognose ergibt sich für das Jahr 2020 ein Anteil der Energiepflanzen an der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) (987.000 ha) von ca. 20 Prozent bzw. am Ackerland (670.000 ha) von **ca. 29 Prozent** (s. Tabelle 3).

In die Berechnung des Energieertrages, welcher sich rechnerisch aus dem angenommenen Energiepflanzenmix 2020 ergibt, gehen ein:

- Anbaufläche der jeweiligen Energiepflanze,
- Geschätzte Erträge der jeweiligen Kulturpflanze. Hierbei wurde berücksichtigt, dass insbesondere bei Mais (neue Sorten) und bei neuen Energierüben vermutlich deutliche Ertragssteigerungen zu erwarten sind,
- durchschnittliche Biogaserträge je t Frischmasse
- durchschnittliche Methangehalte bzw. Ölerträge
- Energiepotenzial pro m<sup>3</sup> Methan bzw. Liter Pflanzenöl

**Tabelle 3: Energiepotenzial Energiepflanzenanbau 2020**

Kulturart	Anbaufläche Energiepflanzen (ha)	Ertrag <sup>1)</sup> (t FM)	Biogasertrag <sup>2)</sup> (1000 m3/a)	Methanertrag bzw. Ölgehalt <sup>3)</sup> ( 1000 m3/a bzw. 1000 l/a)	Energiepotenzial (PJ/a)	Anteil an Fläche Ackerland (%)
Mais	95.000	4.750.000	968.050	503.386	<b>20,03</b>	14,18
Zuckerrübe	10.000	1.000.000	148.100	75.531	<b>3,01</b>	1,49
Raps	75.000	375.000	-	168.750	<b>6,35</b>	11,19
Grünroggen bzw. Getreide-GPS/Gras	15.000	900.000	121.500	64.395	<b>2,56</b>	2,24
<b>Summe</b>	<b>195.000</b>				<b>31,95</b>	<b>29,10</b>

<sup>1</sup> Eigene Prognose aus verschiedenen Quellen, <sup>2</sup> Biogas-/Methanerträge aus KTBL Kostenrechner Biogas

<sup>3</sup> Annahme Zunahme Ölanteil im Rapskorn auf 45 % (derzeit 40%)

Daraus ergibt sich ein technisches Primärenergiepotenzial für den Energiepflanzenanbau von **31,95 PJ pro Jahr** bei einem Flächenanteil von etwas über **29 Prozent** der Ackerflächen und einem durchschnittlichen Primärenergieertrag von ca. **164 GJ** pro ha Energiepflanzenfläche.

## 5. Waldholz

Schleswig-Holstein liegt mit einem Waldflächenanteil von 10,3 % weit unter dem bundesweiten Durchschnitt von 31 % und stellt das Bundesland mit dem geringsten Waldflächenanteil dar. Nur 163.000 ha (2009) der Landesfläche Schleswig-Holsteins sind bewaldet. Der aktuelle Holzvorrat liegt bei 295 Vorratsfestmeter (Vfm)/ha. Der größte Anteil der Bäume ist in einem Alter zwischen 41 - 60 Jahren, gefolgt von einer Altersgruppe zwischen 21 - 40 Jahren. Hinsichtlich der Eigentumsverhältnisse ist Schleswig-Holstein durch einen überdurchschnittlich hohen Privatwaldanteil gekennzeichnet (50,4 %).

Wald hat vielfältige Funktionen zu erfüllen, von denen die Nutzfunktion eine ist. Bestimmte geringe Flächenanteile (5% der Fläche der schleswig-holsteinischen Landesforsten; Zahlen für den Wald insgesamt liegen zurzeit nicht vor) sind aus Naturschutzgründen als Naturwald aus der Nutzung genommen.

Zu erwarten ist für den schleswig-holsteinischen Wald insgesamt eine Vorratszunahme auf bis zu 354 Vfm/ha bis zum Jahr 2037. Dies resultiert zum Teil aus dem im Wald Belassen potenziell nutzbarer Holzmenge, vor allem aber aus dem Hineinwachsen der Waldbestände in vorratsreichere Altersklassen.

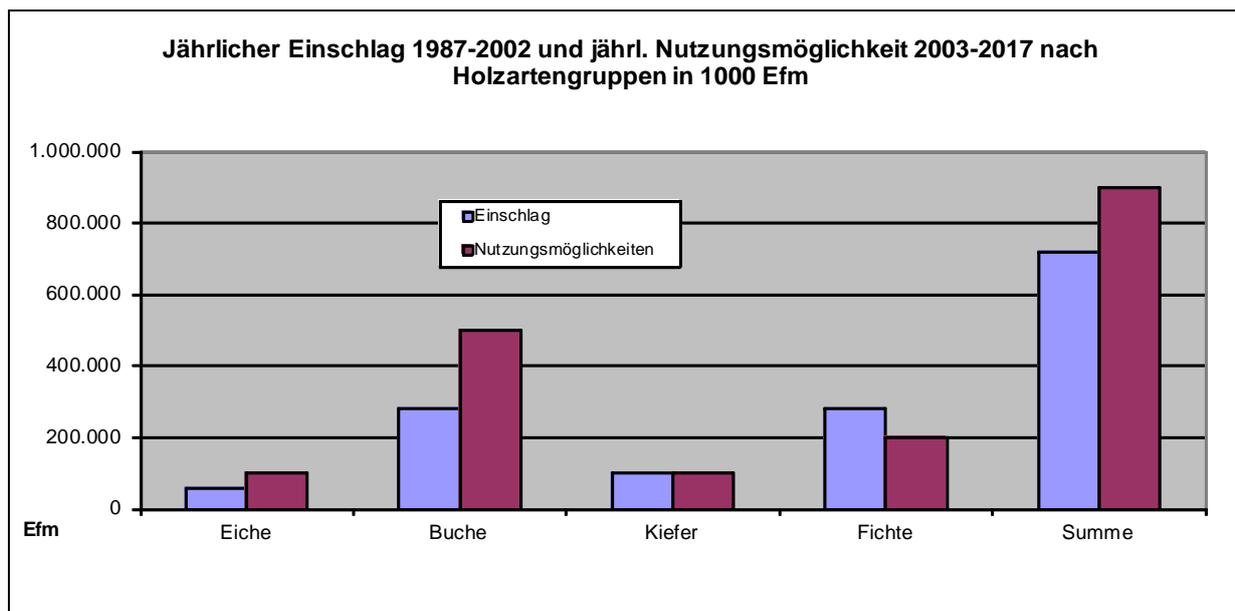
Eine rein ertragsorientierte Forstwirtschaft, die aber nicht verfolgt wird, würde zu einer Vorratsabnahme führen. Eine Vorratsabnahme im Wald geht mit einer Zunahme an nachhaltig anfallenden Holzmenge einher. Unabhängig von diesen Szenarien wächst der Wald in Schleswig-Holstein in Altersklassen hinein, in denen von einer Zunahme an Stammholz auszugehen ist. Dies wird tendenziell zu einer Abnahme im Bereich Energie- und Industrieholzsortierungen führen.

Vom jährlichen Holzeinschlag von 520.000 Festmeter (fm) in 2009 über alle Waldbesitzarten, Baumarten und Holznutzungen wurden 135.000 fm der energetischen Nutzung (ca. 26 Prozent) zugeführt. 155.000 fm waren für die Industrieholznutzung vorgesehen. Der Rest sind wertvolle Stammhölzer. Die Industrieholzsortierungen können je nach Preisniveau mit Energieholz konkurrieren. Industrieholz wird vordringlich in der Holzwerkstoff- und Zellstoffindustrie benötigt. Für Rinden, Sägemehl oder Späne und andere ähnliche Holzstoffmengen gibt es zur energetischen Nutzung konkurrierende Alternativmärkte z.B. im Gartenbau, in der Landwirtschaft oder auch in anderen Industriezweigen.

Entsprechend den Prognosen des MLUR<sup>7</sup> ist mit einer deutlichen Zunahme des jährlichen Einschlags auf ca. 720.000 Vfm (entspricht ca. 900.000 Erntefestmeter (Efm)) bis zum Jahr 2017 zu rechnen (s. Abbildung 2). Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Waldflächen nur zu ca. 65% bewirtschaftet werden. Der Grund für diesen geringen Nutzungsanteil liegt am relativ hohen Anteil kleinster Privatwaldflächen im Land.

---

<sup>7</sup> Heeschen (2005): Zukünftige Holznutzungsmöglichkeiten auf der Grundlage der zweiten Baumwalddinventur in Schleswig-Holstein 2003-2042



**Abbildung 2: Holzschlag in Schleswig-Holstein**

Es wird in dieser Prognose davon ausgegangen, dass sich der tatsächliche Anteil der energetischen Holznutzung auf ca. 30 Prozent erhöht. Daraus ergibt sich ein technisches Energiepotenzial (Heizwert) von ca. **2,07 PJ/Jahr** (s. Tabelle 4).

**Tabelle 4: Energetisches Potenzial von Waldholz**

<b>Holzart lufttrocken</b>	<i>Einschlag (Raummeter)</i>	<i>Heizwert MWh/rm</i>	<i>Heizwert gesamt (MWh)</i>	<i>Heizwert (PJ)</i>
Buche	392.000	2	784.000	2,82
Eiche	79.800	2	159.600	0,57
Kiefer	144.200	1,6	230.720	0,83
Fichte	392.000	1,4	548.800	1,98
<b>Summe</b>	<b>1.008.000</b>	<b>7</b>	<b>1.723.120</b>	<b>6,20</b>

**Annahmen für Prognose Waldholzpotenzial 2020:**

- Deutliche Zunahme des Holzeinschlags von 520.000 fm auf 720.000 fm (durch positive Entwicklung der Holzvorräte sowie Zunahme Aufforstung)
- Naturnahe Waldbewirtschaftung in Landesforsten verringert den nutzbaren Restholzanteil geringfügig
- Zahlen zum nutzbaren Altholzanteil liegen nicht vor.
- Leicht ansteigender Anteil für die energetische Nutzung (ca. 30 %)
- Trotz höherer Nachfrage nach energetischer Nutzung führt der höhere Anteil älteren Waldbestands zu einem höheren Anteil von wertvollem Stammholz und verringert den Anteil Industrie- und Energieholz

## 6. Knickholz

Nur rund 10% der Landesfläche Schleswig-Holsteins sind bewaldet, dem umfangreichen Knicknetz kommt deshalb aus ökologischer Sicht, aber auch als Lieferant von Energieholz eine besondere Bedeutung zu. Rund 68.000 km Knicks prägen die Landschaft zwischen Nord- und Ostsee. Ursprüngliche Aufgaben des Knicks war „Vieh und Feld zum Schutz dienen und das Brennholz für den eigenen Bedarf liefern“. Heute stehen dagegen Natur- und Klimaschutzgesichtspunkte im Vordergrund. Knicks in Schleswig-Holstein sind daher gesetzlich geschützt. Darum wird angenommen, dass sich gegenüber der gegenwärtigen Situation keine wesentlichen Veränderungen bis 2020 ergeben werden.

In diesem Szenario werden Knicks dem Anbau von Energiepflanzen zugeordnet. Eine landesweite qualitative Erfassung der Knicks liegt derzeit nicht vor. Bei der ermittelten Gesamtlänge der Knicks ist zu bedenken, dass schätzungsweise etwa ein Drittel nur einen lückenhaften oder überhaupt keinen Gehölzbewuchs aufweist bzw. dieser aus niedrig bleibenden Sträuchern (z.B. Teebuschknicks der Vorgeest) besteht, so dass der nutzbare Teil der o. g. Knicklängen entsprechend geringer ist. Der Anteil gehölzfreier bzw. lückiger Knicks nimmt generell von Ost nach West zu. Theoretisch könnten pro Jahr aufgrund des Knickturnus (gemittelt alle 12 Jahre) somit etwa 3.800 km Knicks geerntet werden. Bei einem geschätzten Ertrag von 100 m<sup>3</sup> bis 200 m<sup>3</sup> Hackschnitzel auf 1 km Knicklänge<sup>8</sup> könnten somit jährlich landesweit etwa zwischen 380.000 bis 760.000 m<sup>3</sup> Knickholz geerntet werden. Der Heizwert von Hackschnitzeln liegt bei durchschnittlich 10 MJ/kg. Daraus ergibt sich ein energetisches Knickholzpotenzial von 1,3 bis 2,7 PJ/a, **gemittelt von knapp 2 PJ/a** (s. Tabelle 5).

