

# **Studie zur Weiterentwicklung der energetischen Verwertung von Biomasse im Saarland**

Teil 1: Herleitung von Biomasse – Potenzialen in  
unterschiedlichen Betrachtungsebenen

ein Projekt des:

Institutes für ZukunftsEnergieSysteme  
Altenkesselerstr. 17  
66115 Saarbrücken

gefördert durch:

Ministerium für Umwelt  
Keplerstr. 18  
66117 Saarbrücken

## **Abschlussbericht**

Saarbrücken, Januar 2002

# **Studie zur Weiterentwicklung der energetischen Verwertung von Biomasse im Saarland**

Teil 1: Herleitung von Biomasse – Potenzialen in  
unterschiedlichen Betrachtungsebenen

**Prof. Dipl.-Ing. Frank Baur,  
Dipl.-Ing. (FH) Claudia Haas**

Institut für ZukunftsEnergieSysteme (IZES)  
Altenkesseler Str. 17  
66115 Saarbrücken  
Tel.: 0049-681-9762 840  
Fax: 0049-681-9762 850  
e-mail: [izes@izes.de](mailto:izes@izes.de)

ISBN 3-9808144-3-2

## Inhaltsverzeichnis

		Seite
<b>1.</b>	<b>Ausgangssituation und Aufgabenstellung</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Definitionen und spezifische Kenngrößen zur Herleitung von Biomasse – Potenzialen</b>	<b>7</b>
2.1	Definitionen	7
2.2	Spezifische Kenngrößen zur Herleitung von Potenzialen	10
2.2.1	<i>Holzartige Biomasse</i>	10
2.2.1.1	Vorbemerkung	10
2.2.1.2	Waldrestholz	11
2.2.1.3	Kurzumtriebshölzer	14
2.2.1.4	Altholz	14
2.2.1.4.1	<i>Vorbemerkung</i>	14
2.2.1.4.2	<i>Industrierestholz</i>	15
2.2.1.4.3	<i>Gebrauchtholz</i>	17
2.2.2	<i>Halmgutartige Biomasse</i>	20
2.2.2.1	Vorbemerkung	20
2.2.2.2	Stroh	21
2.2.2.3	Gräser / Grasschnitt	22
2.2.2.4	Getreideganzpflanzen	25
2.2.2.5	Faserpflanzen	26
2.2.3	<i>Ölhaltige Biomassen</i>	26
2.2.4	<i>Zucker- und stärkehaltige Biomasse</i>	28
2.2.4.1	Allgemeines	28
2.2.4.2	Zuckerhaltige Biomasse	29
2.2.4.3	Stärkehaltige Biomasse	29
2.2.5	<i>Grünmasse / Reststoffe</i>	29
2.2.5.1	Vorbemerkung	29
2.2.5.2	Reststoffe aus der Landschaftspflege	30
2.2.5.3	Reststoffe aus der Landwirtschaft	30
2.2.5.4	Organische Abfälle	31
2.2.5.4.1	<i>Vorbemerkung</i>	31
2.2.5.4.2	<i>Getrennt erfasst Bioabfälle aus Privathaushalten</i>	31
2.2.5.4.3	<i>Regenerative Anteile der Restabfälle von Privathaushalten und Gewerbebetrieben</i>	34
2.2.5.4.4	<i>Organische Abfälle gewerblichen Ursprungs</i>	34
2.2.5.4.5	<i>Klärschlamm</i>	36

<b>3.</b>	<b>Potenziale im Saarland</b>	<b>37</b>
3.1	Holzartige Biomasse	37
3.1.1	<i>Waldrestholz</i>	37
3.1.2	<i>Kurzumtriebshölzer</i>	39
3.1.3	<i>Industrierestholz</i>	40
3.1.4	<i>Gebrauchtholz</i>	41
3.1.5	<i>Zusammenfassung</i>	42
3.2	Halmgutartige Biomasse	43
3.2.1	<i>Stroh</i>	43
3.2.2	<i>Gräser</i>	44
3.2.3	<i>Getreideganzpflanzen</i>	47
3.2.4	<i>Faserpflanzen</i>	47
3.2.5	<i>Zusammenfassung</i>	47
3.3	Ölhaltige Biomasse	48
3.4	Zucker- / stärkehaltige Biomasse	48
3.5	Grünmasse / Reststoffe	49
3.5.1	<i>Reststoffe aus der Landwirtschaft</i>	49
3.5.2	<i>Organische Abfälle aus Privathaushalten</i>	55
3.5.3	<i>Organische Gewerbeabfälle</i>	57
3.5.4	<i>Klärschlamm</i>	60
3.6	Zusammenfassende Darstellung der Biomasse – Potenziale im Saarland	61

<b>4</b>	<b>Saar – Pfalz - Kreis</b>	<b>63</b>
4.1	Allgemeines	63
4.2	Potentiale im Saar – Pfalz – Kreis	64
4.2.1	<i>Holzartige Biomasse</i>	64
4.2.1.1	Waldrestholz	64
4.2.1.2	Kurzumtriebshölzer	67
4.2.1.3	Industrierestholz	68
4.2.1.4	Landschaftspflegehölzer	68
4.2.1.5	Gebrauchtholz	69
4.2.1.6	Zusammenfassung	70
4.2.2	<i>Halmgutartige Biomasse</i>	70
4.2.2.1	Stroh	70
4.2.2.2	Gräser	71
4.2.2.3	Getreideganzpflanzen	71
4.2.2.4	Faserpflanzen	72
4.2.2.5	Zusammenfassung	72
4.2.3	<i>Ölhaltige Biomasse</i>	72
4.2.4	<i>Zucker- und stärkehaltige Biomasse</i>	73
4.2.5	<i>Grünmasse / Reststoffe</i>	73
4.2.5.1	Reststoffe aus der Landwirtschaft	73
4.2.5.2	Organische Abfälle aus Privathaushalten	74
4.2.5.3	Organische Gewerbeabfälle	76
4.3	Zusammenfassende Darstellung der Biomasse – Potenziale im Saar – Pfalz - Kreis	77

<b>5</b>	<b>Gemeinde Marpingen</b>	<b>78</b>
5.1	Allgemeines	78
5.2	Holzartige Biomasse	78
5.2.1	<i>Waldrestholz</i>	78
5.2.2	<i>Gebrauchtholz</i>	79
5.3	Halmgutartige Biomasse	79
5.3.1	<i>Stroh</i>	79
5.3.2	<i>Gras</i>	79
5.4	Energiepflanzen	79
5.5	Ölpflanzen	79
5.6	Grünmasse / Reststoffe	80
5.6.1	<i>Reststoffe aus der Landwirtschaft</i>	80
5.6.2	<i>Organische Abfälle aus Privathaushalten</i>	80
5.6.3	<i>Organische Gewerbeabfälle</i>	80

<b>6</b>	<b>Ausblick</b>	<b>81</b>
----------	-----------------	-----------

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle</b>	<b>Titel</b>	<b>Seite</b>
1	Beitrag der Erneuerbaren Energieträger (EE) am Gesamtverbrauch in Europa gemäß Weißbuch	2
2	Beitrag der Biomasse zur Energiebereitstellung in Deutschland (1998)	2
3	Spezifische Kennziffern zur Herleitung des potenziellen Aufkommens an Waldrestholz	13
4	Spezifische Kennziffern zur Herleitung des potenziellen Aufkommens an Kurzumtriebshölzern	14
5	Altholzkategorien gemäß AltholzV	15
6	Spezifische Kennziffern zur Herleitung des potenziellen Aufkommens an Industrieresthölzern	16
7	Potenziale und abgeleitete spezifische Kennwerte für Gebrauchtholz aus unterschiedlichen Erhebungsgebieten	18
8	Derzeitige Nutzungswege für Gebrauchthölzer in Deutschland	18
9	Spezifische Kennziffern zur Herleitung des potenziellen Ertrages von Stroh	22
10	Spezifische Kennziffern zur Herleitung des potenziellen Ertrages von Gräsern als speziell angebaute Energiepflanzen	23
11	Spezifische Kennziffern zur Herleitung des potenziellen Ertrages von Gräsern aus dem Bereich Anbau / Landschaftspflege	24
12	Spezifische Kennziffern zur Herleitung des potenziellen Ertrages an Getreideganzpflanzen	25
13	Verwendung pflanzlicher Öle und Fette als nachwachsende Rohstoffe in Deutschland	27
14	Spezifische Kennziffern zur Herleitung des potenziellen Ertrages an ölhaltigen Pflanzen	28
15	Spezifische Kennziffern zur Herleitung des potenziellen Gasertrages für unterschiedliche Substrat- und Tierarten	30
16	Spezifische Kennziffern für organische Abfälle aus Privathaushalten	34
17	Haupterzeuger von organischen Abfällen aus Industrie und Gewerbe	35
18	Exemplarische Kennziffern für organische Abfälle aus Gewerbebetrieben	35
19	Potenziale an Waldrestholz im Saarland (bei 85.820 ha)	37
20	Regionale Verteilung der Brachflächen im Saarland	39
21	Abschätzung des Gebrauchtholzaufkommens im Zuständigkeitsbereich des Entsorgungsverbandes Saar	41
22	Zusammenfassung der Holzpotenziale aus unterschiedlichen Herkunftsquellen	42
23	Theoretische Strohpotenziale im Saarland	43
24	Energiepotenziale aus Stroh im Saarland	43
25	Energiepotenziale aus Gras von landwirtschaftlichen Anbauflächen im Saarland	45
26	Biogaspotenziale aus Gras von landwirtschaftlichen Anbauflächen im Saarland (technisches Potenzial)	45
27	Zusammenfassung der Potenziale für halmgutartige Biomassen	47

<b>Tabelle</b>	<b>Titel</b>	<b>Seite</b>
28	Umrechnungsfaktoren zur Herleitung von Großvieheinheiten - Rinder	50
29	Theoretisch mögliche Gaserträge aus saarländischen Rinderbeständen	51
30	Rinderbestände im Saarland nach Bestandsgrößen	51
31	Umrechnungsfaktoren zur Herleitung von Großvieheinheiten - Schweine	52
32	Theoretisch mögliche Gaserträge aus saarländischen Schweinebeständen	52
33	Schweinebestände im Saarland nach Bestandsgrößen	53
34	Stückzahlen der im Saarland gehaltenen Hühner	53
35	Energiepotenzial aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen	54
36	Zusammensetzung der getrennt erfassten Bioabfälle (Bezugsjahr: 2000)	55
37	Küchen- und Gartenabfälle im saarländischen Restmüll	56
38	Biomasse – Potenzial aus privaten Haushalten im Saarland	56
39	Anteile gewerblicher Abfälle und gewerblicher organischer Abfälle am Gesamtaufkommen nach Wirtschaftsbereichen	57
40	Zusammensetzung der zur Beseitigung verbrachten gewerblichen Organik	58
41	Punktuelle Biomasse – Potentiale aus dem gewerblichen Bereich im Saarland auf der Basis einer stichprobenartigen Erhebung	59
42	Standort und spezifische Daten der Klärgas BHKW´s	60
43	Zusammenfassende Darstellung der Biomasse – Potentiale im Saarland	61
44	Grunddaten des Saar – Pfalz – Kreises	63
45	Forstwirtschaftliche Daten Bereich SaarForst	64
46	Zusätzlich nutzbare Mengen an Waldresthölzern in den einzelnen Forstrevieren	67
47	Grünschnittanlieferungen im Bereich der Kompostierungsanlage Hölschberg	68
48	Abschätzung des zur Abfallbeseitigung abgegebenen Gebrauchtholzaufkommens im Saar – Pfalz - Kreis	69
49	Energiepotentiale holzartiger Biomassen im Saar – Pfalz – Kreis	70
50	Zusammenfassung der Potenziale für halmgutartige Biomassen im Saar – Pfalz - Kreis	72
51	Theoretisch mögliche Gaserträge aus den Rinderhaltungen des Saar - Pfalz - Kreises	73
52	Theoretisch mögliche Gaserträge aus den Schweinehaltungen des Saar - Pfalz - Kreises	74
53	Mengenaufkommen an organischen Abfällen aus Haushaltungen im Saar – Pfalz - Kreis	75
54	Zusammenfassende Darstellung der Biomasse – Potentiale im Saar – Pfalz - Kreis	77
55	Potentiale im Bereich der gewerblichen Organik in der Gemeinde Marpingen (Ergebnis der Befragungsaktion)	80

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung</b>	<b>Titel</b>	<b>Seite</b>
1	Mögliche Struktur für die Bewirtschaftung von Biomassen	4
2	Zuordnungs-, Nutzungs- und Aufbereitungsmöglichkeiten für Biomasse	9
3	Systematik der Herkunft, der Arten sowie der Bereitstellungscharakteristik von holzartigen Biomassen	10
4	Systematik der Herkunft, der Arten sowie der Bereitstellungscharakteristik von halmgutartigen Biomassen	20
5	Min. / Max. und mittleres spez. Aufkommen an Bioabfällen verschiedener Bundesländer	32
6	Spezifisches Aufkommen an Bioabfällen bei öffentlich – rechtlichen Entsorgungsträgern (zum Zeitpunkt 1998)	33
7	Mögliche Strukturen für die Bewirtschaftung von Biomasse	82



## Abkürzungen / Glossar / Umrechnungen

atro	absolut trocken
BimSchV	Bundesimmissionsschutz Verordnung
EE	Erneuerbare Energieträger
EVS	Entsorgungsverband Saar
fm	Festmeter
Efm	Erntefestmeter
Vfm	Vorratsfestmeter
GVE	Großvieheinheit
KABV	Kommunaler Abfallbeseitigungsverband Saar
MVA	Müllverbrennungsanlage
RME	Rapsölmethylester
TM	Trockenmasse
TS	Trockensubstanz
TSo	organische Trockensubstanz

## 1 Einheiten

Gew.-%	Gewichtsprozent
Vol.-%	Volumenprozent
kg	10 <sup>3</sup> Gramm
Mg	10 <sup>6</sup> Gramm
kJ	10 <sup>3</sup> Joule
MJ	10 <sup>6</sup> Joule
GJ	10 <sup>9</sup> Joule
TJ	10 <sup>12</sup> Joule
PJ	10 <sup>15</sup> Joule
KWh	10 <sup>3</sup> Wattstunden
MWh	10 <sup>6</sup> Wattstunden
GWh	10 <sup>9</sup> Wattstunden
MtRÖE	Millionen Tonnen Rohöläquivalent
SKE	Steinkohleeinheit



# 1. Ausgangssituation und Aufgabenstellung

Die energetische Nutzung verfügbarer Biomasse entwickelt sich in den letzten Jahren von einem Nischendasein im Bereich des Wärmesektors – trotz der teilweise noch vorhandenen Vorbehalte - immer mehr zu einem integralen Bestandteil ganzheitlicher Konzepte zur Nutzung regenerativer Energien<sup>1</sup>. Biomasse ist dabei gespeicherte Sonnenenergie hinsichtlich deren Verwendung weltweit zukünftig noch gewaltige Möglichkeiten offen stehen<sup>2</sup>. Während jedoch in einigen europäischen Staaten diesbezüglich bereits erhebliche Fortschritte erzielt wurden<sup>3</sup>, erscheint die Biomasse – Nutzung in Deutschland noch defizitär<sup>4</sup>. Hier werden z.B. erst weniger als 2 % des in der Landwirtschaft verfügbaren Potenzials an vergärbaren organischen Massen in derzeit ca. 1.250 Biogasanlagen<sup>5</sup> genutzt. Allein die Gülle der deutschen Milchviehhaltung könnte dabei (mit ca. 75 PJ) den gleichen Beitrag zur Stromproduktion liefern, wie ihn Wind- und Wasserkraft derzeit zusammen leisten<sup>6</sup>. Da zudem neben den bereits fest etablierten Techniken der direkten energetischen Nutzung von Biomasse wie z.B. die Verbrennung, verstärkt auch ergänzende Technologien mit einem erweiterten Nutzungsbereich wie z.B. die Vergasung, die Herstellung von Biomasse – Treibstoffen sowie der Einsatz von Biogas und Bio – Alkoholen in Brennstoffzellen an Bedeutung gewinnen, ist der Biomasse derzeit ein bei weitem nicht ausgeschöpftes Potenzial in einem auch technologisch anspruchsvollen Energiegewinnungssektor zuzusprechen.

Die Biomasse kann (muss) letztendlich zur Erreichung des derzeitigen Zieles der Bundesregierung<sup>7</sup> – den Anteil erneuerbarer Energieträger an der Energieversorgung bis zum Jahr 2010 mindestens zu verdoppeln – nicht zuletzt aufgrund der noch verfügbaren Potenziale, einen erheblichen Beitrag leisten. Bezogen auf den Bereich der Europäischen Union geht das Weißbuch für Erneuerbare Energieträger in diesem Zusammenhang davon aus, dass sich der Beitrag der Biomasse bis 2010 verdreifacht wonach 83 % des Zuwachses an den gesamten erneuerbaren Energieträgern von der Biomasse kommen wird. Dieser Ansatz beinhaltet eine *zusätzliche* Energieversorgung über Biomasse in einer Größenordnung von ca. 90 MtRÖE<sup>8</sup>. Davon sollen 37 MtRÖE in Form von Wärme, 35 MtRÖE in Form von Elektrizität und 18 MtRÖE in Form von Treibstoffen bereit gestellt werden<sup>9</sup>.

---

<sup>1</sup> Biomasse hat derzeit in Deutschland einen Anteil von 50 % an den erneuerbaren Energien; Quelle: Pretzloh/Thalheim, Eurosolar-Tagung

<sup>2</sup> nach Hall, D.O. et. al. kann das energetische Potenzial der Biomasse weltweit nahe 100 % des Primärenergieverbrauches (Bezug 1992) abdecken (Europa ca. 25 %); Quelle: Lehmann, H., Preetz, T. Zukunftsenergien – Strategien einer neuen Energiepolitik, Birkhäuser, Berlin, 1995

<sup>3</sup> so. werden z.B. in Schweden, Österreich und Finnland bereits deutlich mehr als 10 % des jeweiligen Primärenergieverbrauches durch Biomasse abgedeckt; Quelle: Staiß, F., Jahrbuch erneuerbare Energien, Bieberstein, Radebeul, 2000

<sup>4</sup> der Anteil am Endenergieverbrauch betrug in 1998 lediglich 0,75 % (Mittelwert Europa: ca. 3 %); Quelle: ebenda

<sup>5</sup> in 2001 wird mit ca. 1.600 Biogasanlagen gerechnet; Quelle: Hustedt, Eurosolar - Tagung

<sup>6</sup> nach Frunzke, K. existiert in Deutschland ein wirtschaftliches Potenzial an ca. 150.000 – 200.000 Biogasanlagen; Quelle: Verfahrens- und Anlagentechniken von Biogasanlagen, Oberfränkische Energietage, Kulmbach, 1999, [www.bioteg.de/Vortrag\\_02.htm](http://www.bioteg.de/Vortrag_02.htm)

<sup>7</sup> Folge des im November 1997 durch die Europäische Kommission beschlossenen Weißbuchs für Erneuerbare Energieträger

<sup>8</sup> MtRÖE = Millionen Tonnen Rohöleinheiten; 1 MtRÖE = ca. 11,63 TWh

<sup>9</sup> Quelle: Kopetz, H., Biomassenutzung in Europa – ein Überblick, in: Der Landwirt als Energiewirt / II. EUROSOLAR – Konferenz, EUROSOLAR-Verlag, Bonn, 2000

Der in *Europa* derzeit abgeschätzte und zukünftig erwartete Beitrag der einzelnen Erneuerbaren Energieträger lässt sich gemäß Weißbuch wie folgt darstellen:

**Tabelle 1: Beitrag der erneuerbaren Energieträger (EE) am Gesamtverbrauch in Europa gemäß Weißbuch**

EE	1995		2010	
	MtRÖE	%	MtRÖE	%
Wind	0,350	0,03	6,90	0,44
Wasser	26,400	1,93	30,55	1,93
Photovoltaik	0,002	0,00	0,26	0,02
<b>Biomasse</b>	<b>44,800</b>	<b>3,28</b>	<b>135,00</b>	<b>8,53</b>
Erdwärme	2,500	0,18	5,20	0,33
Solarkollektoren	0,260	0,02	4,00	0,25
<b>Summe</b>	<b>74,100</b>	<b>5,42</b>	<b>181,90</b>	<b>11,49</b>
<b>Gesamtverbrauch</b>	<b>1.366,000</b>	<b>100,00</b>	<b>1.583,00</b>	<b>100,00</b>

Hinsichtlich des derzeitigen Beitrages der Biomasse an der Energiebereitstellung in *Deutschland* (Anteil am Gesamtverbrauch = ca. 0,75 %) lassen sich folgende, nur eingeschränkt belastbare Aussagen treffen:

**Tabelle 2: Beitrag der Biomasse zur Energiebereitstellung in Deutschland (1998)<sup>10</sup>**

Art der Energiebereitstellung	(GWh)	(%)
Wärmeerzeugung durch biogene Festbrennstoffe	13.460	83,7
Wärmeerzeugung durch biogene gasförmige Brennstoffe	600	3,7
Stromerzeugung durch biogene Festbrennstoffe*	210	1,3
Stromerzeugung durch biogene flüssige Brennstoffe*	4	0,1
Stromerzeugung durch Biogas*	80	0,5
Stromerzeugung durch Klärgas*	41	0,3
Stromerzeugung durch Deponiegas*	677	4,2
Biodiesel	1.012	6,3
<b>Summe</b>	<b>16.064</b>	<b>100,0</b>

\* nur Einspeisung ohne Eigennutzung

Im Hinblick auf die zukünftigen Möglichkeiten der energetischen Nutzung von Biomasse ist bei einer konservativen Betrachtung von einem technischen Potenzial in einer Größenordnung von ca. 730 PJ/a auszugehen, was einem Anteil von 5,1 % am derzeitigen Primärenergieverbrauch gleichkommt (feste Reststoffe 320 PJ/a, Energiepflanzen 285 PJ/a, Biogasnutzung 125 PJ/a)<sup>11</sup>.

Insgesamt sind somit noch erhebliche Anstrengungen zu unternehmen, um die gesteckten Ziele zu erreichen, bzw. die möglichen Potenziale auszuschöpfen. Es ist in diesem Zusammenhang anzumerken, dass die energetische Nutzung von Biomasse neben der Lösung energie- und umweltpolitischer Fragestellungen (i.S. Klimaschutz, Ressourcenschonung) auch im beschäftigungspolitischen Bereich z.B. über die

<sup>10</sup> Quelle: Staiß, F., Jahrbuch erneuerbare Energien, Bieberstein, Radebeuel, 2000

<sup>11</sup> Quelle: DLR/WI/ZSW/IWR/Forum für Zukunftsenergien, Klimaschutz durch die Nutzung erneuerbarer Energien, Umweltbundesamt, 1999

Beschaffung nachwachsender Energieträger und die Umsetzung alternativer Verwertungstechnologien neue Akzente setzen kann. Insbesondere für die Agrar- und Forstwirtschaft erwächst dabei eine Perspektive die diesen, derzeit eher marginalisierten Vertretern des primären Wirtschaftssektors, eine wirtschaftspolitisch relevante Position als Rohstoff - Lieferant für die Energiewirtschaft sowie die produzierende Industrie (Substitute für Petrokohlenwasserstoffe) einräumt. Bedingt durch die erforderliche und wünschenswerte Dezentralität der Biomasse – Nutzung ergibt sich zudem – gerade in ländlich geprägten Bereichen – die Möglichkeit einer erhöhten regionalen Wertschöpfung. Z.B. verbleibt bei der Einrichtung einer regionalen, energetischen Nutzung von Holz im Vergleich zu Ölheizungen die sechsfache Wertschöpfung und der achtfache Arbeitsbedarf in der Region<sup>12</sup>.

Um nunmehr den Ausbau der energetischen Verwertung von Biomasse auch im Saarland – z.B. auch im Hinblick auf eine Sicherung der Zukunft des ländlichen Raumes - zu intensivieren, bedarf es der Erarbeitung einer stoffstromorientierten<sup>13</sup> Nachhaltigkeitsstrategie, die das Leitbild einer zukunftsverträglichen Entwicklung unter Berücksichtigung der real vorhandenen Möglichkeiten in konkrete Ziele und Maßnahmen überführt. Das Saarland liegt dabei hinsichtlich der Biomasse – Nutzung zumindest im Bereich der Stromeinspeisung<sup>14</sup> mit einem Anteil am Stromverbrauch von 0,12 % unterhalb des bundesdeutschen Mittelwertes (0,22 %) <sup>15</sup>. Dies erscheint unbefriedigend, zumal in der herangezogenen Statistik auch die lediglich temporär<sup>16</sup> wirksamen Anlagen zur Deponiegasverwertung berücksichtigt werden.

Um diese Situation zu optimieren ist es erforderlich Zielvorgaben mit Nennung kalkulierbarer zeitlicher Schritte und Maßnahmen zu definieren sowie die relevanten Akteure (Biomasse - Produzenten, Ent- / Versorger, Kommune, Verbände, etc.) in die konzeptionell / strategischen Arbeiten zu integrieren. Dies schafft sowohl auf privatwirtschaftlicher als auch auf kommunaler Ebene Innovationsanreize und eine zugleich höhere Investitionssicherheit. Es trägt zudem dazu bei Informations- und Kommunikationsprozesse zu intensivieren, die sich als wichtige Erfolgsbedingung für Maßnahmen im Umweltschutz erwiesen haben.

Des weiteren ist zu berücksichtigen, dass die erforderlichen Ver- und Entsorgungsstrukturen auf kommunaler und privatwirtschaftlicher Ebene nicht zuletzt bedingt durch die Entwicklung im Bereich von Preisen und Abgaben zukünftig stärker noch als heute durch ökonomisch und ökologisch orientierte Handlungsmaxime geprägt sein werden. Um dieser Forderung gerecht zu werden, ist es notwendig verfügbare Potenziale und Synergismen zu kennen und zu nutzen.

Hinsichtlich der bisherigen Umsetzung der Biomasse – Nutzung im Saarland sind unter Berücksichtigung der obigen Zusammenhänge insbesondere folgende Problemfelder darzustellen:

---

<sup>12</sup> Quelle: Ruchser, M., Leitfaden für die Errichtung von Holzenergie – Anlagen, Forum für Zukunftsenergien, Bonn, 2000

<sup>13</sup> nicht zuständigkeitsorientiert

<sup>14</sup> andere Arten der Energiebereitstellung können mangels belastbarer Daten nicht beurteilt werden

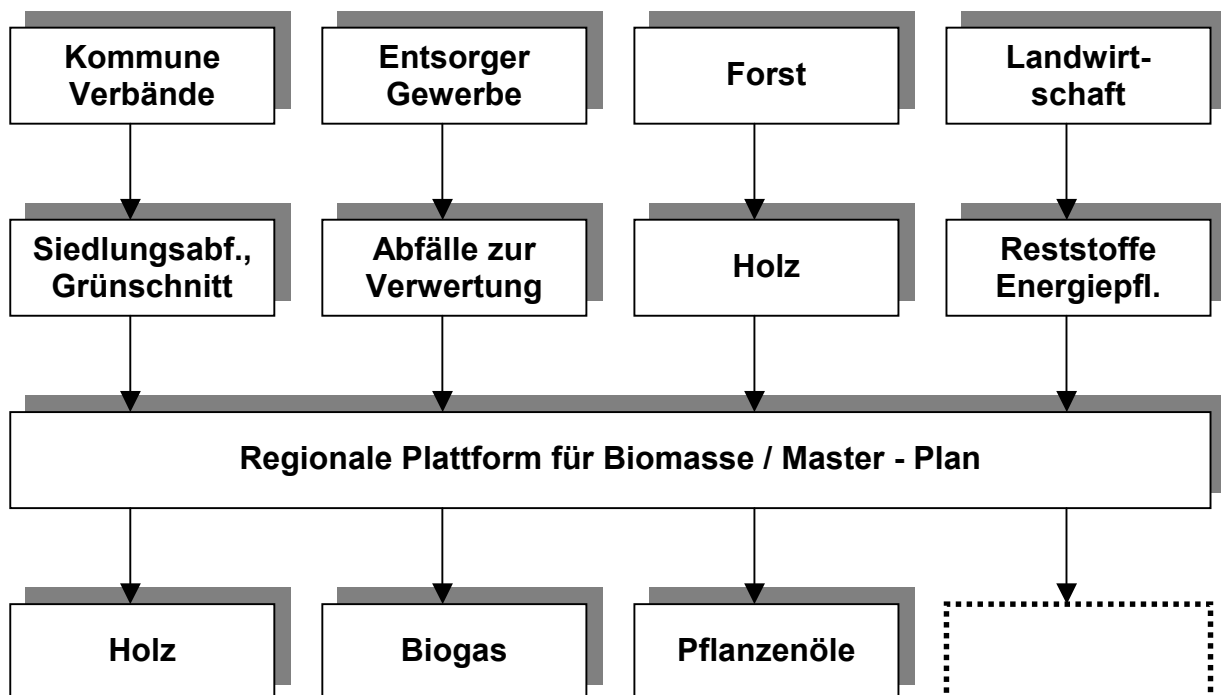
<sup>15</sup> Netzeinspeisung von 9.239 MWh über 6 Biomassekraftwerke (Stand 1998); Quelle: Staiß, F., Jahrbuch erneuerbare Energien, Bieberstein, Radebeul, 2000

<sup>16</sup> Die Ablagerungsverordnung untersagt ab 01.06.2005 das Ablagern unbehandelter Abfälle aus Haushalten und Gewerbe

- Mangel an konzeptionellen / strategischen Planungsgrundlagen → z.B. im Sinne tatsächlich verfügbarer Biomasse – Potenziale
- Fehlende Investitionssicherheit aufgrund unklarer Versorgungsstrukturen (z.B. im Sinne einer regional abgesicherte Belieferung mit nachwachsenden Energieträgern)
- Bedarf der Bündelung der Aktivitäten und Interessen verschiedener „Akteure“ (u.a. Kommune, Land- / Forstwirtschaft, Industrie / Handwerk, Versorger / Entsorger, ...)
- Hauptsächlich „zuständigkeitsorientierte“ und weniger problem- bzw. stoffstrombezogene Konzepte
- Defizitäre Berücksichtigung der Nachhaltigkeit beim derzeitigen Umgang mit Stoffströmen und Versorgungsprojekten

Vor diesem Hintergrund ist es notwendig, auf der Basis von optimierten Stoffstrommanagementsystemen, unter Nutzung geeigneter Umwandlungstechnologien eine hocheffiziente energetische Verwertung von Reststoffen – und hier insbesondere von Biomasse – zu ermöglichen. Damit wird das Stoffstrommanagement integraler Bestandteil einer dezentralen Energieversorgungsstruktur und kann idealer Weise zentrale Ver- und Entsorgungsstrukturen ergänzen. Um dies zu ermöglichen ist zumindest teilweise eine Änderung der bisherigen, stark „zuständigkeitsorientierten“ Bewirtschaftung von Biomassen / Stoffströmen herbeizuführen. Wie in der folgenden Abbildung 1 aufgezeigt, erscheint es dabei erforderlich über den hier zu entwickelnden „Master – Plan“ eine regionale<sup>17</sup> Plattform für Biomasse zu etablieren, welche die bisherigen parallelen, zuständigkeitsorientierten Aktivitäten in effiziente stoffstromorientierte Maßnahmen überführt.

**Abbildung 1: Mögliche Struktur für die Bewirtschaftung von Biomassen**



<sup>17</sup> Zunächst ist hierunter das Saarland zu verstehen. Angesichts ähnlicher Projekte in Rheinland-Pfalz und Luxemburg erscheint es jedoch sinnvoll, mittelfristig eine grenzüberschreitende Saar – Lor – Lux – (West-) Pfalz – Strategie zu entwickeln.

Unter Berücksichtigung der obigen Zusammenhänge wird nunmehr in dem hier vorliegenden 1. Teil der Biomasse – Studie eine stoffstromorientierte Daten- und Informationsgrundlage geschaffen, die es ermöglichen soll in unterschiedlichen Betrachtungsebenen gezielte Maßnahmen zur Intensivierung der energetischen Verwertung von Biomasse zu initiieren. Folgende Punkte werden diesbezüglich erarbeitet:

### **Quantitative und qualitative Erhebung des Biomasse – Potenzials im Saarland unter Berücksichtigung unterschiedlicher Betrachtungsebenen / - tiefen**

Ziel ist die Durchführung einer ganzheitlichen, quantitativen und qualitativen Erhebung des Biomassepotenzials sowie der Stoffströme, die in ähnlichen Anlagen verwertet werden können. Die Erhebung erfolgt weitestgehend umsetzungsorientiert und beinhaltet - soweit möglich - Angaben bezüglich der Rahmenbedingungen zur Stoffstrombeschaffung je nach Betrachtungsebene (Land, „Modell-Landkreis“, „Modell-Kommune“) in unterschiedlichen Bearbeitungstiefen. Ziel ist es dabei unter Berücksichtigung dezentraler und zentraler Ansätze eine Grundlage für modellhafte Strategien für unterschiedlich große Einzugsbereiche zu erarbeiten, die im Hinblick auf ihre optimierte Ausgestaltung auf einer belastbaren Basis an Grunddaten bzw. – Informationen aufbauen. Anders als bei den bislang „üblichen“ Praktiken – bei denen jeder Akteur (Kommune, Entsorgungsverband, Industrie, Landwirtschaft,...) mehr oder weniger nur für seinen eigenen Zuständigkeitsbereich konzeptionell tätig wird – besteht darauf aufbauend die Chance z.B. auf kommunaler Ebene ein ganzheitliches Stoffstrommanagementsystem mit weitreichenden Synergien einzurichten.

Folgende Material- und Stoffquellen werden insbesondere untersucht:

- Forstwirtschaft: Waldrestholz, Scheitholz, Schwachholz und Holzreste<sup>18</sup>
- Landwirtschaft: Heu, Stroh, tierische Exkremente, Energiepflanzen<sup>19</sup>
- Kommunaler und privatwirtschaftlicher Bereich: u.a. geeignete Komponenten aus Siedlungs- und Gewerbeabfällen

Je nach Betrachtungsraum (Land, „Modell-Landkreis“, „Modell-Kommune“) wird dabei im Hinblick auf die Potenzialbetrachtung – aufwandsbezogen - eine angepasste Bearbeitungstiefe zugrundegelegt.

Methodisch wird dabei wie folgt vorgegangen:

- Sichtung und Auswertung von vorhandenem Daten-/Informationsmaterial sowie aussagekräftiger Quellen (z.B. Flächennutzungen, Kammern, Verbände, Abfallkataster, Branchenregister, Kommune, Landkreis, Sekundärliteratur, etc.) → *Land, „Modell-Landkreis“, „Modell-Kommune“*
- Durchführung von Befragungen bei relevanten Biomasse – Produzenten im Hinblick auf potenzielle Abgabemöglichkeiten → *„Modell-Landkreis“ (eingeschränkt), „Modell-Kommune“*

Die Erhebung ist in nachfolgenden Arbeitsschritten in eine fortschreibungsfähige Datenbank (Biomasse – Kataster) weiter zu entwickeln, in der die jeweiligen Stoffströme insbesondere im Zusammenhang mit ihrem Mengenaufkommen, den Bezugsquellen, den Materialqualitäten, den Beschaffungskonditionen, der Material-

<sup>18</sup> Rinden, Sägespäne, Sägemehl aus Forstbetrieben, Sägewerke und Schreinereien (unbelastet)

<sup>19</sup> z.B. geeignete Co – Substrate für die Erzeugung von Biogas (Maissilage, Futterrüben, etc.)

verfügbarkeit (u.a. saisonale Abhängigkeiten) sowie der spezifischen Energiepotenziale zu hinterlegt sind.

Als „Modell – Landkreis“ wurde auf der Grundlage einer pragmatischen / politischen Abwägung der Saar – Pfalz - Landkreis festgelegt<sup>20</sup>.

Als „Modell – Kommune“ bot sich die Gemeinde Marpingen aufgrund ihrer Größe, Struktur und Lage sowie der aktuellen Agenda 21 – Aktivitäten an.

### **Bestandsaufnahme und Bewertung der aktuellen Entsorgungs- / Vermarktungssituation bei Biomasse**

Die oben ermittelten und festgelegten Stoffströme fließen derzeit bereits – zumindest teilweise – in alternative Verwertungsschienen. Diesbezüglich erfolgt eine orientierende Einschätzung.

