

Institut für Energetik und Umwelt
gemeinnützige GmbH

Institute for Energy and Environment



**Fortschreibung der Daten zur
Stromerzeugung aus Biomasse**

Bericht für die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat)

im Auftrag des

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung
Baden-Württemberg (ZSW)

Geschäftsführer:
Prof. Dr. Martin Kaltschmitt
Handelsregister: Amtsgericht Leipzig HRB 8071
Sitz und Gerichtsstand Leipzig

Deutsche Bank AG
(BLZ 860 700 00)
Konto-Nr.: 1381086

Stadt- und Kreissparkasse Leipzig
(BLZ 860 555 92)
Konto Nr.: 1100564876

Zert.-Nr. 1210010564/1





Auftraggeber: Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung
Baden-Württemberg (ZSW)
Industriestraße 6
70565 Stuttgart

Auftragnehmer: Institut für Energetik & Umwelt gGmbH (IE)
Torgauer Str. 116
04347 Leipzig

Geschäftsbereich: Energiewirtschaft & Umwelt

Leiter: Dr. Thomas Weidele

☎: +49 (0) 341 / 24 34 - 4 12

✉: thomas.weidele@ie-leipzig.de

Verantwortliche Bearbeiter:

Anne Scheuermann

Dr. Daniela Thrän

Ronny Wilfert



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis	II
1 Einleitung.....	1
2 Stromerzeugung aus festen Bioenergieträgern	2
2.1 Anlagenbestand	2
2.2 Installierte elektrische Leistung.....	5
2.3 Potenzielle Stromerzeugung.....	6
2.4 Brennstoffeinsatz.....	8
2.5 Zufeuerung	8
3 Stromerzeugung aus gasförmigen Bioenergieträgern	10
3.1 Anlagenbestand	10
3.2 Installierte elektrische Leistung.....	11
3.3 Potenzielle Stromerzeugung.....	13
3.4 Substrateinsatz.....	15
4 Stromerzeugung aus flüssigen Bioenergieträgern	16
4.1 Anlagenbestand	16
4.2 Installierte elektrische Leistung.....	18
4.3 Potenzielle Stromerzeugung.....	19
4.4 Brennstoffeinsatz.....	20
5 Zusammenfassung	21
Literaturverzeichnis	IV



Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Anlagenbestand Biomasse(heiz)kraftwerke – Stand (März 2004) und mögliche Entwicklung (bei Berücksichtigung aller in Planung befindlichen Anlagen)	2
Abb. 2:	Anteil der Biomasse(heiz)kraftwerke der Bundesländer am gesamten Anlagenbestand der (Dezember 2003)	3
Abb. 3:	Übersicht über bestehende und geplante Biomasse(heiz)kraftwerke mit Stromerzeugung in Deutschland	4
Abb. 4:	Installierte elektrische Leistung aus Biomasse(heiz)kraftwerken – Stand (März 2004) und mögliche Entwicklung (bei Annahme einer Realisierung von 30 %)	5
Abb. 5:	Anteil der Bundesländer an der gesamten installierten elektrischen Leistung aus Biomasse(heiz)kraftwerken (Dezember 2003)	6
Abb. 6:	Potenzielle Stromerzeugung aus Biomasse(heiz)kraftwerken – Stand (März 2004) und mögliche Entwicklung (bei Annahme einer Realisierung von 30 %)	7
Abb. 7:	Anteil der Bundesländer an der potenziellen Stromerzeugung aus Biomasse(heiz)kraftwerken (Dezember 2003).....	7
Abb. 8:	In Biomasse(heiz)kraftwerken eingesetzte Holzsortimente (nach Angaben der Betreiber).....	8
Abb. 9:	Anlagenbestand Biogasanlagen – Stand (Februar 2004) und mögliche Entwicklung (Datenbasis KfW)	10
Abb. 10:	Anteil der Biogasanlagen der Bundesländer am gesamten Anlagenbestand (Februar 2004, Datenbasis KfW)	11
Abb. 11:	Installierte elektrische Leistung aus Biogasanlagen – Stand (Februar 2004) und mögliche Entwicklung (Datenbasis KfW)	12
Abb. 12:	Durchschnittlich installierte elektrische Leistung der Biogasanlagen in den Bundesländern und in Deutschland (Februar 2004, Datenbasis KfW)	12
Abb. 13:	Anteil der Bundesländern an der gesamten installierten elektrischen Leistung aus Biogasanlagen (Februar 2004, Datenbasis KfW)	13
Abb. 14:	Potenzielle Stromerzeugung aus Biogasanlagen – Stand und mögliche Entwicklung (Februar 2004, Datenbasis KfW).....	14
Abb. 15:	Anteil der Bundesländer an der potenziellen Stromerzeugung aus Biogasanlagen (Februar 2004, Datenbasis KfW).....	14
Abb. 16:	Anlagenbestand Pflanzenöl- und PME-BHKW nach Größenklassen (März 2004)	16
Abb. 17:	Übersicht über bestehende Pflanzenöl- und PME-BHKW mit Stromerzeugung in Deutschland	17
Abb. 18:	Anteil der Pflanzenöl- / PME-BHKW der Bundesländer am gesamten Anlagenbestand (Dezember 2003)	18



Abb. 19:	Installierte elektrische Leistung aus Pflanzenöl- und PME-BHKW nach Größenklassen (März 2004)	18
Abb. 20:	Anteil der Bundesländer an der gesamten installierten elektrischen Leistung aus Pflanzenöl- / PME-BHKW (Dezember 2003)	19
Abb. 21:	Anteil der Bundesländer an der potenziellen Stromerzeugung aus Pflanzenöl- / PME-BHKW (Dezember 2003).....	20

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht Biomasseanlagen (Stand: März 2004)	21
------------	--	----



1 Einleitung

Mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG, /1/) und der Biomasseverordnung (BiomasseV, /2/) wurden erfolgreich die Grundlagen für einen verstärkten Ausbau der Stromerzeugung bzw. der gekoppelten Strom- und Wärmebereitstellung auf Biomassebasis in Deutschland geschaffen. Neben den bereits realisierten Biomasseanlagen befinden sich eine Vielzahl von Anlagen in Bau bzw. in Planung. Da diese Entwicklung sehr dynamisch ist, müssen für eine aktuelle Beschreibung des Standes der Stromerzeugung aus Biomasse bereits vorliegende Daten zu Anlagenanzahl, installierter elektrischer Leistung, Stromerzeugung, Brennstoff- bzw. Substrateinsatz etc. /3/zeitnah fortgeschrieben werden.

Der nachfolgend diskutierte Stand (März 2004) der energetischen Nutzung fester und flüssiger Bioenergieträger ist durch Recherchen und Befragungen von Anlagenplanern, -betreibern und Genehmigungsbehörden sowie durch Auswertung frei verfügbarer Informationen (Fachpresse, Internet etc.) ermittelt worden. Alle erhobenen Daten sind in einer Datenbank archiviert. Die Erhebung des Standes (Februar 2004) der energetischen Nutzung von Biogas ist durch Befragungen von Herstellern, Genehmigungsbehörden, Energieagenturen sowie Förderstellen des Bundes und der Länder durchgeführt worden. Durch die Nutzung der Daten, die durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) für die Kreditvergabe im Rahmen des Marktanzreizprogramms (MAP) erhoben werden, ist eine relativ genaue Analyse für Biogasanlagen möglich gewesen. Für alle drei Bereiche der Stromerzeugung aus Biomasse (feste, flüssige, gasförmige Bioenergieträger) konnten über 90 % der installierten elektrischen Leistung erfasst und damit eine weitgehende Inventarisierung erreicht werden. Eine Hochrechnung auf den Gesamtbestand erfolgte daher nicht. Ergänzend wurden ausgewählte Aspekte der Zufeuerung diskutiert.



2 Stromerzeugung aus festen Bioenergieträgern

2.1 Anlagenbestand

Der derzeit bekannte Anlagenbestand sowie Prognosen zur zukünftigen Entwicklung unter Berücksichtigung aller in Planung befindlichen Anlagen sind in Abb. 1 dargestellt¹. Demnach werden z. Zt. (März 2004) etwa **95 Biomasse(heiz)kraftwerke** betrieben. Außerdem gibt es eine Vielzahl von Projekten in der Planungs- und Realisierungsphase. Momentan befinden sich etwa 14 Anlagen im Bau, die fast alle noch bis Ende 2004 in Betrieb genommen werden sollen. Für in Planung befindliche Anlagen muss allerdings davon ausgegangen werden, dass sie aus unterschiedlichen Gründen (Schwierigkeiten mit der Brennstoffversorgung, Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung etc.) nicht immer realisiert werden. Der geplante Anlagenzubau ist 2005 (12 Anlagen) deutlich geringer als 2004 (39 Anlagen). Zum Einen wird dann die energetisch nutzbare Menge des kostengünstig erschließbaren Altholzes fast vollständig genutzt sein, zum Anderen macht sich auch die abwartende Haltung in Bezug auf die erwartete Novellierung des EEG und der damit verbesserten Vergütung für naturbelassene Biomasse bemerkbar.

