Bioenergie - Datengrundlagen für die Statistik der erneuerbaren Energien und Emissionsbilanzierung

Ergebnisbericht zum Workshop vom Juli 2011

Umwelt Bundes Amt
Für Mensch und Umwelt

Bioenergie - Datengrundlagen für die Statistik der erneuerbaren Energien und Emissionsbilanzierung

Ergebnisbericht zum Workshop vom Juli 2011

von

Marion Dreher, Michael Memmler, Stefan Rother, Sven Schneider
Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau

Dieter Böhme
Bundesumweltministerium für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin

Dieser Ergebnisbericht ist ausschließlich als Download unter
http://www.uba.de/uba-info-medien/4251.html
verfügbar. Hier finden Sie auch einen Anlagenband.

Durchführung des Workshops:	Umweltbundesamt Wörlitzer Platz 1 06844 Dessau-Roßlau	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Stresemannstraße 128 - 130 10117 Berlin
Abschlussdatum:	Oktober 2011	
Herausgeber:	Umweltbundesamt Wörlitzer Platz 1 06844 Dessau-Roßlau Tel.: 0340/2103-0 Telefax: 0340/2103 2285 E-Mail: info@umweltbundesamt.de Internet: http://www.umweltbundesamt.de http://fuer-mensch-und-umwelt.de/	
Redaktion:	Fachgebiet I 2.5 Energieversorgung und –daten Stefan Rother, Marion Dreher	

Dessau-Roßlau, Februar 2012

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Umwelt Bundes Amt
Für Mensch und Umwelt

AGEE-Stat
Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien - Statistik

DBFZ

Ergebnisbericht zum Workshop

„Bioenergie – Datengrundlagen für die Statistik der erneuerbaren Energien und Emissionsbilanzierung“

Abschlussdatum Oktober 2011

Kontakt

Dieser Ergebnisbericht zum Workshop „**Bioenergie – Datengrundlagen für die Statistik der erneuerbaren Energien und Emissionsbilanzierung**“ entstand im Rahmen der Arbeiten der Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien-Statistik als Beitrag des Umweltbundesamtes.

Ergebnisse aus dem Workshop werden in den für Mitte 2012 zur Veröffentlichung vorgesehenen Bericht „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger - Durch Einsatz erneuerbarer Energien vermiedene Emissionen im Jahr 2011“ einfließen und in der Endfassung auf der Internetseite des Umweltbundesamtes bereitgestellt unter http://www.umweltbundesamt.de/

Autoren

Präsentationen

Die auf dem Workshop präsentierten Vorträge von den jeweiligen Fachexperten wurden im Anhang unverändert wiedergegeben.

Federführung Gesamtbericht:

Stefan Rother, Marion Dreher (UBA I 2.5)

Beiträge zu den Arbeitsgruppen:

feste Biomasse	Michael Memmler
gasförmige Biomasse	Sven Schneider
flüssige Biomasse	Stefan Rother

Photographische Dokumentation des Workshops

Dieter Böhme (BMU KI III 1)

Der Workshop erfolgte unter engagierter Mitwirkung insbesondere von:

Vorträge im Plenum:

Dr. Klaus Müschen (UBA), Dr. Katrin Freier (BMU), Dr. Daniela Thrän (DBFZ), Dr. Frank Musiol (ZSW), Marion Dreher (UBA)

Impulsvorträge:

Ingeborg Bayer (BLE), Jaqueline Daniel-Gromke (DBFZ), Kerstin van Mark (ZSW), Michael Memmler (UBA), Franziska Müller-Langer (DBFZ), Anja Nowack (UBA), Cornelia Viehmann (DBFZ), Janet Witt (DBFZ)

Leitung der parallelen Arbeitsgruppen zur vertiefenden Diskussion:

Michael Memmler (UBA), Sven Schneider (UBA), Reinhard Herbener (UBA), Stefan Rother (UBA), Dietmar Kemnitz (FNR)

Danksagung

Die erfolgreiche Durchführung des Workshops wäre ohne die tatkräftige Mitarbeit und engagierte Unterstützung aller Beteiligten nicht möglich gewesen. Herr Dieter Böhme hat im Auftrag des BMU durch die Koordination der Workshop-Vorbereitung und -durchführung und seine fachliche Unterstützung maßgeblich zum Gelingen der Veranstaltung beigetragen. Kerstin van Mark vom ZSW hat ihm als Mitarbeiterin der Geschäftsstelle der AGEE-Stat kompetent und umsichtig zur Seite gestanden. Den Mitarbeitern und Referenten des DBFZ, die die Impulsvorträge für die einzelnen Arbeitsgruppen erstellt und präsentiert haben, danken wir für die umfangreichen inhaltlichen Vorarbeiten für den Workshop. Weiterhin danken wir den Referenten Frau Bayer (BLE), Herrn Burkhardt (Burkhardt GmbH), Herrn Dr. Cuhls (gewitra), Herrn Hölker (bioreact), Frau Nowak (UBA) und Frau van Mark (ZSW) für ihre Beiträge. Die Dokumentation des Workshops wäre ohne die gewissenhaften Mitschriften der Protokollanten Ingrid Wernicke (DIW), Tim Hermann (UBA) und Thomas Nieder (ZSW) undenkbar und ohne die fleißige Unterstützung von Katja Merkel und Jeannette Pabst (beide UBA) bei Redaktion und Layout schlecht lesbar geworden. Nicht zuletzt sind die Veranstalter des Workshops allen Teilnehmern und Teilnehmerinnen, die den Weg nach Dessau-Roßlau gefunden haben, für ihre konstruktiven Fragen, Kommentare, Anregungen und Wortbeiträge zu Dank verpflichtet!

Kurzbeschreibung

Gemeinsam mit dem Bundesumweltministerium, der Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien-Statistik und dem Deutschen BiomasseForschungszentrum hat das Umweltbundesamt am 5. und 6. Juli 2011 einen Expertenworkshop in Dessau-Roßlau veranstaltet. Auf der Veranstaltung wurde der Gesamtbestand von Biomasseanlagen mit festen, gasförmigen und flüssigen Brennstoffeinsätzen in Deutschland in den Blick genommen. Die zunehmende Bedeutung der Biomassenutzung zur Strom- und Wärmeerzeugung erfordert dringend eine adäquatere statistische Erfassung und Emissionsbilanzierung. Dies ist für die Politikberatung ebenso relevant wie für die Erfüllung europäischer Berichtspflichten.

Die Workshop-Teilnehmer haben sich der Frage gestellt, wie der Anlagenbestand in Zukunft in seiner wachsenden Komplexität angemessen statistisch abgebildet werden kann und wie die Berechnungsgrundlagen für Emissionen und -einsparungen regelmäßig aktualisiert und methodisch angepasst werden können. Hierzu analysierten 60 Experten aus Wissenschaft, Fachverwaltung und Wirtschaft den verfügbaren Wissens- und Datenbestand. Anhand durchschnittlicher Effizienzparameter von Biomasseanlagen wurde nach intensiver Diskussion letztlich ein Kerndatensatz relevanter Eingangsdaten für die Statistik und Emissionsbilanzen abgestimmt. Zugleich wurde weiterer Forschungsbedarf festgestellt. Das Umweltbundesamt veröffentlicht mit diesem Workshop-Bericht die konkreten Ergebnisse und Handlungsbedarfe als Grundlage für die Arbeiten in den nächsten Jahren.

Abstract

The constantly growing importance of biomass for heat and power generation in Germany needs more adequate statistical data acquisition and emissions balances. This data is needed for policy consultancy and for the compliance to European reporting commitments.

But, how is it possible to statistically portray the biomass-fired plant park in its growing complexity in an adequate manner, in order to gain reliable data for national and international reporting commitments? These were the questions debated among 60 experts from scientific institutions, industry and administration during a workshop jointly organized by the Federal Environment Agency (UBA), the Federal Ministry for the Environment (BMU), the Working Group Renewable Energy Statistics (AGEE-Stat) and the Germany Biomass Research Center (DBFZ) on 5 and 6 July 2011 in Dessau-Roßlau.

To that end, the whole biomass-fired plant stock in Germany, including solid, liquid and gaseous biomass was looked at. In a first step, the current level of knowledge concerning efficiency and emission parameters was discussed. In a second step, a core input data set for statistical use was agreed upon. Moreover, the workshop detected a need for further research on several aspects.

The Federal Environment Agency publishes this workshop report in order to document the results of this event. It gives an overview of the publically available data source for biomass installations and usage in Germany and it also depict the need for further research. This shall be used as basis for further work in this area in the years to come.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abkürzungen

1 Einführung und Zielsetzung 1

2 Plenum - Wissenstand und Wissensbedarf 3

2.1 Auswirkungen der aktuellen EEG-Novelle: Neue Bioenergievergütung 2012 3

2.2 Datengrundlagen für die Statistik der erneuerbaren Energien und Emissionsbilanzierung 5

2.3 Die Rolle der Biomassenutzung in der Statistik erneuerbarer Energien: Wissensstand, Wissenslücken, Herausforderungen 7

2.4 Stand der Ausprägung der Biomassenutzung in Deutschland – Ergebnisse aktueller Forschungsvorhaben des DBFZ und Erfassungslücken 8

2.5 Emissionsbilanzierung der Bioenergienutzung: Anforderungen und Wissensbedarf 11

3 Arbeitsgruppe Feste Biomasse – Sachstand und Ergebnisse 14

3.1 Einführung 14

3.2 Anlagenbestand 27

3.2.1 Ergebnisse 27

3.2.2 Klärungsbedarf und Lösungsvorschläge 33

3.2.3 Verbleibender Forschungsbedarf 33

3.3 Effizienz 34

3.3.1 Ergebnisse 34

3.3.2 Klärungsbedarf und Lösungsvorschläge 36

3.3.3 Verbleibender Forschungsbedarf 36

3.4 Emissionen 37

3.4.1 Ergebnisse 37

3.4.2 Klärungsbedarf und Lösungsvorschläge 40

3.4.3 Verbleibender Forschungsbedarf 40

3.5 Tabellarische Übersicht zu wesentlichen Ergebnissen 41

3.6 Handlungsempfehlungen zur Verbesserung der Datengrundlagen 44

3.7 Stand der Arbeiten zu Wärme 45

3.7.1 Daten und Wissensbedarf bezüglich Biomasse im Wärmebereich 45

3.7.2 Charakterisierung der vorhandenen Datenquellen 46

3.7.3 Vorstellung des Vorhabens Methodikentwicklung biogener Wärme 50
4 Arbeitsgruppe Biogas – Sachstand und Ergebnisse 53
4.1 Einführung 53
4.2 Anlagenbestand 68
4.2.1 Ergebnisse 68
4.2.2 Klärungsbedarf und Lösungsvorschläge 73
4.2.3 Verbleibender Forschungsbedarf 73
4.3 Effizienz 73
4.3.1 Ergebnisse 73
4.3.2 Klärungsbedarf und Lösungsvorschläge 75
4.3.3 Verbleibender Forschungsbedarf 76
4.4 Emissionen 76
4.4.1 Ergebnisse 76
4.4.2 Klärungsbedarf und Lösungsvorschläge 78
4.4.3 Verbleibender Forschungsbedarf 78
4.5 Übersicht zu wesentlichen Ergebnissen 79
4.6 Handlungsempfehlungen zur Verbesserung der Datengrundlagen 80
5 Arbeitsgruppe flüssige Biomasse – Sachstand und Ergebnisse 82
5.1 Einführung 82
5.2 Anlagenbestand 93
5.2.1 Ergebnisse 93
5.2.2 Klärungsbedarf und Lösungsvorschläge 98
5.3 Effizienz 99
5.3.1 Ergebnisse 99
5.3.2 Klärungsbedarf und Lösungsvorschläge 100
5.4 Emissionen 101
5.4.1 Ergebnisse 101
5.4.2 Klärungsbedarf und Lösungsvorschläge 101
5.5 Übersicht zu wesentlichen Ergebnissen 101
5.6 Handlungsempfehlungen zur Verbesserung der Datengrundlagen 103
6 Schlussfolgerungen und Ausblick 104

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht über die Biomasse-Vergütungsstruktur nach EEG 2011 5

Abbildung 2: Deutsche Klimaschutz- und Energieziele bis 2050.....6

Abbildung 3: Verbesserung der Datenlage im Bereich Bioenergie.....8

Abbildung 4: Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse 9

Abbildung 5: Ausgewählte abgeschlossene und laufende Forschungsvorhaben des DBFZ zur Generierung von Bioenergiedaten 10

Abbildung 6: Wesentliche Eingangsdaten für die Bilanzierung vermiedener Emissionen durch erneuerbare Energien.....13

Abbildung 7: Aussagekraft der Hauptdatenquellen für relevante Parameter der Energiestatistik und Emissionsbilanzierung fester Biomasse (Zeichenerklärung: + Daten vollständig verfügbar, (+) Daten liegen teilweise vor, (-) Daten liegen in wenig belastbarer Qualität vor, - keine Daten verfügbar) 15

Abbildung 8: Anlagenzahl, installierte elektrische Leistung und Stromerzeugung der Biomasseheizkraftwerke in Deutschland zum 31.12.2009 28

Abbildung 9: Anteil der verschiedenen Umwandlungstechniken am Anlagenbestand und an der Stromerzeugung.....29

Abbildung 10: Rechnerische Volllaststunden der Biomasseheizkraftwerke mit Dampfturbine nach Leistungsklassen 30

Abbildung 11: Rechnerische Volllaststunden der Biomasseheizkraftwerke mit Dampfturbine nach Wärmenutzung 31

Abbildung 12: Rechnerische Volllaststunden der ORC-Biomasseheizkraftwerke nach Wärmenutzung.....32

Abbildung 13: Rechnerische Volllaststunden von Holzgas-Blockheizkraftwerken.....32

Abbildung 14: Aus der amtlichen Statistik abgeleitete durchschnittliche Effizienzparameter von Biomasseheizkraftwerken 34

Abbildung 15: Gemessene Massenkonzentrationen von Altholz(heiz)kraftwerken für Stickoxid, Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid 37

Abbildung 16: Gemessene Massenkonzentrationen von Altholz(heiz)kraftwerken für Staub und Gesamt-Kohlenstoff(verbindungen) 38

Abbildung 17: Emissionsgrenzwerte der TA-Luft für Biomasse-Heizkraftwerke 39

Abbildung 18: Emissionen von Holzgas-BHKW (Gleichstromvergaser für Zündstrahlmotoren mit trockener Gasaufbereitung).....40

Abbildung 19 : Strukturelle Untergliederung des Mengengerüsts für Wärme nach AGEE-Stat 45

Abbildung 20: Anforderungen an die strukturelle Untergliederung des Mengengerüsts für Wärme für den IEA-Fragebogen 46

Abbildung 21: Verfügbare Datenquellen für Wärme und ihre sektorale Abdeckung 48

Abbildung 22: Generelle Qualitätsanforderungen an Datenquellen nach IPCC und UNFCCC.....49

Abbildung 23: Wärmebereitstellung aus biogenen Brennstoffen - Vorstellung des Vorhabens.....50

Abbildung 24: Strukturelle Anforderungen an die Ergebnisdarstellung des Vorhabens Methodikentwicklung biogener Wärme 51

Abbildung 25: Wärmebereitstellung aus biogenen Brennstoffen - Vorgehensweise.....52

Abbildung 26: Aussagekraft der Hauptdatenquellen für relevante Parameter der Energiestatistik und Emissionsbilanzierung (Zeichenerklärung: + Daten vollständig verfügbar, (+) Daten liegen teilweise vor, (-) Daten liegen in wenig belastbarer Qualität vor, - keine Daten verfügbar).....54

Abbildung 27: Biogasnutzung in Deutschland 2009 - Datenvergleich 69

Abbildung 28: Biogasnutzung in Deutschland im Jahr 2009 nach Leistungsklassen 70

Abbildung 29: Volllaststunden der Biogasnutzung verschiedener Datenquellen 71

Abbildung 30: Externer Wärmenutzungsgrad bei der Biogasnutzung verschiedener Datenquellen.....72

Abbildung 31: Relative Ausnutzung von Biogassubstraten im Vergleich zu KTBL-Werten.....74

Abbildung 32: Aussagekraft der Hauptdatenquellen für relevante Parameter der Energiestatistik und Emissionsbilanzierung.....83

Abbildung 33: Aussagekraft der Hauptdatenquellen für relevante Parameter der Energiestatistik und Emissionsbilanzierung (Zeichenerklärung: + Daten vollständig verfügbar, (+) Daten liegen teilweise vor, (-) Daten liegen in wenig belastbarer Qualität vor, - keine Daten verfügbar).....94

Abbildung 34: Einsatzmenge und mengenmäßige Verteilung nach Art des Pflanzenöls 96

Abbildung 35: Verteilung des Einsatzes von Pflanzenöl der Leistungsklassen 150 bis 500 kW.....97

Abbildung 36: Gegenüberstellung der abgeleiteten Volllaststunden EEG-Daten und DBFZ 98

Abbildung 37: Ableitung der KWK-Wärmeerzeugung anhand von Stromkennzahlen 100

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wesentliche Ergebnisse für Dampfturbinen-(Heiz-)kraftwerken (mittlere Werte) 41

Tabelle 2: Wesentliche Ergebnissen für ORC-Heizkraftwerke (mittlere Werte) 42

Tabelle 3: Wesentliche Ergebnisse für Holzgas-BHKW (mittlere Werte) 43

Tabelle 4: Übersicht zu wesentlichen Ergebnissen der Arbeitsgruppe Biogas 79

Tabelle 5: Auswertung der BNetzA EEG-Daten nach Leistungsklassen 94

Tabelle 6: Übersicht zu wesentlichen Ergebnissen der Arbeitsgruppe flüssige Biomasse 101

Abkürzungen

A

AEE
Agentur für Erneuerbare Energien
AGEB
Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen
AGEE-Stat
Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik
ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

B

BDEW
Bundesverband der Energie- und Wasserwirschaft
BfN
Bundesamt für Naturschutz
BHKW
Blockheizkraftwerk
BImSchG
Bundesimmissionsschutzgesetz
BioKraft-NachV
Verordnung über Anforderungen an eine nachhaltige Herstellung von Biokraftstoffen
BMELV
Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMU
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMWi
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BNetzA
Bundesnetzagentur
BSHD
Bundesverband der Säge- und Holzindustrie Deutschland

D

DBFZ
Deutsches BiomasseForschungsZentrum

E

EE
Erneuerbare Energien
EEG
Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEWärmeG
Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz
EU
Europäische Union
Eurostat
Statistisches Amt der Europäischen Union

F

FNR
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe
FV-Biogas
Fachverband Biogas e.V.

G

gewitra
Ingenieurgesellschaft für Wissenstransfer mbH
GHD
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

I

IEA
Internationale Energie Agentur
IER
Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung
IFEU
Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH
IWES
Frauenhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik

K

KTBL
Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
kW
Kilowatt
KWK
Kraft-Wärme-Kopplung

L

LfL Bayern
Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft

M

MAP
Marktanreizprogramm

N

Nawaros
Nachwachsende Rohstoffe

O

ORC
Organic-Rankine-Cycle

S

SKZ
Stromkennzahl
StBA
Statistisches Bundesamt

T

TA-Luft

Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft

TFZ
Technologie- und Förderzentrum

U

UBA
Umweltbundesamt

V

VBS
Vollbenutzungsstunden ,

Z

ZIV
Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks

ZSW
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung

1 Einführung und Zielsetzung

Gemeinsam mit dem Bundesumweltministerium, der Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat) und dem Deutschen BiomasseForschungszentrum (DBFZ) hat das Umweltbundesamt (UBA) am 5. und 6. Juli 2011 einen Expertenworkshop zum Thema „Bioenergie – Datengrundlagen für die Statistik der erneuerbaren Energien und Emissionsbilanzierung“ in Dessau-Roßlau veranstaltet. Der Workshop hatte das Ziel, die Arbeitsgrundlagen der AGEE-Stat zur Erstellung von EE-Statistiken und zur Berechnung der Netto-Treibhausgasvermeidung zu verbessern und methodisch weiterzuentwickeln. Verbesserte Datengrundlagen und Berechnungsmethoden werden vor allem für die Erfüllung der Berichtspflichten im Rahmen der EU-Richtlinie Erneuerbare Energien (2009/28/EG; RED) und auch zur Erstellung der Broschüre „Erneuerbare Energien in Zahlen“ benötigt.

Die Ausweitung der energetischen Nutzung der Biomasse in Deutschland in den letzten Jahren hat eine vertiefende Betrachtung des Daten- und Wissensbestand in diesem Bereich ebenso notwendig gemacht, wie die gestiegenen Anforderungen an die Berechnungen der Netto-Treibhausgasvermeidung. Die Veranstalter des Workshops haben aus diesem Grund den verfügbaren Datenbestand (insb. amtliche Statistik und DBFZ-EEG-Monitoring) systematisch und umfassend ausgewertet und aufbereitet.

In Vorbereitung des Workshops wurden vom UBA u.a. die EEG-Daten der Bundesnetzagentur (BNetzA) des Jahres 2009 in den erforderlichen Berichtsstrukturen ausgewertet (Differenzierung nach fester, flüssiger und gasförmiger Biomasse). Damit konnte eine neue Datenquelle in die Expertendiskussion eingebracht und als Vergleich zu anderen Datenquellen dienen. Zu bestimmten Aspekten (z.B. Stromerzeugung gesamt, KWK-Stromerzeugung u. installierte Leistung nach Art der Biomasse) sind somit erstmals fundierte und belastbare Aussagen zur Biomassenutzung in Deutschland möglich. Die zukünftige Verwendung der EEG-Daten der BNetzA als Datenquelle für die EE-Statistik wurde im Verlauf des Workshops positiv beurteilt.

Zu dem Workshop wurden Experten aus allen Bereichen der nationalen Biomassenutzung eingeladen. Den Weg nach Dessau haben insgesamt 60 Teilnehmer gefunden, darunter Experten und Expertinnen aus Forschungseinrichtungen, FachvertreterInnen aus Behörden wie dem Statistischen Bundesamt und der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), Planer und Betreiber von Biomasseanlagen sowie InteressenvertreterInnen der Biomassebranche.

Den Teilnehmern wurde zunächst in Plenumsvorträgen ein Überblick über den Wissensbedarf und -stand zur Biomassenutzung in Deutschland gegeben. Anschließend wurden mit ihnen in drei Arbeitsgruppen zu den Themenfeldern feste, gasförmige und flüssige Biomasse vertiefend Sachfragen bearbeitet. Die Arbeitsgruppen begannen jeweils mit einem Impulsvortrag durch das DBFZ, im dem detailliert der Sachstand der einzelnen Themengebiete dargestellt wurde. Unter der Leitung von UBA (feste, gasförmige Biomasse) sowie UBA/Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) (flüssige Biomasse) wurden anschließend anhand von Diskussionsfragen und Datenfolien die Stärken und Schwächen der vorliegenden Daten diskutiert. Weiterhin wurde aus dem Kreis der Experten Vorschläge für die zukünftige Verbesserung der Datenverfügbarkeit und -qualität gesammelt. Sofern für bestimmte Aspekte keine konkreten Vorschläge möglich waren, wurde entsprechender Klärungs- oder Forschungsbedarf formuliert.

Der Workshop verlief in angenehmer Atmosphäre und die Teilnehmer zeigten an der Ausrichtung reges Interesse und bereicherten mit Erfahrungs- und Faktenreichtum den Fachaustausch. Die konstruktive und produktive Diskussionskultur im Rahmen des Workshops hat sowohl den Erkenntnisgewinn der AGEE-Stat als auch die Vernetzung zwischen den Experten wesentlich befördert.

2 Plenum - Wissenstand und Wissensbedarf

Die AGEE-Stat unter Leitung des ZSW im Auftrag des BMU erarbeitet in Zusammenarbeit mit weiteren Experten die Statistik der erneuerbaren Energien für Deutschland mit dem Ziel, eine umfassende, aktuelle und abgestimmte Datenbasis zur Nutzung der erneuerbaren Energien in Deutschland bereitzustellen. Diese ist unter anderem die Voraussetzung für Politikentscheidungen auf verlässlicher Grundlage. Darüber hinaus sind die Daten der AGEE-Stat Basis für eine Vielzahl von Berichtspflichten gegenüber dem Deutschen Bundestag, der Europäischen Kommission und im Rahmen internationaler Klimaverpflichtungen.

Vor dem Hintergrund qualitativ neuer Berichtspflichten (EU-Statistik Verordnung und EU Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen) sind wesentliche Eingangsgrößen für die Berichterstattung zu den erneuerbaren Energien und die Emissionsbilanzierung der energetischen Biomassenutzung auf dem Prüfstand. Der Bereich der Bioenergie ist auf Grund seiner Heterogenität dabei eine besondere Herausforderung für die Datenerhebung.

Ziel des Workshops ist es:

- den aktuellen Daten- und Wissensstand für die festen, flüssigen und gasförmigen Biomasse zusammenzutragen und wesentliche Daten- und Wissenslücken zu identifizieren,
- soweit dies möglich ist, Möglichkeiten für einen Lückenschluss aufzuzeigen, insbesondere auch vor dem Hintergrund der Erfassungsgrenzen der amtlichen Statistik,
- Ansätze für eine Weiterentwicklung der Berechnungsmethoden unter Berücksichtigung ggf. anderer Datenquellen zu entwickeln.

In den Plenumsvorträgen sollen wesentliche Aspekte beleuchtet werden, die den Teilnehmern als Hintergrundinformationen für ihre Expertenbeiträge in den einzelnen Arbeitsgruppen dienen können.

2.1 Auswirkungen der aktuellen EEG-Novelle: Neue Bioenergievergütung 2012

Dr. Karin Freier, BMU

Am 1. Januar 2012 wird das novellierte Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2012) in Kraft treten, das ein neues Vergütungssystem für Biomasse vorsieht und zu mehr Flexibilität und Nachhaltigkeit im Biomassesektor beitragen soll. Diese Änderungen haben auch Auswirkungen auf die zukünftige Datenverfügbarkeit für Berichterstattungszwecke. Hiervon ist insbesondere die AGEE-Stat betroffen, deren Datenbestand eine wesentliche Grundlage für die zukünftig in zweijährigem Turnus vorzulegenden EEG-Erfahrungsberichte bildet. Die Erfahrungsberichte dienen dazu, den Entscheidungsträgern zeitnah Informationen zur Erfolgskontrolle und zur notwendigen Weiterentwicklung zu geben.

Die neue Vergütungsstruktur des EEG 2012 behält eine größenabhängige Grundvergütung bei, bestehend aus vier Stufen. Zusätzlich werden zwei Einsatzstoffvergütungsklassen eingeführt, die mit dem Energieinhalt der Einsatzstoffe aufgeführt sind. Unterschieden wird zwischen drei

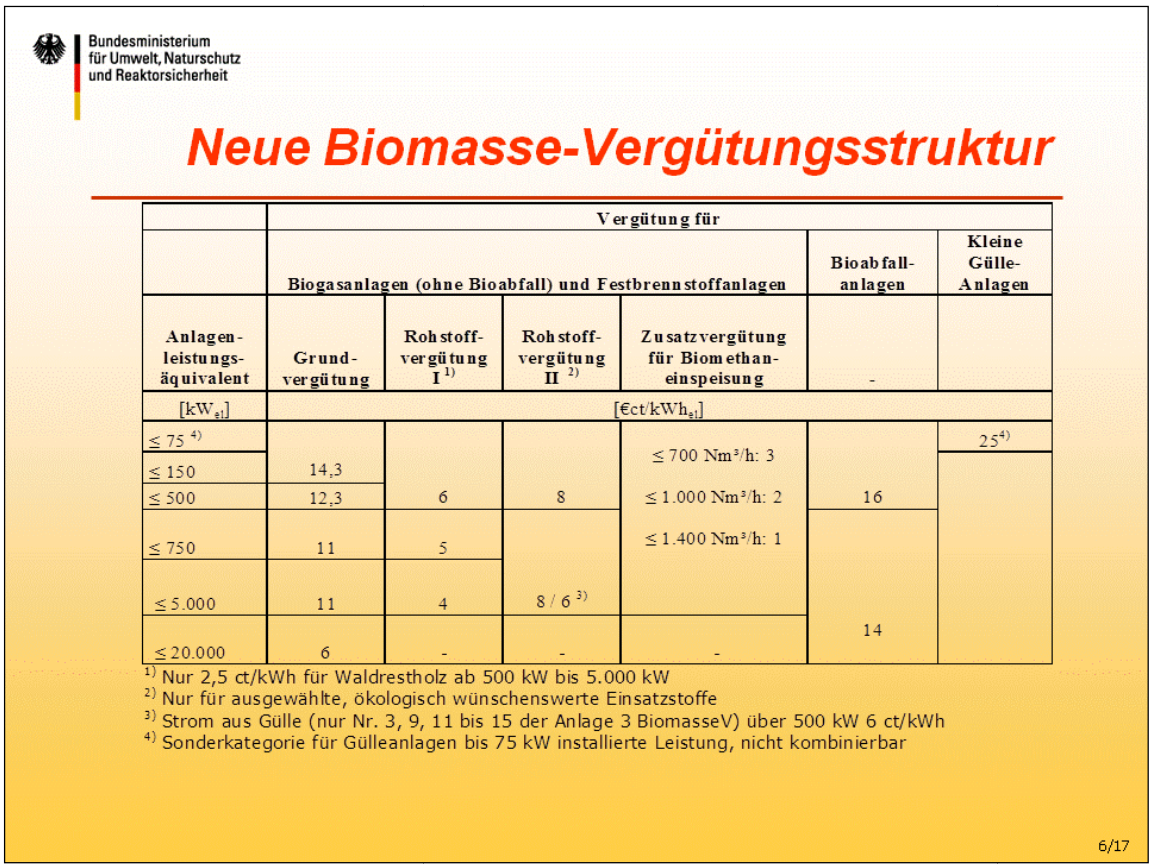
unterschiedlichen Einsatzstoffgruppen. E 0 umfasst Abfall- und Reststoffe, wie z.B. Schlempe und Lebensmittelabfälle, die auf Grund ihrer kostengünstigen Verfügbarkeit lediglich die Grundvergütung erhalten. Die Einsatzstoffgruppen E I umfasst Anbaubiomasse, sogenannte Nawaros (wie bspw. Maissilage oder Grünpflanzensilage) und E II bezeichnet ökologisch vorteilhafte Einsatzstoffe. Die letzten beiden Kategorien werden mit zusätzlichen Boni bezuschusst.

Die neue Vergütung soll die Nachhaltigkeit der Biomasseverwertung zur Stromerzeugung verbessern. Ökologisch wünschenswerte Einsatzstoffe wie Gülle oder Landschaftspflegematerial und die Einführung eines sogenannten Maisdeckels (Beschränkung der Verwendung von Mais und Getreidekorn auf höchstens 60 Massenprozent) sollen die Nachhaltigkeit der Biomassenutzung verbessern.

Daneben führt die Novellierung des EEG zu einer Steigerung der Flexibilität des Biomasseeinsatzes. Die Wahl der Einsatzstoffe wird durch die Aufhebung des Nawaro- Ausschließlichkeitsprinzips erleichtert, die Vergütung erfolgt nun anteilig nach Einsatzstoff, damit können alle Einsatzstoffklassen gemischt werden. Weiterhin wird mit der Einführung der Flexibilitätsprämie die bedarfsgerechte Stromeinspeisung gefördert.

Neben dieser Flexibilitätsprämie gibt es weitere Prämien für Biomethaneinspeisung (100% KWK) und für Bioabfallanlagen mit 90 % Bioabfalleinsatz mit nachgeschalteter Kompostierung. Kleine Gülleanlagen mit bis zu 75 kW werden über eine Sonderkategorie vergütet und sind auch von der Mindestwärmenutzungspflicht entbunden.

Mit dem EEG 2012 werden Mindestanforderungen für die Biogasnutzung festgelegt. Biogasanlagen müssen entweder 60 % Wärmenutzung oder 60 % Gülleeinsatz nachweisen oder zur Direktvermarktung des Stroms übergehen. Für ab 2014 errichtete Biogasanlagen mit einer Leistung ab 750 kW ist die Marktprämie verbindlich. Außerdem wird der Vergütungsanspruch an das Führen eines Einsatzstofftagebuchs gekoppelt, in dem die Anlagenbetreiber die Menge, Art und Herkunft der eingesetzten Biomasse dokumentieren müssen.



	Vergütung für					
	Biogasanlagen (ohne Bioabfall) und Festbrennstoffanlagen				Bioabfall-anlagen	Kleine Gülle-Anlagen
Anlagen-leistungs-äquivalent	Grund-vergütung	Rohstoff-vergütung I [1]	Rohstoff-vergütung II [2]	Zusatzvergütung für Biomethan-einspeisung	-	
[kW_{el}]	[€ct/kWh_{el}]					
≤ 75 [4]						25 [4]
≤ 150	14,3			≤ 700 Nm³/h: 3		
≤ 500	12,3	6	8	≤ 1.000 Nm³/h: 2	16	
≤ 750	11	5		≤ 1.400 Nm³/h: 1		
≤ 5.000	11	4	8 / 6 [3]			
≤ 20.000	6	-	-	-	14	

[1] Nur 2,5 ct/kWh für Waldrestholz ab 500 kW bis 5.000 kW
[2] Nur für ausgewählte, ökologisch wünschenswerte Einsatzstoffe
[3] Strom aus Gülle (nur Nr. 3, 9, 11 bis 15 der Anlage 3 BiomasseV) über 500 kW 6 ct/kWh
[4] Sonderkategorie für Gülleanlagen bis 75 kW installierte Leistung, nicht kombinierbar

Abbildung 1: Übersicht über die Biomasse-Vergütungsstruktur nach EEG 2011

2.2 Datengrundlagen für die Statistik der erneuerbaren Energien und Emissionsbilanzierung

Dr. Klaus Müschen, UBA

Deutschland hat sich auf internationaler und nationaler Ebene hohe Klimaschutzziele gesetzt. Mit der EU-Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (2009/28/EG) wurden ehrgeizige verbindliche Ziele für den Ausbau der Erneuerbaren Energien gesetzt: 18 % des Bruttoendenergieverbrauchs sollen bis 2020 aus erneuerbaren Energien erreicht werden, wobei auch Einzelziele für Strom, Wärme und Kraftstoffe im Nationalen Aktionsplan gesetzt wurden:

- Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch auf min. 35 %;
- im Wärmesektor auf 14%; sowie
- ein Mindestanteil von 10 % Erneuerbare Energien im Verkehrssektor.

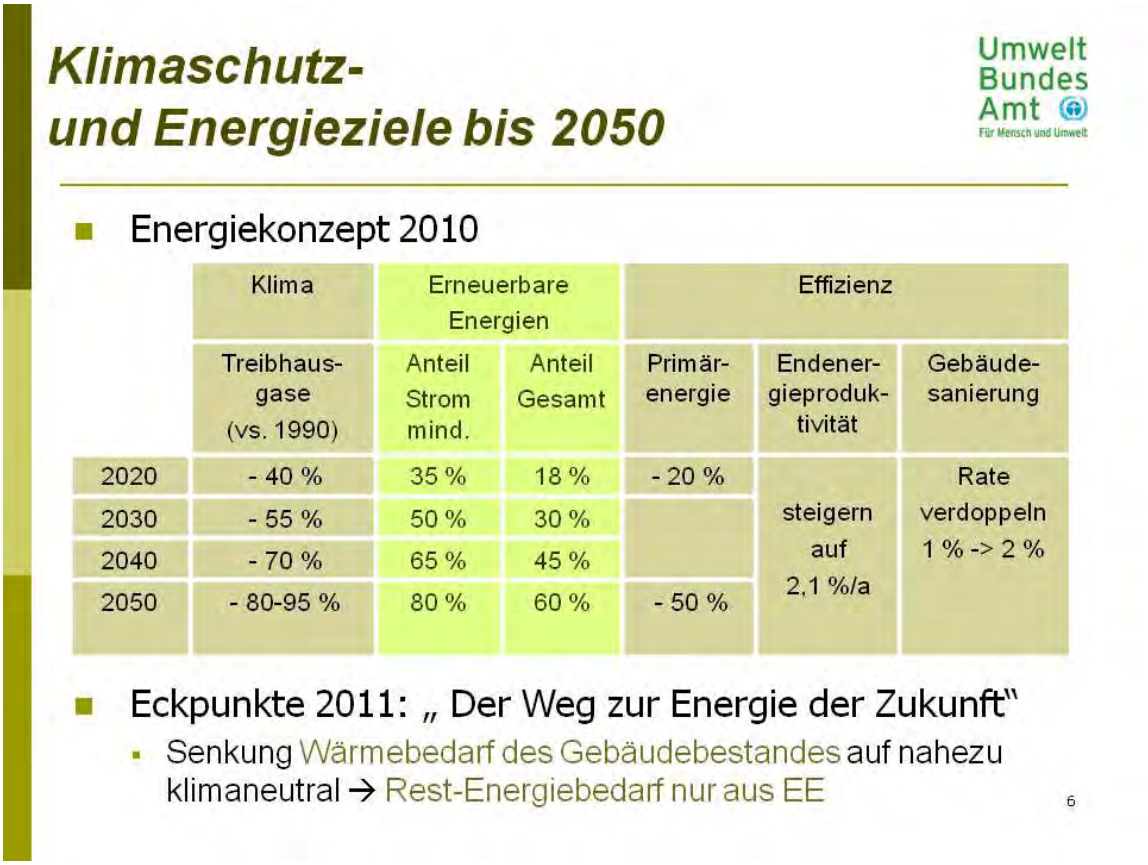


Abbildung 2: Deutsche Klimaschutz- und Energieziele bis 2050

In diesem Zusammenhang ist auch der Informationsbedarf im Bereich der Statistik der erneuerbaren Energien zu sehen. Die statistische Aufbereitung der Informationen im Bereich der erneuerbaren Energien durch die AGEE-Stat dient der Wissensgenerierung und -verbreitung, um Input für nationale Statistiken (wie bspw. der Energiebilanz) zu liefern, um anderen Institutionen Fachinformationen bereit zu stellen und um die Öffentlichkeit zu informieren. Besonders wichtig ist die Statistik der erneuerbaren Energien als Basis für die nationale Politikberatung: Ohne eine gute Datengrundlage ist eine Wirkungskontrolle von politischen Instrumenten und Maßnahmen und die Erstellung von nationale Prognosen und Szenarien nicht möglich! Die Statistik der erneuerbaren Energien leistet zudem einen notwendigen Beitrag zur EU-Energiepolitik, indem sie als Grundlage für die Bewertung und den Nachweis zur Zielerreichung internationaler Verpflichtungen dient (RL 2009/28/EG, EU-Energiestatistik-Verordnung).

Bei der Formulierung von energie- und umweltpolitischen Zielen ist immer auch der Aspekt der Emissionsvermeidung insbesondere von Treibhausgasen wichtig, so dass zur Erfüllung bestehender Berichtspflichten die Erstellung von Emissionsbilanzen zu erneuerbare Energien erforderlich ist. Gerade hierfür sind noch mehr Größen als die reinen Energiemengen gefragt, weshalb der Datenbedarf für die Emissionsbilanzierung sehr umfangreich ist.

Als Leitgedanke für die zukünftige Weiterentwicklung der Statistik der erneuerbaren Energien und den Workshop kann die Handlungsempfehlung aus dem Erfahrungsbericht zum EEG 2011 dienen: „[...] Vor dem Hintergrund nationaler und europäischer Ziele ist es nötig, die Energiestatistik für Deutschland anzupassen, um das erforderliche Monitoring zu sichern, indem die

Erhebungsmöglichkeiten gestärkt und Verwaltungsdaten durch das Statistische Bundesamt genutzt werden“.

2.3 Die Rolle der Biomassenutzung in der Statistik erneuerbarer Energien: Wissensstand, Wissenslücken, Herausforderungen

Die Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik wurde im Jahre 2004 vom BMU eingerichtet, um „eine Grundlage für die verschiedenen nationalen, EU-weiten und internationalen Berichtspflichten der Bundesregierung im Bereich der erneuerbaren Energien zu legen“.

Dr. Frank Musiol, ZSW

Konkret zählen zu den Berichtspflichten auf internationaler Ebene die Fragebögen von IEA und Eurostat (Rechtsgrundlage: EU-Energiestatistik-Verordnung), die jährlich im November für das Vorjahr ausgefüllt und übermittelt werden müssen. Die AGEE-Stat steuert den Fragebogenteil zu den erneuerbaren Energien bei.

Weiterhin ist in der EU-Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Energie aus erneuerbaren Quellen die Verpflichtung festgehalten, alle zwei Jahre einen Fortschrittsbericht zur Zielerreichung und zum Umsetzungsstand des Nationalen Aktionsplans für Erneuerbare Energien an die Europäischen Kommission zu übermitteln. Für diese Aufgabe, die das erste Mal Ende 2011 für die beiden Jahre 2009/10 fällig wird, ist das BMU federführend verantwortlich. Die Daten der AGEE-Stat werden die Grundlage für diesen Bericht darstellen.

Auf nationaler Ebene wird jährlich von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) im Auftrag des BMWi die nationale Energiebilanz erstellt; zusätzlich publiziert die AGEB quartalsweise den deutschen Primärenergieverbrauch. Für die Angaben zu den erneuerbaren Energien werden teilweise Daten der AGEE-Stat in die Energiebilanz übernommen. Der gesamte Datensatz wird regelmäßig zwischen der AGEB und AGEE-Stat abgestimmt.

Die AGEE-Stat erstellt auch eine Reihe von Texten, Grafiken und Tabellen, die das BMU im Rahmen von Broschüren und Informationen zum Stand der Nutzung erneuerbaren Energien in Deutschland veröffentlicht. Damit soll das immer größer werdende Interesse von Medien, Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit befriedigt werden. Zu diesen Informationen gehören die jährlich erscheinende Broschüre „Erneuerbare Energien in Zahlen“ und die regelmäßig aktualisierten „Langen Reihen“.

Die Statistik der Bioenergie ist folglich ein Teil der Aufgabenstellung der AGEE-Stat. Dabei ist festzuhalten, dass in den vergangenen Jahren die Datenlage im Bereich der Bioenergienutzung immer genauer geworden ist: Erst seit dem Jahr 2003, mit Inkrafttreten des Energiestatistikgesetzes, und der Institutionalisierung der AGEE-Stat im Jahr 2004 werden Daten zur Bioenergienutzung systematisch erfasst. Seit 2006 veröffentlicht zudem die Bundesnetzagentur den Statistikbericht für EEG-Anlagen und seit 2008 stehen die erhobenen EEG-Daten der AGEE-Stat zur Verfügung.

Die Statistik zu erneuerbaren Energien und zur Bioenergie hat damit in den vergangenen Jahren erheblich an Qualität gewonnen, jedoch weist sie nach wie vor einige Lücken auf, u.a. zu folgenden Punkten:

- Abschneidegrenzen in der Erhebung der amtlichen Statistik führen dazu, dass nicht alle Anlagen erfasst werden;
- die EEG-Daten der BNetzA sind nicht nach Aggregatzuständen der Biomasse differenziert (die Berichtspflichten verlangen aber gerade dies). Allerdings arbeiten UBA und ZSW an einem entsprechenden Zuordnungsverfahren;
- Anlagen außerhalb des EEG werden nicht systematisch erfasst;
- die Angabe zum Verbrauch in Privathaushalten basiert bislang lediglich auf Hochrechnungen;
- der Umfang des Wärmeeinsatz in Privathaushalten und dem GHD-Sektor ist nicht hinreichend quantifizierbar.

Abbildung 3: Verbesserung der Datenlage im Bereich Bioenergie

Darüber hinaus ergibt sich neuer Wissensbedarf aufgrund neuer Herausforderung, wie etwa der Erneuerbare-Energien-Richtlinie. Um ihren Aufgaben auch in Zukunft gerecht zu werden, versucht die AGEE-Stat mit Workshops wie diesem zu Fragen der Biomassenutzung, aber auch mit Studien, Kurzgutachten und Fachgesprächen, Wissenslücken aufzuzeigen und zu schließen.

2.4 Stand der Ausprägung der Biomassenutzung in Deutschland – Ergebnisse aktueller Forschungsvorhaben des DBFZ und Erfassungslücken

Von den zahlreichen Forschungsvorhaben, die am Deutschen BiomasseForschungsZentrum (DBFZ) durchgeführt werden, zielen etliche darauf ab, die Datengrundlage für die Statistik im Bereich der energetischen Biomassenutzung zu verbessern. Hervorzuheben ist das „EEG-Monitoring“, das die Entwicklung des Anlagenbestandes (feste, flüssige und gasförmige Bioenergieträger) zur Strom- und Wärmeerzeugung aus Biomasse thematisiert.

Dr. Daniela Thrän, DBFZ

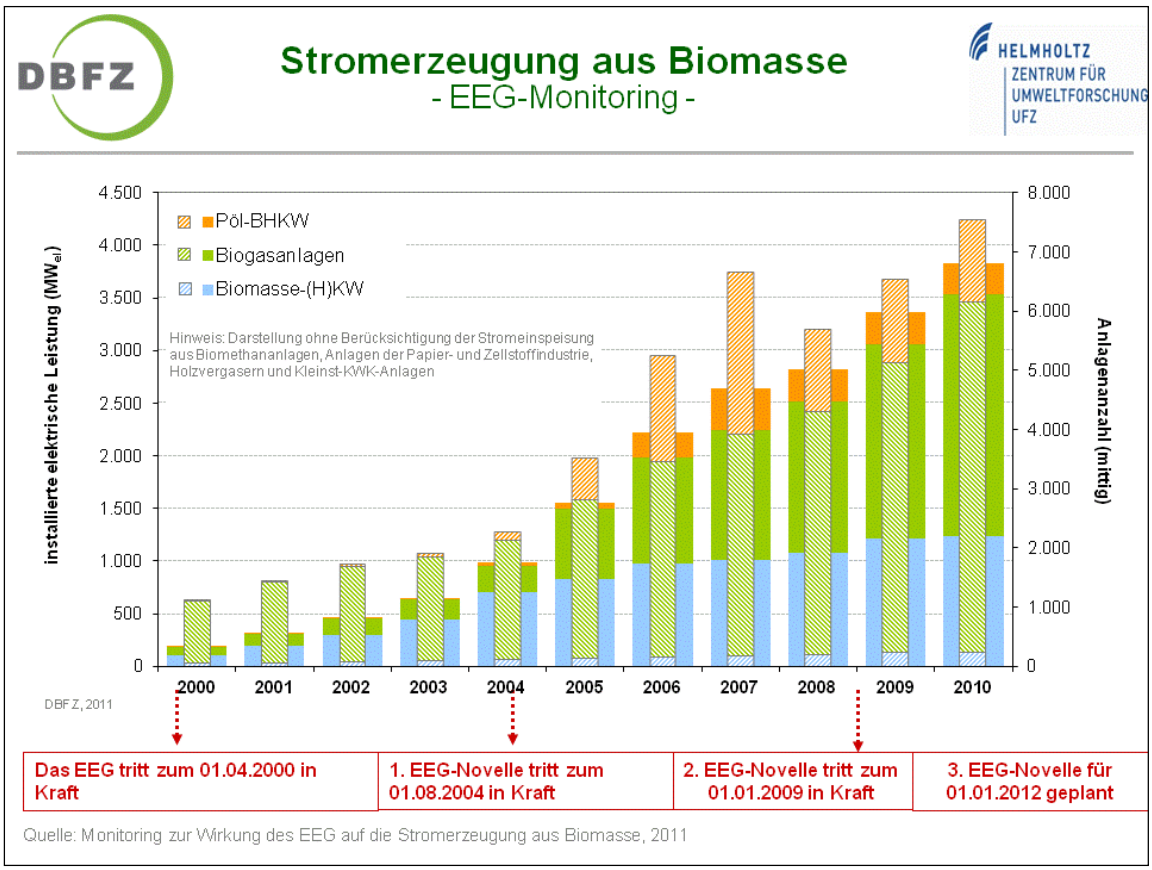


Abbildung 4: Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse

Im Vorhaben „Wechselwirkung der Markteinführungsinstrumente auf die energetische Nutzung von Biomasse“ bearbeitet das DBFZ das Arbeitspaket „Methodikentwicklung biogene Wärme.“ Dieses Vorhaben hat das Ziel, eine fortschreibbare Methodik zur vollständigen Erfassung des Brennstoffeinsatzes, des Anlagenbestandes, sowie der daraus erzeugten Wärme und den Einsatz der einzelnen Bioenergieträger zu entwickeln. Als weiteres Vorhaben mit dem Ziel einer Methodikentwicklung ist das im Auftrag des Umweltbundesamtes durchgeführte Projekt „Ermittlung des Verbrauchs biogener Festbrennstoffe im GHD-Sektor“ zu nennen, das exemplarisch für das Jahr 2008 den Endenergieverbrauch biogener Festbrennstoffe im GHD-Sektor in Deutschland erfassen soll. Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung eines belastbaren Schätzverfahrens für eine kontinuierliche fortschreibbare Datenbasis in der Zeitreihe. Alle genannten

Vorhaben zeigen, dass es in wesentlichen Bereichen Datenlücken gibt, die es noch zu schließen gilt. Die Ergebnisse des Workshops sollen im Rahmen der noch laufenden Vorhaben Berücksichtigung finden.