Als konkurrierende Nutzungen sind dabei insbesondere folgende Ansätze zu berücksichtigen:

- Bodenorientierte Verwertung von Biomasse (Herstellung von Bodensubstraten, Anforderungen an die Produktqualität, regionale Flächenpotenziale, integrierte Verwertung im Zusammenhang mit dem Anbau nachwachsender Rohstoffe)
- Industrielle Nutzung nachwachsender Rohstoffe (z.B. Faserproduktion)
- Beseitigung
- Berücksichtigung konkurrierender Entsorgungswege im regionalen Bereich

---

<sup>20</sup> dort wurden bereits vor Projektbeginn parallele Aktivitäten zu einer Intensivierung der Biomasse – Nutzung eingeleitet



## 2. Definitionen und spezifische Kenngrößen zur Herleitung von Biomasse – Potenzialen

### 2.1 Definitionen

Biomasse ist das Produkt eines photosynthetischen Prozesses, bei dem grüne Pflanzen mit Hilfe von Sonnenlicht aus Wasser und Kohlendioxid Ausgangsstoffe für Kohlenwasserstoffe erzeugen. Bei einer späteren energetischen Nutzung der Biomasse entsteht aus den Kohlenwasserstoffen wieder die gleiche Menge an Wasser und Kohlendioxid. Die Biomasse – Nutzung ist somit CO<sub>2</sub>-neutral und beeinflusst nicht den für das Erdklima so wichtigen CO<sub>2</sub> – Haushalt der Atmosphäre. Werden zudem die Rückstände der Biomasse – Nutzung wiederum auf Anbauflächen ausgebracht, kann auch der Nährstoffkreislauf weitestgehend geschlossen werden. Die energetische Biomasse – Nutzung kann dabei dann als regenerativ bzw. nachhaltig bezeichnet werden, wenn sich der Kohlenstoffkreislauf von der Bindung bis zur Freisetzung und zu einer erneuten Bindung in für Menschen überschaubaren Zeiträumen schließt. Dies bedeutet im Prinzip, dass nur so viel Biomasse verbraucht werden darf, wie gleichzeitig, möglichst in der Region der Nutzung, nachwächst<sup>21</sup>.

Gegenüber anderen erneuerbaren Energieträgern hat die Biomasse, bedingt durch ihre vielseitige Nutzbarkeit, der Speicher- und Transportierbarkeit sowie der (bedingten) Steuerbarkeit des Materialaufkommens<sup>22</sup> gewisse Vorteile. Des Weiteren ist anzumerken, dass Biomasse problemlos in fast alle Endenergieträger überführt werden kann.

Nicht zuletzt aufgrund der Vielseitigkeit der Biomasse bereitet eine Kategorisierung der verschiedenen Biomasse – Arten bei Ansatz eines umfassenden Anspruches Schwierigkeiten. Ausgehend von der (offiziellen) Definition der Biomasse gemäß der Biomasse – Verordnung § 2 Abs. 1<sup>23</sup> –

*„Biomasse im Sinne dieser Verordnung sind Energieträger aus Phyto- und Zoomasse. Hierzu gehören auch aus Phyto- und Zoomasse resultierende Folge- und Nebenprodukte, Rückstände und Abfälle, deren Energiegehalt aus Phyto- und Zoomasse stammt.“*

- lassen sich hinsichtlich einer erforderlichen Systematisierung folgende, prinzipiell möglichen Differenzierungsmerkmale darstellen:

- Nach der **Herkunft** (z.B. Landwirtschaft, Forst, Gewerbe / Industrie, Kommune / Haushalt, ...)
- Nach **Primär- und Sekundärprodukten**
  - Primärprodukte: sind durch die direkte Nutzung der Sonnenenergie entstanden (z.B. Stroh, Energiepflanzen, Rest- / Altholz, ...)
  - Sekundärprodukte: sind durch Ab- / oder Umbau der Primärprodukte entstanden (z.B. Gülle, Mist, Klärschlamm, Bioabfälle, ...)

<sup>21</sup> Quelle: Lehmann, H., Preetz, T. Zukunftsenergien – Strategien einer neuen Energiepolitik, Birkhäuser, Berlin, 1995

<sup>22</sup> Biomasse ist im Vergleich zu Wind und Sonne nur eingeschränkt zeitlichen Schwankungen unterworfen (z.B. Erntezyklen)

<sup>23</sup> Verordnung über die Erzeugung von Strom aus Biomasse (Biomasseverordnung – BiomasseV); vom 21.06.2001

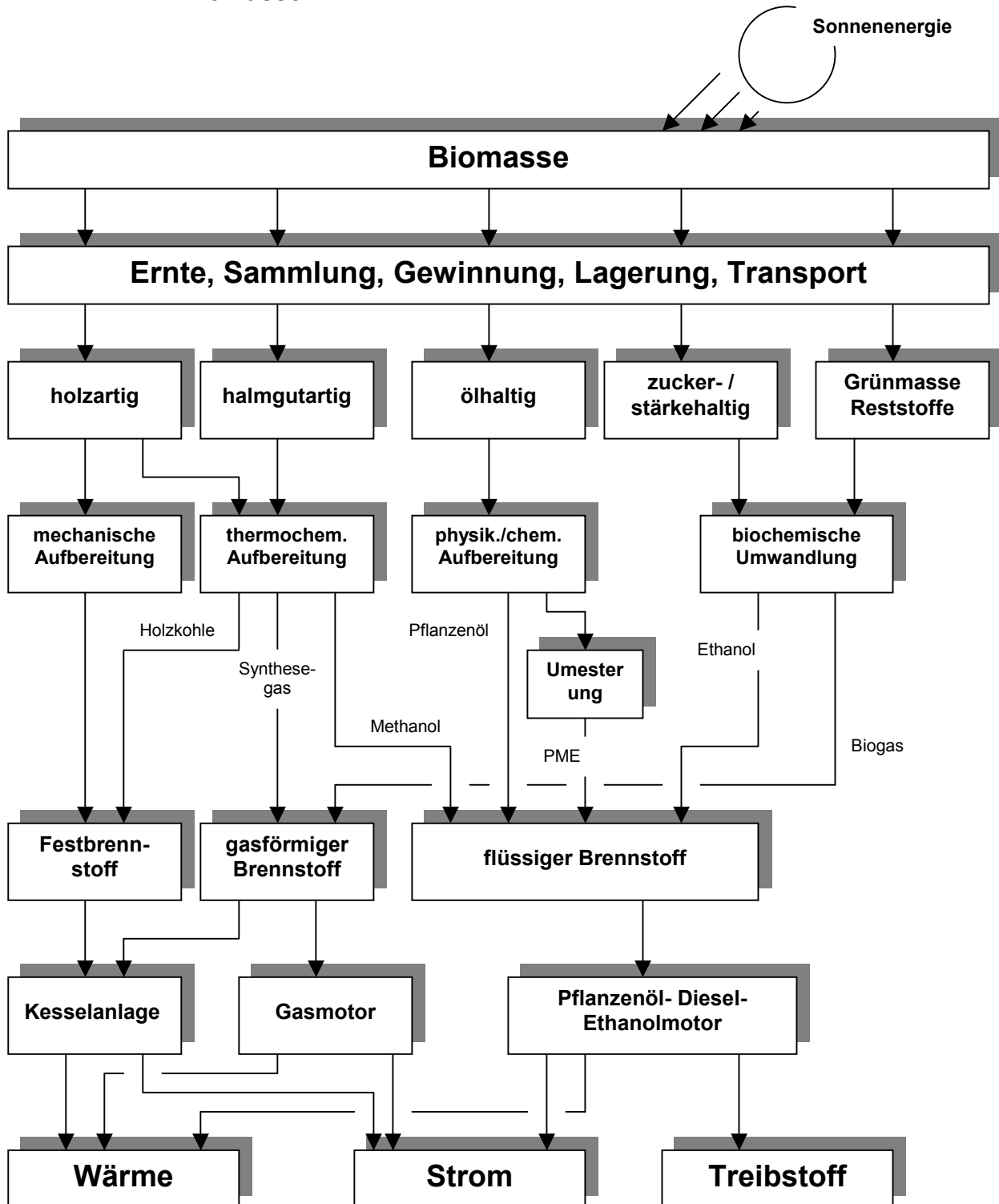
- Nach der Einstufung als **Reststoff / Rückstand** oder als speziell angebaute **Energiepflanze**
  - Reststoff / Rückstand (Beispiele):
    - Landwirtschaft: Stroh, Gülle, Mist, Kornhülsen, ...
    - Forst: Waldrestholz / Durchforstungsholz (Kronmaterial, Äste, Stammschnitte, schwache Bäume), Holz mit Qualitätsmängeln, Späne, ...
    - Haushalt: Bioabfall, Grünschnitt, Fäkalien, ...
    - Gewerbe: Industrierestholz, Bagasse, Filterrückstände, Molke, verdorbene Lebensmittel, ...
    - Kommune: Klärschlamm
  - Energiepflanzen (Beispiele)
    - „dual use“ – Pflanzen / Nutzung als Nahrungsmittel und / oder als Energiepflanze (z.B. Zucker-, Futterrüben, Kartoffeln, Getreide, Mais, Raps)
    - reine Energiepflanzen (z.B. Kurzumtriebswälder wie Pappel, Weide (C<sub>3</sub> – Pflanzen) oder halmgutförmige Pflanzen wie Miscanthus, Schilfgras (C<sub>4</sub> – Pflanzen))
- Nach der Möglichkeit einer **direkten** oder **indirekten** Nutzung
  - Direkt: Verbrennung
  - Indirekt: Umwandlung in einen festen, flüssigen oder gasförmigen Energieträger
- Nach dem erforderlichen bzw. möglichen **Konversions- / Umwandlungs- / bzw. Veredelungsverfahren** zur Gewinnung von Sekundärenergieträgern<sup>24</sup>
  - Physikalisch-chemisch: Verdichtung (z.B. Pellets / Briketts) / Extraktion (z.B. Pflanzenöl) / Pressen / Umesterung
  - Thermochemisch: Verkohlung (haupts. stoffl. Nutzung: Aktiv – Kohle) / Vergasung / Verflüssigung (z.B. Methanol)
  - Biologisch: Vergärung - Biogas / Alkoholgärung / aerobe Behandlung
- Nach der vorrangigen **Form der Energiebereitstellung** (Strom, Wärme, Treibstoff)
- Nach der **rechtlichen Zuordnung**; z.B.:
  - Gemäß Biomasseverordnung (zulässige bzw. nicht zulässige Biomasse siehe Anhang 1)
  - Gemäß Abfallrecht (Zuordnung als Abfall zur Verwertung oder als Abfall zur Beseitigung)
  - Gemäß Genehmigungsrecht (z.B. Festlegung des erforderlichen Genehmigungsverfahrens in Abhängigkeit der abfallrechtlichen Zuordnung bzw. des Schadstoffgehaltes)
- Nach der Nutzbarkeit in **dezentralen** oder **zentralen** Anlagen
- Nach der spezifischen **Konkurrenzsituation** zu stofflichen Verwertungsschienen
- Nach der prinzipiellen **Schadstoffbelastung**

<sup>24</sup> Aufwertung des Energieträgers im Hinblick auf eine oder mehrere der folgenden Eigenschaften: Energiedichte, Handhabung, Speicher- und Transporteigenschaften, Umweltverträglichkeit, etc.

- Nach dem **Stand der Technik** der jeweiligen Nutzungsmöglichkeiten

Die Biomasse ist somit eingebunden in ein komplexes Netzwerk unterschiedlicher Zuordnungs-, Aufbereitungs- und Nutzungsmöglichkeiten. In der nachfolgenden Abbildung 2 wird versucht diesen Zusammenhängen Rechnung zu tragen.

**Abbildung 2: Zuordnungs-, Nutzungs- und Aufbereitungsmöglichkeiten für Biomasse<sup>25</sup>**



<sup>25</sup> verändert unter Nutzung von KALTSCHMITT, LEHMANN; MARUTZKY

Vor dem Hintergrund der obigen Darstellungen werden nunmehr im nachfolgenden Abschnitt spezifische Kenngrößen zur Herleitung der Biomasse – Potenziale aufgezeigt. Der thematische Biomasse – Rahmen wird dabei gemäß den getroffenen Vereinbarungen durch die Biomasseverordnung (ergänzt durch Klärschlamm) vorgegeben.

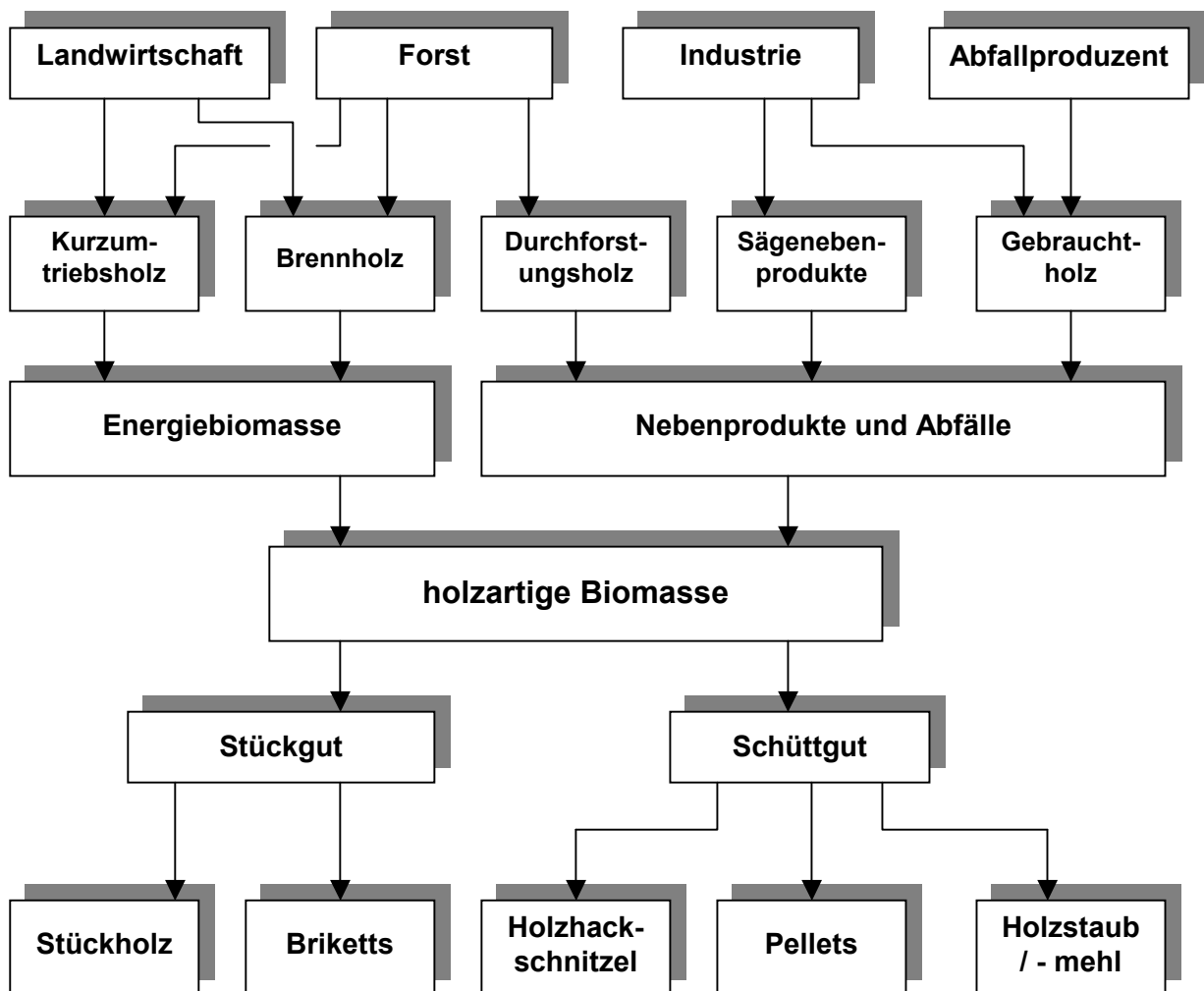
## 2.2 Spezifische Kenngrößen zur Herleitung von Potenzialen

### 2.2.1 Holzartige Biomasse

#### 2.2.1.1 Vorbemerkung

Holz ist ein fester Bioenergieträger, der nach seiner Herkunft, seinen Unterscheidungsmerkmalen sowie nach seiner Bereitstellungscharakteristik wie folgt differenziert werden kann (allgemeine Kenngrößen siehe Anhang 3):

**Abbildung 3: Systematik der Herkunft, der Arten sowie der Bereitstellungscharakteristik von holzartigen Biomassen<sup>26</sup>**



<sup>26</sup> nach KALTSCHMITT (1997) und MARUTZKY (1999)

Im Hinblick auf die Rohstoffversorgung des Holzmarktes können somit vier Bereiche grundsätzlich unterschieden werden:

- Waldrestholz (incl. Grünschnitt); u.a. Holz, das nicht abgesetzt werden kann und im Wald verbleibt. Darunter wird auch Brennholz verstanden, obwohl dieses bereits vermarktet wird.
- Kurzumtriebshölzer aus land-/forstwirtschaftlichen Produktion; spezielle Anpflanzungen von schnellwachsenden Hölzern z.B. auf Stilllegungsflächen
- Altholz bestehend aus:
  - Industrierestholz aus der Schnittholzproduktion
  - Alt- / und Gebrauchtholz; Sortimente, die unter dem Abfallbegriff anzusiedeln sind und entweder einer stofflichen oder einer thermischen Nutzung zugeführt werden können.

Die einzelnen Bereiche werden nachfolgend im Hinblick auf ihre potenziellen, spezifischen Kenngrößen thematisiert. Es ist dabei zwischen folgenden Betrachtungsansätzen zu differenzieren:

- theoretisches Potenzial: physikalisch verfügbare Energie - Holzmengen unabhängig von technischen und organisatorischen Hemmnissen (z.B. zuwachsendes Holz abzüglich der stofflich genutzten Mengen unter Berücksichtigung der Aspekte einer nachhaltigen Forstwirtschaft)
- technisches Potenzial: tatsächlich nutzbarer Anteil am theoretischen Aufkommen unter Berücksichtigung der Erfassbarkeit sowie des aktuellen Standes der Technik. Dieser Ansatz wird insbesondere im Zusammenhang mit der Potenzialermittlung für das Saarland genutzt (Abschnitt 3).
- wirtschaftliches Potenzial: diese Betrachtungsweise ist von einer sehr starken Dynamik geprägt, da die Wirtschaftlichkeit von Energiehölzern stets in Relation zu derjenigen anderer Energieträger sowie der jeweiligen staatlichen Rahmenbedingungen zu bewerten ist. Das wirtschaftliche Potenzial kann somit immer nur eine Momentaufnahme unter Berücksichtigung der jeweils aktuellen Gegebenheiten sein. Es ist daher insbesondere relevant im Zusammenhang mit der Beurteilung konkreter Projektansätze.

### 2.2.1.2 Waldrestholz

Die Waldfläche in Deutschland beträgt derzeit ca. 10,5 Mio. ha (ca. 9 % Eichenholz, ca. 25 % Buchen- und anderes Laubholz, ca. 31 % Kiefern und Lärchen, ca. 35 % Fichten, Tannen und Douglasien)<sup>27</sup>.

Im Rahmen einer nachhaltigen Forstwirtschaft sollte im Hinblick auf eine Holznutzung unter Wahrung des Bestandsschutzes dem Wald nicht mehr Holz entnommen werden, als dort nachwächst. Als energetisch nutzbares Waldholz gelten somit alle Bäume oder Baumteile, die nachhaltig genutzt werden können oder wegen erforderlichen Beräumungs- oder Pflegemaßnahmen genutzt werden müssen und nicht im

---

<sup>27</sup> Ruchsner, M., Leitfaden für die Errichtung von Holzenergieanlagen, Forum für Zukunftsenergien, Bonn, 2000

Rahmen einer stofflichen Verwertung (Wertholz, Sägeholz, Industrieholz u.a.) verkauft werden können<sup>28</sup>. Folgende Waldhölzer sind danach potenziell verfügbar:

- dünnes Holz von 4 – 10 cm Durchmesser aus der Waldpflege, das keine anderweitige Verwertung findet
- qualitativ schlechtes stärkeres Holz aus der Waldpflege und – verjüngung, welches keinen anderweitigen Absatz findet
- Anteile von qualitativ gutem Holz, das bei der Pflege und Verjüngung bzw. der Ernte als nachhaltig nutzbares Material anfällt, jedoch wegen der aktuellen Holzmarktlage nicht absetzbar ist, bzw. nicht für stoffliche Zwecke benötigt wird

Für Mischwälder ist von einem Biomassezuwachs von ca. 6 m<sup>3</sup>/ha \* a auszugehen (Deutschland ca. 60 Mio. m<sup>3</sup> / a). Hinsichtlich der energetisch nutzbaren Waldhölzer geht HASCHKE in einem theoretischen Ansatz von einer gewinnbaren Menge von ca. 34 Mio. m<sup>3</sup>/a (ca. 17 Mio. t TM/a) aus. Andere Quellen<sup>29</sup> beziehen sich auf ein Drittel des derzeitigen Zuwachses an Stammholz (ca. 20 Mio. m<sup>3</sup>/a; bzw. ca. 10 Mio. t TM/a) zuzüglich ca. 9,7 Mio. t TM/a an Waldresthölzern<sup>30</sup> sowie Durchforstungshölzern<sup>31</sup>.

Derzeit werden in Deutschland ca. 3 Mio. t TM/a (ca. 0,29 t TM/ha\*a) der stofflich nicht verwerteten Waldhölzer energetisch genutzt (davon ca. 50 % in größeren Hack-schnitzelheizungen). In Österreich liegt die spezifische Nutzungsquote bei ca. 0,9 t TM/ha\*a, wobei von einem zusätzlichen Potenzial in Form des Schlagrücklasses in Höhe von 0,34 t TM/ha\*a ausgegangen wird<sup>32</sup>. FROMMHERZ setzt in seinen Untersuchungen für Baden – Württemberg einen derzeitigen Nutzungsanteil am technischen Gesamtpotenzial von ca. 44 % (ca. 0,35 t TM/ha \* a) an<sup>33</sup>.

Der jährliche Verbrauch an *stofflich* genutzten Holzsortimenten bewegt sich in Deutschland in einer Größenordnung von ca. 29 Mio. m<sup>3</sup>/a. Davon gehen als wesentliche Verwertungswege ca. 68 % in Sägewerke, ca. 14 % in die Spanplattenindustrie und ca. 14 % in die Zellstoff- und Papierindustrie.

Zusammenfassend lassen sich auf der Grundlage verschiedener Quellen für den Bereich des energetisch nutzbaren Waldholzes folgende spezifische Kennziffern zur Herleitung des theoretischen Aufkommens darstellen:

<sup>28</sup> Quelle: Scholz, V, et.al. Energie aus Biomasse, Arbeitsgruppe Bioenergie Brandenburg, 1997

<sup>29</sup> siehe Fußnote 27

<sup>30</sup> erntetechnisch bedingte Reststoffe, die ohne eine Nutzung im Wald verbleiben würden (z.B. Reis-holz, Kronenderbholz, Rinde, Stock- und Stubbenholz)

<sup>31</sup> Holz, das aus phytosanitären bzw. waldhygienischen Gründen geschlagen wird (z.B. Abfuhr der Totholzbestandteile in Nadelholzmonokulturen)

<sup>32</sup> Marutzky, R., Seeger, K., Energie aus Holz und anderer Biomasse, DRW Verlag, Leinfelden-Echterdingen, 1999

<sup>33</sup> in Bayern nach WAGNER ca. 53 %

**Tabelle 3: Spezifische Kennziffern zur Herleitung des potenziellen Aufkommens an Waldrestholz**

Quelle / Ansatz	t TM / ha*a
nach HASCHKE, 1998, Deutschland*	1,59
Potenzialabschätzung Österreich*	2,02
nach RUCHSNER, 2000, Deutschland*	1,88
nach KALTSCHMITT, 1997 Waldrestholz Fichte*	1,76
nach KALTSCHMITT, 1997 Waldrestholz Buche*	2,10
nach DIW, 2000, Waldrestholz*	1,92
nach DIW, 2000, Waldrestholz**	0,73
nach Rapp, 2000, Waldholzpotenzial**	0,67
nach BiomasseInfoZentrum, 2000, Waldrestholz**	0,85
nach FROMMHERZ et.al, 2000, Waldrestholz**	0,80 / 0,65****
nach WAGNER et.al., 2000, Waldrestholz**	0,60
nach WAGNER et.al., 2000, Waldrestholz***	0,47
nach SCHAUMANN, 1996 Energieholz Rheinl.-Pfalz***	0,16

\* theoretisches Potenzial

\*\*\* wirtschaftliches Potenzial

\*\* technisches Potenzial

\*\*\*\* leicht verfügbares (technisches) Potenzial

Weitere holzartige Biomassen können über den bei Landschaftspflegearbeiten im Bereich von Obstanbauflächen, Ackerrandgehölzen, Straßen- / Gleisstreckenbegleitgrün, Wohnanlagen oder Parks anfallenden Grün- / Gehölzschnitt abgeschöpft werden. Im Hinblick auf die durchzuführenden Potenzialabschätzungen liegen diesbezüglich jedoch kaum belastbare Grunddaten vor. Die erfassbaren Mengen lassen sich in einem Bereich von ca. 1,5 – 3,5 kg pro m<sup>2</sup> Grünfläche und Jahr (inkl. Gras- / Strauchschnitt und Laub) abschätzen<sup>34</sup>. Bei einer theoretischen mittleren Gartenfläche von 125 m<sup>2</sup> pro Einwohner ergäbe sich somit aus dem privaten Bereich ein spezifisches Aufkommen an Gesamt - Biomasse von ca. 187 – 437 kg / E \* a.

Hinsichtlich der sonstigen einwohnerspezifischen Bezugsgrößen für Holz geht MARUTZKY (1999) für Deutschland von einem überschlägigen Holz - Aufkommen von ca. 5 kg / E\*a aus, SCHAUMANN für Rheinland – Pfalz von ca. 4 kg/E\*a. Bei den Untersuchungen von MEINHARDT (2000) für Baden-Württemberg wurde ein technisches Potenzial von ca. 44 kg / E \* a zugrunde gelegt, wobei ein Großteil des Gehölzschnittes derzeit noch vor Ort belassen wird. WAGNER setzt für Bayern ca. 17 kg TM / E\*a an.

<sup>34</sup> nach KETELSEN (1992), FRICKE (1992), WIEGEL (1992)

### 2.2.1.3 Kurzumtriebshölzer

Schnellwachsende Baumarten können in mehrjährigen Anbauzyklen als Energiepflanzen genutzt werden. Für die Biomasseproduktion zur energetischen Nutzung werden aufgrund der besseren mechanischen Erntemöglichkeiten bei kleinerem Stammdurchmesser Umtriebszeiten von 3 bis 5 Jahren angestrebt<sup>35</sup>. Hinsichtlich des gezielten Anbaues von Kurzumtriebshölzern z.B. im Bereich landwirtschaftlich nicht genutzter Flächen (Stilllegungsflächen) bzw. umgenutzter Flächen sind dabei für die zu untersuchende Region insbesondere die Pflanzenarten Pappel und Weide relevant<sup>36</sup>. Die spezifische Ertragssituation stellt sich dabei nach unterschiedlichen Quellen wie folgt dar:

**Tabelle 4: Spezifische Kennziffern zur Herleitung des potenziellen Aufkommens an Kurzumtriebshölzern**

Quelle / Ansatz	t TM / ha*a
nach MARUTZKY, 1999, Energieholz	10 – 20
nach HARTMANN, 1996, Pappel	5 – 15
nach DIMITRI, 1988, Pappel	5 – 30
nach SCHWEIGER, 2001, Pappel	9
nach HOFMANN, 1996, Weiden	3 – 12
nach SCHWEIGER, 2001, Weide	4,5 – 9,5

Als problematisches Element bei Anbau und Pflege der Kurzumtriebshölzer ist der Wildverbiss zu werten. Teilweise sind daher entsprechende (kostenrelevante) Schutzmaßnahmen vorzusehen (z.B. Umzäunung).

### 2.2.1.4 Altholz

#### 2.2.1.4.1 Vorbemerkung

Während in den vorgenannten Holzsegmenten von naturbelassenen, unbehandelten Hölzern auszugehen ist, können unter dem Überbegriff Altholz auch verunreinigte bzw. belastete Hölzer vermutet werden. Um die Umweltverträglichkeit von Verwertungsvorgängen stofflicher oder energetischer Art zu regeln, wird daher derzeit an der Umsetzung der Altholzverordnung<sup>37</sup> gearbeitet, welche in ihrer Entwurfsfassung hinsichtlich der begrifflichen Bestimmung in

#### *Industrierestholz und Gebrauchtholz*

differenziert. Im Hinblick auf die Zuordnung unterschiedlicher Altholz – Qualitäten wurden im § 2 der AltholzV folgende Kategorien festgelegt:

<sup>35</sup> KALTSCHMITT, M., Nachwachsende Energieträger, Vieweg, 1997

<sup>36</sup> nach Schätzungen von RAPP (2000) könnten ca. 15 % der deutschen Getreideanbaufläche (7,2 Mio. ha) genutzt werden

<sup>37</sup> Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (Altholzverordnung – AltholzV); Entwurf Stand 20.09.2000)



**Tabelle 5: Altholzkategorien gemäß AltholzV**

Kategorie	Erläuterung
<b>A I</b>	nicht behandeltes Altholz <i>naturbelassenes oder lediglich mechanisch bearbeitetes Altholz, das bei seiner Verwendung nicht mehr als unerheblich mit holzfremden Stoffen verunreinigt wurde</i>
<b>A II</b>	behandeltes Altholz <i>verleimtes, beschichtetes, lackiertes oder anderweitig behandeltes Altholz ohne halogenorganische Verbindungen in der Beschichtung und ohne Holzschutzmittel</i>
<b>A III</b>	belastetes Altholz <i>Altholz mit halogenorganischen Verbindungen in der Beschichtung ohne Holzschutzmittel</i>
<b>A IV</b>	besonders belastetes Altholz <i>mit Holzschutzmittel behandeltes Altholz, wie Bahnschwellen, Leitungsmasten, Hopfenstangen, Rebpfähle, sowie sonstiges Altholz, das aufgrund seiner Schadstoffbelastung nicht den Altholzkategorien A I, A II oder A III zugeordnet werden kann, ausgenommen PCB-Altholz (PCB im Sinne der PCB/PCT – Abfallverordnung)</i>
<b>PCB Altholz</b>	- Altholz, das PCB im Sinne der PCB/PCT – Abfallverordnung ist <i>z.B. Dämm- und Schallschutzplatten, die mit Mitteln behandelt wurden, die polychlorierte Biphenyle beinhalten</i>

Ergänzend zu den obigen Festlegungen, werden im Rahmen der Biomasseverordnung Altholzqualitäten nicht als Biomasse anerkannt, wenn sie PCB oder PCT – Gehalte > 0,005 Gew.-% aufweisen, bzw. Quecksilbergehalte > 0,0001 Gew.-% haben (siehe auch Anhang 1).

Im Hinblick auf die energetische Verwertung<sup>38</sup> der obigen Altholzqualitäten werden im Anhang 2 die in der Altholzverordnung (Anhang III) verankerten Anforderungen an die anlagenspezifische Zuordnung dargestellt. Werden gemischte Altholzqualitäten verwertet, ergeben sich die Anforderungen an die Verwertungsanlage jeweils aus der höchsten Altholzkategorie.

Grunddaten für eine Potenzialabschätzung unter Bezugnahme auf die obigen Altholzkategorien sind derzeit nicht verfügbar. Die entsprechenden Kennziffern werden daher nur grob für die Bereiche Industrierestholz und Gebrauchtholz hergeleitet.

### 2.2.1.4.2 Industrierestholz

Der Überbegriff „Industrierestholz“ beinhaltet insbesondere die Teilsortimente

- Sägewerksrestholz,
- Produktionsreste der Holzwerkstoffindustrie (Plattenproduktion) und
- Produktionsreste der Holzverarbeitenden Industrie sowie des Holzverarbeitenden Handwerks (Möbel, Schreinereien, Zimmereien, Parketthersteller, etc.),

welche bei der industriellen Holzbe- und Verarbeitung anfallen (Unterscheidung zu Althölzern !).

<sup>38</sup> Bezug: § 4 Abs. 4 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (gem. § 2 Nr. 8 AltholzV)

Diese Holzsortimente können sowohl naturbelassen (unbehandelt)<sup>39</sup> als auch stofflich belastet (behandelt)<sup>40</sup> sein (z.B. Holzschutzmittel). Hinsichtlich ihrer verwertungsorientierten Zuordnung sind somit bereits spezifische Kriterien zu berücksichtigen.

Im Hinblick auf die möglichen Holzpotenziale werden nachfolgend die Ansätze verschiedener Quellen gegenübergestellt. Als spezifische Bezugsgröße wird dabei zunächst die Einwohnerzahl des jeweiligen Betrachtungsraumes genutzt<sup>41</sup>. Es werden Gesamtpotenziale, unabhängig von der tatsächlichen Verfügbarkeit aufgezeigt.

**Tabelle 6: Spezifische Kennziffern zur Herleitung des potenziellen Aufkommens an Industrieresthölzern**

Quelle / Ansatz	Menge absolut (Mio. t TM / a)	Menge spezifisch (kg TM / E*a)
nach MARUTZKY (Deutschland) Sägewerksresthölzer: 8 Mio. m <sup>3</sup> / a (incl. Rinde) Produktionsreste Holzwerkstoffindustrie: 0,85 Mio. m <sup>3</sup> / a Produktionsreste Holzindustrie: 6 Mio. m <sup>3</sup> / a	ca. 7,4	ca. 90
nach MARUTZKY (Österreich) Sägewerksresthölzer: 4,5 Mio. m <sup>3</sup> / a Produktionsreste Holzwerkstoffindustrie: 0,1 Mio. m <sup>3</sup> / a Produktionsreste Holzindustrie: 1,8 Mio. m <sup>3</sup> / a	ca. 3,2	ca. 427
nach RUCHSER (Deutschland)	ca. 10	ca. 122
nach DIW (Deutschland)	ca. 9,1	ca. 111
nach RAPP (Deutschland)	ca. 10,5	ca. 128
nach MANTAU (Sägewerksresthölzer Deutschl.)	ca. 5,0	--
nach LFU Baden Württemberg (Ba.-Wü.)	ca. 1,4	ca. 134
nach MEINHARDT (Ba.-Wü.)	ca. 1,1	ca. 105
nach SCHAUMANN (Rheinland – Pfalz)	ca. 0,5	ca. 124
nach WAGNER (Bayern)	ca. 2,6	ca. 214

Hinsichtlich der derzeitigen Nutzung von Industrieresthölzern, können je nach Herkunft folgende spezifische Ausgangssituationen unterschieden werden:

- Sägewerksrestholz:
  - ca. 10 – 40 % interne energetische Verwertung in den Sägewerken selbst
  - Rest: Rohmaterial für die Papier- und Holzwerkstoffindustrie
  - Möglichkeit der Verschiebung hin zu einer externen energetischen Verwertung bei einer entsprechenden Erlössituation (z. B. Pellets / Briketts aus Säge- und Hobelspänen)

<sup>39</sup> naturbelassenes Holz gem. 1. BImSchV: „Holz, das ausschließlich mechanischer Bearbeitung ausgesetzt war und bei seiner Verwendung nicht mehr als nur unerheblich mit Schadstoffen kontaminiert wurde“ = Holz, welches nicht gestrichen, lackiert, beschichtet oder mit Holzschutzmitteln behaftet ist.

<sup>40</sup> Eine weitergehende Differenzierung ist hier im Hinblick auf oberflächenbehandelte und imprägnierte Hölzer möglich.

<sup>41</sup> Dies ist kritisch zu werten, da das Aufkommen an Industrieresthölzern von der Anwesenheit entsprechender Betriebe abhängt. Jedoch ergeben auch die Beschäftigtenzahlen (Bereich Holzgewerbe, Möbel) keine eindeutige Korrelation wie am Beispiel Baden-Württemberg (ca. 89.000 Beschäftigte = ca. 15 t TM / Besch. \*a) und Bayern (ca. 70.000 Beschäftigte = 37 t TM / Besch. \*a) deutlich wird.

- Produktionsreste Holzindustrie
  - 40 - nahe 100 % zur eigenen Wärmeerzeugung
  - Rest: externe stoffliche / energetische Verwertung
  - 3 % Entsorgung (Erfahrungswert Österreich)
- Produktionsreste Holzwerkstoffindustrie
  - 100 % eigene stoffliche (30 %) / energetische (70 %) Verwertung

GÖRISCH (1996) geht in seinen Untersuchungen für Baden – Württemberg davon aus, dass ca. 50 % der Industrieresthölzer in meist internen Anlagen energetisch verwertet werden, ca. 20 % in die Spanplattenproduktion und ca. 30 % in die Zellstoff- und Papierindustrie gehen.

### 2.2.1.4.3 Gebrauchtholz

Gebrauchtholzsortimente beinhalten gemäß der AltholzV (§ 2 Nr. 3) gebrauchte Erzeugnisse aus Massivholz, Holzwerkstoffen oder aus Verbundstoffen mit überwiegendem Holzanteil. Dabei sind folgende, herkunftsspezifische Gruppen zu unterscheiden (gem. AltholzV, Anhang IV):

- Verpackungen (z.B. Paletten, Kisten, Kabeltrommeln, ...); Anteil ca. 12,5 – 37 %
- Altholz aus dem Baubereich (z.B. Baustellenholz, Bau- und Abbruchholz mit / ohne schädliche Verunreinigungen); Anteil ca. 36 - 40 %
- Imprägniertes Altholz aus dem Außenbereich (z.B. Bahnschwellen, Masten, Garten- / Landschaftsbau, ...); Anteil ca. 12,5 %
- Möbel (naturbelassen / behandelt) } Anteil ca. 26 - 35 %
- Altholz aus dem Sperrmüll }

Die Problematik bei der Verwertung von Gebrauchtholzsortimenten ergibt sich insbesondere aus der oftmals stark schwankenden Schadstoffbelastung. Entsprechende Erfahrungswerte aus unterschiedlichen Quellen sind im Anhang 4 zusammengestellt. Hinsichtlich der Qualitätssicherung im Bereich der energetischen Verwertung sind zukünftig die Vorgaben gemäß § 6 der Altholzverordnung (Entwurf; Stand 20.09.2000) zu berücksichtigen. Danach müssen bei Anlagen, die in ihrem Input nach Altholzkategorien beschränkt sind, je 500 Tonnen zugeordneten Altholzes, 1 Tonne als Probe entnommen werden (Abs. 1). Bei der beprobten Charge darf der Anteil von Altholz einer höheren Kategorie 20 kg nicht überschreiten (Abs. 2). Wenn Altholz in nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen verwertet wird, darf kein Altholz einer höheren Kategorie enthalten sein.