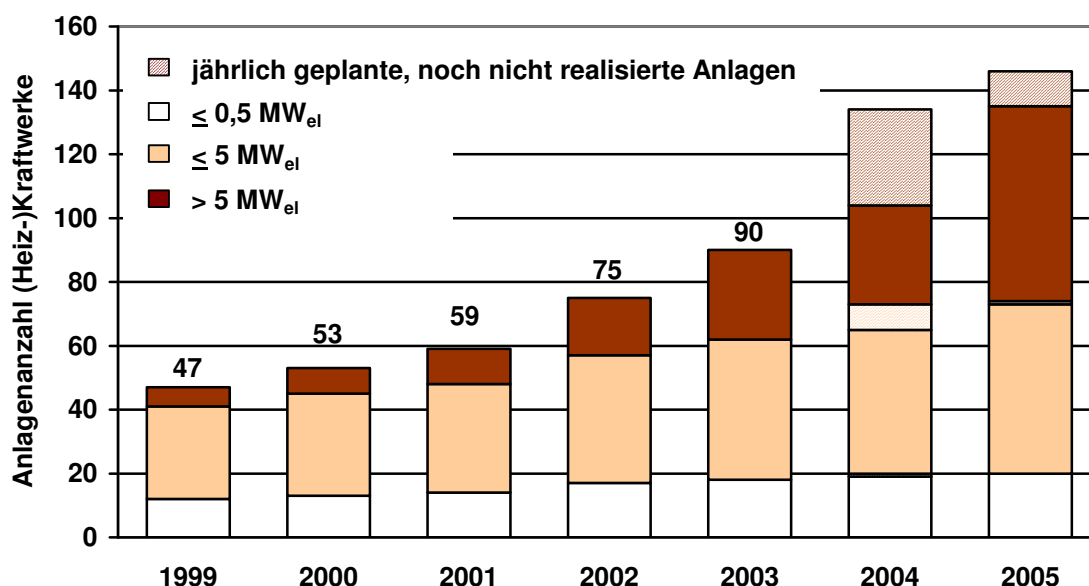


Abb. 1: Anlagenbestand Biomasse(heiz)kraftwerke – Stand (März 2004) und mögliche Entwicklung (bei Berücksichtigung aller in Planung befindlichen Anlagen)

¹ ohne Anspruch auf Vollständigkeit



Wie in Abb. 1 dargestellt, wird der Anlagenbestand bislang durch Biomasse(heiz)-kraftwerke im Bereich bis einschließlich 5 MW_{el} installierter elektrischer Leistung bestimmt. Der weitere Zuwachs erfolgt jedoch infolge der Vergütungsregelung des EEG hauptsächlich durch Anlagen im höheren Leistungsbereich. So wurden im Jahr 2003 von insgesamt 15 Biomasse(heiz)kraftwerken 10 Anlagen im Bereich größer 5 MW_{el} installierter elektrischer Leistung in Betrieb genommen. An den Standorten Mannheim, Königs-Wusterhausen und Papenburg gingen Biomasse(heiz)kraftwerke mit einer Leistung von jeweils 20 MW_{el} ans Netz.

Fast **60 %** der in Betrieb befindlichen Anlagen koppeln über unterschiedlich lange Zeiträume Nutzwärme aus (**KWK**). Die Wärme wird hauptsächlich in der eigenen Produktion (z. B. Trocknungsprozesse in der Holzindustrie), als Prozessdampf in angrenzenden Industrien oder zur Nahwärmeversorgung genutzt.

In Abb. 2 ist dargestellt, wie sich der Anlagenbestand auf die einzelnen Bundesländer für das Jahr 2003 verteilt. Fast 25 % der 90 Biomasse(heiz)kraftwerke werden demnach in Bayern betrieben, weitere 13 % in Baden-Württemberg. Überhaupt keine Anlagen sind derzeit in den Stadtstaaten Berlin, Hamburg und Bremen in Betrieb.

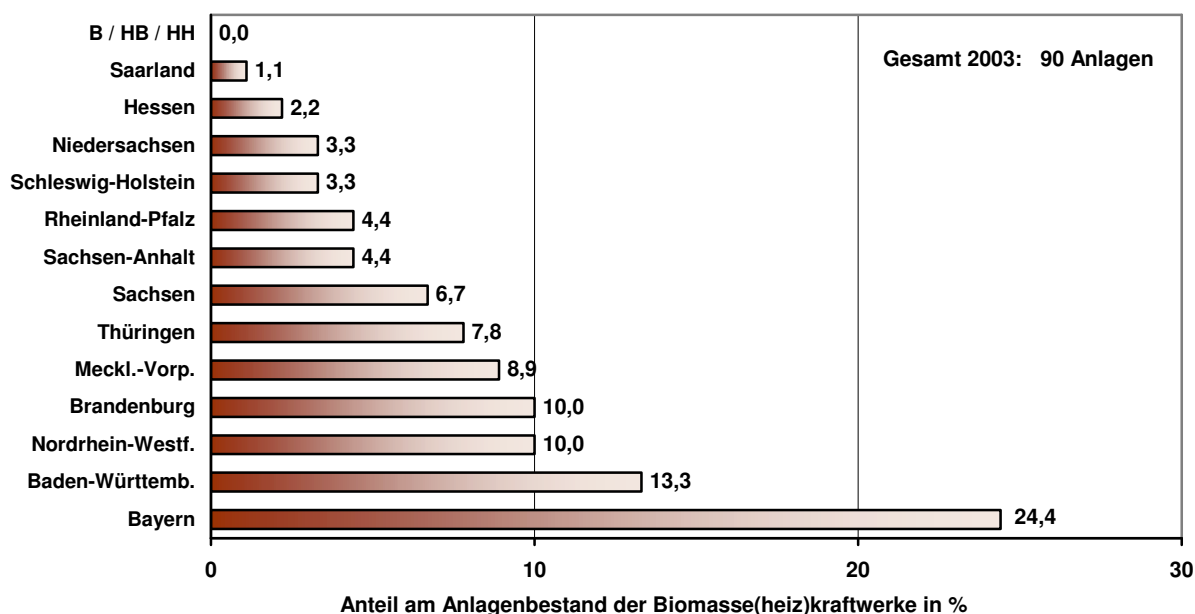


Abb. 2: Anteil der Biomasse(heiz)kraftwerke der Bundesländer am gesamten Anlagenbestand der (Dezember 2003)

Eine Übersicht über die Standorte der bestehenden, in Bau befindlichen und geplanten Biomasse(heiz)kraftwerke in Abhängigkeit der installierten elektrischen Leistung gibt Abb. 3.

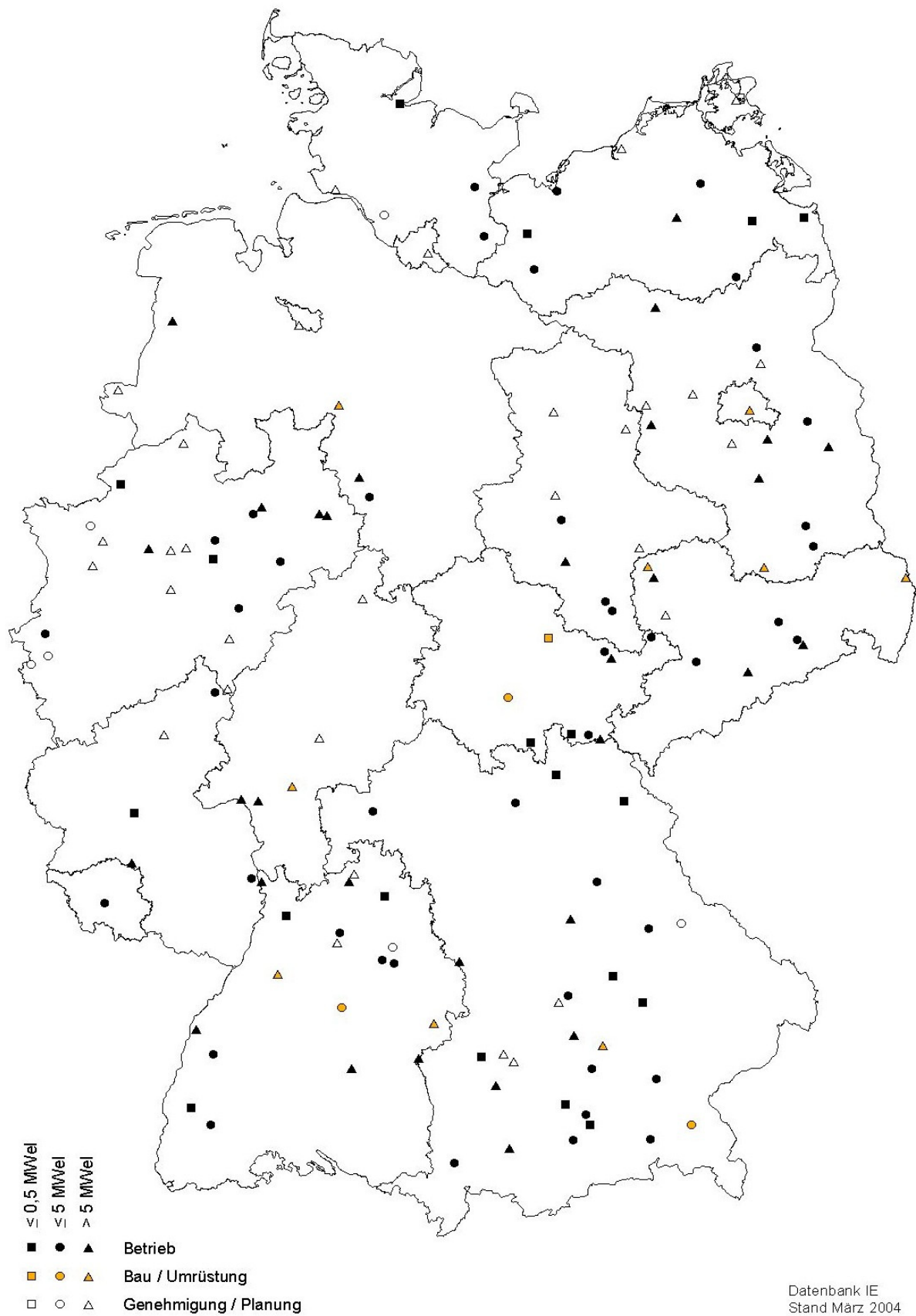


Abb. 3: Übersicht über bestehende und geplante Biomasse(heiz)kraftwerke mit Stromerzeugung in Deutschland



2.2 Installierte elektrische Leistung

Die **installierte elektrische Leistung** aller 95 Biomasse(heiz)kraftwerke beträgt ca. **480 MW_{el}** (März 2004). Für die in Abb. 4 dargestellte Entwicklung wurde unterstellt, dass nur 30 % der geplanten Anlagen aus den in 2.1 genannten Gründen realisiert werden. Unter dieser Annahme ist bis zum Jahr 2005 eine installierte elektrische Leistung von über 650 MW_{el} zu erwarten. Im Vergleich zum Anlagenbestand (Abb. 1), wird der größte Teil der installierten elektrischen Leistung bereits durch Anlagen größer 5 MW bereitgestellt; der Anteil der Anlagen bis einschließlich 0,5 MW an der Gesamtleistung ist nahezu zu vernachlässigen.