**Tabelle 5: Energiepotenzial von Knickholz in Schleswig-Holstein**

Länge gesamt (km)	nutzbare Länge (km)	Ernte- km/Jahr (Rotation 12 Jahre)	Ernteaufkommen Hackschnitzel (FM m <sup>3</sup> /Jahr)  geringer Ansatz (bei Ertrag 10m <sup>3</sup> )	Ernteaufkommen Hackschnitzel FM m <sup>3</sup> /Jahr  hoher Ansatz (bei Ertrag 20 m <sup>3</sup> )	Heizwert PJ/a (min.)	Heizwert PJ/a (hoch)
68.281	45.521	3793	379.300	758.600	<b>1,33</b>	<b>2,66</b>
gemittelt:					<b>1,99</b>	

Eine weitere Steigerung des Energiepotenzials von Knickholz ist durch die Bepflanzung gehölzfreier und lückiger Knicks, eine optimierte Knickpflege sowie ein professionelles Knickmanagement möglich.

<sup>8</sup> Studie MLUR (2011): Grünabfall- und Schnittholzverwertung in Schleswig-Holstein unter Klimaschutzaspekten

**Annahmen für Prognose Knickholzpotenzial 2020:**

- Keine Veränderung an der nutzbaren Länge der schleswig-holsteinischen Knicks von ca. 45.500 km
- Annahme unterschiedlicher Heizwerte (je nach Qualität der Hackschnitzel)
- Durchschnittlicher Heizwert vom 10 MJ/kg

## B. Verwertung biogener Reststoffe

### 1. Stroh

Die theoretischen landesweiten Strohpotenziale ergeben sich aus dem Kornertrag multipliziert mit dem durchschnittlichen Korn-Strohverhältnis (s. Abbildung 3). Eine Erhebung über die energetische oder stoffliche Nutzung liegt derzeit für Schleswig-Holstein nicht vor. Ein Teil des hier geernteten Stroh wird nach Dänemark zu Heizzwecken exportiert.

Stroh ist ein wichtiger Faktor als organischer Dünger für die Humusreproduktion, eine vollständige Nutzung zur Erzeugung sollte daher aus Gründen der Bodenfruchtbarkeit nicht erfolgen. Berücksichtigt man zudem den zunehmenden Silomaisanbau sowie das atlantische Klima mit erhöhtem Humusabbau sollten nicht mehr als 25 % des Stroh als nachwachsender Rohstoff Verwendung finden. In den klassischen Getreideanbaubereichen Schleswig-Holsteins, wo die Humusbilanz deutlich positiv ist, können größere Mengen Stroh nachhaltig entnommen werden, das Strohpotenzial ist hier entsprechend hoch (s. die Ergebnisse des Verbundvorhabens „Basisinformationen für eine nachhaltige Nutzung landwirtschaftlicher Reststoffe zur Bioenergiebereitstellung“, DBFZ 2011).

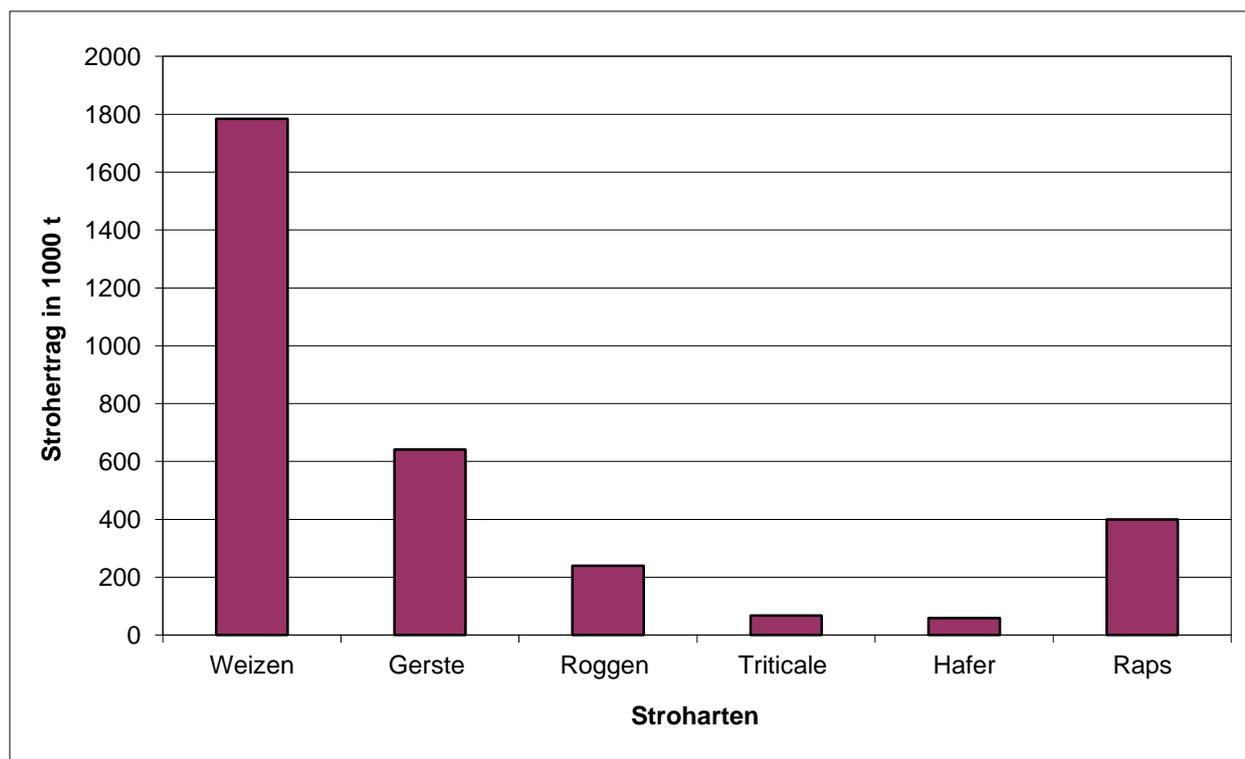


Abbildung 3: Maximale Stroherträge im Jahr 2020

Unter der Annahme dass ein Viertel des Strohertrags einer energetischen Verwendung zugeführt wird, ergibt sich ein Primärenergiepotenzial von **13,6 PJ** (18,1 PJ bei 33 %

Nutzung). Somit kann die energetische Verwertung von Stroh ein nicht unerhebliches Potenzial darstellen.

**Annahmen für Prognose Strohpotenzial 2020:**

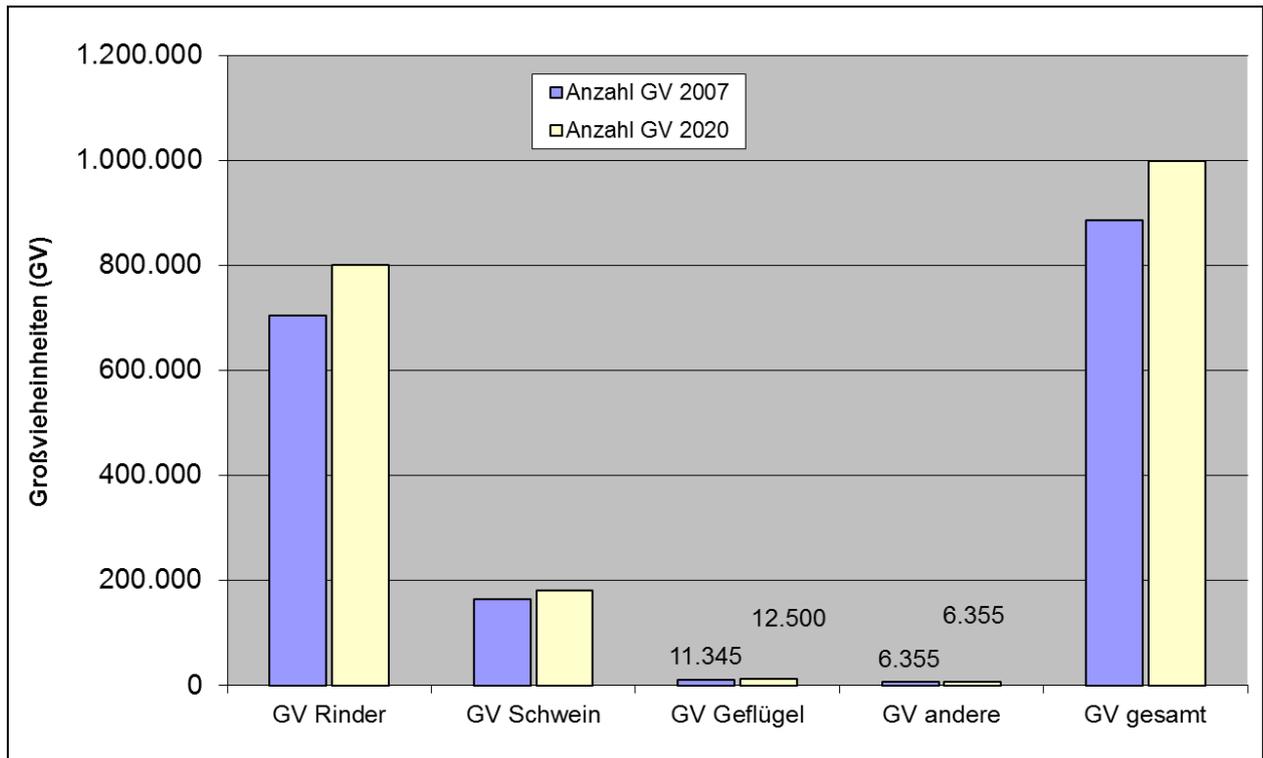
- Strohertrag (inkl. Raps) gesamt 2020: ca. 3,2 Mill. t
- Aus Gründen der Humusreproduktion und nicht vollständigen Bergbarkeit des Strohs wird ein großer Teil (ca. 75%) weiter auf dem Acker verbleiben bzw. zurückgeführt werden (z.B. Stallmist).
- Züchtung kurzstängeliger Getreide- und Rapsarten verringert tendenziell den Strohertrag
- bisher keine energetische oder stoffliche Nutzung von Rapsstroh, wird daher nicht in die Potenzialabschätzung einberechnet. hat aber Potenzial von ca. 1,7 PJ
- keine oder kaum stoffliche Verwertung von Stroh (potenzielle Konkurrenz)

## **2. Gülle**

Die potenziellen Energieerträge aus der Vergärung von Gülle ergeben sich aus:

- prognostizierte Anzahl Tiere je Tierart für das Jahr 2020 und damit potenzieller Gülleanfall
- Anteil Gülle für Biogasnutzung
- Methanertrag bei Güllevergärung der verschiedenen Güllen je Tierart

Für 2020 wird mit einer weiteren Steigerung der Tierzahlen in Schleswig-Holstein gerechnet. Für die Haupttierart Rind wird insbesondere durch den Wegfall der Milchquote mit einer deutlichen Aufstockung der Tierzahlen gerechnet. Auch bei Schwein und Geflügel ergibt sich aus dem Trend der letzten Jahre eine Steigerung der Tierzahlen um jeweils ca. 10 Prozent (s. Abbildung 4).



**Abbildung 4: Prognose der Tierzahlen (GV) für das Jahr 2020**

Würde sämtliche Gülle in Biogasanlagen kofermentiert werden, ergäbe sich ein Methanertrag von 495 Mill. m<sup>3</sup> und somit ein Energiepotenzial von fast 20 PJ (Variante A).

Tatsächlich kann aus verschiedenen Gründen die Gülle nicht vollständig zur Energiegewinnung genutzt werden (Tierhaltung außerhalb der Ställe, Erfassungs- bzw. Transportbeschränkungen und technische Gründe). Einen Überblick über mögliche Annahmevarianten für die energetische Verwertung gibt Tabelle 6. Variante B geht davon aus, dass fast die gesamte Schweinegülle energetisch genutzt werden kann, während durch Weidengang bei Rindern ca. 30 % der Exkremente nicht erfasst werden. Variante C geht von einer durchschnittlichen energetischen Verwertung von ca. 50 % der Gülle aus (ohne Geflügelkot). Variante D zeigt das nicht unerhebliche energetische Potenzial von Geflügelgülle (-kot) von zusätzlich 6,2 PJ. Je nach Variante liegt das energetische Potenzial von Gülle bei ca. 5 - 13 PJ (s. Tabelle 6). Für dieses Szenario wird – eher vorsichtig kalkuliert – ein energetisches Potenzial von **9,6 PJ** angenommen.