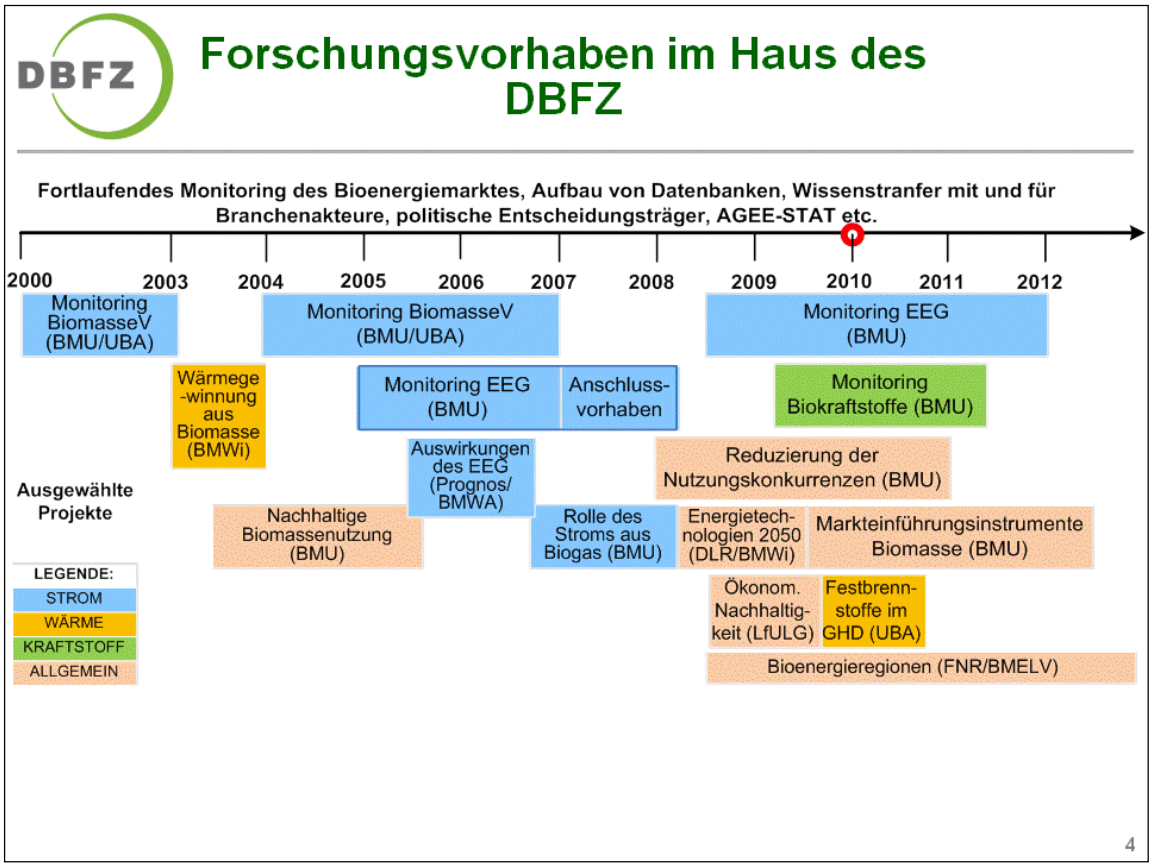


Abbildung 5: Ausgewählte abgeschlossene und laufende Forschungsvorhaben des DBFZ zur Generierung von Bioenergiedaten

Für den Workshop relevante Ansätze zur Verbesserung der Datenlage sind vor allem in den folgenden Bereichen zu finden:

1. Die Nachhaltigkeitsverordnung (BioKraft-NachV 2009) ermöglicht den Zugang zu genaueren Informationen bezüglich der eingesetzten Mengen an zertifizierten Rohstoffen, wobei hier hauptsächlich Informationen über flüssige sowie gasförmige Bioenergieträger im Verkehrsbereich verfügbar sind. Eine entsprechende Erhebung für feste und gasförmige Bioenergieträger bei der Strom- und Wärmeerzeugung ist zurzeit aber noch nicht absehbar.
2. Ein Abgleich der Daten aus dem EEG-Monitoring mit den Daten der Bundesnetzagentur ist vielversprechend, wobei neben der bislang erhobenen Anlagenanzahl und ihrer groben Lokalisierung zukünftig auch eine Anlagenzuordnung über spezifische Vergütungshöhen nach fest/flüssig/gasförmigen Energieträger und eine gezielte Auswertung der eingesetzten Rohstoffe stattfinden könnte.
3. Im Kontext eines Pilotversuchs für das Jahr 2011 wird darüber hinaus eine Kooperation mit dem ZIV angestoßen, um den Zugang zu den Daten des Schornsteinfegerhandwerks

zu erhalten. Dies heißt konkret, dass Daten zum Anlagenbestand von Einzelraumfeuerungen und Heizkessel < 1 MW auf Kehrbezirksebene verfügbar werden.

4. Daneben können im Kontext des Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) weitere Anknüpfungspunkte entstehen: Zurzeit wird diskutiert, ob die Notwendigkeit einer Genehmigung auch bei Anlagen < 1 MW (in Abhängigkeit des Biogasvolumenstroms) besteht. Eine Genehmigungspflicht nach BImSchG für kleinere Anlagen ist jedoch unwahrscheinlich. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass der Datenzugang in diesem Bereich schwierig ist, da Fachinformationssysteme nicht in allen Bundesländern vorhanden sind und die Daten eine unzureichende Qualität aufweisen.

Weitere Möglichkeiten zur stichprobenartigen Kontrolle und Verbesserung der Datenlage im Bereich der Biomassenutzung können in den Emissionserklärungen der Bundesländer, in periodischen Betreiberbefragung (Strom/Wärme), in der Kooperation mit ausgewählten Branchen (etwa Wärme) und möglicherweise durch das Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG) gegeben sein.

2.5 Emissionsbilanzierung der Bioenergienutzung: Anforderungen und Wissensbedarf

Fragen zur Effizienz der nachhaltigen Biomassenutzung sowie zur Netto-Treibhausgasvermeidung bilden einen Schwerpunkt der nationalen und europäischen Statistiken und Berichtspflichten für den Bereich der erneuerbaren Energien.

rion Dreher, UBA

Die Emissionsbilanzierung ist daher eine wichtige Teilaufgabe bei der Erfüllung der Berichtspflichten nach EU Richtlinie 2009/28/EG und erfolgt für alle Energieträger im Bereich Strom, Wärme und Kraftstoffe. Die EU Richtline fordert Angaben über die voraussichtlichen Netto-Treibhausgaseinsparungen, die aus der Nutzung erneuerbarer Energien resultieren.

Das Umweltbundesamt erstellt regelmäßig die Netto-Emissionsbilanzen zu erneuerbaren Energien im Rahmen der AGEE-Stat. Gegenstand der Emissionsbilanzierung ist es, auf Basis einheitlicher und abgestimmter Werte, die durch die erneuerbaren Energien vermiedenen und zusätzlich emittierten Treibhausgase und Luftschadstoffe zu berechnen.

Die Berechnungen erfolgen für versauernde Schadstoffe (Schwefeldioxid und Stickoxide), Vorläuferstoffe für bodennahes Ozon (Kohlenmonoxid, flüchtige organische Verbindungen - und Staub sowie für die wichtigsten Treibhausgase (Kohlendioxid, Methan und Lachgas).

Die Netto-Emissionsbilanzen berechnen sich nach folgendem Schema:

$\text{Netto-Emissionsbilanzen}_{EE} = \text{vermiedene Emission}_{EE} - \text{verursachte Emission}_{EE}$

Die Gleichungsteile sind dabei folgender Maßen definiert:

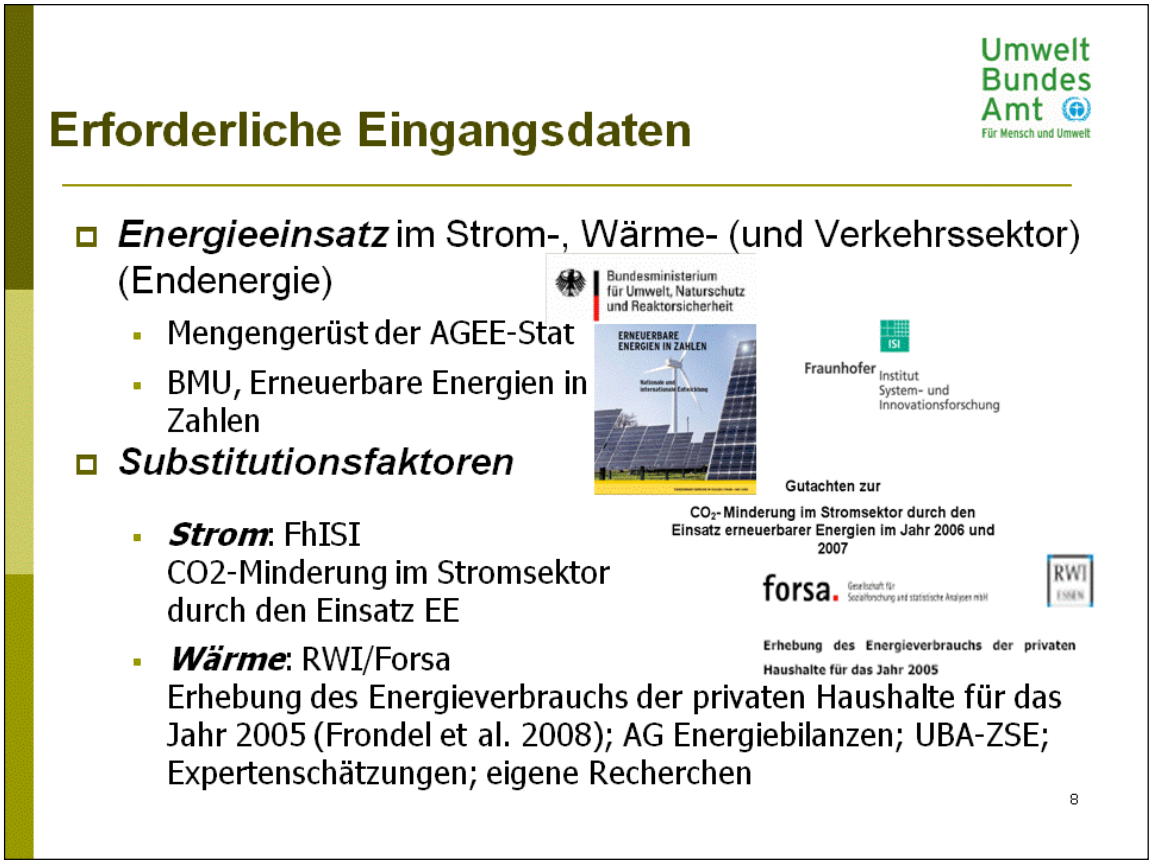
$\text{vermiedene Emission}_{EE} = \text{Energieeinsatz}_{EE} * \text{Substitutionsfaktor} * \text{Emissionsfaktor}_{fossil}$

$\text{verursachte Emission}_{EE} = \text{Energieeinsatz}_{EE} * \text{Emissionsfaktor}_{EE}$

Bei den für diese Berechnung erforderlichen Eingangsdaten handelt es sich um den Energieeinsatz im Strom-, Wärme- und Verkehrssektor (Endenergie), um die Substitutionsfaktoren für

Strom und Wärme, um die Emissionsfaktoren der substituierten fossilen Energieträger, sowie um die Emissionsfaktoren für erneuerbare Energien. Die konkreten inhaltlichen Anforderungen an die Datenbereitstellung können jedoch durch keine vorhandene Datenquelle allein befriedigend erfüllt werden.

Unsicherheiten in den Datengrundlagen bestehen vor allem bei den Emissionsfaktoren für erneuerbare Energien und insgesamt hinsichtlich des aktuellen Stands der Biomassenutzung in Deutschland. Generell besteht die Schwierigkeit, dass für Deutschland repräsentative empirische Erhebungen kaum vorhanden sind. Dies gilt auch für die Angaben im Rahmen von Ökobilanzen, die z.T. auf nicht repräsentativen Annahmen bezüglich der Verbrennungstechnik, Wirkungsgraden oder Leistungsgrößen basieren. Für die Angaben zur Abgasreinigung werden z.T. „Best Practice“ Angaben verwendet, die nicht den normalen Anlagenbetrieb widerspiegeln. Grundsätzlich steht man bei der Verwendung von Ökobilanzen vor dem Problem, dass Eingangsdaten oft unzureichend dokumentiert sind und zwischen verschiedenen Studien z.T. beträchtliche Spannbreiten in den Untersuchungsergebnissen vorzufinden sind. Besagte Probleme gelten in besonderem Maße für die Ermittlung der Emissionsfaktoren des gegenwärtigen Bestands von Biomasseanlagen in Deutschland.



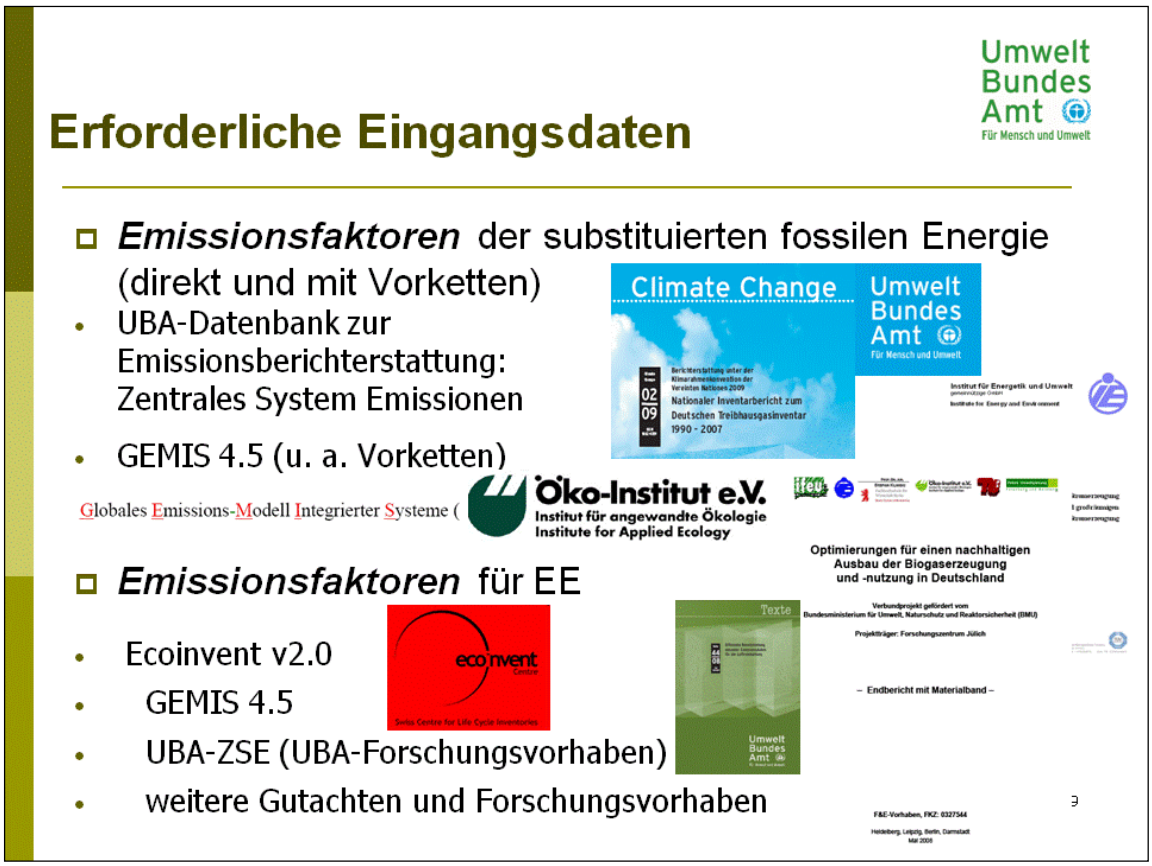


Abbildung 6: Wesentliche Eingangsdaten für die Bilanzierung vermiedener Emissionen durch erneuerbare Energien

Sowohl die Vielfalt der eingesetzten Rohstoffe als auch die Vielzahl dezentraler Anlagen erschweren die Ableitung der erforderlichen durchschnittlichen und repräsentativen Daten.

Ziel des Workshops ist es, Diskussionen und Abstimmung zu den besten verfügbaren Datenquellen zu ermöglichen und zu empirisch begründete Experteneinschätzung zu kommen. Die Diskussion soll hauptsächlich auf die folgenden Punkte ausgerichtet sein:

- Anzahl und kumulierte el. Leistung von Anlagen zur ungekoppelten und gekoppelten Stromerzeugung aus fester, gasförmiger und flüssiger Biomasse;
- Stromerzeugung (insgesamt sowie KWK) und Wärmeerzeugung;
- durchschnittliche Effizienz und Auslastung repräsentativer Umwandlungstechnologien;
- durchschnittliche emissionsrelevante Parameter repräsentativer Anlagenkonfigurationen;

Die Ergebnisse dieses Workshops werden in die weitere Methodenentwicklung im Rahmen der Arbeit der AGEE-Stat einfließen, ferner wird der weitere Forschungsbedarf identifiziert.

3 Arbeitsgruppe Feste Biomasse – Sachstand und Ergebnisse

Teilnehmer

Wolfgang Bayer (StBA), Dieter Böhme (BMU), Gerhard Burkhardt (Burkhardt GmbH), Marion Dreher (UBA), Ludger Eltrop (IER), Klaus Kottwitz (BSHD), Sönke Lulies (FNR), Michael Memmler (UBA), Lothar Rausch (Öko-Institut), Martin Ruhrberg (BDEW), Volkmar Schäfer (eta-Energieberatung GmbH), Liselotte Schebek (KIT), Daniela Thrän (DBFZ), Peter Turowski (TFZ), Kerstin van Mark (ZSW), Cornelia Viehmann (DBFZ), Ingrid Wernicke (DIW), Hans-Albrecht Wiehler (BBE), Janet Witt (DBFZ), Tobias Zschunke (FH Zittau)

3.1 Einführung

Biogene Festbrennstoffe, d.h. vor allem Holzbrennstoffe werden in Deutschland seit langem vorwiegend zur dezentralen Wärmeerzeugung eingesetzt. Etwa 15 Mio. Einzelfeuerstätten in privaten Haushalten sowie mehrere tausend Holzfeuerungen ab 50 kW in Landwirtschaft, Kommunen, Gewerbe und Industrie werden derzeit betrieben. Aufgrund der großen Anzahl sowie der sehr heterogenen Betriebskonzepte ist die statistische Erfassung des Wärmesektors allerdings bis heute unbefriedigend. Wenngleich im Folgenden daher die Stromerzeugung in den Mittelpunkt rückt, gibt das Kapitel 3.7 einen Überblick über den gegenwärtigen Wissensstand im Wärmesektor sowie über Berichtspflichten, methodische Herausforderungen und laufende Forschungsvorhaben zur Verbesserung der Datenlage.

Die Stromerzeugung aus fester Biomasse wurde – abgesehen von vereinzelten Anlagen in der holzbe- und verarbeitenden Industrie – erst mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 01.04.2000 angeregt. In einer ersten Phase bis 2006 stand dabei zunächst die Mobilisierung und energetische Verwertung von Alt- und Resthölzern in Dampfturbinenkraftwerken bis 20 MW – z.T. ohne Wärmeauskopplung – im Vordergrund. Seit 2007 ist jedoch eine technologische und brennstoffseitige Diversifizierung und stärkere Dezentralisierung sowie eine Effizienzsteigerung bei der Nutzung fester Biobrennstoffe zu verzeichnen. Dieser Trend zu dezentralen Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen im Leistungsbereich unter 1 MW_{el} stellt zwar eine Herausforderung für die amtliche Energiestatistik dar (s.u.). Insgesamt liegt dennoch eine umfangreiche Wissens- und Datenbasis zur gekoppelten und ungekoppelten Stromerzeugung aus fester Biomasse vor. Vorrangiges Ziel der Arbeitsgruppe feste Biomasse war daher die Verschneidung und Konsolidierung der vorhandenen Daten zu Effizienz und Emissionsverhalten des Anlagenbestandes in Deutschland.

Als wesentliche Datenquellen standen

- die amtliche Statistik mit den Erhebungen zu den Stromerzeugungsanlagen für die allgemeine Versorgung (066k, monatlich) und in den Betrieben des verarbeitenden Gewerbes (067, jährlich) sowie zur Stromeinspeisung bei Netzbetreibern (070),
- die von den Netzbetreibern aufgrund § 51f. EEG jährlich übermittelten, im EEG-Statistikbericht der Bundesnetzagentur in aggregierter Form jährlich publizierten EEG-Anlagendaten – im Folgenden kurz EEG-Daten – sowie

- die halbjährlichen Fachberichte des Deutschen BiomasseForschungszentrums (DBFZ) im Rahmen des BMU-Forschungsvorhabens „Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse“ – im Folgenden kurz EEG-Monitoring –

zur Verfügung. Aufgrund erhebungssystematischer Eigenheiten kann gleichwohl keine der genannten Datenquellen alle relevanten Parameter für nationale und internationale Berichtspflichten sowie Emissionsbilanzierungen abdecken (vgl. Abbildung 7). Eine Kurzcharakterisierung der Datenquellen scheint daher unerlässlich, um die Einschätzungen der Arbeitsgruppe hinsichtlich der jeweils besten Datenquelle nachvollziehen zu können.

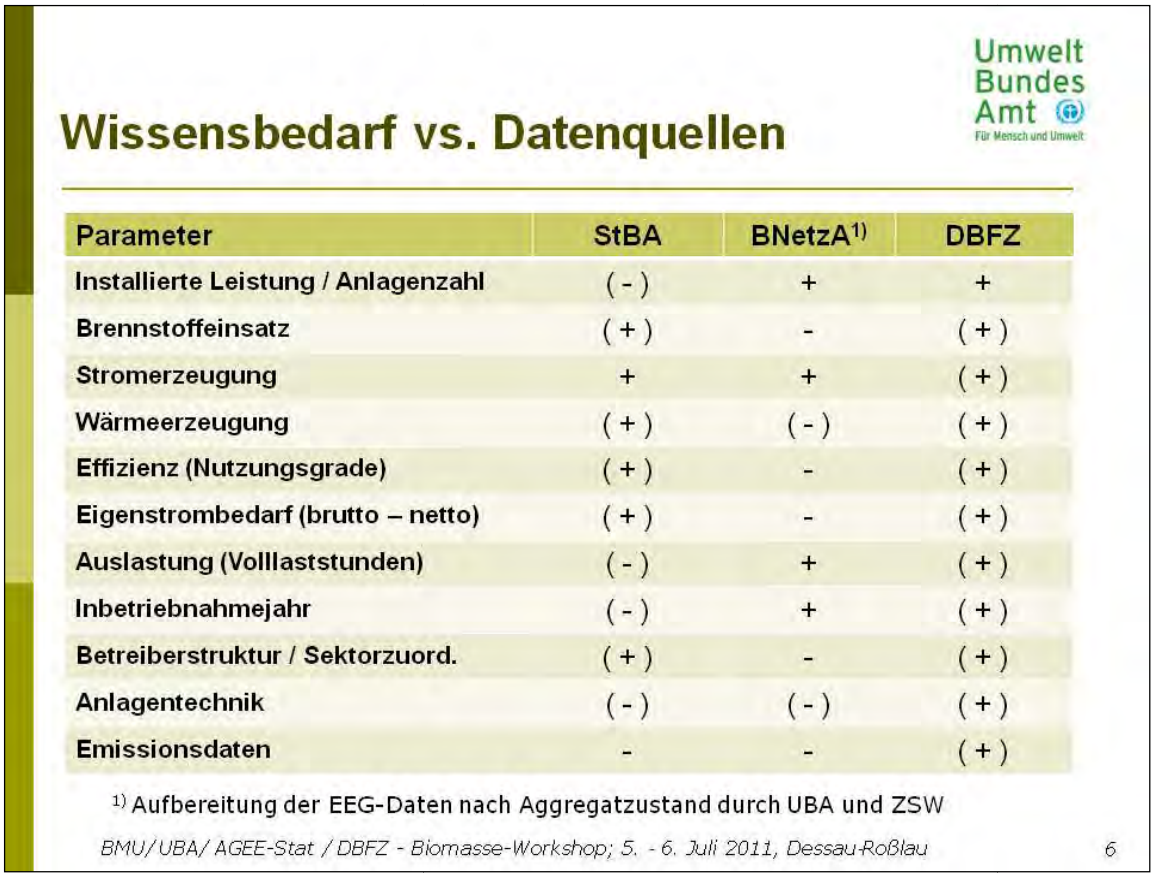


Abbildung 7: Aussagekraft der Hauptdatenquellen [1] für relevante Parameter der Energiestatistik und Emissionsbilanzierung fester Biomasse (Zeichenerklärung: + Daten vollständig verfügbar, (+) Daten liegen teilweise vor, (-) Daten liegen in wenig belastbarer Qualität vor, - keine Daten verfügbar)

Als amtliche Vollerhebungen bilden die energiestatistischen Erhebungen, die von den statistischen Landesämtern durchgeführt und vom Statistischen Bundesamt koordiniert werden, die primäre Datenquelle für die nationalen sowie internationalen Berichtspflichten im Bereich der Stromerzeugung aus fester Biomasse. Vor allem der Brennstoffeinsatz, sowie die Brutto- und Nettostromerzeugung und die Nettowärmeerzeugung der Kraftwerke der Allgemeinen Versor-

[1] Die Definition einer „Anlage“ in den verschiedenen Quellen ist noch nicht abschließend geklärt, so dass die Angaben nicht unbedingt vergleichbar sind.

gung und der Industrie werden mit hoher Genauigkeit erhoben. Zwischen EEG-geförderter und sonstiger Stromerzeugung aus Biomasse wird jedoch nicht unterschieden. Aufgrund der restriktiven Vorgaben des Energiestatistikgesetzes fehlen vor allem dezentrale Anlagen mit einer elektrischen Leistung kleiner 1 MW_{el} in den vorgenannten Erhebungen. Darüber hinaus gibt es in den Erhebungen noch weitere Abschneidegrenzen (z.B. Abschneidegrenze von 2MW_{th} bei Heizwerken), die jedoch bei der festen Biomasse nicht so stark ins Gewicht fallen. Lediglich die Stromeinspeisung dieser Anlagen wird über die Erhebung bei den Netzbetreibern erfasst. Angaben zu den Brennstoffeinsätzen und alle daraus abgeleiteten Informationen bleiben damit ebenso unbekannt wie die Wärmeerzeugung.

Daneben ist festzuhalten, dass die amtliche Energiestatistik als Befragung von Unternehmen (Betrieben) konzipiert ist. Wichtige Informationen wie Anzahl, elektrische Leistung oder Umwandlungstechnik der Biomasse(heiz)kraftwerke über 1 MW_{el} werden erhoben. Aufgrund der gegenwärtigen Organisation der Energiestatistik liegen die Daten auf Bundesebene aber nicht bzw. allenfalls nach zeit- und kostenaufwendigen Sonderauswertungen der statistischen Landesämter vor.

Die Bundesnetzagentur aggregiert auf Basis von §51 EEG die von den Netzbetreibern übermittelten Daten, die Grundlage für das unabhängige Monitoring der finanziellen Wälzung gemäß EEG sind. In der Regel sind diese Daten von Wirtschaftsprüfern testiert und unterliegen damit einer regelmäßigen Überprüfung. Neben Informationen zum Standort der Anlage umfassen sie vergütungsrelevante Informationen, d.h. Energieträger, EEG-vergütete (Brutto-) Stromerzeugung, installierte Leistung, Jahr der Inbetriebnahme und die Spannungsebene, in die eingespeist wurde. Aufgrund der Vorgaben des EEG können die Biomasse-Daten dabei zunächst nicht nach fester, gasförmiger und flüssiger Biomasse differenziert werden. Gemeinsam mit dem Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoffforschung (ZSW) hat das Umweltbundesamt jedoch ein geeignetes Zuordnungsverfahren entwickelt, das sich im Wesentlichen auf die brennstoffspezifischen Boni des EEG 2009 sowie umfangreiche weitere Recherchen stützt. Aus den so generierten, anlagen- und brennstoffbezogenen EEG-Daten lassen sich aufschlussreiche Auswertungen z. B. zur durchschnittlichen Auslastung erstellen. Des Weiteren entwickelt die AGEE-Stat derzeit ein Verfahren, um unter Zuhilfenahme durchschnittlicher Stromkennzahlen die EEG-vergütete KWK-Wärmeerzeugung zu berechnen. Wichtige Informationen zur Beurteilung der Effizienz der Biomassenutzung wie der Brennstoffeinsatz, die eingesetzte Anlagentechnik oder auch der Eigenstrombedarf lassen sich aus den EEG-Daten allerdings nicht ableiten.

Über den gegenwärtig umfangreichsten Datenbestand zur Stromerzeugung aus fester Biomasse verfügt das Deutsche BiomasseForschungsZentrum. Die Daten beruhen auf Befragungen von Kraftwerksbetreibern, Anlagenplanern sowie aus Konferenzunterlagen und sonstigen öffentlich zugänglichen Informationsquellen. Sie wurden im Wesentlichen im Rahmen der seit dem Jahr 2000 im Auftrag des BMU und UBA durchgeführten Forschungsvorhabens „Monitoring zur Wirkung der Biomasseverordnung auf Basis des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG)“ und „Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse“ erhoben. Ausgewählte Ergebnisse wurden der Arbeitsgruppe von Frau Witt vom DBFZ in einem Impulsvortrag vorgestellt, welcher im Folgenden unverändert wiedergegeben wird:

Deutsches BiomasseForschungsZentrum
German Biomass Research Centre

DBFZ

Nutzung biogener Festbrennstoffe zur Stromerzeugung in Deutschland

- Ergebnisse des EEG-Monitorings -

Janet Witt, Eric Billig

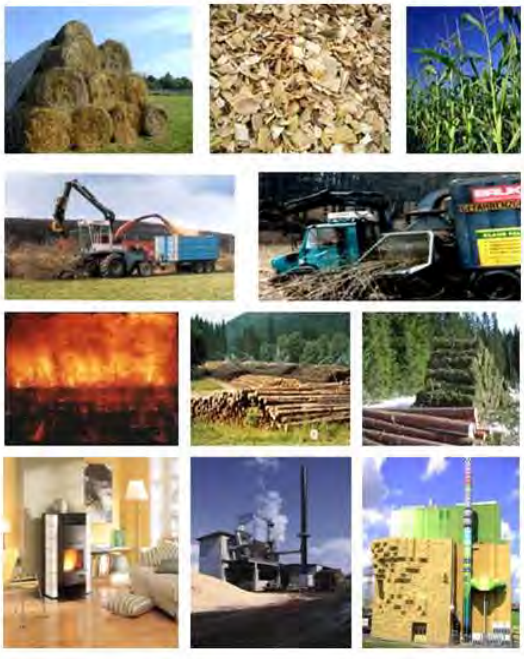
Workshop Bioenergie
„Datengrundlagen für die Statistik der erneuerbaren Energien und Emissionsbilanzierung“
Dessau, 05./06. Juli 2011

Deutsches BiomasseForschungsZentrum gemeinnützige GmbH, Torgauer Str. 116, D-04347 Leipzig, www.dbfz.de

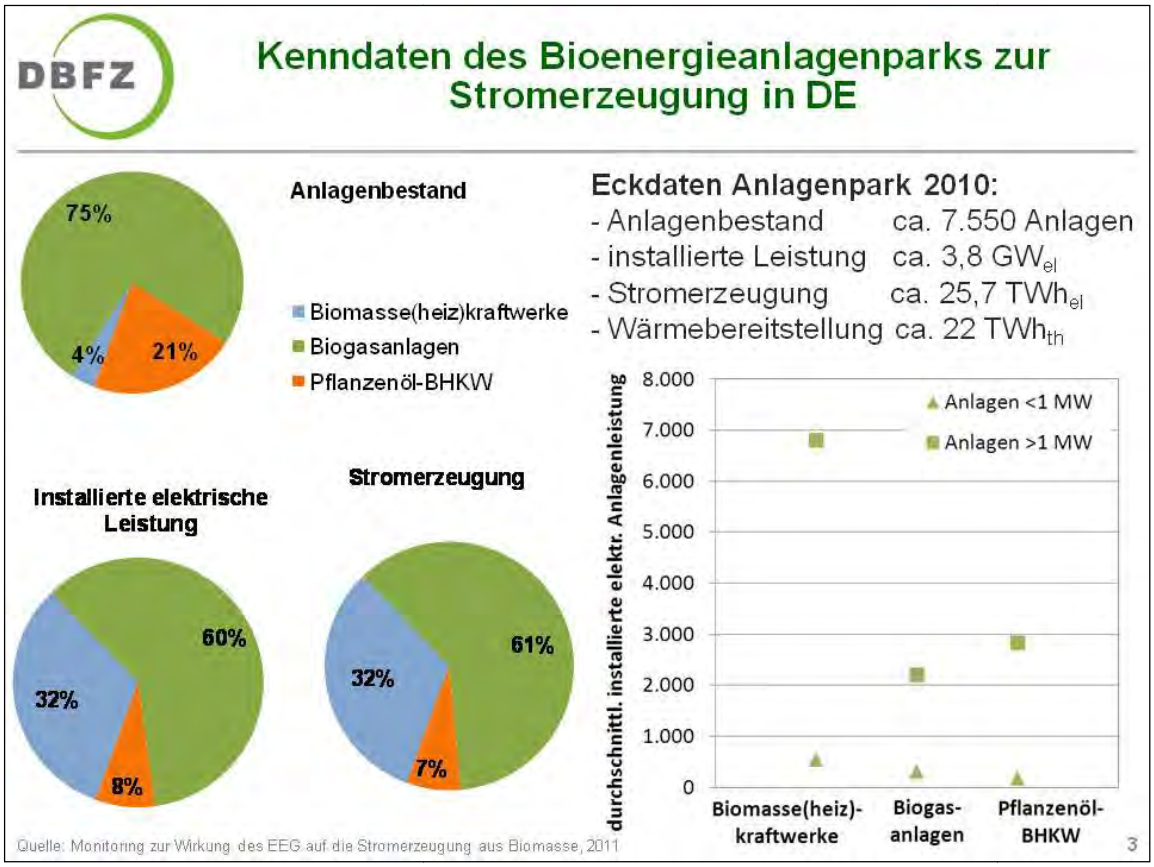
DBFZ

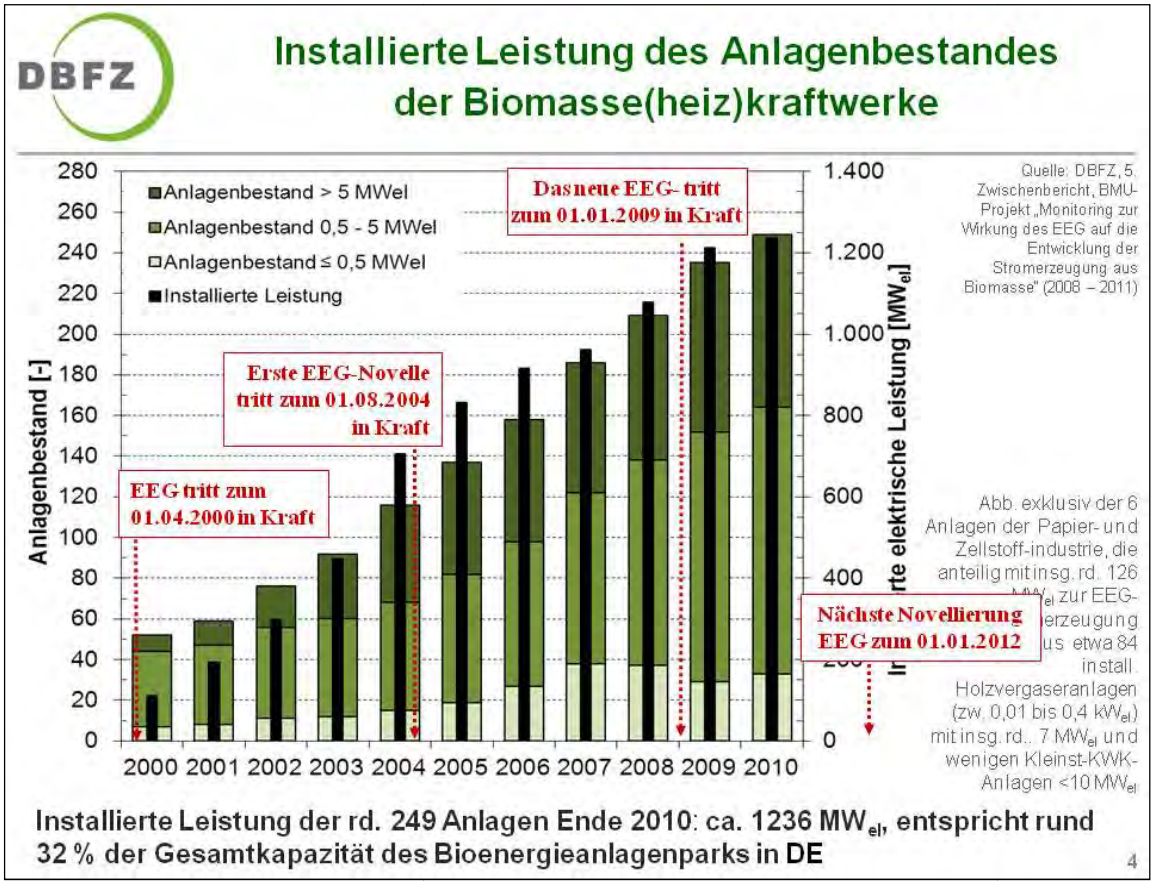
Inhalt

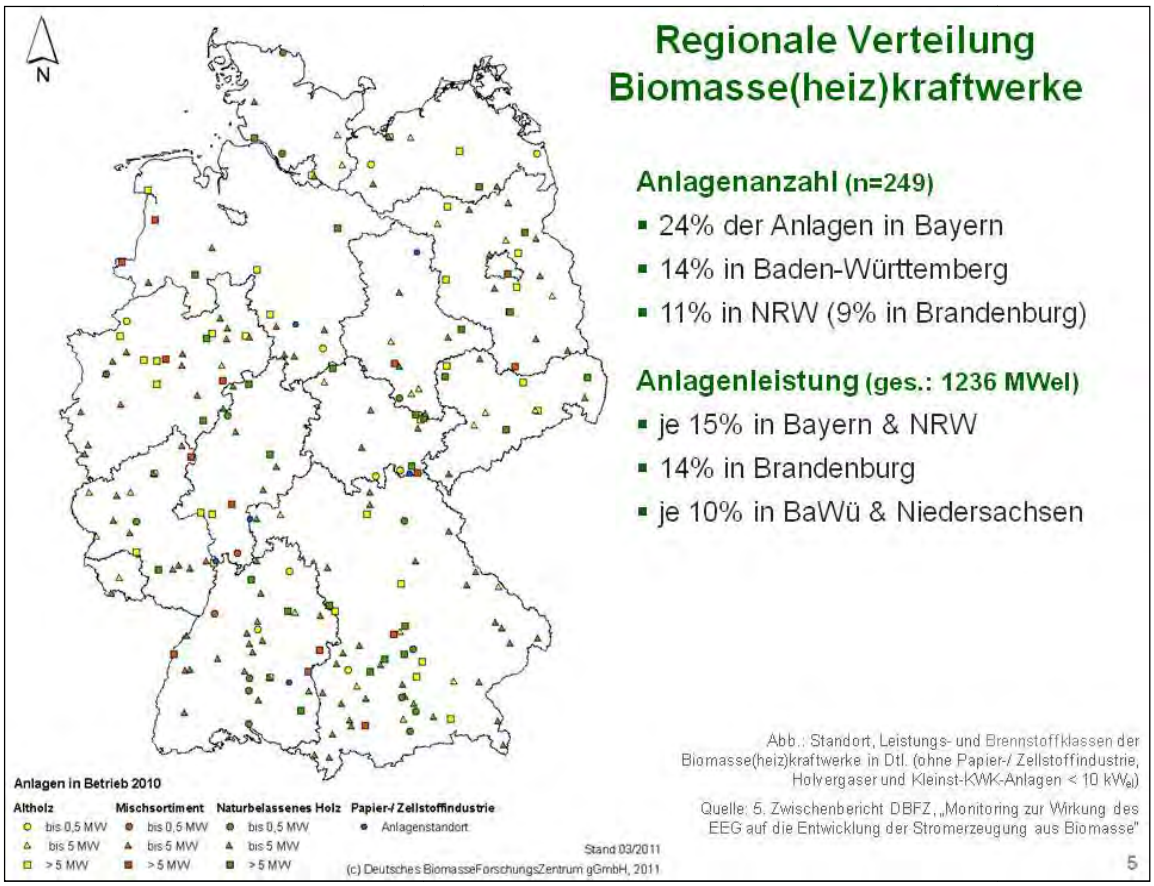
- Stromerzeugung in Biomasse(heiz)-kraftwerken im Rahmen des EEG
- Struktur des Kraftwerkparks
  - Installierte Anlagenanzahl und Leistung
  - Regionale Verteilung
  - Betreiberstruktur
  - Strom- und Wärmeerzeugung
- Zum Einsatz kommende Techniken
  - Feuerungstechnologien
  - Technologien zur Stromerzeugung
  - Gesamtnutzungsgrad
  - Abgas- und Filtertechnik
- Brennstoffeinsatz und Qualität

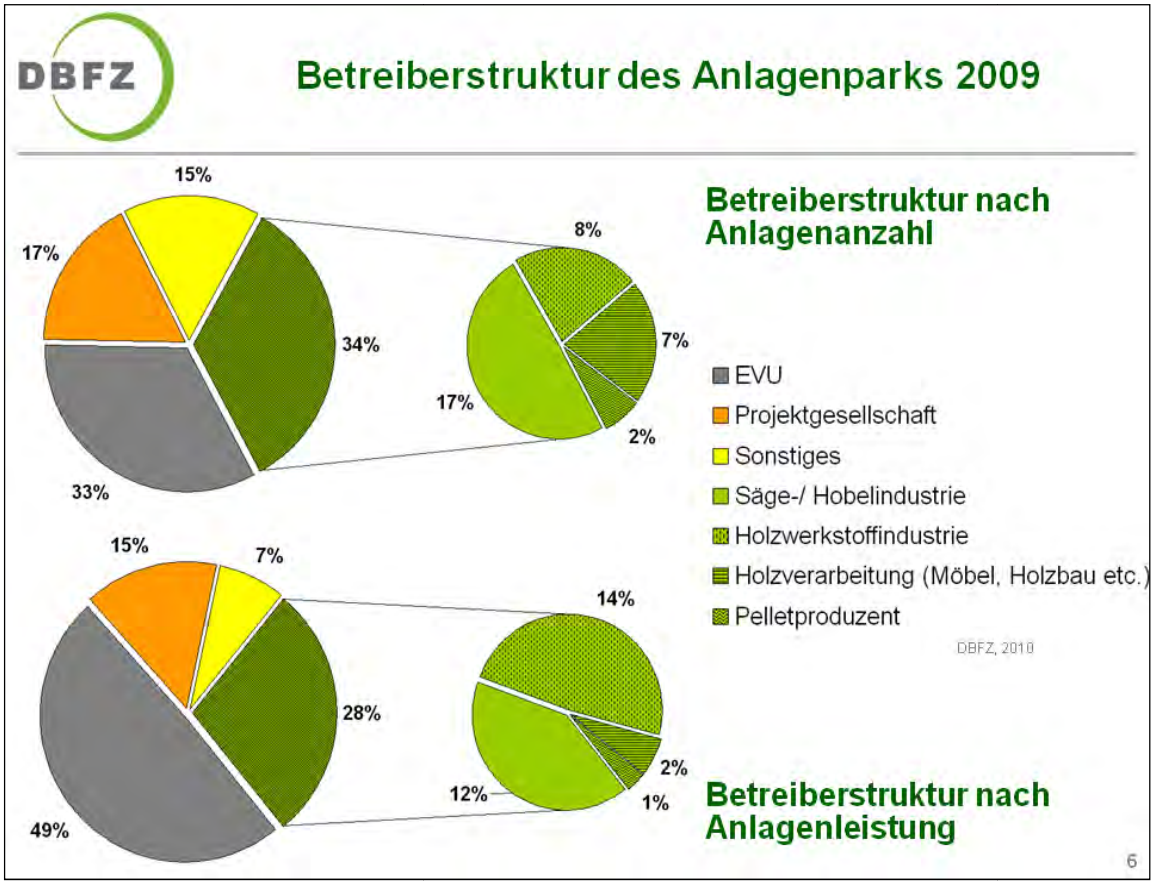


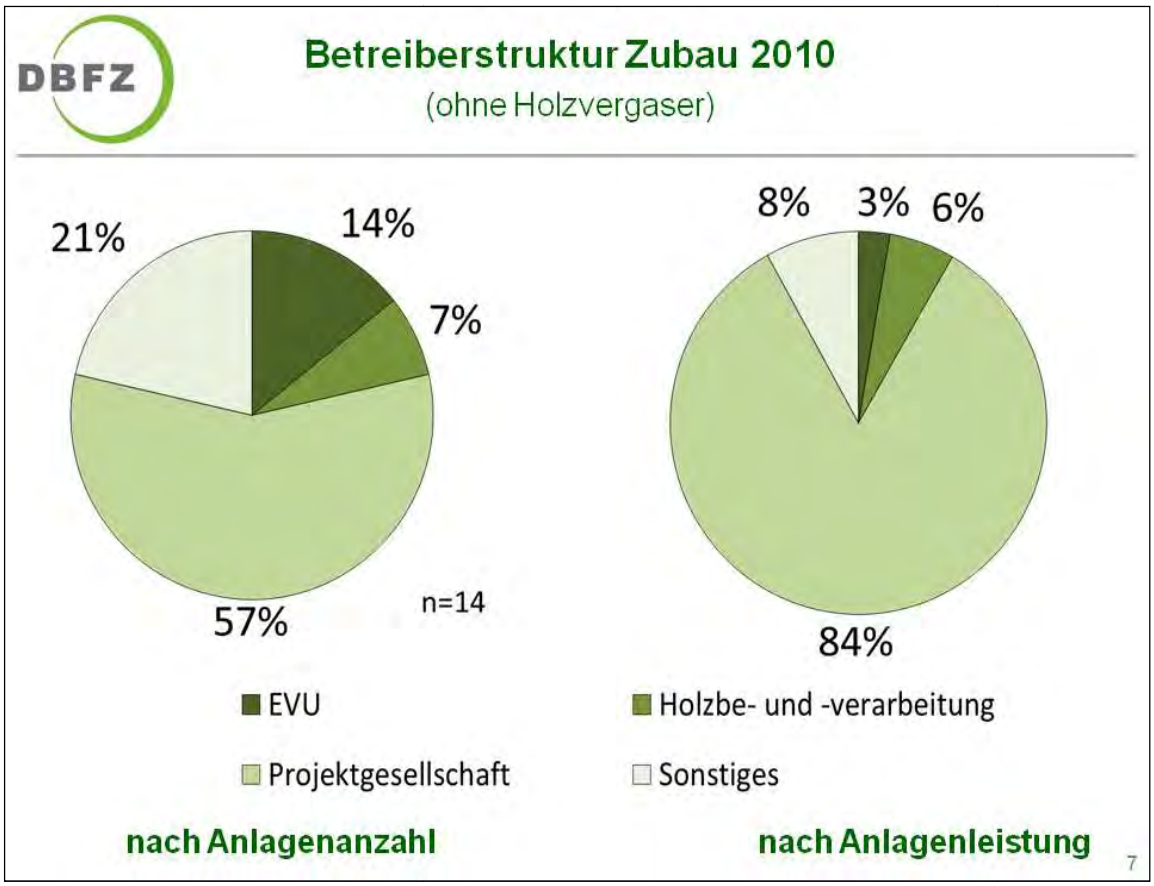
2

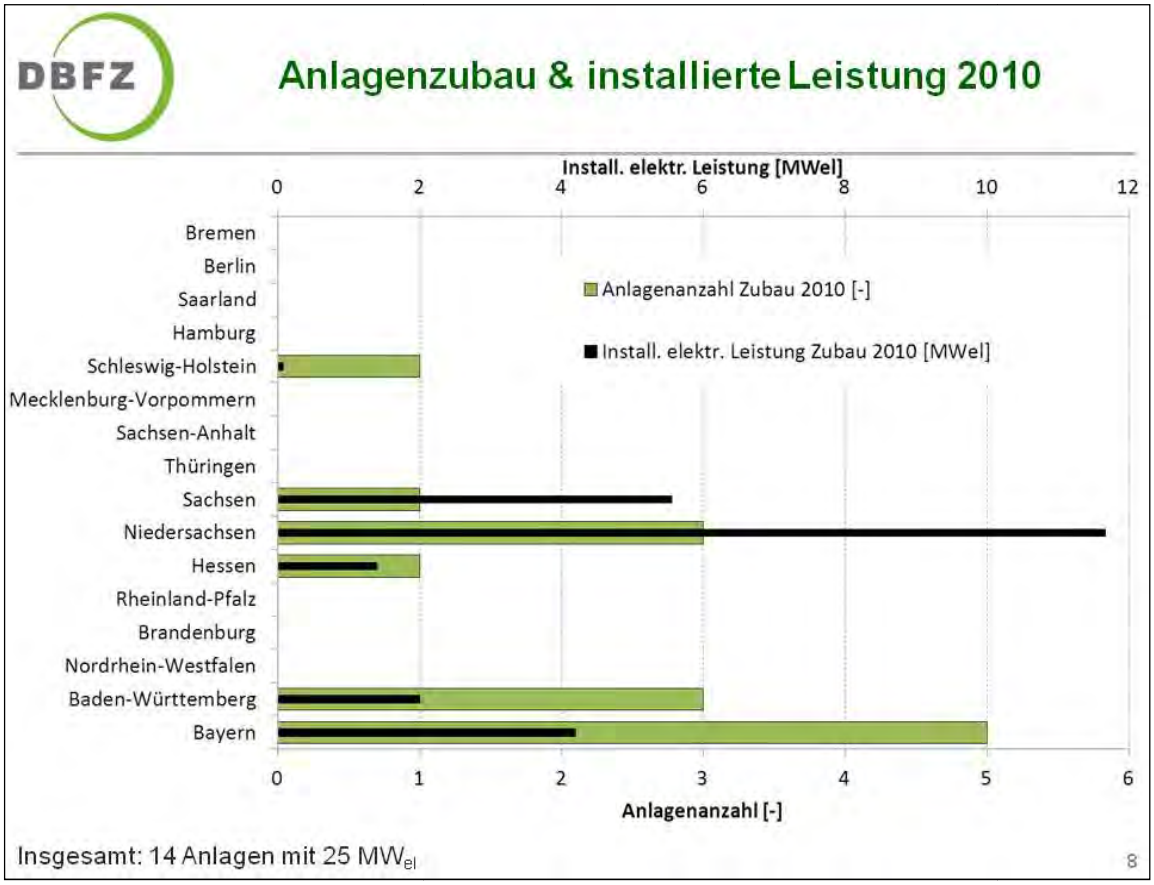

DBFZ
Kenndaten des Bioenergieanlagenparks zur Stromerzeugung in DE
Anlagenbestand
75%
4%
21%
Biomasse(heiz)kraftwerke
Biogasanlagen
Pflanzenöl-BHKW
Eckdaten Anlagenpark 2010:
- Anlagenbestand ca. 7.550 Anlagen
- installierte Leistung ca. 3,8 GWel
- Stromerzeugung ca. 25,7 TWhel
- Wärmebereitstellung ca. 22 TWhth
Installierte elektrische Leistung
60%
32%
8%
Stromerzeugung
61%
32%
7%
durchschnittl. installierte elektr. Anlagenleistung
8.000
7.000
6.000
5.000
4.000
3.000
2.000
1.000
0
Anlagen <1 MW
Anlagen >1 MW
Biomasse(heiz)-kraftwerke
Biogas-anlagen
Pflanzenöl-BHKW
Quelle: Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse, 2011
3