Das theoretische Potenzial für Gebrauchtholz wird nachfolgend auf der Grundlage von Kennwerten, die in der Fachwelt allgemein akzeptiert sind (MARUTZKI, 1999; 100 kg/E\*a) sowie unter Nutzung von länderspezifischen Untersuchungen aufgezeigt.

**Tabelle 7: Potenziale und abgeleitete spezifische Kennwerte für Gebrauchtholz aus unterschiedlichen Erhebungsgebieten**

Untersuchungsbereich	Gebrauchtholz- potenzial (Mio. t atro)	spez. Kennwert kg atro / E * a
nach MARUTZKI, 1999, Deutschland	8,00	100
Rheinland – Pfalz <sup>1</sup>	0,14	35
Rheinland – Pfalz <sup>2</sup>	0,24	60
Baden – Württemberg <sup>3</sup>	1,00	100
Baden – Württemberg <sup>4</sup>	0,80	80
Hessen <sup>5</sup>	0,50	83
Bayern <sup>6</sup>	1,00	90
Lothringen <sup>7</sup>	0,21	90
alte Bundesländer <sup>8</sup>	5,47	80
neue Bundesländer <sup>8</sup>	2,24	161
Deutschland <sup>8</sup>	7,71	94
Deutschland <sup>9</sup>	8,00	100

<sup>1</sup> (SCHAUMANN), <sup>2</sup> (RÜMLER), <sup>3</sup> (MEINHARDT), <sup>4</sup> (LFU Baden-Württemberg), <sup>5</sup> (FREUND), <sup>6</sup> (WAGNER), <sup>7</sup> (Biomasse SaarLorLux), <sup>8</sup> (anonym), <sup>9</sup> (DIW)

Durch die Entsorgungswirtschaft wurde in 1997 in Deutschland eine Gebrauchtholzmenge von ca. 1,35 Mio. t erfasst<sup>42</sup>.

Hinsichtlich der derzeitigen Nutzung von Gebrauchthölzern geht der Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie (Schätzung für 2000) von folgenden Stoffstromverteilungen aus:

**Tabelle 8: Derzeitige Nutzungswege für Gebrauchthölzer in Deutschland**

Nutzungs- / Entsorgungsweg	Stoffstromanteil** (%)	
Stoffliche Verwertung	12,5	(15,0)
Energetische Verwertung	12,5	(20,0)
Müllverbrennung	30,0	(42,5)
Deponierung	27,5	
Export*	7,5	(10,0)
Sonstige Verwertung / Verwendung	10,0	(12,5)
Gesamt	100,0	

\* insbesondere nach Italien und Skandinavien

\*\* Werte in Klammern: Angaben nach MARUTZKY (2000)

<sup>42</sup> Quelle: Langen, M., Ergebnisse der BDE – Studie zur stofflichen Verwertung von Altholz, ENTSORGA Schriften 37, 2000

Länderspezifisch werden im Vergleich zur obigen Darstellung teilweise deutlich höhere Exportanteile abgeschätzt. So geht WAGNER z.B. für Bayern von einem Exportanteil am technischen Gebrauchtholz - Potenzial von ca. 54 % aus, GÖRISCH für Baden – Württemberg von ca. 50 % (Zielland Italien).

Der deponierte Anteil wird bis 2005 im Rahmen der Umsetzung der TA Siedlungsabfall auf nahe 0 % zurückgehen.

Die Gebrauchthölzer, welche einer energetischen Verwertung zugeführt werden, gelangen gemäß einer Studie der Entsorgungswirtschaft<sup>43</sup> zu ca. 26 % in Anlagen nach der 17. BImSchV und zu 74 % in Anlagen nach der 4. BImSchV.

Im Hinblick auf die stoffliche Verwertung lassen sich folgende Nutzungsmöglichkeiten darstellen:

<b>Verwertungsweg</b>	<b>Ausgangsmaterial</b>
Herstellung von Spanplatten, MDF	Unbehandelte Gebrauchthölzer wie z.B. Paletten, Kisten, Kabeltrommeln, klebstoffhaltige bzw. beschichtete Holzprodukte (nach Entfernung der Beschichtung),
Herstellung von Torfersatzstoffen durch Kompostierung	Recyclingspäne aus UF - Spanplatten
Herstellung von B1 bzw. V100 Spanplatte	Produktionsreste aus dem jeweiligen Herstellungsverfahren (imprägniert)
Zweitnutzung	Mast, Bahnschwelle
Aktivkohleherstellung	Bahnschwelle
Zementspanplatte	Anorganisch imprägniertes Holz
Dämmstoff	Borsäure – imprägniertes Holz

<sup>43</sup> ebenda

## 2.2.2 Halmgutartige Biomasse

### 2.2.2.1 Vorbemerkung

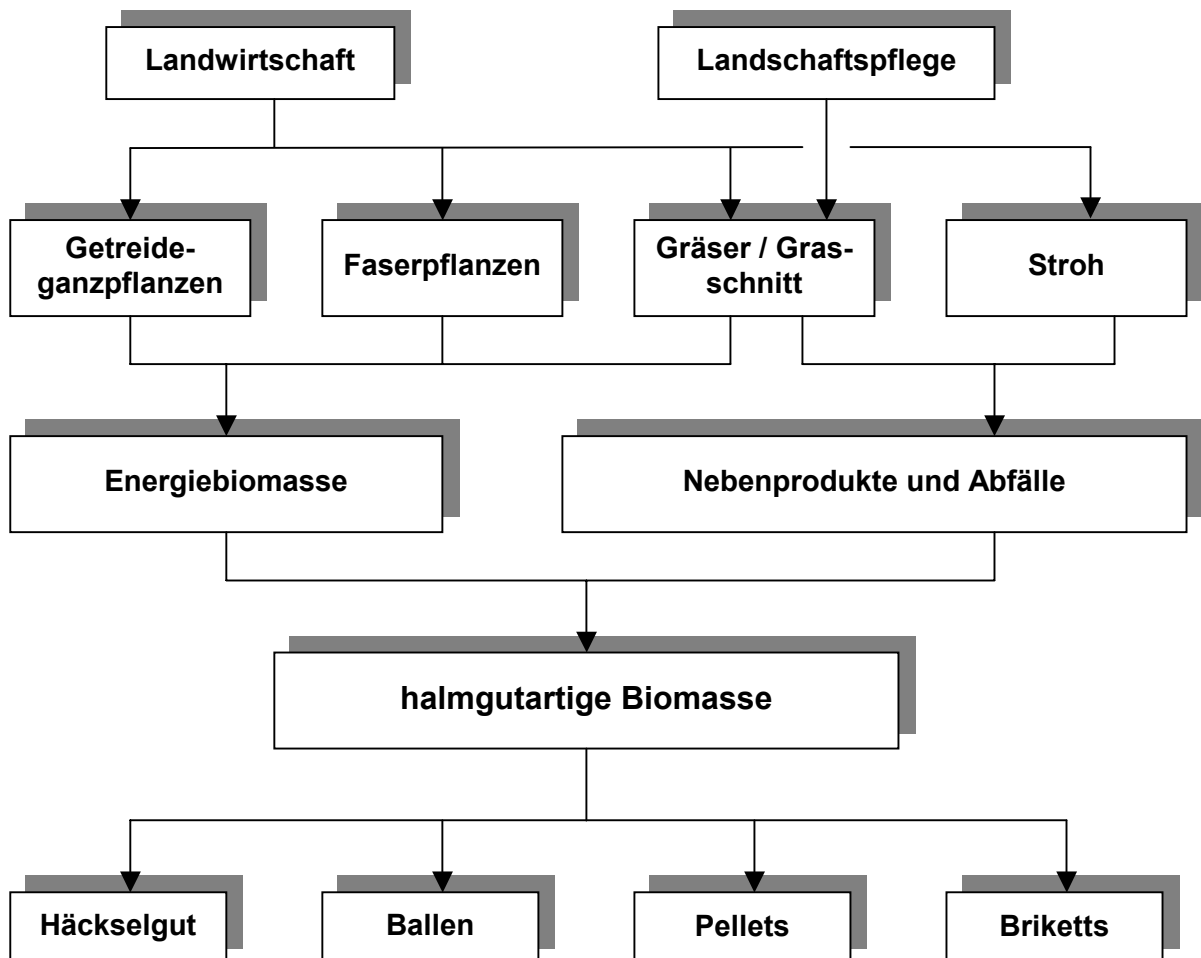
Halmgutartige Biomassen wie Stroh, Gräser, Grasschnitt, Faserpflanzen oder Getreideganzpflanzen stammen hauptsächlich aus der Landwirtschaft, fallen jedoch auch bei der Pflegenutzung von z.B. öffentlichen Grünflächen als Reststoffe an.

Relevant im Zusammenhang mit der Beschaffung der jeweiligen Materialien ist dabei – aus ökologischen und ökonomischen Gründen - insbesondere die jeweils erforderliche bzw. mögliche Bereitstellungskette. Diesbezüglich sind folgende Verfahrensansätze prinzipiell denkbar:

- Ballenkette: insbesondere bei Einsatz von Großballenverfahren (rund / quaderförmig) vergleichsweise effizient (Bereitstellung von Stroh)
- Häckselkette: durch lose Materialaufnahme geringe Schüttdichten und in der Konsequenz hohe Lager- / Transportkosten (z.B. Chinaschilf)
- Pellet-/Brikett – Kette: in der Regel stationäre (zentrale) Verfahren die jedoch durch einen vergleichsweise hohen Kosten- / Energieaufwand geprägt sind

Die Einteilung der halmgutartigen Biomassen nach Herkunft, Unterscheidungsmerkmalen und Bereitstellungscharakteristik wird in Abbildung 4 aufgezeigt.

**Abbildung 4: Systematik der Herkunft, der Arten sowie der Bereitstellungscharakteristik von halmgutartigen Biomassen**



Prinzipiell sind somit vier verschiedene Arten von halmgutartigen Biomassen zu unterscheiden: Getreideganzpflanzen, Faserpflanzen, Gräser und Stroh. Die beiden erst genannten werden speziell zur Nutzung als Energiepflanze angebaut, während z.B. Stroh als Reststoff in der Landwirtschaft anfällt. Gräser können sowohl als Reststoffe anfallen als auch als Energiepflanze angebaut werden.

Die energetische Verwertung von halmgutartigen Biomassen ist in erster Linie auf eine direkte thermische Nutzung in Form einer *Verbrennung* ausgerichtet. Alternativ kann für Teilssegmente wie z.B. für Grasschnitt oder Landschaftspflegegräser (Bereitstellung z.B. als Silagematerial) auch eine *Biogasproduktion* vorgesehen werden.

Bezüglich des Anbaus von Getreideganzpflanzen zur energetischen Nutzung sind, unter anderem unter Berücksichtigung des jeweiligen regionalen Lebensmittel – Selbstversorgungsgrades (im Bereich des Getreides), ethische Aspekte nicht außer Betracht zu lassen.

### 2.2.2.2 Stroh

Stroh fällt als Nebenprodukt der Getreideproduktion an und wird hauptsächlich als Einstreu bzw. als Futtermittel in der Tierhaltung verwendet. Teilweise wird gehäckseltes Stroh auch gleich auf dem Feld belassen und dient somit zur Erhaltung des Humus- und Nährstoffgehaltes im Boden.

Der Erntezeitraum für Getreide reicht von Juli bis September. Aufgrund dieses saisonalen Anfalls muss das Stroh im Falle einer Verwertung das restliche Jahr über gelagert werden. Da Halmgüter eine relativ geringe Schüttdichte aufweisen, stellt sich die Strohlagerung in Ballenform oder in Form von Strohpellets vor dem Hintergrund einer optimierten Logistik als sinnvolle Alternative dar.

Der Heizwert für Stroh liegt bei ca. 17 – 17,5 MJ / kg. Das in Deutschland verfügbare Energiepotenzial aus Stroh wird danach unter zusätzlicher Berücksichtigung der verfügbaren Flächen auf ca. 70<sup>44</sup> – 100<sup>45</sup> PJ / a geschätzt.

Als relevante materialspezifische Kennwerte können insbesondere folgende Informationen angeführt werden:

- Wassergehalt zum Druschzeitpunkt: bis zu 40 %
- Wassergehalt nach (Luft-) Trocknung: < 20 % (12 – 18 %) <sup>46</sup>
- Schüttdichte (Ballenlagerung): ca. 70 – 120 kg/m<sup>3</sup>
- Aschegehalt: ca. 3 – 10 %

Zur Herleitung des theoretischen Potenzials im Sinne des Strohertrages lassen sich folgende Kennziffern darstellen:

---

<sup>44</sup> nach: Akademie für Technologiefolgenabschätzung in Baden Württemberg, Klimaverträgliche Energieversorgung in Baden Württemberg, Projektphase I, Nr. 5, April 1994

<sup>45</sup> nach KALTSCHMITT in Janzing, B., Potenziale en masse, Neue Energie, 5 / 2001

<sup>46</sup> vernässte Ballen sind für die energetische Verwertung nicht nutzbar

**Tabelle 9: Spezifische Kennziffern zur Herleitung des potenziellen Ertrages von Stroh**

Quelle / Ansatz	t TM / ha*a
nach: www.infodienst-mlr.de/la/lap/agraoeko/kosten.htm	4
nach: www.fnr.de/de/Leitfaden/kap4/4_2_.XLS	5 – 9
nach: BiomasseInfoZentrum	4,5
nach: KALTSCHMITT, 1997, „klassischer“ Landbau, Winterweizen	5,2 – 6,6
nach: KALTSCHMITT, 1997, „klassischer“ Landbau, Winterroggen	4,5 – 5,8
nach: KALTSCHMITT, 1997, „klassischer“ Landbau, Wintergerste	4,3 – 4,9
nach: KALTSCHMITT, 1997, „klassischer“ Landbau, Triticale	4,9 – 5,8
nach: KALTSCHMITT, 1997, Extensivlandbau, Winterroggen	2,8 – 3,8
nach: KALTSCHMITT, 1997, Extensivlandbau, Triticale	4,5 – 4,7
nach: HARTMANN, 1998, Winterweizen	4,0 – 9,5
nach: HARTMANN, 1998, Winterroggen	3,5 – 9,5
nach: HARTMANN, 1998, Wintertriticale	4,0 – 10,0
nach DREIER et al, 1998	5,1

Die Strohverbrennung ist aufgrund verschiedener Kriterien (z.B. Feuerungstechnik, hoher Aschegehalt, niedriger Ascheerweichungspunkt) gegenüber der energetischen Verwertung von Holz als problematischer einzustufen.

### 2.2.2.3 Gräser / Grasschnitt

Gräser können sowohl als landwirtschaftliche Nebenprodukte auf Grünland bzw. Weideflächen anfallen, als auch speziell für die energetische Nutzung z.B. auf Stilllegungsflächen angebaut werden. Neben dem Graspotenzial aus der Landwirtschaft existiert dabei ein nicht unerhebliches Mengenaufkommen im Bereich der Landschaftspflege. Landwirtschaftlich anfallende Gräser werden dabei im Sinne eines konkurrierenden Verwertungsweges derzeit hauptsächlich in Form von Grünschnitt oder Heu zur Viehfütterung eingesetzt.

Hinsichtlich der energetischen Gras - Verwertung können prinzipiell zwei Verfahrenswege eingeschlagen werden. Während speziell herangezogene Energiepflanzen<sup>47</sup> nach der Wachstumsperiode in Form von abgetrockneter oberirdischer Zellulose als Festbrennstoff genutzt werden, wird Heu z.B. aus dem Bereich der Landschaftspflege in verstärktem Maße zum Zweck der Biogasproduktion eingesetzt.

In Form von Silage steht Gras prinzipiell das ganze Jahr über zur Verfügung. Lagerflächen in Form einer Freilandlagerung sind dabei in der Regel vorhanden.

<sup>47</sup> schnellwachsende ein- und mehrjährige, nicht verholzende C<sub>4</sub> bzw. C<sub>3</sub> – Pflanzen; C<sub>4</sub> –Pflanzen sind dabei im Vergleich zu den in Mitteleuropa heimischen C<sub>3</sub> – Pflanzen durch ein höheres Massenzunahme-wachstum gekennzeichnet (effizientere CO<sub>2</sub>-Nutzung und daraus resultierender höherer photosynthetischer Wirkungsgrad)



### Energiepflanzen

Zur energetischen Nutzung werden mehrjährige Gräser wie Miscanthus (Chinaschilf; C<sub>4</sub> –Pflanze) oder Pfahlrohr<sup>48</sup> (C<sub>3</sub> – Pflanze), allerdings mit derzeit noch vergleichsweise geringen Erfahrungswerten angebaut. Die Ernte von Miscanthus kann vom Ende der Vegetationsperiode im November (Wassergehalt ca. 50 %) bis März<sup>49</sup> (Wassergehalt ca. 30 – 20 %) z.B. mittels konventioneller Maishäcksler erfolgen. Entwicklungsbedarf besteht derzeit noch im Bereich der Kompaktierung (z.B. Ballenpresse) und der Materialaufnahme.

Nach unterschiedlichen Quellen können die nachfolgenden spezifischen Erträge erwirtschaftet werden:

**Tabelle 10: Spezifische Kennziffern zur Herleitung des potenziellen Ertrages von Gräsern als speziell angebaute Energiepflanzen**

Quelle / Ansatz	t TM / ha*a
www.infodienst-mlr.de (Miscanthus)	20
www.fnr.de(Miscanthus)	10 - 30
www.dainet.de (Miscanthus)	20 - 25
LEWANDOWSKY, 1995 (Miscanthus)	10 – 25
KALTSCHMITT, 1997 (Miscanthus)*	6,7 – 16,7
KALTSCHMITT, 1997 (Pfahlrohr)*	8,5
HARTMANN, 1998 (Miscanthus)	10 - 30
DREIER et.al, 1998 (Miscanthus)	19
SCHWEIGER, 2001 (Miscanthus)**	6,4 – 8,5

\* mittlerer Ertrag unter Berücksichtigung der Aufwuchsphase

\*\* Untersuchungen im Saarland (Ergebnisse aus der Aufwuchsphase)

Der Heizwert der Energie – Gräser liegt in einem Bereich von ca. 16,3 – 18 MJ/kgTM<sup>50</sup>.

### Gräser aus dem Anbau sowie aus der Landschaftspflege

Erntegras kann aus den verschiedensten Bereichen wie z.B. von Stilllegungsflächen, Streuobstwiesen, Biosphärenreservaten, Straßenbegleitgrünflächen, Garten-/ Parkanlagen, Golf-/ Sportplätzen, etc. anfallen. Als relevante Grasarten sind dabei z.B. Knaulgras, Rohrglanzgras, Weidelgras zu nennen.

Bei Gräsern zur energetischen Verwertung z.B. aus der Landschaftspflege werden in der Regel späte Erntezeiträume gewählt, um die gewinnbare Biomasse zu maxi-

<sup>48</sup> Pfahlrohr hat nach SCHWEIGER / STOLZENBURG im Vergleich zum Miscanthus ca. 20 – 30 % geringere Erträge

<sup>49</sup> bei einem späten Erntezeitpunkt sind Ertragsverluste durch abfallende Blätter und Kronen in einer Höhe von bis zu 30 % zu berücksichtigen; allerdings steht dafür eine besser lagerfähige Biomasse zur Verfügung

<sup>50</sup> verschiedene Quellen: u.a. LEHMANN, DREIER, KALTSCHMITT, INARO

mieren. Dabei sind Wassergehalte bis zu 75 % zu erwarten, welche aus lagertechnischen Gründen auf < 20 % abgesenkt werden müssen<sup>51</sup>.

Insbesondere im Grünlandbereich ist im Zusammenhang mit der Ernte zu berücksichtigen, dass die eingesetzten Maschinen an die ökologischen Probleme der Landschaftspflege angepasst sind (Reduzierung der Überfahrten, große Arbeitsbreiten, Bereifung, etc.).

Bezüglich der möglichen Erträge können folgende spezifische Kenngrößen angenommen werden:

**Tabelle 11: Spezifische Kennziffern zur Herleitung des potenziellen Ertrages von Gräsern aus dem Bereich Anbau / Landschaftspflege**

Quelle / Ansatz	t TM / ha*a
KALTSCHMITT, 1997 (Knaulgras, Hohertragsstandort)	4,8 – 9,6
KALTSCHMITT, 1997 (Knaulgras, Extensivlandbau)	2,4 – 7,2
WOLF, 1989 (Gras aus Pflegenutzung)	3
www.fnr.de (Weidelgras)	7 – 12
HARTMANN, 1998 (Weidelgras)	7 - 13
SCHWEIGER, 2001 (Grünland)	10 – 12
www.inaro.de (Kleegras)*	ca. 4,0
www.inaro.de (Weidelgras)*	ca. 5,2
MAIER et.al. (Gras)	ca. 5,8

\* bei 25 % TS

Auf die anfallenden Mengen an Gesamt - Grünschnitt aus der Landschaftspflege öffentlicher Grünflächen wurde bereits in Kapitel 2.2.1.2 kurz eingegangen.

Hinsichtlich der Ausgangssituation in Deutschland nimmt Grünland mit 5.095.000 ha einen Anteil von ca. 30 % an der gesamten landwirtschaftlichen Fläche ein<sup>52</sup>. Bei einem angenommenen mittleren Ertrag von 5 t TM / ha\*a ergibt sich somit ein jährliches Potenzial an Grasschnitt von ca. 25,5 Mio. t. Es kann unterstellt werden, dass von dieser Menge ein erheblicher Anteil als Futtermittel Verwendung findet. Belastbare Bedarfszahlen können jedoch zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht dargestellt werden. Es erfolgt im Rahmen dieser Studie eine orientierende Untersuchung auf der Ebene des Modell – Landkreises bzw. der Modellgemeinde.

Der Heizwert der hier behandelten Gräser liegt auf der Grundlage diverser Quellen<sup>53</sup> in einem Bereich von 16,3 – 17,1 MJ/kg.

Das Biogaspotenzial im Falle einer Grasvergärung wird auf ca. 0,45 – 0,6 m<sup>3</sup> / kg TS abgeschätzt<sup>54</sup>.

<sup>51</sup> Ablage im Schwad, mehrfaches Wenden; dabei sind Verluste in einem Bereich von 20 – 30 % zu erwarten (THOMA, 1989)

<sup>52</sup> Quelle: statistisches Bundesamt

<sup>53</sup> siehe Fußnote 50

<sup>54</sup> Quelle: GRAF, W., Kraftwerk Wiese, 1999

### 2.2.2.4 Getreideganzpflanzen

Getreide kann neben seiner hauptsächlichen Verwendung als Nahrungsmittel auch zum Zweck der Energiegewinnung angepflanzt werden. Dabei wird der gesamte Aufwuchs der Getreidepflanze (Korn und Stroh) als Energieträger eingesetzt. In der Regel wird dabei Wintergetreide (Weizen Roggen, Gerste und Triticale) verwendet. Die Ernte erfolgt in den Monaten Juli bis September, wobei der Wassergehalt zum Erntezeitpunkt bei ca. 30 – bis max. 40 % liegt. Um eine Lagerfähigkeit zu gewährleisten ist der Wassergehalt auf ca. 15 % zu reduzieren. Dies kann durch eine Bodentrocknung oder alternativ durch späte Erntezeitpunkte erreicht werden. Problematisch sind in beiden Fällen die potenziellen Kornverluste (Abbrechen der Ähren, Aufnahmeverluste z.B. im Rahmen der Ballenkette, Nagetierfraß, etc.), welche je nach Verfahren in einem Bereich von 10 – 30 % liegen können<sup>55</sup>.

Hinsichtlich der Eignung zur Verdichtung weisen Getreideganzpflanzen im Vergleich zur Strohpelletierung, aufgrund des Verklebungseffektes der Stärke, eine gute Pelletierfähigkeit auf.

Bezüglich der möglichen Erträge an Getreideganzpflanzen können folgende spezifische Kenngrößen angenommen werden:

**Tabelle 12: Spezifische Kennziffern zur Herleitung des potenziellen Ertrages an Getreideganzpflanzen**

Quelle / Ansatz	t TM / ha*a
KALTSCHMITT, 1997 (klassischer Landbau)	8,1 – 13,9
KALTSCHMITT, 1997 (Extensivlandbau)	5,0 – 9,0
www.infodienst-mlr.de	12
www.fnr.de	10 - 16
www.inaro.de	10
MEISL, 2001 (Massenweizen)	12,0 – 17,0

Der Heizwert von Getreideganzpflanzen liegt in einem Bereich von 17,0 – 17,6 MJ / kg<sup>56</sup>.

Bezüglich der prinzipiellen Nutzung von Lebensmittel zur Energieerzeugung besteht aus Sicht des Verfassers unter Berücksichtigung ethischer und ökologischer Aspekte noch Diskussionsbedarf. Die Grenzen der Nachhaltigkeit erscheinen dabei insbesondere im Hinblick auf zukünftige Entwicklungen (Kostensteigerungen bei fossilen Energieträgern) derzeit noch nicht exakt definiert. Nahezu grotesk mutet in diesem Zusammenhang an, dass die energetische Nutzung des Getreides – zumindest in den europäischen Industrieländern – derzeit mehr Erlös bringt, als die Verwertung über die Lebensmittel- und Futterschiene<sup>57</sup>.

<sup>55</sup> nach KALTSCHMITT, 1997; Anmerkung: eine getrennte Ernte von Korn und Stroh ist im Zusammenhang mit der Gewährung einer Flächenstilllegungsprämie nicht möglich

<sup>56</sup> Quelle: KALTSCHMITT, DREIER et.al, MEISL

<sup>57</sup> Quelle: MEISL, J., Energetische Nutzung des Getreides, unveröffentlicht, 2001

Eine Produktion von Getreideganzpflanzen zur energetischen Verwertung sollte sich daher auf die Stilllegungs-, bzw. Brachflächen beschränken. Die regional verfügbaren Getreideanbauflächen (in Deutschland 6.638.000 ha.<sup>58</sup>) sollten unter Berücksichtigung des regionalen Selbstversorgungsgrades mit Lebensmittel nicht angetastet werden.

### 2.2.2.5 Faserpflanzen

Zu den Faserpflanzen zählen Jute, Baumwolle, Kenaf, Flachs, Hanf und Brennnessel. In Deutschland sind im Hinblick auf ihren Einsatz als Energiepflanzen nur Flachs<sup>59</sup> und mit Einschränkungen<sup>60</sup> Hanf von Bedeutung. Beim Hanfanbau ist darauf zu achten, dass der THC-Gehalt<sup>61</sup> der Pflanze 0,3% nicht überschreiten darf<sup>62</sup>.

Die Erträge für Hanf liegen bei der Ganzpflanzennutzung (Stroh, Korn) in einem Bereich von 10<sup>63</sup> bis 15 t TM / ha<sup>64</sup>. Das mögliche Aufkommen an Hanfstroh liegt mit ca. 4 – 5 t TM / ha deutlich niedriger. Bei Flachs kann mit Erträgen von 6 – 8 t TM/ha gerechnet werden<sup>65</sup>. Zur Ernte 2001 wurden auf 2.000 ha Faserpflanzen angebaut.<sup>66</sup>

Der Heizwert von Hanf beträgt ca. 17,0 – 17,3 MJ / kg<sup>67</sup>.

### 2.2.3 Ölhaltige Biomassen

Der Anbau von ölhaltigen Pflanzen zum Zwecke der Energiegewinnung spielt vor allem im Zusammenhang mit der Pflanzenöl - Nutzung als Treibstoff in Kraftfahrzeugen eine Rolle.

Weltweit kommt hinsichtlich der generellen Produktion von ölhaltigen Pflanzen der Sojabohne die größte Bedeutung zu. Weitere relevante Pflanzen sind Raps, Sonnenblumen, Öllein und Saflordisteln.

In Deutschland, wo auf 1,4 Mio. ha Ölf Früchte produziert<sup>68</sup> werden, spielt der Rapsanbau derzeit mit 1,08 Mio. ha die mit Abstand größte Rolle (zum Vergleich: Sonnenblumenanbau 25.700 ha)<sup>6970</sup>. Zu Non – Food – Zwecken wurde Raps dabei im Jahr 2001 auf 460.000 ha angebaut (überwiegend Stilllegungsflächen). Sieht man von den Flächen ab, auf denen Raps für die Speiseölherstellung angebaut wird, so

<sup>58</sup> statistisches Bundesamt, Stand 1999

<sup>59</sup> hauptsächlich Herstellung von Textilfasern (Leinen)

<sup>60</sup> Abhängigkeiten nach dem Betäubungsmittelrecht; stoffliche Nutzung im Bereich der Faserproduktion (Taue, Seile, Segeltuch, etc.)

<sup>61</sup> THC (Tetrahydrocannabinol): Grundstoff für die Droge Marihuana

<sup>62</sup> Quelle: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bericht des Bundes und der Länder über Nachwachsende Rohstoffe, 1995

<sup>63</sup> nach SCHWEIGER, Anbauversuche im Saarland

<sup>64</sup> [www.infodienst-mlr.bwl.de](http://www.infodienst-mlr.bwl.de);

<sup>65</sup> Quelle: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bericht des Bundes und der Länder über Nachwachsende Rohstoffe, 1995

<sup>66</sup> UFOP Geschäftsbericht 2000/2001

<sup>67</sup> Quelle: NAWARO-Datenbank

<sup>68</sup> Statistisches Bundesamt Deutschland

<sup>69</sup> UFOP Geschäftsbericht 2000/2001

<sup>70</sup> Vorläufigen Angaben zufolge wurden die Anbauflächen 2001 auf 1,14 Mio. ha für Raps und 27.600 ha für Sonnenblumen gesteigert.

könnte theoretisch unter Berücksichtigung der Fruchtfolge- und Standortansprüche in Deutschland die Rapsanbaufläche für den Anbau von Energieraps auf ca. 1 Mio. ha ausgeweitet werden.

Die folgende Tabelle 13 zeigt in diesem Zusammenhang die bisherige Verwendung pflanzlicher Öle und Fette als nachwachsende Rohstoffe im Non – Food - Bereich

**Tabelle 13: Verwendung pflanzlicher Öle und Fette als nachwachsende Rohstoffe in Deutschland<sup>71</sup>**

Jahr	Ölchemie t	Schmier- stoffe t	Biodiesel t	Gesamt t	Flächen- äquivalent ha
1997	100.000	30.000	80.000	210.000	175.000
1998	110.000	35.000	100.000	245.000	204.000
1999	120.000	40.000	130.000	290.000	242.000
2000	130.000	40.000	300.000	470.000	392.000
2001	130.000	40.000	400.000	570.000	475.000

Rapsöl kann in reiner Form, d.h. als gereinigtes, aber chemisch unverändertes Pflanzenöl oder chemisch verändert als Rapsölmethylester (RME) bzw. „Biodiesel“ energetisch genutzt werden. Im Gegensatz zum reinen Rapsöl entspricht Biodiesel im Hinblick auf Qualität und Betriebseigenschaften weitgehend dem konventionellen Dieselmotortreibstoff.<sup>72</sup> Die Vor- und Nachteile von reinem Pflanzenöl lassen sich dagegen wie folgt darstellen<sup>73</sup>:

Vorteile	Nachteile
dezentral herstellbar weniger Rußpartikel als RME enthält kein Schwefel sehr gute Grenzschmierfähigkeit gute biologische Abbaubarkeit sehr geringe Wassertoxizität	hohe Viskosität schlechte Zündwilligkeit höherer Kraftstoffverbrauch

Reines Rapsöl lässt sich entweder dem herkömmlichen Dieselmotortreibstoff zumischen, oder als Treibstoff in speziell angepassten (umgerüsteten) Pflanzenölmotoren, die sich bereits beim Einsatz in Schleppern, Traktoren und Lastkraftwagen in der Praxis bewährt haben, einsetzen. Darüber hinaus eignet es sich als Kraftstoff in stationären Stromerzeugungsgagregaten und Blockheizkraftwerken.

<sup>71</sup> Quelle: UFOP Geschäftsbericht 2000/2001

<sup>72</sup> Quelle: DIW Wochenbericht 28/98 Energie aus Raps: Eine aussichtsreiche Option? <http://www.diw-berlin.de/deutsch/publikationen/wochenberichte/docs/98-28-2.html>; Berlin.

<sup>73</sup> Quelle: www.inaro.de

Hinsichtlich der Flächenerträge kann bei ölhaltigen Pflanzen von folgenden Kennziffern ausgegangen werden:

**Tabelle 14: Spezifische Kennziffern zur Herleitung des potenziellen Ertrages an ölhaltigen Pflanzen**

Quelle / Ansatz	t TM / ha*a
HARTMANN, 1998; Rapskörner	2,5 – 5,5
HARTMANN, 1998; Rapsstroh	3,0 – 5,0
Rapsganzpflanze*	8,0 – 12,0
MEISL, 2001; Rapskorn	2,1 – 4,3
MEISL, 2001; Rapsstroh	5,0
HARTMANN, 1998; Sonnenblumenkörner	2,4 – 3,5
MEISL, 2001; Sonnenblumenkörner	2,7 – 3,6
MEISL, 2001; Sonnenblumenganzpflanze	6,7 – 9,6
MEISL, 2001; Saflorkorn	3,0 – 4,0
MEISL, 2001; Saflorganzpflanze	6,0 – 8,0

\* Quelle: Bericht des Bundes und der Länder über nachwachsende Rohstoffe, 1995

Bei Raps kann nach KALTSCHMITT von einem Ertrag von 1.200 kg Rohöl/ha\*a bzw. 1.140 kg RME/ha\*a ausgegangen werden.<sup>74</sup> Daraus folgt, dass bei einer erweiterten Energieraps - Anbaufläche von 1 Mio. ha etwa 1,1 Mio. t Biodiesel gewonnen werden könnten.<sup>75</sup>

## 2.2.4 Zucker- und stärkehaltige Biomasse

### 2.2.4.1 Allgemeines

Neben Pflanzenölen können auch Bioalkohole zur Erzeugung flüssiger Bioenergieträger verwendet werden. Durch die alkoholische Gärung lassen sich dabei alle Biomassen, welche vergärbaren Zucker oder Stärke enthalten, in Ethanol überführen. Bei stärkehaltigen Biomassen wird die Stärke hierbei zunächst in Zucker umgesetzt.

Das Produkt Ethanol kann als Treibstoff dem normalen Otto- oder Dieselmotorkraftstoff zugemischt werden.

<sup>74</sup> HARTMANN gibt diesbezüglich einen Schwankungsbereich von 1.000 – 2.200 l Öl / ha\*a an

<sup>75</sup> Wieviel Biodiesel kann produziert werden? [http://www.ufop.de/bd\\_faq.html#wievielkann](http://www.ufop.de/bd_faq.html#wievielkann)

### 2.2.4.2 Zuckerhaltige Biomasse

Weltweit sind Zuckerrohr und Zuckerrübe die verbreitetsten Grundstoffe zur Zuckerproduktion<sup>76</sup>. In Deutschland wird Zucker ausschließlich aus Zuckerrüben gewonnen. 1993 betrug die Anbaufläche für Zuckerrüben in Deutschland 522.000 ha. Mit einem durchschnittlichen Ertrag von ca. 55 t Rüben / ha\*a und 8,25 t Zucker / ha\*a wurden 4.333.000 t Zucker erzeugt<sup>77</sup>. 1999 wurden in Deutschland 27.569.000 t Zuckerrüben geerntet.

Zur Verwendung als nachwachsender Rohstoff wurden Zuckerrüben in Deutschland im Jahr 2001 auf ca. 7.000 ha angepflanzt<sup>78</sup>. Die Angaben bezüglich des erreichbaren Ethanolertrages schwanken dabei zwischen 4.530 l/ha\*a<sup>79</sup> und 6.300 l/ha\*a<sup>80</sup>.

### 2.2.4.3 Stärkehaltige Biomasse

Zu den stärkehaltigen Biomassen zählen neben den Getreidesorten Weizen, Roggen und Mais auch Kartoffeln, Reis und Tapioka. Für Deutschland sind davon lediglich Kartoffeln, Mais und Weizen von Bedeutung.

Als nachwachsende Rohstoffe wurden stärkehaltige Pflanzen im Jahr 2001 auf einer Fläche von 125.000 ha in Deutschland angebaut<sup>81</sup>. Stärke spielt als nachwachsender Rohstoff dabei insbesondere eine Rolle im Bereich der Verpackungstoffe, sie kann aber auch durch Vergärung in Bioethanol umgewandelt und dann als Brennstoff genutzt werden.

