

**Monitoring zur Biomasseverordnung**  
**auf Basis des Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG)**  
**aus Umweltsicht**

Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 201 41 132

Zwischenbericht



Institut für Energetik  
und Umwelt  
gemeinnützige GmbH

Institut für Energetik und Umwelt gGmbH \* Torgauer Straße 116 \* 04347 Leipzig  
Telefon (0341) 24 34(0) \* Fax (0341) 24 34-133

---



**Auftraggeber:** Umweltbundesamt Berlin

**Auftragnehmer:** Institut für Energetik  
und Umwelt  
gemeinnützige GmbH

Geschäftsbereich Energie und Ökologie

Projektleiter: Dr.-Ing. Joachim Fischer  
Mitarbeit: Dipl.-Ing. Anne Scheuermann  
Dipl.-Ing. (FH) Martin Dilger  
Ronny Wilfert (Staatl. geprüfter Techniker)  
Dr.-Ing. Daniela Thrän

Leipzig, 05. April 2002



## Inhalt

<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Anlass</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Arbeitsmethode / Untersuchte Biomassefraktionen</b> .....	<b>6</b>
<b>3 Stromerzeugung aus festen Bioenergieträgern</b> .....	<b>7</b>
3.1 Technisches Potenzial.....	7
3.1.1 Altholz in der Abfallwirtschaft einschließlich Import/Export .....	7
3.1.2 Industrierestholz außerhalb der Abfallwirtschaft .....	11
3.1.3 Waldrest- und Durchforstungsholz sowie ungenutzter Zuwachs .....	12
3.1.4 Landschaftspflegematerial .....	14
3.1.5 Stroh.....	14
3.1.6 Energiepflanzen .....	15
3.1.7 Gesamtes Festbrennstoffpotenzial .....	15
3.2 Nutzungsoptionen .....	16
3.2.1 Holz .....	17
3.2.2 Stroh.....	17
3.3 Anlagenbestand.....	17
3.4 Kostensituation .....	21
3.5 Problemfelder / Diskussionspunkte .....	22
<b>4 Stromerzeugung aus gasförmigen Bioenergieträgern</b> .....	<b>24</b>
4.1 Technisches Potenzial.....	24
4.1.1 Exkremate und Einstreu aus der Nutztierhaltung .....	24
4.1.2 Ernterückstände aus der Landwirtschaft.....	24
4.1.3 Abfälle aus Gewerbe und Industrie.....	25
4.1.4 Landschaftspflegematerial .....	25
4.1.5 Organische Siedlungsabfälle.....	25
4.1.6 Energiepflanzen .....	25
4.1.7 Gesamtes Biogaspotenzial .....	25
4.2 Nutzung.....	26
4.2.1 Eingesetzte Substrate .....	26
4.2.2 Nutzung der Energie .....	27
4.3 Anlagenbestand.....	27
4.4 Kostensituation .....	29
4.5 Problemfelder / Diskussionspunkte .....	30
<b>5 Stromerzeugung aus flüssigen Bioenergieträgern</b> .....	<b>33</b>
5.1 Technisches Potenzial.....	33
5.2 Nutzung.....	33



<b>6 Sonderaspekt Tiermehl.....</b>	<b>36</b>
6.1 Aufkommen.....	37
6.2 Verwendung.....	38
6.3 Kostensituation.....	39
<b>7 Ausblick auf die weiteren Arbeiten .....</b>	<b>40</b>
<b>8 Zusammenfassung.....</b>	<b>42</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>43</b>

## Abkürzungsverzeichnis

AbfVerbrG	Abfallverbringungsgesetz
AltholzV	Altholzverordnung
BauGB	Baugesetzbuch
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
BioAbfV	Bioabfallverordnung
BiomasseV	Biomasseverordnung
DüMV	Düngemittelverordnung
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
Efm	Erntefestmeter
fm	Festmeter (in der Forst- und Holzwirtschaft übliche Benennung für 1 m <sup>3</sup> Holz)
KrW/AbfG	Kreislaufwirtschaft- und Abfallgesetz
RME	Rapsölmethylester
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
TierKBG	Tierkörperbeseitigungsgesetz
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
VerfVerG	Verfütterungsverbotsgesetz



## **1 Anlass**

Zum 15.08.2001 wurde das Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (IE) vom Umweltbundesamt (UBA), als Projektträger des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) mit der wissenschaftlichen Begleitung der Biomasseverordnung (BiomasseV) hinsichtlich ihrer Lenkungswirkung im Bereich der Stromerzeugung aus biogenen Stoffen beauftragt. Das Projekt hat eine Laufzeit von 29 Monaten und endet am 31.12.2003.

In dem vereinbarungsgemäß zum März 2002 vorzulegenden Zwischenbericht werden die Arbeitsergebnisse seit Beginn der Projektlaufzeit zusammenfassend dargestellt. In Umsetzung der im Angebot dargelegten Arbeitsschritte liegt dabei der Schwerpunkt in einer möglichst umfassenden und detaillierten Erfassung der in Deutschland verfügbaren organischen Stoffe, die als Biomasse im Sinne der BiomasseV anzusehen sind. Darüber hinaus gilt es, den derzeitigen Stand der Strom- bzw. gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung aus Biomasse darzulegen. So ist u. a. festzustellen, dass sich seit Inkrafttreten des Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) das Interesse an der energetischen Verwertung von Biomasse sprunghaft erhöht hat.

## 2 Arbeitsmethode / Untersuchte Biomassefraktionen

Die Wirksamkeit der BiomasseV wird sich in den nächsten Jahren vorrangig in der Planung von Anlagen bzw. im Zubau an Erzeugerkapazitäten und in der Entwicklung der Preise für die unterschiedlichen Biobrennstoffe bemerkbar machen.

**Arbeitsmethode.** Zunächst wird der derzeitige Stand der Stromerzeugung bzw. der gekoppelten Strom- und Wärmebereitstellung auf Biomassebasis möglichst umfassend durch Potenzialermittlungen, den Aufbau von Datenbanken, Stoffstromanalysen und gezielte Befragungen verschiedener Interessengruppen zusammen dargestellt. Diese Daten bilden eine wesentliche Grundlage für die Fortschreibung und ermöglichen zugleich die Ableitung von Tendenzen, die sich aus der BiomasseV ergeben. Den Potenzialen der einzelnen Biomassefraktionen wird die derzeitige Nutzung gegenübergestellt. Die Potenzialbegriffe sollen nachfolgend kurz beschrieben werden.

Das *theoretische Potenzial* ergibt sich aus dem physikalischen Angebot der erneuerbaren Energiequellen (sämtliche Phyto- und Zoomasse) und stellt damit eine theoretische Obergrenze des verfügbaren Energieangebots dar. Wegen der grundsätzlich unaufhebbaren technischen Schranken bei der Nutzung ist die Aussagekraft des theoretischen Potenzials jedoch begrenzt. Das *technische Potenzial* beschreibt demgegenüber den Anteil des theoretischen Potenzials, der unter Berücksichtigung der derzeitigen technischen Möglichkeiten und unter Aspekten des Stoffhaushaltes nutzbar ist. Es bildet damit eine relativ einfach ermittelbare und konstante Ausgangsgröße. Das *erschließbare Aufkommen* stellt den Teil des technischen Potenzials dar, der unter realistischen Rahmenbedingungen verfügbar gemacht werden kann. Es hängt von einer Reihe weiterer nicht technischer und teilweise auch nicht wirtschaftlicher Bedingungen ab (z. B. lokale Verdichtung verschiedener Biomassen, Bereitschaft der Produzenten zur Abgabe der Stoffströme etc.), die im Zeitverlauf vergleichsweise stark schwanken können.

**Untersuchte Biomassefraktionen.** Um die Wirkung der BiomasseV in der erforderlichen Tiefe, Genauigkeit und Umfassendheit analysieren zu können, müssen die für die Stromerzeugung aus gegenwärtiger Sicht interessanten Biobrennstoffalternativen getrennt voneinander betrachtet werden.

Von den *festen Bioenergieträgern* werden derzeit hauptsächlich das Altholz und Industrie- restholz energetisch genutzt. Waldrestholz und Durchforstungsholz kommen in Brennstoffmischungen zum Einsatz, da eine alleinige Nutzung zur Stromerzeugung aufgrund höherer Brennstoffpreise momentan kaum wirtschaftlich ist. Sonstige feste Biobrennstoffe (Landschaftspflegematerial, Stroh und Energiepflanzen) werden nur in Einzelfällen verwendet. Bei den *gasförmigen Bioenergieträgern* sind Deponiegas und Klärgas vom Geltungsbereich der BiomasseV und damit auch vom Monitoring ausgenommen. Als Substrate zur Biogaserzeugung werden vorrangig pflanzliche und tierische Rückstände aus der Landwirtschaft, aber auch nachwachsende Rohstoffe und Abfälle aus Gewerbe und Industrie eingesetzt. Der Nutzung *flüssiger Bioenergieträger* im stationären Bereich (Pflanzenöl und Pflanzenölmethylester) kommt derzeit nur eine geringe Bedeutung zu. Auch künftig wird ein Einsatz dieser Stoffe überwiegend im Verkehrssektor gesehen.

Eine Sonderstellung nimmt das Tiermehl ein. Obwohl Tiermehl aus dem Anwendungsbereich der BiomasseV ausgeschlossen ist, sollen im Rahmen des Monitorings die Entwicklungen hinsichtlich der Verwertung und Entsorgung erfasst und analysiert werden.

### 3 Stromerzeugung aus festen Bioenergieträgern

#### 3.1 Technisches Potenzial

Das Technische Potenzial fester Bioenergieträger zur Stromerzeugung umfasst nach BiomasseV folgende Fraktionen:

- Altholz, bestehend aus Gebrauchtholz und Industrierestholz in der Abfallwirtschaft, einschließlich Import/Export
- Industrierestholz außerhalb der Abfallwirtschaft,
- Waldrest- und Durchforstungsholz einschl. Zuwachs,
- Landschaftspflegematerial,
- Stroh und sonstige Halmgüter.

Nachfolgend wird das technische Brennstoffpotenzial diskutiert.

##### 3.1.1 Altholz in der Abfallwirtschaft einschließlich Import/Export

Altholz besteht, in Anlehnung an die BiomasseV, aus Gebrauchtholz und Industrierestholz, das als Abfall anfällt.

*Gebrauchtholz* (gebrauchte Erzeugnisse aus Holz, Holzwerkstoffe oder Verbundstoffe mit überwiegendem Holzanteil) fällt dort an, wo Holz aus dem Nutzungsprozess ausscheidet, z.B. bei Baumaßnahmen (Gebäudeabbrüche, Neubauten, Renovierungen) und am Ende einer bestimmten stofflichen Nutzung (Altmöbel, Verpackungsmaterial).

Als *Industrierestholz* werden die in der Holzbe- oder -verarbeitung anfallenden Holzreste sowie die in Betrieben der Holzwerkstoffindustrie anfallenden Holzwerkstoffe bezeichnet.

Aufgrund der sehr unterschiedlichen Nutzungsgeschichte können im Altholz zum Teil nicht unerhebliche Schadstoffanteile enthalten sein. Altholz wird nicht als Biomasse im Sinne des EEG angesehen

- a) mit einem Gehalt an polychlorierten Biphenylen (PCB) oder polychlorierten Terphenylen (PCT) in Höhe von mehr als 0,005 Gewichtsprozent entsprechend der PCB/PCT-Abfallverordnung vom 26. Juni 2000,
- b) mit einem Quecksilbergehalt von mehr als 0,0001 Gewichtsprozent und
- c) wenn dessen energetische Nutzung als Abfall zur Verwertung aufgrund des Kreislaufwirtschafts- und Abfallrechts ausgeschlossen worden ist /1/.

Um das technische Altholzpotezial genauer beschreiben zu können, ist eine umfangreiche Datenrecherche erforderlich. Dazu werden die Abfallstatistiken der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger (öRE) sowie die bei den Statistischen Landesämtern erfassten Abfallmengen<sup>1</sup> in Bezug auf Altholz ausgewertet. In den Statistiken werden die Anlagen zur Verbrennung von Holz der Abfallbeseitigung oder der Abfallbehandlung zugeordnet. Durch die unterschiedliche Zuordnung erschwert sich die Auswertung der Stoffströme. Es wäre wünschenswert, wenn die Erfassung zukünftig einheitlich erfolgen würde. Ergänzend zu den Altholz mengen in der Abfallwirtschaft werden die Export/Import - Mengen erfasst. Abb. 3-1 zeigt die einzelnen Stoffströme im Überblick.

<sup>1</sup> Statistik: a) Art und Menge der in Entsorgungsanlagen eingesetzten/abgelagerten/behandelten ausgewählten Abfälle

b) Anlagen zur Aufbereitung von Bauabfällen und in den Anlagen gewonnene Erzeugnisse und Stoffe

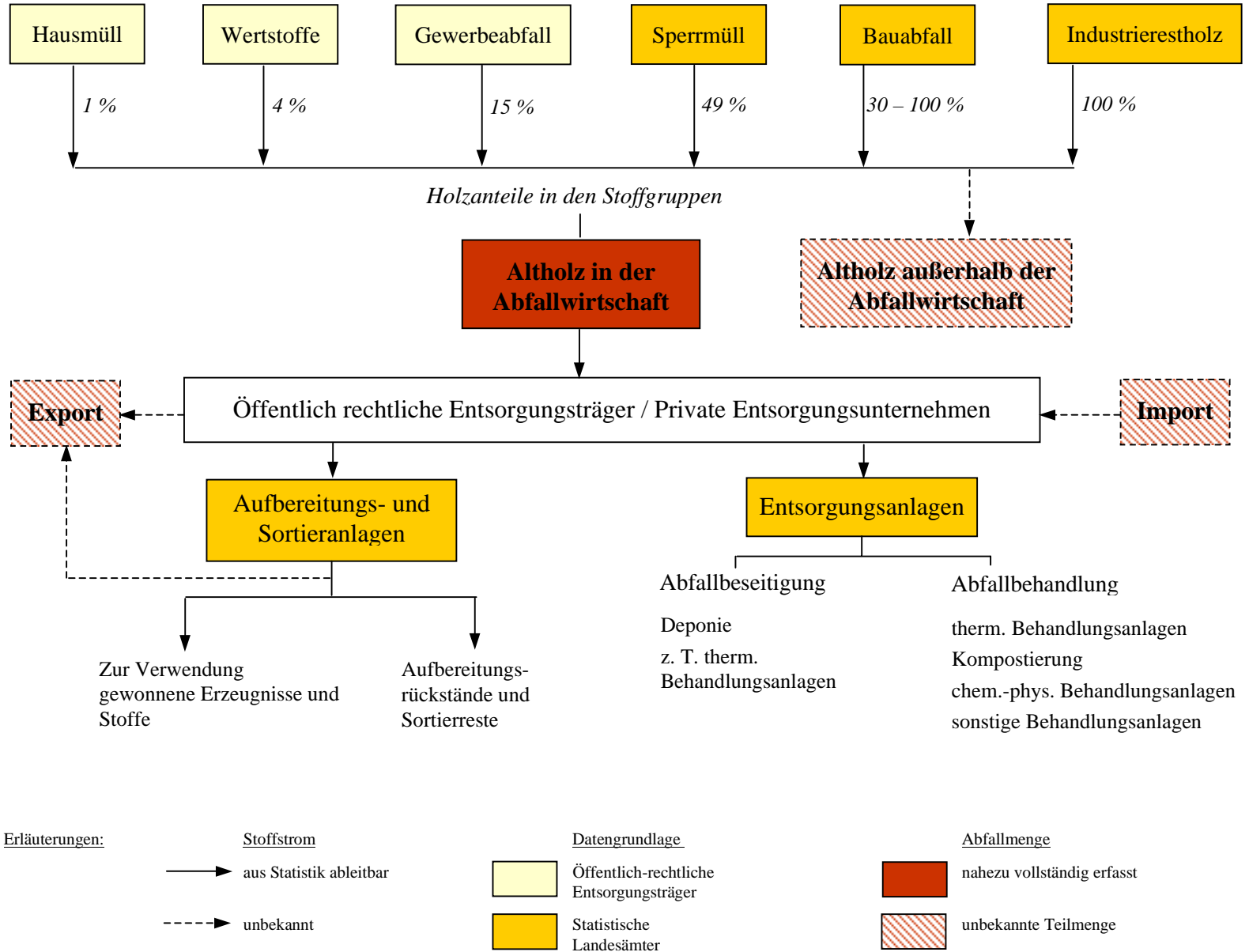


Abb. 3-1: Stoffstromdiagramm für Altholz auf Grundlage der Statistischen Erhebungen der Länder (Öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger, 1999 und Statistische Landesämter, 1998)

Die jeweiligen Holzmengen lassen sich direkt oder indirekt aus den einzelnen Abfallfraktionen (Gewerbeabfall, Sperrmüll etc.) ermitteln. Dabei wird ein aus der Literatur gemittelter prozentualer Holzanteil (Abb. 3-1, oben) angenommen, um die absoluten Holzmengen zu berechnen. Nachfolgend werden die Ergebnisse diskutiert.

**a) Altholz in der Abfallwirtschaft.** Das technische Altholzpotezial der einzelnen Bundesländer zeigt Abb. 3-2. Für Deutschland ergibt sich insgesamt ein Potenzial von knapp 8 Mio. t/a. Die z. T. sehr deutlichen Unterschiede zwischen den Bundesländer sind größtenteils in der Bevölkerungsdichte begründet. Beim spezifischen Aufkommen ist momentan noch ein deutlicher Unterschied zwischen den alten (70 bis 90 kg pro Einwohner und Jahr) und den neuen Bundesländern (120 bis 160 kg/(E\*a)) zu verzeichnen, dessen Ursache v. a. im Bauaufkommen begründet liegt. Bezogen auf das gesamte Bundesgebiet beträgt das spezifische Altholzaufkommen 97 kg/(E\*a). Doch bereits gegenwärtig nimmt in den neuen Bundesländern das Holzaufkommen durch zurückgehende Bautätigkeit ab, so dass sich langfristig das spezifische Holzaufkommen für Deutschland bei ca. 85 kg/(E\*a) einstellen dürfte.