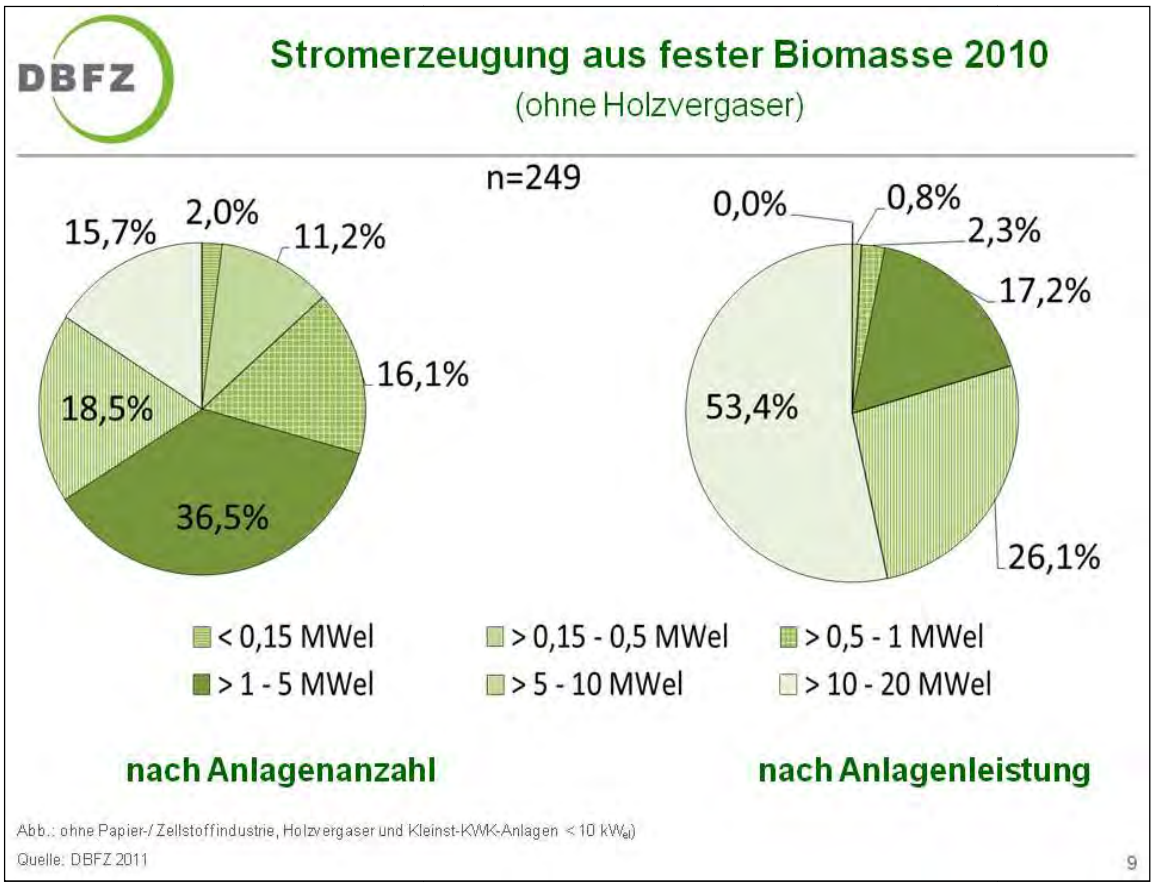

DBFZ
Installierte Leistung des Anlagenbestandes der Biomasse(heiz)kraftwerke
Anlagenbestand > 5 MWel
Anlagenbestand 0,5 - 5 MWel
Anlagenbestand ≤ 0,5 MWel
Installierte Leistung
Das neue EEG- tritt zum 01.01.2009 in Kraft
Erste EEG-Novelle tritt zum 01.08.2004 in Kraft
EEG tritt zum 01.04.2000 in Kraft
Nächste Novellierung EEG zum 01.01.2012
Anlagenbestand [-]
installierte elektrische Leistung [MWel]
280
260
240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
1.400
1.200
1.000
800
600
400
0
2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010
Quelle: DBFZ, 5. Zwischenbericht, BMU-Projekt „Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse" (2008 – 2011)
Abb. exklusiv der 6 Anlagen der Papier- und Zellstoff-industrie, die anteilig mit insg. rd. 126 MWel zur EEG-Stromerzeugung aus etwa 84 installierten Holzvergaseranlagen (zw. 0,01 bis 0,4 kWel) mit insg. rd.. 7 MWel und wenigen Kleinst-KWK-Anlagen <10 MWel
Installierte Leistung der rd. 249 Anlagen Ende 2010: ca. 1236 MWel, entspricht rund 32 % der Gesamtkapazität des Bioenergieanlagenparks in DE
4

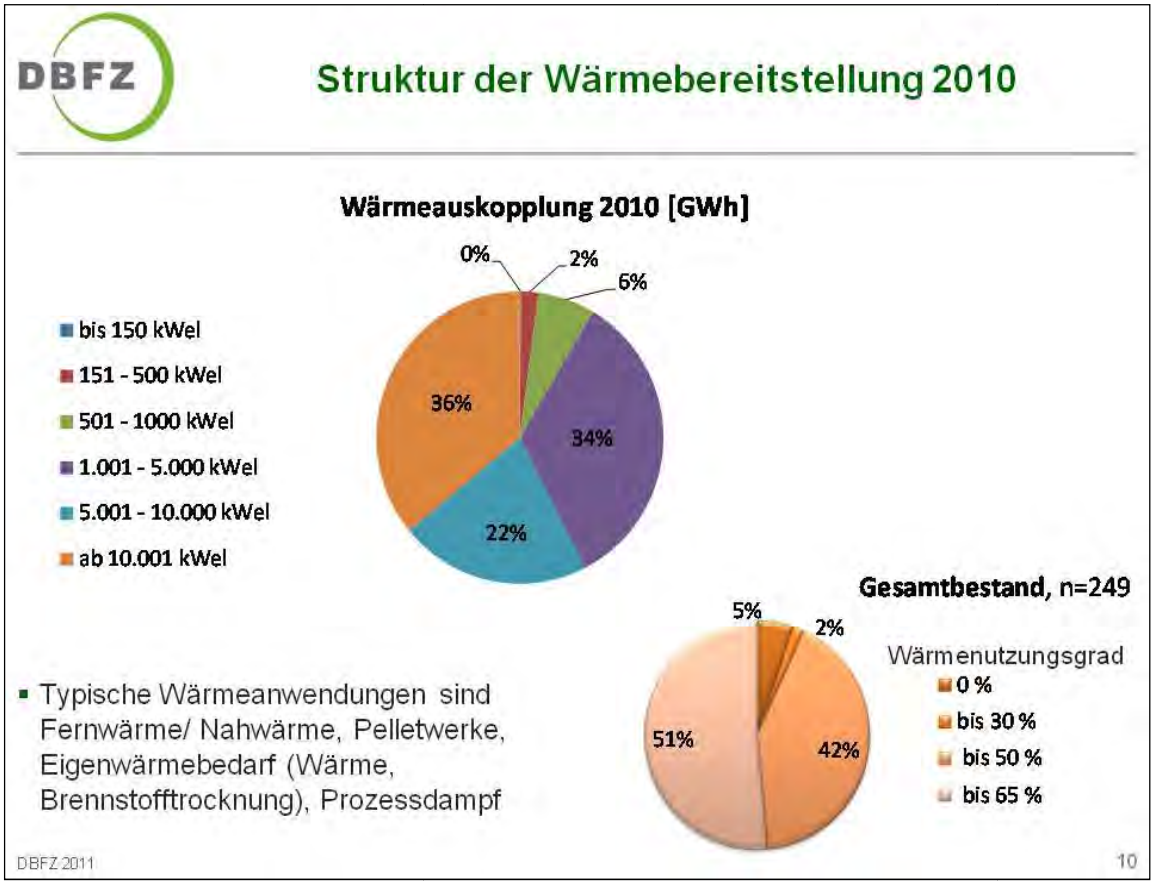

N
Regionale Verteilung
Biomasse(heiz)kraftwerke
Anlagenanzahl (n=249)
24% der Anlagen in Bayern
14% in Baden-Württemberg
11% in NRW (9% in Brandenburg)
Anlagenleistung (ges.: 1236 MWel)
je 15% in Bayern & NRW
14% in Brandenburg
je 10% in BaWü & Niedersachsen
Anlagen in Betrieb 2010
Altholz
bis 0,5 MW
bis 5 MW
> 5 MW
Mischsortiment
bis 0,5 MW
bis 5 MW
> 5 MW
Naturbelassenes Holz
bis 0,5 MW
bis 5 MW
> 5 MW
Papier-/ Zellstoffindustrie
Anlagenstandort
Stand 03/2011
(c) Deutsches BiomasseForschungsZentrum gGmbH, 2011
Abb.: Standort, Leistungs- und Brennstoffklassen der Biomasse(heiz)kraftwerke in Dtl. (ohne Papier-/ Zellstoffindustrie, Holvergaser und Kleinst-KWK-Anlagen < 10 kWel)
Quelle: 5. Zwischenbericht DBFZ „Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse"
5


DBFZ
Betreiberstruktur des Anlagenparks 2009
15%
17%
34%
33%
8%
7%
17%
2%
Betreiberstruktur nach Anlagenanzahl
EVU
Projektgesellschaft
Sonstiges
Säge-/ Hobelindustrie
Holzwerkstoffindustrie
Holzverarbeitung (Möbel, Holzbau etc.)
Pelletproduzent
DBFZ, 2010
15%
7%
28%
49%
14%
2%
12%
1%
Betreiberstruktur nach Anlagenleistung
6


DBFZ
Betreiberstruktur Zubau 2010
(ohne Holzvergaser)
21%
14%
7%
57%
n=14
8%
3%
6%
84%
EVU
Holzbe- und -verarbeitung
Projektgesellschaft
Sonstiges
nach Anlagenanzahl
nach Anlagenleistung
7

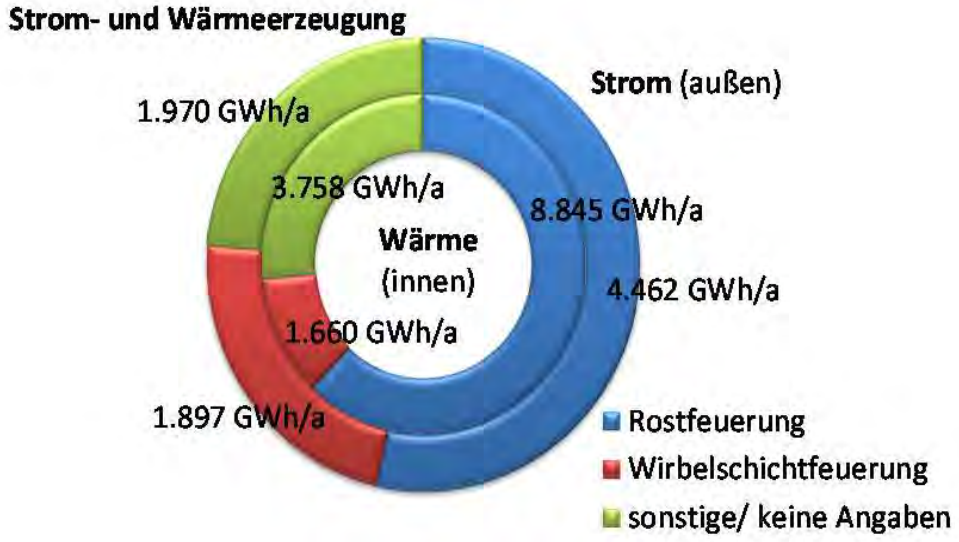

DBFZ
Anlagenzubau & installierte Leistung 2010
Install. elektr. Leistung [MWel]
0
2
4
6
8
10
12
Bremen
Berlin
Saarland
Hamburg
Schleswig-Holstein
Mecklenburg-Vorpommern
Sachsen-Anhalt
Thüringen
Sachsen
Niedersachsen
Hessen
Rheinland-Pfalz
Brandenburg
Nordrhein-Westfalen
Baden-Württemberg
Bayern
Anlagenanzahl Zubau 2010 [-]
Install. elektr. Leistung Zubau 2010 [MWel]
0
1
2
3
4
5
6
Anlagenanzahl [-]
Insgesamt: 14 Anlagen mit 25 MWel
8


DBFZ
Stromerzeugung aus fester Biomasse 2010
(ohne Holzvergaser)
n=249
15,7%
2,0%
11,2%
16,1%
18,5%
36,5%
0,0%
0,8%
2,3%
17,2%
53,4%
26,1%
< 0,15 MWel
> 0,15 - 0,5 MWel
> 0,5 - 1 MWel
> 1 - 5 MWel
> 5 - 10 MWel
> 10 - 20 MWel
nach Anlagenanzahl
nach Anlagenleistung
Abb.: ohne Papier-/ Zellstoffindustrie, Holzvergaser und Kleinst-KWK-Anlagen < 10 kWel)
Quelle: DBFZ 2011
9


DBFZ
Struktur der Wärmebereitstellung 2010
Wärmeauskopplung 2010 [GWh]
bis 150 kWel
151 - 500 kWel
501 - 1000 kWel
1.001 - 5.000 kWel
5.001 - 10.000 kWel
ab 10.001 kWel
0%
2%
6%
36%
34%
22%
Gesamtbestand, n=249
5%
2%
51%
42%
Wärmenutzungsgrad
0 %
bis 30 %
bis 50 %
bis 65 %
Typische Wärmeanwendungen sind Fernwärme/ Nahwärme, Pelletwerke, Eigenwärmebedarf (Wärme, Brennstofftrocknung), Prozessdampf
DBFZ 2011
10

Strom- und Wärmebereitstellung 2010

- **Stromerzeugung ≈ 8,3 TWh;**
- **Wärmebereitstellung ≈ 14,1 TWh**
- Brennstoffeinsatz ≈ 7,6 Mio. t_{atro}
- Anlagen mit Rostfeuerung sind bedeutend häufiger in Standortkonzepten mit hoher Wärmeauskopplung zu finden als Wirbelschichtfeuerungen



11

Installierte Feuerungsanlagentechnologie 2010

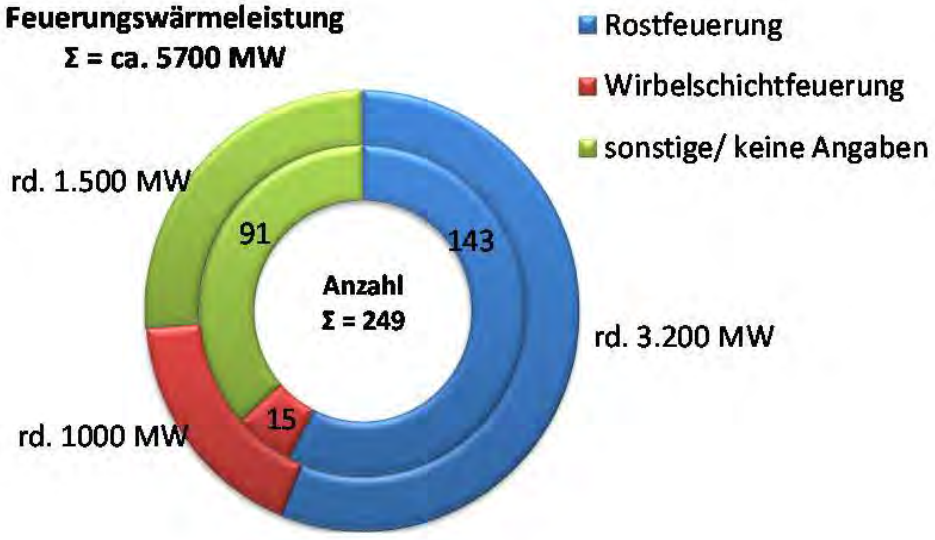
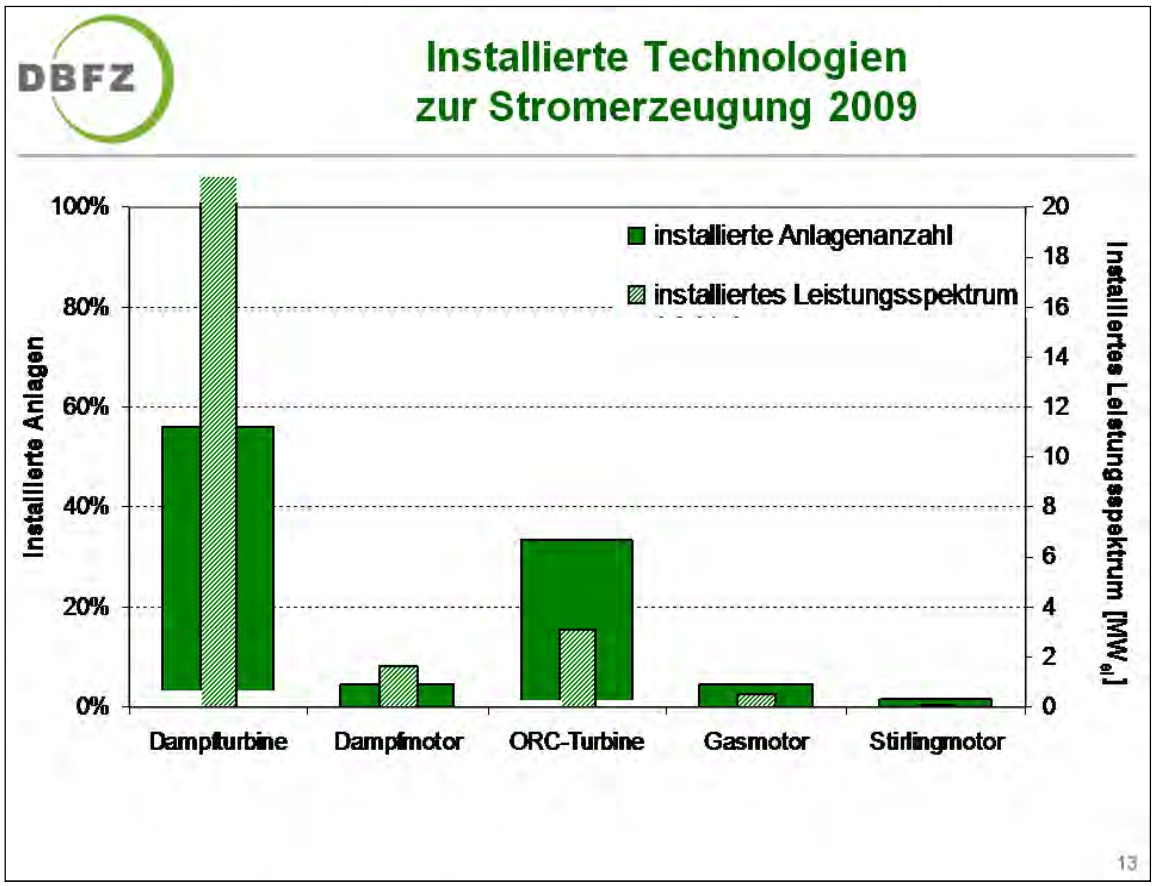
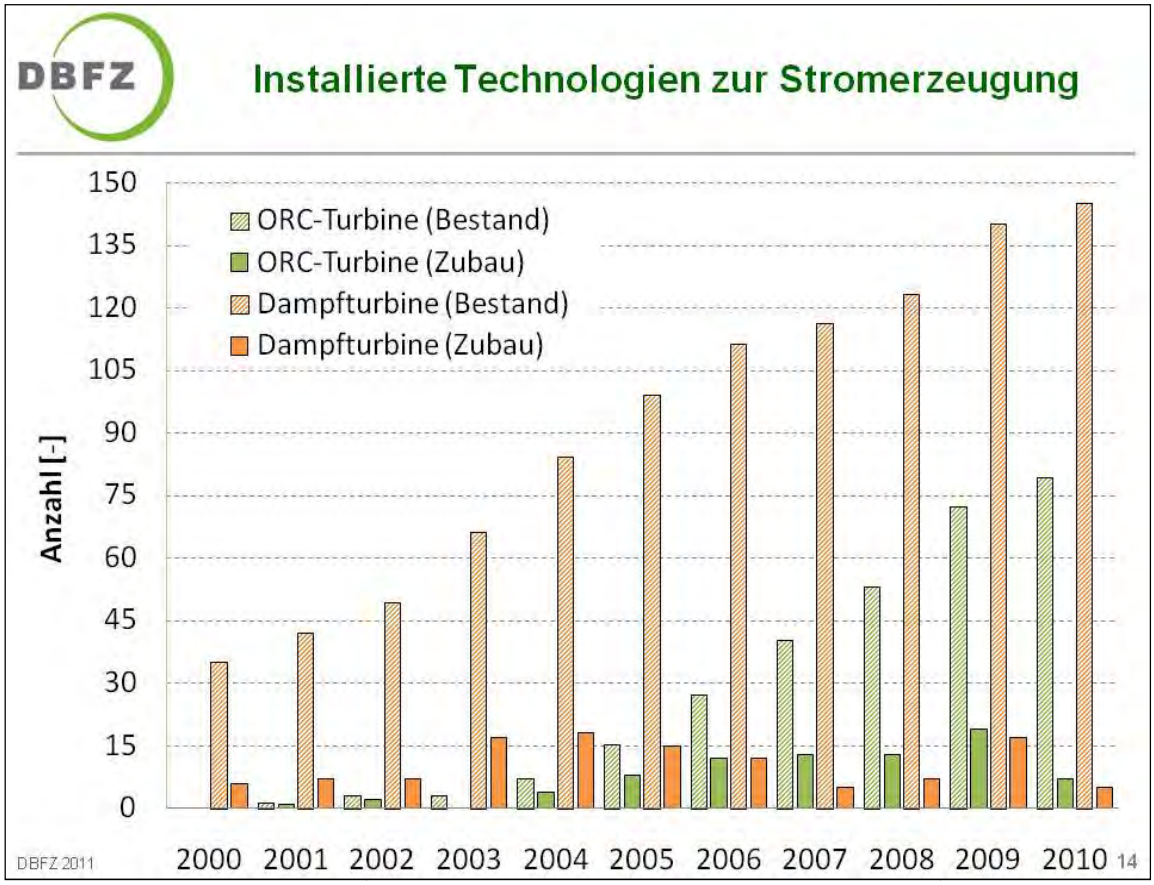


Abb.: ohne Papier-/ Zellstoffindustrie, Holzvergaser und Kleinst-KWK-Anlagen < 10 kW_{el})

Quelle: DBFZ 2011

12


DBFZ
Installierte Technologien
zur Stromerzeugung 2009
installierte Anlagenanzahl
installiertes Leistungsspektrum
Installierte Anlagen
Installiertes Leistungsspektrum [MWel]
100%
80%
60%
40%
20%
0%
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
Dampfturbine
Dampfmotor
ORC-Turbine
Gasmotor
Stirlingmotor
13


DBFZ
Installierte Technologien zur Stromerzeugung
ORC-Turbine (Bestand)
ORC-Turbine (Zubau)
Dampfturbine (Bestand)
Dampfturbine (Zubau)
Anzahl [-]
150
135
120
105
90
75
60
45
30
15
0
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
DBFZ 2011
14

Exkurs: Holzvergasung im Aufwind

- Aktuell gibt es etwa 50 Anbieter von KWK-Systemen auf Basis der biogenen Festbrennstoffvergasung, die in Deutschland in den Jahren 2010/2011 die Entwicklung mitbestimmten

	Anlagen [-]	Inst. Elektr. Leistung [MW_{el}]
12/2008	62	7,4
12/2009	rd. 73	rd. 7,1
12/2010	84	6,7

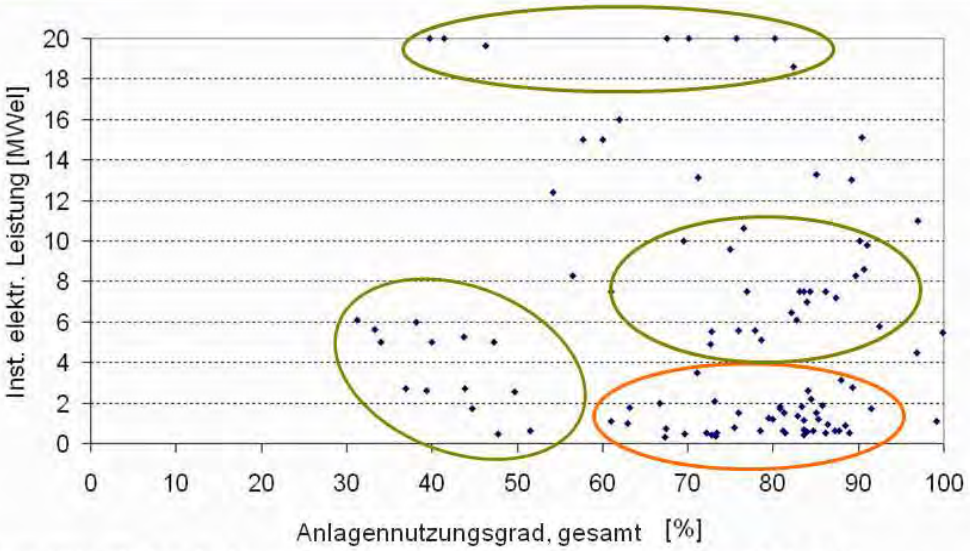
- Holzvergaser werden vorrangig im Leistungsbereich zwischen 10 bis 1000 kW_{el} angeboten, aber auch Vergasungsanlagen im MW-Bereich sind bereits in Planung bzw. Bau
- Die durchschnittlich installierte Leistung der Holzvergaser beträgt derzeit ca. 80 kW_{el}
- Die meisten Anlagen konnten bisher noch keinen kontinuierlichen Betrieb nachweisen, bis auf wenige Anbieter handelt es sich bei vielen Modellen um Pilotanlagen

DBFZ 2011

Quelle: 5. Zwischenbericht DBFZ „Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse"

15

Gesamtnutzungsgrade der Anlagen



- unterschiedliche Anlagenkonzepte (strom- bzw. wärmegeführt) je Leistungsklasse und Wärmekonzept bedingen Gesamtnutzungsgrad (therm. + elektr. Nutzungsgrad)
- im Bereich bis 3 MW_{el} generell hohe Wirkungsgrade zwischen (70) 80-90%

16

Abgasaufbereitungs- und Filtertechnik

- Typische Kombinationen:
  - 37 x Elektrofilter + Multizyklon
  - 16 x Gewebefilter + Zyklon
  - 10 x Elektrofilter + Zyklon
- sonstigen Aufbereitungstechnologien:
  - Regenerative Nachverbrennung
  - Katalysatoren
  - Biologische Filter
  - Adsorptionsverfahren (z.B. mit Aktivkohle)

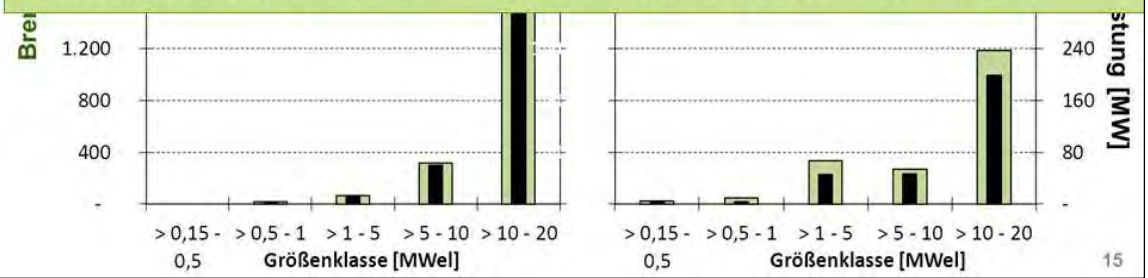
Während Wirbelschichtanlagen typischer Weise nur Gewebefilter und Zyklon nutzen, sind bei Rostfeuerungsanlagen deutlich mehr Variationen und Kombinationen vorhanden

Abb.: ohne Papier-/ Zellstoffindustrie, Holzvergaser und Kleinst-KWK-Anlagen < 10 kW_{el})
Quelle: DBFZ 2011

17

Verwendete Brennstoffsortimente je Leistungsklasse in Biomasse-HKW

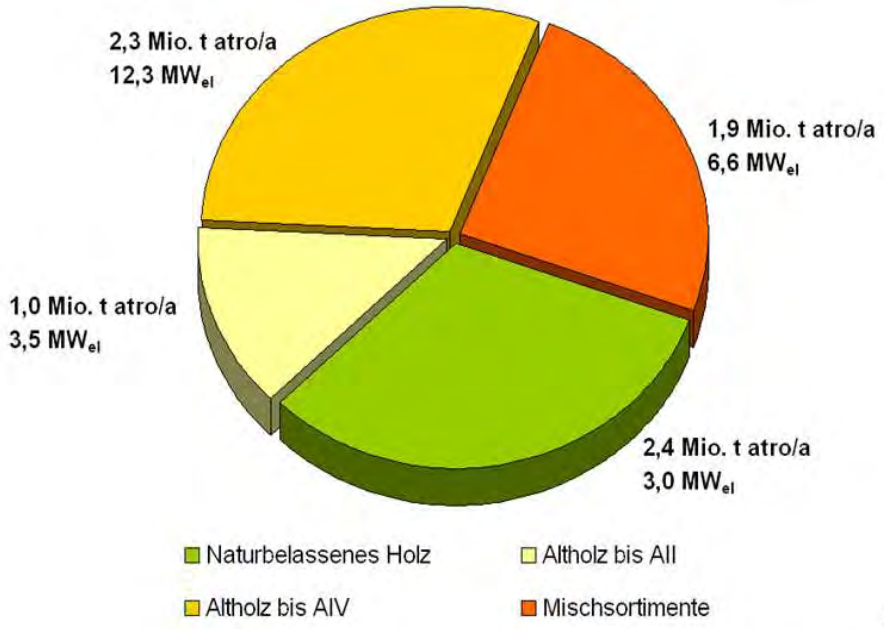
- 54% der Anlagen setzen ausschließlich naturbelassenes Holz ein (WRH, LPH, IRH), überwiegend im kleinen bis mittleren Anlagenbereich genutzt (dabei besteht kein genereller NawaRo-Bonus, da z.B. Sägeresthölzer keinen Anspruch haben, aber Rinde schon→ Ausschließlichkeitsprinzip beachten)
- 30% der Anlagen setzen ausschließlich Altholz ein (Dominanz im höheren Leistungsbereich und bei Einsatz von AII+III); 12% setzen nur AI+II ein



15

Brennstoffeinsatz in Biomasse-HKW 2009

Brennstoffeinsatz und durchschnittliche Anlagenleistung je Sortiment



DBFZ, 2010 19

FAZIT EEG 2009

- **Durch das EEG wird die energetische Nutzung von holzartigen Biomassen** – wenn auch seit 2009 vergleichsweise moderat – **weiter ausgebaut**
- Die Stromerzeugung aus Festbrennstoffanlagen entspricht mit 8,3 TWh_{el} ca. 32 % des Beitrages der Biomasse insg. bzw. **1,4 % der Bruttostromerzeugung in DE**
- Die Wärmeauskopplung hat seit der EEG-Novellierung 2004 an Bedeutung gewonnen (nur noch ca. 5 % ohne KWK); **Wärmeauskopplung ist heute für Investitionsentscheidung ausschlaggebend** (Wirtschaftlichkeit der Anlagen); → d.h. aber auch, Akquisition von Wärmeabnahmeverträgen in relevanter Größenordnung mit Inbetriebnahme der Anlage → Anlagen im höheren Leistungsbereich werden kaum zugebaut
- Während in den ersten EEG- Jahren vor allem Gegendruckdampfturbinen eingesetzt wurden (Dampfmotor im Klein-KWK-Bereich); werden nun zunehmend Entnahme-Kondensationsturbinen zur flexiblen Strom- und Wärmebereitstellung genutzt
- aufgrund der veränderten EEG-Rahmenbedingungen 2004 konnte sich der Einsatz der **ORC-Technologie bis 3 MW_{el} am Markt etablieren**; Holzvergasung in Kleinanlagen rückt nach; jedoch besteht weiterhin ein hohes Potenzial die Klein-KWK-Technologien zur Marktreife voranzubringen (z.B. ORC-Technik: hoher Eigenstromverbrauch, niedriger elektrischer Wirkungsgrad)
- Die **Rohstoffpalette verbreitert sich nur langsam,** zwar zunehmender Einsatz von NawaRo (einschließlich Landschaftspflegeholz), aber KUP oder Halmgüter als Substitut für Holz stehen noch am Anfang (keine ausreichenden Anreize gesetzt)

20

3.2 Anlagenbestand

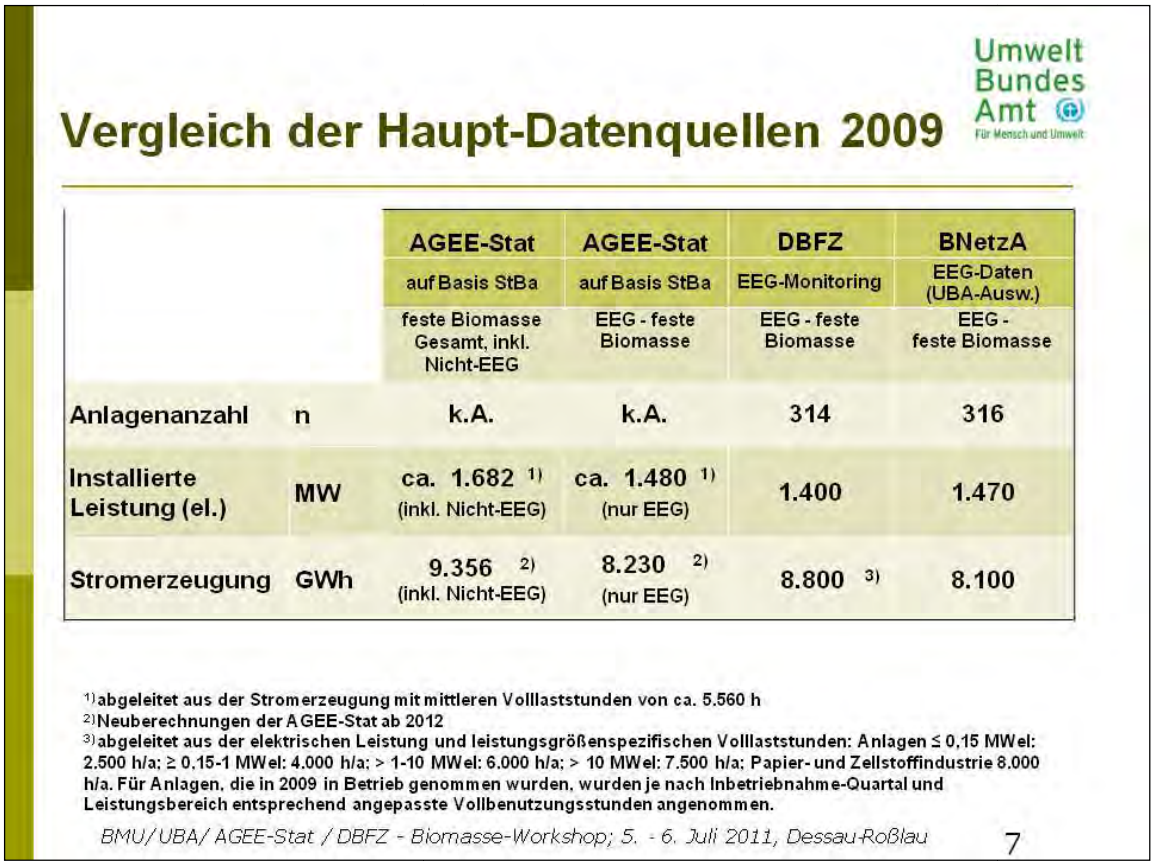
3.2.1 Ergebnisse

Bei der Gegenüberstellung der drei wesentlichen Datenquellen stellte die Arbeitsgruppe zunächst fest, dass sich der Anlagenbestand nach den aufbereiteten EEG-Daten sowie nach dem EEG-Monitoring zum Stichtag 31.12.2009 aus ca. 315 EEG-Biomasseheizkraftwerken zusammensetzt. Hierbei sind auch die lediglich teilweise EEG-vergütungsfähigen Anlagen der Papier- und Zellstoffindustrie sowie ca. 80 Holzgas-BHKW enthalten. In wie vielen Anlagen darüber hinaus nicht EEG-vergüteter Strom z. B. durch Mitverbrennung von fester Biomasse erzeugt wurde, kann aufgrund der oben dargestellten Struktur der amtlichen Statistik nicht ermittelt werden.

Auf der aggregierten Ebene der Bruttostromerzeugung sowie der installierten elektrischen Leistung konnte diese Bereinigung jedoch vorgenommen werden.[2] Im Ergebnis zeigte sich eine große Übereinstimmung zwischen den verschiedenen Datenquellen. Insbesondere die primären Erhebungen der amtlichen Statistik sowie die EEG-Daten weisen übereinstimmend eine installierte elektrische Leistung Ende 2009 von ca. 1.470 MW_{el} und eine EEG-vergütete Bruttostromerzeugung von 8,1 bis 8,2 TWh aus.

[2] Dabei wird unterstellt, dass die Differenz zwischen der gesamten amtlich erfassten Stromerzeugung aus Biomasse und der EEG-Jahresendabrechnung in Höhe von 1.101 GWh vollständig der festen Biomasse zuzuordnen ist. Der Großteil hiervon wird in den nicht od. nur bis zu einer bestimmten Grenze EEG-vergütungsfähigen Anlagen der Papier- und Zellstoffindustrie erzeugt.

Hinsichtlich der Nettowärmeerzeugung der Biomasseheizkraftwerke bestehen derzeit noch Unsicherheiten. So erhebt die amtliche Statistik zwar die Nettowärmeerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung der Anlagen der Allgemeinen Versorgung und der Industrie (2009 ca. 11,8 TWh). Aufgrund der Abschneidegrenze von 1 MW_{el} muss jedoch hier noch die unbekannte Wärmeerzeugung aus EEG-Anlagen < 1 MW_{el} hinzuaddiert werden. Bis auf Weiteres ist das Anlagen-Monitoring des DBFZ damit die einzige Datenquelle, die eine Kompletterhebungen der Wärmebereitstellung aus EEG-fähigen Biomasseheizkraftwerken erfasst. Das DBFZ gibt für 2009 insgesamt etwa 14 TWh an.



Vergleich der Haupt-Datenquellen 2009

Umwelt Bundes Amt – Für Mensch und Umwelt

		AGEE-Stat	AGEE-Stat	DBFZ	BNetzA
		auf Basis StBa	auf Basis StBa	EEG-Monitoring	EEG-Daten (UBA-Ausw.)
		feste Biomasse Gesamt, inkl. Nicht-EEG	EEG - feste Biomasse	EEG - feste Biomasse	EEG - feste Biomasse
Anlagenanzahl	n	k.A.	k.A.	314	316
Installierte Leistung (el.)	MW	ca. 1.682 [1] (inkl. Nicht-EEG)	ca. 1.480 [1] (nur EEG)	1.400	1.470
Stromerzeugung	GWh	9.356 [2] (inkl. Nicht-EEG)	8.230 [2] (nur EEG)	8.800 [3]	8.100

[1] abgeleitet aus der Stromerzeugung mit mittleren Volllaststunden von ca. 5.560 h
[2] Neuberechnungen der AGEE-Stat ab 2012
[3] abgeleitet aus der elektrischen Leistung und leistungsgrößenspezifischen Volllaststunden: Anlagen ≤ 0,15 MWel: 2.500 h/a; ≥ 0,15-1 MWel: 4.000 h/a; > 1-10 MWel: 6.000 h/a; > 10 MWel: 7.500 h/a; Papier- und Zellstoffindustrie 8.000 h/a. Für Anlagen, die in 2009 in Betrieb genommen wurden, wurden je nach Inbetriebnahme-Quartal und Leistungsbereich entsprechend angepasste Vollbenutzungsstunden angenommen.

BMU/UBA/ AGEE-Stat / DBFZ - Biomasse-Workshop; 5. - 6. Juli 2011, Dessau-Roßlau 7

Abbildung 8: Anlagenzahl, installierte elektrische Leistung und Stromerzeugung der Biomasseheizkraftwerke in Deutschland zum 31.12.2009

Im Folgenden hat sich die Arbeitsgruppe mit der Struktur des Anlagenbestands befasst. Hierzu wurde zwischen den Leistungsklassen (vgl. Folie Nr. 9 des Impulsvortrags) differenziert. Demnach tragen die Biomasseheizkraftwerke bis 5 MW_{el} trotz ihrer hohen Anzahl lediglich ca. ein Fünftel zur Gesamtleistung bei. Hingegen stehen die knapp 50 Anlagen über 10 MW_{el} für mehr als die Hälfte der installierten Leistung. Aufgrund der regional begrenzten Brennstoffpotenziale werden Anlagen über 5 MW_{el} nach Einschätzung der Teilnehmer jedoch zukünftig kaum mehr zugebaut werden.

In Hinblick auf den Beitrag zur Stromerzeugung beträgt der Anteil der Großanlagen ab 10 MW_{el} sogar etwa zwei Drittel. Zugleich zeigt sich aber auch, dass die Anlagen bis 5 MW_{el}, die nur 15 % der gesamten EEG-vergüteten Stromerzeugung repräsentieren, immerhin einen Anteil von 35% an der nach EEG vergüteten KWK-Stromerzeugung haben.

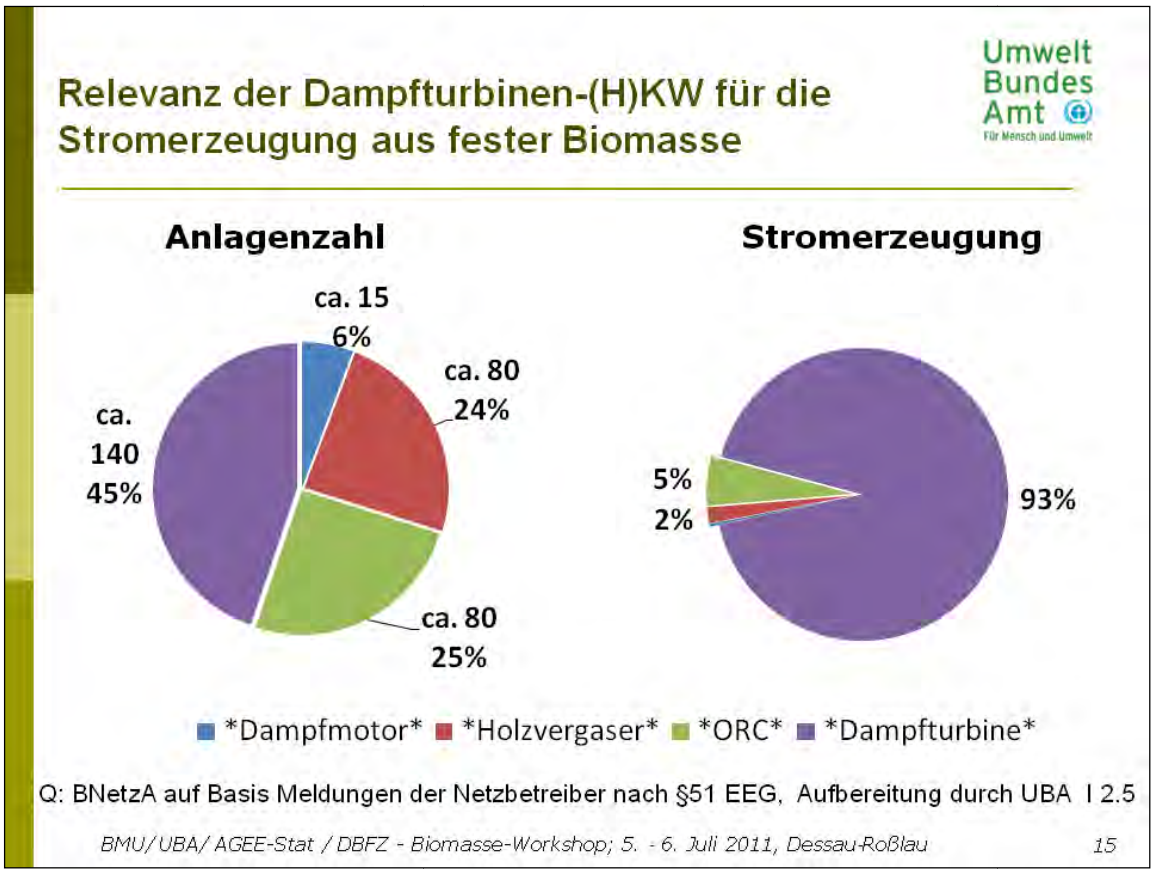


Abbildung 9: Anteil der verschiedenen Umwandlungstechniken am Anlagenbestand und an der Stromerzeugung

In einem weiteren Strukturierungsschritt wurden die wichtigsten Umwandlungstechniken unterschieden. Die Arbeitsgruppe stellte hierbei fest, dass Dampfturbinen-Heizkraftwerke trotz der Zunahme alternativer Technologien in 2009 nach wie vor für etwa 93 Prozent der EEG-Stromerzeugung verantwortlich waren. Neuere Technologien wie Organic-Rankine-Cycle (ORC)-Heizkraftwerke oder Holzgas-BHKW haben demnach zwar einen Anteil von jeweils ca. einem Viertel am Anlagenbestand, trugen aufgrund der geringen Leistungsgrößen und / oder Benutzungsstunden gerade einmal fünf bzw. zwei Prozent zur EEG-Stromerzeugung aus fester Biomasse bei.