Der durchschnittliche Ernteertrag für Kartoffeln liegt bei 40 t/ha\*a. Die Kartoffel liefert hierbei Energie - Erträge von ca. 3.900 l Alkohol / ha\*a<sup>44</sup>, Weizen ca. 2.340 l Alkohol/ha<sup>44</sup>

## 2.2.5 Grünmasse / Reststoffe

### 2.2.5.1 Vorbemerkung

Unter Grünmassen und Reststoffen sind im Zusammenhang mit den nachfolgenden Ausführungen sowohl Reststoffe aus der Landschaftspflege als auch landwirtschaftliche Reststoffe und organische Abfallstoffe aus dem Gewerbe und den Haushalten zu verstehen.

---

<sup>76</sup> <http://www.dainet.de/fnr/de/index.htm>

<sup>77</sup> Bericht des Bundes und der Länder über Nachwachsende Rohstoffe 1995; HARTMANN geht von 65 t Rüben / ha\*a aus (bei 15 % TS); GRAF von 15 t TS Rübe / ha\*a und 3,9 t TS Rübenblatt / ha\*a

<sup>78</sup> UFOP Geschäftsbericht 2000/2001

<sup>79</sup> Bericht des Bundes und der Länder über nachwachsende Rohstoffe 1995

<sup>80</sup> Der Landwirt als Energiewirt Biomassenutzung in Europa - ein Überblick / Heinz Kopetz S.7

<sup>81</sup> UFOP Geschäftsbericht 2000/2001

### 2.2.5.2 Reststoffe aus der Landschaftspflege

Reststoffen aus der Landschaftspflege beinhalten sowohl den Grasschnitt als auch den Baum- und Strauchschnitt von öffentlichen sowie privatwirtschaftlichen Flächen (Parks/Anlagen, Straßenbegleitgrün, Streuobstwiesen, Naturschutzflächen..).

Über die zu erwartenden Anfallmengen wurden bereits in Kapitel 2.2.1.2 nähere Angaben gemacht.

### 2.2.5.3 Reststoffe aus der Landwirtschaft

In der Landwirtschaft fallen eine Vielzahl an organischen Substanzen in Form von Reststoffen an. Das Aufkommen an halmgutartigen Biomassen wurde dabei bereits in Kapitel 2.2.2 beschrieben. Als weitere relevante landwirtschaftliche Reststoffe sind in diesem Zusammenhang insbesondere Gülle und Mist aus dem Bereich der Tierhaltung zu thematisieren.

Die energetische Verwertung dieser Abfallprodukte kann in Form einer Biogas – Produktion in Vergärungsanlagen erfolgen, wobei der jeweils zu erwartende Gasertrag sowohl von der Anzahl der anlagenspezifisch verfügbaren Großvieheinheiten, als auch von der Tierart und der Haltungsform abhängt. Aufgrund dieser diversen Einflussfaktoren sind universelle Kennwerte zur Ermittlung von Gaspotenzialen nicht darstellbar. Als Grundlage für eine orientierende Abschätzung sind in der nachfolgenden Tabelle 15 Angaben über den Gasertrag unter Berücksichtigung unterschiedlicher Ausgangs - Substrate zusammengestellt. Neben den Reststoffen sind dabei auch potenzielle Co – Substrate aus dem landwirtschaftlichen Bereich angeführt.

**Tabelle 15: Spezifische Kennziffern zur Herleitung des potenziellen Gas-ertrages für unterschiedliche Substrat- und Tierarten<sup>82</sup>**

Substrat	Mengen- aufkommen	TS - Gehalt (%)	oTS - Gehalt (% TS)	spez. Gas- produktion
Rindergülle	41-68 l/GVE*d	6 - 17	44 - 90	154 – 350 m <sup>3</sup> /t oTS 0,56 – 1,65 m <sup>3</sup> /GVE*d 15 – 25 m <sup>3</sup> / t FS
Rindermist	25-55 kg/Stck*d	12 - 40	65 - 85	308 – 462 m <sup>3</sup> /t oTS 1,5 – 2,9 m <sup>3</sup> /GVE*d 55 – 85 m <sup>3</sup> / t FS
Schweinegülle	35-38 l/GVE*d	2,5 - 13	52 - 85	220 – 637 m <sup>3</sup> /t oTS 0,6 – 1,3 m <sup>3</sup> /GVE*d 30 – 36 m <sup>3</sup> / t FS
Hühnergülle	45-50 l/GVE*d	10 - 34	70 - 80	308 – 722 m <sup>3</sup> /t oTS 3,5 – 6,6 m <sup>3</sup> /GVE*d
Rübenblatt	3,9 t / ha*a	16	79	660 – 830 m <sup>3</sup> /t oTS
Gemüseabfall		5 - 25	76 - 90	660 m <sup>3</sup> /t oTS
Speiseabfälle		9 - 40	55 - 95	830 - 1.000 m <sup>3</sup> /t oTS
Fettabfälle		5 - 20	83 - 100	175 m <sup>3</sup> /MgFS
Erntegras	3 – 6 Mg TS/ha*a	30 - 40	80 - 90	0,45 – 0,6 m <sup>3</sup> /kgTS

<sup>82</sup> diverse Quellen, u.a.: Biogaspraxis; KTBL, Arbeitspapier 249 / Kofermentation, THOME-KOZMIENSKY, Biologische Abfallbehandlung



Das technisch erfassbare Biogaspotential, welches in Deutschland allein aus Mist und Gülle erzeugt werden könnte, liegt nach KALTSCHMITT bei ca. 80,9 PJ/a.

## 2.2.5.4 Organische Abfälle

### 2.2.5.4.1 Vorbemerkung

Das jährliche Aufkommen an biogenen Reststoffen (Bezugsjahr 1997), welches für eine energetische Verwertung in Frage kommt, liegt in Deutschland nach LEIBLE et.al bei rd. 70 bis 80 Mio. t organischer Trockensubstanz (oTS)<sup>83</sup>. Diese Menge entspricht einem spezifischen Aufkommen von ca. 0,9 t (oTS) pro Einwohner und Jahr bzw. einem äquivalenten Heizwert von rd. 450 l Heizöl / E\*a.

Ca. 1/3 dieses Aufkommens – bzw. 0,3 t oTS / E\*a - fällt als organischer Abfall bei der öffentlichen Abfallentsorgung<sup>84</sup> und im produzierenden Gewerbe an und setzt sich v.a. aus Altholz, Papier, Pappe, Klärschlamm, Küchen-, Garten- und Pflegeabfällen mit teilweise stark differierenden qualitativen Eigenschaften<sup>85</sup> zusammen. Die verbleibenden 2/3 entstammen den bereits thematisierten Bereichen der Land- und Forstwirtschaft.

Nachfolgend werden exemplarisch aus dem sehr heterogenen Bereich der organischen Abfälle einige relevante Fraktionen hinsichtlich ihrer Potenziale diskutiert. Wichtig in diesem Zusammenhang erscheinen insbesondere die Stoffströme:

- getrennt erfasste Bioabfälle aus Privathaushalten
- regenerative Anteile der Restabfälle von Privathaushalten und Gewerbebetrieben
- produktionsspezifische Abfälle
- Klärschlämme

### 2.2.5.4.2 Getrennt erfasst Bioabfälle aus Privathaushalten

Um Stoffstromszenarien im Bereich der Bioabfälle entwickeln zu können, ist eine genaue Kenntnis der spezifischen Vertrauensbereiche für die diese Abfallart unabdingbar. Nachfolgend werden diesbezüglich einige aktuelle Entwicklungen von Bioabfallmengen (teilweise) anhand einer Analyse der Abfallbilanzen verschiedener Bundesländer<sup>86</sup> aufgezeigt. Es ist anzumerken, dass eine Vergleichbarkeit der Länderabfallbilanzen untereinander nur eingeschränkt möglich ist, da bislang noch keine bundeseinheitliche Vorgabe zur Erstellung von Bilanzen existiert. Probleme und Ungenauigkeiten ergeben sich insbesondere aus der teilweise sehr unterschiedlich gehandhabten Zuordnung einzelner Abfallarten.

<sup>83</sup> Quelle: L. LEIBLE et.al Energetische Nutzung biogener Abfälle, TA Datenbank-Nachrichten, Nr. 1, 9. Jahrgang - März 2000 <http://www.itas.fzk.de> (Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse, Karlsruhe)

<sup>84</sup> z.B. Privathaushalte, Gewerbe-/Handwerksbetriebe, Gaststätten, Hotels, kommunale Einrichtungen

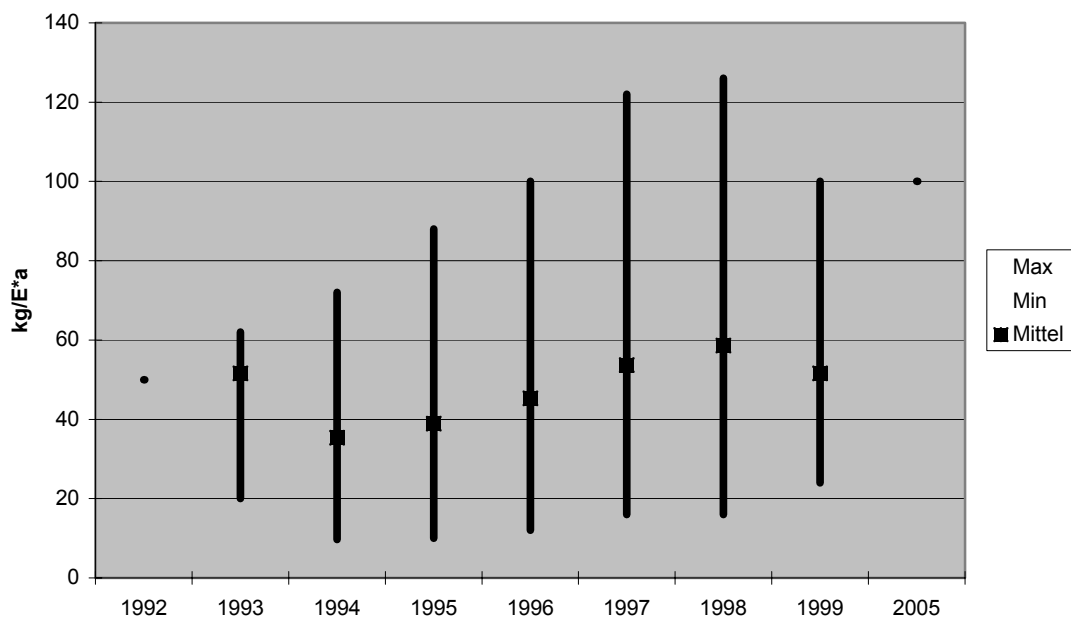
<sup>85</sup> von trockenen, strukturreichen (z.B. Papier, Holz) bis feuchten, strukturarmen (z.B. Klärschlamm, Speiseabfälle, Fallobst) Materialien

<sup>86</sup> untersuchte Länderabfallbilanzen von: Baden-Württemberg, Brandenburg, Hessen, Mecklenburg – Vorpommern, Niedersachsen, Nordrhein – Westfalen, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein, Thüringen; Bezugsjahre waren zum Redaktionsschluss die Bilanzen für 1998 bzw. 1999

Auch bei den getrennt erfassten **Bioabfallmengen** basieren die länderspezifischen Angaben nicht immer auf einer vergleichbaren Datengrundlage. Insbesondere die Zuordnung von kommunal erfassten Grünschnittmengen kann dabei oftmals nicht eindeutig vom Bioabfallaufkommen abgegrenzt werden. Unabhängig davon ist die mögliche Bandbreite spezifischer Bioabfall - Aufkommen im Bereich der untersuchten Bundesländer in der nachfolgenden Abbildung 5 aufgezeigt. Ein wichtiger Eckwert im Hinblick auf die Beurteilung der nachfolgenden Angaben bezieht sich dabei auf den Anschlussgrad der Bevölkerung an die Biotonne. Diesbezüglich konnten in einer bundesweiten Befragung zur Bioabfallererfassung<sup>87</sup> für den Zeitraum 1997 / 98 folgende Informationen in Erfahrung gebracht werden:

- ca. 77 % der Verwaltungseinheiten<sup>88</sup> in Deutschland verfügen über eine Biotonne; davon praktizieren 75 % eine flächendeckende Erfassung
- der mittlere Anschlussgrad an die Biotonne liegt bei den Verwaltungseinheiten mit Biotonne bei ca. 54 % (45 % bezogen auf ganz Deutschland)

**Abbildung 5: Min. / Max. und mittleres spez. Aufkommen an Bioabfällen verschiedener Bundesländer**



Bei einem für die Verwaltungseinheiten mit Biotonne ermittelten Anschlussgrad von 54 % kommt die oben zitierte Befragung<sup>89</sup> zu folgenden Aussagen:

- das hergeleitete mittlere spezifische Bioabfall - Aufkommen liegt bei 52 kg/E\*a
- Verwaltungseinheiten ohne Biotonne produzieren im Mittel ca. 16 % (27 kg/E\*a) mehr Resthausmüll als Verwaltungseinheiten mit Biotonne<sup>90</sup>

<sup>87</sup> FRICKE, K., et.al., Bundesweite Umfrage zur Optimierung der Bioabfallsammlung, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, 2000

<sup>88</sup> hier: öffentlich – rechtliche Entsorgungsträger (Landkreise, kreisfreie Städte, Verbände)

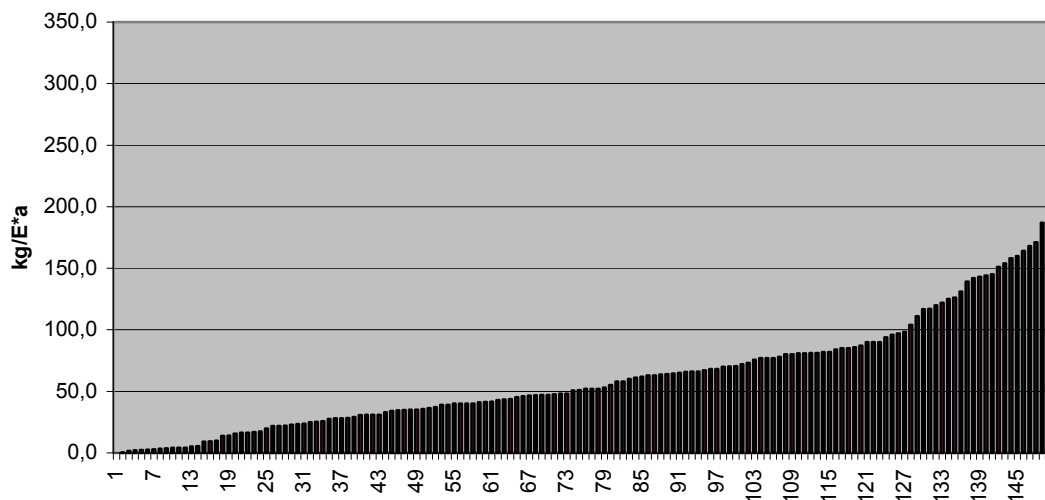
<sup>89</sup> Quelle: Fußnote 87

<sup>90</sup> zum Vergleich: im Saarland produzieren die Gemeinden ohne Biotonne ca. 29,5 % mehr Resthausmüll als die Gemeinden mit Biotonne

- Restorganikgehalte (im Resthausmüll) von ca. 30 kg/E\*a sind als Zielgröße erreichbar; bei Restorganikgehalten im Bereich von 70 – 90 kg/E\*a sind deutliche Defizite im Trennverhalten der Bevölkerung zu unterstellen.

Die nachfolgende Abbildung 6 verdeutlicht im Rahmen einer Auswertung der Angaben von ca. 150 Gebietskörperschaften im Bereich der untersuchten Bundesländer nochmals die oben aufgezeigten Zusammenhänge.

**Abbildung 6: Spezifisches Aufkommen an Bioabfällen bei öffentlich – rechtlichen Entsorgungsträgern (zum Zeitpunkt 1998)**



Hinsichtlich der energetischen Nutzungsmöglichkeiten von Bioabfällen sind die qualitativen Abhängigkeiten einzelner Herkunftsbereiche zu berücksichtigen. Während Küchenabfälle (insbesondere Material aus innerstädtischen Bereichen) aufgrund ihres hohen Wassergehaltes besonders interessant für eine Verwertung in Biogasanlagen sind, stellt sich die Situation im Bereich der Gartenabfälle differenzierter da. Der Anteil an Strauch- und Baumschnitt in diesem Bereich könnte in Verbrennungsanlagen genutzt werden. Grasschnitt dagegen eignet sich wiederum eher für eine Vergärung. Die Erfassungsmodalitäten (z.B. Gebührenstruktur, zu erfassende Stoffe, Öffentlichkeitsarbeit,...) der Biotonne müssen somit im Hinblick auf ein funktionierendes Gesamtsystem diesen Abhängigkeiten Rechnung tragen.

Die zugehörigen Kennziffern für eine anaerobe Bioabfallverwertung sind in der Tabelle 16 zusammengestellt.

Ein weiterer organischer Abfall, der im Bereich der Privathaushalte anfallen kann, ist **Altspisefett**. Es handelt sich hier um Stoffe wie z.B. gebrauchtes Speisefett und – öl, Schmalz, Öle von eingelegten Speisen sowie verdorbene und abgelaufene Speisefette / Öle, welche gewöhnlich über den Ausguss, das WC oder den Hausmüll entsorgt werden. Werden diese Materialien – welche als Substrat für Biogasanlagen oder als Sekundärrohstoff für Biodiesel eingesetzt werden können - über ein getrenntes Sammelsystem erfasst, kann nach Erfahrungen aus Österreich mit einem Stoffstromaufkommen von 0,5 – 2,8 kg / E\*a gerechnet werden<sup>91</sup>.

<sup>91</sup> Quelle: Info – Broschüre „Sammeln Sie Speisefett“, GVA Tulln

**Tabelle 16: Spezifische Kennziffern für organische Abfälle aus Privathaushalten**

Substrat	Mengen- aufkommen	TS - Gehalt (%)	oTS - Gehalt (% TS)	spez. Gas- produktion
Bioabfall	50 - 150 kg/E*a	30 - 50	50 - 90	80 – 120 m <sup>3</sup> /Mg FS
Küchenabfälle	30 – 80 kg/E*a	10 - 40	60 - 95	660–1.000 m <sup>3</sup> /MgoTS
Gartenabfälle	20 - > 250 kg/E*a	15 – 90 (40)	25 – 90	
Altspeisefett	0,5 – 2,8 kg/E*a	5 - 20	83 - 100	175 m <sup>3</sup> / MgFS bis 1.300 m <sup>3</sup> /MgoTS

### 2.2.5.4.3 Regenerative Anteile der Restabfälle von Privathaushalten und Gewerbebetrieben

Die Abfallwirtschaft kann im Sinne der Nachhaltigkeit einen relevanten Beitrag zur Ressourcenschonung liefern. Dies gilt insbesondere dann, wenn regenerative Abfallanteile als Energieträger verfügbar gemacht werden. Vor diesem Hintergrund erhält auch das am 01.04.2000 in Kraft getretene Erneuerbare – Energien – Gesetz im Zusammenhang mit der Biomasseverordnung für den Abfallbereich eine erhöhte Relevanz. Danach sind als Überschneidungsbereiche zwischen erneuerbaren Energieträgern und dem Abfallbereich derzeit in erster Linie die Fraktionen Altholz, Bioabfall und Klär- / Deponiegas zu nennen. Gemischte Siedlungsabfälle werden – obgleich KERN<sup>92</sup> ermittelt hat, dass ca. 55 % des Restabfallaufkommens regenerativen Ursprungs ist<sup>93</sup> – momentan noch nicht als Biomasse und somit im Sinne des EEG begünstigungsfähig anerkannt. Es ist jedoch davon auszugehen, dass im Rahmen der Zwänge, die sich aus den Vorgaben des Kyoto – Protokolls zur Reduktion des CO<sub>2</sub> – Ausstoßes ergeben, aufbereitete Abfälle (z.B. im Sinne des Trockenstabilisierungsverfahrens) europaweit in verstärktem Maße den Charakter der Erneuerbarkeit erhalten werden.

### 2.2.5.4.4 Organische Abfälle gewerblichen Ursprungs

Biogene Gewerbeabfälle fallen in verschiedenen Branchen in relevanten Mengen mit unterschiedlichen stofflichen Eigenschaften bei Produktionsprozessen auf der Basis pflanzlicher oder tierischer Rohstoffe an. Sie basieren teilweise auf gebietsspezifischen Abhängigkeiten (z.B. Weinbauregionen, Fischverarbeitung), so dass hier – mangels einer entsprechenden Übertragbarkeit - nicht auf allgemeingültige Kennziffern zurückgegriffen werden kann.

Als Haupterzeuger von biogen – organischen Abfällen kommen, neben den bereits behandelten Bereichen der Landwirtschaft und der Entsorgungswirtschaft insbesondere die in der nachfolgenden Tabelle 17 zusammengestellten Branchen in Frage.

<sup>92</sup> Quelle: Kern, Sprick, Abschätzung des Potenzials an regenerativen Energieträgern im Restmüll, in: Bio- und Restabfallbehandlung V, Witzenhausen – Institut, 2001

<sup>93</sup> für Deutschland entspricht dies einem Mengenaufkommen von ca. 13,3 Mio. Mg an regenerativen Abfällen, von dem der überwiegende Anteil aus der Fraktion Organik stammt (ca. 5,2 Mio. Mg), gefolgt von Papier, Pappe, Karton (2,7 Mio. Mg) und Holz (1,8 Mio. Mg).

**Tabelle 17: Haupterzeuger von organischen Abfällen aus Industrie und Gewerbe<sup>94</sup>**

Branche	Gewerbe	
Agrarindustrie, Landwirtschaft und gewerbliche Gärtnereien	Pflanzenproduktion Tierproduktion	Futtermittelindustrie Gartenanbau
Ernährungs- und Genussmittelindustrie	Mälzereien Brauereien Brennereien Weinkellereien Stärkeindustrie Speiseöl- und Fettindustrie Zuckerfabriken Schlacht- und Fleischverarbeitungsbetriebe Fischverarbeitung Räucherwarenindustrie	Obst- und Gemüseverarbeitung, Kartoffelverarbeitung Molkerei, Käserei Verarbeitung von Kakao und Nüssen Herstellung von Schokolade Kaffeeindustrie Hautleim- und Gelatineindustrie Hefefabriken Backwarenindustrie Mahl- und Schälmaschinen
Chemische Industrie	Zitronensäureproduktion	Penicillinproduktion
Entsorgungswirtschaft	Schlamm aus der Abwasserreinigung Grünabfälle der Naturschutz- und Grünflächenämter Bioabfall	Tierkörperbeseitigungsanlagen Abfall aus der Gewässerunterhaltung
Dienstleistungsgewerbe	Gastronomie Großküchen	Catering und Flughäfen
Handel	Lebensmittelhandel Wochen- und Privatmärkte, Markthallen	Blumen-, Obst und Gemüse- großmärkte Großmärkte
sonstiges Gewerbe	Ledererzeugung und -verarbeitung	

Exemplarisch können dabei im Sinne einer groben Orientierung folgende spezifische Mengenansätze unterstellt werden<sup>95</sup>.

**Tabelle 18: Exemplarische Kennziffern für organische Abfälle aus Gewerbebetrieben<sup>96</sup>**

Abfall	Mengenaufkommen	TS - Gehalt (%)	oTS - Gehalt (% TS)
Marktabfälle	1,1 – 3,4 kg/E*a	5 - 25	76 – 90
überlagerte Nahrungsmittel*	ca. 11 kg/E*a		
Backwarenabfälle*	ca. 3 kg/E*a		
Treber*	ca. 15 kg/E*a	20 - 25	66 – 90
Obst-, Getreide- und Kartoffel- schlempen*	ca. 10 kg/E*a	12 - 15	90
Trester*	ca. 3 kg/E*a	25 - 45	80 – 90
Hefe und hefeähnl. Rückstände*	ca. 2,5 kg/E*a		
Fettabscheiderinhalte*	ca. 2,5 kg/E*a	35 - 70	96
Knochenabfälle / Hautreste*	ca. 10 kg/E*a	57	63
Innereien / Konfiskate*	ca. 1,5 kg/E*a	20	
Magen- und Darminhalte*	ca. 3 kg/E*a	11 - 19	80 – 88
Schäl- Putz- Passierrückstände*	ca. 20 kg/E*a		
Abfälle aus Molkerei und Käserei	ca. 30 kg/E*a	1 - 15	
Abfälle aus Großküchen / Kantinen**	ca. 10 kg/E*a		

\* Bezug: Mecklenburg – Vorpommern; \*\* bezug Landkreis Mettmann

<sup>94</sup> Quelle: KAUTZ, O., Charakterisierung und Aufkommen der Abfälle, in Thomé-Kozmiensky, Biologische Abfallbehandlung, EF-Verlag, Berlin, 1995

<sup>95</sup> Anmerkung: Eine Übertragbarkeit der Daten ist nur eingeschränkt möglich !

<sup>96</sup> diverse Quellen aus Thomé- Kozmiensky, Biologische Abfallbehandlung, ANS

In den Bundesländern Hessen und Rheinland – Pfalz wird nach WIEMER von einem Aufkommen an gewerblicher Organik von ca. 300 kg pro Erwerbstätigem und Jahr ausgegangen<sup>97</sup>.

Aufgrund der stark heterogenen Qualitäten ist hinsichtlich der energetischen Biomasseverwertung bei organischen Abfällen aus dem Gewerbe keine eindeutige Nutzungsschiene (z.B. Biogas, Treibstoff, Verbrennung) darstellbar.

#### 2.2.5.4.5 Klärschlamm

Zum Bezugsjahr 1998 waren in Deutschland 91 % der Wohnbevölkerung an Kläranlagen angeschlossen<sup>98</sup>. Das spezifische **Aufkommen an Klärschlamm** aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen schwankte dabei zwischen 16 und 35 kgTS pro angeschlossenen Einwohnergleichwert (EW) und Jahr (bzw. 23 – 60 kgTS pro angeschlossenen Einwohner (E) und Jahr). Die Mittelwerte in Deutschland lagen bei 21 kg TS/EW \* a bzw. 34 kg TS / E \* a.

Insgesamt fiel im Jahr 1998 in Deutschland eine Klärschlammmenge von ca. 2,5 Mio. Mg TS an, welche zu 9,3 % noch über Deponien, zu 67,6 % über eine stoffliche Verwertung, zu 17,8 % über eine thermische Behandlung und zu 5,3 % über eine Zwischenlagerung entsorgt wurde<sup>99</sup>.

Energetisch relevant im Zusammenhang mit einer Nutzung von Biomasse ist das bei der Klärschlammfäulung entstehende Biogas (Klärgas) sowie der Heizwert der Klärschlamm – Trockensubstanz.

Die **Biogasausbeute** von unvergorenem frischem Schlamm aus kommunalen Kläranlagen beträgt im Durchschnitt 0.39 – 0.41 m<sup>3</sup>/kg oTS<sup>100</sup>. Der Anteil an organischer Trockensubstanz liegt bei unausgefaultem Schlamm bei ca. 60 – 70 %TS und bei Faulschlamm bei ca. 40 – 60 %TS<sup>101</sup>. Bei einer Umfrage (1999) unter 15 deutschen Kläranlagen (Größenklasse (GK) 5 > 100.000 EW Anschlusswert) betrug die durchschnittliche Gasausbeute ca. 22 l/EW\*d, was einem Energieertrag von 52 kWh/EW\*a entspricht (65% CH<sub>4</sub>, Heizwert H<sub>u</sub> von Methan: 10 kWh/Nm<sup>3</sup>)<sup>102</sup>.

Der Heizwert von Klärschlamm bewegt sich in einem Bereich von ca. 8 MJ/kgTS (Faulschlamm) bis ca. 15 MJ/kgTS (unausgefaulter Schlamm)

Sonstige Abfälle aus der Abwasserreinigung wie z.B. **Rechengut und Sandfangrückstände** fallen in Summe mit einem spezifischen Aufkommen von ca. 4,2 – 6,8 kg pro angeschlossenen Einwohner und Jahr an.

<sup>97</sup> Quelle: WIEMER et.al., Gewerbeabfallkataster Saarland 1996 / 97, KABV Saar, unveröffentlicht; **Anmerkung:** gemäß der in Abschnitt 3.5.3 durchgeführten Plausibilitätskontrolle dürfte es sich hierbei um Gesamt – Potenziale handeln (beseitigte und bereits verwertete Mengen)

<sup>98</sup> der länderspezifische Schwankungsbereich lag dabei zwischen 57,8 % (Thüringen) und ca. 100 % (Bremen)

<sup>99</sup> Quelle: Esch, B., Loll, U., Aktuelle Klärschlamm-mengen und – qualitäten sowie Entsorgungswege in Deutschland, in KA – Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall 2001 (48) Nr.11

<sup>100</sup> Quelle: FRUNZKE (1999) Erzeugung von regenerativer Energie aus organischen Industrieabfallstoffen in Biogasanlagen, Vortrag anlässlich der "Oberfränkischen Energietage" (25-27.01.1999); [http://www.bioteg.de/vortrag\\_01.htm](http://www.bioteg.de/vortrag_01.htm).

<sup>101</sup> Thomé-Kozmiensky, Verantwortungsbewusste Klärschlammverwertung, TK-Verlag, Neuruppin, 2001

<sup>102</sup> Quelle: LEIBLÉ et. al. siehe Fußnote 83

### 3. Potenziale im Saarland

#### 3.1 Holzartige Biomasse

##### 3.1.1 Waldrestholz

Die Nutzung von Waldholz zum Zwecke einer stofflichen oder energetischen Verwertung hat sich an der Maxime einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung auszurichten. Insofern ist – als theoretischer Ansatz - die maximale Holzmenge, die dem Wald jährlich entnommen werden darf durch den jährlichen Zuwachs vorgegeben. Da darüber hinaus Aspekte des Nährstoff- und Wasserhaushaltes sowie des Bodenschutzes zu berücksichtigen sind, ist zusätzlich ein Potenzial an technisch gewinnbaren Holzmenngen zu definieren, welches vermeidet, dass unzulässig große Mengen an Nährstoffen und Biomasse dem Ökosystem Wald entzogen werden<sup>103</sup>.

Das Saarland verfügt über eine Waldfläche von 85.820 ha<sup>104</sup>. Davon sind ca. 44 % Staatswald, 31 % Kommunalwald und ca. 25 % Privatwald<sup>105</sup>. Hinsichtlich der Baumarten verfügt ca. 62 % der Waldfläche über einen Bestand an Laubbäumen (Eiche, Buche, Edellaubbäume, Weiden, ...) und ca. 38 % über einen Bestand an Nadelbäumen (Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche, Douglasie, ...). Der derzeitige Nachhaltigkeitsansatz im Saarland sieht bei einem IST – Vorrat von 253 Vfm / ha<sup>106</sup> einen zukünftigen Soll – Vorrat von 300 – 310 Vfm / ha (2010 ca. 287 Vfm / ha) vor. Um dieses Ziel zu erreichen, werden bezogen auf einen effektiven jährlichen Zuwachs von 11,9 Vfm / ha\*a lediglich 51 % (= 6,1 Vfm / ha\*a bzw. 4,9 Efm / ha\*a) eingeschlagen. An Nutzungsanteilen beziehen sich dabei ca. 58 % auf Laubbäume und ca. 42 % auf Nadelbäume<sup>107</sup>.

Unter Berücksichtigung der obigen Angaben sowie der Kennziffern nach Tabelle 3 lassen sich danach folgende Potenziale abschätzen:

**Tabelle 19: Potenziale an Waldrestholz im Saarland (bei 85.820 ha)**

Ansatz	Kennziffer (t TM / ha*a)	Holzmenge (t TM / a)	Energiemenge (GJ / a)
theoretisches Potenzial*	1,6 – 2,0	137.300 – 171.600	2.471.000 – 3.089.000
technisches Potenzial*	0,60 – 0,85	51.500 – 72.950	927.000 – 1.313.000
theoretisches Potenzial**	1,23	105.600	1.900.800
zulässiger Hiebsatz Vfm***	2,99	256.600	4.618.800
derzeitige Nutzung Efm***	2,09	179.400	3.229.200
technisches Potenzial***	0,90	77.240	1.390.320

\* gemäß den allgemeinen Kennziffern nach Tabelle 3

\*\* gemäß den Angaben SaarForst: theoretisch nutzbarer Anteil 2,5 m<sup>3</sup> / ha\*a

\*\*\* gemäß den Angaben SaarForst: zulässiger Einschlag (Nachhaltigkeitshieb) von 6,1 Vfm / ha\*a (bzw. 4,9 Efm / ha\*a) – 4,275 Efm / ha\*a (Nutzungsanteil) = 1,825 fm / ha\*a

<sup>103</sup> nach KALTSCHMITT (1993) können ca. 35 % des Zuwachses entnommen werden, ohne dass eine Humusverarmung eintritt

<sup>104</sup> Quelle: Statistisches Landesamt, Stand 1997

<sup>105</sup> Quelle: persönliche Auskunft SaarForst, Herr Allmannsberger

<sup>106</sup> Vfm = Vorratsfestmeter (Biomasse incl. Rinde, Schwachholz, Kronenholz, etc.); Efm = Ertragsfestmeter (Nutzholz)

<sup>107</sup> Quelle: persönliche Auskunft SaarForst, Herr Mate

Auf der Grundlage der obigen Herleitungen – welche teilweise auf einer sehr heterogenen Datenlage aufbauen – kann nunmehr für das Saarland ein energetisch nutzbares Potenzial an Waldresthölzern in einem Vertrauensbereich von 920.000 – 1.390.000 GJ / a unterstellt werden. Konservativ ist somit von einem technischen Ansatz von **ca. 1 Mio. GJ / a** auszugehen. Die regionale Verteilung dieser Potenziale ist im Anhang 5 zusammengestellt.

Werden die Erfahrungswerte hinsichtlich der wirtschaftlichen Potenziale aus der Tabelle 3 angesetzt, kann bei einer mittleren spezifischen Ertragssituation von 0,31 t TM / ha\*a ein ‚wirtschaftlich‘ (siehe Anmerkungen in Abschnitt 2.2.1.1) gewinnbares Waldrestholzpotenzial von **ca. 475.000 GJ / a** angenommen werden. Zu einer ähnlichen Größenordnung gelangt man, wenn die derzeit eingeschlagenen Ertragsfestmeter (4,9 Efm / ha\*a) mit den tatsächlich genutzten (ca. 4,275 Efm / ha\*a) in Relation gesetzt werden<sup>108</sup>.

Vorhergegangene Untersuchungen zum Biomassepotenzial im Saarland kamen hinsichtlich der verfügbaren Waldrestholzmengen zu folgenden Resultaten:

- 1.315.440 GJ / a; *Saarländische Energieagentur, Potential of Biomass in the Saarland, Thermie B, 1997*
- 772.840 GJ / a; *DLR / ZSW, Klimaschutzkonzept Saarland<sup>109</sup>,*
- 962.000 GJ / a; *RAPP; Holzpotenzial für energetische Biomassenutzung, II. Euro-solkonferenz, Berlin, 2000*

Hinsichtlich der Abschätzung von Biomassenpotenzialen aus Landschaftspflegearbeiten liegt eine sehr heterogene Basis an Grunddaten und spezifischen Kennziffern vor, so dass entsprechende Mengenangaben u.U. mit sehr großen Fehlern behaftet sein können. Ergänzend ist anzumerken, dass z.B. Restholz aus dem Schneiden von Obstbäumen (ca. 178 ha Obstanbauflächen / ca. 3,8 t / ha Schnittreste<sup>110</sup> = ca. 680 t / a) häufig bereits als Brenn- / Scheitholz genutzt wird und somit nicht als zusätzlich abschöpfbares Potenzial zur Verfügung steht.

Als Biomassequelle kann dagegen der kommunal erfasste Grünschnitt gewertet werden, welcher bislang in kommunaler Zuständigkeit mehr oder minder effizient zu Kompost verarbeitet wird. Das Grünschnittpotenzial wird im Saarland derzeit nicht statistisch erfasst<sup>111</sup>. Einer Umfrage von 1993 nach, werden in den kommunalen Kompostierungsanlagen ca. 197.600 m<sup>3</sup> bzw. ca. ca. 39.500 Mg<sup>112</sup> Grünschnitt pro Jahr angeliefert<sup>113</sup>.

Aussagen zur Zusammensetzung der erfassten Materialien im Hinblick auf holzige Anteile liegen nicht vor. Aufgrund von Erfahrungswerten von Anlagenbetreibern wird diesbezüglich ein Wert von ca. 60 – 80 Gew.-% angesetzt (Rest: Grasschnitt, Laub). Das theoretische Holzpotenzial aus Grünschnitt reduziert sich somit auf ca. 23.700 –

<sup>108</sup>  $4,9 - 4,275 = 0,625 \text{ Efm} / \text{ha}^* \text{a} = 0,31 \text{ t TM} / \text{ha}^* \text{a}$

<sup>109</sup> es wurde hier mit 4,2 MWh / t mit einem vergleichsweise niedrigen spezifischen Energieinhalt gerechnet, die zugrunde gelegte Holzmenge war mit ca. 52.000 t / a mit den Ansätzen gemäß Tabelle 8 vergleichbar

<sup>110</sup> Ergebnisse aus Werder in SCHAUMANN (1996)

<sup>111</sup> persönliche Auskunft Landesamt für Umweltschutz Saarland

<sup>112</sup> das spezifische Aufkommen liegt somit in einem Bereich von ca. 37 kg/E\*a; das angesetzte Schüttgewicht von 0,2 Mg/m<sup>3</sup> erscheint dabei jedoch etwas hoch gegriffen.