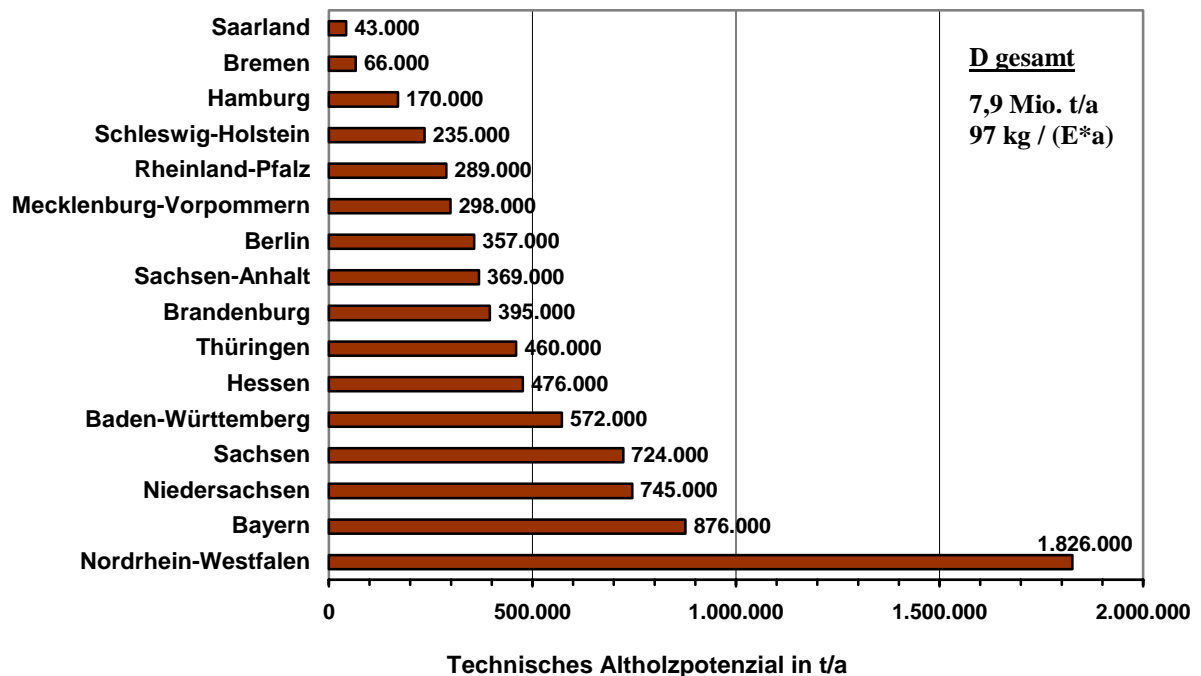


Abb. 3-2: Technisches Altholzpotezial in der Abfallwirtschaft (Datengrundlage: Öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger, 1999 und Statistische Landesämter, 1998)

Die Auswertung der Statistiken ergibt die in Abb. 3-3 dargestellte Verteilung des Altholzes nach Stoffgruppen. Die größten Anteile am Aufkommen hat demnach Holz aus Gewerbeabfall (ca. 2,8 Mio. t/a) und Bauabfall (ca. 2,5 Mio. t/a), gefolgt von Sperrmüll, Industrierestholz und Wertstoffen. Der Holzanteil im Hausmüll ist zu vernachlässigen.

Es ist zu beachten, dass das Holz in den jeweiligen Stoffgruppen mit sehr unterschiedlichem Aufwand erschließbar ist. Beispielsweise lässt sich der Holzanteil im Hausmüll nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand getrennt erfassen. Abzüglich der nicht erfassten Menge ergibt sich ein erschließbares Altholzaufkommen von ca. 6,5 Mio. t/a. Davon werden noch knapp 2 Mio. t/a deponiert, so dass derzeit ca. 4,5 Mio. t/a über den Altholzhandel verfügbar sind.

Das technische Brennstoffpotezial für Altholz (8 Mio. t/a) beträgt demnach 112 bis 128 PJ/a. Unter Berücksichtigung, dass für die energetische Nutzung nicht das gesamte Altholz zur Verfügung steht - sondern ca. 6,5 Mio. t/a - ergibt sich ein energetisch nutzbares Potezial von 80 bis 112 PJ/a.

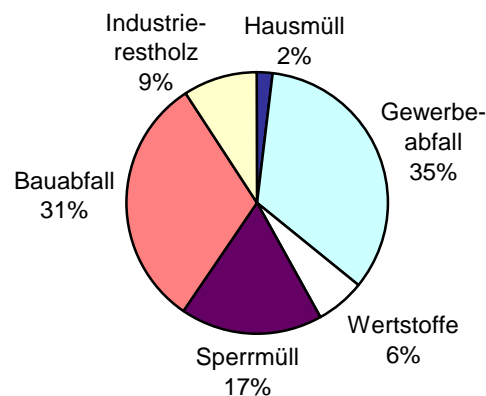


Abb. 3-3: Technisches Altholzpotezial, aufgeschlüsselt nach Stoffgruppen (Datengrundlage: Öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger, 1999 und Statistische Landesämter, 1998)

**b) Altholz aus Import / Export.** Statistisch erhoben und eindeutig identifizierbar sind nach dem Abfallverbringungsgesetz (Gesetz über die Überwachung und Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung von Abfällen - AbfVerbrG) nur die notifizierungspflichtigen Import-, Transit- und Exportmengen. Nach einer EU-weiten Absprache werden alle Abfälle als Abfall in diesem Sinne deklariert, die zu Entsorgungs- und Aufbereitungsanlagen gebracht werden. Allerdings werden beispielsweise Holzheizkraftwerke in einigen Bundesländern als Entsorgungsanlagen angesehen, in anderen jedoch nicht. Nach Aussage des UBA kann diese Definition sogar innerhalb eines Bundeslandes unterschiedlich aufgefasst werden.

Bereitet man Holzsortimente vor dem Export soweit auf, dass sie als Rohstoff handelbar sind (z. B. für die Spanplattenindustrie in Italien), werden diese Mengen ab einem bestimmten Handelsvolumen in der Außenhandelsstatistik geführt. Beim Altholz werden die Mengen jedoch meist unterschritten, so dass eine vollständige Erhebung nicht möglich ist.

Die tatsächlichen Import- und Exportmengen können deshalb nur ungenau erfasst werden, erlauben aber Aussagen über die jeweiligen stärksten Handelspartner in der EU.

Tabelle 3-1: Import / Export Statistik Altholz /2/

Bundesland	Import in t/a	Export in t/a
Baden-Württemberg	11 000	189 500
Bayern	3 800	161 000
Berlin	-	-
Brandenburg	3 700	5 000
Bremen	300	17 300
Hamburg	-	200
Hessen	-	16 000
Mecklenburg-Vorpommern	-	5 300
Niedersachsen	8 700	9 400
Nordrhein-Westfalen	41 000	3 000
Rheinland-Pfalz	9 700	42 300
Saarland	3 400	600
Sachsen	-	21 400
Sachsen-Anhalt	-	1 000
Schleswig-Holstein	-	47 600
Thüringen	-	-
Summe	81 600	519 600

- keine notifizierungspflichtigen Mengen

In Tabelle 3-1 sind die Import- und Exportmengen für die einzelnen Bundesländer aufgeführt. Diese Daten variieren jedoch jährlich z. T. erheblich und können bestenfalls eine Momentaufnahme sein. 1999 wurde wesentlich mehr Altholz exportiert als importiert.

Hinsichtlich möglicher Altholzpoteziale außerhalb Deutschlands sind die Ursprungsländer der Importmengen interessant. Die Altholzxporte verdeutlichen die große konkurrierende stoffliche Nutzung in Italien (Abb. 3-4).

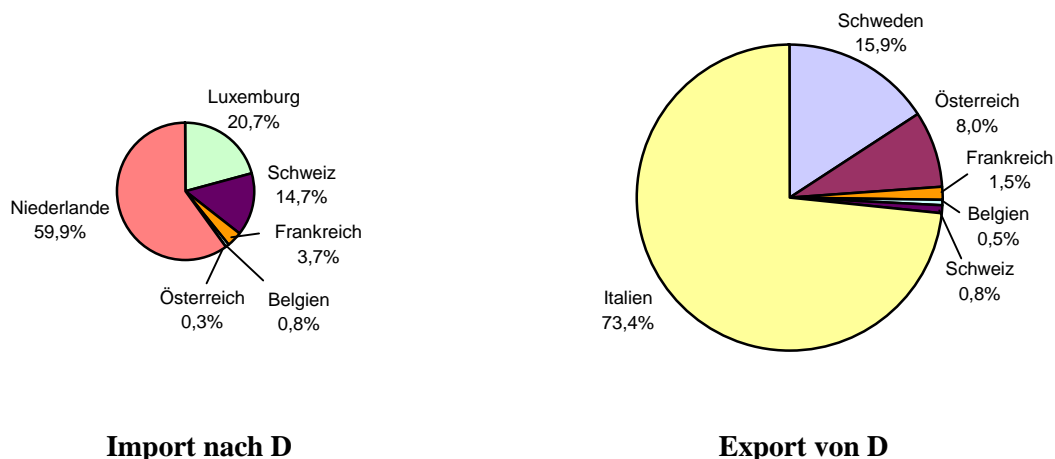


Abb. 3-4: Importländer und Exportländer für Altholz, bezogen auf Deutschland /2/

Alle eindeutig als Holz identifizierbaren Transitmengen wurden von den BeNeLux-Ländern nach Italien exportiert (1999: ca. 207 000 t).

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt beträgt demnach der Altholzimport 0,08 Mio. t/a (1,3 PJ/a) und der Export 0,52 Mio. t/a (8,3 PJ/a) - das entspricht einer Verminderung des in Deutschland verfügbaren Altholzpotezials um ca. 7 PJ/a.

### 3.1.2 Industrierestholz außerhalb der Abfallwirtschaft

Über die Verwertungs- und Entsorgungswege lassen sich nicht alle Holzabfälle erfassen<sup>2</sup>. Hauptsächlich die naturbelassenen Hölzer werden direkt vor Ort stofflich oder energetisch verwertet bzw. an weiterverarbeitende Betriebe abgegeben. Wie in Abb. 3-3 dargestellt, fällt auch in der Abfallwirtschaft Industrierestholz in kleinen Mengen als Altholz an, das ggf. durch diese Vorgehensweise doppelt berücksichtigt, im weiteren jedoch aufgrund der Geringfügigkeit (11 PJ/a) vernachlässigt wird. Die Ableitung des Industrierestholzpotezials wird getrennt nach Industriezweigen vorgenommen. In Tabelle 3-2 folgt die Zusammenstellung.

Das Potenzial an Industrierestholz im Bereich *Sägewerke* lässt sich anhand des Einschnittes bzw. der Schnittholzproduktion ableiten. Nach einer hochgerechneten Befragung wurden im Jahr 2000 ca. 25 Mio. t Nadelholz und 4 Mio. t Laubholz eingeschlagen /3/. Daraus resultiert ein Restholzanfall von insgesamt ca. 9,7 Mio. fm. Diese Menge entspricht einem maximalen technischen Brennstoffpotenzial von ca. 90 PJ/a (ca. 5,8 Mio. t/a), wovon jedoch nur

<sup>2</sup> Über die Statistischen Landesämter können Mengen ermittelt werden, die bei der Abfallentsorgung in Betrieben anfallen. In dieser Statistik sind die Betriebe mit einer eigenen Entsorgungsanlage, egal welcher Art, aufgeführt. Für das Jahr 1998 ist insgesamt eine Holzmenge von 1,9 Mio. t ausgewiesen. Der größte Teil davon wird in der eigenen Abfallverbrennungs- oder Feuerungsanlage (1,3 Mio. t) verbrannt oder an weiterverarbeitende Betriebe abgegeben (0,4 Mio. t). Da jedoch nicht alle Betriebe eine eigene Entsorgungsanlage betreiben und die thermische Verwertung von Holz nicht immer als Entsorgung definiert wird (besonders im kleinen Leistungsbereich), können diese Zahlen nur einen Teilstrom der tatsächlich anfallenden Mengen wiedergeben.

ein Teil der energetischen Verwertung zur Verfügung steht. Hauptnutzer des Restholzes sind derzeit die Papier- und Zellstoffindustrie sowie die Holzwerkstoffindustrie mit einem Anteil von 29 bzw. 28 %. Es ist deshalb davon auszugehen, dass nur ca. 30 PJ/a (ca. 1,9 Mio. t/a) energetisch nutzbar sind /3/.

In der *Holzwerkstoffindustrie* kann mit Hilfe des Produktionsumfangs der Anfall an Rückständen, Nebenprodukten und Abfällen ermittelt werden. Aus diesen Mengen ergibt sich ein Potenzial von ca. 19 PJ/a (ca. 1,2 Mio. t/a). Der größte Teil davon fällt in der Spanplattenindustrie (ca. 10 PJ/a) und in der Faserplattenindustrie (ca. 7 PJ/a) an. Davon geht ein Teil wieder unmittelbar stofflich in den Produktionsprozess ein (Holzreste bei der Spanplattenherstellung, Absäumung, Siebabfall und Rinde bei der Faserplattenherstellung), so dass insgesamt etwa 14 PJ/a (ca. 0,9 Mio. t/a) energetisch nutzbar sind /4/.

In der *Bau-, Holz- und Möbelindustrie* fallen an Rückständen, Nebenprodukten und Abfällen ca. 1,5 Mio. t Industrierestholz an. Dies entspricht einem Energiepotenzial von ca. 23 PJ/a, wovon etwas über die Hälfte auch energetisch nutzbar sein dürfte (12 PJ/a) /5/.

In der *Zellstoffindustrie* werden jährlich ca. 4 Mio. fm Rohholz eingesetzt. Die Rinden stehen in der Regel als Rückstand, Nebenprodukt oder Abfall zur Verfügung. Unter Annahme eines Rindenanteils von etwa 10 % bezogen auf den Stammholzeinsatz fallen insgesamt ca. 0,4 Mio. fm Rinden mit einem Energiepotenzial von ca. 2 PJ/a (ca. 0,1 Mio. t/a) an /6/.

Tabelle 3-2: Technische und energetisch nutzbare Potenziale an Industrierestholz /3/, /4/, /5/, /6/

Industriezweig	Technisches Brennstoffpotenzial		Energetisch nutzbare Potenzial	
	in PJ/a	in Mio. t/a <sup>a</sup>	in PJ/a	in Mio. t/a <sup>a</sup>
Sägewerke	90	5,8	30	1,9
Holzwerkstoffindustrie	19	1,2	14	0,9
Bau-, Holz- und Möbelindustrie	23	1,5	12	0,8
Zellstoffindustrie	2	0,1	2	0,1
Summe	134	8,6	58	3,7

<sup>a</sup> durchschnittlicher Heizwert von Holz mit einem Wassergehalt von 15 %:  $H_u = 15,5 \text{ MJ/kg}$

Insgesamt ist aus gegenwärtiger Sicht mit einem Industrierestholzpotenzial von rund 134 PJ/a (ca. 8,6 Mio. t/a) zu rechnen. Aufgrund der stofflichen Nutzung steht nur ein Teil des Potenzials für energetische Zwecke zur Verfügung; dieser Anteil dürfte bei rund 58 PJ/a (ca. 3,7 Mio. t/a) liegen.

### 3.1.3 Waldrest- und Durchforstungsholz sowie ungenutzter Zuwachs

In Deutschland ist eine Fläche von ca. 10,4 Mio. ha bewaldet; davon sind rund 65 % mit Nadelwald und ca. 35 % mit Laubwald bedeckt (1997) /6/. Biomasse fällt als Laub- und Nadelmasse, bei der Durchforstung und bei der Ernte des Stammholzes an.

*Durchforstungsholz* oder auch Schwachholz entsteht bei Durchforstungsmaßnahmen, die für die Produktion hochwertigen Stammholzes in Zyklen wiederkehrend durchgeführt werden müssen. Insbesondere bei Jungbeständen verbleibt das geschlagene Holz derzeit i. Allg. im Wald.

*Waldrestholz* umfasst die Rückstände der Stammholzgewinnung, d. h. das gesamte als Schlagabraum im Wald verbleibende Holz wie Kronenmaterial, kurze Stammabschnitte, Reisholz, Sägespäne und Rinde.

Aufgrund des natürlichen Wachstumsprozesses fallen periodisch *Laub- und Nadelmasse*, Blüten und Früchte an. Über das Aufkommen dieser organischen Massen liegen nur wenige Erkenntnisse vor. Da diese Stoffe auch der Erhaltung der Stoff- und Nährstoffkreisläufe dienen, werden sie jedoch nicht als energetisch nutzbar angesehen.

Die theoretisch nutzbare Menge an Waldrest- und Durchforstungsholz ist direkt von den regional sehr unterschiedlich vorhandenen und bewirtschafteten Waldflächen abhängig. Von witterungsbedingten Einflüssen abgesehen ist davon auszugehen, dass das Restholzaufkommen aus dem Wald im langjährigen Durchschnitt näherungsweise zwischen 25 und 34 Mio. m<sup>3</sup>/a liegt /7/.

In der nachfolgenden Potenzialbetrachtung soll die Biomasse abgeschätzt werden, die derzeit vorwiegend aus wirtschaftlichen Gründen keiner stofflichen Verwertung zugeführt wird und somit für eine thermische Verwertung zur Verfügung steht. Berücksichtigt wurden nur die Flächen des Wirtschaftswaldes; nicht einbezogen wurden daher die Kernzonen der Nationalparks und Biosphärenreservate. Es wird davon ausgegangen, dass bei einem Bestandsmitedurchmesser ab 16 cm mit Rinde eine stoffliche Verwertung erfolgt, darunter eine energetische. Die Potenziale wurden differenziert für die beiden unteren Aufarbeitungsgrenzen von 8 und 12 cm ermittelt /7/.

Tabelle 3-3 gibt zusammengefasst die jährlich nutzbaren Energiepotenziale wieder. Für Schwachholz und Waldrestholz kann zusammen von einem Energiepotenzial von 258 (ca. 16,6 Mio. t/a) bzw. 309 PJ/a (ca. 19,9 Mio. t/a) ausgegangen werden.

Tabelle 3-3: Energiepotenziale von Schwachholz und Waldrestholz in Deutschland /7/

	Eiche	Buche	Fichte, Tanne, Douglasie	Kiefer, Lärche	Gesamt	
	in PJ/a	in PJ/a	in PJ/a	in PJ/a	in PJ/a	in Mio. t/a <sup>a</sup>
Schwachholz (A = 8 cm) <sup>b</sup>	6	27	59	37	130	8,4
Schwachholz (A = 12 cm)	4	17	37	22	79	5,1
Waldrestholz	11	58	77	33	178	11,5
Summe (A = 8 cm)	17	86	136	70	309	19,9
Summe (A = 12 cm)	14	75	114	55	258	16,6

<sup>a</sup> durchschnittlicher Heizwert von Holz mit einem Wassergehalt von 15 %: Hu = 15,5 MJ/kg

<sup>b</sup> A: Aufarbeitungsgrenze

Neben diesen Potenzialen kann ein zusätzliches Energieholzpotenzial aus der Differenz des potenziellen jährlichen Rohholzzuwachses und des Jahreseinschlages abgeleitet werden. Marktbedingt oder auch infolge von Windbruch kann der Holzeinschlag dabei zwischen den einzelnen Jahren z. T. erheblich schwanken. Das potenzielle jährliche Rohholzaufkommen liegt in einer Größenordnung von 57 Mio. Efm/a, der jährliche Einschlag betrug 1999 ca. 38 Mio. Efm/a (vgl. 2000: 54 Mio. Efm/a infolge von Sturm). Die Differenz von 19 Mio. Efm/a (ca. 10 Mio. t/a), das entspricht einem Energiegehalt von rund 156 PJ/a, wird momentan nicht genutzt und kann auch unter Beachtung der Nachhaltigkeit einem energetischen Einsatz zugeführt werden /7/.

Das gesamte Waldholzpotenzial - bestehend aus Waldrest- und Durchforstungsholz sowie dem ungenutzten Zuwachs - kann je nach Aufarbeitungsgrenze mit 414 (ca. 26,7 Mio. t/a) bzw. 465 PJ/a (ca. 30 Mio. t/a) angegeben werden.

### 3.1.4 Landschaftspflegematerial

Landschaftspflegematerial umfasst sowohl Landschaftspflegeholz als auch Halmgüter aus der Landschaftspflege.

*Landschaftspflegeholz* beinhaltet das bei der Unterhaltung u. a. von Windschutzhecken, Ufergehölzen und Straßenrandhölzern anfallende Holz. Insgesamt ergibt sich hier ein maximales Potenzial von rund 4 PJ/a (ca. 258 000 t/a bei einem Wassergehalt von 15 %) /6/. Ein zusätzliches energetisch nutzbares Biomasseaufkommen liefert das Schwemmholz aus den Rechenanlagen wasserbaulicher Einrichtungen. Obwohl es überwiegend aus naturbelassenem Landschaftsbewuchs besteht, sind je nach Gewässernutzung eine Vielzahl von Fremdstoffen (z. B. Verpackungsmüll) enthalten, die an der Rechenanlage mit abgetrennt werden. Mengenschätzungen zu diesem Biomasseaufkommen ergeben ein Potenzial von ca. 0,4 PJ/a /8/.