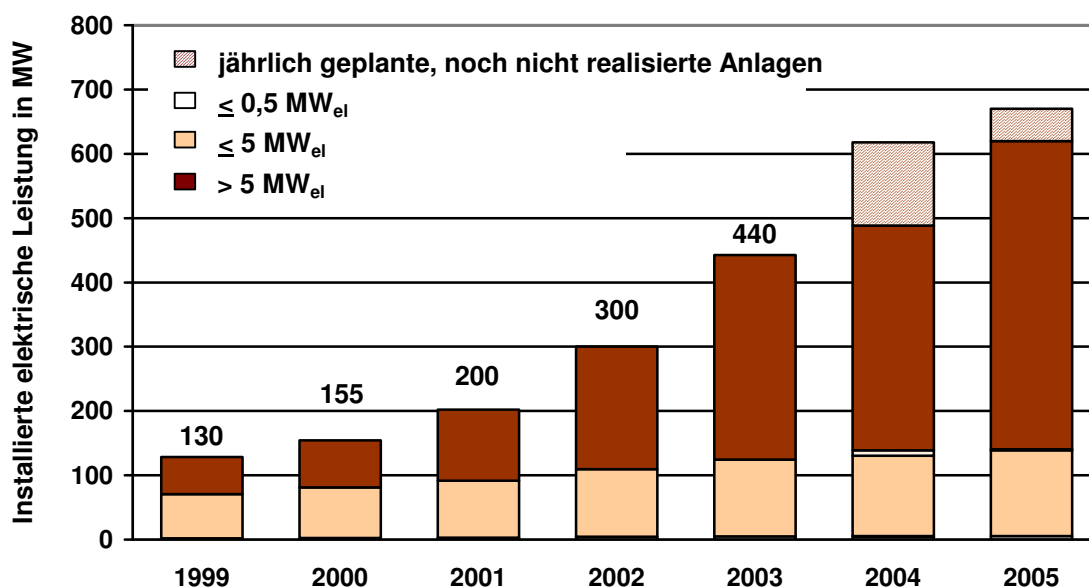


Abb. 4: Installierte elektrische Leistung aus Biomasse(heiz)kraftwerken – Stand (März 2004) und mögliche Entwicklung (bei Annahme einer Realisierung von 30 %)

Das Zusammenspiel von Anlagenanzahl und Anlagengröße zeigt sich auch in der Verteilung der installierten elektrischen Leistung nach Bundesländern (Abb. 5) für das Jahr 2003. So hat beispielsweise Brandenburg am Anlagenbestand nur einen Anteil von 10 %, durch Anlagen im höheren Leistungsbereich bei der installierten elektrischen Leistung jedoch einen Anteil von etwa 21 %.

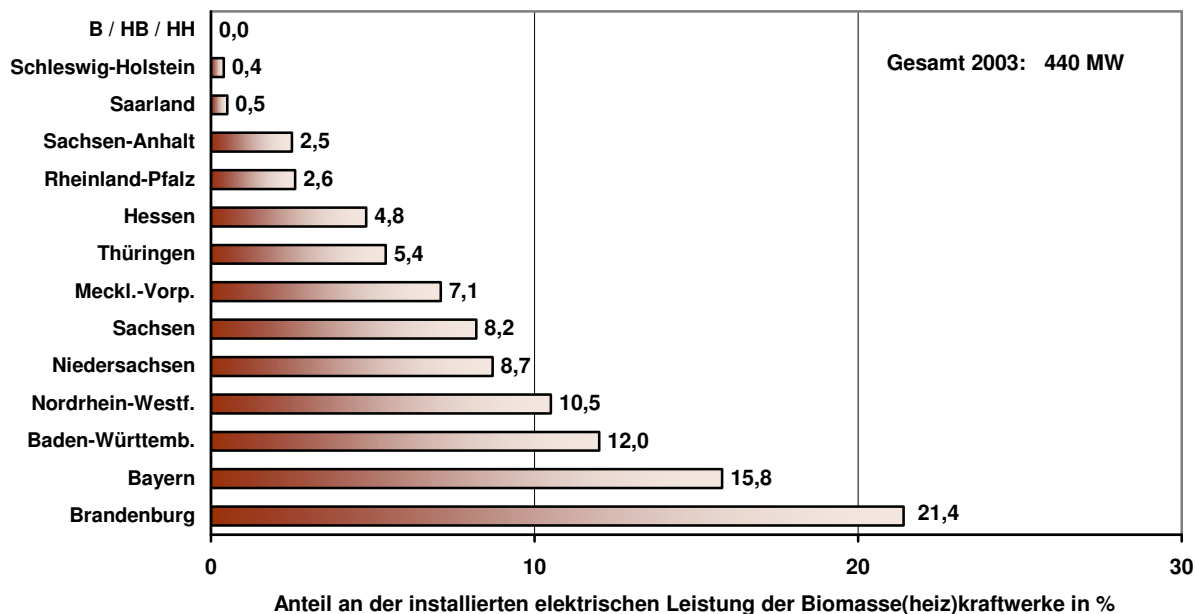


Abb. 5: Anteil der Bundesländer an der gesamten installierten elektrischen Leistung aus Biomasse(heiz)kraftwerken (Dezember 2003)

2.3 Potenzielle Stromerzeugung

Die potenzielle **Stromerzeugung** kann, auf Basis mittlerer Volllaststunden, für das Jahr 2003 mit etwa **2,1 TWh/a** brutto abgeschätzt werden² (Abb. 6). Die realisierte Stromerzeugung liegt wegen der im Jahresverlauf realisierten Inbetriebnahmen und damit geringeren Volllaststunden bei etwa 1,5 TWh.

Auch hier wurde bei der für 2004 und 2005 angegebenen Entwicklung angenommen, dass nur etwa 30 % der geplanten Anlagen realisiert werden. Doch selbst unter dieser Annahme ist bis zum Jahr 2005 mit einer potenziellen Stromerzeugung von ca. 3,2 TWh/a ein erheblicher Ausbau der Stromerzeugung aus fester Biomasse zu erwarten. Geht man davon aus, dass sich die Zahl der Volllaststunden in den nächsten Jahren durch den technischen Fortschritt und die gesetzlichen Rahmenbedingungen (EEG) erhöhen wird, kann die realisierbare Stromerzeugung aus fester Biomasse noch höher liegen.

² Zur Berechnung der Stromerzeugung wurden folgende mittlere Volllaststunden angenommen: Anlagen im kleinen Leistungsbereich ($\leq 5 \text{ MW}_{el}$): 2 500 h/a; Anlagen im großen Leistungsbereich ($> 5 \text{ MW}_{el}$): 5 500 h/a.

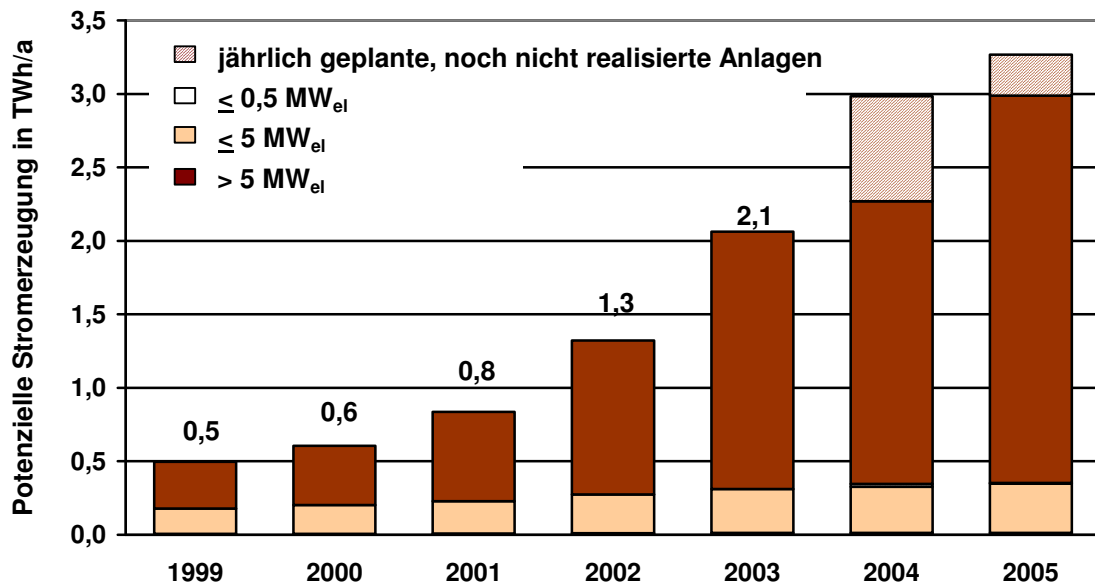


Abb. 6: Potenzielle Stromerzeugung aus Biomasse(heiz)kraftwerken – Stand (März 2004) und mögliche Entwicklung (bei Annahme einer Realisierung von 30 %)

Der Anteil der einzelnen Bundesländer an der potenziellen Stromerzeugung für das Jahr 2003 ist in Abb. 7 dargestellt. Da für die potenzielle Stromerzeugung durchschnittliche Volllaststunden zu Grunde gelegt sind, ergibt sich eine ähnliche Verteilung wie bei der installierten elektrischen Leistung.