<sup>113</sup> Quelle: Ministerium für Umwelt, Unsere Umwelt 2 / 94 Magazin für Umwelt und Naturschutz im Saarland



31.600 Mg / a bzw. ca. 15.400 - 20.500 Mg TS / a<sup>114</sup>. Diese Menge ist in Gänze nicht verfügbar, da sie zumindest in Teilbereichen als Strukturmaterial für die Kompostierung benötigt wird.

Werden die in Abschnitt 2.2.1.2 dargestellten spezifischen Kenngrößen zur Abschätzung herangezogen, ergibt sich bezüglich der theoretisch nutzbaren Mengen ein Schwankungsbereich zwischen ca. 4.500 – 30.700 Mg TS / a. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass bei den Maximalmengen auch Biomassen beinhaltet sind, die in der Regel vor Ort belassen werden (z.B. Verblasen des Häckselmaterials aus der Pflege von Straßenbegleitgrün) wird nunmehr für das Saarland ein technisches Potenzial von ca. 6.000 Mg TS / a bzw. **ca. 100.000 GJ / a** angenommen.

Vorhergegangene Untersuchungen der Saarländischen Energieagentur (1997) beziehen sich lediglich auf die Resthölzer aus der Straßenpflege und setzen diesbezüglich ein Potenzial von ca. 38.000 GJ / a an.

Für den gesamten Bereich des (Wald-) Restholzes wird somit von einem technischen Potenzial von ca. **1,1 Mio. GJ / a** ausgegangen.

### 3.1.2 Kurzumtriebshölzer

Zur Gewinnung von Biomasse aus Kurzumtriebshölzern (Weide, Pappel) kommen, wie für sonstige Energiepflanzen auch, landwirtschaftliche Stilllegungs- und sonstige Brachflächen in Frage. Die Ausweitung des Anbaus von Energiepflanzen auf derzeit für den Anbau von Nahrungsmitteln genutzten Ackerflächen erscheint angesichts der derzeitigen Lebensmittel – Versorgungssituation im Saarland<sup>115</sup> nicht zulässig. U.a. auch aus diesem Grund erscheint es nicht sinnvoll Stilllegungsflächen mit potenziellen Nahrungsmitteln als Energiepflanzen (z.B. Mais, Getreide, Raps) zu bestücken. Den extensiv anbaubaren Kurzumtriebshölzern sind somit vor diesem Hintergrund gegenüber anderen Energiepflanzen gewisse Vorteile einzuräumen.

Hinsichtlich der theoretisch verfügbaren Fläche wird derzeit im Saarland von 3.945 ha ausgegangen, für die eine Stilllegungsprämie gezahlt wird, bzw. die als sonstige Brachflächen zu werten sind (10 % der gesamten Ackerbaufläche). Die regionale Verteilung nach Landkreisen stellt sich dabei wie folgt dar:

**Tabelle 20: Regionale Verteilung der Brachflächen im Saarland<sup>116</sup>**

Region	Brachfläche (ha)	Anteil am Ackerland (%)
Stadtverband Saarbrücken	382	12
Landkreis Merzig - Wadern	926	10
Landkreis Neunkirchen	190	6
Landkreis Saarlouis	1.189	12
Saarpfalz - Kreis	542	8,5
Landkreis St. Wendel	715	10
<b>Saarland</b>	<b>3.945</b>	<b>10</b>

<sup>114</sup> bei einem angenommenen TS – Gehalt von 65 %

<sup>115</sup> nach Auskunft der Landwirtschaftskammer liegt der Lebensmittel - Eigenversorgungsanteil z.B. bei Getreide derzeit lediglich bei ca. 40 %

<sup>116</sup> Quelle: Statistisches Landesamt, Bodennutzung 1999

Die möglichen Erträge bei Kurzumtriebshölzern sind in Tabelle 4 unter Berücksichtigung unterschiedlicher Erfahrungswerte dargestellt. Der nachfolgenden Hochrechnung wird dabei – als konservativer Ansatz - ein mittlerer Ertrag von 9 t TM / ha\* a basierend auf den saarländischen Erfahrungswerten nach SCHWEIGER (2001) zugrunde gelegt.

In Abhängigkeit der jeweiligen Rahmenbedingungen (Anteil der jeweiligen Flächennutzung, Anbau sonstiger Energiepflanzen) lässt sich somit für das Saarland ein theoretisches Potenzial aus Energiehölzern in einem Bereich von 0 – 35.500 t TM / a bzw. **0 – 639.000 GJ / a** abschätzen.

### 3.1.3 Industrierestholz

Unter Berücksichtigung der in Tabelle 6 aufgezeigten spezifischen Ansätze lässt sich für das Saarland ein theoretisches Aufkommen an Industrieresthölzern von ca. 120.000 t TM / a abschätzen. Diese Herleitung ist jedoch kritisch zu werten, da sich z.B. unserer Erkenntnis nach die größeren Sägewerke in der Umgebung in Rheinland – Pfalz befinden, während im Saarland nur noch zwei Werke von Bedeutung und einige kleinere Werke bestehen. Die kleineren Werke beliefern eigenen Angaben zufolge entweder die Spanplattenindustrie oder verwerten die anfallenden Hölzer selbst. Mengenangaben konnten im Allgemeinen nicht gemacht werden. Die beiden größeren Sägewerke, welche noch im Saarland bestehen, sind die der Firmen Krämer und Morgenstern. Die Firma Krämer gibt an, dass ca. 2.500 m<sup>3</sup> Sägespäne pro Jahr anfallen und nur 350 m<sup>3</sup> davon einer Verwertung zukommen. Die Sägereste der Firma Morgenstern gehen ausschließlich in die Spanplatten- und Papierindustrie.

Ältere Untersuchungen der SAARLÄNDISCHEN ENERGIEAGENTUR (1997) gehen von einem Aufkommen an Sägewerksresthölzern von ca. 13.000 t / a aus. In der selben Untersuchung werden die Ergebnisse einer Recherche der Handwerkskammer zitiert, wonach zusätzlich ca. 5.800 t / a an Industrieresthölzern aus dem Bereich der Schreinereien anfallen. Eine aktuell durchgeführte telefonische Befragung von 51 Schreinereien im Saar – Pfalz – Kreis ergab, dass bei 92 % der auskunftsbereiten und erreichten Unternehmen<sup>117</sup> ein Großteil der anfallenden Holzreste in eigenen Öfen verbrannt wird. Lediglich 14 % von denjenigen geben zusätzlich geringe Mengen an Entsorger ab. 8 % der befragten Unternehmen müssen ihre Reste gegen ein Entgelt entsorgen.

Als zusätzliche punktuelle Anfallstellen für Industrieresthölzer sind die Unternehmen der saarländischen Holzwerkstoffindustrie zu nennen. Hier fallen Mengen in einer Größenordnung von ca. 19.000 t / a an, welche allerdings zu 100 % in eigenen Anlagen verwertet werden.

Insgesamt ist somit aufgrund der obigen Betrachtungsansätze von einem theoretischen Potenzial von ca. 40.000 t TM / a bzw. **ca. 720.000 GJ / a** auszugehen. Ein Großteil dieser Potenziale geht bereits in definierte Verwertungsschienen so dass hinsichtlich zusätzlich aktivierbarer Mengen für die energetische Verwertung lediglich ein geringerer Anteil insbesondere aus dem Bereich der Sägewerksresthölzer sowie der Holzverarbeitenden Industrie bei entsprechenden wirtschaftlichen Anreizen mobilisierbar erscheint.

<sup>117</sup> 50 % der befragten Unternehmen

### 3.1.4 Gebrauchtholz

Gebrauchtholzpoteziale sind insbesondere im Baubereich, im Bereich der Verpackungshölzer sowie im Sperrmüll zu lokalisieren. Hinsichtlich der entsprechenden Mengenaufkommen kann, ausgehend von den in Tabelle 7 zusammengestellten Erfahrungswerten für das Saarland ein Vertrauensbereich von ca. 80–100 kg atro/E\*a zugrunde gelegt werden. Daraus ergibt sich ein theoretisches Potenzial von ca. 85.760 – 107.200 t atro / a bzw. **ca. 1.560.800 – 1.951.000 GJ / a**.

Dieser Herleitung können folgende Grunddaten des Saarlandes gegenüber gestellt werden:

**Tabelle 21: Abschätzung des Gebrauchtholzaufkommens im Zuständigkeitsbereich des Entsorgungsverbandes Saar<sup>118</sup>**

Abfall	Menge (Mg/a)	Holzanteil (Gew.-%)	Holzmenge (Mg/a)	Erfassung
Hausmüll	295.029	1,32*	3.895	Recyclinghof
Sperrmüll	46.083	27,51**	12.700	Recyclinghöfe, Möberrücknahmekonzepte,..
Gewerbeabfall	58.285	11,55***	6.732	getrennte Erfassung
Gesamt	399.397	5,84	23.327	

\* ca. 15 % davon ist unbehandelt

\*\* ca. 5 % davon ist unbehandelt

\*\*\* ca. 20 % davon ist unbehandelt

Die obigen Angaben beziehen sich auf das theoretisch noch verfügbare Gebrauchtholzpotezial welches derzeit als Abfall zur Beseitigung entsorgt wird. Dieses ist beim Haus- und beim Sperrmüll mangels alternativer Entsorgungsmöglichkeiten annähernd gleichzusetzen mit dem Gesamtaufkommen. Bei den gewerblichen Abfällen finden bei einem unterstellten Gesamtpotenzial<sup>119</sup> von ca. 78.400 Mg / a bereits umfangreiche Verwertungsmaßnahmen statt (Verwertungsquote: ca. 86 %).

Insbesondere unter Berücksichtigung der gewerblichen Gesamtholz mengen erscheint der obige, auf der Grundlage allgemeiner Erfahrungswerte hergeleitete Ansatz bezüglich der theoretischen Potenziale plausibel. Größere Mengen gehen jedoch bereits in stoffliche und energetische<sup>120</sup> Verwertungsschienen (ca. 73 – 78 %). Zur Gewinnung der derzeit noch als Abfall entsorgten Restholzmengen müssten größere Anstrengungen im Sinne der Einrichtung alternativer Erfassungssysteme (z.B. Recyclinghöfe, Rücknahmesysteme für Möbel, Sperrmüllsortierung) unternommen werden. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass in diesem Fall energiereiche Abfallfraktionen dem Restmüll entzogen werden und bei der Energiegewinnung in den MVA's Velsen (Strom) und Neunkirchen (Strom, Wärme) fehlen.

<sup>118</sup> Quelle: BAUR, F., Saarländische Abfallerhebung 1994 / 95, EVS Abfallstatistik für 2000 Stand 03 / 2001

<sup>119</sup> Quelle: WIEMER et.al., Gewerbeabfallkataster Saarland 1996 / 97, EVS

<sup>120</sup> z.B. in die Holzfeuerungen der Firmen Glunz (ca. 30.000 Mg/a), Homanit (ca. 30.000 Mg/a) und EDH / Birkenfeld (ca. 40.000 Mg/a); jeweils incl. Industrieresthölzer

### 3.1.5 Zusammenfassung

Auf der Grundlage der in den vorherigen Abschnitten durchgeführten Herleitungen werden nachfolgend die theoretisch und technisch möglichen Potenziale an holzartiger Biomasse zusammengestellt. Die angegebenen Daten sind dabei äußeren Einflussfaktoren unterworfen. Sie müssen daher im Zuge der weiteren Projektbearbeitung einer ständigen Neubewertung und Weiterentwicklung unterzogen werden.

**Tabelle 22: Zusammenfassung der Holzpotenziale aus unterschiedlichen Herkunftsquellen**

Quelle	Theoret. Potenzial		Technisches Potenzial		Anmerkung
	(t TM / a)	(GJ / a)	(t TM/ a)	(GJ / a)	
Waldrestholz	105.600 – 171.600	1.900.800 – 3.089.000	51.500 – 77.240	927.000 – 1.390.320	teilweise Realdaten vom SaarForst
Landschaftspflege	15.400 – 20.500	277.200 – 369.000	6.000	100.000	Teilmengen des komm. Grünschnitts
Kurzumtriebsholz	0 – 35.500	0 – 639.000	0 – 35.500	0 – 639.000	in Abhängigkeit der Flächenverfügbarkeit sowie der Nutzung sonstiger Energiepflanzen
Industrierestholz	40.000 – 120.000	720.000 – 2.160.000	40.000	720.000	Ein Großteil geht bereits in definierte Verwertungsschienen
Gebrauchtholz	85.760 – 107.200	1.560.800 – 1.951.000	95.000	1.710.000	Ein Großteil geht bereits in definierte Verwertungsschienen
<b>Gesamt</b>	<b>246.760 – 454.800</b>	<b>4.458.800 – 8.208.000</b>	<b>192.500 – 253.740</b>	<b>3.467.000 – 4.559.320</b>	

Der Markt für Industrie- und Gebrauchthölzer wird schon heute zum größten Teil (u.a. auch energetisch) genutzt. Dahingegen bestehen im Bereich der Waldresthölzer noch beträchtliche ungenutzte Potenziale. Es ist allerdings nochmals anzumerken, dass die Holz mengen, welche nachhaltig zuwachsen und momentan nicht genutzt werden, oft absichtlich im Wald verbleiben. Dies geschieht u.a. aus folgenden Gründen:

- es wird ein größerer Zuwachs gewünscht
- die Baumkronen verbleiben zum Schutz der Jungbäume
- eine Versauerung des Bodens soll verhindert werden
- der Boden wurde früher stark beansprucht und benötigt größere Mengen an Biomasse
- die Bäume stehen an Hanglagen, wodurch eine Nutzung erschwert wird

Insgesamt wird aufgrund der obigen Restriktionen von einem kurz – bis mittelfristig mobilisierbaren Gesamtholzpotenzial von ca. 1.000.000 GJ / a ausgegangen.

## 3.2 Halmgutartige Biomasse

### 3.2.1 Stroh

Im Saarland wurde im Jahr 2000 auf 24.930 ha Getreide angebaut. Von diesen 24.930 ha wurden 8.384 ha mit Winterweizen, 4.481 ha mit Roggen, 3.441 ha mit Wintergerste und 1.340 ha mit Triticale bestellt.<sup>121</sup>

Unter Berücksichtigung der in Tabelle 9 zusammengestellten spezifischen Ertragszahlen lassen sich für die relevanten (Winter-) Getreidearten<sup>122</sup> Weizen, Roggen, Triticale und Gerste folgende theoretischen Strohpotenziale ableiten:

**Tabelle 23: Theoretische Strohpotenziale im Saarland**

Getreideart	Fläche (ha)	Kennziffer (t TM / ha*a)	theoret. Potenzial (t TM / a)
Weizen	8.384	4,6 – 6,6	38.570 – 55.330
Roggen	4.481	4,0 – 5,8	17.920 – 25.990
Gerste	3.441	4,3 – 4,9	14.800 – 16.860
Triticale	1.340	4,0 – 5,8	5.360 – 7.770
gesamt ( <i>Biomassen – relevant</i> )	17.646*	4,3 – 6,0	76.650 – 105.950
sonstiges Getreide	7.284	2,0 – 3,0	14.570 – 21.850
Gesamtmenge	24.930		91.220 – 127.800

\* auf den restlichen 7.284 ha wird hinsichtlich des Biomasseertrages wenig relevantes Sommergetreide angebaut

Ein Großteil der obigen Strohmenge wird im Bereich der Viehwirtschaft als Einstreumaterial eingesetzt, bzw. im Rahmen der Feldbewirtschaftung untergepflügt. Im Rahmen einer Untersuchung im Bereich der Kreisstadt St. Wendel wurde diesbezüglich ein letztendlich energetisch nutzbarer Anteil von überschlägig ca. 10 – 15 % des Strohpotenzials hergeleitet<sup>123</sup>. Werden diese Werte auf das Saarland übertragen, so ergeben sich unter Berücksichtigung der obigen Angaben folgende theoretisch und technisch verfügbare Energiepotenziale:

**Tabelle 24: Energiepotenziale aus Stroh im Saarland**

Ansatz	Mengenertrag (t TM / a)	Heizwert (MJ / kg)	energetisches Potenzial (TJ / a)
theoretisches Potenzial	76.650 – 105.950	17 – 17,5	1.300 – 1.854
technisches Potenzial	7.665 – 15.892	17 – 17,5	<b>130 - 278</b>

<sup>121</sup> Quelle: Statistisches Landesamt; [www.statistik.saarland.de/zahlen/grzahlen/bt2.htm](http://www.statistik.saarland.de/zahlen/grzahlen/bt2.htm), 2001

<sup>122</sup> Wintergetreidearten sind bedingt durch die längere Vegetationsperiode gegenüber Sommergetreide durch höhere Biomasseerträge gekennzeichnet; Sommergetreide wird daher in der obigen Herleitung nicht berücksichtigt

<sup>123</sup> Quelle: Stadtwerke Saarbrücken; Anmerkung: nach [www.ktbl.de](http://www.ktbl.de) liegt der Einstreubedarf für Rinder in einer Größenordnung von ca. 4–5 kg/GVE\*d; bei überschlägig ca. 51.600 GV im Saarland (ohne Pferde) und einem 40 %igen Korrekturfaktor für Weidegang und Einstreuhaltung ergibt sich danach ein Einstreu – Bedarf von bereits ca. 30.000 - 38.000 tTM/a; der spez. Bedarf für Pferde liegt nach [www.pferde-lexikon.de](http://www.pferde-lexikon.de) bei ca. 10-15 kg/Pferd\*d und somit bei ca. 4.900 Pferden im Saarland bei ca. 18.000 – 27.000 t TM/a

Nach der obigen Darstellung ergibt sich somit im Saarland ein technisches Strohpotenzial von ca. 130 – 278 TJ / a. Frühere Untersuchungen kamen diesbezüglich zu folgenden Ergebnissen:

- 1030 TJ / a; *Energieconsulting Heidelberg, 1989; hier wurden die insgesamt verfügbaren Strohmenngen angesetzt; der zur Energienutzung verfügbare Anteil wurde pauschal mit 50 % bewertet.*
- 70 TJ / a; *Saarländische Energieagentur, Potential of Biomass in the Saarland, Thermie B, 1997*
- 360 TJ / a; *DLR / ZSW, Klimaschutzkonzept Saarland; der energetisch nutzbare Anteil wurde hier mit ca. 20 % festgelegt*

Da es im Saarland eine hohe Anzahl an Pferdehaltungen gibt und daraus folgend der Bedarf an Stroh als Einstreumaterial sehr hoch ist, wird die Einschätzung des Klimaschutzkonzeptes unter zusätzlicher Berücksichtigung sonstiger Strohnutzungen<sup>124</sup> als obere Potenzialgrenze angesetzt. Zudem ist zu berücksichtigen, dass die verfügbaren Reststrohmengen diffus über das Saarland verstreut anfallen. Aus diesem Grund ist der Betrieb eines Strohheizwerkes potenziell mit einem vergleichsweise hohen logistischen Aufwand verbunden.

Das energetische Potenzial für die direkte Nutzung der Reststrohmassen im Rahmen eines Strohheizkraftwerkes wird somit vorläufig auf einen Vertrauensbereich von **130 - 360 TJ/a** abgeschätzt. Die getroffenen Annahmen sind im Rahmen detaillierterer Betrachtungen auf Landkreis- und Gemeindeebene zu verifizieren.

Darüber hinaus kann der Energiegehalt der Strohmenngen theoretisch im Rahmen der Festmistbehandlung / Biogaserzeugung genutzt werden. Entsprechende Aussagen finden sich in Abschnitt 2.2.5.3 / Tabelle 15.

### 3.2.2 Gräser

#### Gras aus landwirtschaftlichen Anbauflächen

Von der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche im Saarland werden 36.756 ha<sup>125</sup> als Dauergrünland genutzt. Wird für diese Fläche ein Ertrag von 5,5 - 10 t TM/ha\*a angesetzt so könnten im Saarland theoretisch 202.200 – 367.600 t TM / a geerntet werden. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass ca. 45 % der Fläche als Mäh- und ca. 9 % der Fläche als Dauerweide zur Futtermittelproduktion genutzt wird. Der Futtermittelbedarf kann diesbezüglich orientierend mit ca. 15 kg TM / GV und Tag veranschlagt werden<sup>126</sup>. Unter Berücksichtigung des relevanten Viehbestandes<sup>127</sup> ist daher davon auszugehen, dass ein Großteil des Ernteertrages nicht zur energetischen Verwertung zur Verfügung steht. In Abhängigkeit der erreichbaren Ertragszahlen wird daher ein energetisch nutzbarer Anteil von 0 – 20 % bzw. 0 – 75.000 t TM den weiteren Betrachtungen zugrunde gelegt.

<sup>124</sup> z.B. als Nährstoff- und Humuslieferant

<sup>125</sup> statistisches Landesamt, Stand 2000

<sup>126</sup> Quelle: STEINWIDDER, Aspekte zur Weidehaltung von Milchkühen, 28. Viehwirtschaftliche Fachtagung, A – Irdning, 2001

<sup>127</sup> ca. 39.900 GV Rinder > 1 Jahr; ca. 4.900 GV Pferde

Des weiteren können Gräser berücksichtigt werden, die zur energetischen Verwertung auf Brach- bzw. Stilllegungsflächen angebaut werden. Im Saarland waren diesbezüglich im Jahr 1999 3.945 ha als Brachflächen registriert. Bei einer angenommenen Ertragssituation von ca. 4 – 6 t TM / ha\*a (Extensivlandbau) ließen sich dadurch ca. 15.780 – 23.670 t TM / a erwirtschaften.

Unter Berücksichtigung des in Abschnitt 2.2.2.2 dargestellten Heizwertbereiches von 16,3 - 17,1 MJ/kg lassen sich somit für Gräser aus landwirtschaftlichen Anbauflächen in Abhängigkeit der Herkunft folgende energetische Potenziale herleiten:

**Tabelle 25: Energiepotenziale aus Gras von landwirtschaftlichen Anbauflächen im Saarland**

Herkunft	Ansatz	Energetisches Potenzial (TJ / a)
Dauergrünland	theoretisches Potenzial	3.300 – 6.300
	technisches Potenzial	0 – 1.300
Brachland	technisches Potenzial	0 - 400
Gesamt	technisches Potenzial	<b>0 – 1.700</b>

Werden die hier auf der Grundlage des technischen Ansatzes thematisierten Gräser zur Biogasproduktion eingesetzt, ergeben sich bei einer Gasproduktivität von 0,45 – 0,6 m<sup>3</sup> Biogas / kg TM und einem Heizwert von 6,2 kWh / m<sup>3</sup> Biogas die nachfolgend aufgezeigten Potenziale

**Tabelle 26: Biogaspotenziale aus Gras von landwirtschaftlichen Anbauflächen im Saarland (technisches Potenzial)**

Herkunft	Biogasertrag (m <sup>3</sup> /a)	Energetisches Potenzial (TJ / a)
Dauergrünland	0 – 45.000.000	0 – 1.000
Brachland	0 – 14.202.000	0 – 315
Gesamt	0 – 59.202.000	<b>0 – 1.315</b>

Da sich die Technik der Grasvergärung derzeit unproblematischer darstellt als die der Grasverbrennung und zudem potenziell vorhandene Biogasanlagen auf den einzelnen Höfen genutzt werden könnten<sup>128</sup>, ist die Biogasproduktion nach derzeitiger Einschätzung der Verbrennung vorzuziehen.

### Energiepflanzen

Für den zukünftigen Anbau von Energiegräsern werden wiederum die im Saarland verfügbaren brachliegenden Flächen in einer Größenordnung von 3.945 ha als Bemessungsgrundlage herangezogen. Wird diese Fläche komplett zum Anbau von Miscanthus genutzt, ergibt sich bei einem angenommenen spezifischen Ertrag von 7

<sup>128</sup> dies würde u.a. eine Verminderung des logistischen Aufwandes nach sich ziehen und somit eine höhere Erfassungsquote ermöglichen

- 17 t TM/ha \*a<sup>129</sup> und einem Heizwert von 16,3 - 18 MJ/kg TM ein jährliches, theoretisches Energiepotenzial von 450 – 1.200 TJ.

Für das energetische Potenzial aus Energiegräsern im Saarland ergibt sich somit in Abhängigkeit der anteiligen (Brach-) Flächennutzung ein Wert von **0 – 1.200 TJ/a**.

Im Zusammenhang mit der Biogasproduktion wurden auch mit Miscanthus als Co – Substrat erste positive Erfahrungswerte gesammelt.

### Landschaftspflege

Laut Angaben des saarländischen Landesamtes für Straßenwesen beträgt die zu mähende Fläche des Straßenrandbereiches im Saarland ca. 7,4 Mio. m<sup>2</sup>. Diese Flächen werden 2 – 3 mal jährlich gemäht. Ca. 90% des Grasschnittes verbleiben auf den Flächen, die restlichen 10 % (300 – 400 t Frischsubstanz) werden abgefahren und kompostiert. Wird ein durchschnittlicher Feuchtegehalt von 50 % angesetzt, so ergeben sich ca. 150 – 200 t TM / a. Zusätzlich fallen 800 – 1.000 m<sup>3</sup> Frischsubstanz an, welche nicht verworfen wird. Wird auch hier ein Trockensubstanzgehalt von 50 % und ein Schüttgewicht von 350 kg / m<sup>3</sup> angesetzt erhält man 140 – 175 t TM/a. Zusammen ergeben sich hiermit 290 – 375 t TM / a an Grasschnitt auf Straßenrandflächen.

Des weiteren können Graspotenziale aus öffentlich oder privat bewirtschafteten Freizeit- bzw. Sportflächen (Garten- / Parkanlagen, Erholungsflächen, Golfplätze, etc.) herangezogen werden. Bei einem spezifischen Ansatz von ca. 15 m<sup>2</sup>/E<sup>130</sup> ergibt sich für das Saarland diesbezüglich eine relevante Flächengröße von ca. 1.600 ha. Wird ein Grasertrag von ca. 3 t TM / ha\*a zugrunde gelegt, lässt sich ein theoretisches Gesamtaufkommen von ca. 4.800 t TM / a herleiten.

Insgesamt ergibt sich somit bei einem Grasaufkommen aus dem Bereich der Landschaftspflege von ca. 5.090 – 7.000<sup>131</sup> t TM / a und einem Heizwert von 16,3 – 17,1 MJ / kg ein theoretisches Energiepotenzial von ca. **83 – 120 TJ / a**.

Werden die Grasmengen in einer Vergärungsanlage mit verwertet, ist von einer Biogasproduktion von ca. 2,3 – 4,2 Mio. m<sup>3</sup> / a mit einem energetischen Potenzial von ca. 51 – 94 TJ / a auszugehen.

### Zusammenfassung Gräser

Insgesamt kann somit für den Bereich der Gräser in Abhängigkeit der Flächennutzung sowie der Verfügbarkeiten über den Heizwert ein Energiepotenzial von ca. **80 – 2.620 TJ / a** und über die Biogasschiene von **50 – 1.990 TJ / a** unterstellt werden.

Sonstige differenzierte Erhebungen zum landesweiten Graspotenzial sind nicht bekannt. Werden Untersuchungsergebnisse aus St. Wendel<sup>132</sup> zum Heuaufkommen flächenanteilig auf das Saarland hochgerechnet, ist von einem Mengenaufkommen von ca. 22.000 t TM/a, bzw. einem Energiepotenzial von ca. 370 TJ / a auszugehen.

<sup>129</sup> da es sich bei Brachflächen oft um minderwertigere Böden handelt wird hier im Vergleich zu den in Tabelle 10 zusammengestellten Erfahrungswerten eher von einem niedrigen Ermessensspielraum ausgegangen

<sup>130</sup> orientierende Recherche hinsichtlich der gemeindespezifischen Flächennutzungen auf den aktuellen Internet – Seiten als Abgleich zu den Gesamt – Erholungsflächen im Saarland von 2.092 ha (Statistisches Landesamt)

<sup>131</sup> 7000 = incl. des vor Ort belassenen Straßenbegleitgrüns

<sup>132</sup> Quelle: STADTWERKE SAARBRÜCKEN; Heupotenzial St. Wendel ca. 969 t TM / a



### 3.2.3 Getreideganzpflanzen

Prinzipiell besteht die Möglichkeit, Getreideganzpflanzen als Energiepflanze auf Stilllegungsflächen anzubauen. Aufgrund der Tatsache, dass das Saarland nur einen Eigenversorgungsgrad in der Getreideproduktion von ca. 40% aufweist, wird dieser Ansatz bei den landwirtschaftlichen Akteuren jedoch kritisch gesehen. Ein Anbau von Getreide zum Zwecke des „Verheizens“ könnte nach Einschätzung der Landwirtschaftskammer<sup>133</sup> zu Akzeptanzproblemen in der Bevölkerung führen.

Wird dieser Weg dennoch begangen könnte in Abhängigkeit der anteiligen Flächennutzung bei einem Ermessensspielraum von ca. 6 – 10 t TM / ha\*a ein Energiepotenzial von **0 – 680 TJ/a** erwirtschaftet werden.

### 3.2.4 Faserpflanzen

Prinzipiell kann, analog zu den anderen Energiepflanzen auch der Anbau von Hanf auf den 3.945 ha an Stilllegungsflächen im Saarland durchgeführt werden. Unter Berücksichtigung der in Abschnitt 2.2.2.5 aufgezeigten Rahmenbedingungen kann danach bei möglichen Ertragsmengen von 4 (Hanfstroh) bis 15 (Ganzpflanze) t TM / ha\*a in Abhängigkeit der anteiligen Flächennutzung ein Energiepotenzial von ca. **0 – 1.000 TJ / a** abgeschätzt werden.

### 3.2.5 Zusammenfassung

Nach den in den vorherigen Abschnitten durchgeführten Abschätzungen lassen sich für den Bereich der halmgutartigen Biomasse folgende theoretische und technische Potenziale herleiten. Die angegebenen Daten sind dabei äußeren Einflussfaktoren unterworfen. Sie müssen daher im Zuge der weiteren Projektbearbeitung einer ständigen Neubewertung und Weiterentwicklung unterzogen werden

**Tabelle 27: Zusammenfassung der Potenziale für halmgutartige Biomassen**

Quelle	Theoret. Potenzial		Technisches Potenzial		Anmerkung
	(t TM / a)	(TJ / a)	(t TM / a)	(TJ / a)	
Stroh	76.650 – 105.950	1.300 – 1.854	7.665 – 15.892	130 - 360	Korrektur durch frühere Erhebungen
Gras aus Anbau	202.200 – 367.600	3.300 – 6.300	0 – 75.000	0 – 1.300	Konkurrenz Futtermittelproduktion
Gras / Brachland	0 – 23.670	0 – 400	0 – 23.670	0 – 400	s.u.*
Energiegras / Brachl.	0 – 67.000	0 – 1.200	0 – 67.000	0 – 1.200	s.u.*
Gras/Landschaftspfl.	5.090 – 7.000	83 – 120	5.090 – 7.000	83 – 120	wird teilweise vor Ort belassen
Getreideganzpflanze / Brachland	0 – 39.500	0 - 680	0 – 39.500	0 - 680	s.u.*
Faserpflanzen / Brachland	0 – 59.000	0 – 1.000	0 – 59.000	0 – 1.000	s.u.*
<b>Gesamt**</b>	<b>283.940 – 547.550</b>	<b>4.683 – 9.474</b>	<b>12.755 – 164.892</b>	<b>213 – 2.980</b>	

\* in Abhängigkeit der Flächenverfügbarkeit sowie der Nutzung sonstiger Energiepflanzen

\*\* bei den Energiepflanzen wird der maximal möglich Ertrag zugrunde gelegt.

<sup>133</sup> persönliche Auskunft Dr. Brück, Landwirtschaftskammer Saarbrücken

Insgesamt kann bei den halmgutartigen Energiepflanzen im Bereich der technischen Potenziale derzeit ein relativ weiter Ermessensspielraum unterstellt werden. Dieser hat seine Ursache insbesondere in dem nicht eindeutig abgrenzbaren Bedarf an Futtergras. Entsprechende Zusammenhänge müssen auf kleinräumigerer Ebene konkretisiert werden.

### 3.3 Ölhaltige Biomasse

Laut KALTSCHMITT kann pro Hektar Raps mit einem Rohölertag von ca. 1.200 kg/a gerechnet werden. Dieses Öl besitzt einen Heizwert von 37,2 MJ/kg. Unter Berücksichtigung dieser Eckwerte ist bei einem Rapsanbau auf den saarländischen Stilllegungsflächen (3.945 ha) in Abhängigkeit der Flächeninanspruchnahme von einem theoretischen Energiepotenzial von 0 - 176 TJ/a auszugehen.

Zudem wird im Saarland heute schon auf 3.280 ha Raps angebaut. Dies entspricht einem energetischen Potenzial von 146 TJ/a.

Auf der Grundlage dieser Herleitung kann hinsichtlich der energetischen Rapsverwertung ein theoretisches Potenzial von **0 – 322 TJ/a** abgeschätzt werden.

### 3.4 Zucker- / stärkehaltige Biomasse

Aufgrund der ungünstigen Anbaubedingungen erfolgt im Saarland kein Anbau von Zuckerrüben. 1999 wurden lediglich auf ca. 29 ha Runkelrüben angebaut.

Hinsichtlich potenzieller stärkehaltiger Biomassen wurde im Saarland 1999 auf 69 ha **Mais** als Getreide und auf 3.244 ha als Futterpflanze angebaut. Zusätzlich könnten im Hinblick auf eine energetische Verwertung wie bei den anderen Energiepflanzen die 3.945 ha Stilllegungsfläche für den Maisanbau genutzt werden<sup>134</sup>. Da eine Ethanolproduktion für das Saarland als nicht sinnvoll erscheint, könnten diese Mengen als Co - Fermentate in Biogasanlagen eingesetzt werden. Maissilage bringt einen Gasertrag zwischen 180 und 200 m<sup>3</sup>/tTM<sup>135</sup> Substrat. Der Maisanbau liefert Hektarerträge von 10 bis 20 t TM/ha\*a<sup>136</sup>. Somit könnten auf einer Fläche von ca. 7.000 ha 70.000 bis 140.000 t TM im Jahr geerntet werden. Daraus lässt sich ein möglicher Gasertrag von 12.600.000 bis 28.000.000 m<sup>3</sup>/a ableiten. Wird von einem Heizwert von 23 MJ/m<sup>3</sup> ausgegangen ergibt sich ein Energiepotenzial von **289.800 – 644.000 GJ/a**.

Neben Mais werden im Saarland auch **Kartoffeln** angebaut. Die Anbaufläche betrug 1999 hier 214 ha. Betrachtet man auch hier die Stilllegungsflächen, mit so ergibt sich eine Gesamtfläche von 4.159 ha. Die Ernteerträge für den Kartoffelanbau liegen zwischen 25 und 40 t/ha bzw. 10 bis 13 t Stärke/ha<sup>137</sup>. Kartoffelschälabfälle liefern einen Gasertrag von ca. 80 m<sup>3</sup>/t<sup>138</sup>. Somit ergibt sich ein theoretisches Biogaspotenzial von **191.000 bis 306.000 GJ/a**.

<sup>134</sup> unter Voraussetzung einer entsprechenden Denaturierung

<sup>135</sup> Biogaspraxis

<sup>136</sup> [www.fnr.de/de/Leitfaden/kap4/kap1.html](http://www.fnr.de/de/Leitfaden/kap4/kap1.html)

<sup>137</sup> [http://www.inaro.de/Deutsch/Pflanzen\\_index.htm](http://www.inaro.de/Deutsch/Pflanzen_index.htm)

<sup>138</sup> Biogaspraxis

## 3.5 Grünmasse / Reststoffe

### 3.5.1 Reststoffe aus der Landwirtschaft

Als prioritäre landwirtschaftliche Sekundärprodukte sind hier Gülle und Mist zu thematisieren. Aus diesen Substraten kann in meist dezentralen Vergärungsanlagen Biogas erzeugt werden, welches sich anschließend über diverse Schienen verwerten lässt (z.B. BHKW / Gasmotor / Brennstoffzelle, Gasbrenner, Methananreicherung, Einspeisung, Treibstoffe, etc.).

Die Vergärung von landwirtschaftlichen Reststoffen und hierbei insbesondere die der Gülle ist dabei Stand der Technik. Sie muss jedoch an die jeweilige Situation vor Ort angepasst werden.