*Halmgüter* fallen in sehr unterschiedlichem Ausmaß bei der Landschaftspflege an, u. a. an Straßenrändern, Schienentrassen und Wasserstraßen, auf Naturschutzflächen, in Parks und Anlagen, auf Friedhöfen. Hinzu kommen Grasabfälle aus der Pflege von Privatgärten, sowie überständiges bzw. nicht für die Verfütterung geeignetes Gras von landwirtschaftlichen Flächen. Auch Treibsel, das durch Sturmfluten an die Deiche getragen wird, besteht zum überwiegenden Teil aus Halmgut. Ein Einsatz von Halmgütern aus der Landschaftspflege als Energieträger in Biomasse(heiz)kraftwerken ist grundsätzlich möglich, wird aber derzeit nicht realisiert. Die anfallende Biomasse verbleibt entweder auf der Fläche und dient dadurch der Schließung der Nährstoffkreisläufe (v. a. Grasschnitt). Oft wird das feuchte Material aber auch abtransportiert und dann kompostiert. Da nur sehr eingeschränkte Möglichkeiten einer Energiegewinnung aus Halmgütern gegeben sein dürften, werden diese Materialien bei der Potenzialbetrachtung nicht weiter berücksichtigt /9/.

Für Landschaftspflegematerialien ergibt sich damit insgesamt ein technisches Brennstoffpotenzial von etwa 4 PJ/a.

### 3.1.5 Stroh

Bei der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion fällt – neben dem eigentlichen Hauptprodukt – vielfach auch Stroh an. Dieses wird derzeit nur im sehr geringen Umfang im energetischen Bereich verwendet. Ursache dafür sind u. a. die gegenüber Holz ungünstigeren Brennstoffeigenschaften (z. B. geringere Dichte, höherer Aschegehalt, erhöhte Chlor- und Stickstoffgehalte, niedrigere Ascheschmelztemperaturen).

Die bedeutendste strohliefernde Kulturart in Deutschland ist *Getreide* mit einer Anbaufläche von ca. 6,6 Mio. ha (etwa 59 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche) /10/. Die Gesamtmenge des anfallenden Strohs, errechnet auf Basis der Getreiderträge 2000 (Korn-Stroh-Verhältnis), beträgt rund 38 Mio. t/a (lufttrockenes Stroh mit einem Wassergehalt von ca. 15 %). Der größte Teil davon (ca. 70 %) verbleibt derzeit zur Erhaltung der Bodenqualität auf den Anbauflächen /11/ bzw. wird nach einer Einstreunutzung in der Tierhaltung auf den Acker zurückgeführt. Nach Abzug des Strohbedarfs für stoffliche Nutzung (Gärtnereien, Pferdehaltung u. ä.) stehen etwa 20 % (7,7 Mio. t/a) des Gesamtstrohaufkommens für energetische Zwecke zur Verfügung; das entspricht 110 PJ/a.

Nach dem Getreide zählt *Raps* zu den am meisten verbreiteten Kulturen mit Strohaufkommen. Auf der derzeitigen Rapsanbaufläche von ca. 1,0 Mio. ha fallen rund 6 Mio. t/a Rapsstroh an. In dieser Menge sind jedoch vom Mähdröschler zerkleinerte Fruchtstängel und Schoten enthalten, so dass der technisch gewinnbare Anteil nur bei etwa 50 bis 85 % der Strohmasse liegt /12/. Unter Berücksichtigung der Erhaltung des Humuskreislaufs und des

hohen Vorfruchtwerts (eine konkurrierende stoffliche Nutzung ist bisher nicht bekannt) sind etwa 1,2 Mio. t/a (17 PJ/a) Ölsaatenstroh energetisch nutzbar.

Energetisch nutzbares Stroh fällt auch beim Anbau von Körnermais bzw. Korn-Spindel-Gemischen sowie Körnerleguminosen an. Das Potenzial des sonstigen Strohanfalls beträgt rund 3,5 PJ/a /5/.

Das gesamte Energiepotenzial des nutzbaren Strohs kann mit ca. 130 PJ/a abgeschätzt werden.

### 3.1.6 Energiepflanzen

Unter dem Begriff Energiepflanzen werden ein- oder mehrjährige Kulturen verstanden, die auf landwirtschaftlichen Nutzflächen zur ausschließlichen energetischen Verwertung angebaut werden. Die erzeugte Biomasse kann grundsätzlich als Festbrennstoff, als flüssiger Energieträger oder als Kosubstrat zur Biogasgewinnung eingesetzt werden. Im Bereich der festen Brennstoffe soll hier das Potenzial für Getreideganzpflanzen, Miscanthus und Kurzumtriebsplantagen beschrieben werden.

Für die Ermittlung der Potenziale sind die erzielbaren flächenspezifischen Trockenmasseerträge sowie die Heizwerte entscheidend. Zusätzlich wird davon ausgegangen, dass in Deutschland ca. 2 Mio. ha der landwirtschaftlichen Fläche potenziell für einen Energiepflanzenanbau insgesamt zur Verfügung stehen. Wird zunächst der Ansatz getroffen, dass die gesamte Fläche für den Anbau von Energiepflanzen zur Festbrennstoffgewinnung zur Verfügung steht, errechnen sich die in Tabelle 3-4 dargestellten Energiepotenziale.

Tabelle 3-4: Kennwerte für Energiepflanzenanbau (feste Biomasse) /10/

	Getreideganzpflanzen	Miscanthus	Kurzumtriebsplantagen
Trockenmasseertrag in t TM/(ha*a)	10	12	9
Heizwert in MJ/(kg TM)	17	17,6	18,5
Energiepotenzial in PJ/a	340	422	333
in Mio. t/a	20 <sup>a</sup>	24 <sup>b</sup>	18 <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Heizwert von Miscanthus mit einem Feuchtegehalt von 15 %: Hu= 12,12 MJ/kg

<sup>b</sup> Heizwert von Getreideganzpflanzen mit einem Feuchtegehalt von 15 %: Hu= 11,69 MJ/kg

<sup>c</sup> Heizwert von Kurzumtriebsplantagen mit einem Feuchtegehalt von 15 %: Hu= 12,78 MJ/kg

In der Praxis dürfte es zu einem Anbaumix von Pflanzen zur Festbrennstoff-, Pflanzenöl- und Biogasgewinnung kommen. Unter diesen Bedingungen kann von einem Energiepotenzial von ca. 365 PJ/a ausgegangen werden /10/.

### 3.1.7 Gesamtes Festbrennstoffpotenzial

Tabelle 3-5 gibt einen zusammenfassenden Überblick der technischen Brennstoffpotenziale biogener Festbrennstoffe. Insgesamt ergibt sich ein Potenzial von max. 1 280 PJ/a. Unter Berücksichtigung der stofflichen Nutzung und der Annahme, dass nicht das gesamte Potenzial an Energiepflanzen für die Festbrennstoffgewinnung genutzt wird (sondern z. T. auch für die Pflanzenöl- und Biogasgewinnung verfügbar sein sollte), steht aus festen Bioenergieträgern ein energetisch nutzbares Potenzial von ca. 850 PJ/a zur Verfügung.

Tabelle 3-5: Technische und energetisch nutzbare Potenziale aus festen Bioenergieträgern

	Technisches Brennstoff- potenzial in PJ/a	energetischen nutzbares Potenzial <sup>a</sup> in PJ/a
Altholz	112-128	80-112 <sup>b</sup>
Industrierestholz	134	58
Waldrestholz	178	178
Schwachholz	79-130	79-130
Waldholz (Zuwachs)	156	156
Landschaftspflegematerial <sup>c</sup>	4	4
Stroh	185	130
Energiepflanzen	max. 365 <sup>d</sup>	120 <sup>e</sup>
Summe fester Bioenergieträger	max. 1 280	800-890

<sup>a</sup> unter Berücksichtigung der stofflichen Nutzung

<sup>b</sup> erschließbarer Anteil

<sup>c</sup> nur Landschaftspflegeholz

<sup>d</sup> Energiepflanzen auf max. 2 Mio. ha Anbaufläche; Konkurrenznutzung Energiepflanzen für Pflanzenöl- u. Biogasgewinnung nicht berücksichtigt

<sup>e</sup> 1/3 des Brennstoffpotenzials, da Annahme eines Anbaumix für Festbrennstoff-, Pflanzenöl- u. Biogasgewinnung

### 3.2 Nutzungsoptionen

Für die Bereitstellung von Strom und/oder Wärme aus Biomasse werden in Deutschland derzeit knapp 200 PJ/a an festen Bioenergieträgern eingesetzt /9/. Den größten Anteil daran hat das Brennholz, bestehend aus sehr unterschiedlichen Waldholzfraktionen (u. a. Waldrestholz, Schwachholz, Stammholz). Des Weiteren wird nicht stofflich genutztes Industrierestholz und Altholz energetisch verwertet. Sonstige holzartige Biomassen oder Stroh leisten nur einen geringen oder keinen Beitrag zur Deckung der Energienachfrage.

Da Auswirkungen der BiomasseV beobachtet und analysiert werden sollen, wird nur auf die ausschließliche Stromerzeugung bzw. die gekoppelte Strom- und Wärmebereitstellung aus biogenen Festbrennstoffen eingegangen.

Es wird deutlich, dass beim Alt- und Industrierestholz die Voraussetzungen für den Einsatz als Energieträger günstig sind. Diese Tendenz spiegelt sich auch im Anlagenbestand und den dort eingesetzten Brennstoffen wieder (vgl. Abschnitt 3.3). Bei Altholz der Kategorie A I und A II ist eine mögliche stoffliche Konkurrenznutzung zu berücksichtigen. Für Anlagen, die Hölzer der Altholzkategorie A III und A IV einsetzen, gelten die Emissionsgrenzwerte der 17. BImSchV. Das Genehmigungsverfahren wird mit Öffentlichkeitsbeteiligung durchgeführt. Hier ist z. T. mit Akzeptanzproblemen in der Bevölkerung zu rechnen. Die energetische Nutzung von Waldholz wird derzeit durch im Vergleich zu Alt- und Industrierestholz wesentlich höhere Bereitstellungskosten gehemmt. Bei Stroh und sonstigen Halmgütern kommen ungünstige Brennstoffeigenschaften (vergleichsweise hoher Wassergehalt, Staubemissionen, höherer Chlorgehalt etc.) hinzu.

### 3.2.1 Holz

Anhand des uns bekannten Anlagenbestandes (Abschnitt 3.3) wurden im Jahr 2000 etwa 3,2 Mio. t Holz (das entspricht ca. 51 PJ/a) zur Strom- bzw. gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt. Würden alle der Anfang 2002 in Planung befindlichen Anlagen in Betrieb gehen, ergäbe sich daraus ein Brennstoffbedarf von etwa 10,7 Mio. t Holz im Jahr (ca. 171 PJ/a).

Die Nutzung von Altholz erfolgt aufgrund der hohen immissionsschutzrechtlichen Anforderungen insbesondere an die Abgasreinigung vorwiegend in größeren Stromerzeugungsanlagen. Es ist bereits zu verzeichnen, dass angesichts der Regelungen des EEG der größte Teil der Anlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von 20 MW geplant und realisiert wird. Der Stromerzeugungswirkungsgrad wird sich dabei an den Mindestforderungen der BiomasseV orientieren.

### 3.2.2 Stroh

Die durchaus beachtlichen Potenziale an Stroh werden in Deutschland bisher aus technischen und ökonomischen Gründen kaum energetisch genutzt. Außer zu befristeten Versuchszwecken im Rahmen einer Zufeuerung ist eine Nutzung zur Stromerzeugung nicht bekannt geworden. Auch die im Laufe der neunziger Jahre errichteten Strohheizwerke im größeren Leistungsbereich (z. B. Schkölen, Jena) waren bzw. sind z. T. durch erhebliche technische bzw. ökonomische Probleme gekennzeichnet.

Aufgrund der an die ungünstigen Brennstoffeigenschaften noch nicht vollständig angepassten Verbrennungstechnologie sowie aufgrund der bestehenden und geplanten immissionsschutzrechtlichen Vorgaben sind die Perspektiven einer energetischen Strohnutzung in Deutschland derzeit beschränkt. Verbrennungsanlagen für Stroh ab einer Nennwärmeleistung von 100 kW werden nach der 4. BImSchV Nr. 1.3 genehmigt. Die TA Luft gibt für Strohfeuerungsanlagen u. a. Grenzwerte für Staub, Chlorwasserstoff und ggf. Dioxine vor /13/. Schwierigkeiten bei der Einhaltung dieser immissionsschutzrechtlichen Vorgaben werden hier im zukünftig geplanten Grenzwert von Staub (voraussichtlich 50 mg/m<sup>3</sup>) und der damit verbundenen Notwendigkeit einer aufwändigen Staubabscheidung wie auch in den Kosten einer regelmäßigen Dioxinmessung gesehen.

Eine ausschließliche Verstromung von Stroh erscheint derzeit aufgrund der ungünstigen brennstofftechnischen Eigenschaften und der hohen Brennstoffkosten unrealistisch. Demgegenüber wurde in Dänemark erfolgreich demonstriert, dass eine Mitverbrennung von Stroh in vorhandenen Kohlekraftwerken im Bereich von unter 10 % der Feuerungswärmeleistung ggf. sinnvoll sein kann /14/. Sollte der entsprechende Strom zukünftig ggf. unter das EEG fallen, wäre diese Option u. U. auch ökonomisch darstellbar.

## 3.3 Anlagenbestand

Abb. 3-5 zeigt den aus Recherchen, Umfragen und Übersichten der Genehmigungsbehörden derzeit bekannten Anlagenbestand und Prognosen zur zukünftigen Entwicklung unter Berücksichtigung aller in Planung befindlicher Anlagen<sup>3</sup>. Demnach wird der Anlagenbestand derzeit durch Anlagen unter 5 MW elektrischer Leistung bestimmt. Jedoch dürfte der weitere Zuwachs bei diesen Anlagen eher gering sein. Der erwartete deutliche Anstieg des Anlagen-

<sup>3</sup> ohne Anspruch auf Vollständigkeit

bestandes infolge der Vergütungsregelung von EEG und BiomasseV wird tendenziell durch Anlagen im größeren Leistungsbereich (d. h. überwiegend 20 MW<sub>el</sub>-Anlagen) bestimmt werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass nicht alle Anlagen, die z. Zt. in Planung sind, auch realisiert werden. Nach Ansicht von Anlagenplanern rechnet man damit, dass nur ca. 20 bis 30 % der geplanten Anlagen in Betrieb gehen werden.

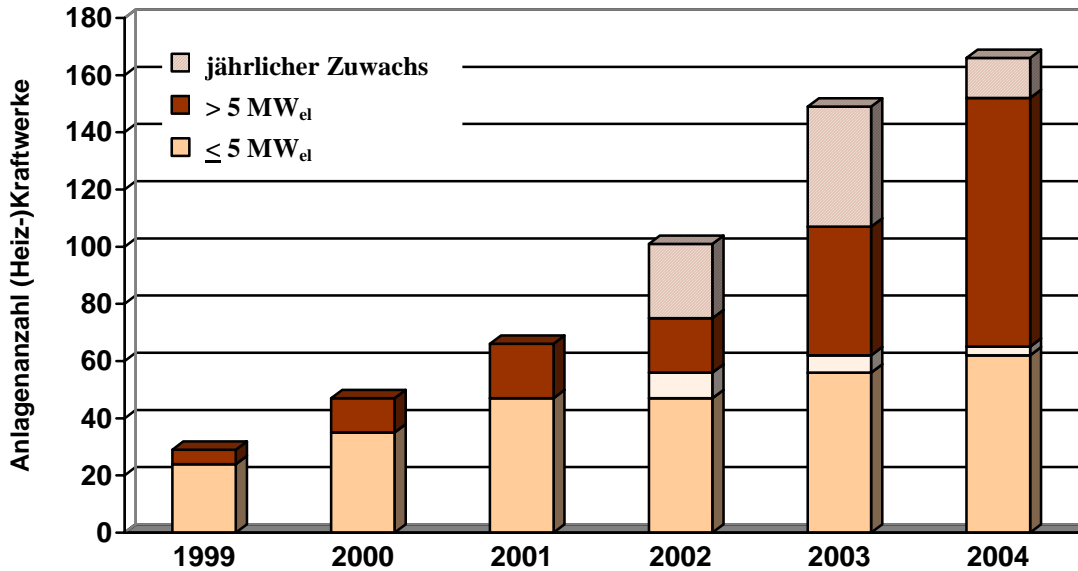


Abb. 3-5: Biomasse(heiz-)kraftwerke - Anlagenbestand (bis 2001) und Prognosen zur Entwicklung (Berücksichtigung aller in Planung befindlicher Anlagen)

Anhand des Anlagenbestandes wurde die in Abb. 3-6 dargestellte installierte elektrische Leistung ermittelt. Für die Prognose wurde angenommen, dass 25 % der uns bekannten Anlagen realisiert werden. Selbst unter dieser konservativen Annahme ist ein erheblicher Ausbau der installierten Anlagenleistung bis zum Jahr 2004 zu erwarten.

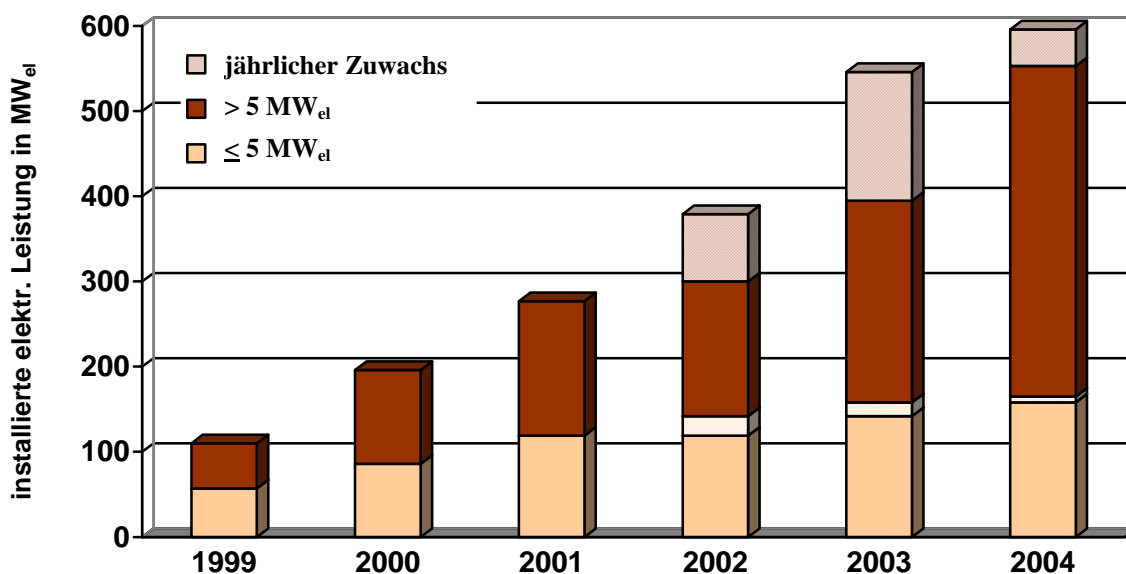


Abb. 3-6: Installierte elektrische Leistung aus Biomasse(heiz-)kraftwerken nach Anlagengröße; Stand und Prognose zur Entwicklung

Die installierte elektrische Leistung aller Biomasse(heiz-)kraftwerke betrug Ende 2001 ca. 280 MW (Abb. 3-6). Die Stromerzeugung kann mit 1,05 TWh/a (brutto) abgeschätzt werden<sup>4</sup>. Das entspricht etwa 14 % des technischen Erzeugungspotenzials an Alt- und Industrierestholz<sup>5</sup>. Ende 2004 können mit insgesamt 600 MW installierter elektrischer Leistung (2,53 TWh/a) etwa 34 % des technischen Erzeugungspotenzials an Alt- und Industrierestholz genutzt werden. Geht man davon aus, dass die großen Anlagen versuchen, die Zahl der Volllaststunden zu maximieren, wird der Wert noch höher liegen.