**Tabelle 6: Annahmevarianten für die energetische Verwertung von Gülle**

	<b>Annahmevariante A</b>	<b>Annahmevariante B</b>	<b>Annahmevariante C</b>	<b>Annahmevariante D</b>
	100 % Gülleverwertung in BGA	keine Verwertung Geflügelkot, 95% Schweinegülle, 70% Rindergülle	keine Verwertung Gefügekot, 50 % anfallender Gülle (Variante B) in BGA	50 %Verwertung Hühnerkot, 60% anfallende Rindeer- und Schweinegülle in BGA
Anfallende Gülle (t/FM/a)*	12.776.980	8.306.256	6.924.481	7.464.938
<b>Methanertrag (m3)**</b>	332.598.760	126.555.072	83.786.880	240.560.630
<b>Energieertrag in GWh</b>	2.932	1.116	739	2.121
<b>Energieertrag in PJ</b>	<b>13,2</b>	<b>5,0</b>	<b>3,3</b>	<b>9,6</b>

\* Umrechnung des Gülleanfalls von 998.885 GV nach KTBL Betriebsplanung Landwirtschaft und Schätzungen CARMEN e.V.

\*\* Berechnung Methanerträge Gülle aus Biomasseverordnung –BiomasseV

**Annahmen für Prognose Güllepotenzial 2020:**

- Steigende Tierzahlen (insbesondere Milchvieh)
- Keine Berechnung Potenzial Festmist bei Rindern und Schweinen-> vereinfachende Annahme nur Gülle
- Berücksichtigung von tierartsspezifisch unterschiedlichem Gülleanfall, Biogasertrag und Methangehalt
- Unterschiedliche Annahmevarianten für die energetische Verwertung von Gülle
- Nutzung der **Variante D** für Gesamtpotenzialberechnung

**3. Landschaftspflegematerial**

Nutzung von Dauergrünland: Schleswig-Holstein besitzt mit ca. einem Drittel der landwirtschaftlichen Nutzfläche einen hohen Anteil an Dauergrünland (Stand 2009: 317.184 ha). Es wird davon ausgegangen, dass sich aufgrund des Dauergrünlandumbruchsverbotes sowie der Klimarelevanz insbesondere von Dauergrünland keine wesentlichen Änderungen am Anteil des Dauergrünlandes bis zum Jahr 2020 ergeben. Die nachstehenden Ausführungen sind mit der Annahme verknüpft, dass produktiveres Dauergrünland (auf mineralischen und anmoorigen Standorten sowie teilweise auch auf Niedermoorstandorten) von den Landwirten weiterhin zur Futtergewinnung bewirtschaftet wird.

Für die Gewinnung von Biomasse zur energetischen Nutzung stehen daher im Wesentlichen die nicht ackerfähigen Dauergrünlandflächen zur Verfügung. Hierzu zählen unter anderem Hoch- und Niedermoorgrünland bzw. Standorte mit hohem Grundwasserstand, welche teilweise dem Naturschutz gewidmet sind. Der Umfang dieser Grünlandflächen in Schleswig-Holstein beträgt rund 51.000 ha<sup>9</sup>; der Biomasseertrag (durch Abmähen des Aufwuchses) beläuft sich pro Jahr auf max. 7,5 t TM/ha (wenn Gärreste wieder zurückgeführt werden) bzw. 4 t TM/ha ohne Düngung (s. Tabelle 7). Eine vollständige Nutzung des Aufwuchses von Grünland zur energetischen Nutzung ist aufgrund konkurrierender Nutzungen (z.B. Beweidung aus Naturschutzgründen) oder technisch-wirtschaftlicher Faktoren (z.B. mangelnde Befahrbarkeit der Flächen bzw. Bergbarkeit des Schnittgutes) nicht gegeben.

**Tabelle 7: Energiepotenzial von extensivem Grünland**

Fläche Dauergrünland in SH (ha)	Fläche energetisch nutzbares Dauergrünland (ha)	Biomasseertrag mit Düngung bei 50 % Nutzung TM (Annahme 7,5 t oTS/ha)	Biomasseertrag ohne Düngung bei 50 % Nutzung (Annahme 4 t oTS/ha)	Methanertrag (m <sup>3</sup> )	Energiepotenzial PJ
317.184	51.000	191.250	102.000	42.075.000– 22.440.000	<b>1,67- 0,89</b>
gemittelt					<b>1,3</b>

Für die Potenzialermittlung wird angenommen, dass die Hälfte des pflanzlichen Aufwuchses für die energetische Nutzung geerntet werden kann. Unter der Annahme, dass der erzielbare Biomasseertrag von ca. 100.000 bis ca. 190.000 t TM fermentiert wird, ergibt sich ein Methanertrag von 45.375.000 m<sup>3</sup> (bei 220 m<sup>3</sup> Methan/t oTS), somit ein Primärenergiepotenzial von ca. **0,89 PJ** (ohne Düngung) bzw. **1,67 PJ/a** (mit Düngung) und gemittelt von **1,3 PJ/a**.

#### 4. Bioabfälle (Biotonne)

Für die Biomassefraktion Bioabfälle wurde aufgrund der vorliegenden Studie der Firma U.E.C. "Bewertung der vorhandenen Bioabfallbehandlungsstandorte in Schleswig-

<sup>9</sup> In Ermangelung spezifischer Angaben wird hier hilfsweise auf die Grünlandnutzung auf Moor gemäß Grünlandschätzungsrahmen bei Moormächtigkeit > 60 cm zurückgegriffen (Quelle LLUR, 2010: Ziele und Grundsätze des Naturschutzes auf dem Dauergrünland. Bericht an MLUR, Abt. Naturschutz)

Holstein im Hinblick auf eine Ergänzung um Vergärungsstufen" im Auftrag des MLUR vom Februar 2010 eine Neubewertung vorgenommen.

Das Bundesland Schleswig-Holstein ist eines der wenigen Bundesländer, in denen Bioabfälle bereits flächendeckend getrennt erfasst werden. Rund 205.000 t wurden 2008 einer Verwertung in insgesamt 13 immissionsschutzrechtlich genehmigten Anlagen (Quelle Abfallbilanz Schleswig-Holstein 2008) zugeführt. Nach der o. g. Studie kann das derzeit bestehende Bioabfallaufkommen in Schleswig-Holstein durch Intensivierung der getrennten Erfassung mittelfristig von 205.000 t/a auf 240.000 t/a gesteigert werden. Bei einem angenommenen Biogasertrag von ca. 110 m<sup>3</sup> Biogas/ t Frischmasse Bioabfall, einem Methangehalt von ca. 61 % und einem durchschnittlichen Heizwert von Methan von 39,8 MJ/m<sup>3</sup> könnte mit der Etablierung der Vergärungstechnologie an den vorhandenen Bioabfallbehandlungsstandorten in Schleswig-Holstein und der kombinierten stofflichen und energetischen Verwertung von Bioabfällen ein Energiepotenzial von ca. **0,64 PJ** pro Jahr genutzt werden (s. Tabelle 8).

**Tabelle 8: Energiepotenzial von Bioabfällen in Schleswig-Holstein**

Erfassbare Bioabfallmenge 2020 (t)	Biogasertrag (m <sup>3</sup> /a)	Methanertrag (m <sup>3</sup> /a)	Energiepotenzial (PJ/a)
240.000	26.400.000	16.104.000	<b>0,64</b>

## 5. Grünabfälle

Das Potenzial der Grünabfälle wurde im Rahmen der Studie „Grünabfall- und Schnittholzverwertung in Schleswig-Holstein“ vom Mai 2011 ermittelt. Danach wird der größte Anteil an Grünabfällen in Schleswig-Holstein in immissionsschutzrechtlich genehmigten Anlagen erfasst. Auf diese Weise wurden 2009 insgesamt 167.745 t Grünabfälle getrennt erfasst. Bei einem Methanertrag von ca. 100m<sup>3</sup>/t FM ergibt sich ein Energiepotenzial von aktuell ca. 0,40 PJ/a. Eine moderate Steigerung ist möglich. Für die Potenzialabschätzung wird daher für 2020 eine Erfassungsmenge von 180.000 t angenommen. Daraus ergibt sich ein Primärenergiepotenzial von **0,43 PJ/a**.

Die vorgenannte Studie kommt weiter zu dem Ergebnis, dass geeigneter Grasschnitt von Straßenrändern ein erhebliches Potenzial darstellt, das bisher noch nicht genutzt wird. Das theoretische Erfassungspotenzial liegt hier bei 123.000 t, was einem Energiepotenzial von ca. **0,29 PJ/a** entspricht. Insgesamt beträgt das Potenzial dieser beiden Stoffströme zusammen ca. **0,72 PJ/a** (s. Tabelle 9)

Nicht einberechnet wurde der Gehölzschnitt von Straßenrändern, weil dieser z.T. schon im Knickpotenzial berücksichtigt wurde.

**Tabelle 9: Energiepotenzial von Grünabfällen in Schleswig-Holstein**

Erfassbare Grünabfallmenge 2020 (t)	Aufkommen (t/a)	Biogasertrag (m <sup>3</sup> /a)	Methanertrag (m <sup>3</sup> /a)	Energiepotenzial (PJ/a)
Grünabfall	180.000	18.000.000	10.800.000	<b>0,43</b>
Grünschnitt Strassenränder	123.000	12.300.000	7.380.000	<b>0,29</b>
<b>Summe</b>	<b>303.000</b>	<b>30.300.000</b>	<b>18.180.000</b>	<b>0,72</b>

## 6. Weitere Biomassefraktionen (u.a. Altholz, tierische Nebenprodukte)

Neben den schon genannten Biomassefraktionen können weitere Energiepotenziale berücksichtigt werden (s. Tabelle 10).

**Tabelle 10: Primärenergiepotenziale weiterer Biomassefraktionen**

	Aufkommen	Methanertrag (1000m <sup>3</sup> )	Heizwert MJ/m <sup>3</sup> bzw. MJ/kg	Energiepotenzial (PJ/a)
Nativ-organische Biomasse im Restabfall (t)	350.000	21.000	39,8	0,84
Altholz (t)	200.000		14,4	2,88
Treibsel (m <sup>3</sup> )	60.000		5	0,30
Klärschlamm (t) *	70.500		11	0,78
Fettabscheiderinhalte (t)*	42.000	2.432	39,8	0,10
Tierische Nebenprodukte <sup>10</sup>	100.000		25	2,5
<b>Summe</b>				<b>7,39 PJ</b>

\* Zahlen LLUR (2011): geschätzt aus Anschlussgröße von 3.863.417 EW mittels Faustzahlen des DWA-Handbuches "Klärschlamm" für stabilisierten Klärschlamm von 29,2 kg/EW/a

<sup>10</sup> Es wird von weitgehend konstanten Mengen ausgegangen (DBFZ 2007, eigene Einschätzung). Grundlage ist der Mittelwert der Tierkörper 2008-2010. Tierkörper bilden ca. 33 % der Menge der tierischen Nebenprodukte.

## 7. Weitere, nicht berücksichtigte biogene Reststoffe

Aus verschiedenen Gründen wurden in dieser Studie folgende weiteren biogenen Reststoffe nicht berücksichtigt:

- **Abfälle** aus der Lebensmittelproduktion und Speiseabfälle, die auch als Ausgangsstoffe zur Herstellung von Düngemitteln zugelassen sind, für die aber im einzelnen keine Mengenangaben vorliegen (bspw. Trester, Obst-, Getreide- und Kartoffelschlempen, überlagerte Lebensmittel etc.). Diese Abfälle werden bereits heute zu einem großen Teil als Kofermente in Faulgas-/Biogasanlagen eingesetzt. Speiseabfälle werden nach einer Hygienisierung überwiegend verfüttert.
- **Molke**, da es sich um einen wässrigen, wenig energiereichen Stoff handelt, für den es bereits bestehende Verwertungswege gibt.
- **Altpapier**, da dies in die stoffliche Nutzung geht und auch zukünftig nicht für die energetische Nutzung zur Verfügung stehen wird.
- **Sägemehlspäne**, um Doppelzählungen zu anderweitig erfassten Mengen zu vermeiden, da die quantitative Bedeutung nicht hoch ist und da es bestehende Verwertungen gibt.