Neben der reinen Energiegewinnung hat die Güllevergärung im Vergleich zur landwirtschaftlichen Nutzung unbehandelter Gülle für den Landwirt noch eine Reihe von Nebeneffekten. Hinsichtlich der qualitativen Eigenschaften der entstehenden Gärrückstände lassen sich dabei folgende Aussagen treffen<sup>139</sup>:

- Durch Einengung des C/N – Verhältnisses bessere kurzfristige N – Düngewirkung<sup>140</sup>. Höherer N – Anteil in leicht pflanzenverfügbarer Form (Ammonium). Stark reduzierte N – Immobilisierung im Boden. Bessere Kalkulierbarkeit der N – Wirkung.
- Höhere Humusreproduktionswirkung der organischen Substanz durch eine erhöhte Stabilität.
- Vermeidung von Verätzungen bei Kopfdüngung durch weitestgehenden Abbau von Fettsäuren.
- Aus der besseren Struktur und Teilchengröße resultiert ein besseres Fließverhalten / Homogenität, praktische Vorteile bei der Ausbringung (geringere Verstopfungsanfälligkeit der Ausbringaggregate, besseres Eindringen in den Boden, weniger N – Verluste, geringere Verschmutzung von Futter).
- Reduzierte Geruchsfrachten (bis zu 60 %) und Verbesserung der Geruchsqualität. Dadurch bessere Akzeptanz bei der Begüllung wohngebiet – naher landwirtschaftlicher Flächen.
- Gegebenenfalls verstärkte Ammoniakemissionen. Diese sind durch konstruktive und betriebstechnische Maßnahmen auszuschließen (z.B. : Vermeidung von Turbulenzen bei der Lagerhaltung, Speicherabdeckung mit Gaserfassung, Ausbringung kurz vor bzw. während der Wachstumsperiode, geeignete Ausbringungstechniken / Schleppschlauch)
- Deutlich geringere Methanfreisetzung
- Durch Entfernung der leicht abbaubaren Verbindungen verminderte Denitrifikationseffekte und damit verminderte Lachgasemissionen (Nebenprodukt der Denitrifikation, Treibhausgas, Abbau der Ozonschicht)
- Geringere Keimgehalte
- Zusätzliche Nährstoffe bei Co – Vergärung von anderen organischen Abfällen

<sup>139</sup> Quelle: KTBL, Kofermentation, Arbeitspapier 249, 1998

<sup>140</sup> Wirkungsansatz: ca. 10 – 20 kg N / GV \* a

- Potenziell erhöhte Salzgehalte bei Covergärung von Bioabfällen oder Abfällen aus Großküchen und der Nahrungsmittelindustrie

Unbehandelte Gärrückstände könnten als flüssige Volldünger bezeichnet werden. Im Gegensatz zu anderen Energieträgern aus Biomasse besteht - da die Verwendungsfähigkeit als Düngemittel nicht beeinträchtigt wird - im Falle der Biogasproduktion keine Konkurrenzsituation zu anderen Möglichkeiten der Güllenutzung.

Um das Potenzial zur energetischen Nutzung von landwirtschaftlichen Reststoffen aus der Tierhaltung im Saarland bestimmen zu können, wurden Daten hinsichtlich der saarländischen Viehbestände beim statistischen Landesamt erhoben.

### Rinderbestand und theoretisches Biogaspotenzial

Im November 1999 gab es im Saarland 62.040 Rinder. Darunter waren 15.265 Milchkühe und 8.490 Mutterkühe. Genauere Daten unter zusätzlicher Berücksichtigung von Altersklassen existieren vom Mai 1999. Aufgrund des größeren Datenumfanges und der relativ geringen Abweichungen der Gesamtzahlen werden diese Werte zur Abschätzung der Gülemengen und damit der Biogaspotenziale herangezogen<sup>141</sup>.

Um Aussagen über die theoretisch gewinnbare Biogasmenge machen zu können, müssen die vorliegenden Vieh - Stückzahlen mit Hilfe der in Tabelle 28 zusammengestellten Umrechnungsfaktoren in sogenannte Großvieheinheiten umgerechnet werden. Eine Großvieheinheit (GV) entspricht dabei 500 kg Lebengewicht.

**Tabelle 28: Umrechnungsfaktoren zur Herleitung von Großvieheinheiten - Rinder<sup>142</sup>**

Tierart	Großvieheinheiten GV
Kälber und Jungvieh bis 1 Jahr	0,3
Jungvieh 1 bis 2 Jahre alt	0,7
Färsen, (älter als 2 Jahre), Mastrinder, Kühe	1,0
Zuchtbullen, Zugochsen	1,2

Mit allgemeinen Kennzahlen kann aus den Großvieheinheiten auf den zu erwartenden Gasertrag geschlossen werden. In der folgenden Tabelle 29 sind die abschätzbaren Gaspotenziale für eine Verweilzeit von 30 bis 35 Tagen im mesophilen Temperaturbereich dargestellt<sup>143</sup>.

<sup>141</sup> Quelle: www.statistik.saarland.de

<sup>142</sup> Quelle: Biogaspraxis S.25

<sup>143</sup> Basis: spezifische Gasproduktivität: 0,56 – 1,5 m<sup>3</sup>Gas/GV\*d<sup>137</sup>

**Tabelle 29: Theoretisch mögliche Gaserträge aus den saarländischen Rinderbeständen**

Tierart	Anzahl	GV	Gasproduktion* (m <sup>3</sup> Gas/d)
Kälber und Jungvieh bis 1 Jahr	18.582	5.575	3.122 - 8.362
Jungvieh 1 bis 2 Jahre alt	14.031	9.822	5.500 - 14.733
Färsen (älter als 2 Jahre), Mastrinder, Kühe	29.183	29.183	16.342 - 43.775
Zuchtbullen, Zugochsen	743	892	499 - 1.337
<b>Gesamt</b>	<b>62.539</b>	<b>45.472</b>	<b>25.463 – 68.207</b>

\* bei 0,56 – 1,5 m<sup>3</sup> Gas / GV\*d

Ohne Berücksichtigung sinnvoller Betriebsgrößen sowie des jeweiligen Weidegangs kann somit ein theoretisches Gaspotenzial von 25.463 bis zu 68.207 m<sup>3</sup> Gas / d abgeschätzt werden. Daraus ergeben sich pro Jahr 9.294.477. – 24.895.920 m<sup>3</sup> Gas. Wird ein Heizwert von 23 MJ/m<sup>3</sup> Gas angenommen, so beläuft sich das theoretische Gesamt - Energiepotenzial aus Rindergülle im Saarland auf 213.773 – 572.606 GJ/a.

Im Hinblick auf die potenziell erfassbaren Biogasanteile aus der Rinderhaltung kann im Saarland – unter Berücksichtigung wirtschaftlich vertretbarer Betriebs-/Bestandsgrößen - in einer ersten Abschätzung von ca. 150 Betrieben ausgegangen werden<sup>144</sup>. Gegebenenfalls lassen sich zusätzlich mehrere Kleinbetriebe an Gemeinschaftsanlagen anschließen, so dass auf diese Weise eine höhere Erfassungsquote erreicht werden kann. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Zuordnung der Tiere im Saarland zu Bestandsgrößenklassen.

**Tabelle 30: Rinderbestände im Saarland nach Bestandsgrößen<sup>145</sup>**

Tierbestand von - bis	Rinder		darunter Milchkühe	
	Halter	Tiere	Halter	Tiere
1-2	54	92	81	350
3-4	61	214		
5-9	122	828		
10-14	100	1.164	30	368
15-19	67	1.139	39	676
20-29	93	2.220	74	1.751
30-39	72	2.438	52	1.786
40-49	73	3.238	44	1.927
50-59	52	2.811	136	9.741
60-99	166	13.146		
100-199	183	25.688		
200 u mehr	37	9.561		
<b>Insgesamt</b>	<b>1.080</b>	<b>62.539</b>	<b>456</b>	<b>16.599</b>

<sup>144</sup> Quelle: persönliche Mitteilung Herr Guth MfU Saarland<sup>145</sup> Quelle: Statistisches Landesamt

Betriebe mit über 100 Tieren können prinzipiell als interessant für die Errichtung einer Biogasanlage angesehen werden. In dieser Größenklasse liegen 220 Betriebe mit insgesamt 35.249 Tieren. Dies entspricht in etwa der Hälfte aller Rinder im Saarland. Setzt man die gleiche Bestandszusammensetzung voraus, wie sie für den saarländischen Gesamtbestand gegeben ist, ergibt sich bei einer ganzjährigen Stallhaltung ein Biogaspotenzial von ca. 120.500 – 322.700 GJ/a. Wird ergänzend unterstellt, dass die Rinder im Mittel 40 % des Jahres auf der Weide stehen, reduziert sich das aus Biogas erzielbare Energiepotenzial auf ca. **70.000 – 190.000 GJ/a**.

### Schweinebestand und theoretisches Biogaspotenzial

Hier werden ebenfalls die Zahlen vom 03. Mai 1999 zugrunde gelegt. Danach gibt es im Saarland 28.379 Schweine. Die zugehörigen Umrechnungsfaktoren zur Herleitung von Großvieheinheiten sind in der folgenden Tabelle 31 zusammengestellt.

**Tabelle 31: Umrechnungsfaktoren zur Herleitung von Großvieheinheiten - Schweine<sup>146</sup>**

Tierart	Großvieheinheiten GV
Schweinemast	0,12
Ferkel	0,04
Jungschweine	0,06
Zuchtsau	0,34

Auch hier kann mit Hilfe von allgemeinen Kennzahlen aus den Großvieheinheiten auf den zu erwartenden Gasertrag geschlossen werden. In der folgenden Tabelle sind die zu erwartenden Erträge für eine Verweilzeit von 30 bis 35 Tage im mesophilen Temperaturbereich dargestellt.

**Tabelle 32: Theoretisch mögliche Gaserträge aus den saarländischen Schweinebeständen<sup>147</sup>**

Tierart	Anzahl	GV	Gasproduktion* (m <sup>3</sup> Gas/d)
Schweinemast	10.567	1.268	1.037 – 2.160
Ferkel	6.933	277	166 – 346
Jungschweine	5.797	348	209 – 435
Zuchtsau	5.082	1.728	761 – 1.585
<b>Gesamt</b>	<b>28.379</b>	<b>3.621</b>	<b>2.173 – 4.526</b>

\* bei 0,6 – 1,25 m<sup>3</sup> Gas / GV\*d

Die Schweinehaltung spielt im Saarland eine vergleichsweise geringe Rolle. Es ergibt sich hier ein theoretisches Biogaspotenzial von 2.173 – 4.526 m<sup>3</sup>/d, was einem theoretischen Energiepotenzial von 18.242 – 37.996 GJ/a entspricht.

<sup>146</sup> Quelle: Biogaspraxis S.25

<sup>147</sup> Quelle: www.statistik.saarland.de

Im Hinblick auf die potenziell erfassbaren Biogasanteile aus der Schweinehaltung werden nachfolgend die Bestandsgrößen im Saarland dargestellt.

**Tabelle 33: Schweinebestände im Saarland nach Bestandsgrößen<sup>148</sup>**

Tierbestand von - bis	Schweine	
	Halter	Tiere
1-2	69	119
3-4	61	214
5-9	50	316
10-19	29	385
20-49	31	922
50-199	50	5.051
200 u mehr	39	18.831
<b>Insgesamt</b>	<b>329</b>	<b>25.838</b>

Es sind somit – ungeachtet möglicher Co – Fermentate und potenzieller Gemeinschaftsanlagen – nach den obigen Daten 39 Betriebe, welche hinsichtlich der Errichtung einer Biogasanlage annähernd in einem interessanten Bereich liegen. Diese verfügen im Mittel über ca. 480 Tiere, bzw. ca. 61 GV<sup>149</sup>, so dass sich die Anzahl der tatsächlich relevanten Betriebe nach dieser groben Betrachtung auf < 10 belaufen wird. Wird des weiteren angenommen, dass in diesen Betrieben ein Bestand von ca. 9.000 Tieren (ca. 50 %) existiert, ist von einem erzielbaren Energiepotenzial<sup>149</sup> von ca. **5.780 – 12.042 GJ/a** auszugehen.

#### Hühnerbestand und theoretisches Biogaspotenzial

Im Zusammenhang mit der Geflügelhaltung sind im Saarland folgende Bestandszahlen darstellbar:

**Tabelle 34: Stückzahlen der im Saarland gehaltenen Hühner<sup>150</sup>**

Tierart	Stück
Legehennen ½ Jahr und älter	132.580
zur Aufzucht bestimmte Küken und Junghennen unter ½ Jahr	50.889
Schlacht- und Masthähne und -hühner	1.197
<b>Gesamt</b>	<b>184.666</b>

Eine Legehene entspricht 0,0033 GV. Daraus ergeben sich für das Saarland ca. 610 GV an Hühnern. Laut „Biogaspraxis“ liegt der Gasertrag zwischen 3,5 und 4 m<sup>3</sup>/GV\*d. Dies entspricht einem theoretischen Biogaspotenzial von 2.133 bis 2.438 m<sup>3</sup>/d im Saarland, woraus ein theoretisches energetisches Potenzial von **17.907 – 20.467 GJ/a** abgeleitet werden kann. Das erfassbare Biogaspotenzial aus der Geflügelhaltung dürfte sich jedoch – unabhängig vom Einsatz als Co – Substrat – auf wenige Betriebe beschränken.

<sup>148</sup> Quelle: Statistisches Landesamt

<sup>149</sup> wenn die gleiche Bestandszusammensetzung wie beim saarländischen Gesamtbestand angenommen wird (im Mittel 0,128 GV / Tier)

<sup>150</sup> Quelle: www.statistik.saarland.de

### Theoretisches Gesamt – Energiepotenzial aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen

Unter Berücksichtigung der obigen Zusammenhänge lassen sich für das Saarland folgende theoretische und korrigiert / reduzierte Energiepotenziale darstellen:

**Tabelle 35: Energiepotenzial aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen**

Tierart	theoretisches Potenzial* (GJ/a)	korrigiertes / reduziertes Potenzial** (GJ/a)
Rinder	213.773 – 572.606	70.000 – 190.000
Schweine	18.242 – 37.996	5.780 – 12.042
Hühner	17.907 – 20.467	ca. 5.800***
<b>Gesamt</b>	<b>249.922 – 631.069</b>	<b>81.580 – 207.842</b>

\* ohne Berücksichtigung von Bestands-/ Betriebsgrößen

\*\* unter Berücksichtigung annähernd realistischer Betriebsgrößen

\*\*\* pauschaler Ansatz von 30 %

Frühere Untersuchungen zum Biomasse – Potenzial im Saarland bezogen sich in ihren Herleitungen im Wesentlichen auf die Gesamt – Viehbestände im Saarland, unabhängig von den vorhandenen Betriebsgrößen (vergleichbar mit dem obigen theoretischen Potenzial). Dabei wurden folgende Zahlen festgelegt:

- 725 TJ / a; *Energieconsulting Heidelberg, 1989;*
- 593 TJ / a; *Saarländische Energieagentur, Potential of Biomass in the Saarland, Thermie B, 1997 (Ansatz: Erfassung = 65 %)*
- 430 TJ / a; *DLR / ZSW, Klimaschutzkonzept Saarland (Gülle und Mist); der Eigenverbrauch der Anlagen wurde mit ca. 20 % bereits berücksichtigt*

Als vorläufige Zielgröße für eine mögliche Biogasinitiative im Saarland kann im Bereich der Gülle – Nutzung als korrigierter Wert ein Brutto - Energiepotenzial<sup>151</sup> von ca. **200 TJ / a** angestrebt werden. Um Aussagen zum tatsächlich erfassbaren Biogaspotenzial aus Gülle im Saarland machen zu können, sind genauere Angaben über die Bestandsgrößen der Betriebe und die Art der jeweiligen Stallhaltung erforderlich.

Da keine Zahlen darüber vorliegen, wie sich die saarländischen Tierhaltungsformen (Güllehaltung / Festmisthaltung) zueinander verhalten, wurde in den Berechnungen von einer ausschließlichen Güllehaltung ausgegangen. Würde eine Festmistvergärung in Teilbereichen mit vorgesehen, sind die Potenziale entsprechend anzupassen, d.h. aufgrund des zusätzlichen Substrat – Inputs (Einstreu) zu erhöhen.

Nicht thematisiert wurde bislang die in einigen Bereichen des Saarlandes relevante Pferdehaltung. Bei dieser kann davon ausgegangen werden, dass in der Regel eine Einstreuhaltung erfolgt. Daten des statistischen Landesamtes zufolge, wurden dabei im Mai 1999 4.897 Pferde in saarländischen Ställen gehalten. Aufgrund des mangelnden Datenmaterials in Bezug auf den zu erwartenden Gasanfall aus der Pferdehaltung werden die Kennwerte aus der Rinderhaltung übernommen<sup>152</sup>. Danach ergibt sich ein theoretisches Potenzial von 59.000 – 114.000 GJ/a. Aufgrund der Tatsache allerdings, dass die Pferdehaltung in meist kleinen Betrieben mit niedrigen Bestandsgrößen erfolgt, ist ein Großteil dieses Potenzials nur unter erschwerten Bedingungen

<sup>151</sup> ohne Berücksichtigung der Eigenverbräuche der Anlagen

<sup>152</sup> ca. 1,5 – 2,9 m<sup>3</sup> Gas / GV\*d (nach Biogaspraxis)



nutzbar. In größeren Reitbetrieben besteht jedoch, aufgrund der Schwierigkeiten, den anfallenden Mist zu entsorgen eine größere Bereitschaft zum Bau von Biogasanlagen.

### 3.5.2 Organische Abfälle aus Privathaushalten

Hinsichtlich der organischen Abfälle aus Privathaushalten sind im Rahmen dieser Betrachtung insbesondere die derzeit getrennt erfassten Bioabfälle, die noch im Restmüll befindliche Organik sowie die potenziell erfassbaren Fettabfälle relevant<sup>153</sup>.

#### Getrennt erfasste Bioabfälle

Im Jahr 2000 wurden über die Biotonne 31.023 t an Bioabfällen erfasst. Für den Bereich des Entsorgungsverbandes Saar (EVS) und für die Stadt Saarbrücken wurden im Jahr 2001 Bioabfallanalysen durchgeführt. Danach ergeben sich folgende Frachtenverteilungen:

**Tabelle 36: Zusammensetzung der getrennt erfassten Bioabfälle (Bezugsjahr: 2000)<sup>154</sup>**

Fraktion	EVS – Gemeinden*		Stadt Saarbrücken		Gesamt (t/a)
	(Gew.-%)	(t/a)	(Gew.-%)	(t/a)	
Garten-/Grünabfall	71,6	18.821	79,0	3.742	22.563
Küchen-/Speiseabfall	18,5	4.863	10,7	507	5.370
PPK**	6,1	1.603	7,1	336	1.939
Stör-/Reststoffe	3,8	999	3,2	152	1.151
Gesamt	100,0	26.286	100,0	4.737	31.023

\* incl. Lebach und St. Wendel

\*\* PPK = Papier, Pappe, Kartonagen

Der rein organische Anteil lässt sich danach auf ca. 29.000 t / a abschätzen. Das daraus resultierende Energiepotenzial beläuft sich bei einer spezifischen Gasproduktion von ca. 80 – 120 m<sup>3</sup>/t FS auf ca. **53.360 – 80.040 GJ/a**. Ca. 50 % dieses Potenzi als wird bereits im Bereich der Bioabfall – Vergärungsanlage Lockweiler verwertet.

#### Im Restmüll verbleibende Organik

Analog zu den obigen Bioabfallanalysen wurden im Jahr 2001 für den Bereich der EVS – Gemeinden, für die Stadt Saarbrücken und für die Stadt Lebach Restmüllanalysen durchgeführt. Danach sind im Restmüll noch folgende Frachten an Organik (hier: Küchen- und Gartenabfälle) beinhaltet:

<sup>153</sup> Holzabfälle und Grünschnitt wurden bereits in den Abschnitten 3.1.1, 3.1.4 und 3.2.2 thematisiert

<sup>154</sup> Quellen: IZES, Fortschreibung der Saarländischen Abfallerhebung, im Auftrag des EVS, unveröffentlicht, 2001; ÖKO – Büro / IZES, Abfallerhebung für die Stadt Saarbrücken, im Auftrag des ZKE, unveröffentlicht, 2001

**Tabelle 37: Küchen- und Gartenabfälle im saarländischen Restmüll<sup>155</sup>**

Fraktion	EVS - Gemeinden (t/a)	Stadt Saarbrücken (t/a)	Stadt Lebach (t/a)	Gesamt (t/a)
Garten-/Grünabfälle	12.990	3.199	56	16.245
Küchen-/Speiseabfälle	51.716	9.598	544	61.858
50% der Siebfraktion*	24.899	3.518	313	28.730
<b>Gesamt</b>	<b>89.605</b>	<b>16.315</b>	<b>913</b>	<b>106.833</b>

\* der nicht sortierbare Anteil (< 40 mm) besteht i.d.R. noch zu ca. 50 % aus Organik

Insgesamt sind im Restmüll somit noch ca. 107.000 t/a, bzw. ca. 100 kg/E\*a an Organik beinhaltet. Wird davon ausgegangen, dass mit gut funktionierenden abfallwirtschaftlichen Systemen Restorganikgehalte von ca. 30 – 50 kg/E\*a erreichbar sind, könnte theoretisch ein weiteres Bioabfall - Potenzial von ca. 53.500 – 74.900 t/a getrennt erfasst werden. Daraus lässt sich bei Ansatz der obigen Gasproduktivität ein zusätzliches Energiepotenzial von **98.440 – 206.724 GJ/a** ableiten.

Es ist dabei anzumerken, dass die entsprechenden Anteile danach den thermischen Behandlungsanlagen in Velsen und Neunkirchen verloren gehen, was im Rahmen einer ganzheitlichen Energiebilanz zu berücksichtigen ist.

#### Altspeisefett aus privaten Haushalten

Werden die in Abschnitt 2.2.5.4.2 dargestellten möglichen Erfassungsmengen unterstellt, kann für das Saarland ein Aufkommen an Altspeisefetten in einer Größenordnung von 535 – 2.995 t/a hergeleitet werden. Bei einer spezifischen Gasproduktion von ca. 175 m<sup>3</sup>/t FS ergibt sich daraus im Falle einer Vergärung ein Energiepotenzial von ca. **2.153 – 12.055 GJ/a**.

#### Gesamtes Biomasse – Potenzial aus privaten Haushalten

Unter Berücksichtigung der obigen Zusammenhänge lassen sich folgende Gesamt – Potenziale aus dem Bereich der Privat – Haushalte darstellen:

**Tabelle 38: Biomasse – Potenzial aus privaten Haushalten im Saarland<sup>156</sup>**

Herkunft	Biomasse - Potenzial (t/a)	Energie – Potenzial (GJ/a)
getrennt erfasster Bioabfall	29.000	53.360 – 80.040
Biomasse im Restmüll*	53.500 – 74.900	98.440 – 206.724
Altspeisefett	535 – 2.995	2.153 – 12.055
<b>Gesamt</b>	<b>83.035 – 106.895</b>	<b>153.953 – 298.819</b>

\* ohne Holz

<sup>155</sup> ohne St. Wendel; Quelle: siehe Fußnote 154

<sup>156</sup> ohne selbst kompostierte Gartenabfälle

### 3.5.3 Organische Gewerbeabfälle

Die bislang einzige umfassende Bestandsaufnahme im Bereich der Gewerbeabfälle wurde im Zeitraum 1996/97 in Form eines Gewerbeabfallkatasters<sup>157</sup> im Auftrag des Kommunalen Abfallentsorgungsverbandes Saar (KABV) durchgeführt. Die wesentlichen Ergebnisse, welche auf der Grundlage von Datenrecherchen, Sichtungen und Betriebsbegehungen zustande kamen, sind nachfolgend für die Fraktion der organischen Abfälle zusammengestellt.

Die organische Fraktion war dabei nach den Sichtungsergebnissen mit 3,3 Vol.-% bzw. 6,3 Gew.-% (gesamt: 5.126 Mg/a) am beseitigten Gewerbeabfallaufkommen (Bezug 1996: 71.699 Mg/a) beteiligt. Hauptkomponenten waren Bio- / Küchenabfälle, Lebensmittelreste, Äste sowie Friedhofsabfälle. Die Herkunft der gewerblichen Abfälle nach Wirtschaftsbereichen ist in der nachfolgenden Tabelle unter Berücksichtigung aktueller Beschäftigtenzahlen dargestellt.

**Tabelle 39: Anteile gewerblicher Abfälle und gewerblicher organischer Abfälle am Gesamtaufkommen nach Wirtschaftsbereichen**

Wirtschaftsgliederung	Beschäftigte*	Anteil am Gewerbeabfall-Aufkommen (Gew.-%)	Anteil am Organikaufkommen (Vol.-%)
Land-/Forstwirtschaft, Fischerei	1.566	0,1	--
Energie, Wasserversorgung, Bergbau	15.010	1,3	<b>0,2</b>
Verarbeitendes Gewerbe	103.168	31,4	<b>5,5</b> ; davon: 36,4 % Ernährungsgewerbe 18,1 % Metallerzeugung u. Bearbeitung
Baugewerbe	23.256	6,7	<b>2,1</b>
Handel	54.745	10,5	<b>29,0</b> ; davon: 29,6 % Großhandel 70,4 % Einzelhandel
Altstoffhandel, Sortier-Umladeanlagen	k.A.	22,2	<b>5,9</b>
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	15.352	2,5	<b>1,4</b>
Kreditinstitute, Versicherungsgewerbe	12.999	0,1	--
Dienstleistung	110.720**	14,2	<b>16,2</b> ; davon: 60,2 % Gesundheitswesen 16,5 % Gebäudereinigung, Abfallbeseitigung 8,7 % Gastgewerbe 6,9 % Heime 4,8 % Wohnungswesen, Vermietung
Organisationen ohne Erwerbszweck	k.A.	1,0	<b>1,0</b>
Behörden, öffentliche Einrichtungen	19.367	10,1	<b>38,6</b> Friedhöfe, Kompostanlagen (Siebreste)
<b>Gesamt</b>	<b>356.183</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

\* Quelle: www.statistik.saarland.de; Sozialversicherungspflichtige Beschäftigte im Saarland (30.06.2000)

\*\* incl. Gastgewerbe, Dienstleistung für Unternehmen, Vermietung, öffentliche und private Dienstleistung

Die Zusammensetzung der zur Beseitigung verbrachten gewerblichen Organik stellte sich dabei wie folgt dar:

<sup>157</sup> WIEMER, et.al., Gewerbeabfallkataster Saarland 1996/97, im Auftrag des KABV, unveröffentlicht

**Tabelle 40: Zusammensetzung der zur Beseitigung verbrachten gewerblichen Organik**

Fraktion	Vol.-%
Bio- / Küchenabfall	28,6
Lebensmittel	17,6
Äste	11,5
sonstige Pflanzenreste	4,0
Grasschnitt	2,9
Laub	2,5
Stroh	1,3
Siebreste von Kompostierungsanlagen	18,1
Friedhofsverbund – Materialien	11,6
Restliche Organik	1,9
<b>Gesamt</b>	<b>100,0</b>

Immerhin 33 Vol. - % der Organikabfälle wurden nach den in der obigen Studie durchgeführten Sichtungen in Form von Monochargen angeliefert (insbes. Friedhofsabfälle).

Insgesamt wurde im Rahmen des Gewerbeabfallkatasters ein spezifisches Aufkommen an organischen Gewerbe - Abfällen (zur Beseitigung) von 86 kg pro Erwerbstätigem und Jahr hergeleitet. Diese Zahl kann aufgrund der vorliegenden Datenlage nicht nachvollzogen werden. Bei damals (1996) 343.656 Beschäftigten ergäbe sich danach ein zu beseitigendes Organik – Aufkommen von ca. 30.000 Mg/a, was bei einem Gewerbeabfall – Gesamtaufkommen von 81.377 Mg/a<sup>158</sup> einem Anteil von ca. 37 % gleichkommt. Der real ermittelte Anteil des beseitigten organischen Gewerbeabfalls wurde jedoch lediglich auf ca. 6,3 % bzw. 5.126 Mg/a. veranschlagt<sup>159</sup>.

Im Hinblick auf das Gesamt – Potenzial an organischen Abfällen aus dem Gewerbe wurden im Rahmen der Untersuchungen zum Gewerbeabfallkataster die Angaben von 249 Betrieben<sup>160</sup> ausgewertet. Danach ergab sich im Saarland für das Jahr 1996 ein Gesamt – Aufkommen an organischen Abfällen von 46.891 Mg/a (davon wurden 5.126 Mg/a beseitigt und 41.765 Mg/a verwertet<sup>161</sup>). Bei 57 % der Betriebe war zum damaligen Zeitpunkt ein innerbetriebliches Getrennt – Sammelsystem für Organik installiert.

Werden nunmehr - bei einer unterstellten Konstanz des Gesamt – Potenzials - die obigen Herleitungen auf die aktuelle Gewerbeabfall – Situation übertragen<sup>162</sup> ergibt sich hinsichtlich des Biomasse – Potenzials aus Gewerbebetrieben nach den Aussagen des saarländischen Gewerbeabfallkatasters eine Vertrauensbereich von ca. 4.500 – 47.000 Mg/a (ohne Holz !).

<sup>158</sup> hier: incl. Sortier- / Siebreste aus der DSD – Sortierung bzw. der Kompostierung

<sup>159</sup> vor diesem Hintergrund sind auch die in Abschnitt 2.2.5.4.4 dargelegten Aussagen zum organischen Gewerbeabfallaufkommen in Hessen und Rheinland – Pfalz – welche der gleichen Studie entnommen sind – neu zu definieren; es dürfte sich hier jeweils um das spezifische Gesamt – Potenzial und nicht nur um die beseitigten Mengen handeln.

<sup>160</sup> diese 249 Betriebe verursachen ca. 35 % des Gewerbeabfall - Gesamtaufkommens

<sup>161</sup> in der Regel als Futter für Mastbetriebe; allein 30.000 Mg/a der verwerteten Massen stammen dabei von einem Betrieb aus dem Ernährungsgewerbe (Produktionsreste)

<sup>162</sup> Gewerbeabfallaufkommen im Jahr 2000: 71.925 Mg/a (incl. DSD- und Kompostier – Reste); Quelle EVS, März 2001

Dieser Aussage können im Rahmen einer orientierenden Betrachtung folgende Ansätze gegenübergestellt werden:

- werden die spezifischen Kennziffern der Tabelle 18 (Abschnitt 2.2.5.4.4) auf das Saarland übertragen (ca. 100 kg/E\*a), ergibt sich ein Biomasse – Potenzial von ca. 100.000 Mg/a
- bei Ansatz der Kennwerte für Hessen und Rheinland – Pfalz (ca. 300 kg pro Erwerbstätigem und Jahr) lässt sich ebenfalls ein Potenzial von ca. 100.000 Mg/a herleiten.

Ergänzend wurden im Rahmen der hier vorliegenden Studie Betriebsbefragungen durchgeführt, welche jedoch nur ansatzweise zu belastbaren Daten führte<sup>163</sup>. Der relevante Bereich des Ernährungsgewerbes ist dabei in den vorliegenden Datenbanken<sup>164</sup> mit 54 Betrieben und 8.075 Beschäftigten gelistet, das Gastgewerbe verfügt über 6.880 Beschäftigte bei ca. 200 größeren Betrieben.

Folgende Absolutmengen konnten im Rahmen der stichprobenartigen Analyse punktuell erhoben werden:

**Tabelle 41: Punktuelle Biomasse – Potenziale aus dem gewerblichen Bereich im Saarland auf der Basis einer stichprobenartigen Erhebung**

Material	Menge	Anmerkung
Speisereste/-fette	ca. 2.000 Mg/a	Speisereste gehen fast vollständig in die Tierfütterung
Rückstände in Form von Spelzen oder Kleie	ca. 20.000 Mg/a	Herkunft: Getreidemühlen; das Material geht fast vollständig in die Tierfütterung
Treber (1 Brauerei)	ca. 45.000 Mg/a	Tierfütterung
<b>Gesamt</b>	<b>ca. 67.000 Mg/a</b>	

Unter Berücksichtigung der obigen Zusammenhänge erscheint ein Potenzial – Ansatz von vorläufig ca. 100.000 Mg/a plausibel. Der Schwankungsbereich der verfügbaren Massen liegt somit zwischen 4.500 und 100.000 Mg/a. Bei einem angenommenen mittleren Heizwert des Materials von ca. 4 MJ/kg<sup>165</sup> ergibt sich daraus ein theoretisches energetisches Potenzial von **18.000 – 400.000 GJ/a**.

Um zu konkreteren Daten zu kommen, ist eine Erhebungsaktion mit einer sehr hohen Bearbeitungstiefe umzusetzen. Diese war im Rahmen der hier durchgeführten Untersuchungen nicht zu leisten.

<sup>163</sup> teilweise aufgrund einer mangelnden Auskunftsbereitschaft seitens der Betriebe; bei konkreten Projektansätzen ist von einer höheren Bereitschaft auszugehen.

<sup>164</sup> www.ihk-saarland.de

<sup>165</sup> entspricht dem H<sub>u</sub> von Bioabfall; hier große Schwankungen im TS Gehalt (z.B. Treber – Spelzen)

### 3.5.4 Klärschlamm

Zur Zeit sind im Saarland bei einem Anschlussgrad von ca. 83 % 90 Kläranlagen in Betrieb. Diese werden ausschließlich von dem Entsorgungsverband Saar EVS betrieben. In 22 dieser Anlagen fällt Faulgas an, welches in allen Fällen zur Deckung des Wärmebedarfs des Faulprozesses genutzt wird. In fünf Anlagen werden BHKW's mit einer installierten Leistung von 1090 kW<sub>el</sub> und einer berechneten jährlichen Stromproduktion von 5700 MWh<sub>el</sub>/a betrieben. Dies entspricht ca. 70% des gesamten Verstromungspotentials. In der Kläranlage Homburg wird zur Zeit ein weiteres BHKW installiert. Der Strom dient hauptsächlich zur Deckung des Eigenstrombedarfes.

**Tabelle 42: Standort und spezifische Daten der Klärgas BHKW's**

Anlagenstandort	EW – Belastung	Faulgasanfall (m <sup>3</sup> /a)	Leistung (kW <sub>el</sub> )
Wellesweiler	65.100	633.722	100
Burbach	161.200	1.700.770	510
Saarlouis	72.600	646.838	200
Ensdorf	17.000	161.801	140
Völklingen	25.000	136.044	140
Homburg	120.000	839.703	?
<b>Gesamt</b>	<b>460.900</b>	<b>4.118.878</b>	<b>1.090</b>

An 10 weiteren Standorten besteht hinsichtlich der Faulgasnutzung ein zusätzliches theoretisches Einsatzpotential im Bereich von 30 – 66 kW<sub>el</sub><sup>166</sup>.

Das Klärschlamm – Aufkommen betrug im Saarland im Jahr 1998 ca. 21.300 MgTS<sup>167</sup>. Bei einem Heizwert von 8<sup>168</sup> bis 15<sup>169</sup> MJ/kgTS ergibt sich daraus bei einer angenommenen energetischen Verwertungsquote von 65 %<sup>170</sup> sowie unter zusätzlicher Berücksichtigung der erzielbaren Gasmengen ein energetisches Potenzial von ca. **200.000 – 300.000 GJ/a**.

Anmerkung: Klärschlamm ist keine Biomasse im Sinne der Biomasse – Verordnung.

<sup>166</sup> IZES Leprich et.al., Auswirkungen des "Erneuerbare – Energien - Gesetzes" (EEG) auf die Wirtschaftlichkeit von Regenerativanlagen anhand konkreter Fallbeispiele im Saarland. Studie im Auftrag der Saar Energie GmbH, der VSE AG und der Stadtwerke Saarbrücken AG, April 2001

<sup>167</sup> Quelle: Esch, B., Loll, U., Aktuelle Klärschlamm-mengen und –qualitäten sowie Entsorgungswege in Deutschland, KA Wasserwirtschaft Abwasser Abfall, 48. Jahrgang, November 2001

<sup>168</sup> Faulschlamm

<sup>169</sup> unausgefaulter Schlamm

<sup>170</sup> die restlichen 35 % werden nach wie vor in der Landwirtschaft verwertet

### 3.6 Zusammenfassende Darstellung der Biomasse – Potenziale im Saarland

Auf der Grundlage der im Abschnitt 3 durchgeführten Herleitungen werden nachfolgend die ermittelten Biomasse – Potenziale im Zusammenhang mit einer vorläufigen Einschätzung hinsichtlich der Anteile, die unter definierten Rahmenbedingungen verfügbar gemacht werden könnten, zusammengestellt:

**Tabelle 43: Zusammenfassende Darstellung der Biomasse – Potenziale im Saarland**

Biomasse	Mengenaufkommen* (t/a)	Energiepotenzial* (GJ/a)	Einschätzung**** (GJ/a)
<b>Holzartige Biomasse**</b>			
Waldrestholz	51.500 – 171.600 (TM)	927.000 – 3.089.000	1.000.000
Landschaftspflege	6.000 – 20.500 (TM)	100.000 – 369.000	100.000
Industrierestholz	40.000 – 120.000 (TM)	720.000 – 2.160.000	720.000
Gebrauchtholz	85.760 – 107.200 (TM)	1.560.800 – 1.951.000	1.600.000
<i>Gesamt</i>	<i>183.260 – 419.300 (TM)</i>	<i>3.307.800 – 7.569.000</i>	<i>3.420.000</i>
<b>Halmgutartige Biomasse</b>			
Stroh	7.665 – 105.950 (TM)	130.000 – 1.854.000	200.000
Gras	0 – 367.600 (TM)	0 – 6.300.000	500.000
Landschaftspflege	5.090 – 7.000 (TM)	83.000 – 120.000	90.000
<i>Gesamt</i>	<i>12.755 – 480.550 (TM)</i>	<i>213.000 – 8.274.000</i>	<i>790.000</i>
<b>Energiepflanzen***</b>			
Kurzumtriebsholz	0 – 35.500 (TM)	0 – 639.000	bei Nutzung von 30 % der Brachflächen ca. 250.000
Gras / Brachland	0 – 23.670 (TM)	0 – 400.000	
Energiegräser	0 – 67.000 (TM)	0 – 1.200.000	
Faserpflanzen	0 – 59.000 (TM)	0 – 1.000.000	
Getreideganzpfl.	0 – 39.500 (TM)	0 – 680.000	
Ölhaltige Biom.	--	0 – 322.000	
<i>Maximal</i>	<i>67.000 (TM)</i>	<i>1.200.000</i>	<i>250.000</i>
<b>Reststoffe</b>			
Landwirtschaft	--	82.000 – 631.000	200.000
Privathaushalte	83.035 – 106.895 (FS)	154.000 – 299.000	154.000
Gewerbe	4.500 – 100.000 (FS)	18.000 – 400.000	100.000
Klärschlamm	21.300 (TM)	200.000 – 300.000	200.000
<i>Gesamt</i>	<i>--</i>	<i>454.000 – 1.630.000</i>	<i>654.000</i>
<b>Energetisches Potenzial</b>		<b>3.974.800 – 18.673.000</b>	<b>5.114.000</b>

\* Schwankungsbereich minimaler technischer bis maximaler theoretischer Aufkommen

\*\* ohne Kurzumtriebshölzer

\*\*\* jeweils in Abhängigkeit der Flächenverfügbarkeit sowie der Nutzungsanteile im Bereich der Stilllegungsflächen

\*\*\*\* konservative Einschätzung unter Berücksichtigung der in den vorigen Abschnitten aufgezeigten Zusammenhänge

Der Primärenergieverbrauch des Saarlandes lag 1999 bei 72.750.436 MWh. Somit könnten die hier ermittelten energetischen Biomassepotenziale einen Anteil von 1,5 bis 7,2 % des saarländischen Primärenergiebedarfs substituieren.