Eine Übersicht über bestehende und geplante Biomasse(heiz-)kraftwerke gibt Abb. 3-7. Bei Anlagen, die im Bau sind bzw. für die bereits ein Genehmigungsverfahren läuft, kann davon ausgegangen werden, dass sie mit einer hohen Wahrscheinlichkeit realisiert werden. Für in Planung befindliche Anlagen muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass auch zunächst aussichtsreich erscheinende Projekte nicht immer realisiert werden und damit eine derartige Darstellung nur eine kurze Aktualität besitzt.

Einige der neu geplanten und gebauten Biomasse(heiz-)kraftwerke schöpfen die Vergütungsregelung des EEG mit einer installierten elektrischen Leistung von 20 MW aus. Der Brennstoffbedarf für diese Anlagengröße wird mit 120 000 bis 180 000 t/a angegeben. Meist wird Altholz der Kategorien AI bis A IV eingesetzt (17. BImSchV), um die benötigten Mengen kontinuierlich gewährleisten zu können. Beispielhaft können die Anlagen Menteroda (Thüringen) und Landesbergen (Niedersachsen) genannt werden, die sich beide im Genehmigungsverfahren befinden. Anlagen im kleineren Leistungsbereich (bis 10 MW<sub>el</sub>) setzen sowohl Wald- und naturbelassenes Industrierestholz (Pfaffenhofen, Bayern) als auch belastetes Altholz (Helbra, Sachsen-Anhalt) ein.

---

<sup>4</sup> Zur Berechnung der Stromerzeugung wurden folgende Betriebsstunden angenommen:

Anlagen im kleinen Leistungsbereich ( $\leq 5$  MW<sub>el</sub>): 2 250 h/a

Anlagen im großen Leistungsbereich ( $>5$  MW<sub>el</sub>): 5 000 h/a

<sup>5</sup> Die Ableitung des Stromerzeugungspotenzials beim Altholz beinhaltet in einer ersten Variante den energetischen Einsatz des Holzes im Rahmen einer Kraft-Wärme-Kopplung mit einem mittleren Stromerzeugungswirkungsgrad von 20 %. Unter diesen Bedingungen beträgt das Stromerzeugungspotenzial 4,4 bis 6,2 TWh/a. In einer zweiten Variante wird die ausschließliche Stromerzeugung unter der Annahme eines Nettowirkungsgrades von 30 % unterstellt. Damit ergibt sich ein Stromerzeugungspotenzial von 6,7 bis 9,3 TWh/a.

Zur Bestimmung des Stromerzeugungspotenzials beim Industrierestholz wird angenommen, dass ca. 70 % des Aufkommens ausschließlich zur Wärmeerzeugung und 30 % zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt werden. Ebenfalls unter der Annahme eines Stromerzeugungswirkungsgrades von 20 % ergibt sich eine potenzielle Stromerzeugung von 1,0 TWh/a.

Für Industrierest- und Altholz wird insgesamt ein Stromerzeugungspotenzial von 7,5 TWh/a angenommen.

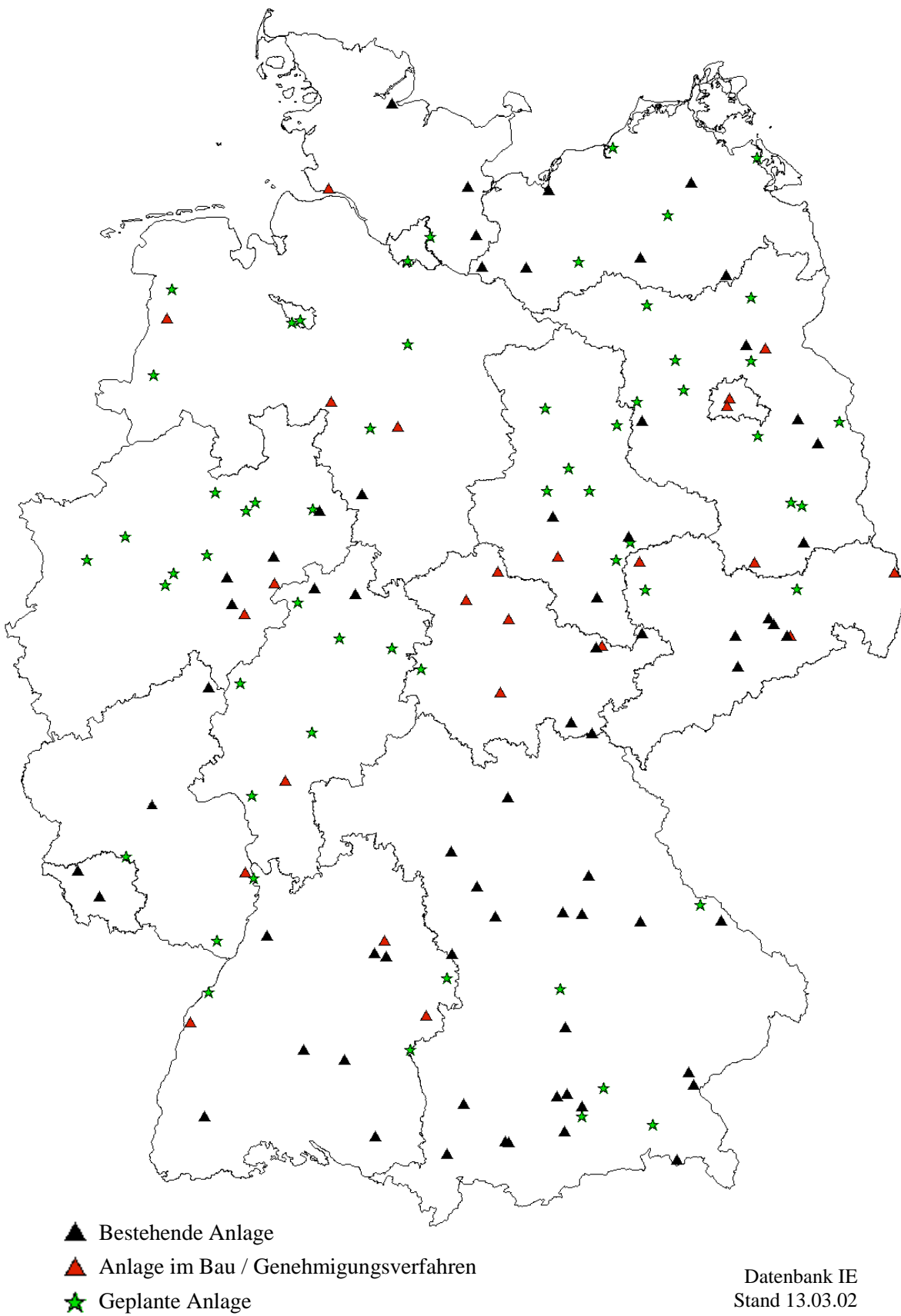


Abb. 3-7: Übersicht über bestehende und geplante Biomasse(heiz)kraftwerke mit Stromerzeugung in Deutschland

### 3.4 Kostensituation

**Investitionskosten.** Abhängig vom Anlagentyp (Verbrennungstechnik) und der Anlagengröße zeigt Tabelle 3-6 die Investitionskosten für Biomasse(heiz)kraftwerke. Die Daten basieren auf eigenen Erhebungen und gelten als Richtwert. Eine allgemeine Tendenz kann aufgrund der sehr unterschiedlichen Voraussetzungen (Neubau oder Umrüstung einer Anlage, infrastrukturelle Situation etc.) nicht abgeleitet werden.

Tabelle 3-6: Investitionskosten für Biomasse(heiz)kraftwerke nach Erhebung durch IE  
(Stand: Februar 2002)

installierte Leistung in MW <sub>el</sub>	bis 5	> 5 bis 10	> 10 bis 20
Investitionskosten in Mio. €	2 bis 13	11 bis 40	25 bis 50

**Brennstoffkosten.** Um eine repräsentative Aussage über die aktuelle Preissituation auf dem Altholzmarkt treffen zu können, wurden verschiedene Energiekonzerne, Projektplaner, Institute und Altholzhändler befragt.

Die Befragten haben darauf hingewiesen, dass der Altholzmarkt sich in den nächsten (drei) Jahren komplett reorganisieren müsse. In wieweit die abgeschätzten Altholzmengen dann auch handelbar sind, bleibt abzuwarten. Von den Altholzmengen muss auch die Holzwerkstoffindustrie weiterhin versorgt werden. Des weiteren wird davon ausgegangen, dass nach Inkrafttreten der geplanten Altholzverordnung (AltholzV) eine deutlichere Unterscheidung und Sortierung der verschiedenen Altholzqualitäten eintreten wird, wodurch die Altholzklassen A I und A II an Bedeutung gewinnen werden. Die Althölzer der Klassen A III und A IV werden bereits kurzfristig vollständig der thermischen Nutzung zugeführt sein. Damit wird i. Allg. nur von zwei Preisklassen gesprochen, von naturbelassenem Holz (A I und A II) und von Holzmix (sobald A III und/oder A IV Hölzer enthalten sind).

Für bereits bestehende Anlagen hat sich trotz der starken Dynamik noch nicht viel geändert. Tabelle 3-7 zeigt die Entwicklung der Händlerpreise für Altholz. Derzeit liegen die Preise meist zwischen -15 €/t und +15 €/t; d. h., dass für die Annahme von A III und A IV Holz z. T. noch Erlöse erzielt werden können. Zwischen den einzelnen Bundesländern gibt es leichte Unterschiede. In Baden-Württemberg, Bayern und Nordrhein-Westfalen sind die Brennstoffpreise beispielsweise höher als in Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein.

Tabelle 3-7: Altholzpreise /15/ und nach Befragung durch IE

alle Preise in €/t	unbehandeltes Altholz <sup>a</sup>	behandeltes Altholz <sup>b</sup>			kontaminiertes Altholz <sup>c</sup>
23.04.1998 /15/	5 bis 13	-18 bis -5			-128 bis -77
22.04.1999 /15/	5 bis 15	-18 bis 0			-128 bis -51
04.05.2000 /15/	8 bis 23	-15 bis 0			-72 bis -31
27.04.2001 /15/	8 bis 28	-15 bis 5			-66 bis -26
Altholzkategorie	A I <sup>d</sup>	A II <sup>d</sup>	A III <sup>d</sup>	A IV <sup>d</sup>	Frischholz <sup>d</sup>
Februar 2002 /IE/	15 bis 28	15 bis 28	-15 bis 10	-30 bis 5	≥ 25

<sup>a</sup> geshreddert

<sup>b</sup> vorgebrochen

<sup>c</sup> nicht geshreddert

<sup>d</sup> frei Biomasse(heiz)kraftwerk

Es ist davon auszugehen, dass die Preise für Altholz in den nächsten 12 Monaten stark anziehen werden. Bei Althölzern der Klassen A III und A IV wird von zusätzlichen 7,50 bis 10 €/t ausgegangen, teilweise noch höher. Lieferverträge werden von den Altholzhändlern nur mengenorientiert angeboten. Die Preise müssen z. T. vierteljährlich neu ausgehandelt werden.

Eine Prognose zur Preisentwicklung auf dem Altholzmarkt ist derzeit kaum möglich. Die Befragung hat gezeigt, dass derzeit nur sehr schwer konkrete Angaben zu erhalten sind. Seit Beginn dieses Jahres wird dem Markt eine Dynamik zugesprochen, die sämtliche Preisangaben nur wenige Wochen gültig lässt. Allein das Bekanntwerden einer geplanten Anlage hat Einfluss auf die Altholzpreise im Umkreis von bis zu 200 km. Sowohl die geplante als auch die voraussichtlich realisierte Anlagenanzahl wird die langfristige Marktsituation entscheidend prägen.

Es bleibt abzuwarten, wie viele der geplanten Biomasse(heiz)kraftwerke konkret realisiert werden. Ein ausschließlich auf den Einsatz von Altholz ausgerichteter Betrieb eines Biomasse(heiz)kraftwerkes wird jedoch in den nächsten Jahren erhebliche Versorgungsprobleme mit billigen Brennstoffen haben, was entsprechende Auswirkungen auf die langfristige wirtschaftliche Stabilität derartiger Anlagen haben wird. Hieraus folgt, dass mittelfristig durch den Verkauf zumindest eines Teils der Abwärme als Prozesswärme oder -dampf ein zusätzlicher Erlös erzielt werden muss. Eine Tendenz, die sicherlich im Sinne des Gesetzgebers ist.

### 3.5 Problemfelder / Diskussionspunkte

Nachfolgend aufgeführte Problemfelder, die aus der Umsetzung der BiomasseV bekannt geworden sind, betreffen überwiegend den Altholzbereich.

**Geringe Nutzung der anfallenden Wärme.** Über den Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung sowohl in bestehenden als auch in den geplanten Anlagen lassen sich derzeit noch keine konkreten Angaben machen. Nach unserer Erkenntnis hat die Wärmebereitstellung gerade in den Anlagen im größeren Leistungsbereich (d. h. Anlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von 20 MW<sub>el</sub>) – und damit in Anlagen, die durch die BiomasseV initiiert wurden – jedoch kaum eine Bedeutung (mangelnde Wärmenachfrage am potenziellen Anlagenstandort, geringerer Stromwirkungsgrad bei Wärmeauskopplung). Gesetzlich abgesicherte Stromerlöse, wie sie das EEG vorschreibt, führen unter den derzeitigen Rahmenbedingungen i. Allg. zu Projekten, die allein auf die Stromerzeugung abzielen. Das entlastet von der oft schwierigen Suche nach geeigneten Standorten mit Wärmenutzungsmöglichkeiten und vermeidet Optimierungsbetrachtungen. Eine effektive Wärmenutzung wird oft auch durch den im Regelfall unwirtschaftlichen Wärmenetzausbau verhindert. Deshalb dürfte im Bereich der Nutzung biogener Festbrennstoffe die Kraft-Wärme-Kopplung nur dann eine weitergehende Bedeutung erlangen, wenn kleinere Anlagen installiert werden. Dies scheitert i. Allg. jedoch an den Kosten und/oder an der nicht marktgängigen Technik zur Stromerzeugung im kleinen Leistungsbereich.

**Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung.** Gerade bei geplanten Anlagen, in denen sogenannte belastete Althölzer (A III und A IV) eingesetzt werden sollen, gibt es nach unserer Erkenntnis zuweilen Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung. In der Nähe von Wohnbebauungen werden solche Anlagen immer als problematisch angesehen. Dabei geht es um den eingesetzten Brennstoff, der als Abfall gewertet wird und auch um die damit verbundenen Transporte. Es gibt Bedenken, dass es durch den Einsatz von Altholz zu verstärkten Emissionen von Luftschadstoffen kommt.

**Genehmigung bestimmter Anlagen innerhalb einer Drei-Jahres-Frist.** Für Anlagen, in denen Altholz eingesetzt wird, das Rückstände von Holzschutzmitteln oder halogenorganischen Verbindungen enthält, muss spätestens drei Jahre nach Inkrafttreten der BiomasseV die Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb nach BImSchG erteilt werden. Laut Herstellervertreter ist diese Frist bei oft langwierigen Genehmigungsverfahren zu kurz. Aus unserer Sicht bleibt es abzuwarten, ob und wann die Vielzahl der geplanten Anlagen genehmigt werden. Hemmend könnte sich die Drei-Jahres-Frist auf die Innovation in der Anlagentechnik für Althölzer dieser Art auswirken.

**Höhe der Vergütungssätze des EEG.** Die gegenwärtig in Planung und Genehmigung befindlichen Kapazitäten bei Anlagen zur Altholzverbrennung lassen erkennen, dass die Vergütungssätze des EEG für einen wirtschaftlichen Betrieb ausreichend sein sollten. Anders kann die Situation – und ist sie im Regelfall – beim Industrierest- und insbesondere beim Waldrestholz sein. Da für einen kostendeckenden Betrieb aus gegenwärtiger Sicht die Betreiber maximal 20 bis 25 €/t für den Brennstoff zahlen können, verhindern die hohen Brennstoffkosten für Waldrestholz (bis 60 €/t) derzeit einen ausschließlich auf naturbelassenem Holz ausgerichteten Betrieb für die reine Stromerzeugung in Anlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von 20 MW<sub>el</sub>. Vor diesem Hintergrund könnte es – auch vor dem Hintergrund der Situation in der deutschen Forstwirtschaft – sinnvoll sein, die Festvergütung des EEG nach Alt-, Industrierest- und Waldrest- / Energieholz zu staffeln.

Die Regelungen des EEG begünstigen bisher Anlagen mit hohen installierten Leistungen, da die Vergütungssätze im Bereich 5 bis 20 MW<sub>el</sub> konstant sind. Innerhalb dieses Bereichs erhöht sich der aus einer bestimmten Brennstoffmenge bereitstellbare Strom aufgrund des mit zunehmender Leistung ansteigenden elektrischen Wirkungsgrads und gleichzeitig sinken die spezifischen Kosten; dies ist ein wesentlicher Grund für den Boom der 20 MW<sub>el</sub>-Anlagen. Hier könnte ggf. eine weitere Unterteilung der Vergütungsregelung sinnvoll sein.

**Seltener Einsatz innovativer Technologien.** Die großen Biomasse(heiz)kraftwerke nutzen fast ausschließlich die Verbrennung als das Energieumwandlungsverfahren mit dem geringsten Risiko; neue Technologien sind eher die Ausnahme. Die Verbrennung hat jedoch relativ ungünstige Energie- und Stoffnutzungsbilanzen. Da diese Entscheidung meist für die nächsten 20 Jahre getroffen wurde, wirkt sich das hemmend auf innovative Technologien aus. Deshalb könnte es sinnvoll sein, einen Bonus für innovative Technologien, wie beispielsweise die Vergasung, einzuführen.

**Zufeuerung weiterer organischer Stoffströme.** Die Zufeuerung organischer Stoffströme in vorhandene Kohlekraftwerke - und damit eine Aufnahme in die Vergütungsregelung des EEG - kann für solche Stoffgruppen interessant sein, deren ausschließliche Verbrennung in Biomasse(heiz)kraftwerken aufgrund der Brennstoffeigenschaften problematisch ist (beispielsweise Stroh). Durch vorhandene Technik bei der Abgasreinigung können die entsprechenden Grenzwerte eingehalten werden. Die Zufeuerung von Altholz sollte jedoch nicht zulässig sein, um den vorhandenen und geplanten Holz(heiz)kraftwerken die notwendige Versorgungssicherheit mit Brennstoff gewährleisten zu können.

## **4 Stromerzeugung aus gasförmigen Bioenergieträgern**

### **4.1 Technisches Potenzial**

Als potenzielle Substrate für die Biogaserzeugung werden, soweit möglich, sämtliche organische Stoffströme, die grundsätzlich für eine Biogaserzeugung in Frage kommen, berücksichtigt.

Deponiegas und Klärgas sind vom Geltungsbereich der BiomasseV und damit auch aus der Potenzialermittlung ausgenommen, da das EEG für beide Stoffgruppen eine vorrangige Spezialregelung mit besonderer Vergütungsregelung enthält.