Im weiteren Verlauf standen schließlich mögliche Klassifikationen des Anlagenbestands hinsichtlich Leistungsklassen, Brennstoffeffizienz und typischen Wärmenutzungen im Mittelpunkt der Diskussion. Das Umweltbundesamt hatte hierzu die rechnerischen Volllaststunden der Biomasseheizkraftwerke auf Basis der BNetzA-Daten grafisch aufbereitet. Dabei wurde zwischen den Umwandlungstechnologien Dampfturbine, ORC und Holzgas-BHKW unterschieden sowie bei den ersten beiden auch danach, ob die erzeugte Wärme vorrangig als Prozesswärme in der Industrie genutzt oder in ein kommunales Fernwärmenetz eingespeist wird.

Technologie- und anwendungsübergreifend fiel zunächst die beträchtliche Streuung der durchschnittlichen Volllaststunden im Jahr 2009 auf. Welchen Einfluss hier die schwierigen Rahmenbedingungen des Krisenjahres 2009 auf der Absatzseite, bei gleichzeitig steigenden Brennstoffpreisen (u.a. aufgrund sinkendem Altholzangebot in der Rezession, steigende Altholznach-

frage im Ausland) hatten, konnte in der Diskussion nicht abschließend geklärt werden. Die Teilnehmer waren sich allerdings einig, dass Anlagen mit weniger als 3.000 Stunden Betriebsdauer auf längere Sicht nicht wirtschaftlich darstellbar sind. Insofern wäre zu prüfen, ob eventuell technische Probleme des Betreibers oder die hohe Konkurrenz am Brennstoffmarkt eine Erklärung liefern könnten. In Einzelfällen könnte eine Anlage technisch nicht auf einen ungekoppelten Kondensationsbetrieb ausgelegt sein und daher bei saisonal oder konjunkturbedingt geringem Wärmebedarf außer Betrieb gehen.

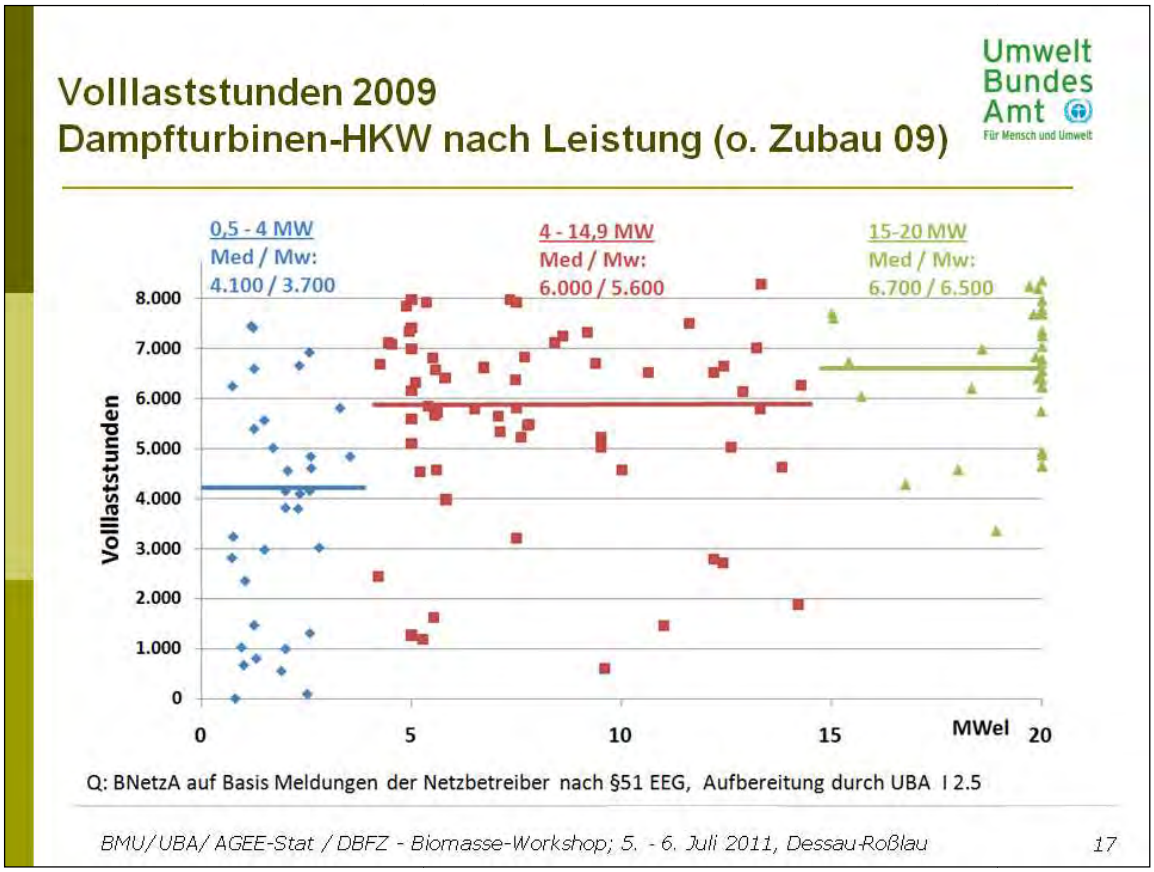


Abbildung 10: Rechnerische Volllaststunden der Biomasseheizkraftwerke mit Dampfturbine nach Leistungsklassen

Am Beispiel der Dampfturbinen-(Heiz-)kraftwerke wird deutlich, dass die durchschnittlichen jährlichen Vollbenutzungsstunden im Allgemeinen mit steigender elektrischer Leistung zunehmen. So ergibt sich ein Median von ca. 4.000 Std. bei Dampfturbinen-(Heiz-)kraftwerken mit einer Leistung unter 4 MW_{el}, von ca. 6.000 Std. bei einer Leistung zwischen 4 und 14,9 MW_{el} sowie von ca. 6.700 Std. bei Heizkraftwerken über 15 MW_{el} (Abbildung 10).

Bei Einbezug der Wärmenutzung ist zudem auffällig, dass einige Industrieheizkraftwerke, die primär der Prozesswärmeversorgung dienen, zum Teil sogar Vollbenutzungsstunden bis 8.000 Std. und damit mehr als reine Altholzkraftwerke aufwiesen. Im Mittel sind die Volllaststunden jedoch nahezu gleichauf bei im Mittel gut 6.000 Std., während Heizkraftwerke, die die erzeugte Wärme primär in kommunale Wärmenetze einspeisen, etwas geringe Vollaststunden aufweisen (Abbildung 11).

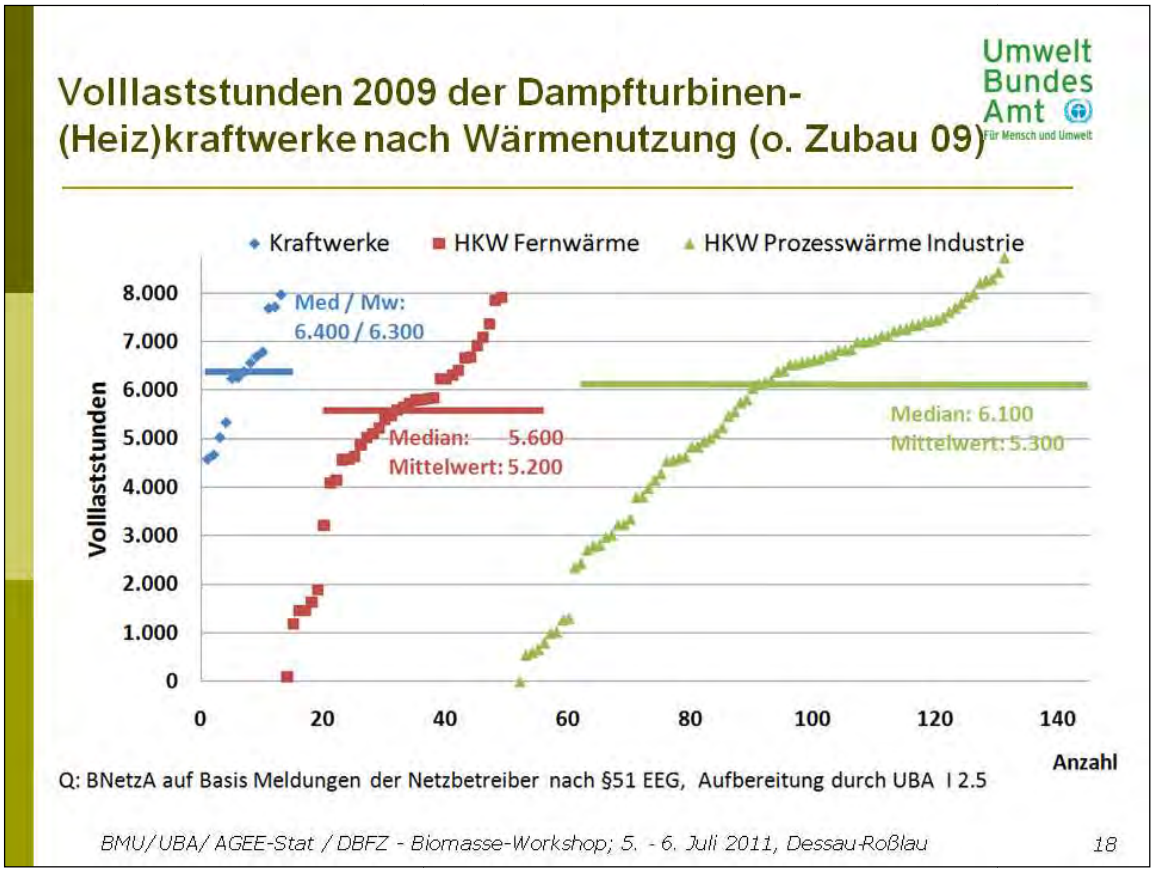


Abbildung 11: Rechnerische Volllaststunden der Biomasseheizkraftwerke mit Dampfturbine nach Wärmenutzung

Die auf verschiedene Wärmenutzungskonzepte zurückzuführenden Unterschiede in den Volllaststunden sind bei Biomasseheizkraftwerken auf Basis der ORC-Technologie stärker ausgeprägt. Wenngleich auch hier eine große Varianz festzustellen ist, die eine individuelle Analyse nahelegt, lässt sich in der Tendenz festhalten, dass ORC-Heizkraftwerke, die in Wärmenetze einspeisen, z. B. aufgrund des saisonal schwankenden Wärmebedarfs eher geringe Volllaststunden von im Mittel nur 4.500 Std. aufweisen. Ausnahmen bilden hier Biomasseheizkraftwerke, die zur Grundlastdeckung in das Standortkonzept integriert werden. ORC-Anlagen in der holzver- und bearbeitenden Industrie hingegen werden aufgrund des ganzjährig hohen Wärmebedarfs zur technischen Holztrocknung kontinuierlich, d.h. mit ca. 6.000 Std. oder mehr betrieben.

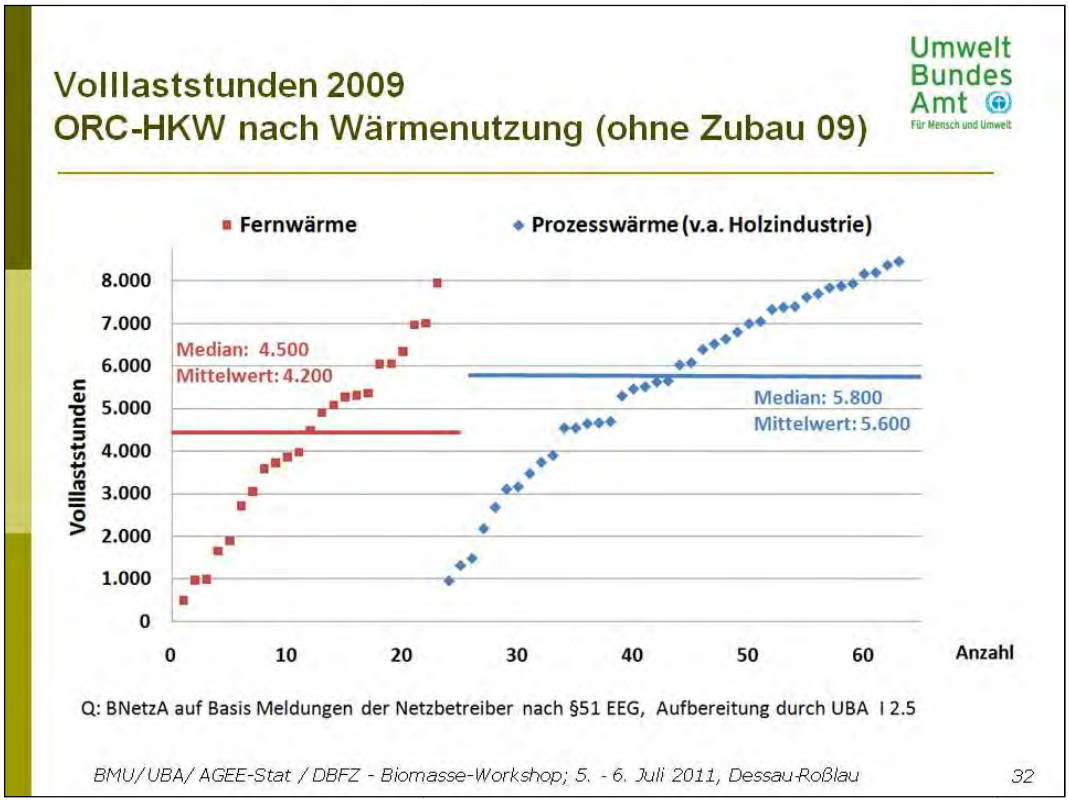


Abbildung 12: Rechnerische Volllaststunden der ORC-Biomasseheizkraftwerke nach Wärmenutzung

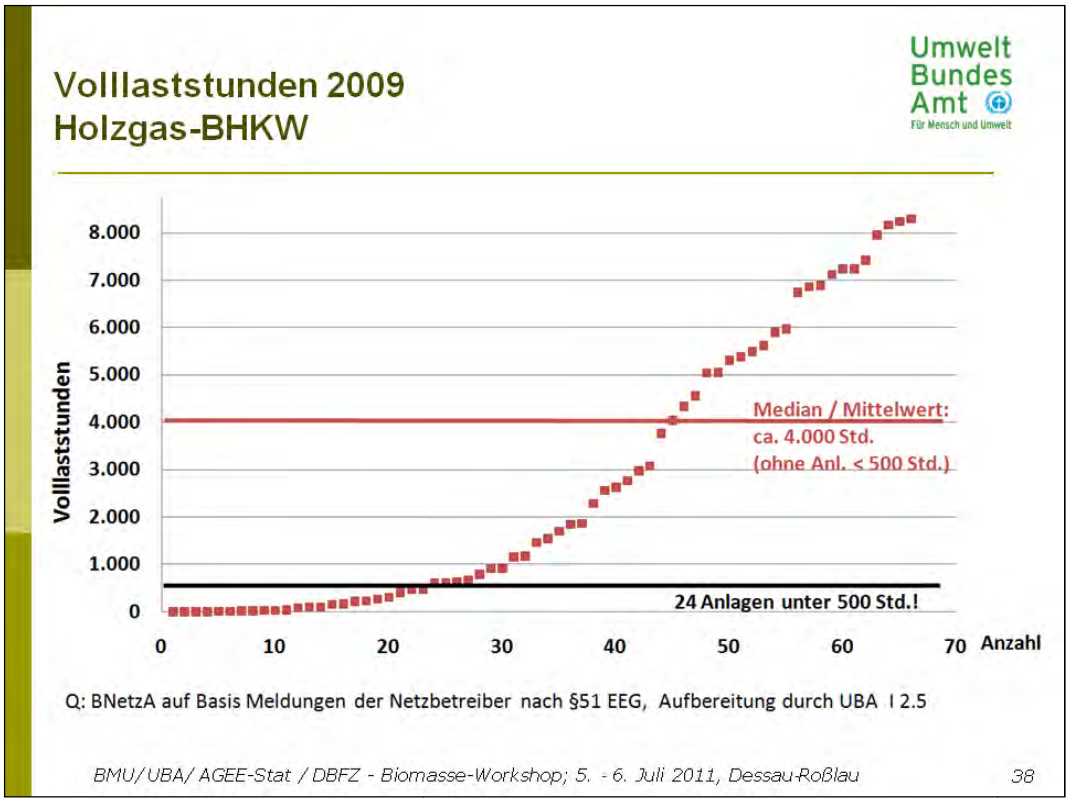


Abbildung 13: Rechnerische Volllaststunden von Holzgas-Blockheizkraftwerken

Bei Holzgas-Blockheizkraftwerken ist die größte Spannbreite festzustellen zwischen einigen serienreifen Anlagenkonzepten auf der einen Seite, die bereits sehr hohe Volllaststunden bis zu 8.000 h realisieren können, und vielen Entwicklungs- und Demonstrationsanlagen auf der anderen Seite, die zwar EEG-Vergütung auf den erzeugten Strom erhalten, aber aufgrund von technischen Problemen oder ihres Pilotcharakters nur sehr kurze Betriebsdauern von weniger als 500 h im Jahr aufweisen.

3.2.2 Klärungsbedarf und Lösungsvorschläge

Kurzfristiger Klärungsbedarf wurde nicht identifiziert.

3.2.3 Verbleibender Forschungsbedarf

Zur ökonomischen sowie ökologischen Überprüfung der Wirkungen des energie- und klimapolitischen Instrumentariums sind regelmäßige Untersuchungen zur Entwicklung der Stromerzeugung aus fester Biomasse erforderlich. Im Fokus sollten dabei insbesondere Fortschritte hinsichtlich der Effizienz der Biomassenutzung, der Reduktion von Schadstoffemissionen sowie bezüglich der Entwicklung und Marktdurchdringung von neuen Technologien stehen. Diese Forschungen könnten zum Beispiel im Rahmen des EEG-Biomasse-Monitoring durchgeführt werden.

Des Weiteren besteht Forschungsbedarf hinsichtlich der Entwicklung empirisch fundierter Klassifizierungssysteme für Biomasseheizkraftwerke. Erforderlich wären hierbei mindestens die Parameter Technologie, Leistungsgröße, eingesetzter Brennstoff und Wärmenutzungskonzept zu unterscheiden. Bei gegebener Datenbasis (z.B. EEG-Monitoring) könnte eine statistische Clusteranalyse hierauf aufbauend empirisch abgesicherte „Häufungen“ identifizieren, aus denen in einem zweiten Schritt typische Referenzfälle für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen oder Emissionsbilanzierungen abgeleitet werden können.

Exkurs

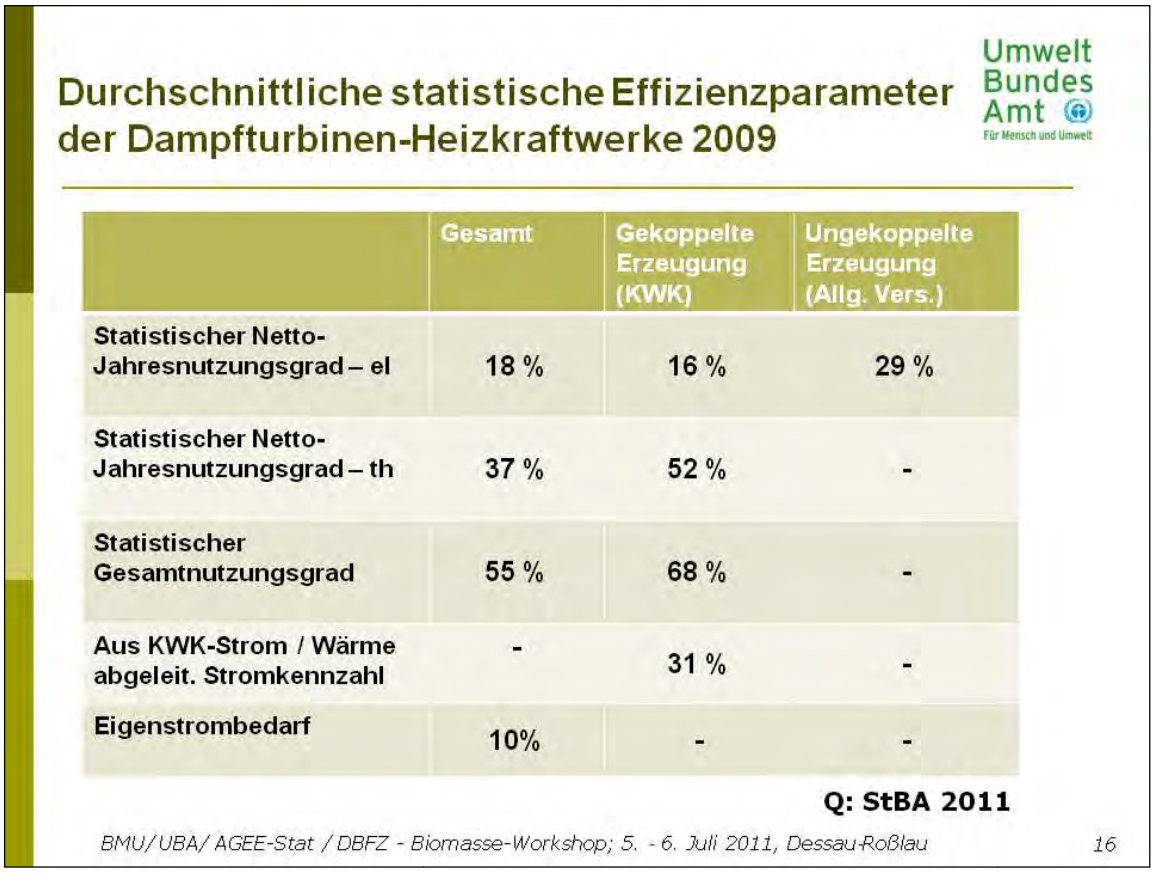
Für vereinfachte volkswirtschaftliche Analysen zur Ressourceneffizienz von Biomasseheizkraftwerken hat Herr Prof. Zschunke von der FH Zittau-Görlitz in diesem Zusammenhang Überlegungen für ein vereinfachtes Klassifikationssystem von (Dampfturbinen) –(Heiz-)kraftwerken in die Arbeitsgruppe eingebracht. Der Vorschlag, der explizit nur einer übergeordneten volkswirtschaftlichen Betrachtung dient und nicht für betriebswirtschaftliche Entscheidungen entwickelt wurde, kann an dieser Stelle nur verkürzt wiedergegeben werden. Er bezieht sich im Kern auf die oben anhand der durchschnittlichen EEG-Volllaststunden dargestellte Vielfalt der Betriebskonzepte, die – soweit sie nicht durch Sondereffekte erklärbar – mit sehr unterschiedlichen (Grenz)wirkungsgraden der KWK-Stromerzeugung verbunden sind. Als Eingangsgrößen für ein vereinfachtes Rechenschema zum volkswirtschaftlichen Effizienz- und Emissionsvergleich dienen dabei zum einen anlagenbezogene Nennleistungsdaten [elektrische Leistung, elektrischer Wirkungsgrad und (technisch erschlossener) thermischer Wirkungsgrad] und zum anderen jahresbezogene Betriebsdaten (Volllaststunden elektrisch und thermisch, letzteres ggf. als relativer Anteil). Um die Repräsentativität der im Rahmen eines solchen Klassifikationssystems betrachteten Referenzfälle sicherzustellen, ist eine Kopplung vorliegender Anlagendatenbanken (z. B. EEG-Monitoring) mit Erzeugungsdaten (z. B. BNetzA-Daten) anzustreben.

3.3 Effizienz

3.3.1 Ergebnisse

Die Gesamteffizienz der Biomasseheizkraftwerke in Deutschland unterscheidet sich erheblich. Aus diesem Grund hat die Arbeitsgruppe die wesentlichen Effizienzparameter wie Wirkungs- bzw. Nutzungsgrade und Eigenstromverbrauch für die wichtigsten Umwandlungstechnologien Dampfturbinen-Heizkraftwerke, ORC-Anlagen und Holzgas-Blockheizkraftwerke separat diskutiert.

Die elektrischen Wirkungsgrade von Dampfturbinen-Heizkraftwerken korrelieren im Allgemeinen positiv mit der installierten elektrischen Leistung und negativ mit der Entnahme von Dampf zur Prozess- oder Fernwärmenutzung. Die Spannbreite reicht dabei von 12 Prozent bei Anlagen um die 1 MW_{el} bis 37 Prozent bei 20 MW_{el}-Kraftwerken, die in reinem Kondensationsbetrieb mit Gegendruckturbinen arbeiten. Im mittleren Leistungsbereich von 5 bis 15 MW_{el} werden hingegen vorwiegend Entnahmekondensationsturbinen eingesetzt, bei denen im Teillastbetrieb zwar elektrische Wirkungsgrade unter 20 Prozent zu verzeichnen sind, die aber sehr flexibel auf eine variierende Wärmenachfrage reagieren können.



	Gesamt	Gekoppelte Erzeugung (KWK)	Ungekoppelte Erzeugung (Allg. Vers.)
Statistischer Netto-Jahresnutzungsgrad – el	18 %	16 %	29 %
Statistischer Netto-Jahresnutzungsgrad – th	37 %	52 %	-
Statistischer Gesamtnutzungsgrad	55 %	68 %	-
Aus KWK-Strom / Wärme abgeleit. Stromkennzahl	-	31 %	-
Eigenstrombedarf	10%	-	-

Abbildung 14: Aus der amtlichen Statistik abgeleitete durchschnittliche Effizienzparameter von Biomasseheizkraftwerken

Empirische Daten zu durchschnittlichen Nutzungsgraden im realen Anlagenbetrieb einschließlich An- und Abfahrvorgängen sowie im Teillastbetrieb liefert von den drei Haupt-Datenquellen u.a. die amtliche Energiestatistik.[3] Wie Abbildung 14 zu entnehmen ist, beträgt der statistische elektrische Jahresnutzungsgrad der Heizkraftwerke demnach lediglich 16 Prozent, während Kraftwerke in reinem Kondensationsbetrieb einen elektrischen Jahresnutzungsgrad von 29 Prozent aufweisen. Durch die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme ist der Brennstoffausnutzungsgrad bei Heizkraftwerken mit knapp 70 Prozent jedoch mehr als doppelt so groß wie bei Kraftwerken. Bei der Interpretation der Daten ist allerdings zu beachten, dass es sich hier nicht nur um EEG-Anlagen handelt. Durch die ebenfalls erfasste Mitverbrennung fester Biomasse wie z. B. Holz oder Tiermehl in Kohlekraftwerken, die in der Regel Nutzungsgrade von ca. 40 Prozent aufweisen, kann vielmehr eine leichte Verzerrung nicht ausgeschlossen werden.

Anhand der detaillierten Erfassung der Brutto- und Nettostromerzeugung, der Nettowärmeerzeugung sowie des Brennstoffeinsatzes durch die amtliche Energiestatistik kann zudem auch die durchschnittliche Stromkennzahl der Biomasseheizkraftwerke (0,31) sowie der mittlere Eigenstrombedarf (10 Prozent) bestimmt werden. Beide Größen schwanken je nach individuellem Wärmenutzungskonzept und eingesetztem Brennstoff. Zum Beispiel ist bei kleineren Altholz-Heizkraftwerken tendenziell von einem höheren Aufwand für die Rauchgasreinigung auszugehen (bis zu 15 Prozent). Bei den klassischen Altholzkraftwerken der Jahre 2003 bis 2005 sowie Heizkraftwerken, die ausschließlich naturbelassende Hölzer einsetzen, kann der Eigenstrombedarf jedoch auch auf die Größenordnung von Stein- oder Braunkohlekraftwerken (ca. 6 Prozent) absinken (vgl. Folien Seite 51 im Anhangsband). In diesem Zusammenhang erwartet die Arbeitsgruppe, dass Anlagen, die relativ preiswerte Rohstoffe wie Altholz einsetzen, zukünftig den Eigenstromverbrauch aus der eigenen Erzeugung decken und nicht länger aus dem Netz beziehen werden.

Biomasseheizkraftwerke auf Basis der Organic Rankine Cycle-Technologie bildeten die zweite betrachtete Technologiegruppe. Da ORC-Heizkraftwerke in den letzten Jahren einen starken Zubau im Leistungsbereich von 0,2 bis 2,3 MW_{el} erfahren haben, soll ihr technisches Prinzip hier kurz skizziert werden: Die aus dem Rauchgas der Biomassefeuerung aufgenommene Wärme wird bei diesen Anlagen über einen separaten Thermoölkreislauf auf ein organisches Arbeitsmedium übertragen und in einer Dampfturbine schließlich in mechanische Arbeit umgewandelt. Bei etwa der Hälfte der derzeit installierten ORC-Anlagen in Deutschland ist dabei bereits das Split-Verfahren realisiert, welches eine zweite Wärmeübertragung vom Rauchgas in den Thermoölkreislauf und damit einen ca. 10 Prozent höheren Wirkungsgrad erlaubt. Zentrale Vorteile der ORC-Technologie sind des Weiteren der hohe Automatisierungsgrad und damit verbunden relativ niedrige Betriebs- und Wartungskosten. Darüber hinaus sind die Wirkungsgradverluste im Teillastbetrieb gering, so dass die Anlagen in der Regel vollständig wärmegeführt betrieben werden – vor allem in der holzbe – und verarbeitenden Industrie sowie als Grund- und Mittellastanlagen in Nah/-Fernwärmenetzen (vgl. Folien Seite 54 im Anhangsband).

[3] Aufgrund des Fokus der amtlichen Statistik auf Großanlagen repräsentieren die Daten in technologischer Hinsicht fast ausschließlich Dampfturbinen-(Heiz)kraftwerke.

Der Charakter der ORC-Module als Nachverstromungsanlage von (Ab-)wärme bedingt gleichwohl relativ geringe elektrische Wirkungsgrade von 15 bis 17 Prozent bei Brennstoffausnutzungsgraden der gesamten KWK-Anlage von um die 80 Prozent. In einer Gesamtbilanz mit zu berücksichtigen ist auch der hohe Eigenstromverbrauch von bis zu 25 Prozent. Dies ist überwiegend auf den Strombedarf für die Kreislaufführung von Thermoöl und organischem Arbeitsmedium zurückzuführen. Wird der Eigenstromverbrauch in das Bilanzsystem integriert, sinkt der elektrische Netto-Nutzungsgrad auf ca. 10 bis 12 Prozent ab. Hinzu kommt, dass der Eigenstromverbrauch in der Regel aus dem Netz der Allgemeinen Versorgung entnommen wird und aufgrund des derzeitigen Strommixes einen erheblichen Treibhausgas-„Rucksack“ in das Gesamtsystem einträgt.

Die dritte und in ihrer Entwicklung jüngste Technologiegruppe der Biomasseheizkraftwerke sind dezentrale Blockheizkraftwerke mit vorgeschaltetem Holzvergaser. Auf die hohe Anzahl solcher Demonstrations- und Versuchsanlagen wurde oben bereits hingewiesen. Marktreife Systeme mit einer gewissen Relevanz für den Gesamtbestand sind gegenwärtig zum einen im Leistungsbereich 30 bis 50 kW_{el} (entsprechend ca. 100 kW_{th}), zum anderen im Leistungsbereich zwischen 150 und 300 kW_{el} angesiedelt. Als ein Beispiel für letztere Kategorie hat die Firma Burkhardt Energietechnik GmbH ihr Holzgas-BHKW-Konzept (180 kW_{el}; 230 kW_{th}) auf Basis des normierten Brennstoffes Holzpellets der Arbeitsgruppe vorgestellt (vgl. Folien Seite 62 ff. im Anhangsband).

Sowohl hinsichtlich der elektrischen Wirkungsgrade sowie der Gesamteffizienz übertreffen Holzgas-Blockheizkraftwerke alternative Technologien wie Dampf- oder Stirlingmotoren im dezentralen Leistungsbereich unter 1 MW_{el} deutlich. So liegen die elektrischen Nutzungsgrade je nach technischem Konzept der Holzvergasung zwischen 20 (Brennstoff Hackschnitzel) und 32 Prozent (Brennstoff Holzpellets). Die Brennstoffausnutzungsgrade erreichen bei ganzjähriger Wärmenutzung, z. B. im Holzgewerbe, Werte zwischen 70 und 80 Prozent. Auch der Eigenstrombedarf der Holzgas-Blockheizkraftwerke ist im Vergleich zu anderen Technologien mit drei bis sieben Prozent relativ gering (vgl. Folien 57 ff. im Anhangsband).

3.3.2 Klärungsbedarf und Lösungsvorschläge

Kurzfristiger Klärungsbedarf wurde nicht identifiziert.

3.3.3 Verbleibender Forschungsbedarf

Umfassender Forschungsbedarf besteht insbesondere in Bezug auf den gegenwärtigen technischen Stand und technische Optimierungsmöglichkeiten bestehender Biomasseheizkraftwerke. Vergleichbar der Bundesmessprogramme Biogas ist hierzu ein konzertiertes Forschungsvorhaben durch BMU und BMELV anzustreben. Ziel sollte es sein, in einer repräsentativen Stichprobe (z.B. anhand der Clusteranalyse Monitoring-Datenbank) der Biomasseheizkraftwerke anlagenbezogene Informationen zu Effizienz- und Emissionsparamatern im realen Anlagenbetrieb zu erheben und nach Anonymisierung für wissenschaftliche Auswertungen zur Verfügung zu stellen.

3.4 Emissionen

3.4.1 Ergebnisse

Im Vergleich zu Biogas- oder Pflanzenölanlagen unterliegen Biomasseheizkraftwerke alleine aufgrund der größeren Feuerungswärmeleistungen von meist deutlich über 1 MW höheren immissionsschutzrechtlichen Anforderungen. Im Detail richten sich diese im Wesentlichen nach Art und Vorbelastung des eingesetzten Brennstoffs.

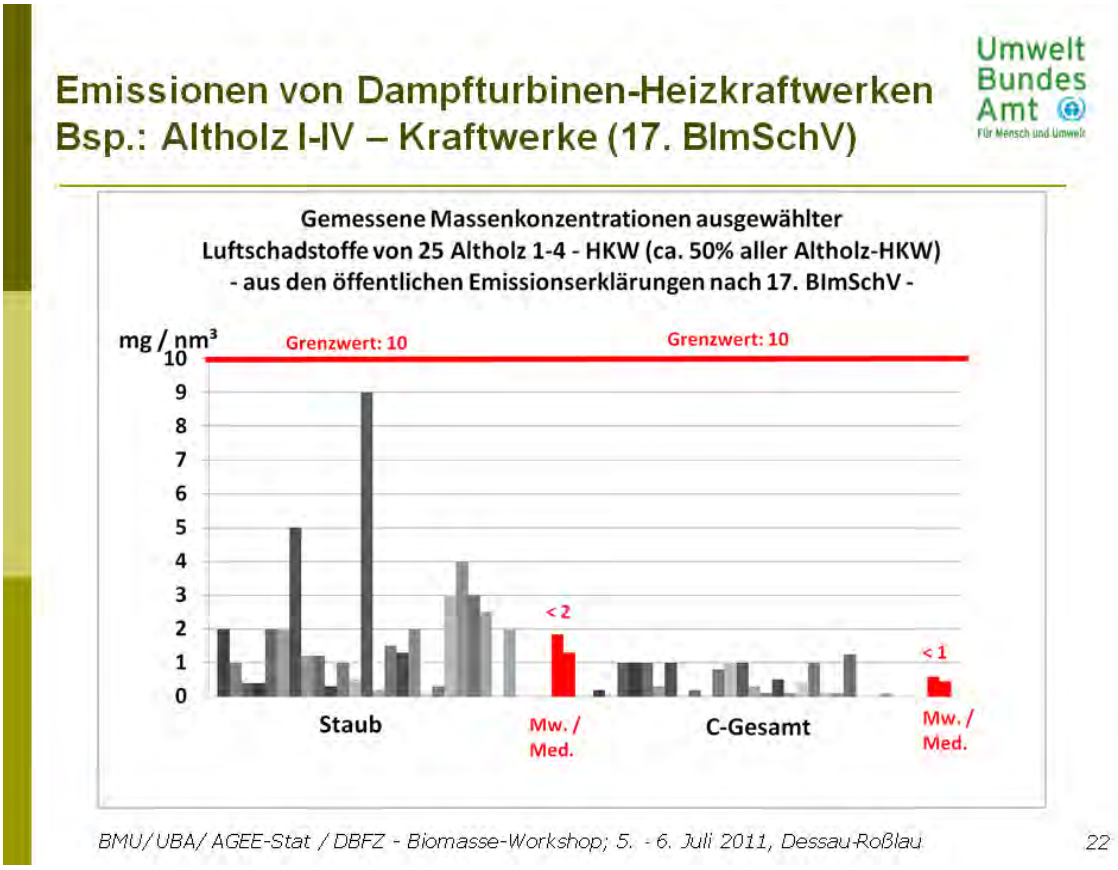


Abbildung 15: Gemessene Massenkonzentrationen von Altholz(heiz)kraftwerken für Stickoxid, Schwefeldioxid und Kohlenmonoxid

Kraftwerke und Heizkraftwerke für den Einsatz von Althölzern der Klassen III und IV nach Altholzverordnung bedürfen einer immissionsschutzrechtlichen Genehmigung nach der 17. BImSchV. Anlagentechnisch setzt diese die Installation und kontinuierliche Überwachung einer umfangreichen Rauchgasreinigung, bestehend aus Entstickung (i.d.R. nicht-katalytisch durch Zugabe von Ammoniak), Trockensorption (i.d.R. Zugabe von Kalkhydrat) sowie einem Gewebefilter zur Reduktion von Staubemissionen voraus. Im Ergebnis, d.h. in den über das Jahr gemittelten Tagesmittelwerten, werden die zulässigen Restkonzentrationen zum Teil deutlich unterschritten (Abbildung 15 und 17; Ausnahme bei NO_x – hier i.d.R. ökonomisch optimierte Zugabe des Sorbens, um Grenzwert gerade sicher einzuhalten). Bei An- und Abfahrvorgängen sowie bei Störungen können allerdings deutlich höhere Emissionsspitzen bis an die Grenzwerte heran oder sogar darüber hinaus auftreten. Von Vorteil ist hier die hohe Transparenz durch die jährliche Veröffentlichungspflicht der Emissionserklärungen.

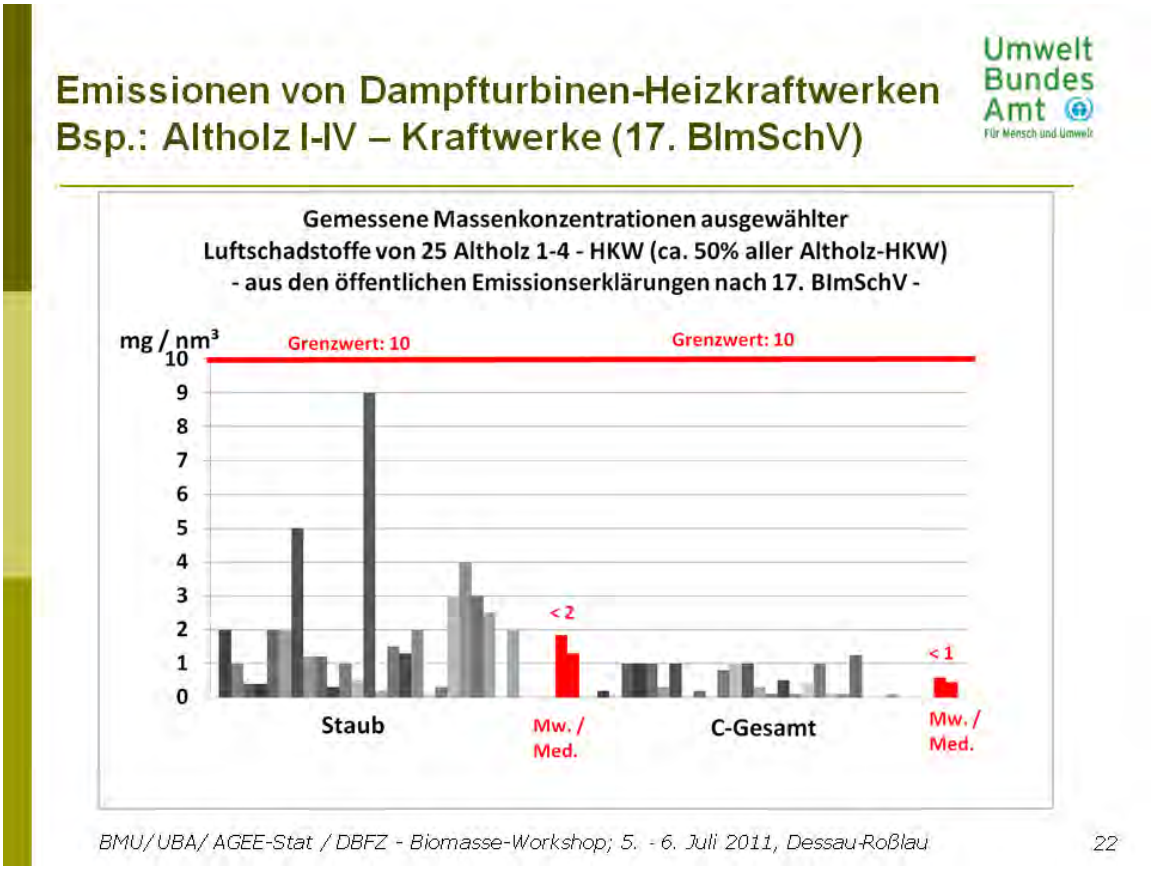
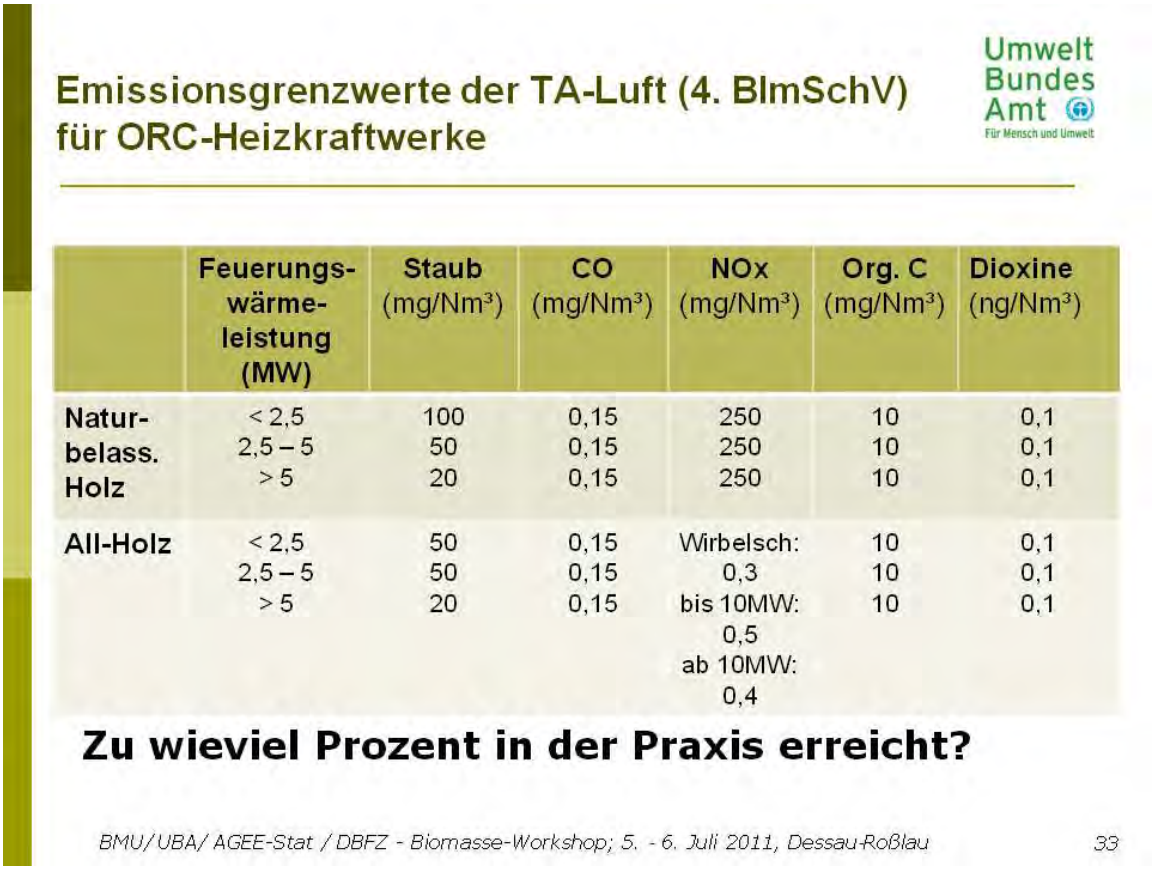


Abbildung 16: Gemessene Massenkonzentrationen von Altholz(heiz)kraftwerken für Staub und Gesamt-Kohlenstoff(verbindungen)

Feuerungsanlagen, die ausschließlich naturbelassenes Holz und Althölzer bis maximal Klasse II nach Altholzverordnung einsetzen sowie eine Feuerungswärmeleistung von weniger als 50 MW aufweisen, unterliegen den Anforderungen der 4. BImSchV bzw. der Technischen Anleitung (TA) Luft. Wie im Impulsvortrag des DBFZ (Folien 17) dargestellt, setzt sich die Technik zur Rauchgasreinigung bei diesen Anlagen in der Regel aus einem Elektro- oder seltener Gewebefilter in Kombination mit einem vorgeschalteten Multizyklon zusammen.

Repräsentative Daten, inwieweit Dampfturbinen-, ORC-oder auch Dampfmotor- Heizkraftwerke, einzelne dieser Grenzwerte ggf. deutlich unterschreiten bzw. welche Grenzwerte seitens der Genehmigungsbehörden gegebenenfalls verschärft wurden, liegen vor allem auf Landesebene und nur vereinzelt auf Bundesebene vor. Auch von Seiten der Betreiber ist eine große Zurückhaltung festzustellen, vorliegende Messergebnisse z. B. für Zwecke der Emissionsbilanzierung von Holz-Heizkraftwerken bereitzustellen. Die Datensituation zu Emissionen von TA-Luft-Anlagen bleibt damit gerade für das Gros der Biomasseheizkraftwerke mehr als unbefriedigend.