### III. Annahmen und Methodik im Ziel- und Ausbauszenario für den energetischen Versorgungsbeitrag der Biomasse 2020

Im Folgenden werden Annahmen und Methodik im Ziel- und Ausbauszenario dargestellt. Die unter diesen Annahmen resultierenden Ergebnisse werden in Abschnitt IV zusammengefasst.

#### 1. Entwicklung des Endenergieverbrauchs insgesamt und auf den drei Teilmärkten Strom, Wärme und Kraftstoffe bis 2020

Als Bezugsgröße für den endenergetischen Versorgungsbeitrag der Biomasse wird der Endenergieverbrauch zugrunde gelegt. Für die Prognose des Endenergieverbrauchs in Schleswig-Holstein wird angenommen, dass die im Energiekonzept der Bundesregierung 2010 formulierten – und von der Landesregierung Schleswig-Holstein unterstützten – Ziele auch hier erreicht werden. Die Bundesregierung strebt demnach folgende Minderungsraten beim Energieverbrauch bis 2020 an (s. Tabelle 11):

**Tabelle 11: Abschätzung des Endenergieverbrauchs für das Jahr 2020**

Minderung Primärenergieverbrauch ggü. 2008	20%
Minderung Stromverbrauch ggü. 2008	10%
Minderung Endenergieverbrauch Verkehr ggü. 2005	10%
Reduzierung Wärmebedarf von Gebäuden	20%

Für den gesamten Endenergieverbrauch macht das Energiekonzept des Bundes keine eigenständige Angabe. Aus den o.g. Reduzierungszielen für die drei Teilbereiche Strom, Wärme und Verkehr sowie einer Abschätzung des Minderungsbeitrags der Industrie auf Basis der Regelungen im EU-weiten Emissionshandel ergibt sich eine bundesweit angestrebte Reduzierung des Endenergieverbrauchs um etwa 14% bis 2020 gegenüber 2008. Diese Minderungsrate wird auf den Endenergieverbrauch 2008 in Schleswig-Holstein angewendet. Für die drei Teilmärkte wird analog vorgegangen, d.h. die auf Bundesebene im Energiekonzept des Bundes angestrebten Minderungen des Energieverbrauchs werden auch für Schleswig-Holstein zugrunde gelegt.

**Zentrales Ergebnis ist unter diesen Annahmen ein Endenergieverbrauch von ca. 220.000 TJ bzw. 220 PJ im Jahr 2020 (s. Tabelle 12).<sup>11</sup>**

---

<sup>11</sup> Die Bezugsgröße für Ziele bezüglich der Erneuerbaren Energien auf den drei Teilmärkten (Bruttostromverbrauch, EEV Verkehr, EEV Wärme) ergeben in der Summe nicht exakt den Endenergieverbrauch. Der EEV setzt sich zusammen aus dem Nettostromverbrauch (Stromverbrauch in den Endverbrauchssektoren, ohne Umwandlungsverluste und Pumpstromverbrauch), dem EEV Kraftstoffe (der anders als der EEV Verkehr auch z.B. den Stromverbrauch im Verkehr enthält) und dem EEV Wärme.

**Tabelle 12: Szenario Endenergieverbrauch 2020 in Schleswig-Holstein**

Jahr	EEV SH		Brutto- strom- verbrauch GWh	EEV Verkehr SH GWh	EEV Wärme SH GWh
	TJ	EEV SH incl. EE Zuschätzung TJ GWh			
2005	264.863		15.938	23.018	
2006	267.809	269.705	16.549	23.018	38.511
2007	243.025	245.456	15.593	22.751	32.432
2008	253.439	256.352	14.323	22.117	36.935
2009	245.836	249.351	13.468	22.015	38.340
<b>Du 2006-09</b>		255.216	14.983	22.475	36.555
<b>2020</b>	-14% ggü. 2008	-14% ggü. 2008	-10% ggü. 2008	-10% ggü. 2005	-20% ggü. 2008
	217.958	220.462	12.891	20.716	29.548

## 2. Beitrag der Wärme aus Biomasse zur Wärmeversorgung

Für die Abschätzung des tatsächlichen Versorgungsbeitrags der Wärme aus Biomasse 2020 werden die folgenden Annahmen getroffen:

- 2010 war nach Abschätzung des Statistikamts Nord ein Beitrag der Biomasse zur Wärmeversorgung von 3.215 GWh zu verzeichnen. Diese Angabe enthält auch Zuschätzungen des Wärmeversorgungsbeitrags von Kleinanlagen auf Biomassebasis<sup>12</sup>, zur Methodik siehe die Studie „Ermittlung des Versorgungsbeitrags aus Biomasse zur Bilanzierung der erneuerbaren Energien in Schleswig-Holstein für die Jahre 2006 bis 2009“ des Statistikamts Nord vom 15.3.2011.
- Im Wärmebereich wird – wie auf Bundesebene angestrebt – auch in Schleswig-Holstein eine Reduzierung des Verbrauchs um 20% bis 2020 gegenüber 2008 erreicht. Unter dieser Annahme beträgt der EEV Wärme 2020 etwa 29.548 GWh (s. Tabelle 12).

<sup>12</sup> Der Beitrag der Biomasse zur Wärmeversorgung wird in vorliegenden Statistiken unvollständig ausgewiesen, weil es eine Vielzahl von nicht genehmigungsbedürftigen und nicht statistikpflichtigen Kleinanlagen (z.B. Pellet- und Scheitholzfeuerungen) mit insgesamt hoher quantitativer Bedeutung gibt. Deshalb hat das Statistikamt Nord im Auftrag des MLUR eine Bestandsaufnahme des Wärmeversorgungsbeitrags durchgeführt, der auf einer Abschätzung des Landesinnungsverbands der Schornsteinfeger des Gesamtbestands der Feststofffeuerungsanlagen basiert. Die Datenverfügbarkeit bezüglich der biogenen Feststofffeuerungsanlagen wird mit der im März 2010 in Kraft getretenen Novelle der 1. BImSchV zukünftig dahingehend ausgeweitet, dass Feststoff-Feuerungsanlagen auf Biomassebasis nunmehr ab einer Leistung von 4 kW überwachungspflichtig sind und über die überwachten Anlagen Statistiken erstellt werden. Andererseits ist nur noch alle zwei Jahre eine Überwachung fällig, so dass in den Jahresberichten der Schornsteinfegerinnung jeweils nur eine entsprechende Teilmenge erfasst wird. Grundsätzlich sollte der gesamte Anlagenbestand der Feststofffeuerungsanlagen zukünftig über die Addition der überwachten Anlagen aus zwei Folgejahren ermittelbar sein.

- Bei der EE-Wärme wird angenommen, dass – ebenfalls wie auf Bundesebene angestrebt – auch in SH ein Anteil von mindestens 14% EE-Wärme am EEV Wärme erreicht wird. 2010 ist in Schleswig-Holstein ein Beitrag der EE zur Wärmeversorgung von 3.500 GWh zu verzeichnen (davon 3.215 GWh aus Biomasse), der Anteil am EEV Wärme beträgt 9,4%. Wir halten bis 2020 einen Zubau von 50% für realisierbar. Bei Biomasse gehen wir daher im Zielszenario davon aus, dass der heutige Beitrag von 3.215 GWh auf etwa 4.800 GWh bis 2020 ansteigt. Bei diesem Zubau wird allein aus Biomasse 2020 ein Anteil am EEV Wärme von 16% erreicht.<sup>13</sup>
- Ergebnis der Biomasse-Potenzialabschätzung ist ein heimisches Potenzial von Biomasse-Wärme von 8.556 GWh. Damit ist das heimische Biomasse-Potenzial zur Wärmeengewinnung fast doppelt so hoch wie der erforderliche Beitrag im Zielszenario von 4.800 GWh.

### **3. Beitrag von Strom aus Biomasse zum Bruttostromverbrauch**

Für die Stromerzeugung aus Biomasse ist es grundsätzlich möglich, auf den Anlagenbestand der nach BImSchG genehmigten Standorte und deren installierte Kapazität abzustellen. Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen haben derzeit keine erhebliche quantitative Bedeutung. Eine Auswertung zu definierten Stichtagen ist mit wenig Aufwand möglich; die automatisch zu erzeugende Datenqualität soll sich bis Frühjahr 2012 deutlich verbessern, so dass die „manuelle“ Gegenkontrolle dann zurückgefahren werden kann. Größere Einzelvorhaben, die einen entsprechenden zeitlichen Vorlauf haben, können auf diesem Weg auch frühzeitig einem konkreten Jahr zugeordnet und bei der regelmäßigen Aktualisierung der Potenzialabschätzung berücksichtigt werden.

Mit dem vorgenannten Ansatz lässt sich auch eine gesonderte Datenerhebung des Biomasseim- und -exports umgehen.

Die Darstellung und Quantifizierung der Stromerzeugung auf Basis von Biomasse wird also von der angenommenen Entwicklung der landwirtschaftlichen Produktion entkoppelt. Die Abschätzung der Stromerzeugung aus Biomasse wurde allerdings in Abschnitt IV. 3. abgeglichen mit der Abschätzung des Biomassepotenzials für das Jahr 2020. Die Landwirtschaftsdaten dienen systematisch als Kontrolle für den angenommenen Entwicklungspfad der Biogasnutzung. Ein wesentlicher Baustein ist die Abschätzung der

---

<sup>13</sup> Beim Vergleich der Anteilswerte ist zu berücksichtigen, dass der EEV Wärme pro Kopf in Schleswig-Holstein deutlich geringer ist als im Bundesdurchschnitt; eine Ursache könnte der im Bundesdurchschnitt höhere Wärmeverbrauch für Prozesswärme und Gewerbebauten sein. Würde man die für das bundesweite Ziel erforderliche Menge an EE-Wärme einheitlich pro Kopf auf die Länder verteilen, müsste SH rund 5.800 GWh Wärme aus Erneuerbaren Energien beitragen. Genau diese Größenordnung wird in dem hier zugrunde gelegten Zielszenario erreicht (4.800 GWh Biomasse; 1.000 GWh Solar- und Geothermie). Der im Zielszenario EE-Wärme für SH angestrebte höhere Anteilswert ist also weniger auf überdurchschnittlich hohe Ausbaumengen der EE-Wärme als vielmehr vorrangig durch einen geringeren EEV Wärme bedingt.

nachhaltig für den Anbau von Energiepflanzen verfügbaren landwirtschaftlichen Fläche unter Vermeidung von Konflikten zwischen Lebens- und Futtermittelproduktion einerseits und Energieproduktion andererseits. Hier wird davon ausgegangen, dass die Einsatzstoffe für Biogasanlagen (Gülle, Biomasse-Reststoffe und Anbau-Biomasse) im Wesentlichen aus der Region bereitgestellt werden. Mit dem im Szenario dargestellten Anlagen- und Leistungszubau von Biogasanlagen ist etwa 2015 das nachhaltig verfügbare Rohstoffpotenzial von Biomasse für Biogasanlagen ausgeschöpft, so dass ab 2015 kein weiterer signifikanter Zubau mehr erwartet wird. Es resultieren folgende Ergebnisse (s. Tabelle 13):