#### **4.1.1 Exkrement und Einstreu aus der Nutztierhaltung**

Teile des Aufkommens an tierischen Exkrementen sind aufgrund einer Vielzahl unterschiedlichster Restriktionen für die Biogasgewinnung nicht nutzbar. Eine Verfügbarmachung der organischen Masse für eine Umsetzung in einer Biogasanlage ist bei bestimmten Nutztierarten ausgeschlossen, beispielsweise bei der Weidehaltung von Schafen. Zudem erfolgt die Gewinnung von Biogas derzeit meist in Anlagen, die auf einen kontinuierlichen Anfall von organischen Material angewiesen sind. Damit kann das zwar technisch gewinnbare, aber saisonal anfallende Exkrementeaufkommen nur sehr eingeschränkt genutzt werden. Neben der Gülle beruht ein wesentlicher Anteil des Biogaspotenzials aus tierischen Exkrementen auch auf dem Festmist, der durch Einstreuen von Getreidestroh entsteht. Deshalb wird hier vereinfachend angenommen, dass sich das Biogas aus Gülle und Festmist aus der Summe des Biogases aus den Exkrementen und dem Biogas aus dem eingestreuten Stroh ergibt.

Unter Berücksichtigung dieser Bedingungen sind insgesamt rund 163 Mio. t/a an tierischen Exkrementen aus der Landwirtschaft sowie 3,3 Mio. t/a Einstreustroh für die Erzeugung von Biogas nutzbar. Daraus leitet sich ein technisches Erzeugungspotenzial von insgesamt rund 5,6 bis 5,7 Mrd. m<sup>3</sup>/a Biogas bzw. ein Energiepotenzial von ca. 96,5 PJ/a ab /6/.

#### **4.1.2 Ernterückstände aus der Landwirtschaft**

Unter Ernterückstände aus der Landwirtschaft werden alle aus der Pflanzenproduktion resultierenden Stoffe verstanden, die als Rückstände, Nebenprodukte und Abfälle anfallen und in Biogasanlagen genutzt werden können. Auch ein Teil des Grasschnitts, der auf Dauergrünland anfällt, kann als Ausgangsmaterial für eine Biogaserzeugung eingesetzt werden. Mit Abstand die größten Energiepotenziale bestehen beim Einsatz von Getreide- und anderem Stroh. Aufgrund des hohen Trockensubstanzgehalts kann Stroh jedoch nur als Kosubstrat in Verbindung mit z. B. Gülle vergoren werden. Weitere, jedoch gegenüber Stroh deutlich geringere Potenziale bestehen insbesondere im Einsatz von Rübenblatt sowie Kartoffelkraut. Das Gesamtpotenzial der Ernterückstände aus der Landwirtschaft liegt zwischen 65 und 113 PJ/a /6/.

### **4.1.3 Abfälle aus Gewerbe und Industrie**

Die Abschätzungen zu Abfällen organischer Herkunft beschränken sich auf solche Gewerbe- und Industriebereiche, bei denen ein nennenswerter Beitrag am Gesamtpotenzial erwartet werden kann. Das sind die Wirtschaftszweige Bierherstellung, Produktion und Verarbeitung von Früchten, Bäckereien, Weinkeltereien, Brennereien, Milchproduktherstellung, Schlachthöfe und Fleischverarbeitung sowie Zuckerindustrie. Insgesamt kann von einem Energiepotenzial von 6,4 bis 12,2 PJ/a ausgegangen werden /6/.

### **4.1.4 Landschaftspflegematerial**

Das Biomasseaufkommen von Friedhöfen, der Straßenrandpflege, aus Parks und Anlagen sowie der Landschaftspflege kann ebenfalls zur Energiegewinnung in Biogasanlagen eingesetzt werden. Das Gesamtpotenzial liegt zwischen 5,9 und 11,6 PJ/a /6/.

### **4.1.5 Organische Siedlungsabfälle**

Organische Abfälle aus privaten Haushalten und Kommunen (Küche/Kantine) können neben einer Kompostierung bzw. Verbrennung auch vergoren werden. Die Abschätzung des daraus resultierenden Energiepotenzials erfolgt auf der Basis der Annahme, dass rund 90 % der organischen Siedlungsabfälle aus Haushalten und Kommunen für die energetische Nutzung in Anaerobverfahren zur Verfügung stehen. Des Weiteren fallen im geringen Umfang Marktabfälle an, die zu ca. 50 bis 75 % als Gärsubstrat bereitgestellt werden können. Insgesamt ergibt sich damit ein technisches Energiepotenzial derartiger organischer Stoffströme von etwa 12,5 PJ/a /6/.

### **4.1.6 Energiepflanzen**

Energiepflanzen können auch als Substrat zur Biogasgewinnung angebaut werden. Für die Potenzialermittlung wird der Anbau im Zwei-Kulturen-System angenommen. Dabei wird ein Pflanzengemisch im zeitigen Frühjahr ausgesät und im Juni/Juli geerntet, nachdem zuvor ein zweites Pflanzengemisch ausgesät wurde, das dann im Oktober geerntet werden kann. Unter der Annahme eines mittleren Ertrages von 13 t TM/(ha a) und, dass wiederum 2 Mio. ha der landwirtschaftlichen Fläche für den Energiepflanzenanbau Biogasgewinnung zur Verfügung stehen, ergibt sich ein technisch jährlich verfügbares Biogasaufkommen von rund 11,2 Mrd. m<sup>3</sup>. Das entspricht einem Energiepotenzial von knapp 236 PJ/a /6/.

### **4.1.7 Gesamtes Biogaspotenzial**

Tabelle 4-1 gibt einen Überblick zu den Biogaspotenzialen der einzelnen verfügbaren Substrate. Demnach sind aus den untersuchten organischen Stoffströmen etwa 450 PJ/a potenziell verfügbar. Rückstände aus der Landwirtschaft haben daran einen wesentlichen Anteil. Ein großes Potenzial für die Biogasgewinnung liegt auch im Energiepflanzenanbau.

Tabelle 4-1: Technische Potenziale aus gasförmigen Bioenergieträgern

	Technisches Brennstoffpotenzial  in PJ/a	Technisches Erzeugungspotenzial Strom  in TWh/a
Tierische Exkremate und Einstreu	96	7,2
Ernterückstände der Landwirtschaft	65-113	4,9-8,5
Abfälle aus Gewerbe und Industrie	6-12	0,5-0,9
Landschaftspflegematerial	6-12	0,4-0,9
Organische Siedlungsabfälle	12	0,9
Energiepflanzen	max. 236 <sup>a</sup>	5,9 <sup>b</sup>
<b>Summe gasförmige Bioenergieträger</b>	<b>421-481</b>	<b>19,8-24,3</b>

<sup>a</sup> Energiepflanzen auf max. 2 Mio. ha Anbaufläche; Konkurrenznutzung Energiepflanzen für Pflanzenöl- u. Biogasgewinnung nicht berücksichtigt

<sup>b</sup> bezogen auf 1/3 des Brennstoffpotenzials, da Annahme eines Anbaumix für Festbrennstoff-, Pflanzenöl- u. Biogasgewinnung

Unter Berücksichtigung primär technischer Restriktionen kann aus dem technischen Brennstoffpotenzial das technische Erzeugungspotenzial für Strom und Wärme ermittelt werden. Dabei sind die einzelnen Substrate für eine Biogasnutzung unterschiedlich gut erschließbar. Für die Berechnung des Stromerzeugungspotenzials wird ein BHKW mit einem Stromwirkungsgrad von 30 % bezogen auf den Brennstoffeinsatz und ein Stromeigenbedarf von 10 % bezogen auf die bereitgestellte Energie zugrunde gelegt (siehe Abschnitt 4.2). Das in Tabelle 4-1 dargestellte Erzeugungspotenzial von 19,8 bis 24,3 TWh/a entspricht einem Biogasvolumen von ca. 10 bis 12 Mrd. m<sup>3</sup>/a. Zur Ermittlung des Wärmeerzeugungspotenzials wird ein Wärmewirkungsgrad von 55 % und ein Wärmeeigenbedarf der Anlage von 25 % angenommen. Daraus ergibt sich ein technisches Erzeugungspotenzial von ca. 109 bis 134 PJ/a Wärme /6/.

## 4.2 Nutzung

### 4.2.1 Eingesetzte Substrate

Als Basissubstrate werden, regional teilweise abweichend, hauptsächlich Wirtschaftsdünger (Rinder- und Schweinegülle, Rinderfestmist) eingesetzt. Alle Arten von Trockenkot und Geflügelexkrementen spielen bis auf regionale Schwerpunkte bei der Gesamtbetrachtung eine eher untergeordnete Rolle, obwohl Potenziale in diesem Bereich vorhanden sind.

In über 93 % der Biogasanlagen werden Kosubstrate mitvergoren. Hauptsächlich verarbeitet werden (in dieser Reihenfolge): Nachwachsende Rohstoffe (Futterrüben, Körnermais etc.), Ernterückstände, Rasenschnitt, Fettabscheiderinhalte, Backabfälle/Altbrot, Speiseabfälle/Bioabfälle, Futterreste aus der Landwirtschaft und Abfälle der Lebens- und Genussmittelproduktion (Schlempe, Treber etc.). Der Trend geht dahin, dass in Biogasanlagen nur ein bis zwei verschiedene Kosubstrate in relativ konstanten Mengen und bei angestrebter gleichmäßiger Beschickung verarbeitet werden. Dies verspricht auf längere Sicht einen stabileren Gär-

prozess mit höherer und gleichmäßigerer Gasausbeute. Die zugeführte Menge an Kosubstraten schwankt je nach Biogasanlage durchschnittlich zwischen 20 und 50 %.

#### 4.2.2 Nutzung der Energie

Die Nutzung des Biogases erfolgt in der Regel als brennbares Gas zum Antrieb von Motoren (BHKW-Zündstrahlmotoren oder Gas-Otto-Motoren). Über einen Generator wird elektrische Energie sowie nutzbare Abwärme auf einem Temperaturniveau von etwa 80 bis 90 °C erzeugt. Von der erzeugten Strommenge werden i. Allg. 10 bis 20 % für den Betrieb der Vergärungsanlage selbst verbraucht, beispielsweise für Pumpen, Rührwerke und Zerkleinerer. Bei einigen Anlagen kann der Stromeigenbedarf sogar bis zu 40 % betragen. Für die Heizung des Fermenters werden etwa 30 bis 50 % der erzeugten Wärmemenge verbraucht. Von dem Grad der Nutzung des Nebenproduktes „Abwärme“ hängt meist die Wirtschaftlichkeit einer Biogasanlage ab. Der Anteil der Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung beträgt etwa 90 %, bei Anlagen ab Baujahr 1999 mehr als 96 %. Neben der Eigenversorgung nutzen etwa 10 bis 15 % der Biogasanlagen die Wärme zusätzlich für die Beheizung von Wohn- und Wirtschaftsgebäuden des landwirtschaftlichen Betriebes, als Prozesswärme für Produktionsstätten oder für die Einspeisung in ein Nahwärmenetz. Die Verwendung von Biogas zur ausschließlichen Wärmeerzeugung (Heizung, Herd) besitzt in Deutschland eine untergeordnete Bedeutung.

Im Gegensatz zur derzeit üblichen Nutzung in Blockheizkraftwerken bietet die Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz die Möglichkeit, einen größeren Teil des Energiegehaltes nutzbar zu machen. Die Biogasaufbereitung und die Kompression des Gases sind jedoch sehr energieaufwändig. In Deutschland müssen die im DVGW-Merkblatt G 260/262 festgelegten Anforderungen hinsichtlich Reinheit und Brenneigenschaften des Gases eingehalten werden. Auch fehlen für eine Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz z. Zt. noch gesetzliche Regelungen sowie kostengünstige technische Lösungen. So ist beispielsweise die Berücksichtigung der Biogaseinspeisung in der EU-Gasrichtlinie (Neufassung) sowie bei der Neuregelung des Energiewirtschaftsgesetzes derzeit noch offen. Geklärt werden müsste auch, ob dann die Notwendigkeit einer Einspeisevergütung, analog zum EEG, besteht. Ein wesentliches Problem ist die Anbindung der Biogasanlagen an das vorhandene Erdgasnetz hinsichtlich der infrastrukturellen Gegebenheiten. Biogasanlagen stehen überwiegend im ländlichen Raum; der damit oft notwendige Bau einer Gasleitung als Anschluss zum vorhandenen Netz ist mit hohen Kosten verbunden.

#### 4.3 Anlagenbestand

Ende 2001 wurden zur Strom- und Wärmeerzeugung – bei stark steigender Tendenz – rund 1 400 Biogasanlagen betrieben (Abb. 4-1). Der Anteil der gewerblichen Biogasanlagen (>49 % Kosubstrate, Erwerbscharakter der Entsorgung steht im Vordergrund) beträgt etwa 10 bis 15 %. Zahlenmäßig dominieren die Kleinanlagen mit einer elektrischen Leistung bis 70 kW. Im Jahr 2001 sind jedoch im Bereich 70 bis 499 kW<sub>el</sub> mehr Anlagen in Betrieb gegangen als in der Leistungsklasse bis 70 kW<sub>el</sub>. Daneben gibt es ca. 30 Großanlagen mit über 500 kW elektrischer Leistung (Stand 2001). Für das Jahr 2005 wird eine Verdopplung der Anlagenanzahl bezogen auf das Jahr 2000 erwartet.

Die Änderung des Marktanzreizprogramms vom 26.07.2001 zeigte zunächst keine Auswirkungen auf den Zubau an Biogasanlagen. Für Mitte 2002 wird jedoch erwartet, dass 50 %

der geplanten Anlagen aufgrund der Kürzung des Teilschulderlasses i. H. v. 30 % nicht realisiert werden.

Am 23.03.2002 treten neue Förderrichtlinien des Marktanzreizprogramms für Erneuerbare Energien in Kraft. Die neuen Richtlinien, betreffen auch die Wiederaufnahme der Biogas-Förderung bis zu einer Anlagengröße von 70 kW. Vorgesehen ist eine einmalige Zahlung in einer Höhe von 15 000 € je Anlage - und zwar als Teilschulderlass der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) - die mit anderen Förderprogrammen kumulierbar ist.

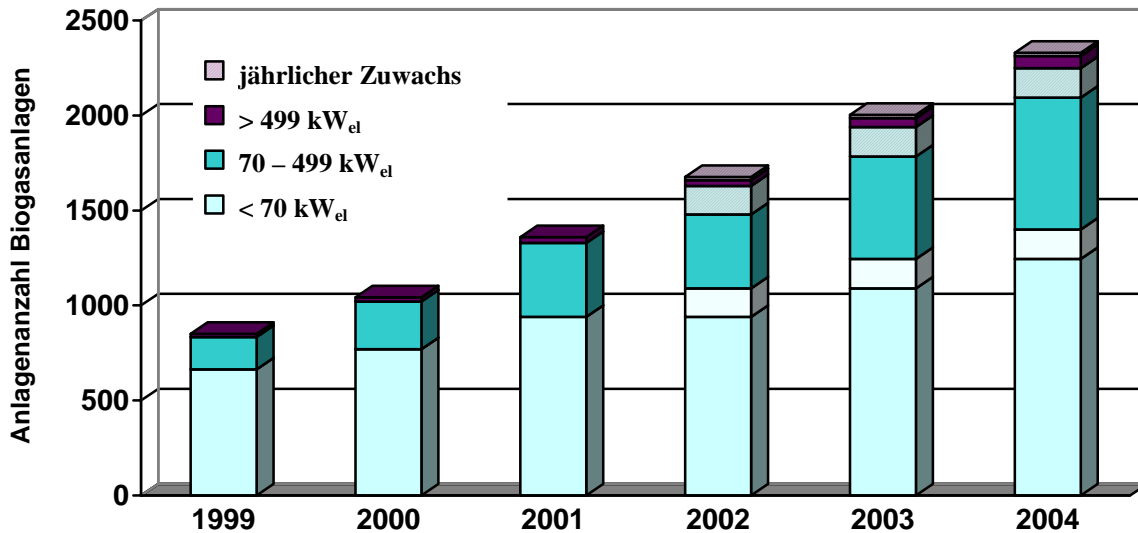


Abb. 4-1: Biogasanlagen – Anlagenbestand (bis 2001) und Prognosen zur Entwicklung

Die installierte elektrische Leistung aller Biogasanlagen betrug Ende 2001 ca. 110 MW (Abb. 4-2). Die potenzielle Stromerzeugung kann mit 0,55 TWh/a (brutto) abgeschätzt werden. Das entspricht 3,5 % des technischen Erzeugungspotenzials, wenn die Energiepflanzen bei der Potenzialbereitstellung nicht berücksichtigt werden. Bezieht man die Energiepflanzen als Potenzial mit ein, beträgt die derzeitige Potenzialausnutzung von Biogas zur Stromerzeugung sogar nur 2,5 %.

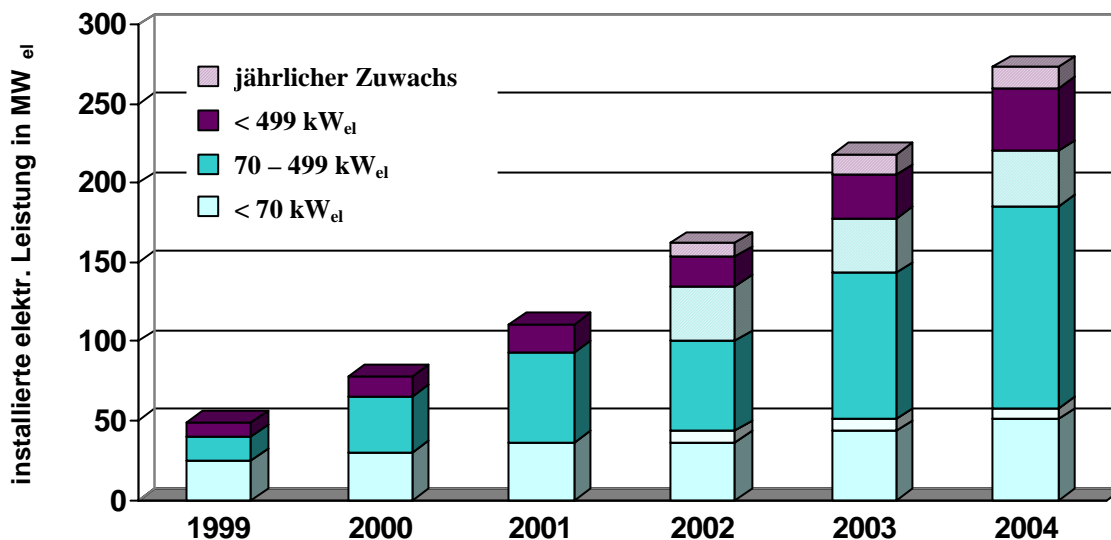


Abb. 4-2: Installierte elektrische Leistung aus Biogasanlagen nach Anlagengröße; Stand und Prognose zur Entwicklung

Die Biogasanlagengröße unterscheidet sich in den einzelnen Regionen Deutschlands z. T. erheblich. Die Bundesländer Baden-Württemberg und Bayern dominieren in Bezug auf die Anzahl der Anlagen. In den neuen Bundesländern ist jedoch i. Allg. in Verbindung mit landwirtschaftlichen Großbetrieben mit wenigen Anlagen eine höhere installierte elektrische Leistung vorhanden. Etwa 7 % des Anlagenbestandes liefern 25 % der elektrischen Leistung /15/.

#### 4.4 Kostensituation

Kapitalbedingte Kosten verursachen 40 bis 60 % der Gesamtkosten der Biogaserzeugung. Wartungs- und Instandhaltungskosten belaufen sich auf 20 bis 25 %. Personalkosten betragen in Abhängigkeit vom Automatisierungsgrad und der Vergabe von Instandhaltungsleistungen 3 bis 10 %. Weitere Kosten werden durch den Prozessstrombedarf, Hilfsstoffe (Zündöl, Wasser etc.) und Verwaltung sowie ggf. durch einen notwendigen Transport der betriebseigenen Substrate bzw. der Wirtschaftsdünger hervorgerufen.