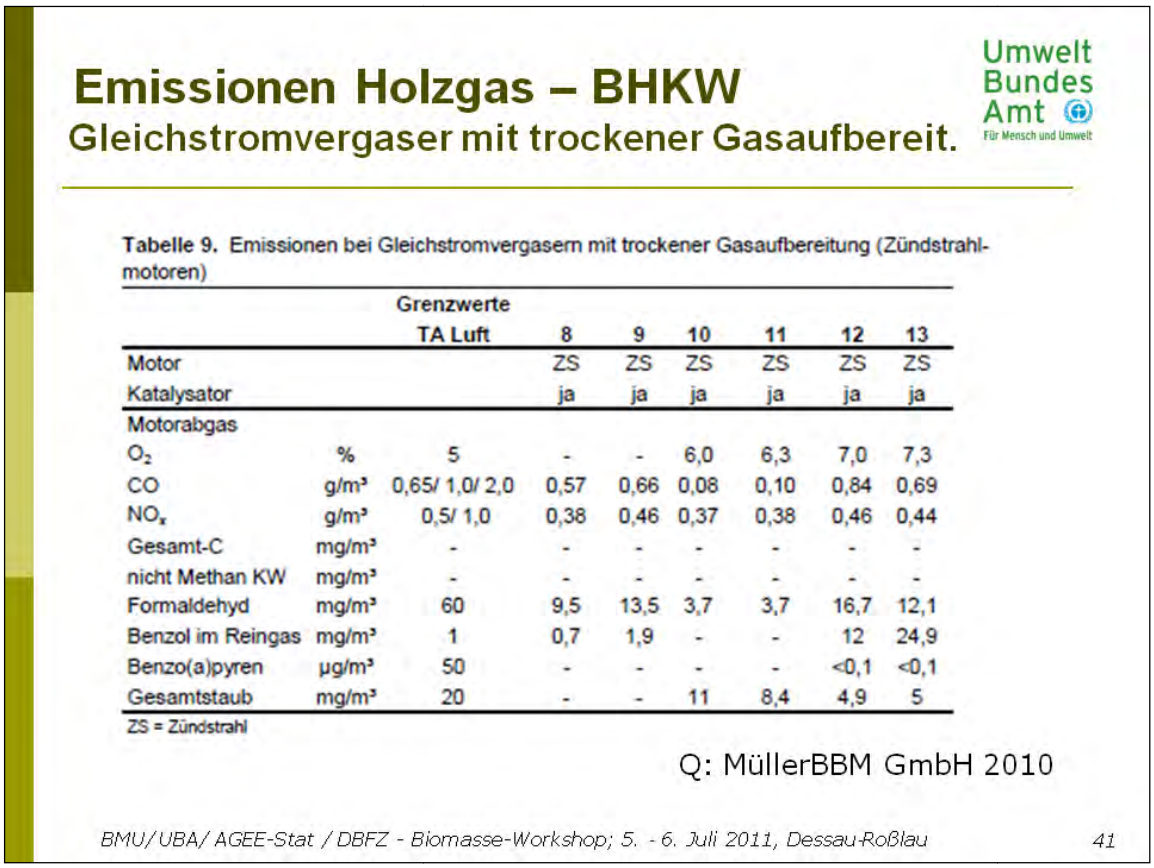
	Feuerungs-wärme-leistung (MW)	Staub (mg/Nm³)	CO (mg/Nm³)	NOx (mg/Nm³)	Org. C (mg/Nm³)	Dioxine (ng/Nm³)
Natur-belass. Holz	< 2,5 2,5 – 5 > 5	100 50 20	0,15 0,15 0,15	250 250 250	10 10 10	0,1 0,1 0,1
All-Holz	< 2,5 2,5 – 5 > 5	50 50 20	0,15 0,15 0,15	Wirbelsch: 0,3 bis 10MW: 0,5 ab 10MW: 0,4	10 10 10	0,1 0,1 0,1

Abbildung 17: Emissionsgrenzwerte der TA-Luft für Biomasse-Heizkraftwerke

Die immissionsschutzrechtliche Situation von Holzgas-BHKW kann hier nicht im Detail diskutiert werden, da die Genehmigungspraxis von Bundesland zu Bundesland stark variiert. Zumindest in den Bundesländern Bayern und Rheinland-Pfalz werden allerdings die Mindestanforderungen der TA Luft für Verbrennungsmotoranlagen mit Biogas einschließlich des Benzolgrenzwerts von 1 mg / Nm^3 herangezogen.

Korrespondierende Grenzwerte für Kohlenmonoxid, Stickoxid und Staub können von Holzgas-BHKW bei intaktem Oxidationskatalysator in der Regel sicher eingehalten werden. Auch Methanschlupf tritt nur in geringem Umfang auf und ist aufgrund des geringen Methangehalts des Produktgases eher vernachlässigbar.

Benzol- und zum Teil auch Geruchsemissionen stellen allerdings ein noch ungelöstes immissionsschutzseitiges Problem der Holzvergasung dar, das auch durch den Einsatz von standardisierten, homogenen Brennstoffen (Holzpellets) bisher nicht vollständig behoben werden konnte. In der Regel werden daher die Anforderungen durch Festlegung eines in einigen Jahren zu erreichenden Zielgrenzwerts temporär abgesenkt. Um diese Vorgabe einzuhalten, werden derzeit spezielle Katalysatoren erprobt.



Emissionen Holzgas – BHKW

Gleichstromvergaser mit trockener Gasaufbereit.

Umwelt Bundes Amt – Für Mensch und Umwelt

Tabelle 9. Emissionen bei Gleichstromvergasern mit trockener Gasaufbereitung (Zündstrahlmotoren)

		Grenzwerte TA Luft	8	9	10	11	12	13
Motor			ZS	ZS	ZS	ZS	ZS	ZS
Katalysator			ja	ja	ja	ja	ja	ja
Motorabgas								
O_2	%	5	-	-	6,0	6,3	7,0	7,3
CO	g/m³	0,65/ 1,0/ 2,0	0,57	0,66	0,08	0,10	0,84	0,69
NO_x	g/m³	0,5/ 1,0	0,38	0,46	0,37	0,38	0,46	0,44
Gesamt-C	mg/m³	-	-	-	-	-	-	-
nicht Methan KW	mg/m³	-	-	-	-	-	-	-
Formaldehyd	mg/m³	60	9,5	13,5	3,7	3,7	16,7	12,1
Benzol im Reingas	mg/m³	1	0,7	1,9	-	-	12	24,9
Benzo(a)pyren	µg/m³	50	-	-	-	-	<0,1	<0,1
Gesamtstaub	mg/m³	20	-	-	11	8,4	4,9	5

ZS = Zündstrahl

Q: MüllerBBM GmbH 2010

BMU/UBA/ AGEE-Stat / DBFZ - Biomasse-Workshop; 5. - 6. Juli 2011, Dessau-Roßlau 41

Abbildung 18: Emissionen von Holzgas-BHKW (Gleichstromvergaser für Zündstrahlmotoren mit trockener Gasaufbereitung)

3.4.2 Klärungsbedarf und Lösungsvorschläge

Die Betreiber von Biomasseheizkraftwerken, die nach TA Luft genehmigt wurden, sind nach der 11. BImSchV gesetzlich verpflichtet, den zuständigen Genehmigungs- bzw. Überwachungsbehörden alle vier Jahre Emissionserklärungen vorzulegen (zuletzt für das Jahr 2008). Aufgrund unterschiedlichster Datenhaltungen der Bundesländer sind diese Daten für die Bundesebene allerdings nur lückenhaft verfügbar. Hinzu kommt, dass für relativ seltene Brennstoffe wie Holz nur wenige Erklärungen vorliegen. Dringender Handlungsbedarf besteht daher in der Etablierung eines standardisierten Verfahrens, das einen einheitlichen Datenzugang sowie eine detaillierte Auswertungsmöglichkeit für alle fachlich betroffenen Behörden und Forschungseinrichtungen auf Bundesebene ermöglicht.

3.4.3 Verbleibender Forschungsbedarf

Darüber hinaus besteht weiterer Forschungsbedarf hinsichtlich der direkten und diffusen Emissionen von Holzgas-BHKW im realen Anlagenbetrieb. In diesem Zusammenhang ist auch von Interesse, inwieweit verfügbare Katalysatoren dauerhaft ein Unterschreiten des Grenzwerts der TA-Luft für Benzol sicherstellen können.

3.5 Tabellarische Übersicht zu wesentlichen Ergebnissen

Die nachfolgende Tabelle wurde nicht direkt im Rahmen des Workshops generiert, sondern auf Basis der Wortbeiträge während der Diskussion und plausibler Ableitungen aus den während des Workshops präsentierten Sachverhalten durch das Umweltbundesamt erstellt. Die Einzeldaten stellen derzeit kein harmonisiertes Anlagenkonzept für einen HKW-Modellstandort dar. Sie soll den derzeitigen (teilweise unsicheren) Stand des Wissens in einem entsprechend unsicheren Datensatz widergeben, um für zukünftige Arbeiten als Grundlage und Vergleichsbasis zu dienen. Hinweise auf möglicher Weise genauere für Deutschland repräsentative Werte sind jederzeit willkommen – eine Fortentwicklung des Datensatzes ist ausdrücklich erwünscht.

Tabelle 1: Wesentliche Ergebnisse für Dampfturbinen-(Heiz-)kraftwerken (mittlere Werte)

Parameter	Ergebnisse der AG		Bemerkungen
Leistungsbereich typischer Anlagenkonfigurationen	0,5 bis 4,9 MW_{el}	5 bis 20 MW_{el}	überwiegend Entnahme-Kondensationsturbinen
Anlagenanzahl Gesamt	43	96	
Elektrische Leistung Gesamt	94 MW	1246 MW	
Stromerzeugung Gesamt	390 GWh	7100 GWh	
Elektrische Leistung	2 MW	12 MW	Erhebliche Streuung
Thermische Leistung (real)	7 MW	22 MW	Erhebliche Streuung
Stromkennzahl	0,3	0,5	Erhebliche Streuung
Elektrischer Wirkungsgrad	15 %	18 %	erhebliche Streuung; abh. von Last und Wärme; bei Kraftwerken bis 35 %
Thermischer Wirkungsgrad	65 %	60 %	
Brennstoffausnutzungsgrad	75 %	75 %	Streuung; bei Kraftwerken nur ca. 30 %
ø Volllaststunden Strom	4.100	6.000	Erhebliche Streuung
ø Volllaststunden Wärme	k.A.	k.A.	Erhebliche Streuung; viele Anl. vor 2004 gebaut (kein KWK-Bonus)
Betreiberstruktur (Energiestat. Sektor)	3/4 Industrie 1/4 Allg. Vers.	60 % Industrie 40 % Allg. Vers.	
Eigenstrombedarf	10 %	10 %	Zwischen 6 und 15%
Eigenwärmebedarf	k.A.	k.A.	nicht relevant für Statistik und Emission
Feuerungstechnik Kessel	Rostfeuerung	Rostfeuerung od. Wirbelschicht	
Feuerungswärmeleistung	13 MW	46 MW	
Art der Brennstoffe	A1-4 od. Sägerestholz, Waldrestholz etc.	A1-4 od. Sägerestholz, Waldrestholz etc.	
Brennstoffeinsatz (Tonnen)	7 bis 8 Mio. t_{atro}		Nicht diskutiert
Heizwert Brennstoff	k.A.		Nicht diskutiert

Immissionsschutzrechtliche Genehmigung	17. BImSchV od. 4. BImSchV (TA-Luft)	17. BImSchV od. 4. BImSchV (TA Luft),(13. BImSchV)	Je nach Brennstoff
Emissionsminderungstechnik	Zyklon, Elektro- od. Gewebefilter	Zyklon, SNCR, Trockensorption, Gewebefilter	
Empirische Emissionswerte (% vom Grenzwert)	k.A.	k.A.	Siehe auch Kapitel Emissionen

Tabelle 2: Wesentliche Ergebnissen für ORC-Heizkraftwerke (mittlere Werte)

Parameter	**Ergebnis der AG**	**Bemerkungen**
Leistungsbereich typischer Anlagenkonfigurationen	0,2 bis 2,3 MW_{el}	Organic Rankine Cycle mit Thermoölkreislauf
Anlagenanzahl Gesamt	80	
Elektrische Leistung Gesamt	91 MW	
Stromerzeugung Gesamt	441 GWh	
Elektrische Leistung	1 MW	Erhebliche Streuung zw. 0,2 und 2,3 MW
Thermische Leistung (real)	5 MW	Erhebliche Streuung
Stromkennzahl	0,2	Erhebliche Streuung
Elektrischer Wirkungsgrad	15 %	zwischen 12 und 18%
Thermischer Wirkungsgrad	70 %	
Brennstoffausnutzungsgrad	80 %	
ø Volllaststunden Strom	5.000	Erhebliche Streuung
ø Volllaststunden Wärme	5.000	viele Anlagen vollständig wärmegeführt
Betreiberstruktur (Energiestat. Sektor)	60 % Industrie (v.a. Holz) 40% Allg.Vers.	
Eigenstrombedarf	20 %	Zwischen 15 und 25%
Eigenwärmebedarf	k.A.	nicht relevant für Statistik und Emission
Feuerungstechnik Kessel	Rostfeuerung	
Feuerungswärmeleistung	13 MW	Erhebliche Streuung
Art der Brennstoffe	Naturbelassen; A1-2, Sägerestholz, Waldrestholz, Rinde etc.	
Brennstoffeinsatz (Tonnen)	k.A.	Nicht diskutiert
Heizwert Brennstoff	k.A.	Nicht diskutiert
Immissionsschutzrechtliche Genehmigung	4. BImSchV (TA-Luft)	
Emissionsminderungstechnik	Zyklon, Elektrofilter	
Empirische Emissionswerte (% vom Grenzwert)	k.A.	Siehe auch Kapitel Emissionen

Tabelle 3: Wesentliche Ergebnisse für Holzgas-BHKW (mittlere Werte)

Parameter	Ergebnis der AG	Bemerkungen
Leistungsbereich typischer Anlagenkonfigurationen	0,03 bis 1 MW_{el}	Zündstrahl- oder Gasmotor
Anlagenanzahl Gesamt	75	ggf. mehrere BHKW-Module
Elektrische Leistung Gesamt	31 MW	davon 21 MW mit mehr als 1.000 Volllaststunden 2009
Stromerzeugung Gesamt	110 GWh	
Elektrische Leistung	200 kW	Erhebliche Streuung zw. 30 und 700 kW
Thermische Leistung (real)	230 MW	Erhebliche Streuung
Stromkennzahl	0,85	
Elektrischer Wirkungsgrad	32 %	erhebliche Streuung; abh. von Brennstoff zwischen 20 und 34 %
Thermischer Wirkungsgrad	40 %	
Brennstoffausnutzungsgrad	70 %	
ø Volllaststunden Strom	3.500	Erhebliche Streuung; ohne Demo- und Versuchsanlagen über 4.000 Std., z.T. bis zu 7.000 Std.
ø Volllaststunden Wärme	3.500	viele Anlagen vollständig wärmegeführt
Betreiberstruktur (Energiestat. Sektor)	überw. Holzgewerbe, Handwerk, Landwirtschaft	
Eigenstrombedarf	4 %	Zwischen 3 und 7%, abh. von Kühlbedarf
Eigenwärmebedarf	k.A.	nicht relevant für Statistik und Emission
Feuerungstechnik Kessel	Gleichstromvergaser	
Feuerungswärmeleistung	600 kW	
Art der Brennstoffe	Holzpellets, Sägerestholz, Waldrestholz etc.	Bei Zündstrahlmotoren zusätzlich ca. 5 % Pflanzenöl
Brennstoffeinsatz (Tonnen)	k.A.	Nicht diskutiert
Heizwert Brennstoff	k.A.	Nicht diskutiert
Immissionsschutzrechtliche Genehmigung	TA-Luft	i.d.R. Grenzwerte von Verbrennungsmotoranlagen für Biogas gefordert
Emissionsminderungstechnik	Oxidationskatalysator	
Empirische Emissionswerte (% vom Grenzwert)	k.A.	siehe auch Kapitel Emissionen
Methanschlupf Blockheizkraftwerk (%)	vernachlässigbar	Geringer Methangehalt im Produktgas; stattdessen CO-Schlupf

3.6 Handlungsempfehlungen zur Verbesserung der Datengrundlagen

Im Zuge der Novelle des Energiestatistikgesetzes sollte geregelt werden, dass das Statistische Bundesamt Zugriff auf Einzeldaten erhält. Ziel ist eine zeitnahe Bereitstellung essentieller anlagenbezogener Informationen wie z.B. Anzahl, elektrische Leistung oder Umwandlungstechnologie von Biomasseheizkraftwerken über 1 MW_{el}. In diesem Zusammenhang ist der Datenzugang für die AGEE-Stat zur Erfüllung der verschiedenen Berichtspflichten im Rahmen der Zweckbestimmung des Gesetzes aufzunehmen.

Das EEG-Monitoring zur energetischen Nutzung fester Biomasse sollte weitergeführt werden. Die kontinuierliche Auswertung der EEG-Daten der Bundesnetzagentur sollte dabei eine der Hauptdatenquellen sein. Für den Anlagenbestand ist hierbei anhand der Vergütungskategorien und ergänzender Recherchen eine vollständige Zuordnung zu den Nutzungskategorien Biogas, feste Biomasse und flüssige Biomasse vorzunehmen. Das Ergebnis sollte der AGEE-Stat für weitere Analysen zur Verfügung gestellt werden.

Der Fokus des EEG-Monitorings sollte dabei grundsätzlich eher auf den Anlagenzubau gelegt werden. Von Interesse sind insbesondere Fortschritte bei der Effizienz der Biomassenutzung, bei der Reduktion von Schadstoffemissionen sowie bezüglich der Entwicklung und Marktdurchdringung von neuen Technologien. In diesem Zusammenhang sind auch Sonderauswertungen zur Unterstützung der Aufgaben des UBA im Bereich Emissionsbilanzierung erneuerbarer Energien vorzusehen.

Darüber hinaus sollten empirisch fundierte Klassifizierungssysteme für Biomasseheizkraftwerke entwickelt und z.B. im Rahmen einer Clusteranalyse verifiziert werden. Ziel ist letztlich die Ableitung typischer Referenzfälle, die für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen oder auch Emissionsbilanzierungen genutzt werden können.

Des Weiteren ist ein Verfahren zur Berechnung der gesamten EEG-vergüteten KWK-Wärmeerzeugung aus fester Biomasse auf Basis der EEG-Daten der BNetzA zu entwickeln. Vorgehen und Ergebnis sind ausführlich zu dokumentieren, insbesondere in Bezug auf die Verschneidung mit anderen Statistiken im Strom- und Wärmebereich. Diese Arbeiten erfolgen im Rahmen der AGEE-Stat.

Hinsichtlich der Berücksichtigung der sogenannten Einspeiser (070) sollte die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen gebeten werden zu prüfen, inwieweit sich aus den abgestimmten Ergebnissen und Richtwerten des Workshops Anpassungsbedarf für die Energiebilanzen ergeben.

Weiterhin sollten regelmäßige Sonderauswertungen der amtlichen Statistik in Hinblick auf die Nicht-EEG-vergütete Stromerzeugung aus fester Biomasse etabliert werden. Die generierten Erkenntnisse sollten anschließend mit dem Datenbestand der AGEE-Stat, des DBFZ sowie des UBA abgeglichen werden, um die zu erwartende Zunahme der Mitverbrennung in Kohlekraftwerken fundiert abbilden zu können. Die AGEE-Stat sollte hierzu einen entsprechenden Verfahrensvorschlag unterbreiten.

Schließlich sollte die Durchführung eines „Bundesmessprogramms“ für Biomasseheizkraftwerke zur Erhebung relevanter Effizienz- und Emissionsparamater im realen Anlagenbetrieb geprüft werden. Ziel wäre es – analog zu den Messprogrammen für Biogas – eine repräsentative Stichprobe des Anlagenbestands detailliert zu untersuchen. Ein solches Vorhaben könnte zum Bei-

spiel im Rahmen des BMU-Forschungsprogramms Energetische Biomassenutzung oder der Bioenergie-Forschungsprogramme von BMELV/FNR angesiedelt werden.

3.7 Stand der Arbeiten zu Wärme

Die Erfassung von Daten im Bereich biogener Wärme aus festen Brennstoffen steht - anders als bei Strom - noch am Anfang. Angaben zum Einsatz von erneuerbaren Energien, speziell von Biomasse, im Wärmesektor beruhen gegenwärtig auf einer Vielzahl von Erhebungsverfahren sowohl amtlicher als auch nicht amtlicher Natur und sind daher nur bedingt repräsentativ und häufig auch nicht transparent.

Ziel des zweiten Teils der Arbeitsgruppe 1 „Wärme aus fester Biomasse“ war es daher, den Sachstand in diesem Bereich aufzuzeigen, einen Überblick über die Anforderungen zu gewinnen und den Bedarf an Daten zu charakterisieren.

3.7.1 Daten und Wissensbedarf bezüglich Biomasse im Wärmebereich

Die Datenlage im Bereich der erneuerbaren Energien hat sich in den letzten Jahren kontinuierlich verbessert. Die Entwicklung hin zu immer detailreicheren Daten veranschaulicht die strukturelle Untergliederung in der BMU-Broschüre „Erneuerbare Energien in Zahlen“, die jährlich den aktuellen Sachstand in der Statistik der erneuerbaren Energien wiedergibt.

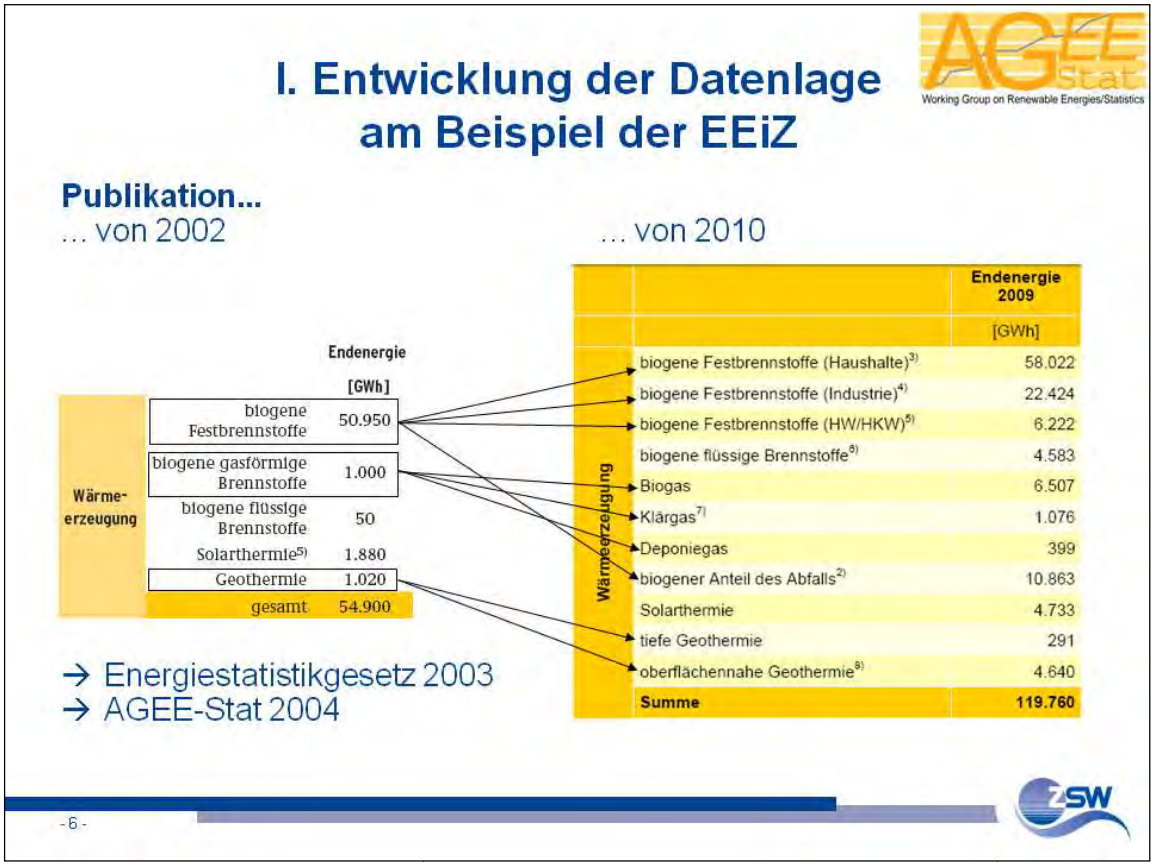


Abbildung 19 : Strukturelle Untergliederung des Mengengerüsts für Wärme nach AGEE-Stat

Hier wird deutlich, dass sowohl erweiterte nationale Erhebungsmöglichkeiten durch das Inkrafttreten des Energiestatistikgesetz im Jahre 2003, als auch internationale Anforderungen,

wie die Berichtspflichten im Rahmen der IEA oder der Europäischen Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energien aus erneuerbarer Quellen (2009/28/EG) zu einer detaillierteren Datenstruktur geführt haben. Der diesbezüglich ab Ende 2011 alle zwei Jahre von den EU-Mitgliedstaaten vorzulegende Fortschrittsbericht erfordert jedoch teilweise stärker ausdifferenzierte Daten, um die in einem indikativen Zielpfad festgelegten Zwischenziele für den Anteil erneuerbarer Energien im Strom-, Verkehr- sowie Wärmesektor überprüfen zu können.

Abbildung 20: Anforderungen an die strukturelle Untergliederung des Mengengerüsts für Wärme für den IEA-Fragebogen

3.7.2 Charakterisierung der vorhandenen Datenquellen

Die Bedeutung von biogenen Festbrennstoffen ist in den vergangenen Jahren deutlich gewachsen. Jedoch resultiert aus der dezentralen Nutzung von biogenen Brennstoffen eine Reihe von Herausforderungen für die Datenerhebung:

- Die fehlende Leitungsgebundenheit führt dazu, dass eine effiziente Datenerhebung über Netzbetreiber nicht möglich ist. (Ausnahme sind die Heizwerke über 2 MW thermischer Leistung, die im Rahmen der Fernwärme-Erhebung des Statistischen Bundesamtes Berücksichtigung finden).
- Da der Handel und das Inverkehrbringen von Energieholz dezentral erfolgt, ist auch eine Erfassung über Importeure oder Hersteller nicht möglich. Darüber hinaus ist eine Restrechnung nicht durchführbar, da die Gesamtheit unbekannt ist. (Eine Ausnahme

bildet hier die Erzeugung und der Handel mit Pellets, die vom Deutscher Energieholz und Pellet Verband (DEPV) und dem Statistischen Bundesamt (StBA) erfasst werden.)

- Schließlich herrscht eine große Varianz an Nutzungsprofilen, so dass eine pauschale Hochrechnung des Brennstoffeinsatzes über durchschnittliche Volllaststunden kaum möglich ist.

Eine weitere Herausforderung für die Datenerhebung im Wärmebereich ergibt sich aus der zunehmenden Anzahl an KWK-Anlagen im Leistungsbereich unter 1 MW elektrischer Leistung:

- Diese Anlagen werden von der amtlichen Statistik nicht erhoben, da sie unterhalb der Abschneidegrenze für Erhebungen zu Anlagen der Allgemeinen Versorgung bzw. der Industrie liegen.
- Von diesen sogenannten Einspeisern wird daher nur die (Brutto-) Stromeinspeisung erfasst; die für die Berichtspflichten nötigen Kennzahlen zur Wärmeerzeugung und zum Brennstoffeinsatz hingegen nicht.
- Bei der Datenverschneidung von verschiedenen Erhebungen ist im Bezug auf Industrie-Anlagen unterhalb 1 MW elektrischer Leistung zu beachten, dass ggf. Brennstoffeinsätze bereits über die Erhebung zur Energieverwendung in der Industrie erfasst sind.

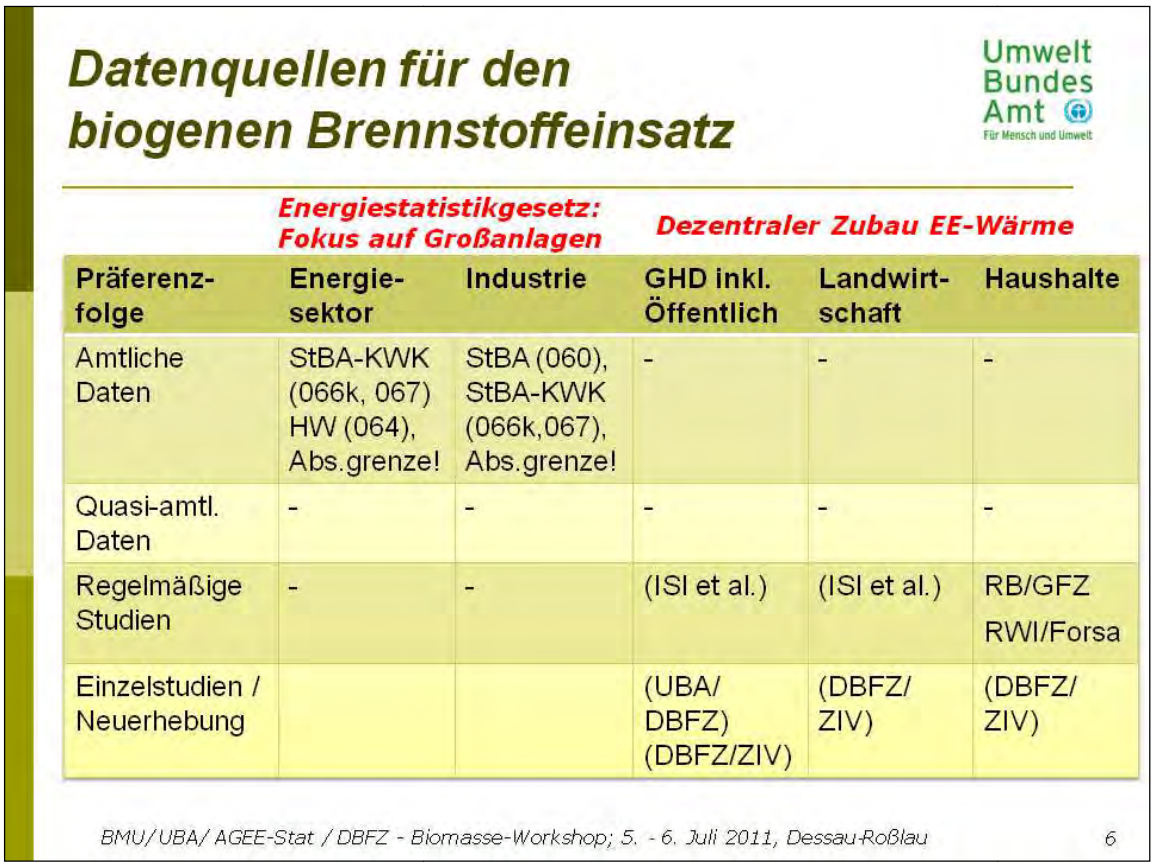


Abbildung 21: Verfügbare Datenquellen für Wärme und ihre sektorale Abdeckung

Um für die Berichtspflichten adäquate Daten zu Verfügung zu haben, werden zuverlässige, kontinuierlich verfügbare und veröffentlichte Daten benötigt. Eine allgemeine Präferenzfolge hinsichtlich der Datenquellen lässt sich daher wie folgt charakterisieren:

1. Amtliche Daten
2. Quasi-Amtliche Daten
3. Regelmäßig veröffentlichte und gut dokumentierte Studien
4. Einzelstudien /Neuerhebungen.

Aufgrund der bereits erwähnten Dezentralität wird die Statistik für Wärme aus erneuerbaren Energien jedoch immer auf mehrere Datenquellen angewiesen sein. Dabei liegen die Schwierigkeiten vor allem in der Vermeidung von Doppelzählungen und dem Schließen von Datenlücken.

Neben guter Verfügbarkeit und klarer sektoraler Abgrenzung sind die transparente Dokumentation und die Repräsentativität der Datenerhebung notwendige Eigenschaften von verwendungsfähigen Energiedaten. Das Sekretariat der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) hat im Zusammenhang mit der Berichterstattung nach UNFCCC und dem Kyoto-Protokoll daher das TCCCA-Konzept etabliert, das alle essentiellen Qualitätsanforderungen an Datenquellen zusammenfasst.

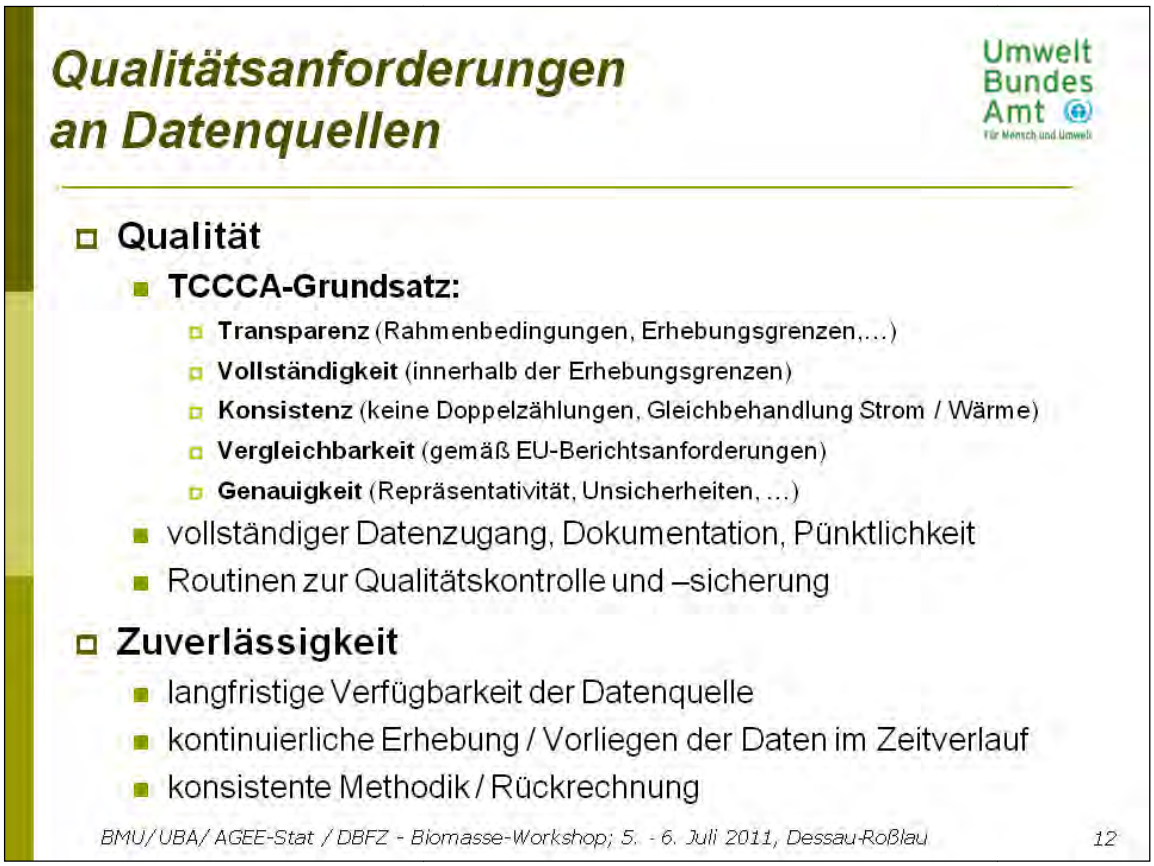


Abbildung 22: Generelle Qualitätsanforderungen an Datenquellen nach IPCC und UNFCCC

3.7.3 Vorstellung des Vorhabens Methodikentwicklung biogener Wärme

Abbildung 23: Wärmebereitstellung aus biogenen Brennstoffen - Vorstellung des Vorhabens

Die Kenntnis über die erneuerbaren Energien im Wärmesektor gewinnt im Hinblick auf die gestiegenen Anforderungen an die Berichterstattung immer größere Bedeutung. Wie dargelegt, bestehen bisher jedoch große Unsicherheiten bei der Quantifizierung des biogenen Brennstoffeinsatzes zur Wärmebereitstellung. Um für die Zukunft eine fortschreibbare Methodik zur möglichst vollständigen Erfassung der Nutzung von erneuerbaren Energien im Wärmesektor (Bezugsjahr 2008, Evaluierung für 2009) zu erhalten, bearbeitet das DBFZ zurzeit das Projekt „Methodikentwicklung biogener Wärme“ im Auftrag des BMU.

Zu untersuchende Kenngrößen sind hier:

- der Brennstoffeinsatz, der Anlagenbestand und die daraus erzeugte Wärme
- in reinen Wärmeerzeugungsanlagen sowie in KWK-Anlagen
- unter Betrachtung von festen, flüssigen und gasförmigen Bioenergieträgern.

Dabei werden auch Spezifika von Datenquellen berücksichtigt, etwa die Abgrenzung des Erhebungskollektivs sowie die Verfügbarkeit, Kontinuität und Qualität der Datenquelle. Darüber hinaus werden Probleme bei der Verschneidung der Datenquellen dargelegt.

Abbildung 24: Strukturelle Anforderungen an die Ergebnisdarstellung des Vorhabens Methodikentwicklung biogener Wärme

Das Projekt umfasst folgende Arbeitsschritte:

- Analyse und Bewertung der verfügbaren Datenquellen,
- energieträgerspezifische Gegenüberstellung der Datenquellen,
- Beschaffung der Daten,
- Entwicklung der methodischen Herangehensweise zur Ermittlung von Brennstoffeinsatz, Wärmeerzeugung und Anlagenbestand in den vier Sektoren Haushalte, Gewerbe/Handel/Dienstleistung, Industrie und Umwandlungssektor
- Ermittlung des Status Quo in 2008,
- Abgleich der Methoden mit den Daten von 2009,
- Aufzeigen von Zweifelsfragen und Handlungsempfehlung.

Den ersten Schritt stellt dabei die Analyse und Bewertung der bereits verfügbaren Datenquellen dar, mit besonderem Blick auf Grundlagen (Herausgeber und Hintergrund der Datenerhebung), Datenerhebung (Methodik, Abschneidekriterien, Detaillierungsgrad), Datenverfügbarkeit (Erhebungsintervall, Datum, Art der Datenbereitstellung, Zugangsbeschränkung) sowie Bewertung (Dauerhaftigkeit der Datenerhebung, Qualität der Datenerfassung, die Eignung für das Projekt).

Ziel der Gegenüberstellung von bioenergieträgerspezifischen Datenquellen ist die Identifikation von Datenlücken und Überschneidungen. Während Datenlücken auf einen weiteren Bedarf

an Datenquellen hinweisen, sind bei Überschneidungen die Nutzung der verschneiden Datenquellen unter Berücksichtigung der Präferenzrangfolge – bevorzugen von amtliche gegenüber quasi-amtliche Daten gefolgt von regelmäßig veröffentlichte Studien und zuletzt Einzelerhebungen – abzuwägen.

Abbildung 25: Wärmebereitstellung aus biogenen Brennstoffen - Vorgehensweise

Das Projekt „Wärmebereitstellung aus biogenen Brennstoffen“ soll bis Juni 2012 laufen. Derzeit finden ein Abgleich des methodischen Ansatzes für die feste Bioenergieträger mit den Zuwendungsgebern, die Entwicklung des methodischen Ansatzes für gasförmige und flüssige Bioenergieträgern sowie die Bearbeitung von offenen Fragen bezüglich der sektoralen Abgrenzung statt.

4 Arbeitsgruppe Biogas – Sachstand und Ergebnisse

Teilnehmer: Andreas Ciroth (GreenDeltaTC), Carsten Cuhls (gewitra), Jaqueline Daniel-Gromke (DBFZ), Mathias Effenberger (LfL Bayern), Horst Fehrenbach (IFEU), Georg Friedl (FV-Biogas), Uwe Fritsche (Öko-Institut), Maendy Fritz (TFZ), Reinhard Herbener (UBA), Tim Hermann (UBA), Claudia Hildebrandt (BfN), Uwe Hoffstede (IWES), Udo Hölker (bioreact), Jörg Mühlenhoff (AEE), Frank Musiol (ZSW), Nadja Rensberg (DBFZ), Dimitri Rube (BNetzA), Sven Schneider (UBA), Petra Schüsseler (FNR), Wolfgang Urban (ecologic)

4.1 Einführung

Die Biogasgewinnung und -nutzung in Deutschland ist eng mit der Landwirtschaft verbunden. Die in Betrieb befindlichen Biogasanlagen vergären vorrangig Gülle und Energiepflanzen. In der Regel werden Strom und Wärme in einem Blockheizkraftwerk unweit der Biogasgewinnung erzeugt, wobei die über den Eigenbedarf hinaus zur Verfügung stehende Wärme häufig nur eingeschränkt genutzt wird. Neben dem Landwirtschaftssektor erfolgt eine Biogasnutzung auch im Kontext der Abfallwirtschaft sowie einzelner Industriezweigen (etwa der Nahrungsmittel- oder Papierindustrie). Haben die Anlagen im Abfallsektor und in der Industrie i. d. R. eine Mindestgröße, so sind im landwirtschaftlichen Bereich sehr unterschiedliche Anlagengrößen anzutreffen. Das reicht von Hofanlagen mit Leistungen ab 20 $kW_{el.}$ bis hin zu Anlagenparks auf Basis von landwirtschaftlichen Substraten mit einer Gesamtanlagengröße von bis zu 20 $MW_{el.}$. Wurden bis etwa 2004 eher kleine Biogasanlagen errichtet (mittlere Anlagengröße Ende 2004 ca.123 $kW_{el.}$), so waren es aufgrund der Förderausgestaltung des EEG 2004 in den Folgejahren deutlich größere Anlagen (durchschnittliche installierte Anlagengröße Ende 2010: 390 $kW_{el.}$). In den letzten beiden Jahren nahm die durchschnittlich installierte Anlagenleistung dann wieder leicht ab. Insgesamt waren zum Jahresende 2010 rund 5.900 Biogasanlagen mit einer installierten elektrischen Anlagenleistung von etwa 2.300 $MW_{el.}$ in Betrieb.

In den letzten Jahren erlangten auch Aufbereitungs- und Einspeiseanlagen für Biogas eine stärkere Bedeutung. Ende 2010 waren davon in Deutschland insgesamt 50 Anlagen in Betrieb. Im Unterschied zu den Vor-Ort-Verstromungsanlagen wird das gewonnene Biogas aufbereitet, anschließend in das Erdgasnetz eingespeist und an anderer Stelle dann für verschiedene Anwendungen (in KWK-Anlagen, zur ausschließlichen Wärmegewinnung sowie als Biokraftstoff) genutzt.

Aufgrund der Vielzahl von insgesamt eher kleineren Anlagen mit ihren sehr unterschiedlichen Ausprägungen stellt die Biogasnutzung eine große Herausforderung für die (amtliche) Energiestatistik und Emissionsbilanzierung erneuerbarer Energien dar. Insgesamt besteht allerdings eine umfangreiche Wissens- und Datenbasis hinsichtlich der Strom- und Wärmeerzeugung aus Biogas. Ein wesentliches Ziel der Arbeitsgruppe war daher die Verschneidung und Konsolidierung der vorhandenen Daten bezüglich Leistung, Effizienz und Emissionsverhalten des zum 31.12.2009 existierenden Biogasanlagenbestands.

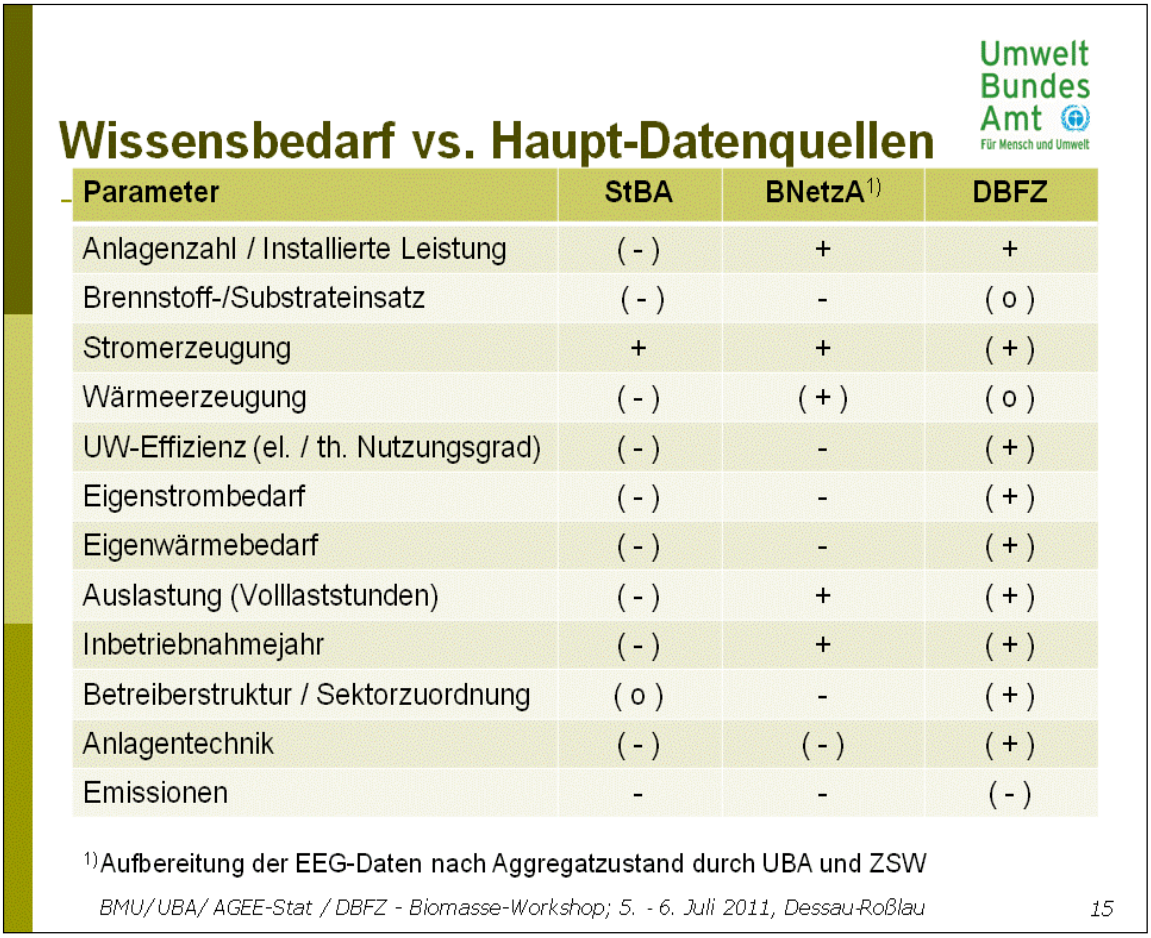


Abbildung 26: Aussagekraft der Hauptdatenquellen für relevante Parameter der Energiestatistik und Emissionsbilanzierung (Zeichenerklärung: + Daten vollständig verfügbar, (+) Daten liegen teilweise vor, (-) Daten liegen in wenig belastbarer Qualität vor, - keine Daten verfügbar)

Folgende wesentliche Datenquellen stehen zur Verfügung:

- die amtliche Statistik mit Erhebungen zu den Stromerzeugungsanlagen > 1 $MW_{el.}$ für die allgemeine Versorgung (Erhebung 066k, monatlich) und für die Versorgung der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes (067, jährlich) sowie mit den Erhebungen zur Stromeinspeisung bei Netzbetreibern (070),
- die von den Netzbetreibern aufgrund § 51f. EEG jährlich übermittelten, im EEG-Statistikbericht der Bundesnetzagentur in aggregierter Form jährlich publizierten EEG-Anlagendaten (im Folgenden kurz EEG-Daten genannt),
- die halbjährlichen Fachberichte des Deutschen BiomasseForschungszentrums (DBFZ) im Rahmen des BMU-Forschungsvorhabens „Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse“ (im Folgenden kurz EEG-Monitoring genannt).
- Daneben existieren weitere geeignete Datenquellen. Hier ist insbesondere die umfassende Datenbank der bioreact GmbH (siehe http://www.biogaswissen.de/) zu nennen, die detaillierte Angaben zu über 1.600 Biogasanlagen enthält.

Aufgrund erhebungssystematischer Unterschiede kann keine der genannten Datenquellen allein die zahlreichen, für nationale und internationale Berichtspflichten sowie Emissionsbilanzierungen relevanten Parameter abdecken (vgl. Abb. 27).

Entsprechend den Vorgaben des Energiestatistikgesetzes ist die amtliche Energiestatistik (StBA-Daten) als Befragung von Unternehmen (Betrieben) konzipiert. Anlagenbezogene Informationen wie Anzahl, Leistung, Inbetriebnahmejahr, Anlagentechnik oder Auslastung sind daher i. d. R. gar nicht bzw. teilweise nur über sehr zeit- und kostenaufwendige Sonderauswertungen der statistischen Landesämter verfügbar. Ebenso werden keine Emissionsdaten erhoben. Von Anlagen kleiner 1 MW_{el} – die für die Biogasnutzung eine besondere Relevanz besitzen – wird in der amtlichen Energiestatistik aufgrund der restriktiven Vorgaben des Energiestatistikgesetzes lediglich die Stromeinspeisung erhoben. Amtliche Daten über Brennstoffeinsatz sowie Wärmeerzeugung dieser dezentralen Anlagen liegen daher nicht vor.

Die EEG-Daten der BNetzA umfassen von Wirtschaftsprüfern testierte und von der BNetzA qualitätsgeprüfte Daten über Anzahl der Anlagen, installierte Leistung, Jahr der Inbetriebnahme und korrespondierende EEG-vergütete Stromerzeugung. Unter Zuhilfenahme einer durchschnittlichen Stromkennzahl lässt sich neben der KWK-Bonus-vergüteten EEG-Stromerzeugung auch die EEG-vergütete KWK-Wärmeerzeugung schätzen. Allerdings ist nicht die gesamte ausgekoppelte Wärme auch KWK-Bonus-fähig. Diese Daten ermöglichen eingeschränkt Rückschlüsse über Technologien (Bonus für Trockenfermentation) und Emissionen (Emissionsminderungsbonus).