**Tabelle 13: Prognose der Stromerzeugung aus Biomasse bis 2020**

	Volllast- stunden	Ist	Ab 2010: Prognose der Stromerzeugung aus Biomasse										
		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>1) Pflanzenöl</b>													
installierte Leistung in MWel		1,7	1,7	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Stromerzeugung in GWh</b>	<b>7.500</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>0</b>							
<b>2) Holz</b>													
Anzahl Anlagen (+5% p.a.)		14	15	15	16	17	18	19	19	19	19	19	19
installierte Leistung in MWel		9,7	10,2	10,7	11,2	11,8	12,4	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
durchschnittliche Anlagengröße in kW		693	693	693	693	693	693	693	693	693	693	693	693
<b>Stromerzeugung in GWh</b>	<b>6.500</b>	<b>63</b>	<b>66</b>	<b>70</b>	<b>73</b>	<b>77</b>	<b>80</b>	<b>84</b>	<b>84</b>	<b>84</b>	<b>84</b>	<b>84</b>	<b>84</b>
<b>3) Biogas</b>													
Anzahl Anlagen		276	306	365	425	475	485	485	485	485	485	485	485
installierte Leistung in MWel		127,2	136,2	170,7	180,5	189,5	193,0	193,0	193,0	193,0	193,0	193,0	193,0
durchschnittliche Anlagengröße in kW		461	445	468	425	399	398	398	398	398	398	398	398
<b>Stromerzeugung in GWh</b>	<b>7.900</b>	<b>1.005</b>	<b>1.076</b>	<b>1.349</b>	<b>1.426</b>	<b>1.497</b>	<b>1.525</b>						
<b>Summe Leistung in Mwel</b>		<b>138,6</b>	<b>148,1</b>	<b>182,2</b>	<b>192,1</b>	<b>201,3</b>	<b>205,4</b>	<b>206,0</b>	<b>206,0</b>	<b>206,0</b>	<b>206,0</b>	<b>206,0</b>	<b>206,0</b>
<b>Summe Stromerzeugung GWh</b>		<b>1.081</b>	<b>1.155</b>	<b>1.424</b>	<b>1.502</b>	<b>1.574</b>	<b>1.605</b>	<b>1.609</b>	<b>1.609</b>	<b>1.609</b>	<b>1.609</b>	<b>1.609</b>	<b>1.609</b>

Um die konkrete Stromproduktion zu quantifizieren, werden differenziert nach Anlagentypen Jahresnutzungsstunden (Volllaststunden) der installierten elektrischen Leistung festgelegt, die den derzeitigen typischen Anlagendaten entsprechen. Basis für die Prognose der Stromerzeugung aus Biomasse sind nachstehende Annahmen:

- **Biogas:** 7.900 Volllaststunden, weiterer Zubau bis Ende 2014 von 9,8 MW im Jahr 2012 und danach deutlich abnehmend. Die erwartete durchschnittliche Größe der zugebauten Anlagen liegt mit rund 100 kWel signifikant unter dem Durchschnitt des 2009 zu verzeichnenden Bestands mit 461 kW. Wesentliche Bestimmungsgrößen sind hierbei die Änderung des EEG zum 1.1.2012 mit Einführung von so genannten „Gülleanlagen“ (bis 75 kWel) und die neue Obergrenze der Privilegierung im BauGB. Hier wird angenommen, dass 2012 und 2013 jeweils „unechtes“ Repowering bei 50 baurechtlich privilegierten Anlagen à 50 kW durch Ausschöpfung der neuen Obergrenze stattfindet und 50 bzw. 40 „Gülleanlagen“ neu in Betrieb genommen werden. Zusätzlich werden bis 2015 jährlich 10 neue Anlagen mit einer durchschnittlichen Leistung von rd. 350 kW erwartet.

- **Pflanzenöl:** 7.500 Volllaststunden, die Zahl der Anlagen und die installierte Leistung werden aufgrund der Preisentwicklung für zertifiziertes Pflanzenöl und der Änderung im EEG (ab 2012 keine EEG-Vergütung für Neuanlagen) kontinuierlich zurückgehen. Pflanzenöle werden energetisch vorrangig im Kraftstoffmarkt eingesetzt.
- **Holz:** 6.500 Volllaststunden, jährlicher Zubau der installierten Leistung von 5 % bis 2015. Auch hier wird nach 2015 kein weiterer Zubau erwartet, da mit dem dann prognostizierten Anlagenbestand das regional für energetische Zwecke verfügbare Holzaufkommen weitgehend genutzt wird. In der Projektion wurde bisher nicht berücksichtigt, dass es Planungen u.a. bei den Stadtwerken Flensburg gibt, in Kohlekraftwerken Holz einzusetzen. Sobald sich diese Planungen konkretisieren, wäre die Holzpotenzialschätzung zu aktualisieren. Die bei Realisierung der Flensburger Planungen benötigten Holzmengen würden voraussichtlich nicht oder zumindest nicht vollständig aus der Region, sondern großteils über Importe beschafft werden.

Zentrales Ergebnis für 2020 ist eine Stromerzeugung aus Pflanzenölen von 0 GWh, aus Holz von 84 GWh und aus Biogas von 1.525 GWh, insgesamt beträgt die Stromerzeugung aus Biomasse also 1.609 GWh.

Hinzu kommen (als Fortschreibung des bisherigen Versorgungsbeitrags) noch etwa 200 GWh Strom aus Müllverbrennungs- und Kläranlagen.

Ausgangspunkt der Projektion sind die Ist-Zahlen bezüglich Anlagenzahl und installierter Leistung für 2009 sowie die Rahmensetzungen nach der zum 1.1.2012 in Kraft tretenden EEG-Novelle.

#### **4. Beitrag von Kraftstoffen aus Biomasse am Endenergieverbrauch im Verkehr**

Kraftstoffe aus erneuerbaren Energien werden bislang ausschließlich und auch bis 2020 ganz überwiegend aus Biomasse gewonnen. Mittelfristig kommen steigende Anteile von Strom aus erneuerbaren Energien hinzu.

Der derzeitige und bisherige Versorgungsbeitrag der Biokraftstoffe wird durch den Mineralölwirtschaftsverband insgesamt für Deutschland und separat für die Bundesländer ermittelt und von dort u.a. an das Statistikamt Nord übermittelt, das den Wert in die Energiebilanz des Landes Schleswig-Holstein übernimmt. 2009 lag der Versorgungsbeitrag der Biokraftstoffe in Schleswig-Holstein bei 1.227 GWh (4,4 PJ).

Die gesetzliche Quote für Biokraftstoffe wurde bundesweit mit dem Biokraftstoffquotengesetz für 2009 auf 5,25% und für die Jahre 2010 bis 2014 auf 6,25% festgelegt. Sie wird derzeit weitestgehend erfüllt durch Biodiesel und Bioethanol. Seit Juli 2009 kann auch Biomethan (Biogas) unter bestimmten Voraussetzungen von den so genannten Quotenverpflichteten zur Erfüllung der „Einzelquote Ottokraftstoff“ und der „Gesamtquote“ herangezogen werden. Bezugsgröße ist jeweils der Energiegehalt der in Verkehr gebrachten Kraftstoffe. Der Energiegehalt der Kraftstoffe 2009 betrug in SH gemäß Energiebi-

lanz 79,3 PJ. Der Anteil der Biokraftstoffe am Kraftstoffverbrauch lag damit in SH bei 5,6% (4,4 PJ / 79,3 PJ), also etwas über der gesetzlichen Quote.

Im Ausbauszenario 2020 wird der Versorgungsbeitrag der Biokraftstoffe auf Basis des bundesweit geltenden Ziels bestimmt. Auf Bundesebene besteht das Ziel und die verbindliche EU-Verpflichtung, bis 2020 10% des Endenergieverbrauchs im Verkehr durch erneuerbare Energien zu decken.

Ein Teil der Zielerreichung wird durch Strom für Elektromobilität erfolgen, hierzu hat die Bundesregierung bisher bewusst keine Unterquoten bzw. Teilziele vorgegeben. Biokraftstoffe werden den Hauptanteil zur Zielerfüllung beitragen. Eine grobe Überschlagsrechnung zeigt, dass Elektromobilität bis 2020 noch keine hohe quantitative Bedeutung hat. Nur knapp 3% des Ziels der Bundesregierung für Mobilität auf Basis von Erneuerbaren Energien wird bis 2020 durch Strom erfüllt. Im Folgenden wird der Beitrag der Elektromobilität daher nicht weiter berücksichtigt (s. Tabelle 14).

**Tabelle 14: Versorgungsbeitrag der Biokraftstoffe am EEV**

	TWh	PJ
EEV Verkehr 2005 (Deutschland)	719	2589
EEV Verkehr 2020 bei Minderung um 20% ggü. 2005 (Ziel der Bundesregierung im Energiekonzept)	575	2071
10% Anteil EE-Kraftstoffe (Elektromobilität anrechenbar)	57,5	207,1
Stromverbrauch von 1 Mio. Elektrofahrzeugen (Ziel der Bundesregierung für 2020): 1,4-1,8 TWh	1,6	
Anteil Elektrofahrzeuge am EE-Kraftstoffziel 2020	2,8%	

Es wird also angenommen, dass das Ziel von 10% EE-Kraftstoffen am EEV Verkehr weitestgehend durch Biomasse erfüllt werden wird.

Dabei ist konzeptionell weiterhin zu berücksichtigen, dass mit der 36. BImSchV festgelegt wird, dass Biokraftstoffe, die aus bestimmten Abfällen hergestellt wurden (z. B. aus Grünabfällen, Altspeisefetten und -ölen pflanzlicher Herkunft, Nahrungs- und Küchenabfällen, Gülle, Stallmist und Stroh) doppelt auf die Quote angerechnet werden können. Die für die Erreichung des 10%-Ziels erforderlichen Biokraftstoffmengen können also entsprechend geringer sein. In der hier vorliegenden Potenzialabschätzung wurde dieser Aspekt nicht berücksichtigt, da noch keine belastbaren Prognosen vorliegen.

Die Zielerreichung wird durch Rahmensetzungen auf Bundesebene geregelt. Hauptinstrument der Bundesregierung ist die Quotenregelung zur Beimischung von Biokraftstoffen, hinzu kommen Steuervergünstigungen für Reinkraftstoffe z.B. in der Landwirtschaft.

Die Beimischung von Biokraftstoffen erfolgt in Raffinerien und wird zu einem großen Anteil mit importierten Biokraftstoffen erfüllt. Dies gilt insbesondere für die Quote für Beimischung von Biokraftstoffen (Ethanol) zum Benzin.

Vor diesem Hintergrund macht die Landesregierung Schleswig-Holstein kein eigenes Szenario für EE-Kraftstoffe, sondern geht davon aus, dass die bundesweiten Biokraftstoff-Ziele auch in Schleswig-Holstein erfüllt werden. Noch stärker als auf dem Strommarkt ist allerdings für den Kraftstoffbereich festzustellen, dass ein geringer Zusammenhang zwischen endenergetischem Versorgungseinsatz und heimischer Produktion besteht, da ein nicht unerheblicher Teil der Biokraftstoffe importiert wird.

Es wird weiterhin – wie in den anderen Verbrauchssektoren – davon ausgegangen, dass im Verkehrsbereich das im Energiekonzept der Bundesregierung formulierte Ziel der Minderung des Kraftstoffverbrauchs auch in Schleswig-Holstein erreicht wird. Der EEV Verkehr liegt dann in SH 2020 bei 20,7 TWh (siehe Tabelle 12).

Um 10% des Endenergieverbrauchs im Verkehr aus Biokraftstoffen zu decken, müssen unter diesen Annahmen rund 2.070 GWh Biokraftstoffe eingesetzt werden.

Es sei abschließend noch einmal betont, dass sowohl der aktuelle Versorgungsbeitrag als auch das Zielszenario 2020 bei Biokraftstoffen nicht vollständig aus heimischem Anbau, sondern auch durch importierte Biokraftstoffe gedeckt wird. Die Biomasse-Potenzialerhebung hingegen basiert auf den schleswig-holsteinischen Anbaupotenzialen. Der Vergleich zwischen Zielszenario und Anbaupotenzial von Energiepflanzen zur Kraftstoffgewinnung 2020 zeigt, dass das Anbaupotenzial nicht ausreicht, um die für die Zielerreichung erforderlichen Mengen aus heimischer Produktion bereit zu stellen (siehe Abschnitt IV).