Andererseits werden die erzielbaren Erlöse bei entsprechend dem EEG festgelegter Einspeisevergütung vorrangig durch die Höhe der Biogaserzeugung (d. h. spezifischer Biogasertrag) und dem BHKW-Wirkungs- bzw. Nutzungsgrad sowie den Verrechnungssätzen für die möglicherweise nutzbare Wärme bestimmt.

Infolge einer ausgeprägten Kostendegression der Investitionskosten von Biogasanlagen (Tabelle 4-2) ist die Wirtschaftlichkeit der Biogaserzeugung in der Landwirtschaft stark abhängig von der Betriebsgröße. Aus gegenwärtiger Sicht liegt bei der Errichtung einer Neuanlage die untere Grenze der Wirtschaftlichkeit (ohne Berücksichtigung der Erbringung eines bestimmten Eigenleistungsanteils, wie es jedoch in der Landwirtschaft bei kleineren Höfen oft üblich ist) bei etwa 100 bis 150 GV (Großvieheinheit). Aber selbst dann ist aus unserer Sicht ein wirtschaftlicher Betrieb bei alleiniger Vergärung von Gülle meist nicht gegeben; dies ist der Grund für die in der Praxis verbreitete Kofermentation, da beispielsweise die Verarbeitung von landwirtschaftlichen Rückständen, Nebenprodukten und Abfällen auf Grund der höheren Gaserträge dieser Materialien die Wirtschaftlichkeit vor allem bei Kleinanlagen verbessert. Durch den Einsatz von organischen Rückständen, Nebenprodukten und Abfällen aus Industrie und Kommunen können – bei ebenfalls z. T. deutlich höheren Methanerträgen – zusätzlich Entsorgungserlöse erzielt werden, die die Wirtschaftlichkeit weiter verbessern.

Tabelle 4-2 zeigt auch, dass die Investitionskosten im letzten Jahr gestiegen sind. Diese Entwicklung ist darauf zurückzuführen, dass hinsichtlich vorgeschriebener Emissionsgrenzwerte eine bessere und damit teurere Anlagentechnik zum Einsatz kommt und mit Hilfe von Investitionszuschüssen Anlagen gebaut werden, die durch verbesserte Technik eine höhere Gasausbeute versprechen.

Tabelle 4-2: Investitionskosten für den Neubau von Biogasanlagen

Jahr	< 70 kW <sub>el</sub>	70 bis 499 kW <sub>el</sub>	> 499 kW <sub>el</sub>
	in €/ kW <sub>el</sub>	in €/ kW <sub>el</sub>	in €/ kW <sub>el</sub>
2000	3 060	1 350	900
2001	3 570	2 400	2 100

Um langfristig eine Biogasanlage im unteren Leistungsbereich wirtschaftlich betreiben zu können, sollte deshalb eine verstärkte Nutzung der Wärme (oder Umwandlung in Kälte) angestrebt werden. Dies ist aber aufgrund der in der Praxis vorliegenden Randbedingungen häufig schwierig. Beispielsweise können durch die Beheizung von Wohn- und Wirtschaftsgebäuden des landwirtschaftlichen Betriebes Heizkosten eingespart werden; jedoch i. Allg. nur

im Winterhalbjahr und damit nur mit geringen Volllaststunden. Die oft geforderte Einspeisung von Wärme in ein Nahwärmenetz oder Erzeugung von Prozesswärme für eventuell vorhandene Produktionsstätten scheitert im Regelfall an den lokalen Gegebenheiten. Deshalb werden jüngst verstärkt die Möglichkeiten einer Wärme-Kälte-Kopplung diskutiert, da eine Deckung einer möglichen Kältenachfrage im Sommer den Gesamt-Energienutzungsgrad verbessern könnte.

Kosubstrate (aus Kommunen und der Industrie) können aufgrund der sich abzeichnenden Entwicklung immer weniger in die Kalkulation einbezogen werden, da deren Verfügbarkeit durch Verträge langfristig nicht mehr sicher zu stellen ist. Hinzu kommt, dass die erzielbaren Entsorgungserlöse in den letzten Jahren enorm gefallen sind (1999: 15 €/t Fettabscheiderinhalt, 35 €/t Speisereste und Schlachtabfälle; 2000: Halbierung dieser Erlöse). Teilweise werden zwischenzeitlich Kosubstrate sogar zugekauft. Da primär kleinere Anlagen – aus ökonomischen Gründen – auf kostengünstig verfügbare Kosubstrate angewiesen sind, um höhere Gaserträge und damit eine Wirtschaftlichkeit der Biogasanlage zu erzielen, treffen sie diese Entwicklungen am härtesten.

#### 4.5 Problemfelder / Diskussionspunkte

**Höhe der Vergütungssätze des EEG.** Selbst das Wiederinkrafttreten des Teilschuldenerlasses für Biogasanlagen mit einer elektrischen Leistung bis 70 kW führt zu keiner eindeutigen Verbesserung. Deshalb erscheint es sinnvoll, kleine Anlagen auch in der Einspeisevergütung des EEG besser zu stellen. Aufgrund der erheblichen Kostendegression der Biogasanlagen könnte eine bessere Aufteilung der Vergütungssätze in Abhängigkeit von der installierten Leistung sinnvoll sein.

**Rechtlich-administrative Hemmnisse.** Wer Biogasanlagen betreibt, muss sich außer mit der BiomasseV mit einer Reihe von weiteren Gesetzen und Verordnungen auseinandersetzen. In einigen Teilbereichen widersprechen sich diese, so dass sowohl für Biogasanlagenbetreiber als auch für Vollzugsbehörden ein komplexes Regelwerk zu beachten ist, das nicht immer einfach zu handhaben ist. Mit den jeweiligen Zuständigkeitsverordnungen der Länder wird der Vollzug weiter erschwert. Nachfolgend sollen einige der Probleme verdeutlicht werden.

*Veränderte Rechtslage durch Artikelgesetz vom 27.07.2001.* Konnte bis zum Erlass des sogenannten Artikelgesetzes (Umsetzung der UVP- und IVU-Richtlinien u. a. durch Änderung der 4. BImSchV) davon ausgegangen werden, dass die Mehrzahl der Anlagen im Baugenehmigungsverfahren zu genehmigen waren, hat sich inzwischen eine weitgehende Verlagerung in das immissionsschutzrechtliche Verfahren ergeben. So waren beispielsweise in NRW ca. 20 % der Biogasanlagen nach BImSchG genehmigungspflichtig, jetzt sind es ca. 80 % /17/. Hierdurch verlagerte sich die Behördenzuständigkeit von den Baubehörden zu den Immissionsschutzbehörden.

Eine immissionsschutzrechtliche Genehmigungspflicht bestand bis zum Inkrafttreten des Artikelgesetzes nur dann, wenn überwachungsbedürftige Abfälle (Bioabfälle aus Haushalten, Fettabscheider u. ä.) eingesetzt wurden und eine Durchsatzleistung von 10 t/d oder mehr erreicht wurden. Im übrigen bedurfte es nur einer bauaufsichtlichen Genehmigung. Für das üblicherweise nachgeschaltete biogasbefeuerte Blockheizkraftwerk bestand eine immissionsschutzrechtliche Genehmigungspflicht, sofern eine Feuerungswärmeleistung von 350 kW überschritten wurde. Falls diese Feuerungswärmeleistung unterschritten wurde, bedurfte auch das Blockheizkraftwerk nur einer Baugenehmigung. Eine Umwelt-

verträglichkeitsprüfung nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) war in keinem Falle erforderlich /18/.

Mit dem Artikelgesetz setzt die immissionsschutzrechtliche Genehmigungspflicht ein, wenn Abfälle gemäß Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW/AbfG) eingesetzt werden sollen und eine Durchsatzleistung von 10 t oder mehr je Tag erreicht oder überschritten wird. Für nachgeschaltete Blockheizkraftwerke wurde die Feuerungswärmeleistung, ab der eine Genehmigungspflicht nach Immissionsschutzrecht besteht, auf 10 MW angehoben. Insbesondere beim Einsatz von Gülle kann die maßgebliche Durchsatzleistung verhältnismäßig schnell überschritten werden. Es kommt dann darauf an, ob die eingesetzte Gülle Abfall im Sinne des KrW/AbfG darstellt /18/.

Soweit ersichtlich, war es bisher vollkommen unumstritten, dass Gülle, die in einem landwirtschaftlichen Betrieb anfällt und von diesem Betrieb auf die landwirtschaftlichen Flächen als Dünger ausgebracht wird, kein Abfall ist. Wird die Gülle jedoch in eine Biogasanlage verbracht, so wird das Abgrenzungsproblem aktuell. Falls der Landwirt die Gülle einem Dritten zum Zwecke der Energieerzeugung überlässt, dann handelt er mit Entledigungswillen und somit ist der Abfallbegriff erfüllt. Schwierig wird der Fall, wenn der Landwirt die Gülle nicht nur anliefert, sondern das nach der Vergärung entstehende Substrat wieder abholt und dann auf seine Felder als geruchlosen Dünger ausbringt. Handelt er dann mit (überwiegendem) Entledigungswillen? Einfacher ist es, wenn der Landwirt gleichzeitig der Betreiber der Biogasanlage ist und die Gülle energetisch nutzt. Hier wird sich kaum ein Entledigungswillen unterstellen lassen. Die Diskussion zu dieser Problematik ist noch nicht abgeschlossen /18/.

*Baurechtliche Genehmigung im Außenbereich.* Der Außenbereich steht für die Errichtung baulicher Anlagen nicht ohne weiteres zur Verfügung. Sowohl im Baugenehmigungsverfahren als auch im immissionsschutzrechtlichen Verfahren ist bei Vorhaben im Außenbereich zu prüfen, ob diese nach Baugesetzbuch (§35 BauGB) privilegiert sind. Landwirtschaftliche Betriebe sind im Außenbereich privilegiert zulässig.

Da weder die Vergärung noch die Energieerzeugung zu landwirtschaftlicher Tätigkeit im Sinne des § 201 BauGB zählt, können Biogasanlagen i. d. R. nur als untergeordnete Nebenanlagen mit dienender Funktion für den landwirtschaftlichen Betrieb oder als von der Hauptanlage mitgezogene Nebenanlagen privilegiert werden /17/.

Eine dem Betrieb „dienende Funktion“ ist nach überwiegender Interpretation nur dann gegeben, wenn die in der Biogasanlage erzeugte Energie auch überwiegend im Betrieb genutzt wird. Da für den Betreiber jedoch letztendlich die über die Einspeisevergütung zu erzielenden Erlöse im Vordergrund stehen, entfachen sich hieran häufig Diskussionen.

Gleiches gilt auch bei der mitgezogenen Privilegierung, bei der die dienende Funktion für den landwirtschaftlichen Betrieb darin gesehen wird, dass die Gärrückstände im Sinne eines weitgehend geschlossenen Nährstoffkreislaufes den Düngewert der tierischen Rückstände erheblich verbessern. Da es bei dieser Privilegierungsmöglichkeit vorrangig um Fragen der Herkunft und Menge des Vergärungssubstrates geht, ergeben sich bei Anlagen mit Vergärung nicht betriebseigener, nicht landwirtschaftlicher Kosubstrate häufig Konflikte /17/. Derzeit wird ein Anteil von 20 % als „unerheblich“ im Sinne einer Privilegierung im Außenbereich angesehen. Problematisch wird es auch dann, wenn die Biogasanlage nicht mehr nur untergeordnet ist, sondern zum Hauptzweck des Betriebes wird. Sie verliert dann die Privilegierung. Ein weiteres Problem ergibt sich, falls sich mehrere Landwirte zum Betrieb einer größeren Anlage zusammenschließen. Auch dann ist fraglich, ob die Privilegierung der Landwirtschaft (welcher?) zu einer Begünstigung führt. Die Gesetzgebung ist dahingehend gefordert /18/. So gibt es Vorschläge, dass Biogasanlagen – analog zu Windkraftanlagen – als eigenständige Bauten ins BauGB aufgenommen werden. Anlagen zur Windkraftnutzung zählen zu den im Außenbereich privilegierten Vorhaben;

diese Privilegierung kommt aber nicht zum Zuge, wenn die Gemeinde in ihrem Flächennutzungsplan bestimmte andere Flächen als Standorte für Windkraftanlagen ausgewiesen hat.

*Bioabfallverordnung / Düngemittelverordnung.* Für den Biogasanlagenbetrieb ist die „Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden“ (BioAbfV) von besonderer Bedeutung. Aus Sicht des Fachverbandes Biogas e.V. wurde jedoch den prozesstechnischen Unterschieden zwischen Biogasanlagen und Kompostwerken bei der Formulierung der BioAbfV nicht Rechnung getragen. In vielen Punkten ist die BioAbfV für den praktischen Betrieb von Biogasanlagen nicht anwendbar und muss dringend überarbeitet werden /19/. Wesentlich ist hierbei auch die von den Betreibern empfundene völlig unzureichende Abstimmung von Anhang 1 der BioAbfV mit Abschnitt 3a der Düngemittelverordnung (DüMV) und den Bestimmungen des Tierkörperbeseitigungsgesetz (TierKBG) im Zusammenhang mit der Verwertung von Speiseresten. Von den Biogasanlagenbetreibern wird in diesem Zusammenhang eine einheitliche Rechtsgrundlage gefordert, die besonders die von Bundesland zu Bundesland unterschiedlichen Genehmigungspraktiken ausräumt.

Ein Problem, das aus der BioAbfV resultiert, ist die fehlende Zulassung der Gärrückstände als Düngemittel bei der Verarbeitung von Speiseresten oder Fettabscheiderinhalten mit tierischen Inhaltsstoffen. Gärrückstände sind als Düngemittel nur zugelassen, wenn zur Herstellung des Gärrückstandes nur Stoffe verwendet wurden, die in der DüMV benannt sind. Hier ist jedoch nur ein Teil der seit vielen Jahren erfolgreich in Kovergärungsanlagen eingesetzten Stoffe aufgeführt, so dass die Mehrzahl der Gärrückstände derzeit zumindest im juristischen Sinne noch keine zugelassenen Düngemittel sind. Folglich dürfen diese Gärrückstände auch nicht gewerblich in Verkehr gebracht werden. Mit der Novellierung der DüMV (voraussichtlicher Abschluss des Novellierungsverfahrens: August 2002) werden die meisten Gärrückstände als Düngemittel zugelassen sein. Damit werden die in der BioAbfV enthaltenen Regelungen hinsichtlich der Dokumentations- und Nachweispflichten und die Ausbringungsbeschränkungen überflüssig und sollten entfallen.

In der BioAbfV sind umfangreiche Hygieneanforderungen für Bioabfallbehandlungsanlagen definiert, die nach Meinung des Fachverbandes Biogas e.V. für Biogasanlagen zu streng sind. Biogasanlagen sind nachweislich Hygieneschleusen für Bioabfälle und Wirtschaftsdünger. Bereits die mesophile Vergärung mit nachgeschalteter Gärrückstandslagerung hat eine erhebliche Minderung der Zahl pathogener Keime zur Folge. Die hygienisierende Wirkung des Gärprozesses bei thermophiler Prozessführung in großtechnischen Anlagen ist seit vielen Jahren wissenschaftlich erwiesen. Deshalb ist nicht ersichtlich, weshalb jede einzelne Anlage separat überprüft werden muss. Nach BioAbfV ist die Ausbringung von Gärrückständen, welche Fettabscheiderinhalte oder Speisereste enthalten, auf Dauergrünland nur zulässig, wenn eine thermische Vorbehandlung stattgefunden hat (70 °C, 1 Stunde). Diese Anforderung sollte bei thermophiler Vergärung entfallen. Im Bereich der Hygiene ist deshalb dringend eine Überarbeitung der BioAbfV erforderlich /19/.

Ein weiteres Problem der BioAbfV ist die wenig sachgerechte Begrenzung der Schwermetallkonzentrationen und Aufbringungsmengen, die sich an der Trockenmasse der Bioabfälle orientiert. Der Bezug auf die Trockenmasse ist für Biogasanlagen nicht anwendbar, da bei der Vergärung die Biomasse teilweise zu Biogas abgebaut wird. Es verbleibt ein wesentlich geringerer Teil der Organik erhalten als bei der Kompostierung. Da die Schwermetallmengen sich weder bei der Vergärung noch der Kompostierung verändern, sind bei identischen Ausgangsstoffen die Konzentrationen nach einer Kompostierung durch den Bezug auf die Trockenmasse geringer als bei der Vergärung. Die Frachten sind jedoch in beiden Fällen identisch. Sachlich angemessener ist es, den Schadstoffgehalt in Beziehung zum Nährstoffgehalt zu setzen /19/.

## 5 Stromerzeugung aus flüssigen Bioenergieträgern

### 5.1 Technisches Potenzial

Von den in Deutschland nutzbaren Ölpflanzen ist insbesondere Raps von Bedeutung. Andere Ölpflanzen werden gegenwärtig nicht für eine potenzielle energetische Nutzung angebaut. Das gesamte Energieaufkommen durch den Anbau von Winter- bzw. Sommerraps ergibt sich aus den Energiegehalten des Pflanzenöls, des nach der Ölextraktion zurückbleibenden Schrots, des nach der Pressung verbleibenden Presskuchens und des anfallenden Rapsstrohs /11/.

Ausgehend von den definierten Anbauflächen (ca. 2 Mio. ha der landwirtschaftlichen Fläche stehen potenziell für einen Energiepflanzenanbau zur Verfügung; vgl. Abschnitt 3.1.6), den mittleren Erträgen und den zu erwartenden mittleren Ölausbeuten kann das technisch gewinnbare Rapsölaufkommen ermittelt und daraus der Presskuchen bzw. das Extraktions-schrot und das auf der Anbaufläche anfallende Stroh abgeschätzt werden.

Zur Potenzialermittlung wird der Anbau von Winterraps unterstellt, welcher gegenüber Sommerraps deutlich höhere spezifische Erträge aufweist. Mit dem gewichteten Ertragswert von 3,58 t Ölsaaten/ha und den zu erzielenden Ausbeuten bei der Pflanzenölgewinnung (0,407 t Rapsöl pro t Rapssaat und 0,585 t Schrot pro t Rapssaat) lassen sich mit Hilfe der Heizwerte ein Energiepotenzial von etwa 103 PJ/a für Öl und von etwa 65 PJ/a für Schrot bestimmen. Das Strohaufkommen wird auf Basis eines Korn-Stroh-Verhältnisses von 1 zu 1,7 und einer Bergequote von 50 % ermittelt (vgl. Abschnitt 3.1.5). Das dazugehörige Energiepotenzial beträgt 84 PJ/a. Insgesamt ergibt sich ein jährliches Energiepotenzial von etwa 252 PJ/a, wobei zur Stromerzeugung nur das Öl genutzt wird /5/.

Zur Ermittlung des technischen Erzeugungspotenzials an Strom und Wärme wird angenommen, dass das gewonnene Pflanzenöl in einem BHKW mit einem Strom- und Wärmenutzungsgrad von 30 bzw. 55 % genutzt wird. Unter Berücksichtigung, dass in der Praxis nicht das gesamte Potenzial an Energiepflanzen zur Pflanzenölgewinnung genutzt wird (sondern z. T. auch für die Festbrennstoff- und Biogasgewinnung verfügbar sein sollte) ergibt sich ein Stromerzeugungspotenzial von 2,9 TWh/a und ein Wärmeerzeugungspotenzial von 18,9 PJ/a. Wenn das anfallende Schrot und der Presskuchen sowie das Stroh ausschließlich thermisch genutzt werden (Anlagenwirkungsgrad 85 %), ergibt sich dabei ein zusätzliches Wärmeerzeugungspotenzial von 42,2 PJ/a /5/.