Anmerkung:

- Die in der obigen Tabelle zusammengestellten Zahlen sind nur im Zusammenhang mit den in den vorigen Abschnitten thematisierten Rahmenbedingungen interpretierbar.
- Die gebiets-/gemeindespezifischen Potenzial - Zuordnungen sind im Anhang 5 graphisch und tabellarisch aufbereitet



## 4. Potenzialerhebungen im Saar – Pfalz – Kreis

### 4.1 Allgemeines

Um in Teilbereichen gegenüber den allgemeinen Informationsgrundlagen des Saarlandes zu einer konkreteren Planungsgrundlage zu kommen, wurde im Bereich des Saar – Pfalz – Kreises – im Sinne einer Modell – Region – für spezifische Biomassen eine detailliertere Datenerhebung durchgeführt.

Der Saar - Pfalz - Kreis umfasst dabei sieben Gemeinden mit einer Gesamtfläche von 420,6 km<sup>2</sup> und 157.625 Einwohnern. In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten Grunddaten der einzelnen Kommunen zusammengefasst.

**Tabelle 44: Grunddaten des Saar – Pfalz – Kreises<sup>171</sup>**

Gemeinde	Fläche (km <sup>2</sup> )	Landwirtschaftliche Fläche (km <sup>2</sup> )	Waldfläche (km <sup>2</sup> )	Einwohner (E)
Bexbach	31,1	11,8	8,6	19.255
Kirkel	31,4	9,0	15,1	10.145
St. Ingbert	50,0	7,5	26,3	40.214
Homburg	82,6	24,0	36,1	45.830
Blieskastel	110,3	65,6	30,3	23.160
Gersheim	57,5	40,0	10,5	7.206
Mandelbachtal	57,7	38,7	11,8	11.815
<b>Gesamt</b>	<b>420,6</b>	<b>196,6</b>	<b>138,6</b>	<b>157.625</b>
	<b>100 %</b>	<b>47 %</b>	<b>33 %</b>	

Im Hinblick auf eine vertiefte Betrachtung der Biomasse – Potenziale wurden im Saar – Pfalz – Kreis ergänzende Erhebungen im Bereich Waldrestholz, Industrierestholz, Speisefett und landwirtschaftliche Reststoffe durchgeführt.

Hinsichtlich der landwirtschaftlichen Reststoffe wurde ein Fragebogen an sämtliche Landwirte der Region verschickt (siehe Anhang 6). Neben der Ermittlung der dort vorhandenen Biomasse – Potenziale sollte über diese Vorgehensweise auch die Sensitivität der Landwirte hinsichtlich eines Engagements im Bereich der erneuerbaren Energieträger hinterfragt werden<sup>172</sup>. Da die Landwirte über den Großteil der hier betrachteten Biomassen verfügen, war mit dem Fragebogen ein weites Feld abzudecken. Er richtet sich sowohl auf den Bereich der Energiepflanzen als auch auf den Bereich der verfügbaren Reststoffe (Gras, Stroh, Gülle und Mist). Als Fazit dieser Befragung lässt sich feststellen, dass die Landwirte - soweit es im Bereich ihrer Möglichkeiten liegt - einer Nutzung von Biomassen zum Zwecke der Energiegewinnung positiv gegenüberstehen. In diesem Bereich müssen daher sinnvolle Rahmenbedingungen geschaffen werden, welche es den Landwirten erlauben langfristige Investitionen zu tätigen und ihr ökologisches Engagement - welches fast immer mit positiven Einflüssen auf die ländliche Region einhergeht - reizvoll zu gestalten.

<sup>171</sup> Quelle: statistisches Landesamt; Flächen (1997); Bevölkerung (1999)

<sup>172</sup> Stärkung des ländlichen Raumes nach dem Motto „Vom Landwirt zum Energiewirt“

Hinsichtlich der grundlegenden Aussagen der Befragungsaktion ergaben sich bei insgesamt 119 angeschriebenen Landwirten folgende Ergebnisse:

- 49 Landwirte haben auf den Fragebogen reagiert (allerdings erst nach einer zusätzlichen Nachfassaktion)<sup>173</sup>
- 38 Landwirte bekunden ein prinzipielles Interesse im Bereich „Energie aus Biomasse“ tätig zu werden
- 13 Landwirte haben ein prinzipielles Interesse an einer Biogasanlage
- weitere 5 Landwirte würden sich an einer Gemeinschaftsanlage beteiligen
- diese insgesamt 18 Landwirte verfügen über ca. 1.200 GVE an Rindern, 70 GVE an Schweinen und 120 Pferden
- 7 Betriebe verfügen über 100 GV

Die obigen Zusammenhänge sind im Anhang 7 graphisch aufbereitet.

## 4.2 Potenziale im Saar – Pfalz – Kreis

### 4.2.1 Holzartige Biomasse

#### 4.2.1.1 Waldrestholz

Die Bewirtschaftung der Staatsforsten sowie die forsttechnische Betriebsführung in den Gemeinden- und Körperschaftsforsten obliegt im Saarland dem SaarForst Landesbetrieb.

Die Gesamtwaldfläche des Saar - Pfalz - Kreises beträgt 13.855 ha<sup>174</sup> (siehe auch Tabelle 43) der SaarForst Landesbetrieb ist für 7.141 ha dieser Fläche zuständig (Regionalbetrieb Ost). In der nachfolgenden Tabelle sind die einzelnen Forstreviere des Saar – Pfalz – Kreises mit den zugehörigen Bodenflächen, dem laufenden jährlichen Zuwachs, der jährlichen Nutzung, dem vorhandenen Vorrat an Erntefestmetern und dem Sollvorrat aufgelistet<sup>175</sup>.

**Tabelle 45: Forstwirtschaftliche Daten Bereich SaarForst**

Forstrevier	Fläche ha	jährlicher Zuwachs Efm/ha	Nutzung Efm/ha	Sollvorrat Efm/ha	Istvorrat Efm/ha
Kirkel	1.288	7,5	4,1	266,4	228,9
Gersheim	1.108	5,2	4,0	208,4	151,6
St.Ingbert	808	8,4	4,9	261,2	248,0
Schüren	1.096	5,4	3,1	235,1	164,9
Homburg	541	6,3	4,3	253,1	192,3
Bexbach	1.150	5,4	3,4	237,6	167,2
Karlsberg	1.150	5,7	3,2	253,5	200,3
<b>Gesamtfläche</b>	<b>7.141</b>	<b>6,3</b>	<b>3,9</b>	<b>245,0</b>	<b>193,3</b>

Efm = Erntefestmeter

<sup>173</sup> bei den restlichen Betrieben handelt es sich meist um kleine Betriebe (z.B. im Bereich der Nebenerwerbslandwirtschaft), bzw. um Betriebe bei denen eine Hofaufgabe ansteht (kein Hofnachfolger)

<sup>174</sup> Quelle: Statistisches Landesamt

<sup>175</sup> Quelle: Saar Forst Hauptergebnisse zur Nutzungsplanung 1999

In der obigen Tabelle ist die Differenz zwischen dem laufenden jährlichen Zuwachs und der jährlichen Nutzung erkennbar, welche je nach Forstrevier zwischen 1,2 und 3,4 Efm/ha\*a schwanken kann. Zudem wird ersichtlich, dass im Saar Pfalz Kreis noch eine deutliche Lücke zwischen dem gewollten Vorrat an Erntefestmetern pro Hektar und dem tatsächlich vorhandenen Vorrat besteht. Dieser Unterschied ist nach Aussagen der Revierförster teilweise auf die Stürme im Jahr 1990 zurückzuführen, teilweise aber auch noch auf die Zerstörungen im Zweiten Weltkrieg.

Neben dem daraus resultierenden Aufforstungswunsch spielen im Zusammenhang mit der nicht vollständigen Nutzung des Zuwachses auch noch andere Gesichtspunkte eine nicht unbedeutende Rolle. Um nähere Angaben über die Aspekte, unter denen die forstwirtschaftliche Nutzung in den einzelnen Revieren stattfindet machen zu können, wurden daher die einzelnen Revierförster im Rahmen von vor Ort – Terminen befragt.

Folgende Ergebnisse wurden dabei erzielt:

### **Forstrevier Kirkel**

Die momentane Nutzung an Waldhölzern liegt im Forstrevier Kirkel im Bereich von 5.300 Efm. Davon werden ca. 800 - 1.000 fm als Brennholz verkauft. Probleme mit dem Absatz gibt es im Bereich der Nadelhölzer (Kiefer, Fichte). Potenziale zur zusätzlichen Schwachholznutzung werden, da 10 – 20 % des Einschlages als Totholz im Revier verbleiben sollen, in diesem Bereich nicht gesehen. Als Vorschlag für die vermehrte Nutzung von Holz als Energieträger im Saarland wurde die Anpflanzung von Energiewäldern mit Umtriebszeiten von ca. 20 Jahren auf momentan großteils ungenutzten landwirtschaftlichen Grünflächen genannt.

### **Forstrevier Gersheim**

Die Waldbestände des Forstreviers Gersheim wurden während des zweiten Weltkrieges weitgehend zerstört. Aus diesem Grund handelt es sich hier um relativ junge Waldbestände (40 – 50 Jahre alt), welche ihre Zielstärke erst in ca. 50 Jahren erreichen werden. Das Revier verfügt zu 90 % über Laubhölzer. Der momentane Brennholzverkauf liegt im Bereich von 1.500 fm/a, zusätzlich könnten nach Einschätzungen des zuständigen Revierförsters 1.000 bis 2.000 fm/a zur energetischen Nutzung bereitgestellt werden.

### **Forstrevier St.Ingbert**

Von einem jährlichen Zuwachs von 8,4 Efm werden in diesem Revier nur 4,9 Efm genutzt. Diese Diskrepanz ergibt sich aus dem Umstand, dass ca.  $\frac{3}{4}$  des Gebietes Steilhanglagen sind und damit nur mit erhöhtem Arbeits- und Kostenaufwand genutzt werden können. Der zuständige Revierförster geht von einem jährlichen Potenzial von 500 fm Laubholz und 500 fm Nadelholz zur zusätzlichen Nutzung aus.

### **Forstrevier Schüren**

Ab 2001 soll die Nutzung bei 5 Efm/ha\*a liegen. Bei einem Zuwachs von 5,1 Efm/ha\*a würde dies einer fast vollständigen Nutzung gleichkommen. Auch hier werden als Potenzial zur zusätzlichen Nutzung ca. 500 fm Laubholz und 500 fm Nadelholz angesetzt. Nach Einschätzung des Revierförsters könnten aus den 40.000 ha des saarländischen Staatswaldes insgesamt ca. 15.000 bis 20.000 fm zusätzlich zur energetischen Verwertung zur Verfügung gestellt werden.

### **Forstrevier Homburg**

Der Holzvorrat soll auch in Homburg weiter angehoben werden. Nach Einschätzung des zuständigen Revierförsters bestehen Naturwälder zu 30 – 50 % aus Totholz so dass ein Teil des Holzes im Wald verbleiben muss. Je dicker die Holzstämme, desto weniger Nährstoffe enthalten sie. Daraus folgt, dass sie dem Wald entnommen werden dürfen. Zusätzlich könnten im Revier Homburg ca. 775 fm genutzt werden. Als mittelfristiges Potenzial von 3 Efm/ha nannte der Revierförster Nadelhölzer, wie Kiefer, Douglasie und Lerche, für welches es momentan keine Abnehmer gibt und die zudem zum „Altlastenproblem“ werden.

### **Forstrevier Bexbach**

Momentan wird in Bexbach 25 % des Einschlages als Brennholz genutzt. Nach dem zuständigen Revierförster könnten 500 fm zur energetischen Verwertung zusätzlich zur Verfügung gestellt werden.

### **Forstrevier Karlsberg**

Durch die Stürme in Frankreich besteht auf dem Markt ein Holzüberschuss. Besondere Probleme bereitet der Absatz von Kiefern. Letztes Jahr wurden im Revier Karlsberg 1.000 m<sup>3</sup> Brennholz verkauft. Dieses Jahr wird eine Steigerung von 10 bis 20 % angestrebt. An Nadelhölzern besteht ein zusätzliches Potenzial von 500 fm.

### **Forstrevier Blieskastel (Gemeindewald)**

Der zuständige Revierförster gibt an, dass aus dem Gemeindewald mit einer Fläche von 1.860 ha mit einer momentanen Nutzung von 8.000 Efm/a zusätzlich mindestens 800 Efm genutzt werden können. Vor allem das Kronenmaterial der Nadelhölzer (Fichte, Kiefer, Lärche und Douglasie) verbleibt momentan ungenutzt im Wald.

### **Forstrevier Mandelbachtal (Gemeindewald)**

Für dieses Forstrevier (1.200 ha) existiert bereits eine gut ausgebildete Brennholzvermarktung (800 – 1200 fm/a). Somit verbleiben nur noch verhältnismäßig geringe Mengen, welche zusätzlich genutzt werden können. Der Revierförster schätzt für das 1.200 ha große Gebiet eine zusätzliche Nutzungsmöglichkeit von ca. 200 – 300 fm ab. Hierbei handelt es sich fast ausschließlich um Nadelhölzer, da dieses Revier nur 10 % Laubholzanteil aufweist.

Aus den obigen Angaben lassen sich im Sinne einer Zusammenfassung folgende zusätzliche Potenziale ableiten:

**Tabelle 46: Zusätzlich nutzbare Mengen an Waldresthölzern in den befragten Forstrevieren**

Forstrevier	Zusätzliches Potenzial	
	fm	fm/ha
Kirkel	Energiewald	0
Gersheim	1.000 – 2.000	0,9 – 1,8
St.Ingbert	1.000	1,2
Schüren	1.000	0,9
Homburg	775	1,4
Bexbach	500	0,4
Karlsberg	500	0,4
Mandelbachtal	200 - 300	0,2 - 0,3
Blieskastel	800	0,4
<b>Gesamt</b>	<b>5.775 – 6.875</b>	<b>0,6 - 0,8</b>

Nach den Angaben in Tabelle 45 kann aus dem Bereich der öffentlichen bewirtschafteten Wäldern des Saar – Pfalz – Kreises ein zusätzliches Biomasse – Potenzial von 0,6 – 0,8 fm/ha (= 0,25 – 0,34 t TM/ha) erwartet werden. Der Schwankungsbereich liegt dabei je nach Forstrevier zwischen 0 – 1,8 fm/ha bzw. 0 – 0,76 t TM/ha und korrespondiert somit sehr gut mit den in Tabelle 3 dargestellten allgemeinen Kennziffern<sup>176</sup>.

Werden nunmehr die obigen spezifischen Nutzungspotenziale von 0,6 – 0,8 fm/ha auf die gesamten Waldflächen des Saar – Pfalz – Kreises (incl. Privatwald) übertragen, ergeben sich bei einem Heizwert von 8 GJ/fm zusätzliche Energiepotenziale in einem Schwankungsbereich von **66.500 - 88.700 GJ/a**.

#### 4.2.1.2 Kurzumtriebshölzer

Die für den Anbau von Kurzumtriebshölzern verfügbare Brachfläche beträgt im Saar - Pfalz - Kreis 542 ha. Wird, wie schon in Kapitel 3.1.2 von einem mittleren Ertrag von 9 t TM/ha\*a ausgegangen, so ergibt sich in Abhängigkeit der Flächennutzung ein theoretisches Potenzial von 0 – 4.878 t TM/a bzw. 0 - 87.800 GJ/a.

Im Rahmen der durchgeführten Befragungsaktion gaben 25 der befragten Landwirte an, sie wären prinzipiell zu einem Anbau von Energiepflanzen bereit. Nur 4 der 38 Landwirte, die prinzipiell ein Interesse bekundeten im Bereich „Energie aus Biomasse“ tätig zu werden, waren der Auffassung, dass für sie ein Energiepflanzenanbau nicht in Frage käme. Als wesentliche Gründe wurden hier insbesondere der Preis und die nicht vorhandenen Absatzmöglichkeiten angeführt. Neun Landwirte ließen diese Frage unbeantwortet.

In der Summe verfügen die interessierten Landwirte über ca. 215 ha Stilllegungsfläche, so dass von einem Energiepotenzial, welches bei entsprechenden Rahmenbedingungen erreicht werden könnte, von ca. **0 - 34.800 GJ/a** ausgegangen werden kann. Zudem bleibt zu beachten, dass auch andere Landwirte bei einem funktionierenden Markt zum Energiepflanzenanbau bereit wären.

<sup>176</sup> das hergeleitete mittlere Potenzial liegt dabei im Bereich der angegebenen *wirtschaftlichen Potenziale*, der obere Teil des Schwankungsbereich im Bereich der *technischen Potenziale*

### 4.2.1.3 Industrierestholz

Eine telefonische sowie eine nachgeschaltete schriftliche Befragung von 51 Schreinereien / Holzverarbeitenden Betrieben im Saar-Pfalz-Kreis ergab, dass ein Großteil der anfallenden Holzreste in eigenen Öfen verbrannt wird (22 Betriebe). Drei der befragten Betriebe geben zusätzlich geringe Mengen an Entsorger ab. Lediglich zwei Betriebe bezahlen für die Entsorgung eines Großteils ihrer Reste<sup>177</sup>.

Während bei Ansatz der Kennziffern nach Tabelle 6 noch ein Potenzial von ca. 14.000 t TM/a abgeschätzt werden kann, dürfte die tatsächlich verfügbare Menge deutlich niedriger sein. Sie wird konform zu den Herleitungen in Abschnitt 3.1.3 mit ca. 4.500 t TM/a bzw. **ca. 81.000 GJ/a** angesetzt, wobei auch hier ein Großteil dieser Potenziale bereits in definierte Verwertungsschienen abfließt.

### 4.2.1.4 Landschaftspflegehölzer

Im Bereich der Landschaftspflegehölzer sind als Potenzial insbesondere die als Siebrückstand verbleibenden Holzreste der Kompostierungsanlage Hölschberg zu nennen. Momentan werden diese Rückstände, welche bei der Aussiebung des Kompostes entstehen, erneut einer frischen Kompostmiete zugesetzt. Aufgrund der Tatsache, dass sich der Kompostabsatz derzeit eher schleppend gestaltet, wären alternative Nutzungsmöglichkeiten in diesem Bereich wünschenswert. Das Problem der im Holzigen Material derzeit noch enthaltenen Steine könnte z.B. durch eine Befestigung der Lagerfläche behoben werden.

Das Mengenaufkommen in der Kompostierungsanlage Hölschberg stellte sich im Jahr 2000 wie folgt dar:

**Tabelle 47: Grünschnittanlieferungen im Bereich der Kompostierungsanlage Hölschberg**

Monat	Menge (m <sup>3</sup> )	Material	Menge (m <sup>3</sup> )
Januar	1.880	Häckselgut	872
Februar	1.315	Friedhofsabfälle	1.082
März	2.283	Anlieferung Kompostanlage	9.178
April	1.815	private Kleinanlieferungen	7.684
Mai	1.391	<b>Gesamt</b>	<b>ca. 18.500</b>
Juni	1.370		
Juli	1.163		
August	1.935		
September	1.522		
Oktober	1.870		
November	1.076		
Dezember	826		
<b>Gesamt</b>	<b>ca. 18.500</b>		

<sup>177</sup> die restlichen Firmen waren entweder nicht auskunftsbereit, die Firma existierte nicht mehr, oder die Firma konnte nicht erreicht werden

Das angelieferte Material besteht hauptsächlich aus holzigartigen Stoffen. Grasnchnitt fällt nur über die Sommermonate an. Hierbei wird nach Aussagen des Betriebspersonals von einem Anteil von ca. 30% in den Monaten Mai bis September ausgegangen. Somit ergibt sich ein Anteil an holzigem Material von ca. 16.200 m<sup>3</sup>. Wird davon ausgegangen, dass ca. die Hälfte des Materials für eine energetische Verwertung zur Verfügung steht ergibt sich, mit einem Heizwert von 3,5 GJ/m<sup>3</sup>, ein Potenzial von ca. **28.350 GJ/a**.

Die Kompostierungsanlage in St. Ingbert gibt eine jährliche Anlieferungsmenge von ca. 1.100 m<sup>3</sup> an. Dieses Material besteht im Winter fast ausschließlich aus Baum- und Strauchschnitt. Im Frühling kommen größere Grasmengen und im Herbst Laub dazu. Momentan ist der Absatz noch gewährleistet, es könnte allerdings bei gleichbleibend steigender Tendenz in Bezug auf die angelieferte Kompostmenge zukünftig Absatzprobleme geben.

#### 4.2.1.5 Gebrauchtholz

Bei Ansatz der bereits in Abschnitt 3.1.4 genutzten Kennwerte lässt sich für den Saar – Pfalz – Kreis ein Potenzial von 12.600 – 15.800 t TM/a bzw. 226.800 – 284.400 GJ/a abschätzen.

Nach den Ergebnissen der saarländischen Abfallerhebungen der Jahre 2001 und 1994/95 kann in den Gemeinden des Saar - Pfalz - Kreises mit folgendem Aufkommen an zur Beseitigung abgegebenen Gebrauchthölzern gerechnet werden.

**Tabelle 48: Abschätzung des zur Abfallbeseitigung abgegebenen Gebrauchtholzaufkommens im Saar – Pfalz – Kreis**

Gemeinde	Holzanteil Hausmüll** (t/a)	Holzanteil Sperrmüll (t/a)	Holzanteil Gewerbeabfall* (t/a)	Gesamt (t/a)
Bexbach	73,8	487,5	121,8	683,1
Blieskastel	86,6	345,6	147,4	579,6
Gersheim	29,1	101,8	45,9	176,8
Homburg	175,5	897,2	291,0	1.363,7
Kirkel	41,0	180,4	64,4	285,8
Mandelbachtal	47,7	764,7	74,9	887,3
St. Ingbert	154,0	206,7	254,8	615,5
<b>Gesamt</b>	<b>607,7</b>	<b>2.983,9</b>	<b>1.000,2</b>	<b>4.591,8</b>

\* bei einem mittleren spezifischen Gewerbeabfallaufkommen im Saarland von ca. 55 kg/E\*a; ca. 20 % der Mengen sind unbehandelt

\*\* ca. 15 % davon ist unbehandelt

\*\*\* ca. 5 % davon ist unbehandelt

Über den Abfall werden somit ca. 4.600 t/a bzw. ca. 82.600 GJ/a entsorgt. Wird bei den gewerblichen Holzabfällen wiederum eine bereits realisierte Verwertungsquote von 86 % unterstellt<sup>178</sup>, ergibt sich ein Gebrauchtholzpotenzial von ca. 10.700 t / a bzw. ca. **192.600 GJ/a**.

<sup>178</sup> Quelle: WIEMER et.al., Gewerbeabfallkataster Saarland 1996/97, EVS

#### 4.2.1.6 Zusammenfassung

In der nachfolgenden Tabelle sind die ermittelten Energiepotenziale für die verschiedenen Holzsortimente zusammengefasst:

**Tabelle 49: Energiepotenziale holzartiger Biomassen im Saar – Pfalz – Kreis**

Quelle	Energiepotenziale (GJ/a)
Waldrestholz	66.500 – 88.700
Kurzumtriebshölzer	0 – 34.800
Industrieresthölzer	0 – 81.000
Landschaftspflegehölzer	28.350
Gebrauchthölzer	82.600 – 192.600
<b>Gesamt</b>	<b>177.450 – 425.450</b>

Wie aus der obigen Darstellung deutlich wird, liegen die größten Potentiale im Bereich der Gebraucht- und Waldresthölzer. Über die wirtschaftliche Verfügbarkeit dieser Mengen können hier keine Angaben gemacht werden. Hierzu sind prinzipiell konkrete Projektansätze mit definierten Rahmenbedingungen erforderlich.

### 4.2.2 Halmgutartige Biomasse

#### 4.2.2.1 Stroh

1999 wurde im Saar – Pfalz – Kreis eine Fläche von 4.049 ha mit Getreide bestellt. Wird von einem Strohertrag von 4,3 bis 6 t TM/ha\*a ausgegangen, so ergeben sich 17.400 bis 24.300 t TM Stroh, welche jährlich im Saar - Pfalz - Kreis geerntet werden können. Daraus lässt sich ein theoretisches Energiepotenzial von 138 – 425 TJ/a ableiten.

Wird analog zu Abschnitt 3.2.1 von einem nutzbaren Anteil in der Größenordnung von 10 bis 15 Prozent ausgegangen, so ergibt sich ein technisches Potenzial von **13,8 bis 63,8 TJ/a**.

Die Befragung der Landwirte ergab, dass 16 Landwirte in der Lage wären Stroh für eine energetische Verwertung (gegen ein Entgelt) zur Verfügung zu stellen. Diese 16 Landwirte könnten zusammen 962 t plus 194 ha zur Verfügung stellen. Wird von einem mittleren Ertrag von 5 t TM/ha\*a ausgegangen ergeben sich somit 1.932 t Stroh pro Jahr. Mit einem mittleren Heizwert von 17,2 GJ/t erhält man ein Energiepotenzial von **33.325 GJ/a**. Dieses Ergebnis liegt innerhalb des Vertrauensbereiches der obigen, theoretisch hergeleiteten Potenziale.



#### 4.2.2.2 Gräser

##### Gras aus landwirtschaftlichen Anbauflächen

1999 war im Saar – Pfalz - Kreis eine Fläche von 6.542 ha als Dauergrünland vermerkt. Bei einem Grasertrag von 5,5 bis 10 t TM/ha\*a ergibt sich somit eine theoretische Erntemenge von 36.000 – 65.000 Tonnen Grasschnitt pro Jahr. Das daraus folgende Energiepotenzial von 362 – 870 TJ/a (Grundlage: Biogas) ist zu einem Großteil nicht verfügbar, da das Gras in der Tierfütterung eingesetzt wird. Es wird daher in der Folge von einer technischen Verfügbarkeit von ca. 10 % ausgegangen, woraus sich ein Energiepotenzial von **36 – 87 TJ/a** ableiten lässt.

##### Energiepflanzen

Für den Energiepflanzenanbau (hier Energiegräser) stehen im Saar – Pfalz - Kreis 542 ha an Stilllegungsfläche zur Verfügung. Wird ein Flächenertrag von 7 – 17 t TM/ha angesetzt ergibt sich, bei einem Heizwert von 16,3 - 18 GJ/t TM, ein Energiepotenzial von 62 – 166 TJ/a. Da dieses Potenzial mit anderen Flächennutzungsoptionen konkurriert, wird im Folgenden ein Potenzial von **0 – 166 TJ/a** angesetzt.

Werden die 215 ha, welche laut der durchgeführten Befragung zum Energiepflanzenanbau zur Verfügung stehen, zugrunde gelegt ergibt sich ein Potenzial von **0 bis 65,8 TJ/a**.

##### Landschaftspflege

Im Bereich der zentralen Kompostierungsanlage Hölshberg ist von einem Grünschnittaufkommen von ca. 18.500 m<sup>3</sup> pro Jahr auszugehen. Davon bestehen gemäß einer Einschätzung des dortigen Betriebspersonals ca. 16.200 m<sup>3</sup>/a aus holzartigen Materialien (Strauch- und Baumschnitt). Die restlichen 2.300 m<sup>3</sup> sind feuchtes Gras. Mit einem Schüttgewicht von 0,35 t/m<sup>3</sup>, einer Gasproduktion von 100 m<sup>3</sup>/t FS und einem Heizwert von 23 MJ/m<sup>3</sup> lässt sich daraus ein Energiepotenzial von **1,9 TJ/a** bereitstellen.

Ergänzend ist auf die Potenziale aus der Landschaftspflege im Bereich des Biosphärenreservates hinzuweisen (Pfleßmaßnahmen durch Landwirte als externe Dienstleister). Dort können zusätzliche spezifische Erträge (Extensivlandbau) im Bereich von 4 – 6 t TM / ha\*a erwirtschaftet werden.

##### Zusammenfassung Gräser

Nach den obigen Herleitungen lassen sich somit für den Stoffstrom Gras in Abhängigkeit der Flächennutzung sowie der Verfügbarkeiten Energiepotenziale in einem Bereich von **40 – 260 TJ/a** herleiten.

#### 4.2.2.3. Getreideganzpflanzen

Wird von einer Fläche von 542 ha (verfügbare Stilllegungsfläche) und einem spezifischen Ertrag von ca. 6 – 10 t TM / ha\*a ausgegangen, könnte ein Energiepotenzial von 0 – 93.200 GJ/a erwirtschaftet werden. Bei Ansatz der im Rahmen der Befragungsaktion ermittelten Fläche von 215 ha errechnet sich ein energetisches Potenzial von **0 - 36.980 GJ/a**.

#### 4.2.2.4 Faserpflanzen

Je nach Anteil der genutzten Fläche können auf 542 ha Brachland 0 - 137.400 GJ/a aus Hanf gewonnen werden. Auf eine Fläche von 215 ha bezogen (Angaben gemäß Befragungsaktion) ergeben sich **0 – 54.500 GJ/a**.

#### 4.2.2.5 Zusammenfassung

Nach den in den vorigen Abschnitten durchgeführten Abschätzungen lassen sich für den Bereich der halmgutartigen Biomasse folgende Potenziale herleiten. Die angegebenen Daten sind dabei vorläufiger Natur. Sie sind im Rahmen konkreter Projektansätze weiterzuentwickeln.

**Tabelle 50: Zusammenfassung der Potenziale für halmgutartige Biomassen im Saar – Pfalz - Kreis**

	Energiepotenzial (GJ/a)	
	Allgemeine Herleitung	Ansätze gemäß der Befragungsaktion
Stroh	13.800 – 63.800	33.325
Gras aus Anbau	36.000 – 87.000	36.000 – 87.000
Energiegras / Brachland	0 – 166.000	0 – 65.800
Gras / Landschaftspflege	> 1.900	> 1.900
Getreideganzpflanze / Brachland	0 – 93.200	0 – 36.980
Faserpflanzen / Brachland	0 – 137.400	0 – 54.500
<b>Gesamt</b>	<b>51.700 – 318.700</b>	<b>71.225 – 188.025</b>

Die obige Tabelle verdeutlicht, dass die halmgutartigen Pflanzen neben der holzartigen Biomasse ein großes Potenzial zur energetischen Nutzung aufweisen. Logistische Probleme, die sich aufgrund des geringen Schüttgewichtes ergeben könnten, lassen sich gegebenenfalls durch eine dezentrale Nutzung oder eine Pelletierung minimieren.

#### 4.2.3 Ölhaltige Biomasse

Laut KALTSCHMITT kann pro Hektar Raps mit einem Rohölertag von ca. 1.200 kg/a gerechnet werden. Dieses Öl besitzt einen Heizwert von 37,2 MJ/kg.

Bei Ansatz dieser Grunddaten lässt sich bei einer prinzipiell verfügbaren Stilllegungsfläche von 542 ha bzw. 215 ha (gemäß Befragungsaktion) in Abhängigkeit der tatsächlichen Flächennutzung ein Energiepotenzial von 0 - 24.200 bzw. 9.600 GJ/a herleiten. Zudem wird im Saar - Pfalz - Kreis heute schon auf 417 ha Raps angebaut. Dies entspricht einem energetischen Potenzial von ca. 18.600 GJ/a.

Es ergibt sich somit ein Vertrauensbereich von **0 – 42.800 GJ/a**.

## 4.2.4 Zucker- / stärkehaltige Biomasse

Die Maisanbaufläche des Saar - Pfalz - Kreises belief sich 1999 auf 534 ha. Zusätzlich existierten 542 ha Stilllegungsflächen. Somit kann von ca. 1.100 ha Gesamtfläche, welche theoretisch für den Maisanbau zur Verfügung stünde, ausgegangen werden. Unter Anwendung der bereits in Kapitel 3.4 erwähnten Kennwerte ergibt sich daraus ein Energiepotenzial von 0 bis ca. 45.500 bzw. 101.000 GJ/a.

Der Anbau von Kartoffeln spielt im Saar - Pfalz - Kreis mit 25 ha Anbaufläche kaum eine Rolle.

## 4.2.5 Grünmasse / Reststoffe

### 4.2.5.1 Reststoffe aus der Landwirtschaft

Auf das Reststoff - Aufkommen aus dem Bereich des Ackerbaues wurde bereits in den vorangegangenen Abschnitten eingegangen. Im Folgenden wird daher für den Saar - Pfalz - Kreis ergänzend das Energiepotenzial der Reststoffe aus den Tierhaltungen im Rahmen einer Biogasproduktion betrachtet.

#### Rinderbestand und theoretisches Biogaspotenzial

Wie bereits in Abschnitt 3.5.1 wird das theoretische Biogaspotential zunächst mit Hilfe allgemeiner Kennzahlen ermittelt. Danach sind folgende Erträge darstellbar:

**Tabelle 51: Theoretisch mögliche Gaserträge aus den Rinderhaltungen des Saar - Pfalz - Kreises**

Tierart	Anzahl	GV	Gasproduktion* (m <sup>3</sup> Gas/d)
Kälber und Jungvieh bis 1 Jahr	2.520	756	423 – 1.134
Jungvieh 1 bis 2 Jahre alt	2.053	1.437	805 – 2.156
Färsen, (älter als 2 Jahre), Mastrinder, Kühe	4.159	4.159	2.329 – 6.239
Zuchtbullen, Zugochsen	83	100	56 -150
<b>Gesamt</b>	<b>8.815</b>	<b>6.452</b>	<b>3.613 - 9.678</b>

\* bei 0,56 – 1,5 m<sup>3</sup> Gas/GV\*d

Ohne Berücksichtigung sinnvoller Betriebsgrößen sowie des jeweiligen Weidegangs kann somit ein theoretisches Gaspotenzial von 1.320.000 bis 3.530.000 m<sup>3</sup> Gas pro Jahr abgeschätzt werden. Wird ein Heizwert von 23 MJ/m<sup>3</sup> Gas angenommen, so beläuft sich das theoretische Gesamt - Energiepotenzial aus Rindergülle im Saar – Pfalz – Kreis auf 30.360 – 81.190 GJ/a.

### Schweinebestand und theoretisches Biogaspotential

Der Schweinebestand im Saar – Pfalz – Kreis betrug im Jahr 1999 insgesamt 3.989 Tiere. Daraus lässt sich in Abhängigkeit der zuordenbaren Kennziffern folgender Gasertrag herleiten:

**Tabelle 52: Theoretisch mögliche Gaserträge aus den Schweinehaltungen des Saar - Pfalz - Kreises**

Tierart	Anzahl	GV	Gasproduktion* (m <sup>3</sup> Gas/d)
Schweinemast	1.127	135	81 - 169
Ferkel	1.031	41	25 - 52
Jungschweine	1.161	70	42 - 87
Zuchtsau	670	228	137 - 284
<b>Gesamt</b>	<b>3.989</b>	<b>474</b>	<b>284 - 592</b>

\* bei 0,6 – 1,25 m<sup>3</sup>Gas / GV\*d

Die Schweinehaltung spielt im Saar – Pfalz – Kreis, ähnlich wie im Saarland eine vergleichsweise geringe Rolle. Es ergibt sich hier ein theoretisches Biogaspotential von 284 - 592 m<sup>3</sup>/d, was einem theoretischen Energiepotential von 2.384 – 4.970 GJ/a entspricht.