## **5. Übersicht über das Ziel- und Ausbauszenario für den energetischen Versorgungsbeitrag der Biomasse 2020**

Zusammenfassend wird im Ziel- und Ausbauszenario der energetische Versorgungsbeitrag der Biomasse 2020 wie folgt abgeschätzt:

**Tabelle 15: Übersicht über das Ziel- und Ausbauszenario für den energetischen Versorgungsbeitrag der Biomasse 2020**

Strom aus Biomasse (Biogas, Holz, Klär- und Deponiegas)	1.800 GWh*
Wärme aus Biomasse	4.800 GWh
Kraftstoffe auf Biomasse	2.070 GWh
Gesamte Endenergie aus Biomasse	8.670 GWh

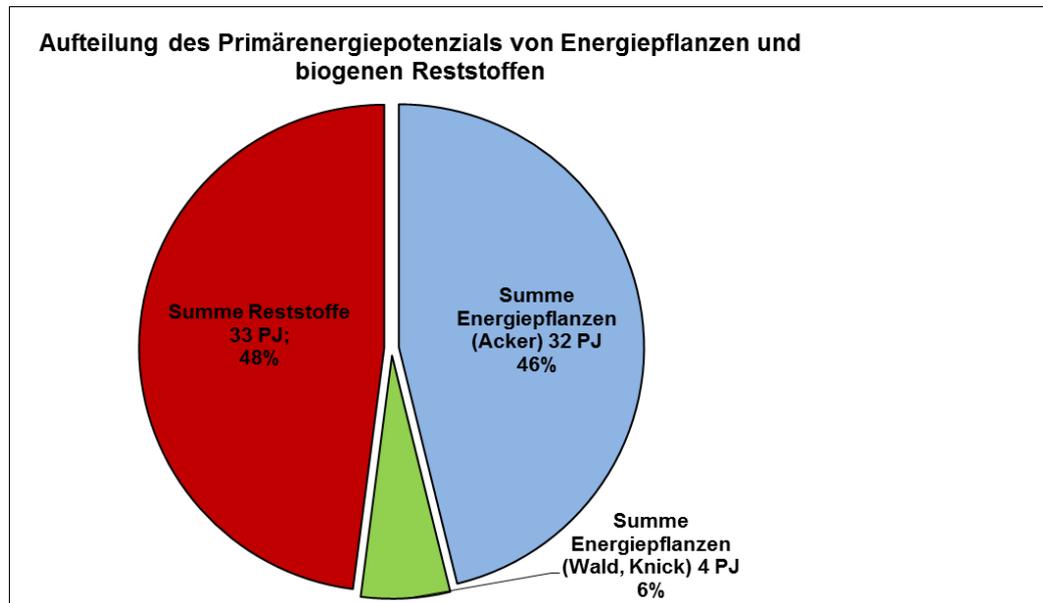
\* zu den ca. 1.600 GWh Stromerzeugung aus land- und forstwirtschaftlicher Biomasse (s. Tabelle 13) kommen noch ca. 200 GWh aus Müllverbrennungsanlagen (MVA) und Klärgas hinzu

## IV. Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse

### 1. Übersicht über das Biomasse-Potenzial 2020

Das biogene Energiepotenzial lässt sich vereinfacht in zwei Gruppen einteilen:

1. Energiepotenzial von Pflanzen, deren Ziel die Produktion von Energie ist (Energiepflanzen, Wald- und Knickholz)
2. Energiepotenzial von biogenen Reststoffen (Stroh, Gülle, extensives Grünland, Bio- und Grünabfälle, weitere biogene Reststoffe)



**Abbildung 5: Aufteilung des Energiepotenzials in Energiepflanzen und biogene Reststoffe**

Die biogenen Reststoffe bieten mit einem Anteil von 49 % am Gesamtpotenzial das wichtigste Energiepotenzial. Hierbei sind insbesondere die energetische Verwertung von Gülle und Stroh sowie biogene Abfälle die maßgeblichen Größen.

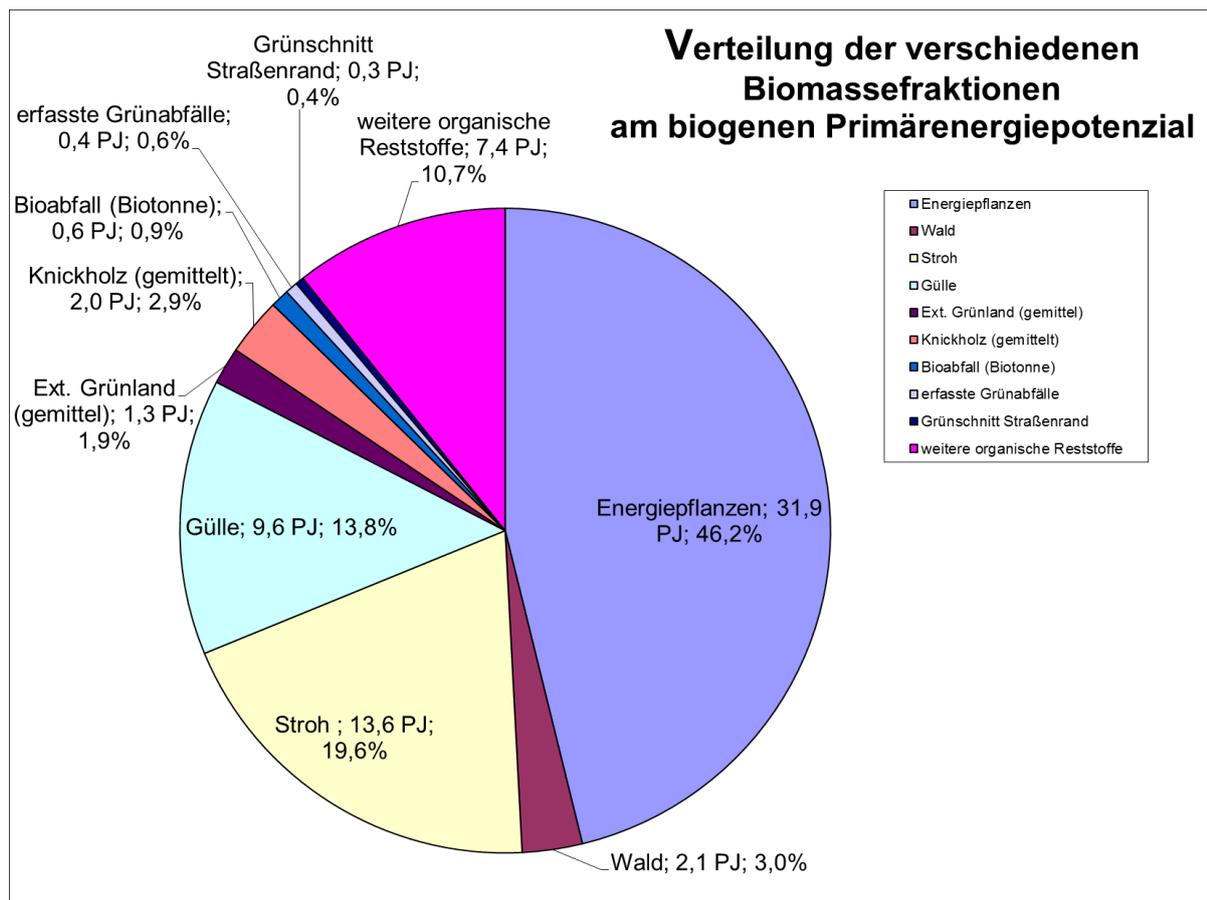
Das Potenzial des Anbaus von Energiepflanzen (ohne Holz) ist mit knapp 45 % Anteil am Gesamtpotenzial die weitere entscheidende Größe. Soll, wie gefordert, Bioenergie am zukünftigen Energiemix eine wichtige Rolle spielen, so ist in einem waldarmen Land wie Schleswig-Holstein ein Anbau von Energiepflanzen erforderlich. In Schleswig-Holstein spielt die Energie aus Holz (Wald- und Knickholz) mit ca. 6 % eine eher untergeordnete Rolle<sup>14</sup>. Trotz der erheblichen Bedeutung des Energiepflanzenanbaus wird in dieser Studie angenommen, dass etwa 29 % der Ackerfläche für den Anbau von Energiepflanzen genutzt werden.

<sup>14</sup> für Hessen wird für 2020 ein Beitrag der Forstwirtschaft von 30 % am energetischen Biomassepotenzial prognostiziert (HMUELV 2008).

Tabelle 16 und Abbildung 6 geben eine Übersicht der einzelnen Energiepotenziale, welche für die Neubewertung genutzt wurden.

**Tabelle 16: Tabellarische Übersicht über die biogenen Energiepotenziale**

Biomassefraktion	Energieertrag (PJ/a)	Anteil am Biomassepotenzial (%)
Energiepflanzen	31,9	46,2
Wald	2,1	3,0
Stroh	13,6	19,6
Gülle	9,6	13,8
Ext. Grünland (gemittelt)	1,3	1,9
Knickholz (gemittelt)	2,0	2,9
Bioabfall (Biotonne)	0,6	0,9
erfasste Grünabfälle	0,4	0,6
Grünschnitt Straßenrand	0,3	0,4
weitere organische Reststoffe	7,4	10,7
<b>Summe</b>	<b>69,2</b>	<b>100,0</b>



**Abbildung 6: Verteilung der verschiedenen Biomassefraktionen am biogenen Primärenergiepotenzial**

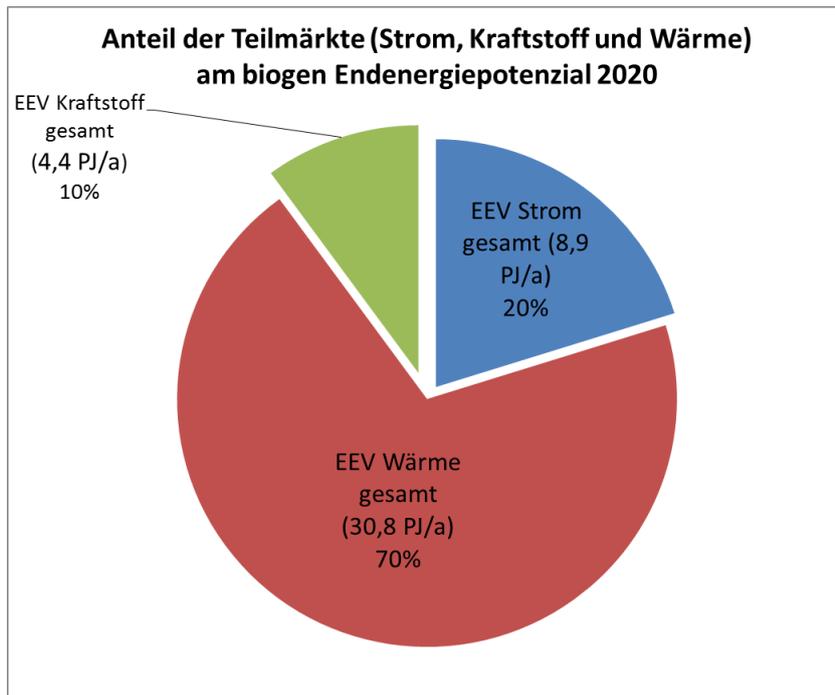
## 2. Anteil der endenergetischen Bioenergiepotenziale am Endenergieverbrauch

Für die Abschätzung, welchen Anteil die Energie aus Biomasse am Endenergieverbrauch 2020 hat, werden Annahmen getroffen, welcher Anteil des primärenergetischen Stoffpotenzials tatsächlich für eine Nutzung auf den drei Teilmärkten Strom, Wärme und Kraftstoffe bereitgestellt werden kann (s. **Tabelle 17**). **Das primärenergetische Biomassepotenzial beträgt ca. 69 PJ; endenergetisch kann die Biomasse mit ca. 44 PJ zur Versorgung beitragen.** Bei Biogas wurde die Umwandlung vom primärenergetischen Potenzial der Einsatzstoffe zum EEV-Potenzial anhand der Faktoren für Stromproduktion (23%) und genutzte Wärme (36%) zugrunde gelegt. Bei Kraft- und Heizstoffen wird das PEV-Potenzial mit dem Faktor 70% in EEV-Potenzial umgerechnet.