### 5.2 Nutzung

Der Anbau von Ölsaaten (im wesentlichen Raps) und der Markt für Ölsaaten wird hauptsächlich durch agrarpolitische Maßnahmen der EU, der Bundesregierung und der Bundesländer bestimmt. Das In-Kraft-Treten des EEG und der BiomasseV wirkt sich nach den vorliegenden Zahlen nicht auf die Gesamtproduktion der Ölsaaten aus.

Weit mehr als 1/3 der Rapsanbaufläche wird mittlerweile ausschließlich für Non-Food-Zwecke bestellt. Im Jahr 2001 wurden auf insgesamt 460 000 ha (davon waren 325 000 ha Stilllegungsfläche<sup>6</sup>) Raps zur energetischen Nutzung angebaut. Die größten Rapsanbaugebie-

---

<sup>6</sup> In den Jahren 2000 bis 2006 sollen nach dem Regelsatz 10 % der landwirtschaftlichen Fläche stillgelegt werden (ca. 1,2 Mio. ha). Freiwillig können bis zu 33 % der Fläche stillgelegt werden. Die EU-Agrarmarktordnung gestattet, auf stillgelegten Flächen nachwachsende Rohstoffe unter Beibehaltung der Zahlung der Flächenstilllegungsprämien anzubauen. Darüber hinaus gibt es keine Subventionen für den Anbau von Energieraps.

te liegen in Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein und Bayern. Die Ausdehnung des Rapsanbaus zu Non-Food-Zwecken auf Garantief lächen<sup>7</sup> spiegelt die Tatsache wieder, dass für den wichtigsten Verwendungszweck – die Herstellung von Biodiesel – ein unterschiedlicher Rapsölpreis nicht mehr gegeben ist.

Während der Absatz von Rapsöl im Bereich der Oleochemie (130 000 t) sowie der Schmierstoffindustrie (40 000 t) eher stagnierte, wird im Jahr 2001 beim Biodiesel ein Absatzvolumen von mindestens 400 000 t erwartet. Die Gesamtnachfrage nach Rapsöl steigt damit im Jahr 2001 auf insgesamt 570 000 t an. Dieser Trend wird sich im kommenden Jahr durch den weiteren Ausbau der Biodieselpkapazität fortsetzen und das Nachfragevolumen in der Folge nochmals um mindestens 200 000 t Rapsöl zunehmen. Das entspricht dann einer Flächenbindung von ca. 560 000 ha /20/.

Durch eine einfache chemische Reaktion, bei der Pflanzenöl mit Methylalkohol (fossilen Ursprungs) und einem Katalysator gemischt wird, entsteht Biodiesel (Fettsäuremethylester). Tabelle 5-1 gibt eine Übersicht zu den Produktionsanlagen für Biodiesel. Das Pflanzenöl, das in diesen Anlagen umgeestert wird, stammt überwiegend aus den großen Ölmöhlen, die auch für Nahrungsmittelindustrie arbeiten und trägt damit deutlich zu deren Auslastung bei. Derzeit ist eine technische Kapazität für die Herstellung von etwa 568 000 t/a Biodiesel vorhanden. Durch die Realisierung der in Bau befindlichen Anlagen wird die Kapazität bis Ende 2002 um voraussichtlich ca. 305 000 t/a erweitert und beträgt dann insgesamt 873 000 t/a.

Tabelle 5-1: Produktionsanlagen für Biodiesel /21/ /22/

Firma	Sitz	Technische Kapazität in t/a	Produktion seit
BIO-Diesel Wittenberge GmbH	Wittenberge <sup>a</sup>	60 000	1999
BKK Biodiesel GmbH	Rudolstadt	4 000	2001/2002
Campa Biodiesel GmbH	Ochsenfurt	75 000	1999/2000
Hallertauer Hopfen-Verwertungsgesellschaft	Mainburg	5 000	Saisonbetrieb
Landwirtschaftl. Produkt-Verarbeitungs GmbH	Henningsleben	5 000	1998
Mitteldeutsche Umesterungswerke Bitterfeld	Bitterfeld	100 000	2001
Natur Energie West	Marl	100 000	im Bau
Nevest AG	Schwarzheide	100 000	im Bau
Ölmöhle Leer Connemann / ADM	Leer	120 000	1996
Ölmöhle Hamburg / ADM	Hamburg	100 000	2001
PPM Umwelttechnik GmbH & Co. KG	Brandenburg	5 000	2001
Rheinische Bioester GmbH	Neuss	100 000	im Bau
SARIA Bio-Industries GmbH & Co. Verw. KG	Malchin <sup>a</sup>	12 000	2001
Thüringer-Methylesterwerke GmbH & Co. KG	Harth-Pöllnitz	45 000	2002
Gesell. aus Privatpers.	Wiesbaden	35 000	2001
Delitzscher Rapsöl GmbH & Co. KG	Wiedemar	5 000	im Bau
Verwertungsgenossenschaft Biokraftstoffe	Großfriesen	2 000	1996
<b>Summe</b>		<b>873 000</b>	

<sup>a</sup> z. T. auch Veresterung tierischer Fette zu Biodiesel

<sup>7</sup> Seit 1994/95 gibt es eine Ölsaaten-Garantief läche, die in nationale Garantief lächen aufgeteilt ist. Etwa 17 % davon stehen Deutschland zu. Diese Fläche muss jährlich um etwa 10 % vermindert werden (im Zusammenhang mit dem GATT-Abkommen 1993 geschlossene Vereinbarung über den Ölsaaten-Anbau in der Europäischen Union – „Blair-House-Abkommen“).

**Pflanzenöl in Stationäranlagen.** Naturbelassenes Pflanzenöl ist vom Energiegehalt her für den Antrieb von Verbrennungsmotoren im kleineren Leistungsbereich geeignet. Beispielhaft können die Anlagen in Meißen (60 kW<sub>el</sub>) und Ostritz - St. Marienthal (650 kW<sub>el</sub>) oder in Langenbach / Ww. (780 kW<sub>el</sub>) genannt werden, in denen Rapsöl zum Einsatz kommt.

Durch den Einsatz von Pflanzenöl ergeben sich im Vergleich zu mineralischen Kraftstoffen folgende Probleme:

- niedrigere Fließfähigkeit bei gleicher Temperatur,
- höhere Siedekennziffer für die Gemischbildung,
- Pflanzenöl neigt zur Polymerisation und
- Pflanzenöl hat chemisch saure Bestandteile.

Während die ersten beiden Fakten physikalischer Natur sind und weitgehend gelöst wurden, bezeichnen die anderen beiden Punkte chemisch ablaufende Prozesse, die bisher einen breiteren Einsatz der Pflanzenöle als Kraftstoff verhinderten. Diese Problemkreise können durch Wartung und vorbeugende Instandhaltung beherrscht, aber nicht gelöst werden /23/.

Der heutige Entwicklungsstand mit hohen effektiven Wirkungsgraden beim Einsatz von Pflanzenöl wird durch Dieselmotoren mit direkter Einspritzung von einem Einspritzstrahl pro Einspritzdüse und Aufladung mit Ladeluftkühlung erreicht. Wesentliche Werkstoffe, die von Säuren angegriffen werden, sind durch säurefestere ersetzt worden. Laut Motorenhersteller gilt es, eine serienmäßige und damit kostengünstigere Produktion der Pflanzenölmotoren anzustreben. Durch die BiomasseV gibt es für Anwender und Produzenten eine gewisse Planungssicherheit /23/.

**Biodiesel in Stationäranlagen.** Grundsätzlich ist auch der Einsatz von Biodiesel in stationären Anlagen zur Erzeugung von Strom, Wärme und Kälte denkbar. Ein Beispiel stellt in diesem Zusammenhang die Energieversorgungsanlage des Reichstagsgebäudes dar. Hier wird seit Oktober 1998 Rapsölmethylester (RME) in einer Motor-Heizkraftwerk-Anlage und einer Kesselanlage eingesetzt /24/.

Für den Einsatz vom Pflanzenölmethylester zur Stromerzeugung sieht die BiomasseV eine zeitliche Beschränkung dahingehend vor, dass die Anlagen innerhalb von drei Jahren nach Inkrafttreten der Verordnung in Betrieb genommen bzw. genehmigt sein müssen, da hinsichtlich geeigneter Motoren noch ein gewisser Verbesserungsbedarf gesehen wird /1/. Nach Auswertung der Erfahrungen mit dem Einsatz von Pflanzenölmethylester gilt es, eine geeignete Anschlussregelung zu treffen.

**Biodiesel im Verkehrssektor.** Die geforderte Reinheit für die Verwendung als Kraftstoff ist in der Kraftstoff-Norm E DIN 51606 festgelegt. Biodiesel aus Rapsöl ist der erste genormte regenerative Kraftstoff. Er hat sich seit vielen Jahren im kommerziellen Betrieb bewährt /21/. In Relation zum gesamten Dieselmotorkraftstoffverbrauch in Deutschland (ca. 27 Mio. t) entspricht die Biodiesel-Herstellungskapazität von rund 850 000 t gerade 3 %. Dieser Sachverhalt wird auch in naher Zukunft so bleiben, weil der Prognose des Mineralölwirtschaftsverbandes zufolge der Absatz von Dieselmotorkraftstoff bis zum Jahr 2005 auf 31 Mio. t steigen wird /20/.

## 6 Sonderaspekt Tiermehl

Gemäß § 2 Abs. 1 BiomasseV sind Tiermaterialien Energieträger aus Zoomasse und somit als Biomasse zu verstehen. Tierkörper, Tierkörperteile und Erzeugnisse im Sinne von § 1 Abs. 1 des TierKBG<sup>8</sup>, die nach dem TierKBG und auf Grund dieses Gesetzes erlassenen Rechtsverordnungen in Tierkörperbeseitigungsanstalten zu beseitigen sind, sowie Stoffe, die durch deren Beseitigung hergestellt worden oder sonst entstanden sind, werden allerdings nicht als Biomasse anerkannt (§ 3 Nr. 9 BiomasseV) /1/. Tiermehl wird damit explizit aus dem Anwendungsbereich der BiomasseV und den Fördermöglichkeiten des EEG ausgeschlossen. Dennoch soll hier die Entwicklung des Tiermehlmarktes mitverfolgt werden, denn es gilt Verwertungs- und Entsorgungsmöglichkeiten für Tiermehl aufzuzeigen und die Nichtanerkennung als Biomasse zu rechtfertigen oder ggf. auch zu überdenken.

Mit dem ersten in Deutschland nachgewiesenem BSE-Fall vom 26.11.2000 wurde am 01.12.2000 mit sofortiger Wirkung ein Verfütterungsverbot von bestimmten Tierprodukten und Tierfetten durch den Bundestag erlassen. Ebenso wurde die Verbringung dieser Futtermittel in die EU-Staaten und der Export in Drittländer verboten. Die bisher praktizierten Verwertungswege von Tiermehl und Tierfetten als Futtermittel, sowie die Verbringung in andere Länder waren somit aus Vorsorgegründen ausgeschlossen. Innerhalb kürzester Zeit mussten monatlich für ca. 100 000 t Futtermittel tierischen Ursprungs neue Entsorgungswege gefunden werden. Dieser Umstand verursachte zu Beginn des Jahres 2001 kurzfristig große Lagerbestände und einen damit verbundenen Entsorgungsdruck bei den Tierkörperbeseitigungsanstalten /25/.

Die daraufhin am 23.02.2001 vom BMU veröffentlichten „Technischen Anforderungen und allgemeine Empfehlungen für die Entsorgung von Tiermehl und Tierfett in Verbrennungsanlagen“ („Leitfaden Tiermehlverbrennung“) präsentierten den aktuellen Stand des Wissens und der Erfahrung bei der Verbrennung von Tiermehl, Tierfett und sonstigen bei Tierkörperbeseitigung anfallenden Stoffe /26/. Hieraus wurden Handlungshilfen abgeleitet, um schnellstmöglich bundesweit den Betreibern von geeigneten industriellen thermischen Prozessen und Abfallverbrennungsanlagen sowie den beteiligten Genehmigungs- und Überwachungsbehörden einen einheitlichen Handlungsrahmen für die thermische Behandlung dieser Stoffgruppen zur Verfügung zu stellen. Experten aus Wissenschaft, Technik und Behörden kommen darin einstimmig zu dem Ergebnis, dass unter der Berücksichtigung der rückstandslosen Zerstörung der Prionen allein die thermische Entsorgung ein geeignetes Verfahren zur sicheren Beseitigung des Tiermehls darstellt. Sämtliche Tiermehle und Tierfette werden damit in dafür genehmigten Anlagen verbrannt, nur ein geringer Anteil der Tierfette werden noch der chemischen Industrie zugeführt

Nachfolgend werden die aktuellen Entsorgungswege aufgezeigt sowie Angaben zum Aufkommen und Entsorgungskosten von Tiermehl gemacht. Als Datengrundlage dienen Angaben der Tierkörperbeseitigungsanstalten. Dort werden sämtliche Tierkörper, Tierkörperteile und tierische Erzeugnisse und die daraus hervorgebrachten Produkte wie Fleischmehl, Knochenmehl, Blutmehl, Tierfette etc. erfasst.

---

<sup>8</sup> Gemäß § 1 Abs. 1 des TierKBG sind *Tierkörper* verendete, totgeborene oder ungeborene Tiere sowie getötete Tiere, die nicht zum menschlichen Genuss verwendet werden. *Tierkörperteile* sind Teile von Tieren aus Schlachtungen einschließlich Blut, Borsten, Federn, Fellen, Häuten, Hörnern, Klauen, Knochen und Wolle sowie sonst anfallende Teile von Tieren, die nicht zum menschlichen Genuss verwendet werden. *Erzeugnisse* sind Teile, die von Tieren stammen; insbesondere zubereitetes Fleisch, Eier und Milch, deren sich der Besitzer entledigen will oder deren unschädliche Beseitigung geboten ist; tierische Exkremele gelten nicht als Erzeugnisse.

## 6.1 Aufkommen

Auch weiterhin werden sämtliche Tierkörper, Tierkörperteile und tierische Erzeugnisse in den ca. 40 Tierkörperbeseitigungsanstalten und 10 Spezialbetrieben zu Tiermehl verarbeitet. Die Produktionsprozesse haben sich nur dahingehend geändert, dass die getrennt angelieferten Fraktionen (SRM<sup>9</sup> und nicht-SRM) jeweils in eigenen Produktionsschritten verarbeitet werden.

Die Menge der verarbeiteten Rohmaterialien hat sich von 1999 bis 2000 nur um 2,5 % erhöht (Tabelle 6-1). Dies beruht hauptsächlich in der statistischen Erfassung der Speisereste seit 2000, wobei hier nur die in den Tierkörperbeseitigungsanstalten in gesonderten Verarbeitungslinien behandelten Speisereste erfasst sind. Speisereste werden in den Tierkörperbeseitigungsanstalten mit zu Flüssigfutter verarbeitet. Seit Oktober 2000 werden bei der Erhebung der Rohmaterialien die SRM-Anteile getrennt erfasst.

Tabelle 6-1: Rohmaterialverarbeitungsmengen der Fleischmehlindustrie /25/

Rohmaterial	1999 in t	2000 in t	Änderung 2000/1999 in %
Tierkörper		327 368	
SRM - Tierkörper	360 934	32 693	- 0,24
Tierkörperteile		2 079 757	
SRM - Tierkörperteile	2 333 988	9 753	+ 2,93
Tierische Erzeugnisse		312 875	
Summe	2 694 922	2 762 446	+ 2,51

Die Rohmaterialien werden in den Tierkörperbeseitigungsanstalten zu sieben verschiedenen Fraktionen aufbereitet (Tabelle 6-2).

Tabelle 6-2: In Tierkörperbeseitigungsanstalten hergestellte Produkte /25/

Produkt	1999 in t	2000 in t	Änderung 2000/1999 in %
Tiermehl	446 648	397 389	- 11,03
Fleischknochenmehl	214 569	206 110	- 3,94
Blutmehl	21 249	23 215	+ 9,25
Federmehl	8 852	7 914	- 10,60
Fleischfuttermehl / Geflügelschlachtabfälle	9 231	13 487	+ 46,11
Flüssigfutter	74 841	196 565	+ 162,64
Tierfett	309 973	329 636	+ 6,34
Summe	1 085 363	1 174 316	+ 8,20

<sup>9</sup> Specified Risk Material, Materialien mit einem erhöhten BSE-Risiko, gemäß Entscheidung der EU-Kommission 2000/418/EG vom 29.05.2000 in Verbindung mit seiner Änderung vom 27.12.2000 (2001/2/EG) Artikel 3 in Verbindung mit Anhang 1 Ziffer 1. Im Wesentlichen sind dies Schädel, einschließlich Gehirn und Augen, Tonsilien, Rückenmark und Ileum (Krummdarm) von über zwölf Monate alten Rindern, Schafen und Ziegen. Unter Anhang 1 Ziffern 2 bis 5 wird deren Entfernung und unschädliche Beseitigung geregelt.

## 6.2 Verwendung

Seit dem Jahr 2000 wird in der Statistik des Verbandes der Fleischmehlindustrie auch die Verwendung der Produkte erfasst (Tabelle 6-3). Dies war in der Vergangenheit nicht erforderlich, da die Fleischmehlindustrie fast ausschließlich Einzelfuttermittel zur Weiterverwendung in der Mischfutterindustrie herstellte. Unter einer technischen Verwertung der Mehle ist eine Verwendung als Düngemittelkomponente zu verstehen. Die energetische Verwertung bezeichnet eine energetische Nutzung der Produkte (z. B. in Zementwerken). Bei der thermischen Beseitigung steht dagegen die Entsorgung im Vordergrund (z. B. in Haus- und Sondermüllverbrennungsanlagen). Tabelle 6-3 zeigt die Situation vor dem Erlass des Gesetzes über das Verbot des Verfütterns, des innergemeinschaftlichen Verbringens und der Ausfuhr bestimmter Futtermittel (VerfVerbG) vom 01.12.2000. Futtermittel müssen gegenwärtig entsorgt werden. Genaue Mengen und Entsorgungswege sind jedoch nicht bekannt.

Tabelle 6-3: Verwendung der Produkte der Fleischmehlindustrie (Stand 2000) /25/, vor dem Erlass des VerfVerbG vom 01.12.2000

Produkt	Futtermittel	Verwendung in t		
		Technisch	Energetische Verwertung	Beseitigung (thermisch)
Tiermehl	358 387		12 379	26 623
Fleischknochenmehl	200 900	310	4 160	740
Blutmehl	21 198	898	992	127
Federmehl	4 000	3 914		
Geflügelschlachtabfälle	13 487			
Speisereste	196 565			
Tierfett	183 648	40 389	27 180	3 161
Knochenfett	41 495	33 773		
Summe	1 019 680	79 284	44 711	30 641

**Tiermehl.** Die anfängliche Skepsis, ob die Prionen auch wirklich bei den verschiedenen Verbrennungstechniken rückstandslos zerstört werden, ist inzwischen gewichen.

Sämtliche vorgegebenen Grenzwerte werden bei der Verbrennung sicher eingehalten und meist weit unterschritten.

**Tierfett.** Die gewonnenen Tierfette werden größtenteils in den jeweiligen Tierkörperbeseitigungsanstalten thermisch genutzt, da hierzu nur geringe technische Änderungen in den Heizanlagen nötig sind. Der hohe Heizwert, sowie die mit geringem Aufwand mögliche Aufbereitung der Tierfette, hat diesen Stoffen schnell zu einem neuen Absatzmarkt verholfen. Hier sind aber noch verbrennungstechnische Fragen (Dauer der Verweilzeit) bei der Genehmigung der Mitverbrennung in Brennern zu klären, da die Brenner zwar die Verbrennungstemperatur von 850 °C und höher erreichen aber die Verweilzeit unter 2 Sekunden beträgt, so dass die Genehmigungsbehörden mit dieser Abweichung von der 17. BImSchV Probleme haben.