Hinsichtlich erfassbarer Biogaspotenziale ergab die Befragung der Landwirte, dass dreizehn Landwirte ein prinzipielles Interesse an einer Biogasanlage haben. Weitere fünf Landwirte würden sich an einer Gemeinschaftsanlage beteiligen. Diese achtzehn Landwirte verfügen insgesamt über 1.187 Großvieheinheiten an Rindern und 69 Großvieheinheiten an Schweinen. Zudem besitzen sie 120 Pferde. Der entsprechende Gülle- bzw. Mistanfall beläuft sich auf 8.258 m<sup>3</sup> (Gülle) pro Jahr bzw. 2.850 m<sup>3</sup> (Mist) pro Jahr.

Somit ergibt sich für die ca. 1.250 GV (ohne Pferde) ein Biogaspotential von **6.500 – 15.700 GJ/a**.

#### 4.2.5.2 Organische Abfälle aus Privathaushalten

Ein Großteil der Abfälle aus Haushaltungen besteht aus organischen Stoffen und somit potenziellen Biomassen. Teilweise werden diese Materialien über Getrennt - Sammelsysteme erfasst. Die restlichen organischen Materialien verbleiben in den Restmüllgefäßen und werden als Hausmüll beseitigt. Im Rahmen der saarländischen Abfallerhebung wurden diesbezüglich die relevanten quantitativen und qualitativen Zusammenhänge erhoben<sup>179</sup>.

<sup>179</sup> Quelle: IZES, Fortschreibung der Saarländischen Abfallerhebung, im Auftrag des EVS, unveröffentlicht, 2001

Die für den Saar – Pfalz – Kreis darstellbaren Mengen an entsorgten organischen Abfällen sind in der folgenden Tabelle nach Gemeinde zusammengestellt.

**Tabelle 53: Mengenaufkommen an organischen Abfällen aus Haushalten im Saar – Pfalz – Kreis**

Gemeinde	Mengenaufkommen (Mg/a)		
	über die Biotonne	über das Restmüll- gefäß	gesamt
Bexbach	216	2.380	2.596
Blieskastel	313	2.500	2.813
Gersheim	88	520	608
Homburg	466	4.750	5.216
Kirkel	132	1.190	1.322
Mandelbachtal	243	1.100	1.343
St. Ingbert	3.778	4.120	7.898
<b>Saar – Pfalz - Kreis</b>	<b>5.236</b>	<b>16.560</b>	<b>21.796</b>

Unter Berücksichtigung der im Bioabfall beinhalteten Störstoffe (siehe Tabelle 36) lässt sich der über die Biotonne erfasste, reine organische Anteil auf ca. 5.040 Mg/a abschätzen.

Das zusätzliche Potenzial im Restmüll beläuft sich gemäß der obigen Darstellung auf 16.560 Mg/a bzw. ca. 105 kg/E\*a. Durch eine intensiviertere Einführung der Biotonne kann der Anteil an Organik, welcher im Restmüll verbleibt, auf ca. 40 kg/E\*a reduziert werden. Danach lassen sich über die bereits getrennt erfassten Mengen hinaus, weitere 10.250 Mg/a an Biomasse mobilisieren.

Es ergibt sich somit für den Saar – Pfalz – Kreis ein Gesamtpotenzial an organischen Abfällen aus Privathaushalten<sup>180</sup> in einer Größenordnung von 15.290 Mg/a. Bei einer Gasproduktivität von ca. 80 – 120 m<sup>3</sup>/MgFS ließe sich daraus ein Energiepotenzial von ca. **28.200 – 42.200 GJ/a** erwirtschaften.

Anmerkung: hinderlich für die Umsetzung einer energetischen Verwertung ist die Tatsache, dass innerhalb des Saar – Pfalz – Kreises bereits zwei Bioabfall – Kompostierungsanlagen im Zuständigkeitsbereich des EVS installiert sind.

#### Altspeisefett aus privaten Haushalten

Werden die in Abschnitt 2.2.5.4.2 dargestellten möglichen Erfassungsmengen unterstellt, kann für den Saar – Pfalz - Kreis ein Aufkommen an Altspeisefetten in einer Größenordnung von 80 – 440 Mg/a hergeleitet werden. Bei einer spezifischen Gasproduktion von ca. 175 m<sup>3</sup>/Mg FS ergibt sich daraus im Falle einer Vergärung ein Energiepotenzial von ca. **320 – 1.770 GJ/a**.

<sup>180</sup> ohne selbst kompostierte Gartenabfälle

### 4.2.5.3 Organische Gewerbeabfälle

Die derzeit vorliegenden Datengrundlagen<sup>181</sup> ermöglichen im Bereich der Gewerbeabfälle keine Zuordnung von Mengenangaben zu Landkreisen. Werden die bereits in Abschnitt 3.5.3 genutzten spezifischen Kennziffern den Betrachtungen zugrunde gelegt, lassen sich unter Berücksichtigung der aktuellen, saarlandweiten Mengenaufkommen folgende Potenziale abschätzen:

- im Jahr 2000 verfügte das Saarland über ein spezifisches Aufkommen an Gewerbeabfällen von ca. 67 kg/E\*a<sup>182</sup>; bei einem organischen Anteil von ca. 6,3 Gew.-% ergibt sich daraus für den Saar – Pfalz – Kreis ein beseitigtes Biomasse – Potenzial von 665 Mg/a.
- das spezifische Gesamt – Potenzial an Organik wurde im Rahmen des saarländischen Gewerbeabfallkatasters auf ca. 44 kg/E\*a bzw. 136 kg/Erwerbstätigem und Jahr abgeschätzt. Danach lässt sich ein Gesamt – Potenzial von 6.940 – 7.530<sup>183</sup> Mg/a herleiten.
- bei Ansatz der Kennwerte für Hessen und Rheinland – Pfalz, lässt sich ein Potenzial von ca. 16.600 Mg/a abschätzen.
- im Saar – Pfalz – Kreis sind Betriebe mit einem hohen Ausstoß an Biomasse ansässig (z.B. eine Groß - Brauerei). Es ist daher davon auszugehen, dass die letztendlich vorhandenen Potenziale deutlich > 16.600 Mg/a liegen dürften.

Ergänzend wurden im Saar - Pfalz - Kreis Betriebe und Unternehmen, bei denen ein Aufkommen an Fett- und Speiseabfällen zu erwarten ist, stichprobenartig befragt. Es ergaben sich dabei punktuelle Ansätze<sup>184</sup>, aber – teilweise aufgrund der mangelnden Bereitschaft zu Auskünften - keine Rückschlüsse auf etwaige Gesamtpotenziale.

Die befragten Firmen signalisierten eine prinzipielle Abgabebereitschaft der produzierten Mengen für eine energetische Nutzung. Da nach BSE und MKS strengere Bestimmungen zur Verwertung von Speiseresten gefordert werden, könnten diese Stoffe – unter der Voraussetzung eines geeigneten Sammel- und Verwertungssystem - in Zukunft zunehmend energetisch verwertet werden.

Insgesamt wird aufgrund der obigen Herleitungen das Potenzial an organischen Gewerbeabfällen konservativ mit ca. 16.600 Mg/a veranschlagt. Bei einem angenommenen mittleren Heizwert von ca. 4 MJ/kg<sup>185</sup> ergibt sich daraus ein energetisches Potenzial von ca. **64.000 GJ/a**.

<sup>181</sup> hier: Saarländisches Gewerbeabfallkataster 1996/97

<sup>182</sup> incl. DSD – Sortierreste und Kompostierreste

<sup>183</sup> bei insgesamt 55.345 Beschäftigten (davon 44,7 % verarbeitendes Gewerbe; 23,8 % Dienstleistungsgewerbe; 13,0 % Handel; 6,3 % Baugewerbe; 3,7 % Gebietskörperschaften und Sozialversicherungen; 3,2 % Verkehrsgewerbe und Nachrichtenübermittlung; 2,2 % Kreditinstitute und Versicherungsgewerbe; 1,6 % Energie/Wasserversorgung/Bergbau; 0,4 % Land- und Forstwirtschaft; 1,1% sonstige) Quelle: [www.saarpfalz-kreis.de](http://www.saarpfalz-kreis.de);

<sup>184</sup> hier: ermitteltes Potenzial an Speiseresten und Altfetten insgesamt ca. 40 t/a

<sup>185</sup> entspricht dem H<sub>u</sub> von Bioabfall; hier große Schwankungen im TS Gehalt (z.B. Treber – Spelzen)

### 4.3 Zusammenfassende Darstellung der Biomasse – Potenziale im Saar – Pfalz - Kreis

Auf der Grundlage der im Abschnitt 4 durchgeführten Herleitungen werden nachfolgend die ermittelten Biomasse – Potenziale in Form einer Übersicht zusammengestellt:

**Tabelle 54: Zusammenfassende Darstellung der Biomasse – Potenziale im Saar – Pfalz – Kreis**

<b>Biomasse</b>	<b>Energiepotenzial*</b> (GJ/a)	<b>Einschätzung**</b> (GJ/a)
<b>Holzartige Biomasse</b>		
Waldrestholz	66.500 – 88.700	66.500 – 88.700
Landschaftspflege	28.350	28.350
Industrierestholz	0 – 81.000	0 – 20.000
Gebrauchtholz	82.600 – 192.600	80.000 – 100.000
<i>Gesamt</i>	<i>177.450 – 390.650</i>	<i>174.850 – 237.050</i>
<b>Halmgutartige Biomasse</b>		
Stroh	13.800 – 63.800	33.325
Gras	36.000 – 87.000	0 – 87.000
Landschaftspflege	2.000	2.000
<i>Gesamt</i>	<i>51.800 – 152.800</i>	<i>35.325 – 122.325</i>
<b>Energiepflanzen***</b>		
Kurzumtriebsholz	0 – 87.800	0 – 34.800
Energiegräser	0 – 166.000	0 – 65.800
Getreideganzpflanzen	0 – 93.200	0 – 36.980
Faserpflanzen	0 – 137.400	0 – 54.500
Ölhaltige Biomasse	0 – 42.800	0 – 9.600
<i>Maximal</i>	<i>166.000</i>	<i>65.800</i>
<b>Reststoffe</b>		
Landwirtschaft	32.750 – 86.160	6.500 – 15.700
Privathaushalte	28.500 – 44.000	28.500 – 44.000
Gewerbe	64.000	20.000
<i>Gesamt</i>	<i>125.250 – 194.160</i>	<i>55.000 – 79.700</i>
<b>Gesamtpotenzial</b>	<b>354.500 – 903.610</b>	<b>265.175 – 504.875</b>

\* Schwankungsbereich der theoretischen Ansätze

\*\* konservative Eingrenzung der theoretischen Potenziale unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus den Erhebungen / Befragungen

\*\*\* jeweils in Abhängigkeit der Flächenverfügbarkeit sowie der Nutzungsanteile im Bereich der Stilllegungsflächen

Nach den obigen Herleitungen ergibt sich somit für den Saar – Pfalz – Kreis ein energetisches Potenzial in einer Größenordnung von ca. 265.000 – 505.000 GJ/a.

## 5. Gemeinde Marpingen

### 5.1 Allgemeines

Die Gemeinde Marpingen umfasst die Orte Marpingen, Berschweiler, Alsweiler und Urexweiler. Sie besitzt im insgesamt eine Fläche von 39,7 km<sup>2</sup>. 909 ha sind bewaldet und 2.465 ha werden landwirtschaftlich genutzt. Marpingen hat 11.855 Einwohner und 3.515 Wohngebäude. Eine Luftbildaufnahme hinsichtlich der vorhandenen Flächennutzung ist im Anhang 8 hinterlegt.

In Marpingen sollten alle anfallenden Biomassen mit einer relativ hohen Bearbeitungstiefe erfasst werden. Aus diesem Grund wurden alle Betriebe der Gemeinde, in denen potenziell organische Stoffströme vorkommen (z.B. Landwirte, Metzgereien, Bäckereien, Restaurants und Holzverarbeitenden Betriebe) angeschrieben und zu den jeweiligen Biomassereststoffen befragt. Aufgrund der schlechten Resonanz auf den Fragebogen mussten viele Betriebe zusätzlich erneut angesprochen werden. Das Projekt wurde dabei in einem Gespräch erläutert und es wurde nochmals gebeten, den Fragebogen auszufüllen.

Die Situation hat sich danach etwas verbessert, insgesamt blieb es jedoch bei einer eher geringen Rücklaufquote.

### 5.2 Holzartige Biomasse

#### 5.2.1 Waldrestholz

Der zuständige Revierförster gab an, dass von dem Gemeindewald mit einer Fläche von 453 ha (Niederwald 41 ha / Betriebsfläche 412 ha) und einem jährlichen Zuwachs von 8,1 fm/ha momentan 5,4 fm/ha genutzt werden. Der Ist - Vorrat beträgt 280 Efm/ha und der Soll - Vorrat in 10 Jahren 307 Efm/ha. Momentan werden 220 fm/a als Brennholz verkauft, zusätzlich könnten noch 400 fm an Schwachholz genutzt werden.

Der auf der Gemeindefläche vorhandene Staatswald wird in der gleichen Zuständigkeit verwaltet. Er hat eine Betriebsfläche von 703 ha<sup>186</sup> und einen jährlichen Zuwachs von 6,8 fm/ha- Genutzt werden 5,0 fm/ha. Die Differenz zwischen Soll- und Ist-Vorrat beträgt 27 Efm/ha. Der jetzige Brennholzverkauf von 450 fm/a ist auf 850 fm/a erweiterbar.

Somit sind im Bereich der Gemeinde Marpingen - zusätzlich zum derzeitigen Brennholzverkauf - bei einer anteiligen Berücksichtigung des Staatswaldes ca. 660 fm zusätzlich nutzbar. Dies entspricht bei einem Heizwert von 8 GJ/fm einem energetischen Potenzial von **5.280 GJ/a** (gesamter Waldbereich ca. 6.400 GJ/a).

Zudem gaben drei Landwirte an, über Wälder mit einer Gesamtfläche von 2 ha zu verfügen. Das dort geerntete Holz wird schon heute als Brennholz verwendet.

---

<sup>186</sup> Teilflächen (ca. 247 ha) liegen außerhalb der Gemeinde Marpingen



## 5.2.2 Gebrauchtholz

Von den 29 angeschriebenen Betrieben<sup>187</sup>, welche im Holzverarbeitenden Gewerbe bzw. in der Landschaftspflege tätig sind, antworteten sechs Betriebe. Drei dieser Unternehmen gaben an, dass in ihrer Firma keine Reststoffe anfallen, eine Schreinerei verfeuert ihre Holzreste in der eigenen Heizung. Lediglich zwei Gartenbauunternehmen gaben an, über Reststoffe zu verfügen, welche sie für eine energetische Biomassenutzung zur Verfügung stellen könnten. Es handelt sich hierbei um 15 Holzpaletten, 20 m<sup>3</sup> Pflanzenreste und 50 m<sup>3</sup> Holzreste. Diese Stoffe werden momentan einer Kompostierung zugeführt.

Das Aufkommen an Holz, welches im Rahmen der öffentlichen Abfallentsorgung über den Sperrmüll bzw. den Hausmüll erfasst wird, beträgt ca. 230 t/a. Dies entspricht ca. **4.100 GJ/a**.

## 5.3 Halmgutartige Biomasse

### 5.3.1 Stroh

In der Gemeinde Marpingen wurde 1999 eine Fläche von 547 ha mit Getreide bestellt<sup>188</sup>. Ein Landwirt wäre bereit, Stroh von ca. 15 ha für energetische Zwecke zur Verfügung zu stellen. Daraus lässt sich ein Energiepotenzial von 500 – 1.600 GJ/a ableiten.

### 5.3.2 Gras

In der Gemeinde Marpingen werden laut statistischem Landesamt 631 ha als Dauergrünland genutzt. Somit ergibt sich bei einer abgeschätzten 10 %igen Verfügbarkeit ein theoretisches Potenzial (Grundlage: Biogas) von **3.500 – 8.450 GJ/a**.

## 5.4 Energiepflanzen

Ein Landwirt wäre bereit auf einer Fläche von 10 ha Energiepflanzen anzubauen. In Abhängigkeit der Nutzungsart ließe sich darüber ein Energiepotenzial von ca. **1.600 GJ/a** (Kurzumtriebshölzer) – **3.000 GJ/a** (Energiegras) gewinnen.

## 5.5 Ölhaltige Biomasse

1999 wurde in Marpingen auf 46 ha Winterraps angebaut. Zusätzlich waren 108 ha als Stilllegungsfläche ausgezeichnet. Nur ein Landwirt wäre jedoch bereit auf 10 ha Energiepflanzen anzubauen. Somit ergibt sich aus ölhaltigen Biomassen landwirtschaftlicher Produktion ein energetisches Potenzial von **2.050 – 2.500 GJ/a**.

---

<sup>187</sup> Fragebogen siehe Anhang 8

<sup>188</sup> Bodennutzung 1999

## 5.6 Grünmasse / Reststoffe

### 5.6.1 Reststoffe aus der Landwirtschaft

1999 wurden in Marpingen 1.050 Rinder, 85 Schweine, 311 Schafe, 2.105 Hühner und 100 Pferde gehalten. Aufgrund der niedrigen Viehzahlen der übrigen Tierarten werden hier nur die Rinderhaltungen berücksichtigt. Bei Ansatz der für das Saarland ermittelten Bestandszusammensetzung lassen sich danach 763 GV herleiten. Bei einem mittleren Gasertrag von 1,4 m<sup>3</sup>/GV\*d und einer sechzigprozentigen Erfassbarkeit (Weidegang, Ställe, etc.) ergibt sich daraus ein theoretisches Potenzial von **5.200 GJ/a**.

Vier der siebenundzwanzig angeschriebenen Landwirte antworteten auf den Fragebogen. Diese besitzen zusammen 10 GV Geflügel, 6 Pferde, 30 GV Schweine und 112 GV Rinder. Es fallen ca. 100 m<sup>3</sup> Gülle und 1.500 m<sup>3</sup> Mist pro Jahr an. Zwei der Landwirte hätten Interesse an einer Gemeinschaftsbiogasanlage.

### 5.6.2 Organische Abfälle aus Privathaushalten

Schon heute werden über die Biotonne in der Gemeinde Marpingen ca. 644 t an organischen Abfällen erfasst. Wird zusätzlich das derzeit noch über den Restmüllbehälter entsorgte Material anteilig berücksichtigt, lässt sich ein theoretisches Potenzial von ca. 1.130 t/a bzw. ca. **2.500 GJ/a** abschätzen (Bezug: Biogas).

### 5.6.3 Organische Gewerbeabfälle

Im Rahmen der Untersuchungen wurden Gewerbebetriebe der Gemeinde Marpingen angeschrieben, bei denen potenziell biogene Reststoffe anfallen könnten. Der Fragebogen wurde dabei an acht Bäckereien, zehn Metzgereien, zwei Brennereien und achtundvierzig Restaurants versandt.

Die Ergebnisse dieser Befragung (Rücklauf 9 Fragebögen davon fallen bei 3 Betrieben keine Reststoffe an) sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

**Tabelle 55: Potenziale im Bereich der gewerblichen Organik in der Gemeinde Marpingen (Ergebnis der Befragungsaktion)**

Betrieb	Reststoff	Mengen	aktuelle Entsorgung
Bäckerei	Speisereste Brotreste	100 – 200 kg/wo	Landwirtschaft
Metzgerei	Speisereste	60 l/wo	Biotonne
Metzgerei	Fette Knochen	240 l/mon. 800 kg/wo	TBA
Metzgerei	Knochen	200 kg/mon.	TBA
Restaurant	Speisereste Fette	70 l/wo 5 – 10 l/wo	k.A.
Restaurant	Speisereste Fette	300 l/mon. 120 l/mon.	k.A.

## 6. Ausblick

Die in den vorangegangenen Abschnitten für unterschiedliche regionale und stoffspezifische Betrachtungsbereiche hergeleiteten Biomasse – Potenziale lassen in ihrer Gesamtheit einen weitergehenden Ausbau der Biomasse – Nutzung im Saarland als sinnvoll erscheinen. Insbesondere folgende Hintergründe führen dabei zu dieser Einschätzung:

- ausreichende Potenziale für vielfältige Nutzungsansätze
- Klimaschutz und Ressourcenschonung durch Nutzung erneuerbarer Energieträger (Europäische und nationale Zielsetzungen zur CO<sub>2</sub> – Reduktion)
- deutliche Optimierungspotenziale im Bereich der Entsorgung / Verwertung organischer Rest- / Abfallstoffe vor dem Hintergrund der energetischen Effizienz
- Biomasse – Nutzung als eine Grundlage zur Sicherung der Zukunft des ländlichen Raumes im Zusammenhang mit einer Erhöhung regionaler Wertschöpfungspotenziale
- die Rahmenbedingungen zur Biomasse – Nutzung werden in Deutschland sukzessive verbessert<sup>189</sup>
- die derzeitigen technologische Weiterentwicklungen führen in vielen Bereichen zu einer erhöhten Wirtschaftlichkeit

Um die Biomasse – Nutzung nachhaltig auszurichten und somit bundesweiten Tendenzen entgegenzuwirken, welche in zunehmendem Maße Konzernphilosophien mit zentralen Großanlagen beinhalten<sup>190</sup>, sind dabei regionale Versorgungsstrukturen z.B. im Sinne von Biomasse – und Reststoffzentren auf Landkreisebene und / oder Internet – Portalen einzurichten. Der regionale Betrachtungsbereich sollte sich dabei idealer Weise auf die Saar – Westpfalz - Lor – Lux – Region beziehen, wobei die entsprechenden Rahmenbedingungen z.B. über ein INTERREG – Vorhaben erarbeitet werden könnten. Folgende Zielsetzungen lassen sich mit einem entsprechenden Projektansatz verbinden:

- Entwicklung einer gemeinsamen Biomasse – Datenbank z.B. auf der Grundlage einer GIS - Anwendung<sup>191</sup>
- Entwicklung eines grenzüberschreitenden Internet – Portals zur Vermarktung von Biomasse (Brokerage)
- Entwicklung effizienter Anlagenverbunde auf der Basis regionaler Pilotprojekte (hier: potenzielle Synergismen aus einer Koordination der Aktivitäten bestehender und zukünftiger Anlagen)
- Koordination von Stoffströmen im Hinblick auf eine nachhaltige Biomasse – Nutzung (Biomasse – Monitoring)
- Aufbau eines Forschungs- und Lehrnetzwerkes für Biomasse im Rahmen dessen z.B. ein gemeinsames Aus- / Fortbildungsangebot entwickelt wird<sup>192</sup>

---

<sup>189</sup> Einschätzung nach PROGNOSE, Energiemarkt und Biomasse in Deutschland, in: Biomasse – Fresenius Fachtagung, November 2001

<sup>190</sup> z.B. große Holzfeuerungsanlagen (20 MW<sub>el</sub>) mit einer nicht regional abgesicherten Biomasse – Versorgung, welche bedarfsweise Holz aus Osteuropa und somit potenziell aus Bereichen ohne nachhaltige Forstwirtschaft akquirieren

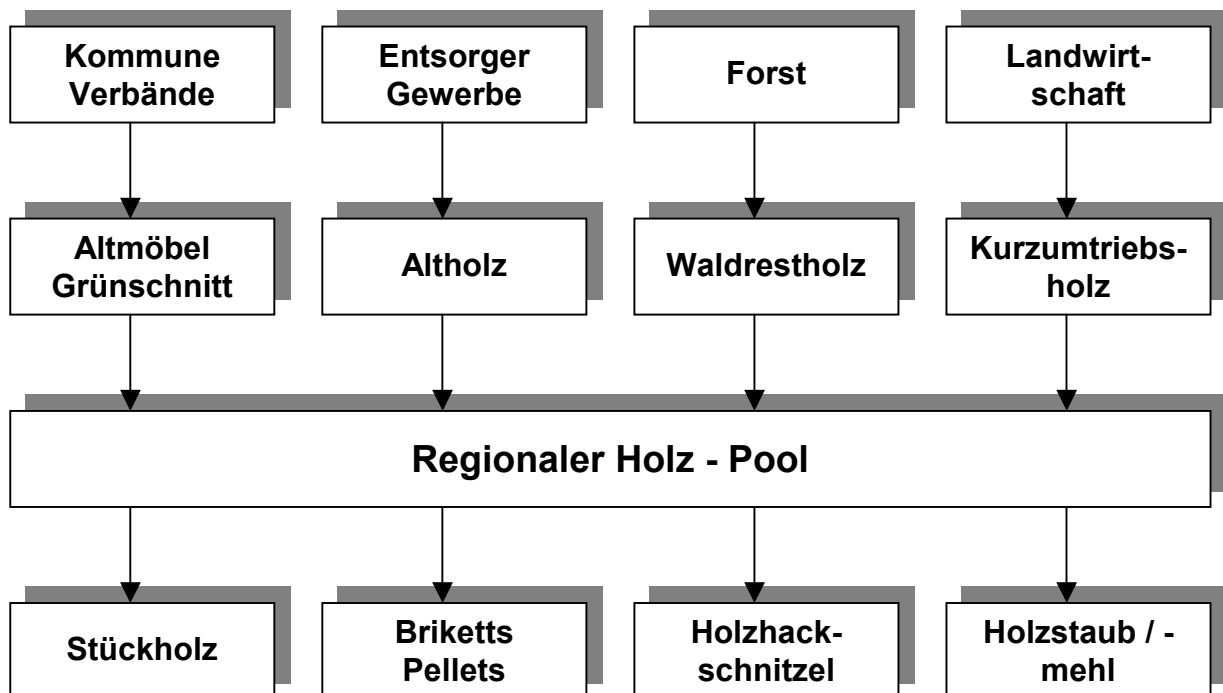
<sup>191</sup> derzeit laufen parallele, teilweise methodisch ähnliche Aktivitäten im Biomasse – Bereich in den Regionen Rheinland – Pfalz, Luxemburg, Wallonien, Saarland

Ergänzend zu dem obigen Ansatz ist es erforderlich, auf der Grundlage der u.a. im Rahmen dieser Studie erhobenen Rahmenbedingungen sowie unter Berücksichtigung der in Abschnitt 1 dargestellten potenziellen Hemmnisse, konkrete Projekte zur Biomasse – Nutzung im Sinne von Demonstrationsvorhaben zu initiieren. Folgende zwei prioritäre Maßnahmen können dabei aus Sicht des Verfassers herausgestellt werden:

### Einrichtung eines „Holz – Pools“

Im Rahmen der mit Betreibern von größeren, industriellen Holzfeuerungsanlagen geführten Gespräche wurde deutlich, dass die regionalen Versorgungsszenarien mit Altholz im Hinblick auf einen Ausbau von Verbrennungskapazitäten nur einen geringen Handlungsspielraum zulassen. Dies führt dazu, dass neue Projekte in diesem Bereich bzw. Erweiterungskonzepte momentan bei einigen Akteuren stagnieren bzw. „auf Eis“ gelegt wurden. Gleichzeitig existieren jedoch Akteure im Biomasse – Segment ‚Holz‘ (z.B. Forst, Landwirtschaft, Kommunen), die über entsprechende Potenziale verfügen, diese jedoch teilweise aufgrund der Kostensituation, oder mangels entsprechendem Marktzugang nicht einer Nutzung / Verwertung zuführen können. Hier erscheint es sinnvoll, die vorhandenen Akteure über einen ‚Holz – Pool‘ zusammenzuführen um über eine Mischkalkulation eine auch wirtschaftlich vertretbare regionale Versorgungsstruktur mit unterschiedlichen Materialqualitäten nach folgendem Muster sicherstellen zu können.

**Abbildung 7: Mögliche Strukturen für die Bewirtschaftung von Biomasse**



Ein Interesse an einer Umsetzung des oben skizzierten Ansatzes wurde im Rahmen von Gesprächen mit einzelnen Vertretern der obigen Akteure festgestellt.

<sup>192</sup> in der Region existieren eine Reihe von Akteuren mit ergänzenden Profilen im Bereich Forschung und Lehre;

### Initiierung einer Biogas - Initiative

Die Biogas – Produktion im ländlichen Bereich ist im Saarland angesichts der derzeit vorhandenen drei Anlagen mit insgesamt 145 kW<sub>el</sub> noch stark ausbaufähig. Um diese Situation zu verbessern wurden im Zuge der Projektbearbeitung u.a. im Rahmen einer Veranstaltung zum Thema Biogas<sup>193</sup>, Landwirte im Hinblick auf ihre Interessenlage sowie ihre Möglichkeiten (hier: Potenziale, allgemeine Rahmenbedingungen) zur Realisierung von Biogasanlagen befragt. Aus den erzielten Ergebnissen konnten sieben interessante Projektansätze formuliert werden, die in Form von Daten- und Informationsblättern in Anhang 9 zusammengestellt sind.

Auf der Grundlage dieser Ansätze lässt sich nunmehr eine Biogasinitiative ins Leben rufen, welche unter Berücksichtigung unterschiedlicher Ausrichtungen der Biogasnutzung, die Machbarkeit entsprechender Maßnahmen demonstrieren soll. Auch hier erscheint es sinnvoll, die Aktivitäten der einzelnen Akteure zusammenzuführen. So sind z.B. im Zusammenhang mit der Verwertung von vergärbaren organischen Abfällen aus dem kommunalen Bereich (z.B. Bioabfälle, Grünschnitt) im Hinblick auf Effizienz und Vermarktbarkeit der erzeugten Produkte noch deutliche Defizite feststellbar. Eine gemeinsame Strategie unter Beteiligung der Landwirtschaft könnte hier zu einer Verbesserung der Situation beitragen.

---

<sup>193</sup> Tagung „Biogas ohne Grenzen“ am 24.10.2001 in St. Wendel; Veranstalter: Fachgruppe Biogas Landwirtschaftskammer für das Saarland, IZES, CuroS

## Quellen

1. Pretzloh, Tahlheim: Eurosolar-Tagung
2. Lehmann, H.; Preetz, T.: Zukunftsenergien-Strategien einer neuen Energiepolitik: Birkhäuser, Berlin: 1995
3. Staiß, F.: Jahrbuch erneuerbare Energien: Bieberstein, Radebeul: 2000
4. Hustedt: Eurosolar-Tagung
5. Verfahrens- und anlagentechniken von Biogasanlagen: Oberfränkische Energietage: Kulmenbach: 1999
6. Kopetz, H.: Biomassenutzung in Europa-ein Überblick: Der Landwirt als Energiewirt: II. Eurosolar – Konferenz, Eurosolar-Verlag: Bonn: 2000
7. DLR/WI/ZSW/IWR/Forum für Zukunftsenergien, Klimaschutz durch die Nutzung erneuerbarer Energien: Umweltbundesamt: 1999
8. Ruchser, M.: Leitfaden für die Errichtung von Holzenergie – Anlagen: Forum für Zukunftsenergie: Bonn: 2000
9. Verordnung für die Erzeugung von Strom aus Biomasse vom 21.06.2001
10. Marutzky, R.; Seeger, K.: Energie aus Holz und anderer Biomasse: DRW-Verlag Weinbrenner GmbH & Co: Leinfelden-Echterdingen: 1999
11. Kaltschmitt M.: Nachwachsende Energieträger: Vieweg: 1997
12. Scholz, V. et. Al.: Energie aus Biomasse: Arbeitsgruppe Bioenergie: Brandenburg: 1997
13. Wagner: Der Energieholzmarkt Bayern: Holz-Zentralblatt Nr. 144: 2000
14. FROMMHERZ: 2000
15. HASCHKE: 1998
16. SCHAUMANN: 1996
17. Ketelsen
18. Fricke et.al, Bundesweite Umfrage zur Optimierung der Bioabfallsammlung, Deutsche Bundesstiftung Umwelt: 2000
19. Wiegel
20. DIMITRI, L.: Bewirtschaftung schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb zur Energiegewinnung: Schriftreihe des Forschungsinstitutes für schnellwachsende Baumarten: Münden: 1988
21. Schweiger
22. Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (Entwurf Stand 20.09.2000)
23. Langen, M.: Ergebnisse der BDE-Studie zur stofflichen Verwertung von Altholz: ENTSORGA Schriften 37, 2000
24. Akademie für Technologiefolgenabschätzung in Baden Würtemberg: Klimaverträgliche Energieversorgung in Baden Würtemberg: Projektphase I: Nr. 5: April 1994
25. Kaltschmitt, Potenziale en masse, Neue Energie, 5/2001 S. 21
26. [www.infodiensr-mlr.de](http://www.infodiensr-mlr.de)
27. [www.fnr.de](http://www.fnr.de)
28. [www.dainet.de](http://www.dainet.de)
29. Graf, W.: Kraftwerk Wiese: 1999
30. Meisel, J.: Energetische Nutzung des Getreides; unveröffentlicht
31. Statistisches Landesamt Saarland: Flächenerhebung 1997, Nutzung der Bodenflächen im Saarland 1997: C I 1/S – 4j 1997
32. Statistisches Landesamt Saarland: Statistische Bericht, Bodennutzung 1999: CI 1 – j 1999 – LZ 99

33. Statistisches Landesamt Saarland: C III 1-2 j/1999- LZ 99
34. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Bericht des Bundes und der Länder über Nachwachsende Rohstoffe: 1995
35. UFOP: Geschäftsbericht 2000/2001
36. NAWARO-Datenbank
37. DIW Wochenbericht 28/29 Energie aus Raps: Eine aussichtsreiche Option: [www.diw-berlin.de/deutsch/publikationen/wochenbericht/docs/98-28-2.html](http://www.diw-berlin.de/deutsch/publikationen/wochenbericht/docs/98-28-2.html); Berlin
38. Wie viel Biodiesel kann produziert werden?: [www.ufop.de/bd\\_faq.html#wievielkann](http://www.ufop.de/bd_faq.html#wievielkann)
39. [www.dainet.de/fnr/de/index.htm](http://www.dainet.de/fnr/de/index.htm)
40. Der Landwirt als Energiewirt, Biomassenutzung in Europa – ein Überblick: Heinz Kopetz
41. KTBL, Arbeitspapier 249: Kofermentation
42. Heinz Schulz; Barbara Eder: Biogaspraxis: ökobuch Verlag: Staufen bei Freiburg: 1996/2001
43. Leible et. Al: Energetische Nutzung biogener Abfälle: TA Datenbank-Nachrichten Nr.1: 9. Jahrgang, [www.itas.fzk.de](http://www.itas.fzk.de): Karlsruhe: 2000
44. Infobroschüre „Sammeln Sie Speisefett“, GVA Tulln
45. Kern, Sprick: Abschätzung des Potentials an regenerativen Energieträgern im Restmüll in: Bio- und Restabfallbehandlung V: Witzhausen – Institut: 2001
46. Kautz, O.: Charakterisierung und Aufkommen der Abfälle in: Thomé-Kozmiesky: Biologische Abfallbehandlung, EF-Verlag: Berlin: 1995
47. Thomé-Kozmiesky: Biologische Abfallbehandlung, EF-Verlag: Berlin: 1995
48. Wiemer et. Al.: Gewerbeabfallkataster Saarland 1996/97 : KABV Saar (unveröffentlicht)
49. Esch, B.; Loll, U.: Aktuelle Klärschlamm-mengen und -qualitäten sowie Entsorgungswege in Deutschland in: KA-Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall: 2001: Nr.11
50. Fruntzke: Erzeugung von regenerativer Energie aus organischen Industrieabfallstoffen in Biogasanlagen: Vortrag anlässlich der Oberfränkischen Energietage: 25-27.01.1999: [www.bioteg.devortrag\\_01.htm](http://www.bioteg.devortrag_01.htm)
51. Thomé-Kozmiesky: Verantwortungsbewusste Klärschlamm: TK-Verlag: Neuruppin: 2001
52. Ministerium für Umwelt: Unsere Umwelt 2/94 Magazin für Umwelt und Naturschutz im Saarland
53. Baur, F.: Saarländische Abfallerhebung 1994/95: EVS Abfallstatistik für 2000: 2001
54. Statistisches Landesamt Saarland: [www.statistik.saarland.de/zahlen/grzahlen/bt2.htm](http://www.statistik.saarland.de/zahlen/grzahlen/bt2.htm): 2001
55. Steinwider: Aspekte zur Weidehaltung von Milchkühen: 28. Viehwirtschaftliche Fachtagung: A-Irdning: 2001
56. [www.fnr.de/de/Leitfaden/kap4/kap1.html](http://www.fnr.de/de/Leitfaden/kap4/kap1.html)
57. [www.inaro.de/Deutsch/pflanzen\\_index.htm](http://www.inaro.de/Deutsch/pflanzen_index.htm)
58. IZES: Fortschreibung der Saarländischen Abfallerhebung: 2001
59. Öko-Büro, IZES: Abfallerhebung für die Stadt Saarbrücken: 2001
60. [www.ihk-saarland.de](http://www.ihk-saarland.de)

61. Leprich et. Al.: IZES: Auswirkungen des „Erneuerbaren-Energien-Gesetzes“ auf die Wirtschaftlichkeit von Regenerativanlagen anhand konkreter Fallbeispiele im Saarland: 2001
62. Esch, B.; Loll, U.: Aktuelle Klärschlamm-mengen und-qualitäten sowie Entsorgungswege in Deutschland, KA Wasserwirtschaft Abwasser Abfall, 48. Jahrgang: 2001
63. Saar Forst: Hauptergebnisse zur Nutzungsplanung: 1999