**Tabelle 17: Anteile der verschiedenen Biomassefraktionen am Endenergiepotenzial**

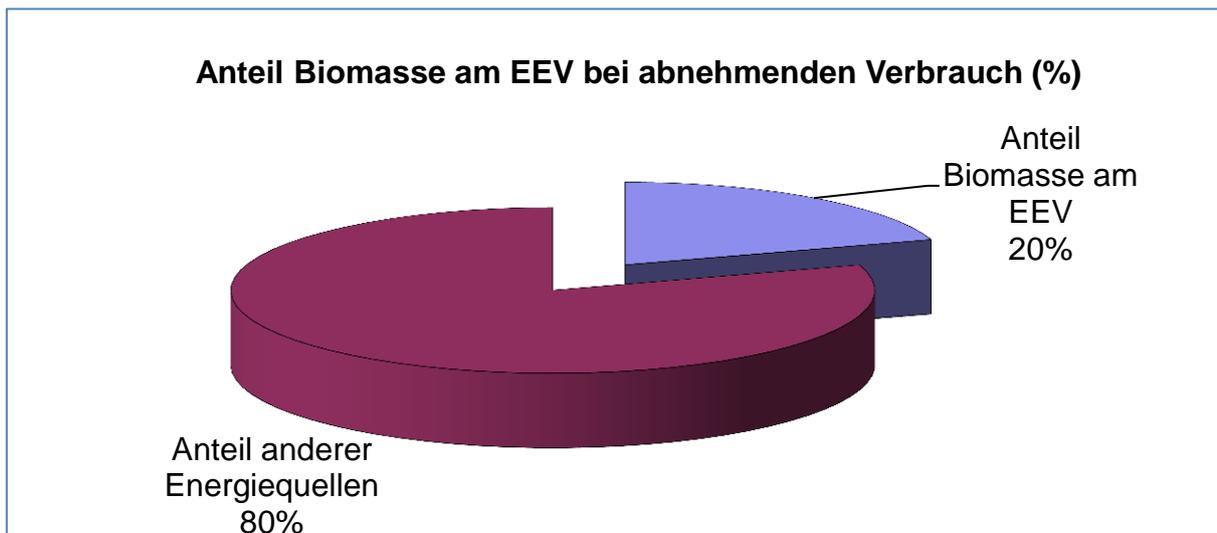
	Primär- energie (PJ)	Endenergie (PJ)	EEV Strom (PJ)	EEV Wärme (PJ)	EEV Kraftstoff (PJ)
<b>Energie aus Biogas</b>	<b>38,8</b>	<b>22,9</b>	<b>8,9</b>	<b>14,0</b>	<b>0,0</b>
Energiepflanzen (ohne Raps)	25,6	15,1	5,9	9,2	
Gülle	9,6	5,6	2,2	3,4	
Ext. Grünland	1,3	0,8	0,3	0,5	
Biotonne	0,6	0,4	0,1	0,2	
Grünabfälle	0,4	0,3	0,1	0,2	
Grünschnitt	0,3	0,2	0,1	0,1	
sonstige Reststoffe	0,9	0,6	0,2	0,3	
<b>Energie aus Heiz- und Kraftstoffen</b>	<b>30,4</b>	<b>21,3</b>	<b>0,0</b>	<b>16,9</b>	<b>4,4</b>
Raps (Kraftstoff)	6,3	4,4			4,4
Wald	2,1	1,4		1,4	
Stroh	13,6	9,5		9,5	
Knickholz	2,0	1,4		1,4	
Altholz	2,9	2,0		2,0	
Treibsel	0,3	0,2		0,2	
Klärschlamm	0,8	0,5		0,5	
Tierische Nebenprodukte	2,5	1,8		1,8	
<b>Summe insgesamt (PJ)</b>	<b>69,2</b>	<b>44,2</b>	<b>8,9</b>	<b>30,8</b>	<b>4,4</b>
Summe insgesamt (GWh)	19.260	12.279	2.478	8.566	1.235

Werden die verschiedenen Teilmärkte (Strom, Kraftstoff, Wärme) betrachtet, so ergibt sich folgendes Bild (Abbildung 7):



**Abbildung 7: Anteil der Teilmärkte am biogenen Endenergiepotenzial 2020**

Es zeigt sich, dass das technisch-wirtschaftliche Biomassepotenzial bezogen auf den Endenergieverbrauch (EEV) bis 2020 bei **20 %** liegt (s. Abbildung 8). Hierbei wurde angenommen, dass auch in Schleswig-Holstein die Ziele der Bundesregierung zur Senkung des Energieverbrauchs erreicht werden. Wird nur eine Stabilisierung des Endenergieverbrauchs auf dem derzeitigen Niveau (2009) erreicht, liegt das Biomasse-Potenzial bei knapp 18 %.



**Abbildung 8: Anteil der Bioenergie am Endenergiepotenzial 2020**

### 3. Tatsächlich bis 2020 zu erwartende Nutzung von Biomasse und Vergleich mit der Potenzialschätzung

In der Biomasse-Potenzialerfassung 2020 wurden im ersten Schritt die primärenergetischen Stoffpotenziale unter Berücksichtigung von technischen Grenzen, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen sowie politischen Vorgaben (z.B. Begrenzung der Maisanbauflächen) und Nutzungskonkurrenzen ermittelt.

In einem zweiten Schritt wurden Annahmen getroffen, welcher Anteil des primärenergetischen Stoffpotenzials tatsächlich für eine Nutzung auf den drei Teilmärkten Strom, Wärme und Kraftstoffe bereitgestellt werden kann. Das primärenergetische Biomassepotenzial beträgt etwa **69 PJ** (ca. 19.260 GWh); endenergetisch kann die Biomasse mit etwa **44 PJ** (ca. 12.279 GWh) zur Versorgung beitragen. Bei Biogas wurde die Umwandlung vom primärenergetischen Potenzial der Einsatzstoffe zum EEV-Potenzial anhand der Faktoren für Stromproduktion (23%) und genutzte Wärme (36%) zugrunde gelegt. Bei Kraft- und Heizstoffen wird das PEV-Potenzial mit dem Faktor 70% in EEV-Potenzial umgerechnet.

Bei der hier ermittelten Potenzialgröße handelt es sich somit um das heimische, technisch-wirtschaftliche Biomasse-Potenzial.

Ein Abgleich mit der Zielformulierung und Szenariobildung des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume für den Ausbau der Biomasse zeigt, dass die Stoffpotenziale der Biomasse auf dem Strom- und dem Wärmemarkt deutlich höher sind als der für 2020 angestrebte Versorgungsbeitrag. Die Annahmen im tatsächlichen Ausbauszenario 2020 sind also vorsichtig. Einflussfaktoren wie Wirtschaftlichkeit, Akzeptanz, Umweltvorsorge und technisch-administrative Gründe bewirken, dass eine Ausschöpfung des Biomassepotenzials bis 2020 nicht vollständig möglich sein wird.

Die beiden verschiedenen Ansätze (Ziel/Szenario versus Potenzialschätzung) führen auch deshalb nicht zu identischen Ergebnissen, weil Im- und Exporte von Biomasse für die beiden Fragestellungen unterschiedlich behandelt wurden: Während sich die Potenzialerfassung auf das heimische Stoffpotenzial bezieht, ist die Ziel- und Szenarioformulierung 2020 auf angestrebte bzw. erwartete tatsächliche Versorgungsbeiträge der Biomasse ausgerichtet, wobei zu einem gewissen Anteil auch Importe genutzt werden. Dies betrifft beispielsweise die Pläne einiger Kohlekraftwerksbetreiber, verstärkt Holz zuzufern oder den Einsatz von Holzpellets in kleinen Feuerungsanlagen.

In der folgenden Übersicht wird das in den Abschnitten II. A. und B. ermittelte Biomassepotenzial verglichen mit dem Ziel- und Ausbauszenario der Biomasse des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume bis 2020 (s. Tabelle 18 und Abbildung 9):

**Tabelle 18: Vergleich Ziel-/Ausbauszenario 2020 und Biomassepotenzial 2020**

	<b>Ist (2010)<sup>15</sup></b>	<b>Ziel- und Ausbauszenario Biomasse 2020</b>	<b>Biomassepotenzial 2020</b>	<b>Kommentar</b>
<b>Strom aus Biomasse</b>	1.544 GWh	1.600 GWh Strom aus Biogasanlagen (Schätzung über Anlagenzubau) + 200 GWh aus MVA und Klärgas 14% Anteil Strom aus Biomasse am Bruttostromverbrauch	2.478 GWh bzw. 8,9 PJ (Potenzial für Strom aus Biogas)	Heimisches Potenzial der Biomasse übertrifft die zur Erfüllung des EE-Strom-Ziels erforderliche Menge mit dem Faktor 1,4.
<b>Wärme aus Biomasse</b>	3.215 GWh	4.800 GWh Wärme aus Biomasse 16% Anteil Wärme aus Biomasse am EEV Wärme	8.566 GWh bzw. 30,8 PJ (Wärme aus Biogasanlagen und Verbrennung Biomasse)	Heimisches Potenzial der Biomasse übertrifft die zur Erfüllung des EE-Wärme-Ziels erforderliche Menge mit dem Faktor 1,8.
<b>Kraftstoffe aus Biomasse</b>	1.283 GWh	2.070 GWh 10% Anteil Biokraftstoffe am EEV Verkehr	1.235 GWh bzw. 4,4 PJ (Potenzial aus Raps)	Heimisches Potenzial unterdeckt die zur Erfüllung der Biokraftstoffquote erforderliche Biokraftstoffmenge; Importe erforderlich.
<b>Summe</b>	<b>6.042 GWh</b>	<b>8.670 GWh</b>  <b>14% Anteil Biomasse am Endenergieverbrauch (EEV)</b>	<b>12.279 GWh bzw. 44,2 PJ</b>  <b>20% Anteil Biomasse am EEV</b>	Insgesamt übertrifft das heimische Biomassepotenzial das Ziel- und Ausbauszenario 2020 mit dem Faktor 1,4.

**Zusammenfassend kann also festgestellt werden, dass das heimische Biomassepotenzial den Bedarf an erneuerbarer Energie im Ziel- und Ausbauszenario 2020 mit dem Faktor 1,4 übertrifft.** Der Bedarf auf dem Teilmarkt Wärme kann mit dem Faktor 1,8 und auf dem Teilmarkt Strom mit dem Faktor 1,4 überdeckt werden. Hingegen

<sup>15</sup> Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2010): Ermittlung des Versorgungsbeitrags aus Biomasse zur Bilanzierung der erneuerbaren Energien in Schleswig-Holstein für die Jahre 2006-2009, Aktualisierung für 2010

kann das – von der Landesregierung unterstützte – Biokraftstoffziel der Bundesregierung nur zu knapp zwei Dritteln mit in Schleswig-Holstein angebaute Biomasse (im Wesentlichen Raps) erfüllt werden; hier sind Importe erforderlich.

Das quantitativ bedeutendste Ausbaupotenzial liegt in der Wärmenutzung aus Biomasse.

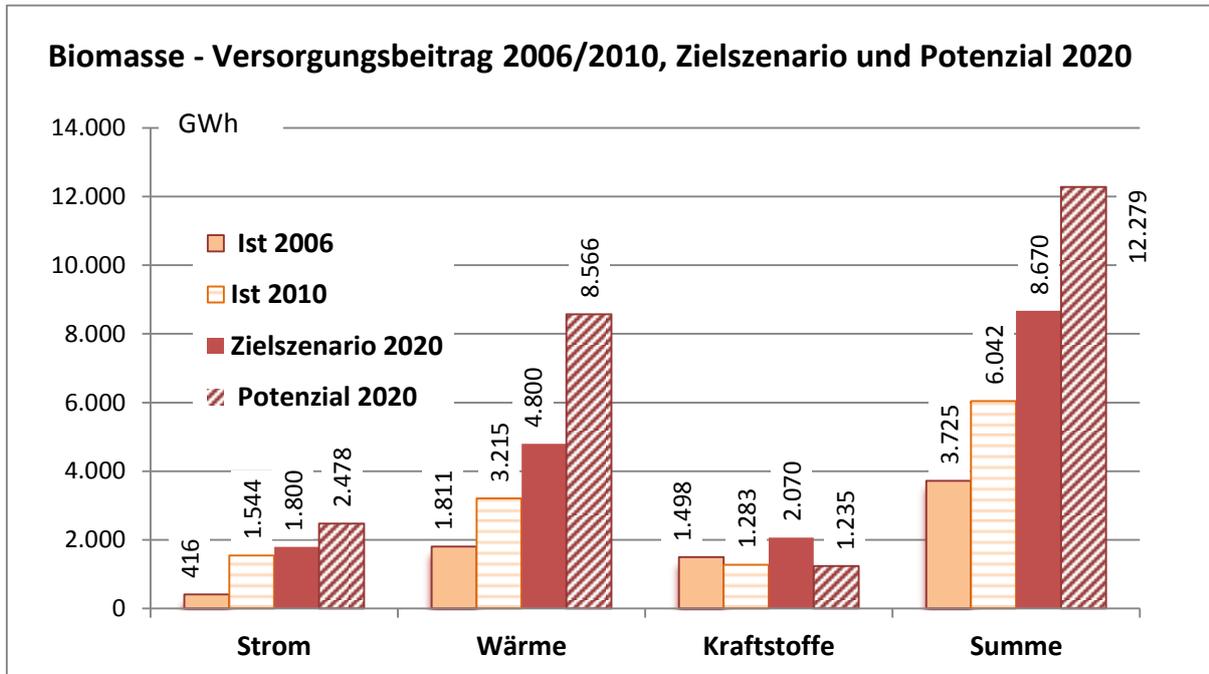


Abbildung 9: Biomasse-Versorgungsbeitrag 2006/2010, Zielszenario und Potenzial 2020