Ca. 13 % der Tierfette sind Knochenfette, die größtenteils in der chemischen Industrie zur Düngemittelherstellung verwendet werden und dort angemessene Preise erzielen.

Seit Anfang Oktober 2001 werden von der Firma SARIA Bioindustries GmbH in Malchin in einer ersten Pilotanlage bis zu 13 000 t Tierfett jährlich durch Veresterung zu Biodiesel für

die eigene Fahrzeugflotte aufbereitet. Beliefert wird diese Anlage von den konzerneigenen Tierkörperbeseitigungsanlagen. Weitere Produktionsstätten sollen errichtet werden.

### 6.3 Kostensituation

Von Bedeutung sind zum einen die Gebührensatzungen der Tierkörperbeseitigungsanstalten und zum anderen die anfallenden Entsorgungskosten bzw. –erlöse der Erzeugnisse.

Die Gebührensätze werden den Tierkörperbeseitigungsanstalten von den jeweiligen Veterinärämtern vorgegeben und gestalten sich in den einzelnen Bundesländer sehr unterschiedlich. Über die Gebührensätze muss der Differenzbetrag zwischen den bisherigen Erlösen (ca. 200 bis 250 €/t) und den jetzt anfallenden Entsorgungskosten aufgefangen werden. Durch die Fälle von BSE, zum derzeitigen Stand 169 nachgewiesene BSE-Erkrankungen, und das Aufkommen der Maul-und-Klauen-Seuche sind die Beitragssätze für die Tierseuchenkassen sehr instabil. So wurden im Jahr 2001 bereits drei mal die Gebühren geändert.

**Tierische Abfälle.** Aufgrund der Risikomaterial-Entscheidung der EU sowie des Tiermehlverfütterungsverbots Endes des Jahres 2000 sind die Entgelte für die Beseitigung tierischer Abfälle um annähernd 100 % gestiegen. Die Kosten für die Tierkörperbeseitigung werden sich jedoch zukünftig aller Voraussicht nach reduzieren, wenn für Tiermehl alternative Verwertungsmöglichkeiten als Energieträger bzw. zur Gewinnung von Substraten erschlossen werden.

**Tiermehl.** Es muss hierbei zwischen der Verbrennung von Tiermehl aus SRM-Rohware und dem normalen Tiermehl unterschieden werden.

*Normales Tiermehl* kann in Hausmüllverbrennungsanlagen verbrannt werden. Ist eine Müllverbrennungsanlage ausgelastet und soll zusätzlich Tiermehl übernehmen, dann muss in diesem Fall die zur Auslastung der Anlage oftmals vertraglich geregelte Abfallmenge zurückgefahren werden, da Tiermehl einen 1,5 bis 2-fach höheren Heizwert als Hausmüll besitzt. Das bedeutet, dass pro Tonne Tiermehl ungefähr 2 Tonnen Restsiedlungsabfall weniger durchgesetzt werden können. Der mittlere Preis für gemischte Siedlungsabfälle liegt bei ca. 125 €/t. Um Kostenneutralität zu gewährleisten, ergeben sich für die Entsorgung von Tierkörpern, Tierkörperteilen und tierischen Erzeugnissen ca. 250 €/t. Besitzt eine Müllverbrennungsanlage dagegen freie Kapazitäten, können diese durch Tiermehl ausgelastet werden. In diesem Fall führen die Einnahmen durch die Mitverbrennung von Tiermehlen zu einer wirtschaftlich besseren Auslastung der Anlage – und damit auch zu bedeutend niedrigeren Entsorgungskosten für Tiermehl. Diese richten sich hauptsächlich nach der Konkurrenz, d. h. Mitverbrennung von Tiermehl in anderen Verbrennungsanlagen wie beispielsweise in Zementwerken. Die Entsorgungskosten liegen dann zwischen 50 und 75 €/t /27/.

*SRM-Tiermehl* wird in dafür zugelassenen Abfallverbrennungsanlagen oder Mitverbrennungsanlagen mit Sondergenehmigung thermisch beseitigt. Die Kosten hierfür werden derzeit auf ca. 125 €/t beziffert.

Die Entsorgungskosten für Tiermehl können insgesamt mit 50 bis 250 €/t angegeben werden. Einfluss auf den Preis hat auch die vertraglich geregelte Lieferdauer, zumal etliche Anlagen noch zusätzlich umgerüstet werden mussten. Falls Tiermehl in den kommenden Jahren vermehrt u. a. zur Energiegewinnung genutzt wird, kann mit einer Verringerung der Kosten gerechnet werden.

**Tierfett.** In der Fettchemie kann Tierfett als Grundstoff für technische Produkte eingesetzt werden und erzielt dort Erlöse von 15 bis 265 €/t.

## 7 Ausblick auf die weiteren Arbeiten

Im Mittelpunkt der bisherigen Arbeiten standen vorrangig Fragen zum Anlagenbestand und zur Verfügbarkeit von Bioenergieträgern. Aufgrund der durch die BiomasseV eingeleiteten Entwicklung zeigte sich bisher, dass die größten Impulse im Bereich der energetischen Altholznutzung sowie im Biogasbereich auftreten, so dass hier vergleichsweise detaillierte Untersuchungen durchgeführt wurden. Die Ergebnisse dieser Bestandsaufnahmen in Form einer Anlagendatenbank und Stoffstromanalyse bilden die Grundlage für die weiteren Betrachtungen und Analysen zur Entwicklung im Biomassebereich in Deutschland.

Ergänzend zu den im Arbeitsplan festgelegten Bearbeitungsschritten ergeben sich aber nachfolgende aktuelle Fragestellungen.

**Altholz.** Aufgrund der vergleichsweise attraktiven Vergütungssätze des EEG gibt es Interesse seitens bestehender Müllverbrennungsanlagen (MVA) zumindest teilweise und ggf. zeitlich befristet Altholz als alleinigen Brennstoff einzusetzen und so in den Genuss der Stromvergütung nach EEG zu kommen. Ein Projekt in diesem Zusammenhang ist die geplante Umrüstung der MVA Ingolstadt, in der eine Linie für die ausschließliche Nutzung von Altholz optimiert werden soll. Es ist daher der Frage nachzugehen, wie hoch insgesamt das Interesse seitens der Betreiber von Müllverbrennungsanlagen an diesem Thema ist, welche technischen und ökonomischen Randbedingungen zu beachten sind und wie sich eine derartige Altholznutzung im Vergleich zu der Errichtung eines neuen Holzheizkraftwerks darstellt. Dabei sind auch Gesichtspunkte des Immissionsschutzes sowie der Abwärmenutzung zu berücksichtigen. Auf diese Weise können Aussagen darüber getroffen werden, welche Bedeutung der Einsatz von Altholz in Müllverbrennungsanlagen erlangen könnte, wie diese Option aus Umweltsicht zu beurteilen ist und welche Konsequenzen daraus für das EEG ggf. zu ziehen sind.

Die sich derzeit abzeichnende starke Nachfrage nach kostengünstigen Altholzkontingenten führt zu erheblichen Marktveränderungen, insbesondere im Preisgefüge. Daher gilt es auch zu erfassen, welche Auswirkungen diese Entwicklungen auf den Bereich der stofflichen Nutzung von Alt- und Industrierestholz haben wird.

Weiterhin zeichnen sich Probleme bei der Realisierung von Altholzheizkraftwerken ab, insbesondere durch zunehmende Proteste aus dem Kreis der betroffenen Öffentlichkeit. Hier gilt es, derartige Verfahren zu beobachten und die Erfahrungen zu sammeln. Ferner sind Unterschiede in der Genehmigungspraxis aufzuzeigen.

Schließlich sind die Veränderungen im Bereich der Gesetzgebung, insbesondere im Immissionsschutzrecht zu verfolgen und deren Auswirkungen auf den Untersuchungsbereich zu erfassen. Dies gilt auch für Regelungen auf europäischer Ebene.

**Biogas.** Im Biogasbereich werden – aufgrund der veränderten Förderbedingungen für Biogasanlagen – Forderungen nach veränderten Vergütungssätzen laut. Neben verschiedenen Modellen zur Regelung der Vergütung, etwa orientiert am Gasertrag, gilt es zu ermitteln, wie hoch eine angepasste Vergütung gerade bei kleineren Anlagen sein müsste. Entsprechende Modellrechnungen befinden sich derzeit in Arbeit.

Zu untersuchen ist auch, wie groß die Umweltvorteile einer dezentralen Biogaserzeugung in Kleinanlagen tatsächlich sind.

Offen ist außerdem die Frage, in wie weit der Einsatz speziell angebauter Rohstoffe für die Biogasproduktion wirtschaftlich ist und welche Rolle in diesem Zusammenhang die Stilllegungsprämie spielt.

Eine weiteres, in der Praxis oft umstrittenes Thema ist der Zündölanteil in mit Biogas betriebenen Dieselmotoren. Hier ist – ausgehend von einer derzeit laufenden Evaluierung be-



stehender Biogasanlagen – zunächst der tatsächliche Zumischungsanteil von Zündöl aufzuzeigen, da in der Praxis je nach Anlage und Biogasqualität erhebliche Unterschiede bestehen können. Die ökonomischen Konsequenzen eines steigenden Zündölanteils sind aufzuzeigen, um damit die Frage zu beantworten, ob die Begrenzung des Zündölanteils auf einen festen Wert von beispielsweise 10 % technisch und ökonomisch sinnvoll ist. Schließlich sind auch Alternativen zum Einsatz von Dieseltreibstoff als Zündöl zu diskutieren und hier Fragen der Verfügbarkeit und der Preise zu erörtern

Auch im Biogasbereich gilt es, die rechtlichen Probleme zu verfolgen; insbesondere sind hier Fragen der Gärrestverwertung für Ko-Fermentationsanlagen noch offen. Die Verfahrensweisen in den einzelnen Bundesländern sind dabei darzustellen, um Empfehlungen für eine einheitliche Regelung ableiten zu können und damit Umsetzungsprobleme bei der BiomasseV zu vermeiden.

Zu den rechtlich-administrativen Hemmnissen bei der Umsetzung der BiomasseV führt das IE im Oktober eine Veranstaltung durch. Aus unserer bisherigen Arbeit wurde sehr deutlich, dass hierzu sowohl bei den Genehmigungsbehörden aber auch bei den Planern, Betreibern und Investoren von Biomasseanlagen großes Interesse besteht. Durch die Tagung sollen in einer fachlichen Diskussion Regelungslücken und -widersprüche aufgezeigt und bewertet werden.

## 8 Zusammenfassung

Das EEG garantiert eine Einspeisevergütung für Strom aus Erneuerbaren Energien. Es definiert jedoch nicht die als Biomasse anerkannten Stoffe. So wurde mit der BiomasseV am 21. Juni 2001 eine Rechtsschrift erlassen, die für den Anwendungsbereich des EEG regelt, welche Stoffe als Biomasse gelten sollen. Ein dreiviertel Jahr nach Inkrafttreten der BiomasseV macht sich deren Wirksamkeit vor allem in der Anlagenplanung und im -bau, aber auch in der derzeitigen Entwicklung des Brennstoffmarktes bemerkbar.

Die sich abzeichnenden Entwicklungen lassen sich wie folgt für die einzelnen Bereiche zusammenfassen.

### Nutzung biogener Festbrennstoffe

- Bei den Biomasse(heiz)kraftwerken wird der Zubau tendenziell durch Anlagen im größeren Leistungsbereich (15 bis 20 MW<sub>el</sub>), die überwiegend Altholz einsetzen, bestimmt. Dadurch hat sich die Brennstoffsituation beim Altholz bereits jetzt vom Angebots- zum Nachfragemarkt entwickelt.
- Selbst wenn – u. a. aufgrund der beschränkten Potenziale – angenommen werden muss, dass nur 25 % der derzeit in Planung befindlichen Anlagen realisiert werden können, ist ein deutlicher Anstieg der installierten elektrischen Leistung von 280 MW (Ende 2001) auf ca. 600 MW (Ende 2004) zu erwarten.
- Die Nutzung der anfallenden Wärme in Anlagen, die durch die BiomasseV initiiert wurden, hat i. Allg. nur eine untergeordnete Bedeutung.

### Biogasgewinnung und -nutzung

- Die installierte elektrische Leistung aller Biogasanlagen betrug Ende 2001 ca. 110 MW; bis Ende 2004 wird mehr als eine Verdopplung erwartet (270 MW).
- Der Zubau an Biogasanlagen – insbesondere im kleineren Leistungsbereich (bis 70 kW<sub>el</sub>), der durch die höchsten Potenziale gekennzeichnet ist – wird auch weiterhin maßgeblich von zusätzlichen Förderungen – wie z. B. durch das Marktanreizprogramm – abhängig sein.

### Nutzung flüssiger Bioenergieträger

- Die Nutzung von Pflanzenöl bzw. Pflanzenölmethylester erfolgt in einzelnen stationären Anlagen.
- Der Anteil flüssiger Energieträger an der Stromerzeugung aus Biomasse ist insgesamt gesehen sehr gering. Auch künftig wird aus Kostengründen der Einsatz dieser Stoffe überwiegend im mobilen Bereich gesehen.

Zusammengenommen zeigt damit die Vielzahl der geplanten und im Bau befindlichen Anlagen sowohl bei den Biomasse(heiz)kraftwerken als auch bei den Biogasanlagen, dass durch EEG und BiomasseV die Stromerzeugung aus Biomasse weiter zugenommen hat bzw. zunehmen wird. Um diese politisch gewollte Tendenz weiter zu unterstützen, sollte die BiomasseV bzw. das EEG jedoch in einigen Bereichen geringfügig modifiziert werden.

## Literaturverzeichnis

- /1/ VERORDNUNG ÜBER DIE ERZEUGUNG VON STROM AUS BIOMASSE (Biomasseverordnung-BiomasseV), vom 21. Juni 2001
- /2/ JUNKER, H.: Persönliche Mitteilung; UBA - Anlaufstelle Baseler Übereinkommen, Berlin, Januar 2002
- /3/ MANTAU, U.: Standorte der Holzwirtschaft: Standorte der Holzwirtschaft. Studie im Auftrag des Holzabsatzfonds (HAF), Hamburg, 2000
- /4/ VHI: Homepage des Verbandes der Holzwerkstoffindustrie ([www.vhi.de](http://www.vhi.de))
- /5/ VDS: Jahresbericht 2000/2001. Verband der Sägewerke (VDS)
- /6/ HARTMANN, H.; KALTSCHMITT, M. (Hrsg.): Biomasse als erneuerbarer Energieträger – Eine technische, ökologische und ökonomische Analyse im Kontext der übrigen erneuerbaren Energien. in Vorbereitung, 2002
- /7/ DIETER, M.; ENGLERT, H.; KLEIN, M.: Abschätzung des Rohholzpotenzials für die energetische Nutzung in der Bundesrepublik Deutschland. Arbeitsbericht des Instituts für Ökonomie der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg, 2001
- /8/ HARTMANN, H.; STREHLER, A.: Die Stellung der Biomasse im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energieträgern aus ökologischer, ökonomischer und technischer Sicht. Schriftenreihe „Nachwachsende Rohstoffe“, Band 3, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.), Landwirtschaftsverlag, Münster, 1995, 397 S.
- /9/ KALTSCHMITT, M.; HARTMANN, H. (Hrsg.): Energie aus Biomasse – Grundlagen, Techniken und Verfahren. Springer, Heidelberg, 2001, 770 S.
- /10/ STATISTISCHES BUNDESAMT (Hrsg.): Statistisches Jahrbuch 2000. Metzler-Poeschel, Stuttgart, 2000
- /11/ KALTSCHMITT, M.; WIESE, A. (Hrsg.): Erneuerbare Energieträger in Deutschland. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1993
- /12/ APFELBECK, R.: Raps als Energiepflanze. Dissertation, Technische Universität München, Institut für Landtechnik (Freising-Weihenstephan), Schriftenreihe der Max-Eyth-Gesellschaft (MEG), Nr. 156 (1989), 171 S.
- /13/ WEISS, V.: Derzeitige und künftig zu erwartende emissionsbegrenzende Anforderungen der TA Luft an Feuerungsanlagen für Stroh oder ähnliche pflanzliche Stoffe. In: FNR (Hrsg.): Energetische Nutzung von Stroh, Ganzpflanzengetreide und weiterer halmgutartiger Biomasse. Gülzower Fachgespräche: Band 17. Gülzow 2001
- /14/ SØRENSEN, L. H.: Straw-fired Combined Heat and Power Plant. In: FNR (Hrsg.): Energetische Nutzung von Stroh, Ganzpflanzengetreide und weiterer halmgutartiger Biomasse. Gülzower Fachgespräche: Band 17. Gülzow 2001

- /15/ EUWID EUROPÄISCHER WIRTSCHAFTSDIENST GMBH: Recycling und Entsorgung. Nr. 17/1999 und Nr. 18 /2001, Gernsbach.
- /16/ NEUE ENERGIE – MAGAZIN FÜR ERNEUERBARE ENERGIE in Kooperation mit FACHVERBAND BIOGAS E.V. (Hrsg.): Biogas-Nutzung in Deutschland. Osnabrück, 2001.
- /17/ HANNEN, M.: Probleme und Lösungsansätze bei der Genehmigung von Biogasanlagen am Beispiel Nordrhein-Westfalen. In: Biogas – die universelle Energie von morgen. 11. Jahrestagung des Fachverbandes Biogas e.V., Borken, 2002
- /18/ GEISLINGER, J.: Grundüberlegungen bei der Genehmigung von Biogasanlagen. In: Biogas – die universelle Energie von morgen. 11. Jahrestagung des Fachverbandes Biogas e.V., Borken, 2002
- /19/ FRIEDMANN, H.: Probleme im Umgang mit der Bioabfallverordnung aus Sicht des Fachverbandes Biogas e.V. In: Biogas – die universelle Energie von morgen. 11. Jahrestagung des Fachverbandes Biogas e.V., Borken, 2002
- /20/ UNION ZUR FÖRDERUNG VON OEL- UND PROTEINPFLANZEN E. V. (Hrsg.): Bericht 2000 / 2001, Bonn, 2001
- /21/ SCHARMER, K.: Biodiesel – Energie- und Umweltbilanz Rapsmethylester, Bonn, 2001
- /22/ JORSCHIK, K.: Persönliche Mitteilung; Sächsisches Ministerium für Umwelt und Landwirtschaft, Dresden, November 2001
- /23/ KAMPMANN, H.-J.: Pflanzenöle als Kraftstoff für Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungsanlagen - Entwicklungsstand, Aktivitäten und deren Bewertung. Internationale Tagung Biomasse in KWK-Anlagen, Leipzig, November 2001
- /24/ HEINZ, A.: RME-MHKW im Reichstag - Erfahrungen aus 2 Jahren Betriebszeit. Internationale Tagung Biomasse in KWK-Anlagen, Leipzig, November 2001
- /25/ NIEMANN, H.: Fleischmehlindustrie verarbeitete mehr als 2,7 Mio. t Rohmaterial. In: Die Fleischmehlindustrie – Zeitschrift für Tierkörperbeseitigung und Verwertung von Schlachttierkörperanteilen, Offizielles Organ des Verbandes Fleischmehlindustrie e.V., 53.Jhrg., Nr. 9/2001, S. 162.
- /26/ DR.-ING. A. NOTTRODT GMBH: Technische Anforderungen und allgemeine Empfehlungen für die Entsorgung von Tiermehl und Tierfett in Verbrennungsanlagen. Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Hamburg, 23.02.2001
- /27/ REIMANN, D.: Tiermehlentsorgung in rostgefeuerten Abfallverbrennungsanlagen. In: Müll und Abfall, Nr. 8/2001, S. 485.