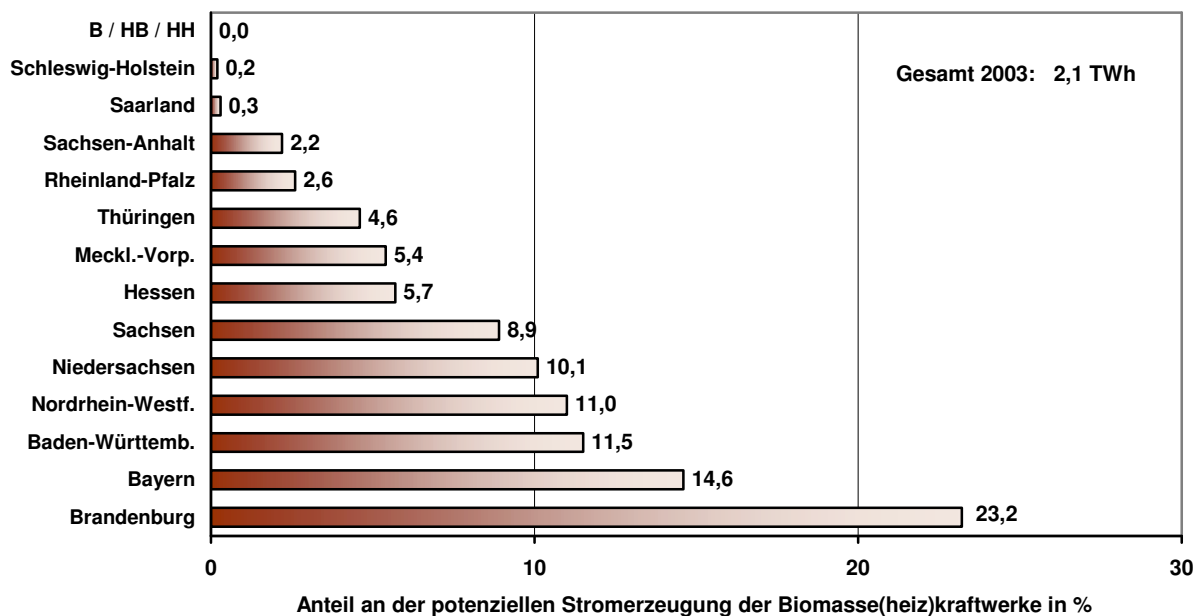


Abb. 7: Anteil der Bundesländer an der potenziellen Stromerzeugung aus Biomasse(heiz)-kraftwerken (Dezember 2003)



2.4 Brennstoffeinsatz

Zur Strom- bzw. gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung werden in Deutschland derzeit jährlich etwa **4,7 Mio. t Holz** eingesetzt; das entspricht etwa 11 % des Brennstoffpotenzials an holzartigen Rückständen, Nebenprodukten und Abfällen /3/. Stroh und andere halmgutartige Brennstoffe finden bisher wegen der schwierigen Brennstoffeigenschaften kaum Nutzung. Wie in Abb. 8 dargestellt, ist davon der größte Teil Altholz (insgesamt ca. 80 %). Die Unterteilung in Gruppen bis einschließlich Altholzklasse A II bzw. A IV erfolgt auf Grundlage der immissionsschutzrechtlichen Genehmigung der Anlage. Die Anteile der einzelnen Altholzklassen innerhalb der Gruppen lassen sich nicht bestimmen, da sie je nach Jahreszeit und Marktsituation schwanken und die Betreiber von Biomasse(heiz)kraftwerken kaum Auskunft darüber geben (können). Die Nutzung naturbelassener Hölzer (Waldholz, Rinden, Landschaftspflegeholz etc.) beträgt derzeit nur 18 %. Industrierestholz wird je nach Entsorgungsweg beim Altholz bis A II und den naturbelassenen Hölzern erfasst. Würden alle der in Planung befindlichen Anlagen in Betrieb gehen, wäre ein Brennstoffbedarf von ca. 10 Mio. t/a notwendig.

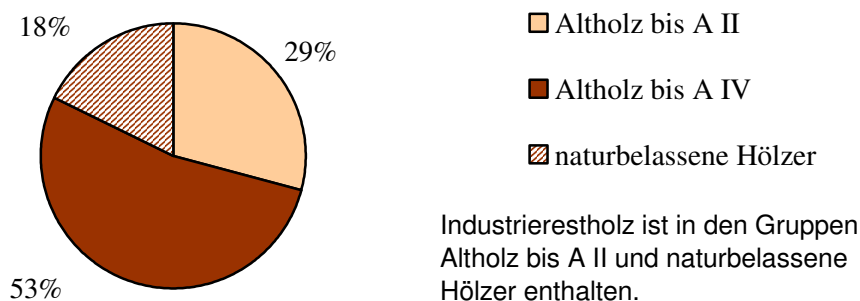


Abb. 8: In Biomasse(heiz)kraftwerken eingesetzte Holzsortimente (nach Angaben der Betreiber)

2.5 Zufeuerung

Neben dem Einsatz in (dezentralen) ausschließlich für Biomasse vorgesehenen Verbrennungsanlagen bietet die Mitverbrennung eine weitere Möglichkeit der Biomassenutzung, die mit einigen Vorteilen verbunden ist (z. B. hohe Wirkungs- bzw. Nutzungsgrade, Flexibilität hinsichtlich der Brennstoffverfügbarkeit, geringe Realisierungszeiträume). Da nach EEG



allerdings keine anteilige Vergütung des Stroms aus Biomasse erfolgt (Ausschließlichkeitsprinzip), ist die Mitverbrennung derzeit wenig attraktiv.

In zentralen, kohlegefeuerten Anlagen (Braun- und Steinkohlekraftwerke) findet kaum Mitverbrennung von Biomasse statt. Die **Energieversorgungsunternehmen** (EVU) bauen und betreiben stattdessen eigene Biomasse(heiz)kraftwerke.

Der Anteil fester Biomasse, der in **Müllverbrennungsanlagen** (MVA) thermisch verwertet und damit energetisch genutzt wird, wird derzeit durch den Arbeitskreis Thermische Abfallverwertung erhoben. Damit würden entsprechende Daten mittelfristig vorliegen. Um die Vergütung nach EEG zu erhalten, rüsten einige Betreiber (zeitweise) eine Ofenlinie der MVA auf den Brennstoff Altholz um, so z. B. die Anlagen Ingolstadt und Kempten.

Im **industriellen Bereich** wurde Altholz bislang zeitweise in Zementwerken und Ziegeleien zur Wärmenutzung eingesetzt. Auf Grund der Vielzahl der in Betrieb gegangenen und in Bau befindlichen Biomasse(heiz)kraftwerke sind durch die Annahme von Altholz jedoch kaum noch Erlöse zu erzielen, so dass dieser Brennstoff in der Industrie heute wirtschaftlich wenig interessant ist und daher nur eine geringe Bedeutung hat.



3 Stromerzeugung aus gasförmigen Bioenergieträgern

3.1 Anlagenbestand

Seit dem Start des MAP und dem Inkrafttreten des EEG ist eine deutliche Zunahme der Biogasanlagenanzahl zu verzeichnen (Abb. 9). Ausgehend von etwa 850 in Betrieb befindlichen Anlagen Ende 1999 hat sich deren Anzahl bis Anfang 2004 auf etwa **1 770 Anlagen** mehr als verdoppelt. Allerdings hat sich der Zubau an Biogasanlagen im Jahr 2003 gegenüber dem Vorjahr weiter abgeschwächt. Gründe hierfür waren agrarpolitische Aspekte (u. a. Diskussionen hinsichtlich der Umsetzung der EU-Agrarreform und der Auswirkungen der EU-Osterweiterung auf den Agrarsektor sowie deutliche Einkommensverringereungen in der Landwirtschaft) sowie Unsicherheiten bezüglich der Vergütung nach der geplanten Novellierung des EEG. Insgesamt gingen 2003 etwa 150 Anlagen vorwiegend im landwirtschaftlichen Bereich in Betrieb.

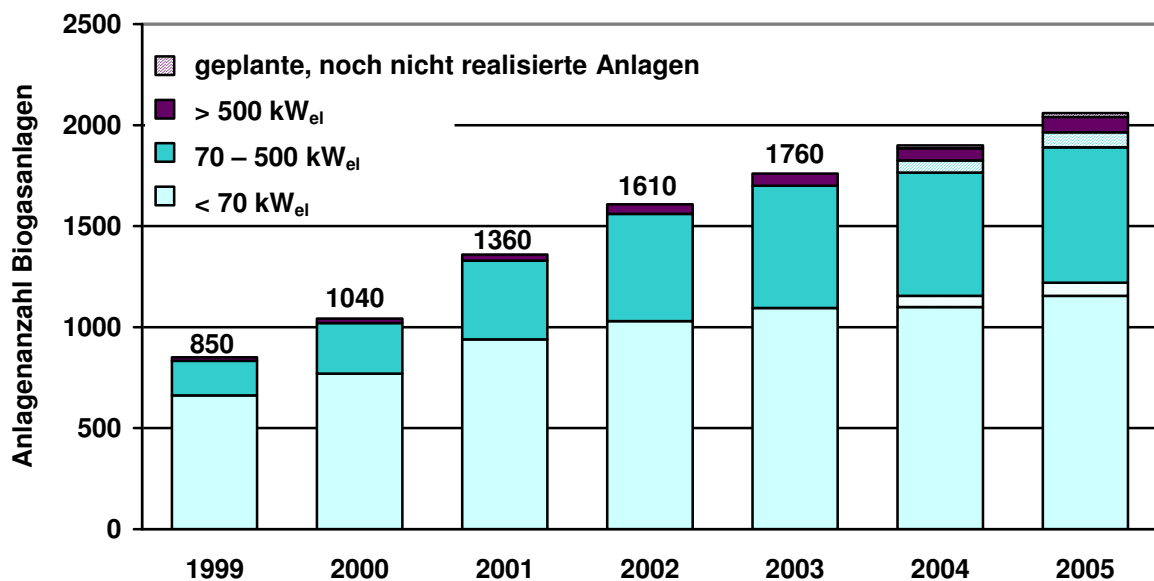


Abb. 9: Anlagenbestand Biogasanlagen – Stand (Februar 2004) und mögliche Entwicklung (Datenbasis KfW)

Abb. 10 zeigt den **Anteil** des Biogasanlagenbestandes der einzelnen **Bundesländer** am Gesamtanlagenbestand. Für die Auswertung wurden mehrere Quellen auf Länderebene abgeglichen, um möglichst realitätsnahe Daten zu gewinnen. Unsicherheiten bestehen hinsichtlich der unterschiedlichen Berücksichtigung von gewerblichen bzw. kommunalen Ver-



gärungsanlagen, die tierische Exkremente nur in geringem Umfang oder überhaupt nicht verarbeiten. Die Anzahl dieser Biogasanlagen, die überwiegend Bioabfälle aus Kommunen und der Industrie vergären, beträgt bundesweit etwa 65. Des Weiteren gibt es besonders in Bayern und Baden-Württemberg eine Anzahl vornehmlich sehr kleiner Anlagen, die noch nicht erfasst wurden. Ihre Zahl wird auf etwa 100 geschätzt /4/. Insgesamt zeigt sich eine sehr ungleichmäßige Verteilung in Deutschland; die meisten Anlagen stehen in Bayern (44,9 %), gefolgt von Baden-Württemberg (17,1 %) und Niedersachsen (14,5 %).