### III. Verwendete Literatur/Quellen

- Agentur für Erneuerbare Energien (2010): Holzenergie – Bedeutung, Potenziale, Herausforderungen. Renew's Spezial Ausgabe 43/Okttober 2010. [http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/43\\_Renews\\_Spezial\\_Holzenergie\\_akt10.pdf](http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/43_Renews_Spezial_Holzenergie_akt10.pdf)
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2009): Grünroggen für die Biogasanlage. Biogas Forum Bayern. Nr. I-7/2009. <http://www.biogas-forum-bayern.de/publikationen/Gruenroggen.fuer.die.Biogasanlage.pdf>
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2009): Wintergetreide zur Erzeugung von Ganzpflanzensilage für die Biogasproduktion. Biogas Forum Bayern. Nr. I 2/2009. [http://www.biogas-forum-bayern.de/publikationen/Wintergetreide.zur.Erzeugung.von.Ganzpflanzensilage.fuer.die.Biogasproduktion\\_2.Auflage.pdf](http://www.biogas-forum-bayern.de/publikationen/Wintergetreide.zur.Erzeugung.von.Ganzpflanzensilage.fuer.die.Biogasproduktion_2.Auflage.pdf)
- Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (2009): Merkblatt 12: Der Energiegehalt von Holz und seine Bewertung. <http://www.lwf.bayern.de/veroeffentlichungen/lwf-merkblaetter/mb-12-energiegehalt-holz.pdf>
- Bioenergie Portal: Umrechnungstabelle Viehbestand bzw. Fläche oder Substratanfall in installierte Leistung. <http://www.bioenergie-portal.info/fileadmin/bioenergieberatung/bayern/dateien/biogasertraege Divers.pdf>
- BMELV (2009): Aktionsplan der Bundesregierung zur stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe. <http://www.bmelv.de/cae/servlet/contentblob/649756/publicationFile/37220/AktionsplanNaWaRo.pdf>
- BMELV (2007): Nutzung von Biomasse zur Energiegewinnung - Empfehlung an die Politik“. Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats Agrarpolitik <http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Ministerium/Beiraete/Agrarpolitik/GutachtenWBA.pdf?blob=publicationFile>
- Deutsches BiomasseForschungsZentrum (DBFZ) (2007): Evaluierung tierischer Nebenprodukte für die Kraftstoffproduktion. Vorläufiger Endbericht.
- Deutsches BiomasseForschungsZentrum (DBFZ) (2011): Verbundvorhabens „Basisinformationen für eine nachhaltige Nutzung landwirtschaftlicher Reststoffe zur Bioenergiebereitstellung“. <http://www.energetische-biomassenutzung.de/de/vorhaben/liste-aller-vorhaben/details/projects/43.html>
- Energieberatung IBS: Brennstoffdaten und Infos für Biomasse. [http://energieberatung.ibs-hlk.de/planbio\\_brennst.htm](http://energieberatung.ibs-hlk.de/planbio_brennst.htm)

- Entrup, L & Gröblichhoff, F.-F. (2005): Erzeugung von Biomasse vom Grünland und im Ackerbau. Vortrag Biogastagung im Landwirtschaftszentrum Haus Düsse am 15.4.2005. [http://www.biogas-infoboard.de/pdf/Erzeugung\\_v\\_Biomasse\\_v\\_Gr%FCnland.pdf](http://www.biogas-infoboard.de/pdf/Erzeugung_v_Biomasse_v_Gr%FCnland.pdf)
- Fekete et al (2011): Potentiale und bisherige energetische Nutzung von Rest- und Abfallstoffen in der AktivRegion Nordfriesland Nord. Semesterarbeit im Rahmen der Lehrveranstaltung Green Engineering II im Masterstudiengang Energie- und Umweltmanagement.
- FNL (2009): Erzeugung von Bioenergie in der Landwirtschaft. [http://fnl.de/uploads/media/FNL\\_Heft\\_Bioenergie\\_RZ\\_1AK.pdf](http://fnl.de/uploads/media/FNL_Heft_Bioenergie_RZ_1AK.pdf)
- FNR: (2008): Standortangepasste Anbausysteme für Energiepflanzen. [http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf\\_335-eva\\_2010.pdf](http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_335-eva_2010.pdf)
- FNR (2010) Biogas Basisdaten Deutschland Stand Juni 2010. [http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf\\_185-v8-basisdaten\\_biogas\\_2010\\_finale-fassung.pdf](http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_185-v8-basisdaten_biogas_2010_finale-fassung.pdf)
- Gröblichhoff etz al. (2005): Mais liefert viel Methan. Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen Lippe 13/2005. 34-36. <http://www3.fh-swf.de/fbaw/download/Biogasmais-Wochenblatt2005.pdf>
- Heeschen (2005): Zukünftige Holznutzungsmöglichkeiten auf der Grundlage der zweiten Baumwaldinventur in Schleswig-Holstein 2003-2042.
- HMUELV (2008): Biomassepotenzialstudie Hessen – Stand und Perspektiven der energetischen Biomassenutzung in Hessen. Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. [http://www.biomasse-hessen.de/pdf/Biomassepotenzialstudie\\_Hessen\\_2009.pdf](http://www.biomasse-hessen.de/pdf/Biomassepotenzialstudie_Hessen_2009.pdf)
- Höher, G. (2010): Stand und Perspektiven der landwirtschaftlichen Biogasnutzung in Niedersachsen. Vortrag Tagung: Chancen und Risiken von Biogasanlagen. 26.8.2010 in Osnabrück. [http://www.kuk-nds.de/uploads/tx\\_seminars/2010-08-26\\_Dr.\\_Hoeher\\_Stand\\_Entwicklung\\_Biogas\\_Nds.pdf](http://www.kuk-nds.de/uploads/tx_seminars/2010-08-26_Dr._Hoeher_Stand_Entwicklung_Biogas_Nds.pdf)
- ife (2009): Milcherzeugungspotential in Schleswig-Holstein. Gutachten im Auftrag des MLUR. <http://www.schleswig-holstein.de/cae/servlet/contentblob/821230/publicationFile/StudieMilcherzeugungspotential.pdf>
- KTBL: Online Wirtschaftlichkeitsrechner Biogas. <http://daten.ktbl.de/biogas/startseite.do;jsessionid=4493C337FE08CDDEAAFB96E9F77C8746>
- KWS (2010): mündliche Mitteilung zum Potenzial der Zuckerrübe in 2010.
- KTBL 2009: Faustzahlen für die Biogaserzeugung.
- Landtag Schleswig-Holstein (2006): Zukunftsfähige Energiepolitik für Schleswig-Holstein. Drucksache 16/581.

- MUGV Brandenburg (2010): Biomassestrategie des Landes Brandenburg.  
<http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.2328.de/bmstrategie.pdf>
- MLUR (2011). Grünabfall- und Schnittholzverwertung in Schleswig-Holstein unter Klimaschutzaspekten. Studie der BWS Unternehmensberatung Umweltschutz im Auftrag des MLUR. [http://www.schleswig-holstein.de/cae/servlet/contentblob/1001358/publicationFile/Gruenabfall\\_Studie.pdf](http://www.schleswig-holstein.de/cae/servlet/contentblob/1001358/publicationFile/Gruenabfall_Studie.pdf)
- MLUR (2010): Agrarbericht Schleswig-Holstein. [http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/LandFischRaum/04\\_AgrarberichtStatistik/ein\\_node.html](http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/LandFischRaum/04_AgrarberichtStatistik/ein_node.html)
- MLUR (2010): Studie zur Bewertung der vorhandenen Bioabfallbehandlungsstandorte in Schleswig-Holstein im Hinblick auf eine Ergänzung um Vergärungsstufen.  
[http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/Abfall/05\\_Siedlungsabfaelle/001\\_Bioabfaelle/ein\\_node.html](http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/Abfall/05_Siedlungsabfaelle/001_Bioabfaelle/ein_node.html)
- MLUR (2008): Siebter Waldbericht der Landesregierung Berichtszeitraum 2003-2007.  
<http://www.schleswig-holstein.de/cae/servlet/contentblob/819092/publicationFile/SiebterWaldbericht.pdf>
- MLUR (2003): Energetische Nutzung von Biomasse in Schleswig-Holstein - Potenziale, Ziele und Positionen. Strategiepapier der Landesregierung SH.
- Pacholski et al. (2009): Energie ernten? Möglichkeiten der Biomasseproduktion in Schleswig-Holstein. Vortrag auf der 59. Hochschultagung der CAU am 30. Januar 2009
- Rüter et al. (2008): Clusterstudie Forst und Holz Schleswig-Holstein. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt und Abteilung Forstökonomie und Forsteinrichtung des Burckhardt-Instituts der Georg-August-Universität Göttingen. <http://www.schleswig-holstein.de/cae/servlet/contentblob/683320/publicationFile/Clusterstudie.pdf>
- Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (2007): Energie für die Zukunft – Sachsens Potenzial an nachwachsenden Rohstoffen/Biomasse.  
[http://www.landwirtschaft.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/download/Broschuere\\_NachwRohstoffe.pdf](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/download/Broschuere_NachwRohstoffe.pdf)
- Statistikamt Nord: <http://www.statistik-nord.de/>
- Statistikamt Nord (2011): Ermittlung des Versorgungsbeitrags aus Biomasse zur Bilanzierung der erneuerbaren Energien in Schleswig-Holstein für die Jahre 2006 bis 2009; Download unter [http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/ImmissionKlima/05\\_Erneuerbare\\_Energien/02\\_Entwicklung\\_EEG/ein\\_node.html](http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/ImmissionKlima/05_Erneuerbare_Energien/02_Entwicklung_EEG/ein_node.html)
- Taube et al. (2010): Biogasmais und Energiepflanzen auf dem Vormarsch - Konsequenzen für den Acker- und Pflanzenbau in S-H. Hohenschulen, Ackerbautag 2010.

[http://www.lwksh.de/cms/fileadmin/user\\_upload/Downloads/Pflanzenbau/Ackerbautag\\_2010/Taube\\_Ackerbautag\\_LKSH\\_02-2010.pdf](http://www.lwksh.de/cms/fileadmin/user_upload/Downloads/Pflanzenbau/Ackerbautag_2010/Taube_Ackerbautag_LKSH_02-2010.pdf)

- Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (2011): Bestimmung des deutschlandweiten Getreidestrohpotenzials auf Landkreisebene unter Anwendung verschiedener Humusbilanzmethoden. <http://www.tll.de/ainfo/pdf/strp0311.pdf>
- Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (2010): Regionale Biomassepotenziale zur energetischen Nutzung im Freistaat Thüringen. <http://www.tll.de/ainfo/pdf/bioe0510.pdf>
- UFOP (2011): Rechnerischer Anteil der schleswig-holsteinischen Rapsproduktion für die Biodieselproduktion. Mündl. Mitteilung.
- UFOP (2006): Rohstoffpotenziale für die Produktion von Biodiesel.
- Wälter, Thomas (2009): Klimarelevanz ausgewählter, wassergebundener Lebensräume in Schleswig-Holstein. Vortrag LANA Fachgespräch "Klimawandel und Naturschutz" am 17. 06. 2009 in Kassel. <http://www.la-na.de/servlet/is/19554/Waelter-SH-Klimarelevanz.pdf?command=downloadContent&filename=Waelter-SH-Klimarelevanz.pdf>
- WBGU (2008): Treibhausgasbilanzen und kumulierter Primärenergieverbrauch von Bioenergie-Konversionspfaden unter Berücksichtigung möglicher Landnutzungsänderungen. Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen. [http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/hauptgutachten/jg2008/wbgu\\_jg2008\\_ex04.pdf](http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/hauptgutachten/jg2008/wbgu_jg2008_ex04.pdf)
- Weiser et al. (2011): Ehrlich währt am längsten. Bauernzeitung 19, 2011, S 26-28.