Im Zuge des bereits seit einigen Jahren durchgeführten EEG-Biomasse-Monitoring wurde auch für Biogas eine entsprechende Datenbasis beim DBFZ geschaffen. Diese beruht hinsichtlich des Anlagenbestands auf Auskünften der Landesministerien, Landesämter für Landwirtschaft, Genehmigungsbehörden, Experten verschiedener Bundesländer und Anlagenhersteller. Die jährlich durchgeführte Betreiberbefragung liefert zahlreiche Informationen zur Ausprägung der Biogasnutzung, u. a. zur EEG-Vergütungsinanspruchnahme, zum Substrateinsatz sowie zu Emissionen und Emissionsminderungstechniken. Nachfolgend ist die Präsentation des Impulsvortrags zum Biogasmonitoring, die von Frau Daniel-Gromke vom DBFZ vorgetragen wurde, wiedergegeben.

Deutsches BiomasseForschungsZentrum
German Biomass Research Centre

DBFZ

Biogasnutzung zur Stromerzeugung in Deutschland 2009/2010

– Ergebnisse des EEG-Monitorings

Jaqueline Daniel-Gromke, Nadja Rensberg

Workshop „Bioenergie- Datengrundlagen für die Statistik der erneuerbaren Energien und Emissionsbilanzierung“

Dessau, 5./6. Juli 2011

Deutsches BiomasseForschungsZentrum gemeinnützige GmbH, Torgauer Str. 116, D-04347 Leipzig, www.dbfz.de

DBFZ

Inhalt

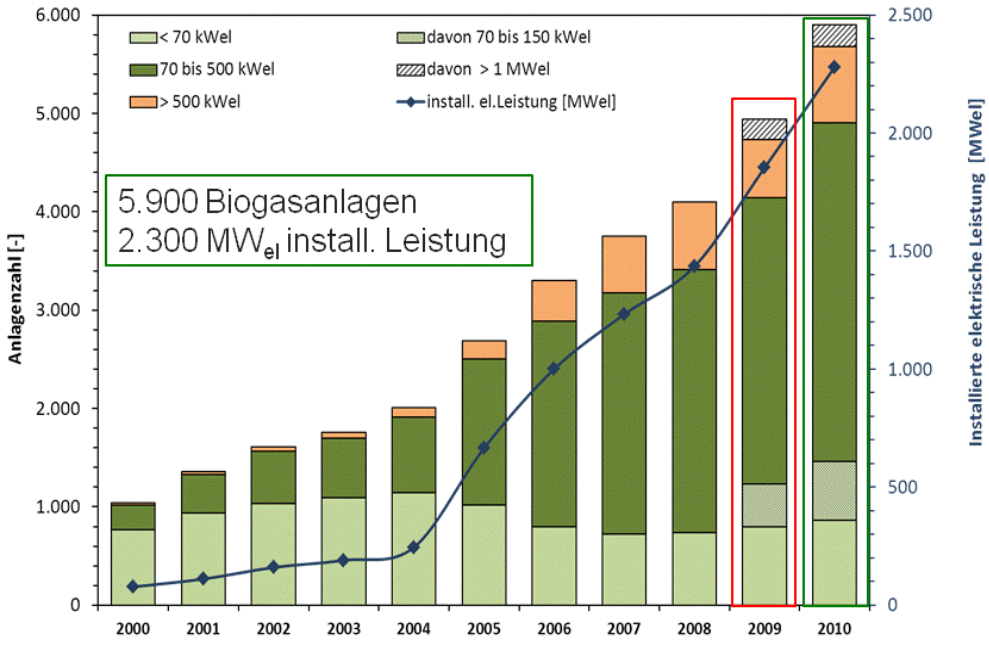
- Strom- und Wärmeerzeugung aus Biogas
  - Datengrundlage
  - Anlagenbestand / Größenklassenverteilung
  - Strom- und Wärmeerzeugung
- Betreiberbefragung im Rahmen des EEG-Monitorings
- Emissionsrelevante Ergebnisse im Rahmen des EEG-Monitorings
  - Vergütungsstruktur und Inanspruchnahme der Boni
  - Substrateinsatz
  - Anlagentechnik (u.a. Abdeckung Gärrestlager, Oxi-Kat)
  - Strom- und Wärmeerzeugung
- Emissionsquellen der Biogaserzeugung
- Ausblick / Diskussion zur Datenlage

Datengrundlage

- Ermittlung/ Aktualisierung des Anlagenbestandes:
  - Befragung der Länderinstitutionen (Landesämter, Länderministerium, Energieagenturen, Landwirtschaftskammern)

    → starke Differenzen bei Datenverfügbarkeit, Genauigkeit und Aktualität
  - Anlagendatenbank des DBFZ (kontinuierliche Aktualisierung)
  - Referenzlisten der Hersteller, Fachverbände (IBBK, FvB), biogaspartner (dena) etc.
- Auswertungen zum Anlagenbestand/ Anlagenentwicklung:
  - jährliche Betreiberbefragung des DBFZ im Rahmen des EEG-Monitorings

Anlagenbestand
Biogasanlagen

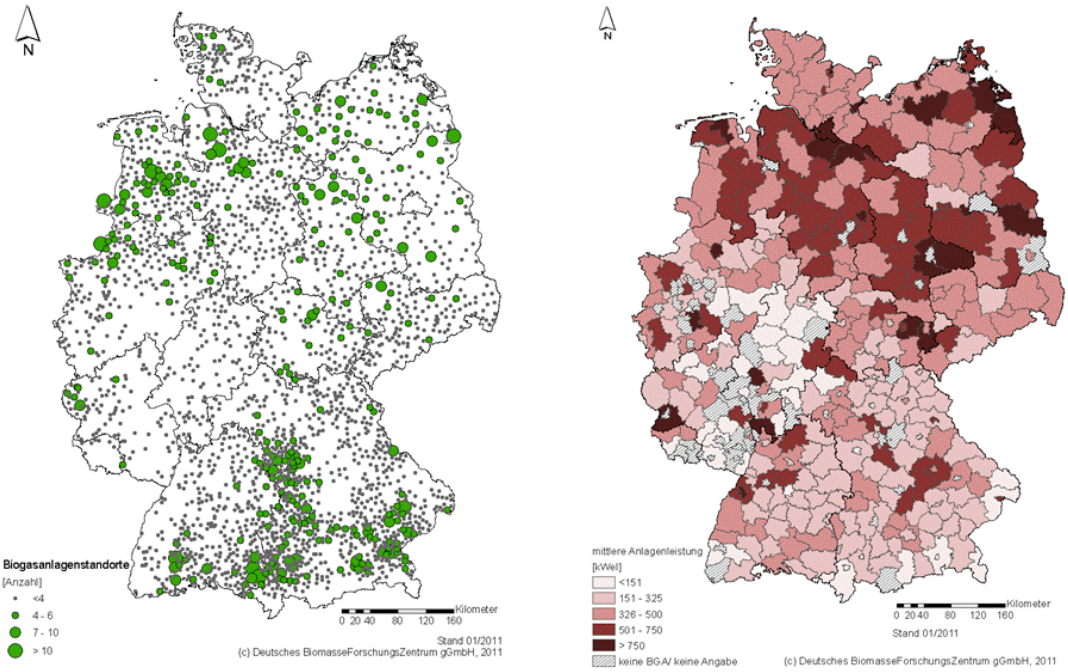


Quelle: Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse, 2011

4

DBFZ

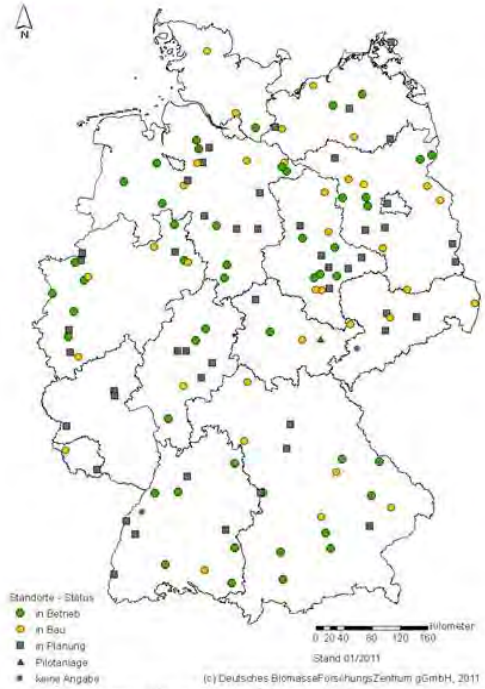
Anlagenbestand
Regionale Verteilung



Quelle: DBFZ, Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse, 2011 5

DBFZ

Biogasaufbereitungsanlagen

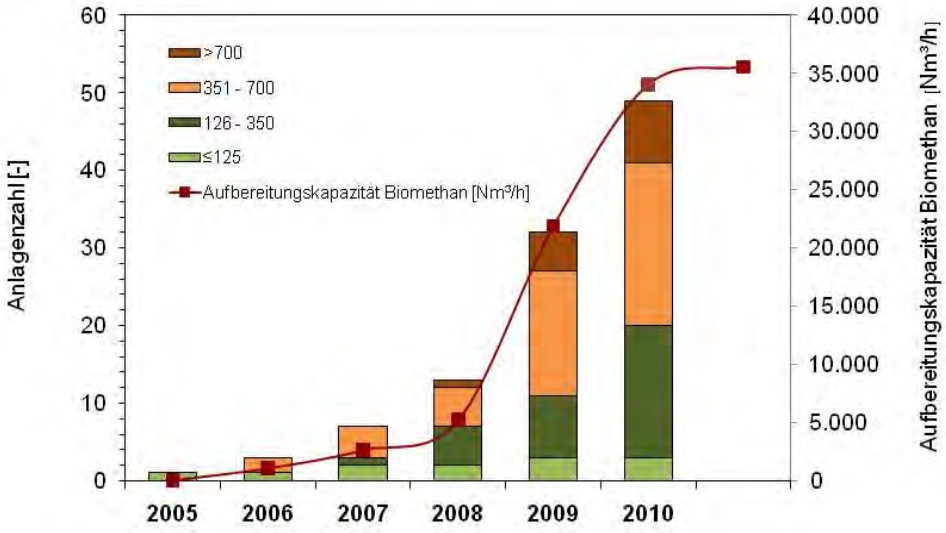


- 50 Biogasaufbereitungsanlagen Ende 2010 in Betrieb
- Installierte Aufbereitungskapazität von rd. 34.010 Nm³/h (Ende 2010)
- Gaseinspeisung 2010 auf 2,7 TWh geschätzt
- Substrateinsatz: vorrangig NawaRo, ergänzt durch Gülle
- 4 Aufbereitungsanlagen auf Basis von Bioabfällen Ende 2010 in Betrieb
- Gegenwärtig mehr als 80 Biogasaufbereitungsanlagen in Bau und Planung

Quelle: Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse, 2011 6

Biogasaufbereitungsanlagen

- Aufbereitungsverfahren: überwiegend Aminwäsche, DWW und PSA
- Stand 31.12.2010



Quelle: Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse, 2011/ Datenbank DBFZ 2011

7

Biogasaufbereitungskapazität und Anlagenzahl

- Aufbereitungsverfahren: überwiegender Einsatz von DWW, Aminwäsche und PSA
- Aufbereitungskapazität 6/2011: rd. 37.470 Nm3/h (57 Anlagen)

	Aufbereitung von BIOMETHAN		
Aufbereitungs-verfahren	[m³/h]	[m³/a]	Anzahl
DWW	12.278	104.516.000	13
Aminwäsche	11.250	91.415.000	19
PSA	8.742	74.720.000	17
Genosorbwäsche	2.370	18.476.000	6
Membrantechnologie	330	2.772.000	1
k.A.	2.500	21.000.000	1
Gesamt	37.470	312.899.000	57

(DBFZ, Stand 6/2011)

Quelle: Datenbank DBFZ 6/2011

8

DBFZ

Anlagenbestand - Strom- und Wärmeerzeugung 2009

Bundesland	Biogasanlagen, in Betrieb [Anzahl]	Installierte Gesamt-leistung [MW_{el}]	durchschnittl. Anlagen-leistung [kW_{el}]
Baden-Württemberg	612	161,8	264
Bayern	1 691	424,1	251
Berlin	0	0	0
Brandenburg	176	112,0	636
Bremen	0	0	0
Hamburg	1	1	1 000
Hessen	97	34,0	351
Mecklenburg-Vorpommern*	156	116,9	749
Niedersachsen	900	465,0	517
Nordrhein-Westfalen	329	126,0	379
Rheinland-Pfalz	98	38,5	393
Saarland	9	3,5	414
Sachsen	167	64,8	388
Sachsen-Anhalt	178	113,1	635
Schleswig-Holstein	275	125,0	454
Thüringen	140	70,3	464
Gesamt	**4 829**	**1 853**	**384**

* Anlagenzahl Biogas als Anzahl der Betriebsstätten (Anlagenparks zu einer Betriebsstätte zusammengefasst); durchschnittliche Anlagenleistung ergibt sich als Leistung je Betriebsstätte

Anlagenbestand

- rd. 4.900 Biogasanlagen
- 1.850 MW_{el} install. Leistung

Stromerzeugung

- realisiert: 12,1 TWh

Wärmenutzung

- 5,0 – 5,7 TWh

(Annahmen Stromerzeugung: Volllaststunden: Anlagenbestand Ende 2009 7.500 h, Inbetriebnahme 1. HJ 5.000 h, 2. HJ 1.600h) Annahmen Wärmeerzeugung: mittl. BHKW-Wirkungsgrade (el.: 38%, th.: 45%), 20-30% der verfügbaren Wärme für Eigenwärmebedarf, 50% Wärmenutzung der extern verfügbaren Wärme)

Quelle: DBFZ, Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse, 2010 9

DBFZ

Annahmen Strom- und Wärmeerzeugung 2009

- **Anlagenbestand:** rd. 4.900 Biogasanlagen, 1.850 MW_{el} install. Leistung

- **Stromerzeugung:** realisiert: 12,1 TWh_{el}

  Annahmen:
  - Volllaststunden: Anlagenbestand Ende 2009 7.500 h
  - Inbetriebnahme 1. HJ 5.000 h, 2. HJ 1.600h

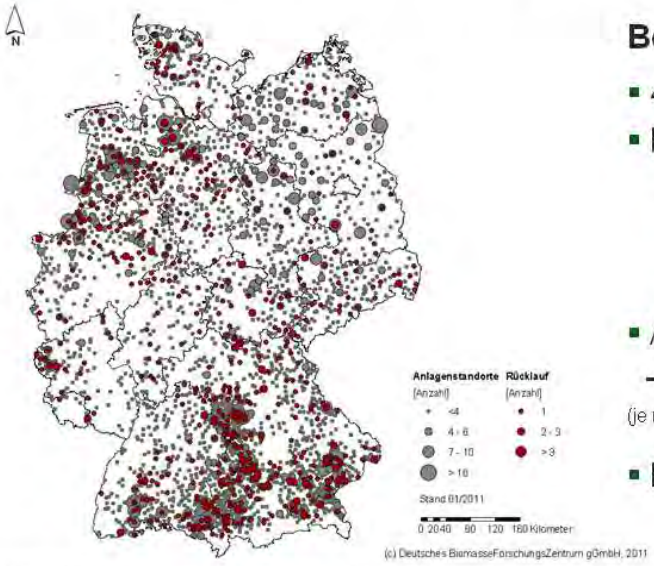
- **Wärmenutzung:** 5,0 – 5,7 TWh_{th}

  Annahmen:
  - mittlere BHKW-Wirkungsgrade el. 38%, th. 45%
  - 20-30% der verfügbaren Wärme für Eigenwärmebedarf
  - 50% Wärmenutzung der extern verfügbaren Wärme

Quelle: DBFZ, Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse, 2010 10

Betreiberbefragung 2010

- Jährliche Betreiberbefragung – Fragebogenversand im Dezember
- Erfassung von install. Leistung, Status, Vergütung, Technik, Anbauflächen



Betreiberbefragung 2010

- 4.000 Betreiber angeschrieben
- Rückläufe gesamt: 696
  - 22 stillgelegte BGA
  - 11 Klärgasanlagen
  - 5 BGA z.Zt. außer Betrieb
- Auswertung: 658 Fragebögen
  → Rücklaufquote 16%
  (je nach Merkmalen verschieden)
- Befragung 2009: 462 Rückläufe

Quelle: DBFZ, Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse, 2011 11

Betreiberbefragung 2010

- Verteilung der Rückläufe korreliert mit Anlagenbestand (Landesebene)
- Erfassung des Anlagenbestandes bei der Mehrheit der Bundesländer in der Größenordnung von 7-20%

Bundesland	Rücklauf		Anlagenbestand (GG)	
	Anzahl	Anteil am Rücklauf [%]	Anteil am Gesamtanlagen-bestand Deutschland [%]	Anteil des Rücklaufs am Anlagenbestand BL [%]
Baden-Württemberg	82	11,8	12,1	11,6
Bayern	256	36,8	34,5	12,6
Berlin	0	0	-	-
Brandenburg	15	2,2	3,7	6,8
Bremen	0	0	-	-
Hamburg	1	0,1	0,02	100
Hessen	24	3,4	1,7	24,0
Mecklenburg-Vorpommern	19	2,7	4,6	7,0
Niedersachsen	111	15,9	18,3	10,3
Nordrhein-Westfalen	60	8,6	7,0	14,6
Rheinland-Pfalz	22	3,2	1,8	21,0
Saarland	1	0,1	0,2	11,1
Sachsen	37	5,3	3,2	19,6
Sachsen-Anhalt	10	1,4	3,6	4,8
Schleswig-Holstein	30	4,3	6,5	7,9
Thüringen	28	4,0	3,0	16,1
Gesamt	**696**	**100**	**100**	

GG – Grundgesamtheit, BL - Bundesland

Quelle: Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse, 2011 12

DBFZ

Betreiberbefragung 2010

Installierte elektr. Anlagenleistung [kW_{el}]	Rücklauf [Anzahl]	Anteil am Rücklauf [%]	Anteil am Gesamtanlagenbestand* (GG) [%]
≤ 70	67	9,6	15
71 – 150	76	10,9	9,5
151 – 500	378	54,3	59,5
501 – 1 000	111	15,9	12,2
> 1 000	36	5,2	3,8
keine Angaben	28	4,0	-

*Schätzung auf Grundlage der Angaben der Länderinstitutionen, Angaben und Referenzen der Biogasanlagenhersteller und Datenbank des DBFZ, GG - Grundgesamtheit

- Größenklassenverteilung des Rücklaufs korreliert mit Anlagenbestand
  - Anlagen < 70 kW_{el} unterrepräsentiert
  - Anlagen 150-500 kW_{el} leicht unterrepräsentiert
  - Anlagen > 500 kW_{el} etwas überrepräsentiert
- unter Berücksichtigung der Rücklaufquote und Korrelation der Rückläufe nach Anlagenbestand der Länder und Größenklassen, kann die Befragung als repräsentativ bewertet werden

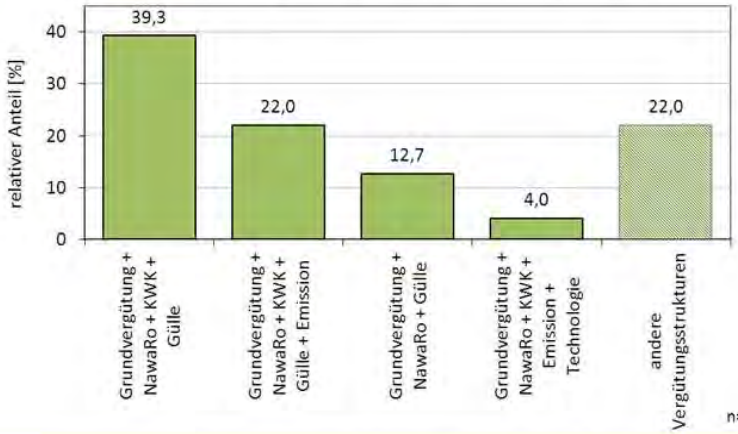
Quelle: Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse, 2011

13

DBFZ

Ergebnisse Betreiberbefragung 2010
Vergütungsstruktur

- relative Häufigkeit der Vergütungskombinationen und Inanspruchnahme der Boni



	NawaRo	KWK	Gülle	Landschafts-pflege	Technologie	Vergütungs-erhöhung für Emissions-minderung	keine Boni
Anzahl der Rückmeldungen	606	515	523	10	77	232	15
Anteil an Rückmeldungen (%) (n=646)	93,8	79,7	81,0	1,5	11,9	35,9	2,3

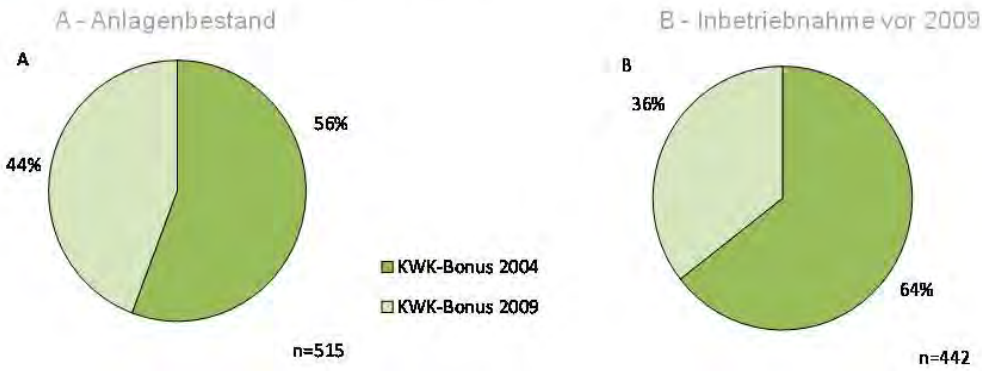
Quelle: Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse, 2011, Ergebnisse der Betreiberbefragung 2010

14

DBFZ

Ergebnisse Betreiberbefragung 2010
KWK-Bonus

- Inanspruchnahme KWK-Bonus:



- Mehrheit der BGA erhält KWK-Bonus nach EEG 2004
- 36% der Anlagen mit Inbetriebnahme vor 2009 nehmen KWK-Bonus nach EEG 2009 in Anspruch

  → Anreize zur verbesserten Wärmenutzung zeigen nur begrenzte Wirkung

Quelle: Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse, 2011; Ergebnisse der Betreiberbefragung 2010 15

DBFZ

Ergebnisse Betreiberbefragung 2010
Vergütungserhöhung f. Emissionsminderung

- Inanspruchnahme der Vergütungserhöhung für Emissionsminderung:

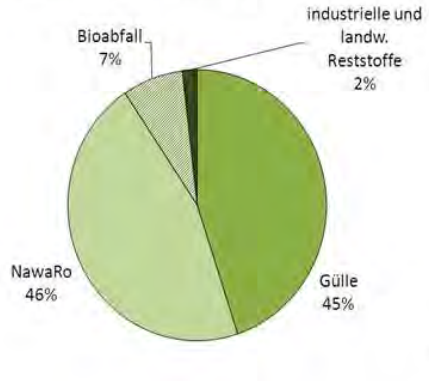
installierte elektr. Anlagenleistung [kW_{el}]	Anteil Biogasanlagen mit Vergütungserhöhung [%]	Anteil Biogasanlagen ohne Vergütungserhöhung [%]	berücksichtigte Rückmeldungen [Anzahl]
≤ 70	0	100	57
71 - 150	6,6	93,4	76
151 - 500	34,8	65,2	368
501 – 1 000	71,8	28,2	110
> 1 000	67,7	32,3	31
Gesamt	**35,9**	**64,1**	**646**

- rd. 36% der Anlagenbetreiber erhalten den Bonus
- Bonus wird vordergründig von Biogasanlagen im mittleren und höheren Leistungsbereich (> 500 kW_{el}) in Anspruch genommen

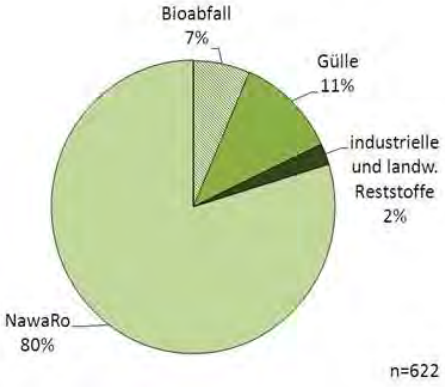
Quelle: Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse, 2011; Ergebnisse der Betreiberbefragung 2010 16

Ergebnisse Betreiberbefragung 2010
Substrateinsatz

- Substrateinsatz Biogasanlagen:



Substrateinsatz- massebezogen



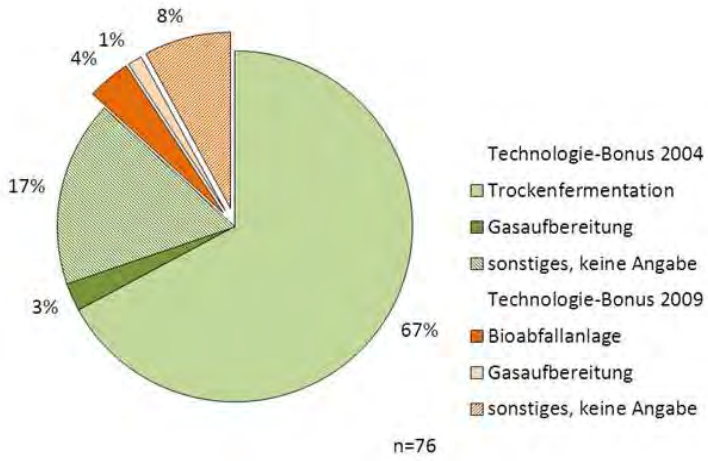
Substrateinsatz- energiebezogen

- Gülle und NawaRo machen ca. 90% des Substratinputs in Biogasanlagen aus; Maissilage dominiert den Einsatz von NawaRo
- Bioabfälle: bei BGK e.V. ca. 100 Anlagen mit RAL-Gütesicherung für Gärreste erfasst; Größenordnung nach DBFZ: ca. 200 Anlagen mit Bioabfällen/Speiseabfällen in Dtl.

Quelle: Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse, 2011; Ergebnisse der Betreiberbefragung 2010 17

Ergebnisse Betreiberbefragung 2010
Technologie-Einsatz zur Stromerzeugung

- Technologie-Bonus überwiegend für die Trockenfermentation (Altanlagen)

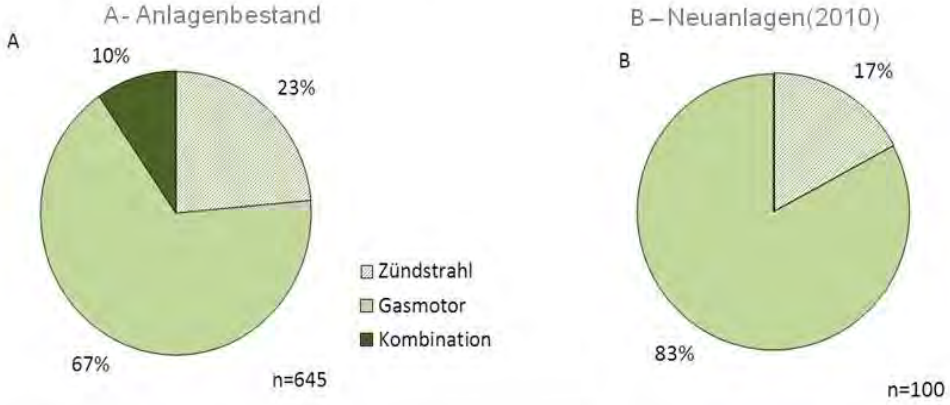


Quelle: Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse, 2011; Ergebnisse der Betreiberbefragung 2010 18

Ergebnisse Betreiberbefragung 2010

Gasnutzung zur Stromerzeugung

- Gasnutzung erfolgt überwiegend in BHKW
- die meisten Aggregate >250 kW_{el} weisen heute ein η_{el} > 40% auf
- neben klassischen Motor-BHKW werden in geringem Umfang Mikrogasturbinen eingesetzt, ferner Entwicklung von Nachverstromungsaggregaten
- überwiegend Gas-Otto-Motoren im Einsatz 67%, etwa 23% Zündstrahl-BHKW und ca. 10% der Biogasanlagen setzen Kombination ein



Quelle: Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse, 2011; Ergebnisse der Betreiberbefragung 2010 19

Ergebnisse Betreiberbefragung 2010

Wärmenutzung bei der Biogas Vor-Ort-Verstromung

installierte elektr. Anlagenleistung (kW_{el})	Mittlerer externer Wärmenutzungsgrad (%)	Standardab-weichung σ	Anlagen ohne externe Wärmenutzung (Anzahl)	berücksichtigte Rückmeldungen (Anzahl)
≤ 70	**47,0**	**25,7**	**3**	**26**
71 - 150	37,6	25,8	2	33
151 - 500	**38,8**	**26,8**	**18**	**200**
501 – 1 000	50,7	25,8	2	73
> 1 000	**55,5**	**28,7**	**1**	**19**

Mittlerer externer Wärmenutzungsgrad und Standardabweichung in Abhängigkeit von der installierten elektrischen Anlagenleistung (Betreiberbefragung DBFZ 2010)

- geringe Wärmenutzung besonders im mittleren Anlagenbereich
- 10% der Biogasanlagen komplett ohne externe Wärmenutzung
- durchschnittlich 45% der verfügbaren Wärmemenge extern genutzt

Quelle: Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse, 2011; Ergebnisse der Betreiberbefragung 2010 20

DBFZ

Ergebnisse Betreiberbefragung 2010
Abgasbehandlung

- Vergütungserhöhung für Emissionsminderung → Installation von Oxidationskatalysatoren o. Thermischer Nachverbrennung

installierte elektr. Anlagenleistung [kW_{el}]	Anteil Biogasanlagen mit Abgasbehandlung [%]	Anteil Biogasanlagen ohne Abgasbehandlung [%]	berücksichtigte Rückmeldungen [Anzahl]
≤ 70	3,7	96,3	54
71 - 150	2,8	97,2	72
151 - 500	21,1	78,9	342
501 – 1 000	68,0	32,0	103
> 1 000	80,0	20,0	30
Gesamt	**28,3**	**71,7**	**604**

- 28% der Anlagen mit Oxikat o. thermischer Nachverbrennung ausgerüstet, bei Neuanlagen nach EEG 2009 etwa 50%
- thermische Nachverbrennung spielt untergeordnete Rolle (<10%)
- Einsatz vordergründig im Leistungsbereich > 500 kW_{el} (hoher Investitionsbedarf für Kleinanlagen)

Quelle: Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse, 2011; Ergebnisse der Betreiberbefragung 2010 21

DBFZ

Ergebnisse Betreiberbefragung 2010
Gasfackel

- rd. 50% der Anlagen verfügen über Gasfackel/ Zugriff auf mobile Fackel

Install. elektr. Anlagenleis-tung (kW_{el})	Fackel vorhanden (%)	ohne Fackel (%)	berücksichtigte Rückmeldungen (Anzahl)	Anteil mobile Fackel (%)	Anteil stationäre Fackel (%)	berücksichtigte Rückmeldungen (Anzahl)
≤ 70	9	91	56	33	67	3
71 - 150	32	68	73	61	39	23
151 - 500	50	50	361	50	50	159
501 – 1 000	72	28	107	19	81	68
> 1 000	72	28	32	14	86	14

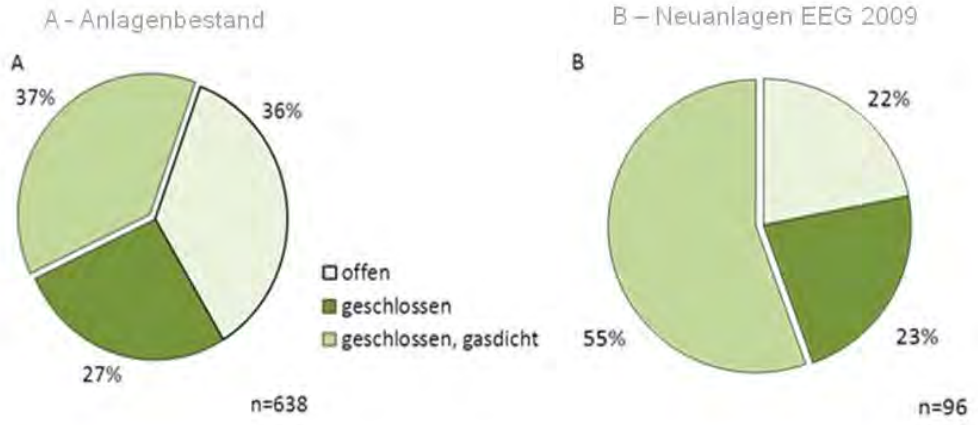
- Mehrheit der Anlagen > 500 kW_{el} verfügt über eine Gasfackel
- Überwiegend kommen stationäre Gasfackeln zum Einsatz
- Im Leistungsbereich < 500 kW_{el} werden ebenso mobile Fackeln vorgehalten
- Einschränkung der Ergebnisse: trotz mobiler Fackel „keine Fackel vorhanden“

Quelle: Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse, 2011; Ergebnisse der Betreiberbefragung 2010 22

DBFZ

Ergebnisse Betreiberbefragung 2010
Gärrestlager

- Mehrheit der BGA verfügt über ein geschlossenes/ geschlossen gasdichtes Gärrestlager
- bei den Neuanlagen ca. 55% mit gasdichtem Gärrestlager



Quelle: Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse, 2011; Ergebnisse der Betreiberbefragung 2010 23

DBFZ

Ergebnisse Betreiberbefragung 2010
Gärrestlager

- gasdichte Gärrestlagerabdeckung vor allem im Leistungsbereich > 500 kW_{el}

installierte elektr. Anlagenleistung [kW_{el}]	Anteil BGA mit offenem Gärrestlager [%]	Anteil BGA mit geschlossenem Gärrestlager [%]	Anteil BGA mit gasdicht abgedecktem Gärrestlager [%]	berücksichtigte Rückmeldungen [Anzahl]
≤ 70	39,4	43,9	16,7	66
71 - 150	39,9	36,7	24,4	90
151 - 500	39,6	20,6	39,8	407
501 – 1 000	25,0	29,0	46,0	124
> 1 000	18,6	30,2	51,2	43

- mit steigender Anlagenleistung erhöht sich Anteil der gasdicht abgedeckten Gärrestlager
- Leistungsbereich < 500 kW_{el}: rund 40% der Gärrestlager sind nicht (gasdicht) abgedeckt

Quelle: Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Stromerzeugung aus Biomasse, 2011; Ergebnisse der Betreiberbefragung 2010 24

4.2 Anlagenbestand

4.2.1 Ergebnisse

Die Abbildung 27 zeigt den Vergleich der vier wesentlichen Datenquellen hinsichtlich der Merkmale Anlagenanzahl, installierte elektrische Leistung, Bruttostromerzeugung und Nettowärmeverbrauch zum 31.12.2009 bzw. 2009. Trotz unterschiedlicher Methoden weichen die Ergebnisse – mit Ausnahme des Nettowärmeverbrauchs – nur relativ wenig voneinander ab. Bei der Wärme beträgt die Spannbreite jedoch 3,5 TWh/a bis 7,1 TWh/a.

Datenvergleich 31.12.09 bzw. 2009

Umwelt Bundes Amt
Für Mensch und Umwelt

	Fach-verband Biogas	AGEE-Stat (auf Basis StBA)[1)]	DBFZ EEG-Monitoring	BNetzA EEG-Daten (UBA-Ausw.)[1)]
Anlagenanzahl	4.984	k.A.	4.900	5.631
El. Leistung (MW)	1.893	2.091[4)]	1.850	2.138
Bruttostromerzeugung (TWh)	12,6[2)]	12,8[5)]	12,1[6)]	13,1
Nettowärmeverbrauch (TWh)	3,5[3)]	7,1[7)]	5,0-5,7[8)]	5,7[9)]

[1)] inklusive der Nutzung des Gases von Biogasaufbereitungsanlagen
[2)] abgeleitet aus der elektrischen Leistung und einer mittleren VBS von 7.700 h
[3)] 35 % der nach Abzug des Eigenbedarfs verfügbaren Wärme wird genutzt
[4)] abgeleitet aus der Höhe der Stromerzeugung und einer mittleren VBS von 6.100 h
[5)] Neuberechnungen der AGEE-Stat ab 2012
[6)] abgeleitet aus der elektrischen Leistung und einer mittleren VBS von 7.500 h für den Anlagenbestand zum 31.12.2008 sowie spezifische Werte entsprechend des Inbetriebnahmezeitpunktes für den Anlagenzubau 2009 (01-06: 5.000 h; 07-12: 1.600 h)
[7)] Angabe des StBA, um eine Abschätzung der AGEE-Stat ergänzt
[8)] 50 % der nach Abzug des Eigenbedarfs (20-30%) verfügbaren Wärme wird genutzt
[9)] auf Basis der KWK-Stromerzeugung unter Berücksichtigung einer Stromkennzahl von 0,88

BMU/ UBA/ AGEE-Stat / DBFZ - Biomasse-Workshop; 5. - 6. Juli 2011, Dessau-Roßlau 16

Abbildung 27: Biogasnutzung in Deutschland 2009 - Datenvergleich

Wertet man die EEG-Daten der BNetzA nach Leistungsklassen aus, ergibt sich nachfolgendes Bild (Abbildung 28). Während die Gesamtanlagenzahl im Wesentlichen durch die Anlagen im kleinen und mittleren Leistungsbereich bestimmt wird, werden die installierte elektrische Leistung sowie die Stromerzeugung von den größeren Anlagen geprägt.

Biogasnutzung in D im Jahr 2009 nach Leistungsklassen (EEG-Daten)

Umwelt Bundes Amt
Für Mensch und Umwelt

Leistungs-klasse	Anzahl BHKW (Anlagen)		Installierte Leistung		Gesamtstrom-erzeugung		davon KWK-Stromerzeugung	
(kW)	absolut (MW)	Anteil	absolut (MW)	Anteil	absolut (GWh)	Anteil	absolut (GWh)	Anteil an Gesamt-erz.
≤70	582	10%	21	1%	101	1%	25	25%
>70 - ≤150	645	11%	73	3%	418	3%	113	27%
>151 - ≤290	1.397	25%	306	14%	1.676	13%	532	32%
>290 - ≤500	1.490	26%	616	29%	3.891	30%	1.347	35%
>500 - ≤1000	1.324	24%	824	39%	5.486	42%	2.343	43%
>1000	193	3%	298	14%	1.530	12%	657	43%
Summe	**5.631**	**100%**	**2.138**	**100%**	**13.104**	**100%**	**5.018**	**38%**

BMU/UBA/ AGEE-Stat / DBFZ - Biomasse-Workshop; 5. - 6. Juli 2011, Dessau-Roßlau 17

Abbildung 28: Biogasnutzung in Deutschland im Jahr 2009 nach Leistungsklassen

Im Fokus der Diskussion standen insbesondere die Vollbenutzungsstunden sowie die Wärmenutzung.

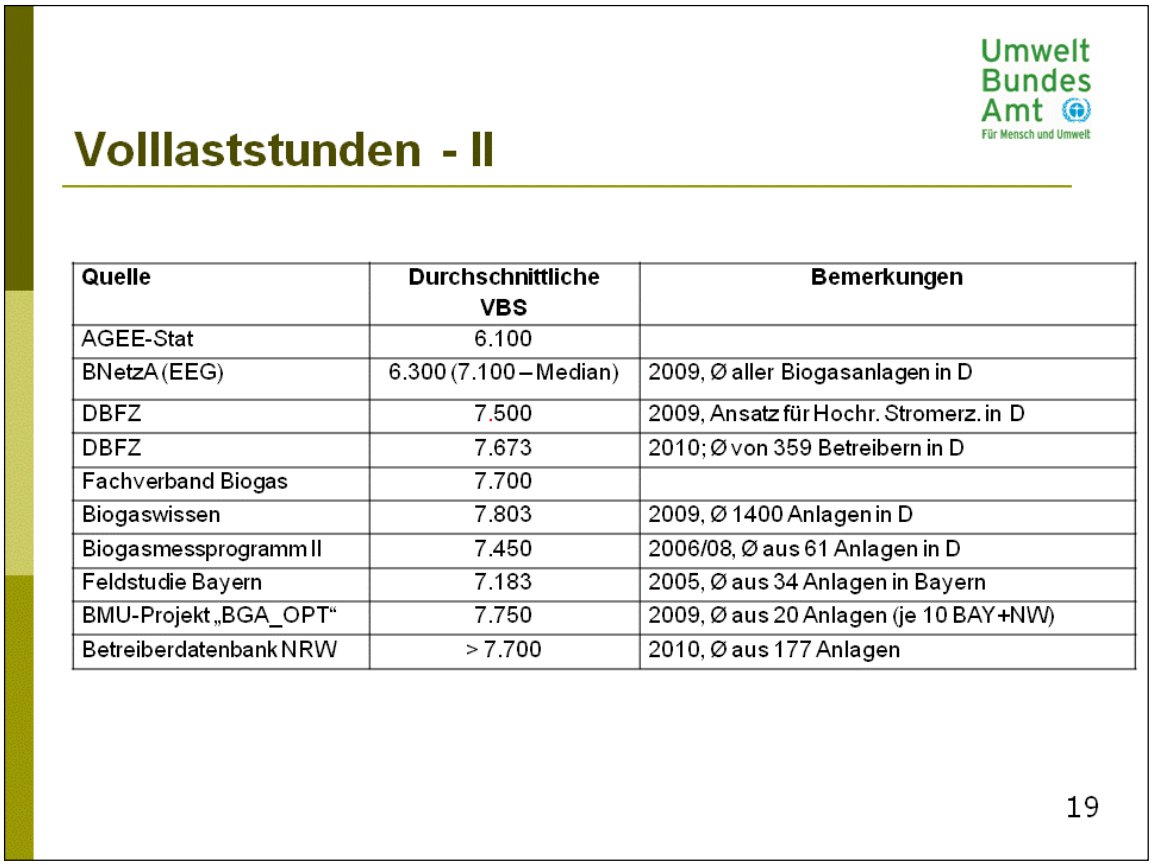
Folgende Einflussfaktoren für die Vollbenutzungsstunden wurden genannt und hinsichtlich ihrer Relevanz diskutiert:

- Rohstoffverfügbarkeit/Rohstoffpreise/Rohstoffbeschaffenheit
- Technische Anlagenverfügbarkeit
- Stabilität und Güte des Biogasprozesses
- Ausprägung des BHKW (Größe, Alter, Hersteller u.a.)
- Verhältnis von BHKW-Leistung zu Fermentervolumen
- Verhältnis von elektrischer BHKW-Leistung des zum Fermentervolumen
- Auflagen zur Leistungsbegrenzung von BHKWs
- Leistungsabfall von BHKWs im Laufe der Betriebszeit
- Vorhandensein von Reserve-BHKWs/Leistungssplittung in mehrere Module
- Leistungsreduzierungen im Rahmen eines Einspeisemanagements
- Leistungsdrosselungen aufgrund unzureichender Abwärmeabführung

- Höhe des Gasspeichervolumens

Als besonders relevant wurden von den Anwesenden die ersten vier Punkte eingeschätzt.

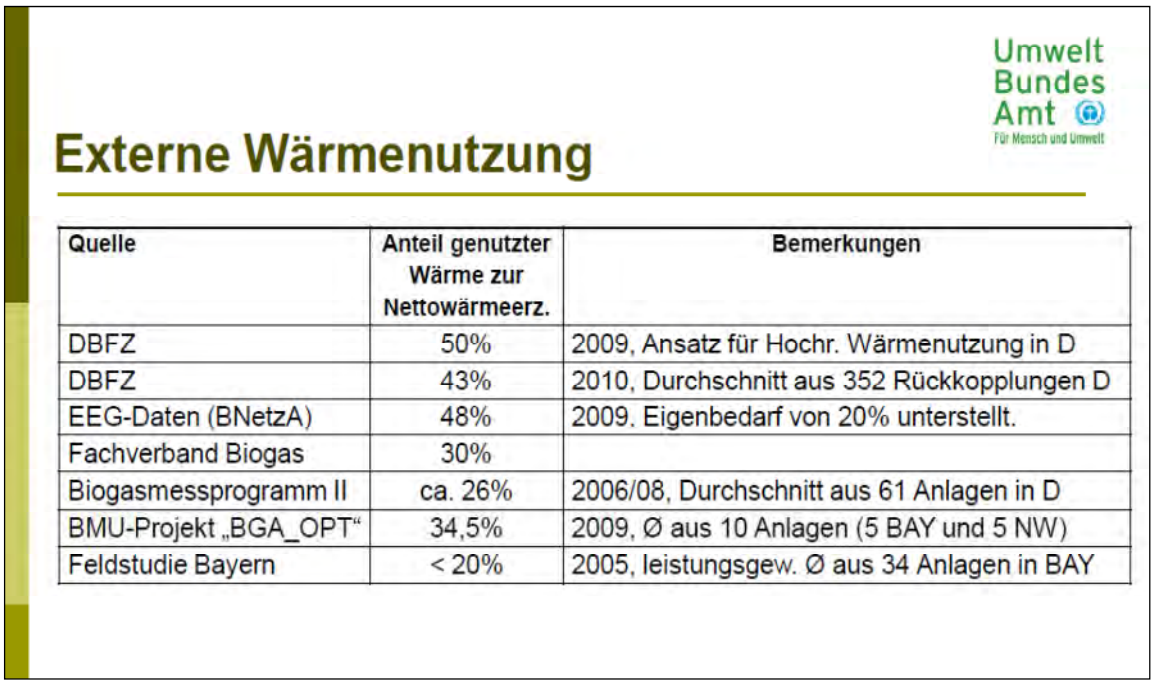
Darauf aufbauend wurden die Angaben zu Vollbenutzungsstunden der verschiedenen Quellen und Veröffentlichungen diskutiert (Abbildung 29). Die Anwesenden hinterfragten den Vollbenutzungsstundenansatz der AGEE-Stat und das Ergebnis der UBA-Auswertung der EEG-Daten der BNetzA -beide Ergebnisse wurden als deutlich zu niedrig eingeschätzt. Als realistisch wurde hingegen ein anlagendurchschnittlicher Wert von über 7.500 Stunden angesehen. Zwischen den verschiedenen in Betrieb befindlichen Anlagen existiert diesbezüglich eine starke Streuung. Kleine und ältere Anlagen haben i. d. R. geringere Werte als neue bzw. große Anlagen.



Quelle	Durchschnittliche VBS	Bemerkungen
AGEE-Stat	6.100	
BNetzA (EEG)	6.300 (7.100 – Median)	2009, Ø aller Biogasanlagen in D
DBFZ	7.500	2009, Ansatz für Hochr. Stromerz. in D
DBFZ	7.673	2010; Ø von 359 Betreibern in D
Fachverband Biogas	7.700	
Biogaswissen	7.803	2009, Ø 1400 Anlagen in D
Biogasmessprogramm II	7.450	2006/08, Ø aus 61 Anlagen in D
Feldstudie Bayern	7.183	2005, Ø aus 34 Anlagen in Bayern
BMU-Projekt „BGA_OPT“	7.750	2009, Ø aus 20 Anlagen (je 10 BAY+NW)
Betreiberdatenbank NRW	> 7.700	2010, Ø aus 177 Anlagen

Abbildung 29: Volllaststunden der Biogasnutzung verschiedener Datenquellen

Ausgangspunkt für die Diskussion der Wärmenutzung von Biogasanlagen war die nachfolgende Übersicht (Abbildung 30).



Quelle	Anteil genutzter Wärme zur Nettowärmeerz.	Bemerkungen
DBFZ	50%	2009, Ansatz für Hochr. Wärmenutzung in D
DBFZ	43%	2010, Durchschnitt aus 352 Rückkopplungen D
EEG-Daten (BNetzA)	48%	2009. Eigenbedarf von 20% unterstellt.
Fachverband Biogas	30%	
Biogasmessprogramm II	ca. 26%	2006/08, Durchschnitt aus 61 Anlagen in D
BMU-Projekt „BGA_OPT“	34,5%	2009, Ø aus 10 Anlagen (5 BAY und 5 NW)
Feldstudie Bayern	< 20%	2005, leistungsgew. Ø aus 34 Anlagen in BAY

Abbildung 30: Externer Wärmenutzungsgrad bei der Biogasnutzung verschiedener Datenquellen

Die Teilnehmer waren sich allerdings einig, dass die Biogasanlagenbetreiber im Rahmen der Befragung die genutzte Wärme wahrscheinlich mit zu hohen Werten angeben, so dass der DBFZ-Ansatz auch zu eher hohen Werten führt. Auch eine erste Auswertung der EEG-Daten der BNetzA ergab möglicherweise einen überdurchschnittlichen Wert. Der Fachverband Biogas orientiert sich bei seinem Ansatz an den Ergebnissen des Biogasmessprogramms II, welche jedoch unterdessen als wenig repräsentativ anzusehen sind und auch vom Verband selbst im Zuge des Workshops eher in einer Größenordnung von 30-35% eingeschätzt wird.