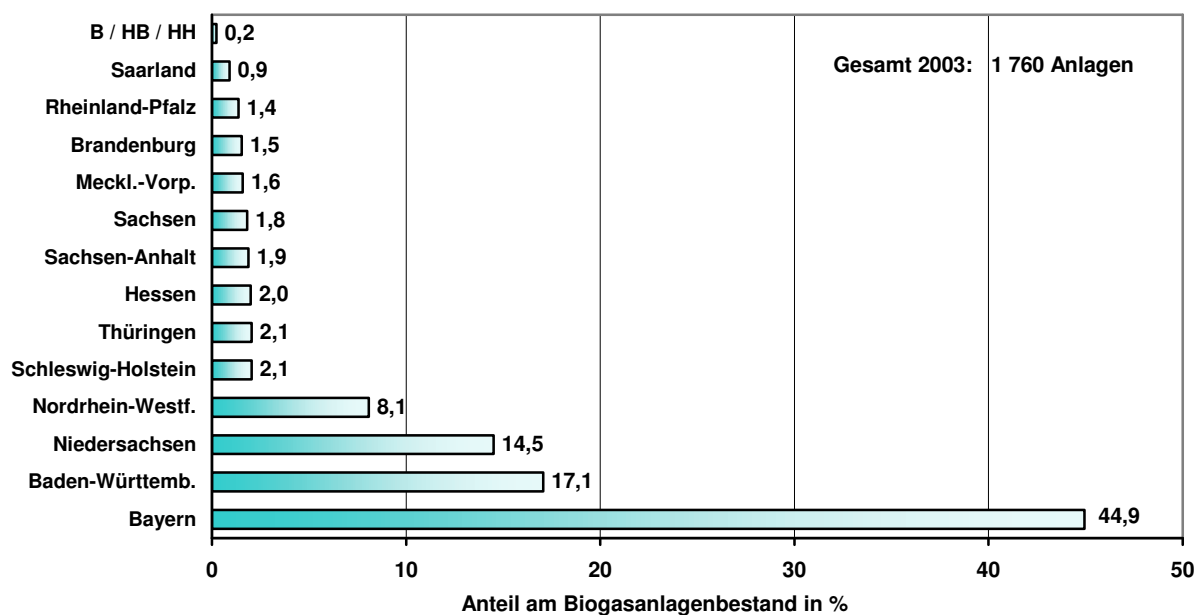


Abb. 10: Anteil der Biogasanlagen der Bundesländer am gesamten Anlagenbestand (Februar 2004, Datenbasis KfW)

Biogas wird derzeit zu über **95 %** zur Strom- und Wärmebereitstellung in Kraft-Wärme-Kopplung (**KWK**) in Blockheizkraftwerken (**BHKW**) genutzt. Knapp 5 % erzeugen ausschließlich Strom.

3.2 Installierte elektrische Leistung

Hinsichtlich der installierten Anlagenleistung ist ein deutlicher Trend zu größeren Leistungsbereichen hin erkennbar (Abb. 11). Die durchschnittliche pro Anlage installierte elektrische Leistung betrug Ende 1999 etwa 53 kW_{el}. Daraus ergab sich zum damaligen Zeitpunkt eine elektrische Gesamtleistung aller Anlage von ca. 45 MW_{el}. Für die seit



September 1999 (Start des MAP) neu errichteten Anlagen wurde eine mittlere Leistung von nahezu 160 kW_{el} ermittelt (Berechnungen IE auf Datenbasis KfW). Damit kann derzeit von einer durchschnittlichen installierten elektrischen Anlagenleistung von über 100 kW_{el} und einer daraus resultierenden Gesamtleistung aller Biogasanlagen von etwa 190 MW_{el} ausgegangen werden.

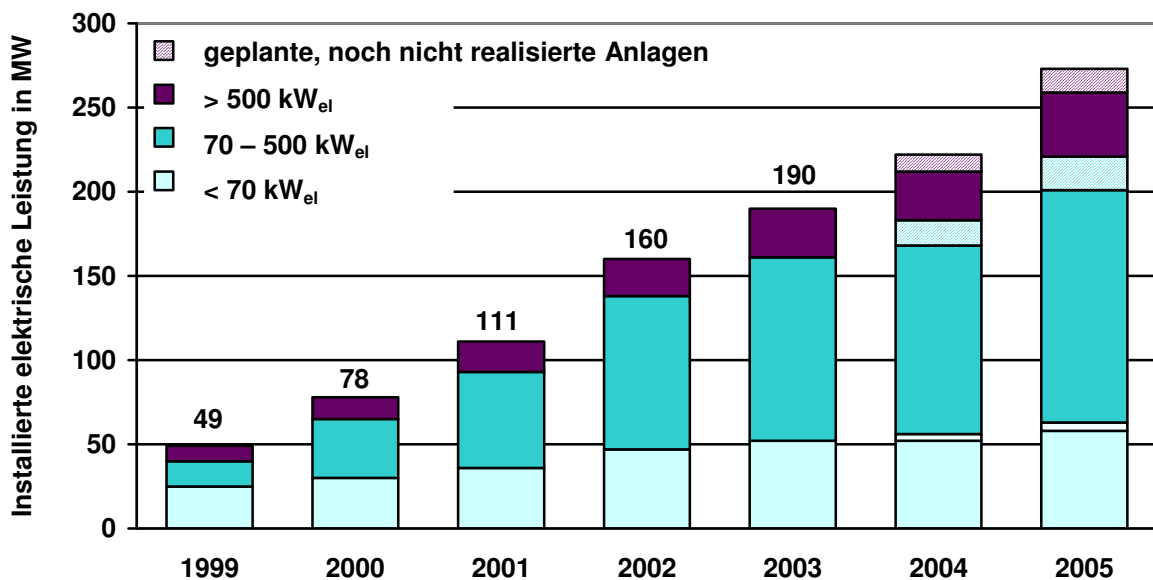


Abb. 11: Installierte elektrische Leistung aus Biogasanlagen – Stand (Februar 2004) und mögliche Entwicklung (Datenbasis KfW)

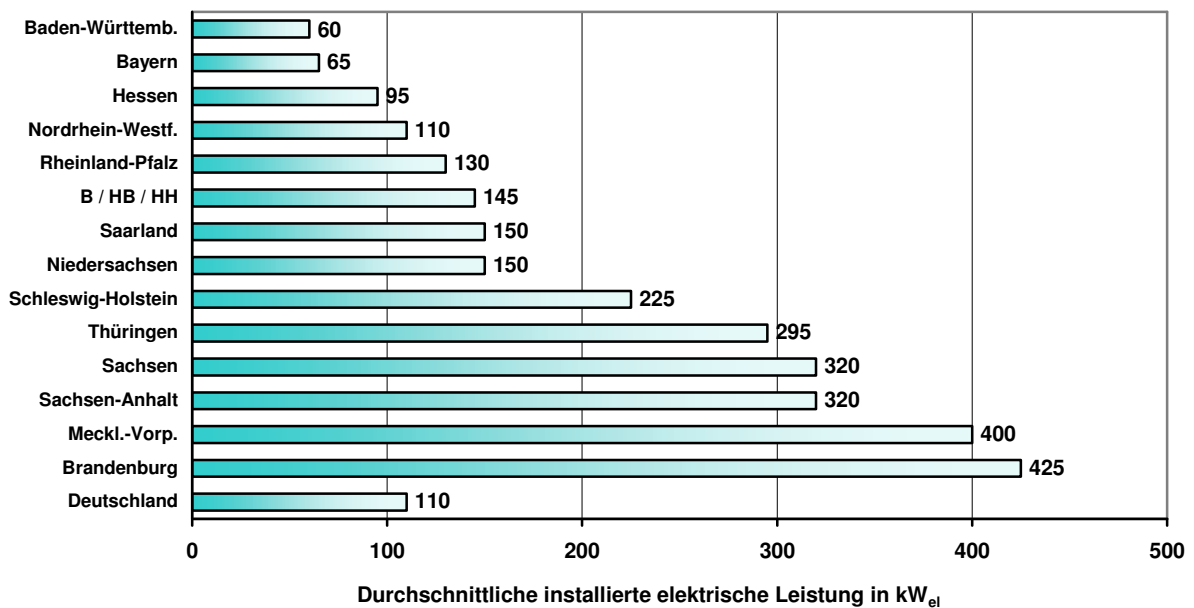


Abb. 12: Durchschnittlich installierte elektrische Leistung der Biogasanlagen in den Bundesländern und in Deutschland (Februar 2004, Datenbasis KfW)



Auf Grund unterschiedlicher Agrarstrukturen und der damit verbundenen Unterschiede in den Betriebsgrößenklassen der landwirtschaftlichen Betriebe sind bezüglich der spezifischen Anlagenleistung deutliche Schwankungen in den einzelnen Bundesländern feststellbar. Abb. 12 zeigt ein Gefälle von Ost- nach West- und von Nord- nach Süddeutschland.

Betrachtet man die installierte elektrische Gesamtleistung der Biogasanlagen in den jeweiligen Bundesländern (Abb. 13) so liegt auf Grund der Vielzahl der realisierten Anlagen der Schwerpunkt in Bayern. Des Weiteren zeigt sich, dass die neuen Bundesländer mit etwa 9 % nur einen relativ geringen Anteil am Anlagenbestand (vgl. Abb. 10) haben, ihr Anteil an der elektrischen Gesamtleistung auf Grund der hohen spezifischen Anlagenleistung mit etwa 28 % allerdings beachtlich ist.



Abb. 13: Anteil der Bundesländern an der gesamten installierten elektrischen Leistung aus Biogasanlagen (Februar 2004, Datenbasis KfW)

3.3 Potenzielle Stromerzeugung

Bei Annahme von ca. 6 500 Volllaststunden / Jahr wurden durch Biogasanlagen in Deutschland im Jahr 2003 potenziell etwa **1,2 TWh/a Strom** erzeugt. Die reale Erzeugung lag auf Grund des über dem Jahr verteilten Zubaus mit etwa 1,1 TWh etwas niedriger. Dies entspricht der energetischen Nutzung von rund 550 Mio. m³ Biogas. Abb. 14 zeigt die Entwicklung der potenziellen Stromerzeugung.

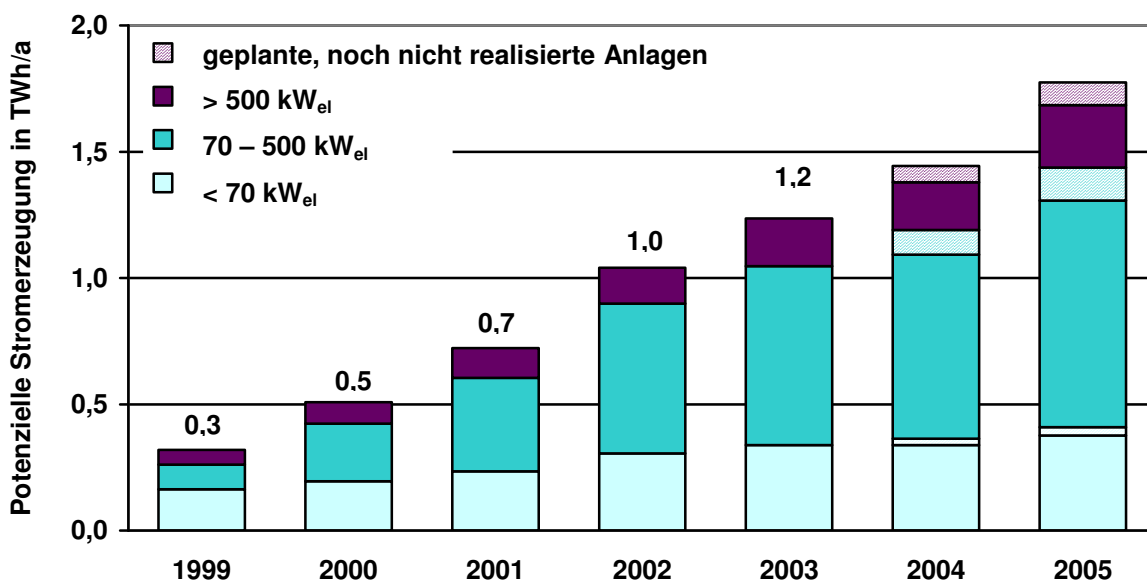


Abb. 14: Potenzielle Stromerzeugung aus Biogasanlagen – Stand und mögliche Entwicklung (Februar 2004, Datenbasis KfW)

Da zur Berechnung der potenziellen Stromerzeugung für alle Anlagengrößen die gleiche durchschnittliche Vollbenutzungsdauer angenommen wird, ist die Verteilung auf die einzelnen Bundesländer (Abb. 15) entsprechend der der installierten elektrischen Leistung. Demnach liefert Bayern über 25 % des aus Biogasanlagen bereitgestellten Stroms.

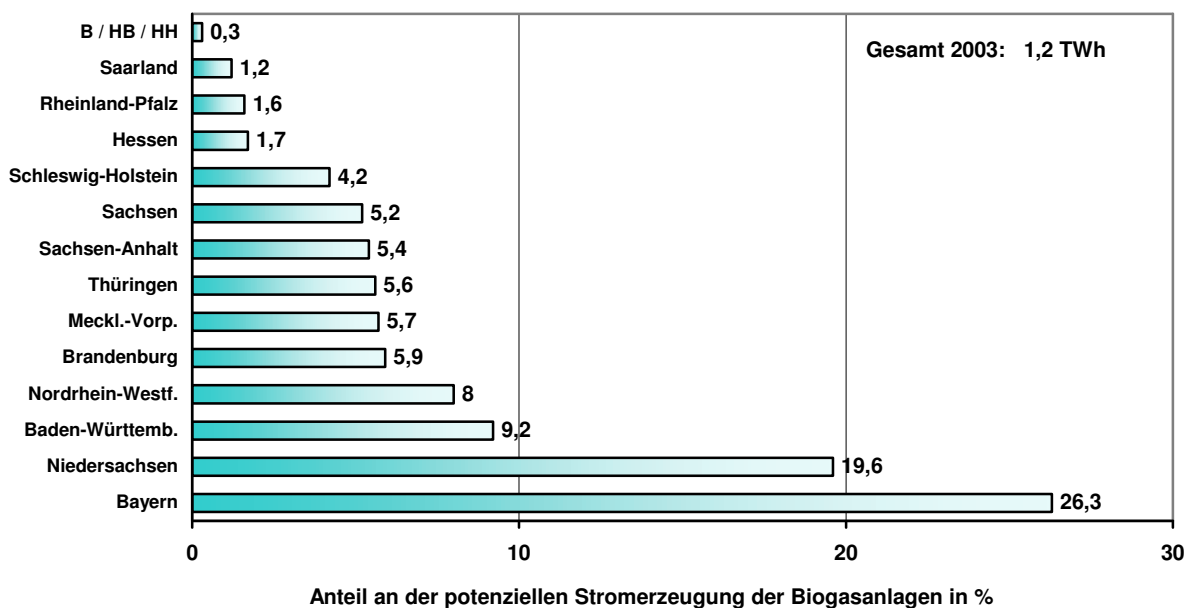


Abb. 15: Anteil der Bundesländer an der potenziellen Stromerzeugung aus Biogasanlagen (Februar 2004, Datenbasis KfW)



3.4 Substrateinsatz

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 in diesem Bereich Potenziale vorhanden sind. Teile des Aufkommens an tierischen Exkrementen sind aufgrund einer Vielzahl unterschiedlichster Restriktionen für die Biogasgewinnung nicht nutzbar.

In über 90 % der Biogasanlagen werden **Kosubstrate** mitvergoren. Hauptsächlich werden dabei organische Reststoffe aus der Landwirtschaft (Ernterückstände, Futterreste), der Industrie (Abfälle der Lebens- und Genussmittelproduktion) sowie aus dem kommunalen Bereich (Bioabfälle, Landschaftspflegematerial) eingesetzt. Zunehmend werden auch nachwachsende Rohstoffe wie Silomais oder Grassilage eingesetzt. So ging 2003 im nordrhein-westfälischen Euskirchen eine Biogasanlage mit etwa 500 kW_{el} installierter elektrischer Leistung in Betrieb, die nahezu ausschließlich mit nachwachsenden Rohstoffen betrieben wird. Es ist zu erwarten, dass sich dieser Trend auf Grund der vorgesehenen Bonusregelung in der EEG-Novelle weiter verstärken könnte.



4 Stromerzeugung aus flüssigen Bioenergieträgern

4.1 Anlagenbestand

In Deutschland werden derzeit etwa **150** Blockheizkraftwerke (**BHKW**) mit **Pflanzenöl** betrieben. Die Gesamtleistung beträgt ca. $10 \text{ MW}_{\text{el}}$ in einem Leistungsbereich von 3 kW_{el} bis $2,6 \text{ MW}_{\text{el}}$. Etwa **10** **BHKW** werden mit **Pflanzenölmethylester** (PME; auch als Biodiesel bezeichnet) betrieben. Deren Gesamtleistung beläuft sich auf ca. 2 MW_{el} in einem Leistungsbereich von 6 kW_{el} bis $1,6 \text{ MW}_{\text{el}}$. In Abb. 16 ist die Verteilung der Anlagen auf die einzelnen Größenklassen dargestellt. Fast **60 %** der mit Pflanzenöl bzw. PME betriebenen BHKW haben eine installierte elektrische Leistung bis einschließlich $10 \text{ kW}_{\text{el}}$, weitere **30 %** bis einschließlich $100 \text{ kW}_{\text{el}}$. Der Anteil der Anlagen über $100 \text{ kW}_{\text{el}}$ beträgt nur etwa **10 %**. Die Anlagen im kleinen Leistungsbereich werden überwiegend im privaten und kommunalen Bereich betrieben. Daher gibt es auch kaum Informationen zu geplanten Anlagen.

Nahezu **alle Anlagen** nutzen sowohl Wärme als auch Strom (**KWK**).

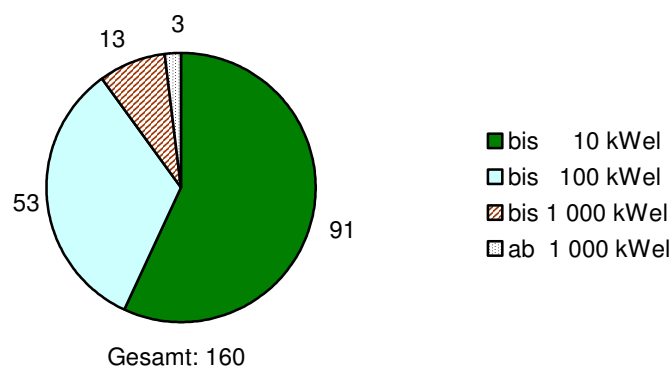


Abb. 16: Anlagenbestand Pflanzenöl- und PME-BHKW nach Größenklassen (März 2004)

Abb. 17 zeigt die geografische Verteilung der Pflanzenöl- und PME-BHKW in Abhängigkeit der installierten elektrischen Leistung in Deutschland. Es wird deutlich, dass die meisten Anlagen in Südwestdeutschland, v. a. in Bayern (über 50 %), betrieben werden. Die prozentualen Anteile der Bundesländer am gesamten Anlagenbestand sind in Abb. 18 dargestellt.