Die Ergebnisse des BMU-Projekts Ökologische und ökonomische Optimierung von bestehenden und zukünftigen Biogasanlagen „BGA_OPT“[4] sowie der Feldstudie Bayern[5] wurden von den Teilnehmern als nicht repräsentativ eingeschätzt, da die Stichproben zu gering waren und im letzteren Fall die Analyse auch zu weit zurückliegt.

Zusammenfassend wurde von den Teilnehmern festgestellt:

- Ältere Untersuchungen kommen eher zu geringen Wärmenutzungen (20 % bis 26 %) und haben kaum noch Aussagekraft, da sich unterdessen viel geändert hat.

[4] Sonnleitner, M. et al.: Ökologische und ökonomische Optimierung von bestehenden und zukünftigen Biogasanlagen (BGA OPT). Studie für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (03MAP155), Ingolstadt, April 2011.

[5] ForschungsZentrum für Erneuerbare Energien: Feldstudie „Biogasanlagen in Bayern“. Studie für das Kuratorium Bayerischer Maschinen- und Betriebshilfsringe e.V. (Nr. 2006-09-20), Neuburg an der Donau, Dezember 2006.

- Die Spannbreite der Wärmenutzung der verschiedenen neueren Quellen liegt bei 30 % (FV Biogas) bis 50 % (DBFZ, EEG-Daten), bezogen auf die nach dem Eigenbedarf zur Verfügung stehende Wärme.
- Die tatsächliche Nettowärmenutzung könnte bei etwa 40 %, also in der Mitte der skizzierten Spannbreite liegen.

4.2.2 Klärungsbedarf und Lösungsvorschläge

Klärungsbedarf besteht insbesondere hinsichtlich der typischen (durchschnittlichen) Vollbenutzungsstunden sowie des Umfangs der genutzten Wärme.

Bezüglich der Höhe der Vollbenutzungsstunden sollten die EEG-Daten der Bundesnetzagentur noch einmal detailliert ausgewertet und überprüft werden. Insbesondere sind die Datensätze schwerpunktmäßig von Großanlagen mit einer Inbetriebnahme vor 2009 und mit keiner bzw. sehr geringer Stromerzeugung unter die Lupe zu nehmen. Zielführend wäre hierzu auch ein Abgleich von Anlagenstandorten mit geringer Auslastungsdauer zwischen den Datenbanken des DBFZ und von bioreact. Dabei könnten UBA, ZSW und DBFZ gemeinsam tätig werden.

Bezüglich der Wärmenutzung sind im ersten Analyseschritt grundsätzliche Überlegungen anzustellen, so z.B., in welchem Umfang die Wärmeverluste der durch Biogasanlagen gespeisten Nahwärmenetze das Gesamtergebnis bestimmen und inwieweit EEG-Regelungslücken bzw. -missbrauch die Ergebnisse beeinflussten. Zudem sind Ansätze für größenklassenabhängige Stromkennzahlen zu entwickeln, welche die Grundlage für die Umrechnung der in den EEG-Daten ausgewiesenen KWK-Stromerzeugung in KWK-Wärme sind,. Entsprechende Arbeiten erfolgen momentan durch die AGEE-Stat.

4.2.3 Verbleibender Forschungsbedarf

Neben dem bereits aufgezeigten Klärungsbedarf besteht auch konkreter Forschungsbedarf. Im Fokus sollten Untersuchungen zur Ausprägung der Biogasnutzung in Deutschland stehen. Das beinhaltet u. a. Analysen zur Nutzung der Biogaswärme, zum Repowering von Biogasanlagen, zu biogasbasierten Nah- und Fernwärmenetzen, zur Verbreitung von Biogasleitungen und Satelliten-BHKWs sowie zu Abfall- und industriellen Biogasanlagen. Diese Forschungen könnten zum Teil gut im Rahmen des EEG-Biomasse-Monitoring durchgeführt werden.

Forschungsbedarf besteht auch hinsichtlich der Biomethannutzung, die im Workshop nicht im Fokus stand. Es sind geeignete Routinen zu entwickeln, um die Zuordnung des ins Erdgasnetz eingespeisten Biogases auf die verschiedenen Anwendungszwecke vorzunehmen. Entsprechende methodische Entwicklungen und Ergebnisableitungen sind im Rahmen der Weiterführung des Vorhabens „BIOMON“ anvisiert.

4.3 Effizienz

4.3.1 Ergebnisse

Die Diskussion der Effizienz des Biogasanlagenbestands in Deutschland konzentrierte sich auf drei Aspekte: erstens auf die Biogasgewinnung, zweitens auf die Biogasnutzung mittels BHKWs und drittens auf den Anlageneigenbedarf an Strom und Wärme.

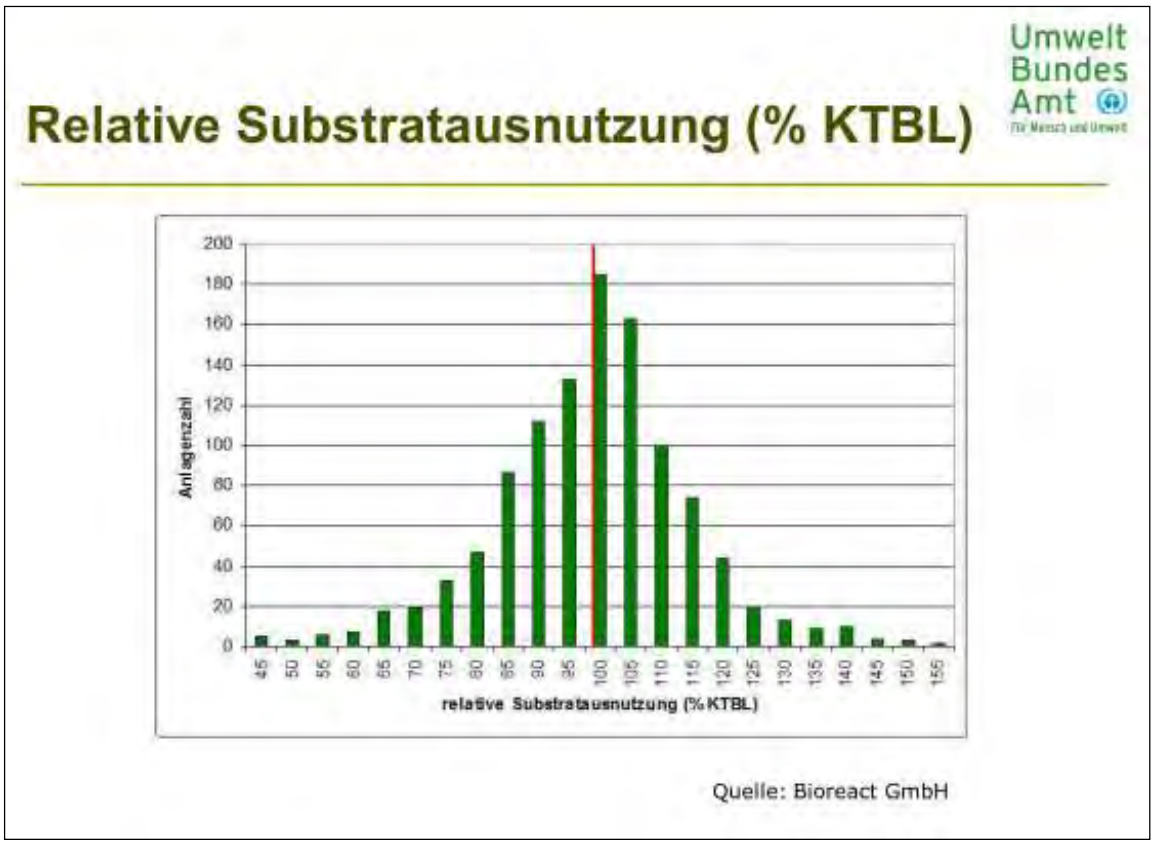


Abbildung 31: Relative Ausnutzung von Biogassubstraten im Vergleich zu KTBL-Werten

Da die Effizienz des Biogasprozesses unmittelbar mit dem Substratbedarf und damit auch mit dem Energiepflanzenanbau zusammenhängt, besteht eine hohe Emissionsrelevanz. Diskussionsgrundlage in der AG war eine Auswertung der bioreact von 1.400 Biogasanlagen hinsichtlich der relativen Substratausnutzung, bezogen auf die diesbezüglichen KTBL-Werte (Abbildung 31).

Zu Beginn wurden die wesentlichen Einflussfaktoren auf die Gasausbeute besprochen. Genannt wurden u. a. Art und Beschaffenheit von Substrat und Anlagentechnik, hydraulische Verweilzeiten, Reaktorbelastung sowie Reaktortemperatur. Anschließend wurden die durchschnittlichen Gaserträge der deutschen Biogasanlagen u. a. auch im Vergleich zu den von der KTBL angegebenen Gasausbeuten diskutiert. Wie die bioreact-Auswertung zeigte, stimmen die durchschnittlichen Praxiswerte mit den KTBL-Angaben (die eher konservativ angesetzt sind) relativ gut überein. Substratbezogen treten jedoch größere Abweichungen auf. So liegen die Praxiswerte für Silomais leicht über den mittleren KTBL Angaben dazu (206 zu 185 Nm^3 Biogas); bei Schweinegülle liegen sie dagegen deutlich darunter. Neben den Gaserträgen ist jedoch auch der Methangehalt des gewonnenen Biogases zu berücksichtigen, der ebenfalls in die substratspezifische Energieausbeute eingeht.

Die Witterungsbedingungen bei Anbau und Ernte haben einen großen Einfluss auf den massebezogenen Biogasertrag. In trockenen Jahren ist dieser deutlich höher als unter durchschnittlichen Bedingungen. Eine Berücksichtigung der Beschaffenheit der eingesetzten Substratmengen verbessert die Ableitung des spezifischen Biogasertrags und des Methangehalts und ist daher bei der Emissionsbilanzierung anzustreben.

Das gewonnene Biogas wird i. d. R. bei einer Vor-Ort-Nutzung in einem BHKW verstromt. Die Effizienz der Biogasnutzung wird vom Wirkungsgrad des BHKW bestimmt. Im Fokus stehen dabei die elektrischen Kennwerte. Die entsprechenden thermischen und Gesamt-Kenngrößen haben – da die zur Verfügung stehende Wärme i. d. R. derzeit nur anteilig genutzt wird – bislang eine eingeschränkte Relevanz.

Der elektrische Wirkungs-/Nutzungsgrad ist insbesondere abhängig von

- der Motortechnologie (Zündstrahlmotoren sind effizienter als Gasmotoren),
- der Leistungsgröße (der Wirkungsgrad steigt mit der Leistung i. d. R. an, mit einer Sättigung bei größeren Leistungen),
- dem Baujahr (technische Weiterentwicklungen mit Effizienzverbesserungen),
- der Betriebsweise (Teillastbetrieb ist weniger effizient als Volllast) sowie
- der Laufzeit und
- dem Wartungszustand.

So nimmt der elektrische Wirkungsgrad des BHKW mit zunehmenden Betriebsstunden ab (Größenordnung 1 % bis max. 2 % je 20.000 h). Nach einer Generalüberholung erhöht sich dieser dann wieder deutlich Richtung Ausgangsniveau. In der Praxis gemessene elektrische Wirkungsgrade unterscheiden sich u. a. daher von den Herstellerangaben (Abweichung bis zu max. 3 % nach unten). Bei leistungsoptimierten Motoreinstellungen können die elektrischen Wirkungsgrade über denen bei Nennleistung liegen. Dabei treten jedoch zumeist höhere Emissionen auf, die oft über den Grenzwerten liegen. Vom elektrischen Wirkungsgrad ist der elektrische Jahresnutzungsgrad zu unterscheiden, der An- und Abfahrvorgänge sowie auch Teillastbetriebsverhältnisse über das Jahr berücksichtigt. Im Teillastbetrieb liegen z. B. die elektrischen Wirkungsgrade unter denen bei Nennleistung, bei 50 % Last z. B. bereits bis zu 4 Prozentpunkte darunter.

Neben den Vollbenutzungsstunden sowie der Wärmenutzung wurde ebenfalls der Strom- und Wärmeeigenbedarf diskutiert. Bezüglich des Stromeigenbedarfs wurde herausgearbeitet, dass sich – bezogen auf den Anlagenbestand im Jahr 2010 – der durchschnittliche Wert auf 8 % belaufen könnte und dieser damit 2 Prozentpunkte unter dem bisherigen Bilanzierungsansatz liegen würde. Der Wärmeeigenbedarf bestimmt die maximale Wärmenutzung; der Parameter selbst ist jedoch nicht emissionsbilanzierungsrelevant, weil dafür ausschließlich die genutzte Wärme herangezogen wird. Typische Werte liegen zwischen 20 % und 30 %. Diese Spannbreite wird auch vom DBFZ beim EEG-Monitoring angesetzt. Der Fachverband Biogas geht von einem durchschnittlichen Wert von 30 % aus. Das IFEU setzt für NaWaRo-Biogasanlagen 20 % und für 100 % güllebasierte Anlagen 30 % an. Das Biogasmessprogramm II und das BMU-Projekt „BGA_OPT“ kommen dagegen zu deutlich geringeren Werten (11,5 % bzw. 8,3 %). Beide müssen jedoch als eingeschränkt repräsentativ angesehen werden.

4.3.2 Klärungsbedarf und Lösungsvorschläge

Hinsichtlich der Effizienz der Biogasgewinnung sowie -nutzung besteht noch Wissensbedarf. Aufbauend auf die bioreact-Daten, den KTBL-Gaserträgen sowie weitere Datenquellen sind in einem ersten Schritt die Wirkzusammenhänge im Kontext mit der Effizienz der Biogasgewin-

nung detaillierter als bisher zu betrachten, so z.B. der Einfluss von Anlagenausprägung und -alter, Verweilzeiten, Mess- und Regelkonzepten, Wirkung von Desintegrationsverfahren und Gärhilfsstoffen. Auf dieser Basis ist eine geeignete Clusterung des Biogasanlagenbestands in Deutschland zu entwickeln. Wünschenswert wäre dazu eine Kooperation zwischen bioreact, KTBL, und DBFZ.

Auch bezüglich der Effizienz der Biogasnutzung sind noch weitere Analysen notwendig. Unter anderem ist zu eruieren, wie sich die gesamte installierte BHKW-Leistung in Deutschland – differenziert nach Inbetriebnahmejahr und Motortechnologie – auf einzelne BHKW-Modul-Leistungsklassen aufteilt. Unter Berücksichtigung der typischen Vollbenutzungsstunden sind aufbauend darauf die Betriebsweise/der Teillastbetrieb abzuschätzen. Weiterhin sind für die unterschiedlichen Modulleistungsklassen – differenziert nach Inbetriebnahmejahr – typische elektrische Wirkungsgrade abzuleiten. Darüber hinaus ist zu analysieren, in welcher Weise der elektrische Wirkungsgrad von der Betriebsstundenzahl und vom Teillastbetrieb abhängt. Als Endergebnis ist eine Matrix zu erstellen, mit deren Hilfe auf Basis der verschiedenen skizzierten Einflussgrößen der durchschnittliche elektrische Nutzungsgrad des gesamten Biogas-BHKW-Bestands abgeleitet wird.

4.3.3 Verbleibender Forschungsbedarf

Hinsichtlich der Effizienz der Biogasgewinnung besteht über die skizzierten, relativ kurzfristig möglichen Klärungen hinaus noch weitergehender Forschungsbedarf. Angeraten erscheint die Durchführung eines umfassenden Vorhabens, das die Effizienzverbesserungen der letzten Jahre detailliert untersucht. Wünschenswert ist dazu eine Konzentration auf typische Anlagenkonzepte von Herstellern mit großer Verbreitung in Deutschland. Aufbauend auf die Analyse der in der Vergangenheit erreichten Effizienzverbesserungen ist ebenfalls ein Forschungsschwerpunkt vorzusehen, welcher mögliche Effizienzverbesserungen von Alt- sowie Neuanlagen als Untersuchungsziel hat. Neben der Anlagentechnik direkt sollte jedoch auch die Wirkung von Desintegrationsverfahren und Gärhilfsstoffen auf die Gasausbeuten betrachtet werden.

4.4 Emissionen

4.4.1 Ergebnisse

Relevant für das Emissionsverhalten sind vor allem die Biogasgewinnung sowie die Gärrestlagerung. Motorspezifische Emissionen mit Ausnahme des Methanschlupfes wurden dagegen nur am Rande diskutiert. Generell ist die Datenbasis bezüglich der genannten Emissionsquellen als sehr eingeschränkt einzuschätzen.

Im Rahmen der Biogasgewinnung lag der Durchschnitt der 20 im BMU-Projekt „BGA_OPT“ (dort rechnerische Ermittlung der Ergebnisse) untersuchten Anlagen bei etwa 1 % Leckage-Rate (Bandbreite zw. 0,5 und 3,8 %). Untersuchungen im Rahmen des Leckage-Dienstleistungsangebots der gewitra kamen auf einen ähnlichen Wert. Nach Auffassung der Teilnehmer kann 1 % Leckage-Rate, so wie bislang auch für die Bilanzierung angesetzt, als plausibler durchschnittlicher Schätzwert für den derzeitigen Biogas-Anlagenbestand angesehen werden. Dieser Wert wäre erneut zu prüfen, wenn Ergebnisse von im größeren Umfang durchgeführten weiteren Emissionsuntersuchungen vorliegen.

Die im Rahmen eines laufenden Vorhabens (DBFZ, vTI, gewitra)[6] durchgeführten Messungen an 10 landwirtschaftlichen Biogasanlagen zeigen, dass Emissionen durch unsachgemäßen Betrieb oder mangelhafter Ausführung von Konstruktionsdetails eher selten auftraten, jedoch in den gefundenen Fällen signifikante Werte festzustellen waren. Darüber hinaus zeigen ersten Auswertungen, dass die wesentlichsten Emissionsquellen eine nicht gasdichte Gärrestlagerung sowie die Gasverwertung (BHKW, Biogasaufbereitung zu Biomethan) sind. Abschließende Ergebnisse konnten zum Zeitpunkt des Workshops noch nicht im Detail präsentiert werden, sind aber Ende 2011 zu erwarten und, sollten dann hinsichtlich der Bewertung der Emissionen aus Gärrestlagern berücksichtigt werden.

Die Emissionen aus der Gärrestlagerung sind im Wesentlichen von der Ausprägung des Gärrestlagers abhängig. Belastbare Aussagen dazu liegen durch die DBFZ-Biogasbefragung vor. Die Ausprägung des Gärrestlagers ist wesentlich von der Anlagengröße sowie dem Inbetriebnahmejahr abhängig. Der Anteil der gasdichten Gärrestlagerabdeckungen nimmt mit der Anlagengröße und dem Jahr der Errichtung zu (vgl. Folien Nr. 23+24 des DBFZ-Impulsvortrags).

Für gasdicht ausgeführte Lager kann weitgehend von Null-Emissionen ausgegangen werden, so dass z. B. dafür in erster Näherung ein konservativer Ansatz von 0,1 % Leckage-Rate gewählt werden könnte.

Bei nicht gasdicht abgedeckten bzw. offenen Lagern ist die Höhe der Emissionen von zahlreichen Einflussfaktoren abhängig. Zu nennen sind hier insbesondere die Betriebsweise/Prozesstemperatur, die Anzahl der Prozessstufen, die Verweilzeiten, die Reaktorbelastung sowie auch die Art der Einsatzstoffe. Insgesamt stellt eine Verlustrate von 2,5 % für nicht gasdicht abgedeckte Gärrestlager nach Auffassung der Teilnehmer einen vergleichsweise belastbaren Wert dar. Tendenziell ist dies eine eher zu niedrige Schätzung. Aufgrund vereinzelter Nachrüstungen und der Verpflichtung gemäß EEG für neue Anlagen eine gasdichte Gärrestlagerung vorzusehen, werden die Emissionen aus der Gärrestlagerung – bezogen auf die Gesamtnutzung – in den nächsten Jahren zurückgehen. Generell wurde von den Teilnehmern empfohlen, bei der Ermittlung der durchschnittlichen Emissionen eine Differenzierung der Ausführung der Gärrestlagerung (gasdicht/nicht gasdicht) und einen darauf bezogenen Emissionswert (z. B. 0,1 % für gasdicht abgedeckte und 2,7 % für nicht gasdicht abgedeckte Gärrestlager) vorzusehen.

Bisher verwendete Ansätze zur statistischen Erfassung des Methanschlupfes im BHKW wiesen nur eine geringe Belastbarkeit auf, auch weil die Höhe der Emissionen von zahlreichen Faktoren abhängt, z. B. von der Motorgröße, der Motortechnologie, den Motoreinstellungen und der Art der Wartung. Im Laufe der letzten Monate wurden dazu jedoch ca. 100 Messungen durchgeführt, so dass entsprechende Ansätze in der Emissionsbilanzierung besser abgesichert werden können. Die Messwerte lagen in einer Spannbreite von 0,2 % bis max. 3 %, gehäuft zwischen

[6] Emissionsanalyse und Quantifizierung von Stoffflüssen durch Biogasanlagen im Hinblick auf die ökologische Bewertung der landwirtschaftlichen Biogasgewinnung und Inventarisierung der deutschen Landwirtschaft, Verbundprojekt DBFZ, vTI, gewitra; Projektträger: FNR e.V. (FKZ: 22023606), Laufzeit: 2008-2011.

1 % und 2 %. Der letztere Ergebnisbereich wird auch von einigen Herstellern für realistisch gehalten.

4.4.2 Klärungsbedarf und Lösungsvorschläge

Die verschiedenen Emissionsquellen der Biogasnutzung (Biogasgewinnung, Gärrestlagerung, BHKW) stellen einen sehr wichtigen Aspekt bei der Emissionsbilanzierung dar. Dem ist zukünftig ein größerer Stellenwert einzuräumen. Im ersten Schritt sind dazu die aktuellen Bilanzierungsansätze weiter abzusichern. Die gewitra besitzt im Zuge ihrer seit Ende 2010 existierenden Dienstleistungsangebots eine gute Datenbasis bezüglich der Emissionen der Biogasgewinnung sowie des BHKW-Methanschlupfes. Dieser Datenpool sollte unbedingt genutzt und entsprechend statistisch aufbereitet werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass sich die Messwerte vom Anlagendurchschnitt deutlich unterscheiden können, da gewitra i. d. R. bei Verdacht auf Leckagen (im Rahmen der Betreibervorsorge bzw. wenn Behörden Messungen verlangen) angefragt wird. Dementsprechend sind Überlegungen zur Übertragbarkeit der Ergebnisse anzustellen.

Die bisherigen Erkenntnisse zur Ausprägung der Gärrestlagerung sind ebenfalls – möglichst kurzfristig – auf eine bessere statistische Grundlage zu stellen. Die zum Jahresende 2011 startende DBFZ-Betreiberumfrage sollte darauf ein besonderes Augenmerk legen, indem dieses Merkmal detailliert ausgewertet wird (u. a. durch Differenzierung nach Leistungsklassen und Inbetriebnahmejahr). Dabei ist nochmalig zu klären, inwieweit das Antwortverhalten den tatsächlichen Anlagengegebenheiten entspricht (z.B. Verzerrung der Befragungsergebnisse durch soziale Erwünschtheit) und welche Fehler aus der Hochrechnung der Befragungsergebnisse resultieren.

Das Unternehmen bioreact beabsichtigt, für die von ihm betreuten unterdessen mehr als 1.600 Biogasanlagen im Rahmen eines Vor-Ort-Besuchs auch das Merkmal „Art der Gärrestlagerung“ zu erfassen. Damit steht perspektivisch eine sehr gute Datengrundlage für diesen Sachverhalt zur Verfügung, die entsprechend auf den Anlagenbestand in Deutschland hochzurechnen ist. Ein Ergebnisvergleich zwischen DBFZ und bioreact ist angeraten und sollte – wenn möglich – im Frühjahr 2012 durchgeführt werden.

Darüber hinaus wurde auch die Überdrucksicherung bei Biogasanlagen als mögliche Emissionsquelle angesprochen. Hierüber laufen bisher keine Forschungen, so dass angeregt wurde, die technische Machbarkeit zu prüfen, ob Gase über die Gasfackel abgeleitet werden kann, bevor die Drucksicherung ausgelöst wird.

4.4.3 Verbleibender Forschungsbedarf

Durch Behebung des beschriebenen kurzfristigen Klärungsbedarfs kann die Grundlage für die Bilanzierung der Emissionen der Biogasnutzung bereits deutlich verbessert werden. In Abhängigkeit von den Ergebnissen der Vorabklärung besteht jedoch mit großer Wahrscheinlichkeit nach wie vor Forschungsbedarf.

Dabei geht es einerseits um die Analyse grundsätzlicher Zusammenhänge (z. B. Abhängigkeiten hinsichtlich der Höhe des BHKW-Methanschlupfes, der Höhe der Emissionen aus der Gärrestlagerung) und andererseits um die weitere Verbesserung der statistischen Basis. In diesem Zusammenhang sind weitere Messungen der Methan-Emissionen bei zufällig ausgesuchten typi-

schen Anlagen (relevante Hersteller) z. B. nach dem gewitra-Konzept und entsprechende statistische Auswertungen und Aufbereitungen angeraten.

4.5 Übersicht zu wesentlichen Ergebnissen

Tabelle 4: Übersicht zu wesentlichen Ergebnissen der Arbeitsgruppe Biogas

Aspekt	**Ergebnis**	**Bemerkungen/Quellen etc.**
Anlagenbestand		
Leistungsbereich typischer Anlagenkonfigurationen	20 $kW_{el.}$ bis 5 $MW_{el.}$	Große Spannbreite; Durchschnittsbestandsanlage 388 kW
Anlagenanzahl (31.12.2009)	4.900/4.984	DBFZ/FV Biogas; nur Vor-Ort-Verstromungsanlagen
Inst. el.Gesamtleistung (31.12.2009)	1.850/1.893 MW	DBFZ/FV Biogas; nur Vor-Ort-Verstromungsanlagen
Inst. th. Gesamtleistung (31.12.2009)	nicht diskutiert	Parameter hat geringe Relevanz, da nur ein Teil der Wärme genutzt wird
ø Volllaststunden Strom	>7.500	AGEE-Stat und BNetzA UBA-Auswertung deutlich darunter
ø Volllaststunden Wärme	nicht diskutiert	
Einsatzstoffe	insb. NaWaRo (Schwerpunkt Silomais), Gülle, Abfälle.	auf NaWaRo (Silomais) basierte 2009 ca. 73% (54 %) der gesamten Biogaserzeugung
Effizienz		
Biogasgewinnung		
Biogasertrag Silomais	> 205 Nm /t (im Mittel)	bisheriger Ansatz: 185 Nm /t
Biogasnutzung (BHKW)		
Stromkennzahl	nicht im Detail diskutiert	0,88 über den gesamten Anlagenbestand angesetzt; Differenzierung nach Leistungsklassen erforderlich
Elektrischer Wirkungsgrad/Nutzungsgrad	42 % (Höchstwert Neuanlage) ca. 37% (gew. Durchschnittswert für den Anlagenbestand Ende 2009)	große Leistungsabhängigkeit des el. Wirkungs- und Nutzungsgrades; Jahresnutzungsgrad realer Anlagen liegt ca. 2-3 % unter dem el. Wirkungsgrad (bei Nennleistung), u. a. aufgrund Teillastbetrieb, Anfahrvorgänge, Verschleiß sowie War-

Aspekt	Ergebnis	Bemerkungen/Quellen etc.
		tungszustand
Thermischer Wirkungsgrad	nicht im Detail diskutiert	Parameter nicht emissionsrelevant
Brennstoffausnutzungsgrad	nicht im Detail diskutiert	Parameter nicht emissionsrelevant
Eigenstrombedarf	8 %	bisheriger Bilanzierungsansatz: 10 %
Eigenwärmebedarf	20-30 %	Parameter nicht emissionsrelevant
Emissionen		
Fermenter + Vorgrube (ohne Gärrestlager und BHKW)		
Diffuse Methanemissionen bezogen auf das gesamte Methanaufkommen	1 %	bisheriger Bilanzierungsansatz ebenfalls 1 %
Gärrestlager		
Anteil der gasdicht abgedeckten Gärrestlager 2010 (bezogen auf die Gesamtstromerzeugung 2009)	ca. 43 %	Durchschnittswert; starke Abhängigkeit von der Anlagenleistung und dem Jahr der Errichtung
Methanemissionen (Gärrestlager gasdicht abgedeckt) (bez. auf das Gesamtmethanaufkommen)	ca. 0,1 %	Schätzwert; stellt einen konservativen Ansatz dar.
Methanemissionen (Gärrestlager nicht gasdicht abgedeckt) (bez. auf das Gesamtmethanaufkommen)	2,5 %	geschätzter Wert
Methanemissionen insgesamt (bez. auf das Gesamtmethanaufkommen)	1,46 %	berechnet auf Basis 43 %, 0,1 % und 2,5 % (siehe oben)
Blockheizkraftwerk		
Emissionswerte (NO_x, CO, Staub)	nicht diskutiert	
Methanschlupf	1,5 %	große Streuung der Einzelwerte (Spannbreite von 0,2 bis max. 3%,); gehäuft zw. 1-2 %, bisheriger Ansatz war mit 0,5 % wesentlich niedriger

4.6 Handlungsempfehlungen zur Verbesserung der Datengrundlagen

Die EEG-Daten der Bundesnetzagentur sollten zukünftig Hauptdatenbasis für das Monitoring der energetischen Biomassenutzung im Strombereich sein. Für den jeweiligen Anlagenbestand ist anhand der Vergütungskategorien und ergänzender Recherchen eine vollständige Zuordnung zu den Nutzungskategorien Biogas, feste Biomasse und flüssige Biomasse vorzunehmen.

Auf dieser Basis ist dann eine detaillierte Auswertung der Daten zur Biogasnutzung durchzuführen.

Die Analyse des Biogas-Nutzungsstandes ist insgesamt auf eine breitere Daten- und Wissensbasis zu stellen, u. a. durch Einbeziehung der bioreact-Daten, der trend:research-Studien zum Biogas[7] sowie anderer Quellen (u. a. Biogasanlagen-Datenbanken der Länder). Aspekte wie Repowering, Stilllegungen, Satelliten-BHKWs, Biogasnetze etc. sind bei der Evaluierung zu berücksichtigen.

Hinsichtlich der Berücksichtigung der sogenannten Einspeiser (amtliche Energiestatistik, Erhebung „070“) sollte die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen gebeten werden zu prüfen, inwieweit sich aus den abgestimmten Ergebnissen und Richtwerten des Workshops Anpassungsbedarf für die Energiebilanzen ergibt.

Ebenfalls stärker in den Fokus ist die biogasbasierte Wärmegewinnung und -nutzung zu rücken. Aufbauend auf einer detaillierten Analyse der EEG-Daten hinsichtlich der KWK-Stromerzeugung und davon abgeleitet der KWK-Wärmeerzeugung sind die Strukturen der Wärmenutzung zu eruieren. Einen Schwerpunkt sollten dabei die durch Biogasanlagen gespeisten Nah- und Fernwärmenetze bilden. Dieser Aspekt sollte gegebenenfalls in die MAP-Evaluierung oder das EEG-Monitoring integriert werden.

Die Nutzung von Biomethan sollte ebenfalls ein Forschungsschwerpunkt darstellen. Es sind u. a. geeignete Routinen zu entwickeln, um eine Zuordnung des ins Erdgasnetz eingespeisten Biogases auf die verschiedenen Anwendungszwecke vornehmen zu können. Die Forschungen könnten im Rahmen des BIOMON-Vorhabens durchgeführt werden, was bereits auch anvisiert ist.

Effizienz und Emissionen der Biogasnutzung sollten zukünftig einen Forschungsschwerpunkt z.B. innerhalb des Programms „Energetische Biomassenutzung“ darstellen. Neben eigenständigen Forschungsvorhaben ist auch eine stärkere Integration von Fragestellungen zur Emissionsbilanzierung in das EEG-Biomasse-Monitoring wünschenswert.

[7] Trend:research: Biogas in Deutschland bis 2020 – Stoffströme, Marktpotenziale Strom/Wärme vs. Gasnetzeinspeisung, Wettbewerb, Bremen 2010.

5 Arbeitsgruppe flüssige Biomasse – Sachstand und Ergebnisse

Teilnehmer

Stefan Rother (UBA), Dietmar Kemnitz (FNR), Thomas Nieder (ZSW), Dominik Wicha (BMU), Anja Nowak (UBA), Ingeborg Bayer (BLE) Dr. Klaus Thuneke (TFZ-Straubing), Rafael Lechner (Hochschule Amberg Weiden), Markus Gailfuß (Ingenieurbüro BHKW-Consult und Infozentrum), Franziska Müller-Langer (DBFZ), Alexander Krautz (DBFZ), Ralph Gebhard (Verband dezentraler Ölmühlen), Joseph Kunert (Fachverband Pflanzenölanlagen)

5.1 Einführung

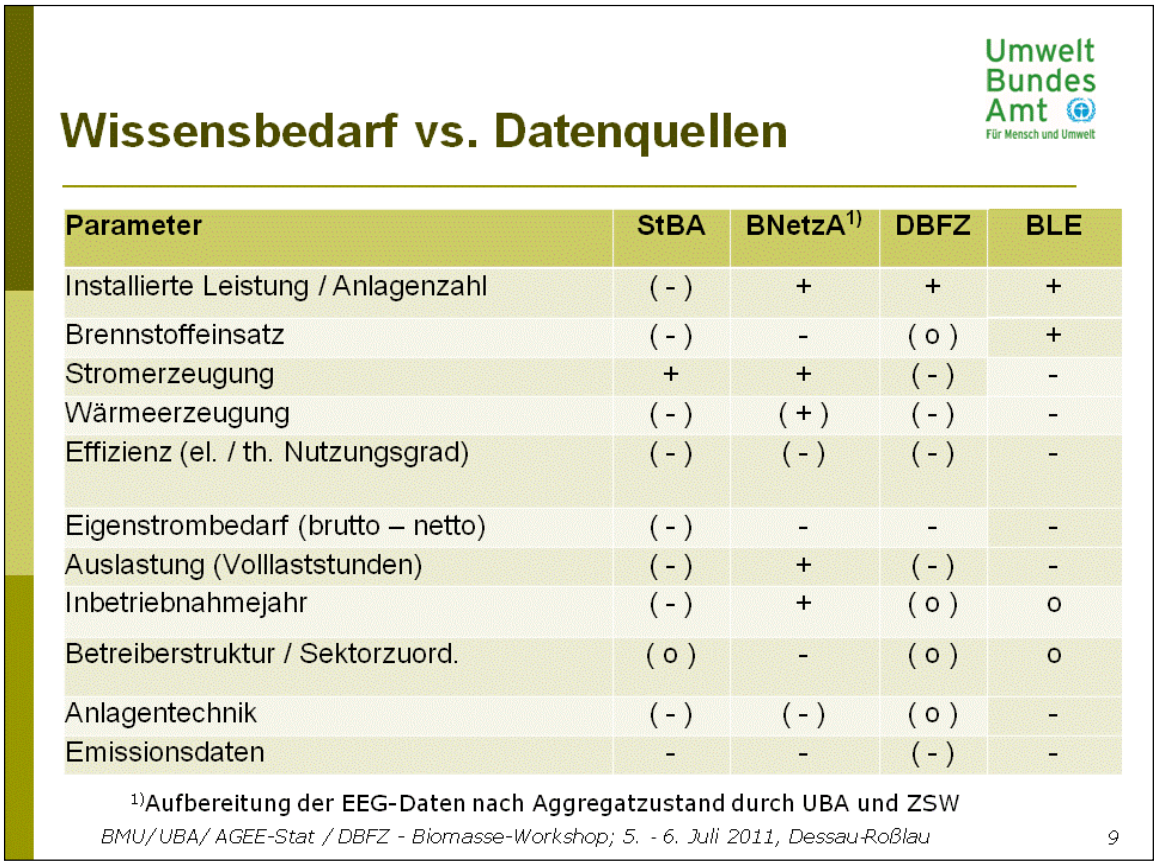
Die Betrachtungen zur flüssigen Biomasse im Rahmen des Workshops beschränkten sich auf stationäre Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung. Fragen zu biogenen Kraftstoffen wurden im Rahmen dieses Workshops nicht thematisiert. Flüssige Biomasse aus verschiedenen Pflanzenölen (z.B. Palmöl, Rapsöl) wird in Deutschland vorwiegend zur dezentralen Wärmeerzeugung eingesetzt. In den Jahren 2005 bis 2007 konnte ein Ausbauboom an neuinstallierten Pflanzenöl-Blockheizkraftwerken (BHKW) mit jährlich bis zu 790 Neuanlagen beobachtet werden. In den Folgejahren hat sich dieser Trend nicht fortgesetzt. Im Jahr 2009 waren laut der Auswertung der EEG-Daten der BNetzA 2.352 Pflanzenöl-BHKWs installiert. Die statistische Erfassung der erzeugten Wärme und des korrespondierenden Brennstoffeinsatzes ist bis heute unbefriedigend.

Der vorwiegend dezentrale Einsatz von Pflanzenölen in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen stellt eine Herausforderung für die amtliche Energiestatistik und Emissionsbilanzierung erneuerbarer Energien dar. Insgesamt kann allerdings auf eine Wissens- und Datenbasis zur Stromerzeugung aus flüssiger Biomasse zurückgegriffen werden. Das Ziel der Arbeitsgruppe war es für den Bestand flüssiger Biomasseanlagen zum 31.12.2009 die Daten von Leistung, Effizienz und Emissionsverhalten zu konsolidieren und Verschneidungsmöglichkeiten in den Blick zu nehmen.

Folgende wesentliche Datenquellen standen stehen zur Verfügung:

- die amtliche Statistik mit den Erhebungen zu den Stromerzeugungsanlagen > 1 MWel für die Allgemeine Versorgung (066k, monatlich) und der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes (067, jährlich) sowie der Stromeinspeisung bei Netzbetreibern (070)
- die von den Netzbetreibern aufgrund §51f. EEG jährlich übermittelten, im EEG-Statistikbericht der Bundesnetzagentur in aggregierter Form publizierten EEG-Anlagendaten (im Folgenden kurz EEG-Daten)
- die halbjährlichen Fachberichte des Deutschen BiomasseForschungszentrums (DBFZ) im Rahmen des BMU-Forschungsvorhabens „Monitoring zur Wirkung des EEG auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse“ (im Folgenden kurz EEG-Monitoring genannt).
- Für den Bereich der flüssigen Biomasse kann auf eine weitere Datenquelle zurückgegriffen werden. Die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) ist in Deutschland die zuständige Behörde für die Umsetzung der Nachhaltigkeitskriterien der Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen. Mit

der Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung – BioSt-NachV setzt die BLE die Forderungen der Richtlinie 2009/28/EG um und hat zu Beginn des Jahres 2010 damit begonnen, ein Register aller Anlagen, die flüssige Biomasse verstromen, aufzubauen.



Wissensbedarf vs. Datenquellen

Umwelt Bundes Amt
Für Mensch und Umwelt

Parameter	StBA	BNetzA[1)]	DBFZ	BLE
Installierte Leistung / Anlagenzahl	(-)	+	+	+
Brennstoffeinsatz	(-)	-	(o)	+
Stromerzeugung	+	+	(-)	-
Wärmeerzeugung	(-)	(+)	(-)	-
Effizienz (el. / th. Nutzungsgrad)	(-)	(-)	(-)	-
Eigenstrombedarf (brutto – netto)	(-)	-	-	-
Auslastung (Volllaststunden)	(-)	+	(-)	-
Inbetriebnahmejahr	(-)	+	(o)	o
Betreiberstruktur / Sektorzuord.	(o)	-	(o)	o
Anlagentechnik	(-)	(-)	(o)	-
Emissionsdaten	-	-	(-)	-

[1)]Aufbereitung der EEG-Daten nach Aggregatzustand durch UBA und ZSW

BMU/UBA/ AGEE-Stat / DBFZ - Biomasse-Workshop; 5. - 6. Juli 2011, Dessau-Roßlau 9

Abbildung 32: Aussagekraft der Hauptdatenquellen für relevante Parameter der Energiestatistik und Emissionsbilanzierung

Aufgrund erhebungssystematischer Eigenheiten kann keine der genannten Datenquellen alle der zahlreichen, für nationale und internationale Berichtspflichten sowie Emissionsbilanzierungen relevanten Parameter abdecken (vgl. Abbildung 32).

Entsprechend den Vorgaben des Energiestatistikgesetzes ist die amtliche Energiestatistik als Befragung von Unternehmen (Betrieben) konzipiert. Anlagenbezogene Informationen wie Anzahl, Leistung, Inbetriebnahmejahr, Anlagentechnik oder Auslastung sind daher in der Regel nicht bzw. nur teilweise über sehr zeit- und kostenaufwendige Sonderauswertungen der statistischen Landesämter verfügbar. Ebenso werden keine Emissionsdaten erhoben. Von Anlagen < 1 $MW_{el.}$ - die für die Nutzung flüssiger Biomasse eine besondere Relevanz besitzen - wird in der amtlichen Energiestatistik aufgrund der restriktiven Vorgaben des Energiestatistikgesetzes lediglich die Stromeinspeisung erhoben. Amtliche Daten zum Brennstoffeinsatz sowie zur Wärmeerzeugung dieser dezentralen Anlagen liegen nur sehr unvollständig vor.

Die EEG-Daten der BNetzA umfassen von Wirtschaftsprüfern testierte und von der BNetzA qualitätsgeprüfte Daten zur Anzahl der Anlagen, zur installierten Leistung, zum Inbetriebnahmejahr und zur korrespondierenden EEG-vergüteten Stromerzeugung. Unter Zu-

hilfenahme einer durchschnittlichen Stromkennzahl lässt sich neben der mit dem KWK-Bonus vergüteten EEG-Stromerzeugung auch die EEG-vergütete KWK-Wärmeerzeugung abschätzen. Allerdings ist nicht sämtliche ausgekoppelte Wärme auch KWK-Bonus-fähig. Dies gilt v.a. für in Industriebetrieben verbrauchte Prozesswärme.

Im Zuge des bereits seit einigen Jahren durchgeführten EEG-Biomasse-Monitorings wurde auch für flüssige Biomasse eine Datenbasis geschaffen. Diese beruht für den Anlagenbestand auf Auskünften der Landesministerien, Genehmigungsbehörden, Experten verschiedener Bundesländer und Anlagenhersteller. Die durchgeführten Betreiberbefragungen lieferten zahlreiche Informationen zur Ausprägung der Nutzung flüssiger Biomasse, u. a. zur Anlagentechnik, der Entwicklung von Rohstoffpreisen, der Betreiberstruktur und Wärmeabnehmern, sowie zu Emissionen und Emissionsminderungstechniken.

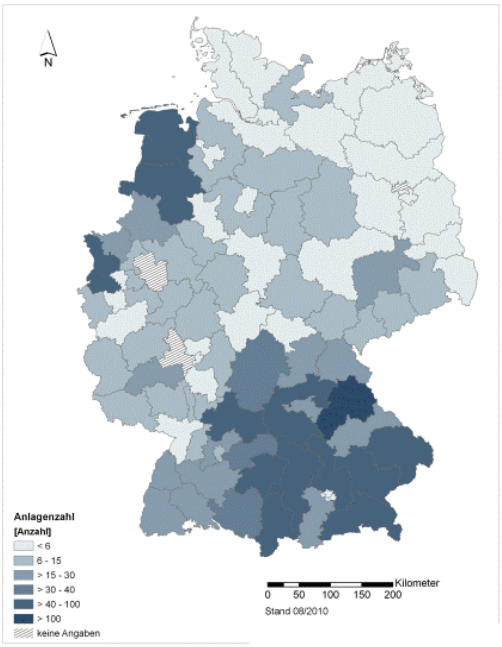
Im folgenden Impulsvortrag des DBFZ, der von Frau Müller-Langer vorgetragen wurde, werden die wichtigsten Ergebnisse des EEG-Biomasse-Monitorings vorgestellt.