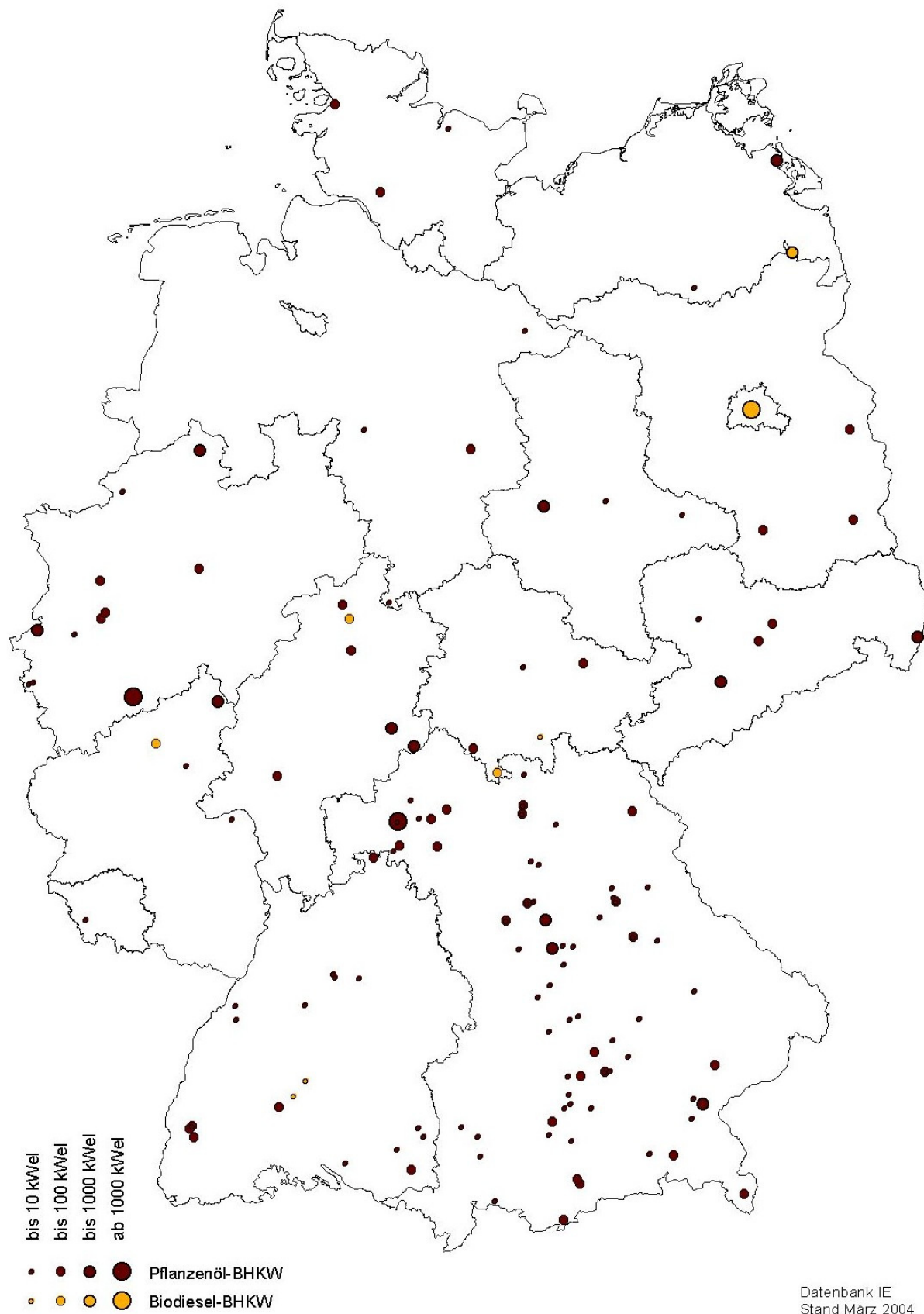


Abb. 17: Übersicht über bestehende Pflanzenöl- und PME-BHKW mit Stromerzeugung in Deutschland

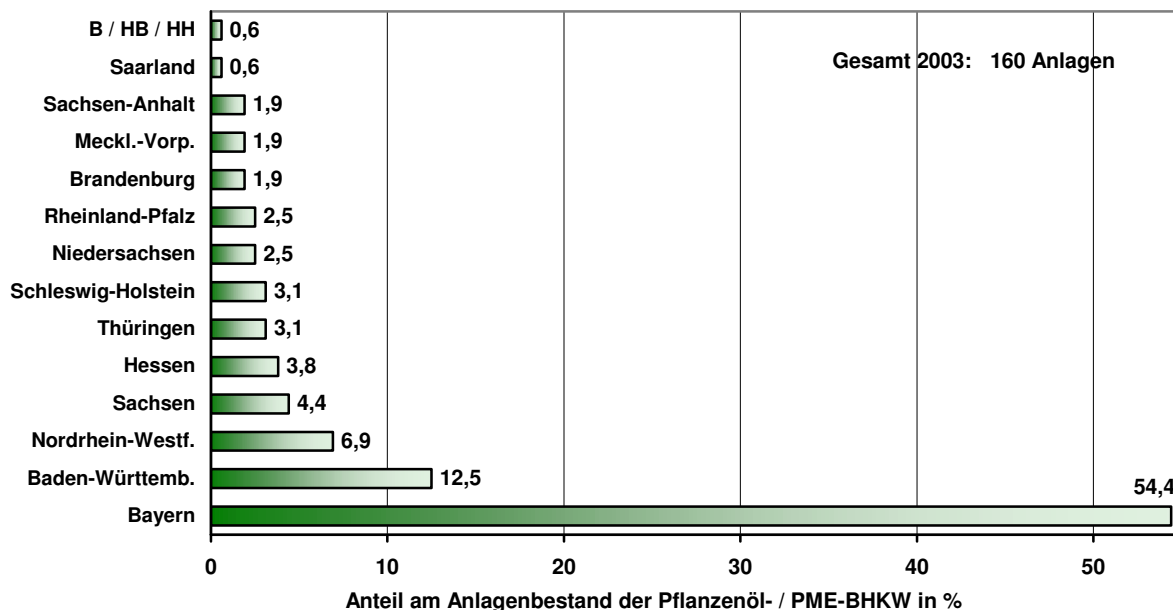


Abb. 18: Anteil der Pflanzenöl- / PME-BHKW der Bundesländer am gesamten Anlagenbestand (Dezember 2003)

4.2 Installierte elektrische Leistung

Die installierte elektrische Leistung aller mit Pflanzenöl und PME betriebenen BHKW beträgt derzeit ca. **12 MW_{el}**. Abb. 19 zeigt, dass 47 % der Gesamtleistung durch die drei größten Anlagen bereitgestellt wird (vgl. Abb. 16).

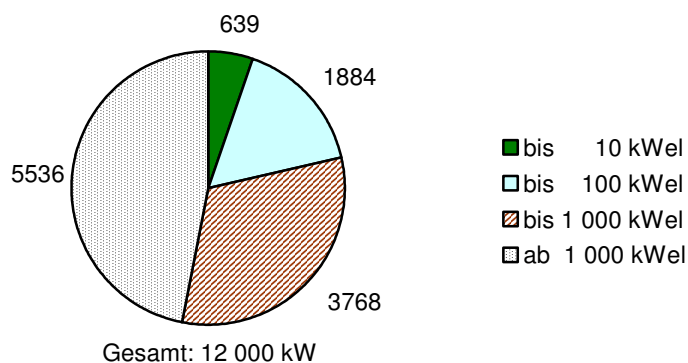


Abb. 19: Installierte elektrische Leistung aus Pflanzenöl- und PME-BHKW nach Größenklassen (März 2004)

Entsprechend der unterschiedlichen Anlagengrößen ergibt sich die in Abb. 20 dargestellte Verteilung der installierten elektrischen Leistung auf die einzelnen Bundesländer. Auch hier hat Bayern mit fast 32 % den größten Anteil.

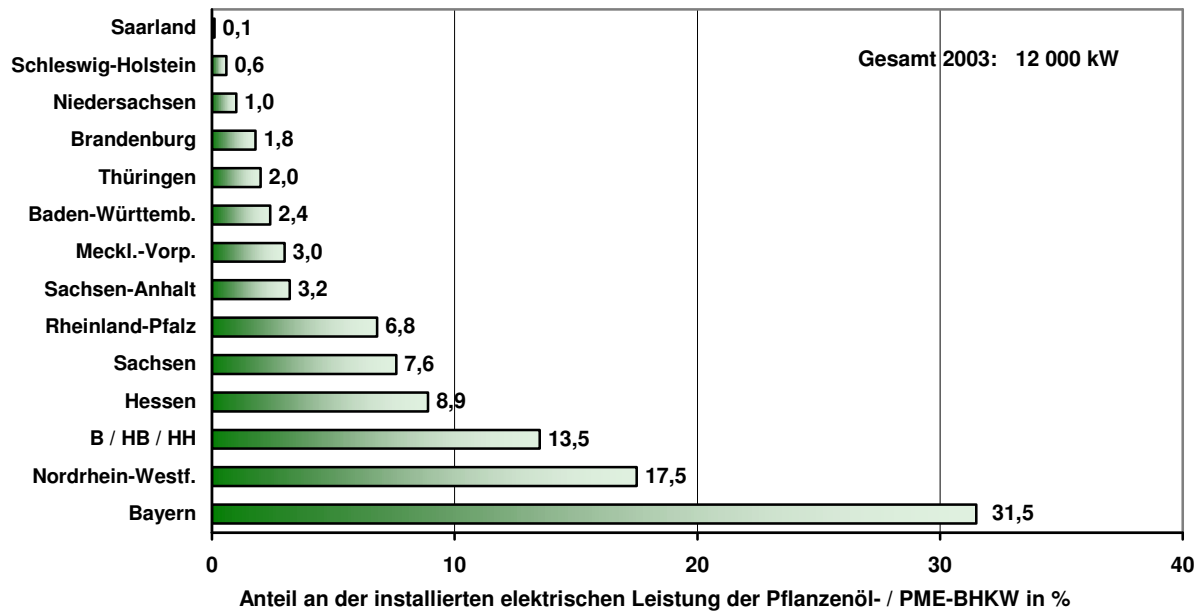


Abb. 20: Anteil der Bundesländer an der gesamten installierten elektrischen Leistung aus Pflanzenöl- / PME-BHKW (Dezember 2003)

4.3 Potenzielle Stromerzeugung

Die **Stromerzeugung** kann, auf Basis mittlerer Volllaststunden, mit etwa **76 GWh/a** brutto abgeschätzt werden³. Die Verteilung der potenziellen Stromerzeugung aus Pflanzenöl-/ PME-BHKW auf die einzelnen Bundesländer ist in Abb. 21 dargestellt. Auch hier hat Bayern mit 30 % den größten Anteil, gefolgt von Nordrhein-Westfalen mit 14 % und Berlin mit knapp 15 % (RME Anlage im Bundestag).

³ Zur Berechnung der Stromerzeugung wurden folgende mittlere Volllaststunden angenommen: Anlagen bis 10 kW_{el}: 2 500 h/a; Anlagen bis 100 kW_{el}: 5 000 h/a; Anlagen größer 100 kW_{el}: 7 000 h/a.

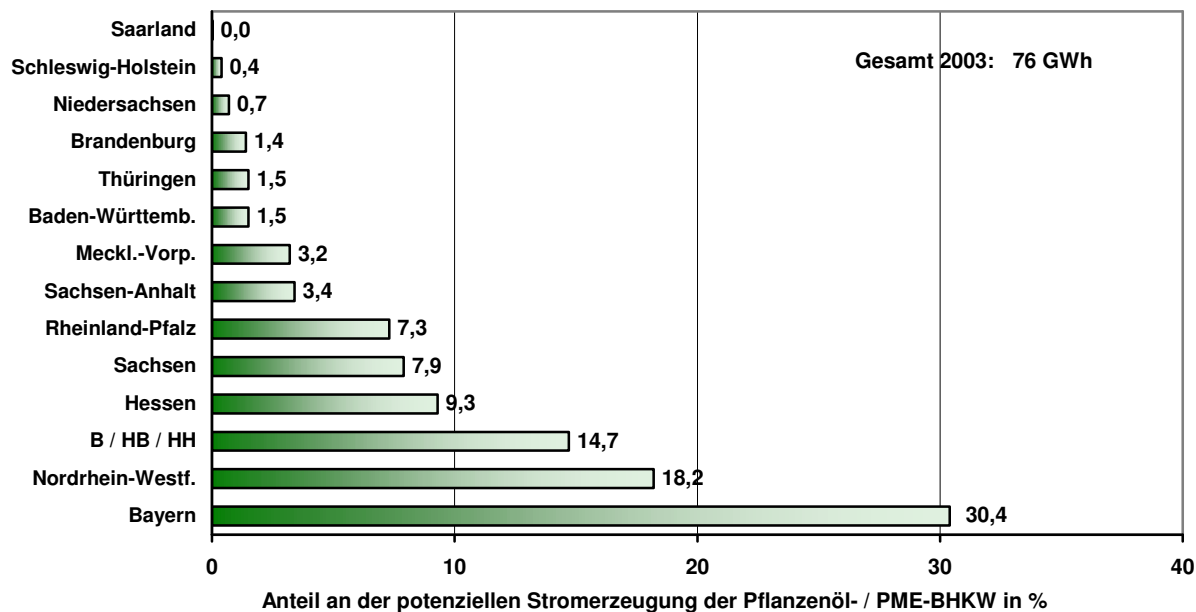


Abb. 21: Anteil der Bundesländer an der potenziellen Stromerzeugung aus Pflanzenöl- / PME-BHKW (Dezember 2003)

4.4 Brennstoffeinsatz

Derzeit werden etwa 20 000 bis 25 000 t/a Pflanzenöl (einschließlich zur Herstellung von PME) zur Stromerzeugung in BHKW eingesetzt. Dabei kommen fast ausschließlich naturbelassenes Rapsöl und Rapsölmethylester (RME) zum Einsatz.

Verglichen mit dem Einsatz von Biodiesel im Verkehrssektor ist diese Menge vernachlässigbar klein. In Deutschland hat sich die Produktionskapazität von Biodiesel von ca. 940 000 t/a Ende 2002 auf ca. 1 170 000 t/a Ende 2003 erhöht. Der Absatz von RME erhöhte sich von 550 000 t im Jahr 2002 auf 650 000 t im Jahr 2003 und damit um 18 % /5/.



5 Zusammenfassung

Zweieinhalb Jahre nach Inkrafttreten der BiomasseV zeigt sich deren Wirksamkeit vor allem in der Vielzahl der geplanten und im Bau befindlichen Anlagen sowohl bei den Biomasse(heiz)kraftwerken als auch bei den Biogasanlagen und damit in der Zunahme der Stromerzeugung aus Biomasse. Wesentliche Aussagen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Übersicht Biomasseanlagen (Stand: März 2004)

	Anlagen- anzahl	Installierte elektrische Leistung	Leistungsbereich (durchschnittl. Anlagenleistung)	Leistungs- zuwachs 2000 bis 2003	Potenzielle Strom- erzeugung	Potenzieller Brennstoff- einsatz
Biomasse (H)KW	95	480 MW	0,015-20 MW (4,9 MW)	+ 180 %	2,20 TWh/a	4,7 Mio. Mg Holz
Biogas	1 770	190 MW	0,01-2,5 MW (0,1 MW)	+ 140 %	1,20 TWh/a	550 000 m ³ Biogas
Pflanzenöl / PME BHKW	160	12 MW	0,003-2,6 MW (0,079 MW)		0,08 TWh/a	25 000 Mg Pflanzenöl
Gesamt	2 025	682 MW			3,48 TWh/a	

- Gegenwärtig sind etwa 95 Biomasse(heiz)kraftwerke mit einer installierten elektrischen Leistung von etwa 480 MW_{el} in Betrieb. Die potenzielle Stromerzeugung dieser Anlagen liegt bei etwa 2,2 TWh/a. Auf Grund der besseren Wirtschaftlichkeit und der vorhandenen Technik wird der Zubau tendenziell durch Biomasse(heiz)kraftwerke im größeren Leistungsbereich (15 bis 20 MW_{el}) bestimmt. Als Brennstoff (z. Zt. ca. 4,7 Mio. t/a) kommt (fast) ausschließlich Altholz zum Einsatz, da es kostengünstiger ist als naturbelassene Biomasse und aufgrund der bereits vorhandenen Marktstrukturen wirtschaftlicher bereitgestellt werden kann.
- Der Biogasanlagenbestand hat sich in den letzten vier Jahren von etwa 850 auf 1 770 Anlagen mehr als verdoppelt; die Gesamtleistung der Anlagen ist von etwa 45 MW_{el} (1999) um über das Vierfache auf 190 MW_{el} angestiegen. Die gegenwärtige potenzielle Stromerzeugung kann mit etwa 1,2 TWh/a abgeschätzt werden. Als Basissubstrat wird in den meisten Biogasanlagen tierische Exkrememente (Gülle und Festmist) eingesetzt. In über 90 % der Biogasanlagen werden zusätzlich Kosubstrate verwendet. Der Bau von Biogasanlagen ist durch die vermehrte Standardisierung von Komponenten und Aggregaten gekennzeichnet.



- Momentan erzeugen etwa 150 Pflanzenöl-BHKW und 10 PME-BHKW insgesamt 76 GWh/a Strom. Die installierte elektrische Leistung aller Anlagen beträgt ca. 12 MW_{el}; die Hälfte davon wird durch die drei größten Anlagen bereitgestellt. Dabei kommen fast ausschließlich Rapsöl und Rapsölmethylester (RME) zum Einsatz.

Insgesamt sind derzeit etwa 2 000 Biomasseanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von ca. 680 MW_{el} in Betrieb, die etwa 3,5 TWh/a Strom erzeugen könnten. Dies entspricht einem Anteil von etwa 0,63 % der gesamten Stromerzeugung in Deutschland (2003: 560 TWh; /6/). Damit wird das technische Stromerzeugungspotenzial von Biomasse (auch unter Berücksichtigung der gegenwärtigen Wärme- oder Kraftstofferzeugung) erst zu einem geringen Teil erschlossen. Als Bioenergieträger eingesetzt werden vor allem Festbrennstoffe und Biogas; die Zukunft flüssiger Bioenergieträger wird eher in der Nutzung als Kraftstoff im Verkehrssektor gesehen.

Die weitere Entwicklung der Stromerzeugung aus fester Biomasse und aus Biogas wird im Wesentlichen durch die EEG-Vergütung bestimmt sein. Bis Mitte 2005 werden die Projekte, die unter den bisherigen Rahmenbedingungen geplant wurden, weitgehend umgesetzt sein. Ändern sich die Rahmenbedingungen nicht, ist mittelfristig nur ein reduzierter Ausbau der Biomasseverstromung zu erwarten. Eine in der Novellierung des EEG vorgesehene Erhöhung der Einspeisevergütung für Strom aus sehr kleinen Anlagen und / oder aus naturbelassener Biomasse dürfte sich – aufgrund der notwendigen Vorlaufzeiten – ab Mitte 2005 wieder in steigenden Anlagenzahlen und der damit verbundenen installierten elektrischen Leistung bemerkbar machen. Dabei hängt die Dynamik der weiteren Entwicklung von der konkreten Ausgestaltung der Vergütungssätze ab.



Literaturverzeichnis

- /1/ Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) vom 29. März 2000, BGBl I 2000, S. 305
- /2/ Verordnung über die Erzeugung von Strom aus Biomasse (Biomasseverordnung – BiomasseV) einschließlich Begründung vom 21. Juni 2001, BGBl 2001, S. 1234
- /3/ Institut für Energetik und Umwelt gGmbH: Monitoring zur Biomasseverordnung auf Basis des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) aus Umweltsicht; Endbericht, Leipzig, Dezember 2003
- /4/ Institut für Energetik und Umwelt gGmbH: Biogasgewinnung aus Gülle, organischen Abfällen und aus angebauter Biomasse – Eine technische, ökonomische und ökologische Analyse; DBU-Projekt 15071, Endbericht, Leipzig, 2003
- /5/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Entwicklung der erneuerbaren Energien im Jahr 2003 in Deutschland. Erste vorläufige Abschätzung (Stand Februar 2004); unter <http://www.bmu.de/files/enteestat.pdf> (Zugriffsdatum: 12.03.2004).
- /6/ Verband der Elektrizitätswirtschaft (VDEW): Netto-Stromerzeugung in Deutschland 2003; unter <http://www.strom.de> (Zugriffsdatum: 30.03.2004)