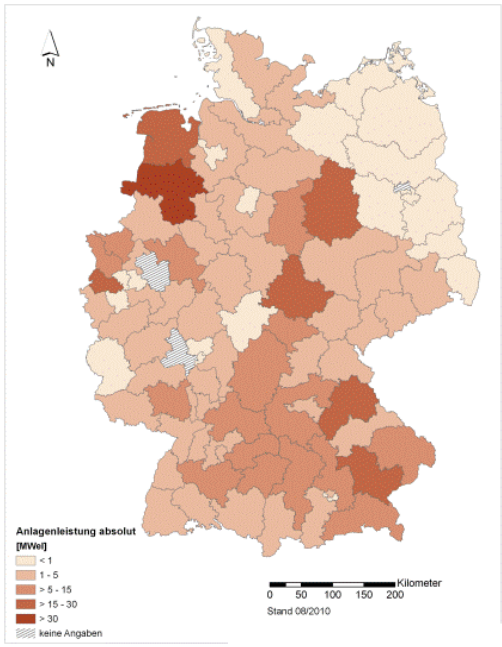
Agenda

- Kennzahlen aus dem EEG-Monitoring für 2009
- Betreiberbefragungen des DBFZ als eine Datenbasis
- Nutzung von Pflanzenöl zur Bereitstellung von elektrischer Energie 2009
  - Branchen und Wärmenutzung
  - Strom- und Wärmeerzeugung
  - Rohstoffeinsatz
- Anlagentechnik der Pflanzenöl BHKW 2008-2010
  - Anzahl der Module
  - Wirkungsgrade und Wärmenutzungsgrad
  - Motorentypen
  - Abgasnachbehandlung 2009
  - Betriebsstunden

2

Geographische Verteilung

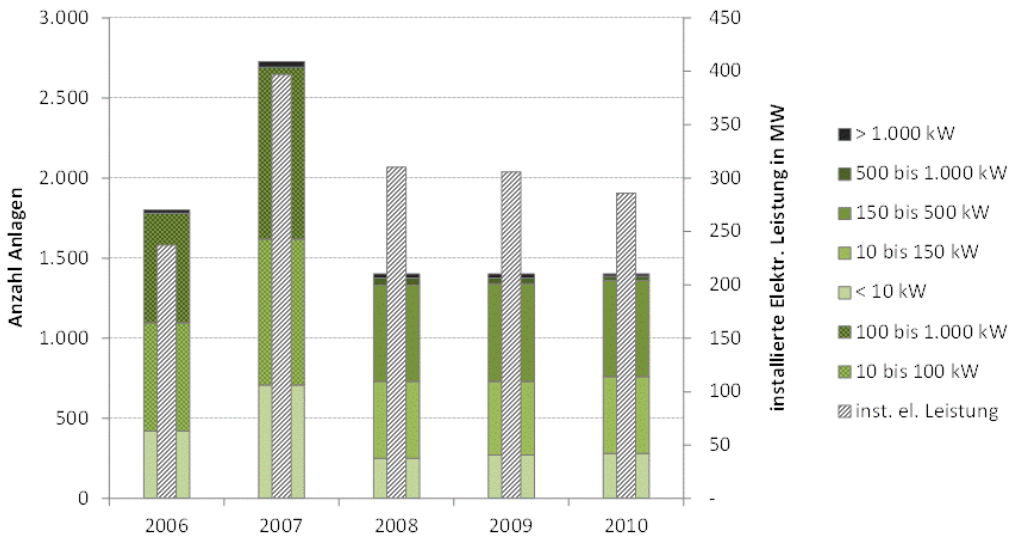




Quelle: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2010

3

Entwicklung Pflanzenöl BHKW



Quelle: DBFZ, EEG-Monitoring

4

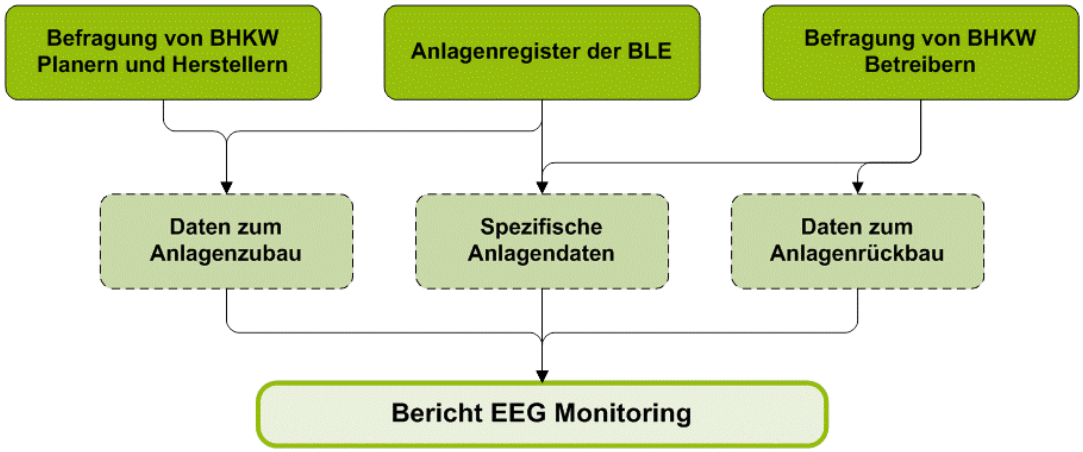
Pflanzenöl BHKW 2009

- Anlagenzahl: 1.400
- Installierte elektr. Leistung: 305 MW
- Installierte therm. Leistung: 310 MW
- Stromerzeugung: 2 TWh
- Wärmeerzeugung: 2,1 TWh
- Wärmenutzung: ca. 80 %

Quelle: DBFZ; EEG-Monitoring

5

Methodik



- Problem: der aktuelle Rückbau der Anlagen lässt sich z.Z. deutlich weniger zuverlässig quantifizieren als der Zubau der Anlagen bis 2007

6

Befragungen Pflanzenöl BHKW

	2009-2011	2010
Deutschland	**211**	**80**
Sachsen	26	9
Thüringen	11	5
Brandenburg	2	2
Berlin	1	1
Mecklenburg-Vorpommern	3	0
Hamburg	1	0
Niedersachsen	16	9
Hessen	2	2
Nordrhein-Westfalen	17	10
Saarland	1	0
Rheinland-Pfalz	11	7
Baden-Württemberg	39	18
Bayern	81	17

Quelle: DBFZ, Betreiberbefragungen 2009-2011

7

Befragung Pflanzenöl BHKW 2009

2009	< 10 kW	10-150 kW	151-500 kW	501-1000 kW	> 1000 kW	k.A.	gesamt
Bestand							
Inst. el. Leistung							306 MW
Anlagenzahl	270	460	610	35	25		1.400
Befragung							
Inst. el. Leistung	156 kW	693 kW	8.224 kW	3.620 kW	8.180 kW		20.873 kW
Anlagenzahl	23	19	29	5	3	1	80

⇒ berücksichtigt sind Anlagen, die

- bei der Betreiberbefragung 2010 (betrifft Kalenderjahr 2009) als „in Betrieb“ angegeben wurden
- bei der Betreiberbefragung 2011 (betrifft Kalenderjahr 2010) als „in Betrieb“ angegeben wurden und deren Inbetriebnahme vor 2009 liegt (Betrieb in 2009 unterstellt, Daten von 2008, ggf. 2010 verwendet)

Quelle: DBFZ, Betreiberbefragung, 2010-2011

8

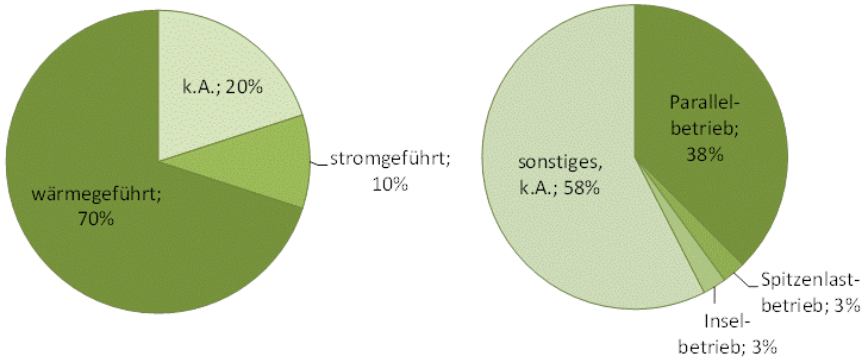
Pflanzenöl BHKW 2009 nach Branchen

	2009	< 10 kW	10-150 kW	151-500 kW	501-1.000 kW	> 1.000 kW	gesamt
Leistung in kW_{el}	privat	89 kW	20 kW	240 kW	-	-	349 kW
	Landwirtschaft	26 kW	58 kW	2.890 kW	1.650 kW	-	4.624 kW
	Gewerbliche Nutzung	16 kW	37 kW	1.729 kW	900 kW	7.130 kW	9.812 kW
	k.A.	41 kW	578 kW	3.715 kW	1.070 kW	1.050 kW	6.454 kW
Anlagenzahl	privat	13	1	1	-	-	15
	Landwirtschaft	4	2	9	2	-	17
	Gewerbliche Nutzung	2	2	6	1	2	12
	k.A.	6	14	14	2	1	37

Quelle: DBFZ, Betreiberbefragung, 2010-2011, Mehrfachnennungen sind jeweils voll angerechnet

9

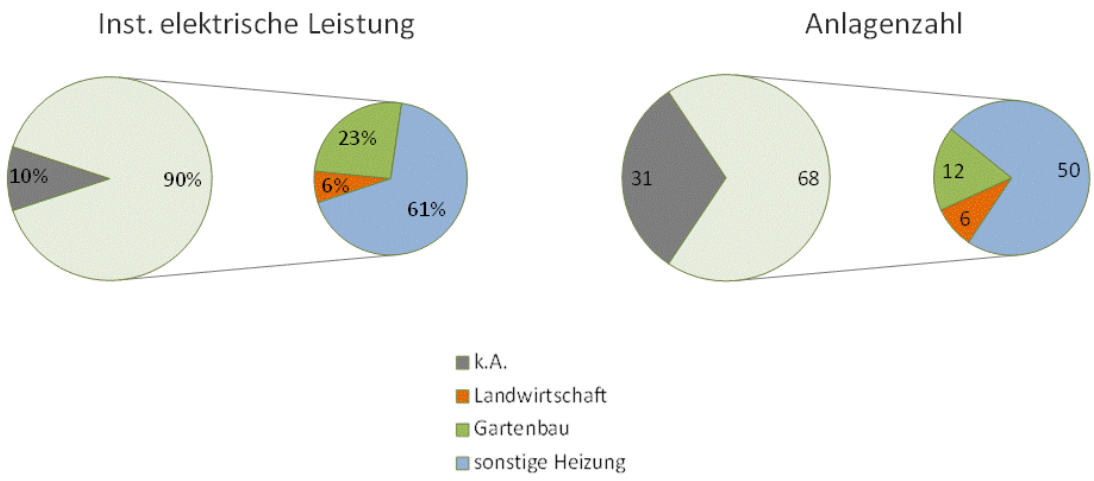
Betriebsart BHKW 2009



Quelle: DBFZ, Betreiberbefragung, 2010-2011

10

Pflanzenöl BHKW 2009 nach Wärmenutzung

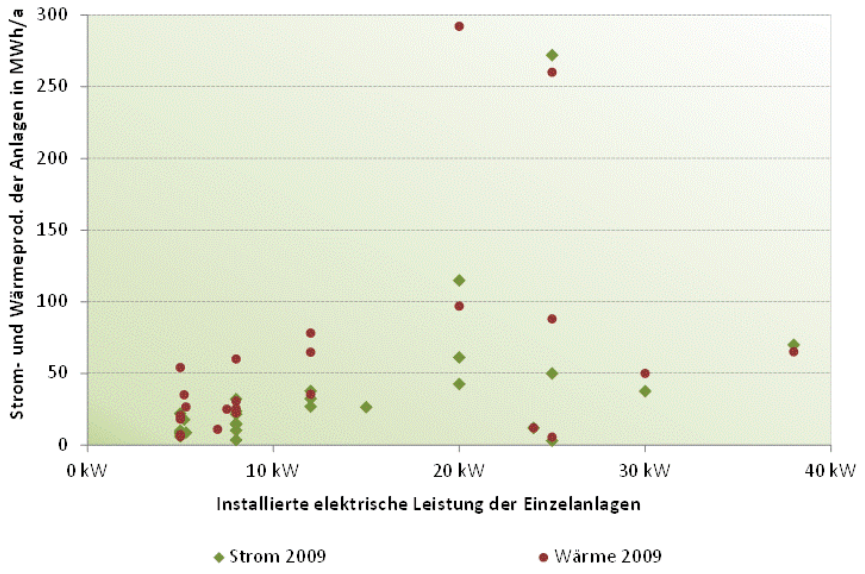


Quelle: DBFZ, Betreiberbefragung, 2010-2011, Mehrfachnennung möglich

11

Spezifische Strom- und Wärmeproduktion

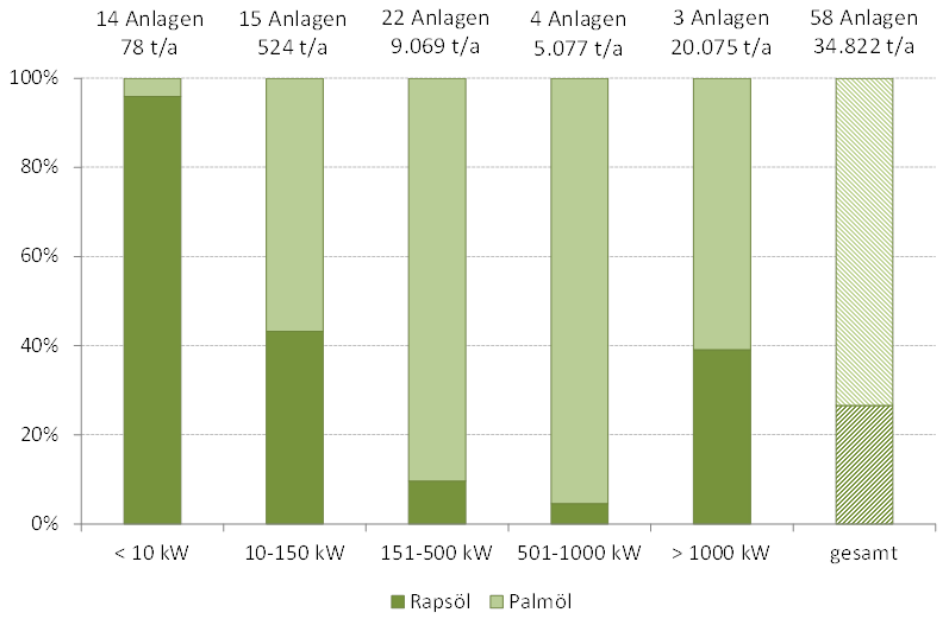
- stark nach unten abweichende Werte ⇨ Anlage in 2009 z.T. außer Betrieb



Quelle: DBFZ, Betreiberbefragung, 2009-2010

12

Rohstoffeinsatz 2009



Quelle: DBFZ, Betreiberbefragung, 2010-2011

13

Verteilung Aggregate

Anzahl der Aggregate je Standort	Anzahl der Standorte
1	145
2	28
3	4
4	5
5	2
30	1
273 Aggregate	185 Standorte

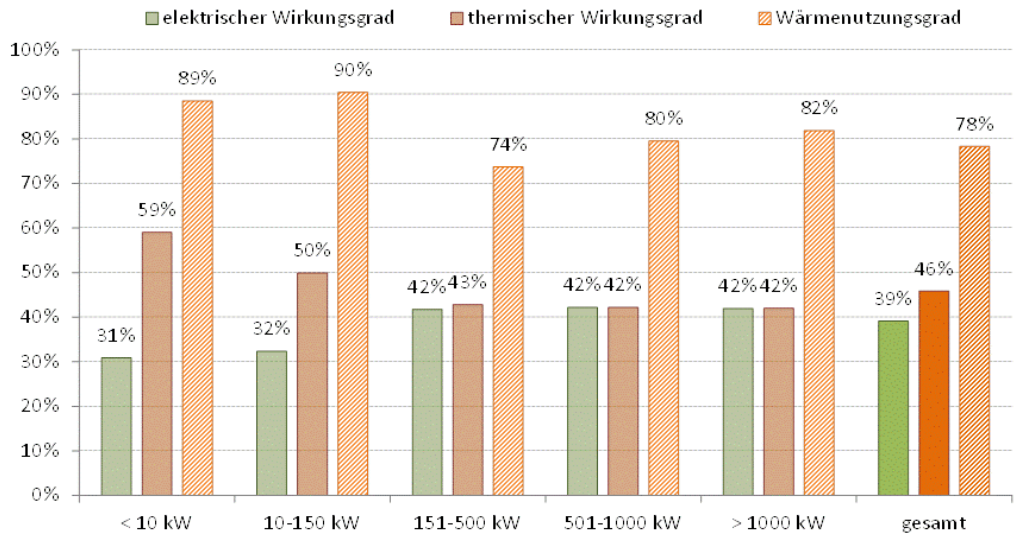
⇒ 211 Datensätze der Befragungen 2009-2011:

- Fassen Standorte mit gleichem Betreiber und gleichem Inbetriebnahme Datum zusammen (ggf. mehrere Aggregate)
- Trennen abweichende Betreiber und Inbetriebnahme Daten

Quelle: DBFZ, Betreiberbefragung, 2009-2011

14

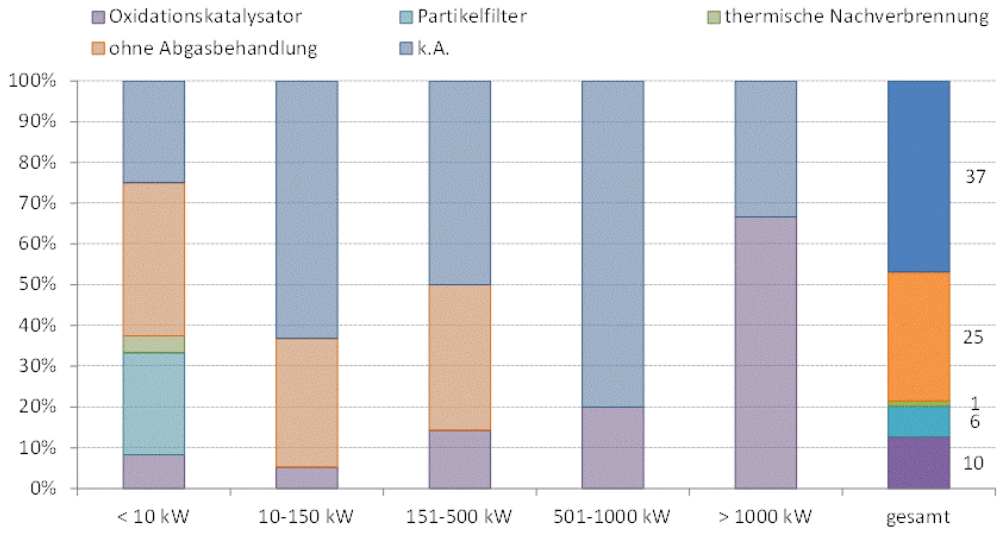
Wirkungsgrade



Quelle: DBFZ, Betreiberbefragung, 2009-2011

15

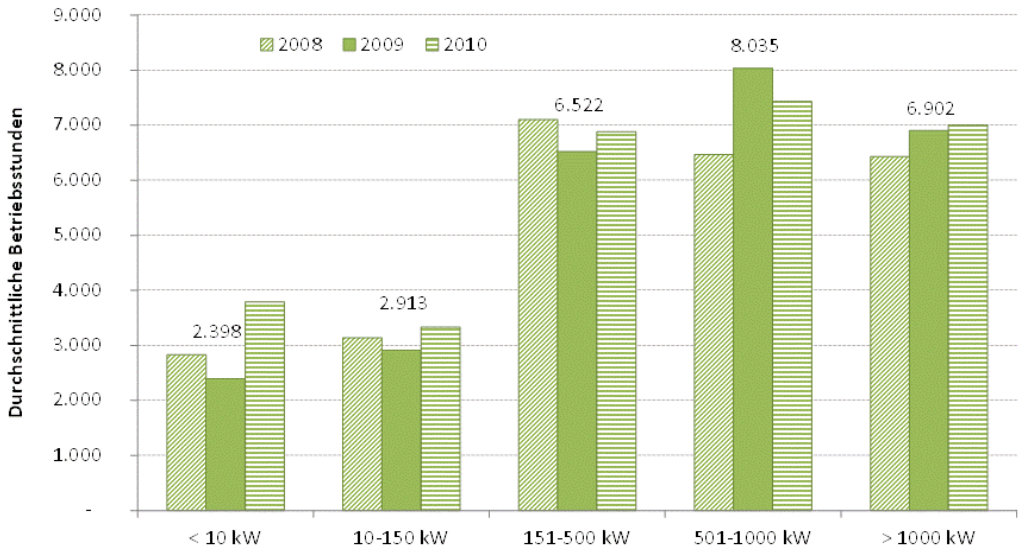
Abgasnachbehandlung



Quelle: DBFZ, Betreiberbefragung, 2010-2011

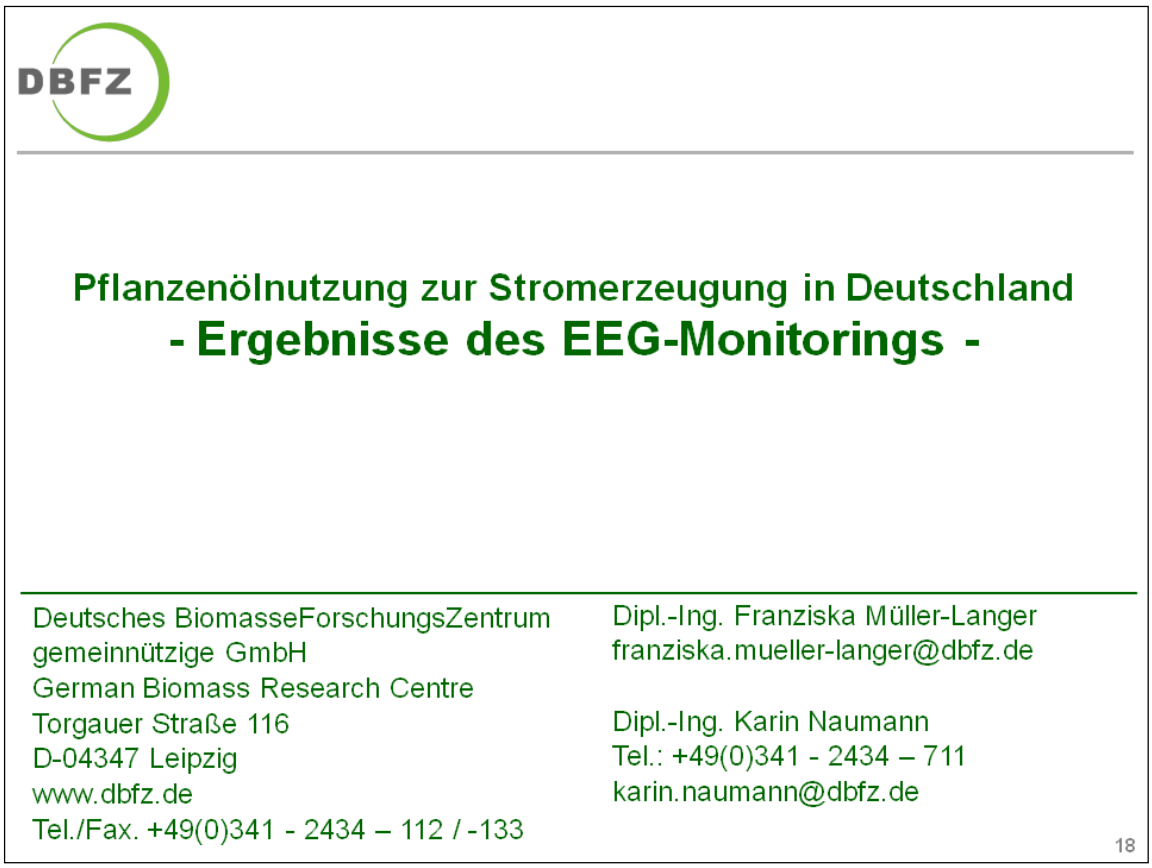
16

Betriebsstunden



Quelle: DBFZ, Betreiberbefragung, 2009-2011

17



5.2 Anlagenbestand

5.2.1 Ergebnisse

Ein Vergleich der vier wesentlichen Datenquellen zu den Angaben der Anlagenanzahl, der installierten Leistung und Stromerzeugung zeigt vergleichsweise einheitliche Ergebnisse – lediglich bei der Anlagenanzahl gibt es größere Abweichungen. Das DBFZ liefert eine Abschätzung für die Anzahl der Anlagen, die im Jahr 2009 tatsächlich in Betrieb waren. Dabei bestehen im kleinen Leistungsbereich Unsicherheiten, deren Bedeutung sich vor dem Hintergrund des vergleichsweise geringen Beitrags dieser Anlagen zur gesamten Stromerzeugung relativieren. Die Angaben der BLE und der EEG-Daten der BNetzA umfassen dagegen alle installierten Anlagen und berücksichtigen nicht den Betriebsstatus. Im Anlagenregister der BLE sind alle Anlagen gemeldet, die Pflanzenöl zur Strom- und Wärmeerzeugung im Rahmen des EEG einsetzen könnten. Mit Blick auf den stark rückläufigen Betrieb vorhandener Anlagen schränkt dies die Repräsentativität dieser Daten ein. Nachdem im Jahr 2010 eine Übergangsfrist galt, muss seit dem1. Januar 2011 eingesetzte flüssige Biomasse ausnahmslos über einen Nachhaltigkeitsnachweis verfügen. Die Datenerhebung aus dem Jahr 2010 dient der BLE als Ausgangsbasis und Vergleichsniveau für den zukünftig zu ermittelnden Anlagenbestand. Allerdings sind hier die Branchenanteile der Papier- und Zellstoffindustrie, die eine EEG-Vergütung für den Einsatz von Schwarzlauge erhalten, weder in der Anlagenanzahl noch bei der installierten Leistung berücksichtigt. Die Auswertung der EEG-Daten der BNetzA ergab, dass 2.352 Pflanzenöl-Anlagen Vergütung aus dem EEG erhalten.

Die installierte elektrische Leistung wird in den verfügbaren Datenquellen im Bereich zwischen 329 und 424 MW angegeben. Die Stromerzeugung aus flüssiger Biomasse liegt im Bereich von 1.780 bis 2.009 GWh.

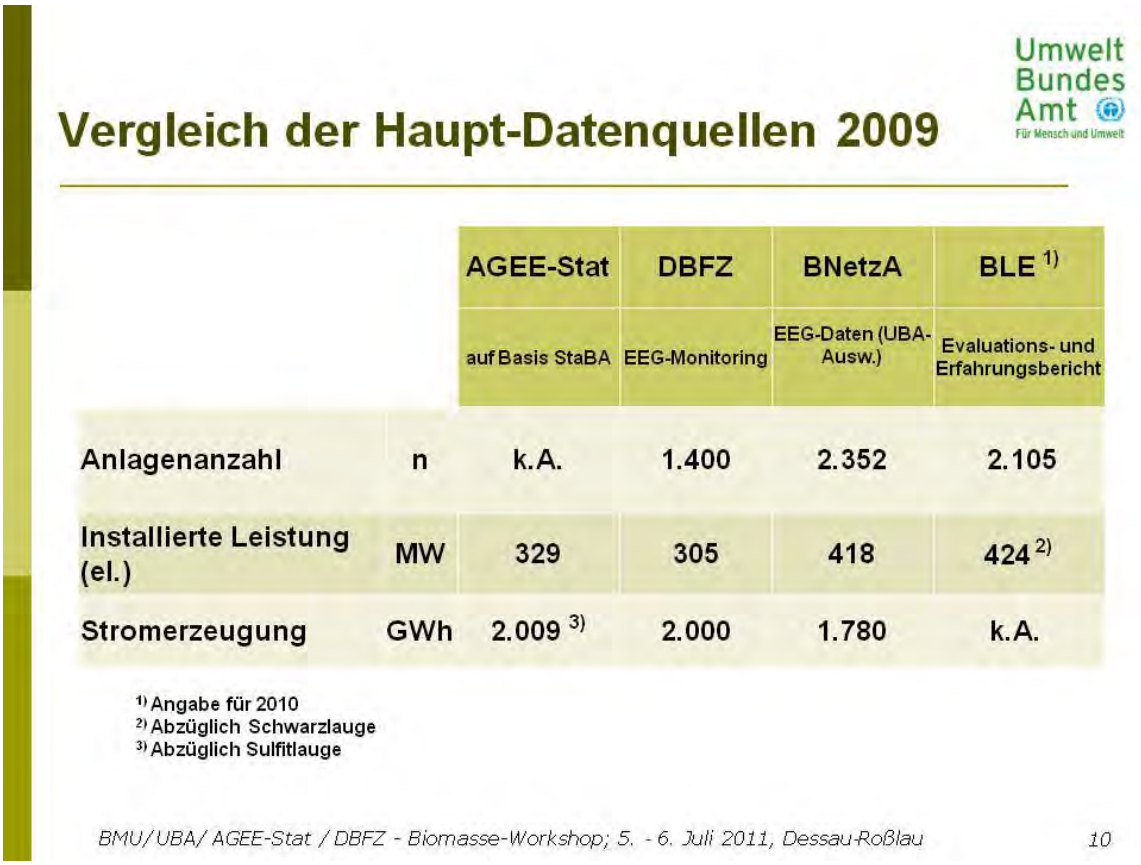


Abbildung 33: Aussagekraft der Hauptdatenquellen für relevante Parameter der Energiestatistik und Emissionsbilanzierung (Zeichenerklärung: + Daten vollständig verfügbar, (+) Daten liegen teilweise vor, (-) Daten liegen in wenig belastbarer Qualität vor, - keine Daten verfügbar)

Die Auswertung der EEG-Daten der BNetzA nach Leistungsklassen ergibt die in Tabelle 5 dargestellten Ergebnisse. Der Anlagenbestand verteilt sich nach der Anlagenanzahl hauptsächlich auf die kleinen bis mittleren Leistungsklassen bis 500 kW. Die installierte Leistung wird vom mittleren Leistungssegment dominiert, das fast zwei Drittel der Gesamtleistung ausmacht und über drei Viertel zur Gesamtstromerzeugung beiträgt.

Die Arbeitsgruppe stimmte der Auswertung der EEG-Daten zu, die belegen, dass ca. 80% der Stromerzeugung aus Pflanzenöl-Anlagen im KWK-Betrieb erfolgen.

Tabelle 5: Auswertung der BNetzA EEG-Daten nach Leistungsklassen

	Anzahl BHKW		installierte Leistung		Gesamtstromerzeugung		davon KWK-Stromerzeugung	
Leistungsklassen	n	%	absolut [MW]	%	absolut [GWh]	%	absolut [GWh]	Anteil an Gesamt-erz.

<=10kW	604	26%	4	1%	6	0,36%	5	82%
11 - =150kW	865	37%	51	12%	176	10%	143	81%
151 - =500 kW	832	35%	270	65%	1.316	74%	1.010	77%
501 - =1000 kW	27	1%	19	4%	65	4%	54	83%
1001 - =5000 kW	20	1%	42	10%	139	8%	108	77%
> 5000 kW	4	0%	33	8%	77	4%	68	88%
Summe	2.352	100%	418	100%	1.780	100%	1.388	78%

In Zukunft werden verlässliche Angaben zu Anlagenstilllegungen und Außerbetriebnahmen von Pflanzenöl-Anlagen von maßgeblicher Bedeutung sein. Der produktive Anlagenbestand wird stärker von Anlagenstillegungen geprägt als vom Anlagenzubau.

Die Teilnehmer halten es für realistisch, dass 80 bis 90 Prozent der Pflanzenöl BHKWs bereits 2010 nicht mehr in Betrieb sind. Lediglich Anlagen, die über ein ausgereiftes Wärmenutzungskonzept verfügen und Anlagen, deren Betrieb nicht allein betriebswirtschaftlichen Motiven unterliegt (z.B. Pilotprojekte) sowie Pflanzenöl-BHKW, die Prozesswärme für Anwendungen in Gewerbe, Landwirtschaft oder Gartenbau oder Wärmeversorgungsverträge besitzen, bereitstellen, und daher nicht ohne weiteres abgeschaltet werden können, arbeiten gegenwärtig.

Die Teilnehmer der Arbeitsgruppe waren sich dahingehend einig, dass die Anlagenanzahl im Bereich der PÖL-BHKWs vor der dem Hintergrund der dynamischen Entwicklung von Anlagenstilllegungen und Außerbetriebnahmen schwierig zu bestimmen ist. Es wurde angeregt, für das Jahr 2009 die Schätzung der Anlagenanzahl aus der Betreiberbefragung des DBFZ zusätzlich mit den Angaben der EEG-Daten der BNetzA zu verifizieren. Empfohlen wird für die zukünftigen Arbeiten neben den Schätzungen des DBFZ und den EEG-Daten der BNetzA zusätzlich die Daten der BLE einzubeziehen. Auf diesem Weg können insbesondere Anlagenstillegungen zuverlässiger abgebildet werden.

Bei der Nutzung der EEG-Daten der BNetzA besteht das Problem, dass unterjährige Anlagenstilllegung oder Außerbetriebnahmen nicht in den Datensatz einfließen und erst mit der Veröffentlichung der Daten im Folgejahr erkennbar werden. Dies betrifft insbesondere den Bereich der PÖL-BHKWs, da der Betrieb der Anlagen in einem hohen Maße von den Bezugspreisen des eingesetzten Pflanzenöl abhängt und entsprechend dem Preisniveau von Pflanzenöl zeitweilig Anlagenabschaltungen auftreten können.

Der BLE liegen ab dem 01.01.2011 aus dem Anlagenregister Angaben über die Gesamtmenge flüssiger Biomasse vor, die zur Stromerzeugung eingesetzt werden. Für das Jahr 2010 liegen allerdings nur vorläufige Datenangaben vor, die sich auf 791.346 m^3 Gesamteinsatzmengen an Biomasse belaufen. Dabei handelt es sich also um die maximale Einsatzmenge, die von allen registrierten Anlagen genutzt werden könnte. Da das Nachweissystem für die nachhaltige Herkunft von PÖL sich 2010 noch im Aufbau befand und die nachhaltige Herkunft von PÖL noch nicht verpflichtend nachgewiesen werden musste. Erst mit der Entwertung der Nachhaltigkeitsnachweise ab dem Jahr 2011 können belastbare Angaben über die tatsächlichen Brennstoffeinsätze abgeleitet werden. Mit diesem Jahr werden der BLE dann auch Mengenangaben zum Brennstoffeinsatz in Pflanzenöl-Anlagen vorliegen.

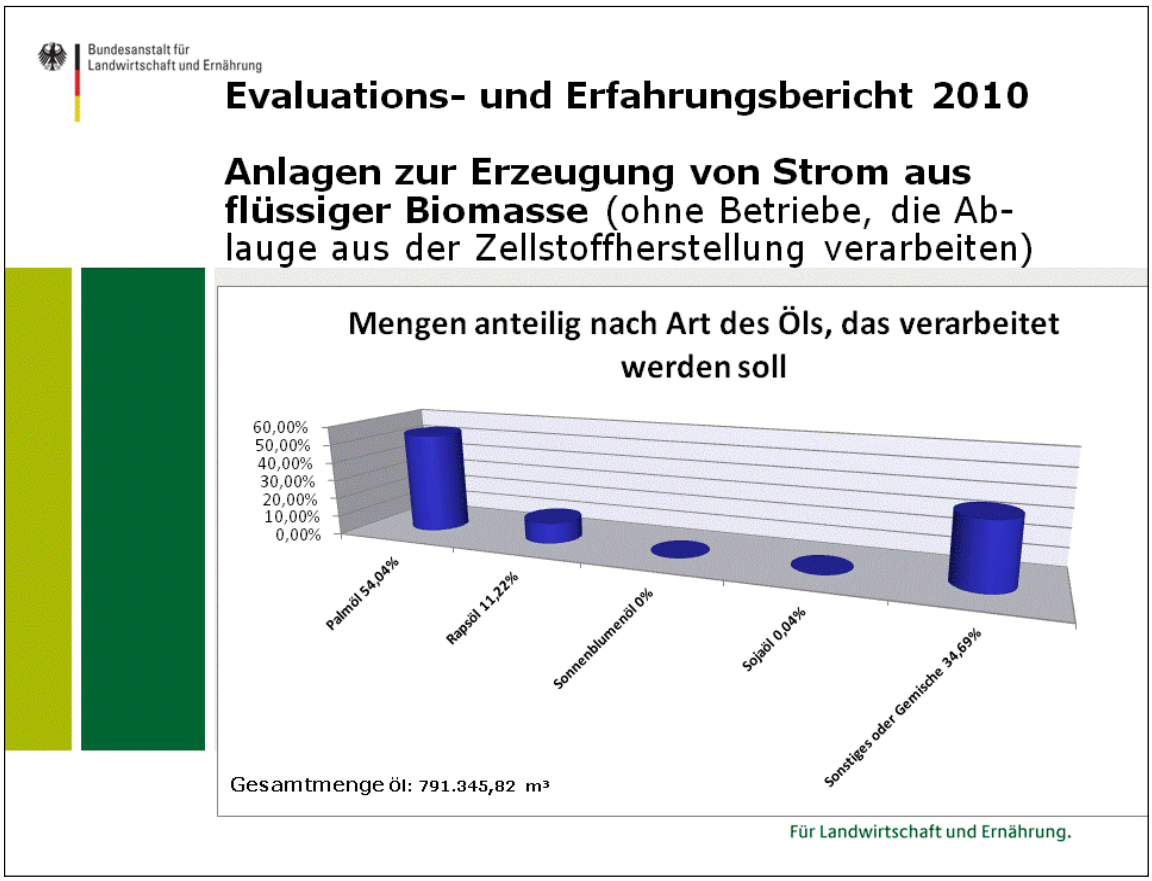


Abbildung 34: Einsatzmenge und mengenmäßige Verteilung nach Art des Pflanzenöls

In größeren Pflanzenöl BHKWs wird zu 100% Palmöl eingesetzt, da diese Anlagen mit Rapsöl als Brennstoff nicht rentabel zu betreiben wären. Ab einer Anlagengröße von 150 kW wird fast durchgängig Palmöl eingesetzt. Bei Kleinanlagen (bis 10 kW) kann davon ausgegangen werden, dass gleichwertig Rapsöl zu Einsatz kommt. Bei Anlagen zwischen 30 – 50 kW kann vereinzelt Rapsöl zum Einsatz kommen, da eine günstige Rohstoffverfügbarkeit den Einsatz ermöglicht.

Die Angaben der BLE zum Rohstoffeinsatz entsprechen annähernd den Ergebnissen der Betreiberbefragung des DBFZ.

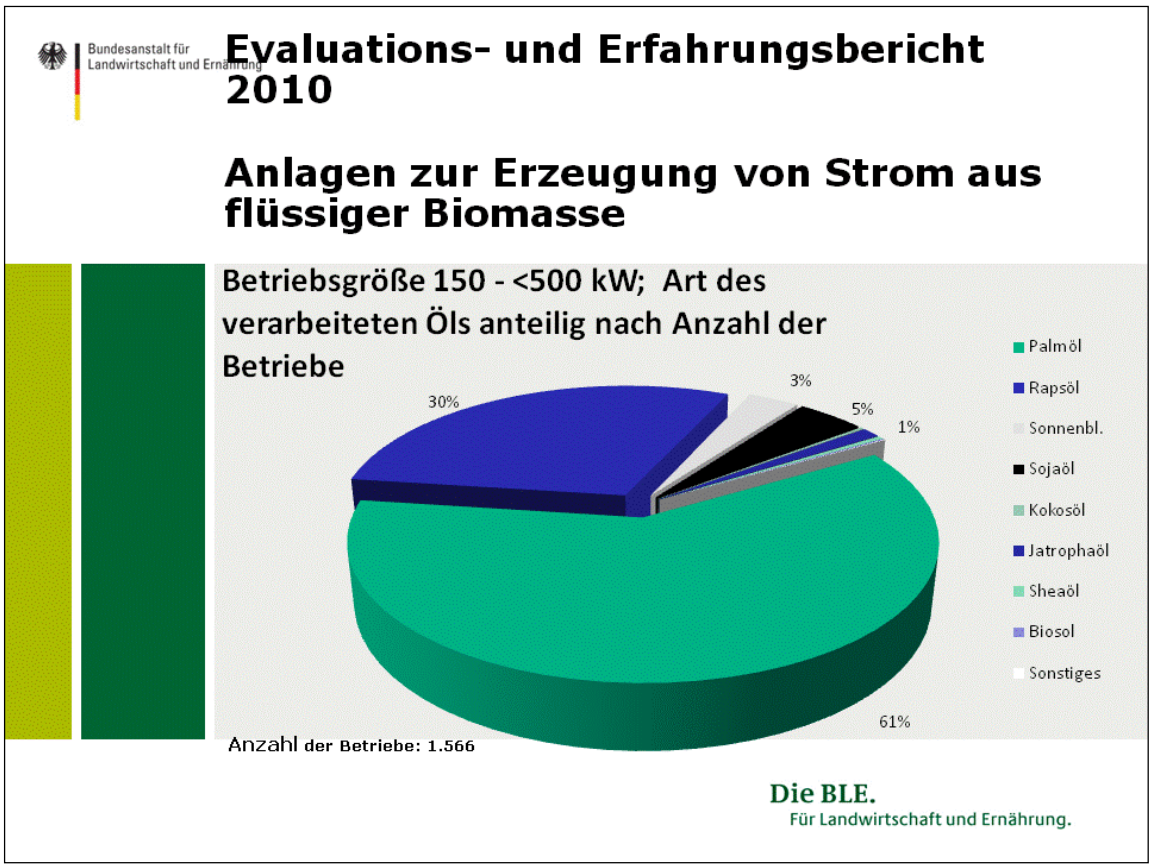


Abbildung 35: Verteilung des Einsatzes von Pflanzenöl der Leistungsklassen 150 bis 500 kW

Das UBA hat vier Leistungsklassen vorgeschlagen, die als typische Anlagekonfigurationen für die Ökobilanzierung herangezogen werden können. Dieser Herangehensweise wurde durch die Arbeitsgruppe zugestimmt:

- Für Kleinstanlagen sollte ein Anlage mit < 10 kW_{el} als Referenz gewählt werden
- Zur Dokumentation von kleinen Anlagen sollte ein Referenzsystem aus dem Leistungsbereich zwischen 30 bis 40 kW_{el} gewählt werden
- Mittelgroße Anlagen im Gewerbe, Industrie oder landwirtschaftlichen Einsatz sollten aus dem Spektrum 250 bis 300 kW_{el} stammen
- Zur Bilanzierung von Großanlagen sollte eine Anlage von 1.000 kW_{el} herangezogen werden.

Der elektrische Eigenbedarf bei Pflanzenöl–BHKWs wird grundsätzlich als vernachlässigbar eingeschätzt. Bei Anlagen mit einer Leistung von über 250 kW_{el} kann ein elektrischer Eigenverbrauch von 2 bis 3% des produzierten elektrischen Stroms angenommen werden. Der Eigenwärmebedarf bei Pflanzenöl-BHKWs fällt für die Lagerhaltung des Pflanzenöls an. Die Heizsysteme, die zum Einsatz kommen, sind Warmwasserheizung, die zum Teil in die Abwärmenutzung des BHKWs eingebunden sind, oder elektrische Heizanlagen. Über den Wärmebedarf liegen keine gesicherten Erkenntnisse vor. Schätzungsweise werden ca. 5% der erzeugten Wärme als Eigenwärmebedarf eingesetzt.

Die Ergebnisse einer Gegenüberstellung der Angaben zu Vollbenutzungsstunden vom DBFZ und entsprechenden Auswertungen der EEG-Daten wurden von den Anwesenden kritisch diskutiert. Insbesondere die sich aus den EEG-Daten ergebenden Vollbenutzungsstunden wurden als deutlich zu gering eingeschätzt. Als realistisch wurde von den Diskussionsteilnehmern ein anlagendurchschnittlicher Wert von über 7.500 Volllaststunden angesehen, allerdings liefert auch die Betreiberbefragung des DBFZ niedrigere durchschnittliche VBS. Zwischen den in Betrieb befindlichen Anlagen existiert diesbezüglich eine starke Streuung. Kleine Anlagen haben i. d. R. geringere Werte als große Anlagen. Zukünftig werden sich die Vollbenutzungsstunden tendenziell nach oben verschieben. Unrentable Anlagen, die aufgrund hoher Brennstoffpreise nicht über das gesamte Jahr betrieben werden, werden stillgelegt und damit aus der Statistik verschwinden und so die VBS-Zahl steigen lassen.

Anlagen im kleineren Leistungsbereich laufen in Mehrfamilienhäusern über 4.000 Stunden im Jahr. In Einfamilienhäusern werden 2.000 bis 2.500 Stunden erreicht.

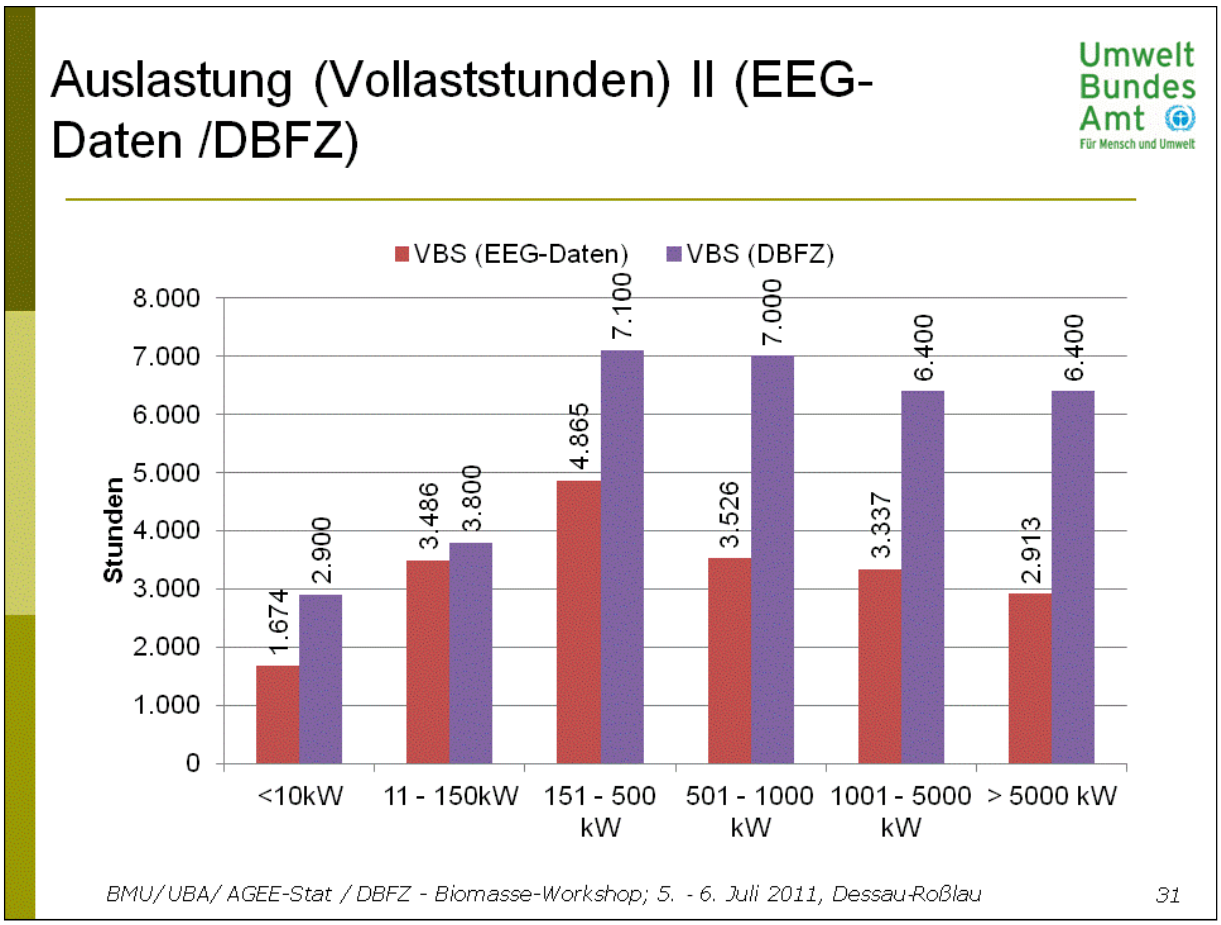


Abbildung 36: Gegenüberstellung der abgeleiteten Volllaststunden EEG-Daten und DBFZ

5.2.2 Klärungsbedarf und Lösungsvorschläge

Als Klärungsbedarf bezüglich der Dokumentation des Anlagenbestands wurde von der Arbeitsgruppe festgehalten, dass die Wahl der Leistungsklassen die Genehmigungsgrenze des BImSchG berücksichtigen sollte. Viele Anlagen werden genau unter der Grenze zur Genehmi-

gungspflicht installiert. Eine Anlagenkategorie, die die Anlagen zwischen 350 und 500 kW_{el} installierter elektrischer Leistung widerspiegelt, wäre daher wünschenswert.

Weiterhin werden für die Emissionsstatistik ebenfalls die Anlagen benötigt, die außerhalb des EEG betrieben werden. Obgleich die Anlagenzahlen sehr gering sein dürften, sollten sie erhoben werden, um den Sektor vollständig zu erfassen.

Der Brennstoffeinsatz kann für das Jahr 2010 über die Mengen, die durch die bei der BLE eingelösten Zertifikate erfasst werden (entsprechend BioSt-NachV), nur bedingt ermittelt werden, da auf Grund von Übergangsregelungen die eingesetzten Brennstoffe nicht zwingend durch Zertifikate gedeckt sein müssen. In dieser Übergangsfrist kann die Nachhaltigkeit des PÖL auch durch einen Umweltgutachter bestätigt werden, diese Mengen an PÖL werden nicht direkt über Zertifikate bei der BLE erfasst, allerdings liegen der BLE diese über Umweltgutachten zertifizierten Mengen von PÖL vor. Für 2011 sind Umweltgutachten als Nachhaltigkeitsnachweis noch zu gelassen und können daher bei den Gesamtmengenangaben zu Unsicherheit führen. Ab dem Jahr 2012 werden die Umweltgutachten für den Nachhaltigkeitsnachweis voraussichtlich nicht mehr zugelassen sein. Klärungsbedarf besteht hinsichtlich der Doppelzählung von Anlagen, die unterschiedliche Brennstoffe für ein Pflanzenöl-BHKW anmelden.

Im Anlagensegment 10 bis 150 kW sollte eine detailliertere Auflösung des Anlagenbestands erfolgen, um auf diesem Weg die Trennung zwischen Palm- und Rapsöl betriebenen Anlagen besser abzubilden.

Klärungsbedarf besteht insbesondere hinsichtlich der typischen (durchschnittlichen) Vollbenutzungsstunden sowie des Umfangs der genutzten Wärme. Bezüglich der Höhe der Vollbenutzungsstunden sind die EEG-Daten der BNetzA, auf die Belastbarkeit für den Bereich von PÖL zu prüfen und ggf. eine detaillierte Auswertung anzustreben. Insbesondere sind die Datensätze mit einer Inbetriebnahme vor 2009 und keiner bzw. sehr geringer Stromerzeugung schwerpunktmäßig zu betrachten. Klärungsbedarf besteht zusätzlich zur Frage inwieweit Kleinanlagen vom KWK-Bonus profitieren. Ein Teil von Kleinanlagen wird ohne KWK-Bonus betrieben, um das Umweltgutachten als Grundlage für die Bonus-Zahlung zu umgehen. Die Kosten des Bonus würden hier der Mehreinnahmen übersteigen. Allerdings belegt die Auswertung der EEG-Daten, dass ein Großteil von Kleinst- und Kleinanlagen vom KWK-Bonus profitieren. In welchem Umfang diese Problematik für Anlagenbetreiber relevant ist, gilt es zu klären.

5.3 Effizienz

5.3.1 Ergebnisse

Die Diskussion zur Effizienz des Bestands von Anlagen, die flüssige Biomasse zur Strom- und Wärmeerzeugung einsetzen, konzentrierte sich auf den Aspekt der Stromkennzahlen und die damit verbundene Ableitung der Wärmenutzung.

Die Stromkennzahlen (SKZ) wurden von der Arbeitsgruppe für den Leistungsbereich 11 bis 150 kW_{el} mit der SKZ von 0,64 und für die Leistungsklasse 151 bis 500 kW_{el} mit der SKZ von 0,96 bestätigt. Allerdings wurde die Empfehlung ausgesprochen, hier eine weitere Aufteilung vorzunehmen und zwei zusätzliche Leistungsklasse im Bereich 11 bis 75 kW_{el} und 75 bis 150 kW_{el} als Zwischenschritt einzuführen. (Abbildung 37)

Stromkennzahl/ Wärmeerzeugung (EEG-Daten)

Umwelt Bundes Amt

- SKZ abgeleitet aus ASUE Kenndaten/Datenblättern elektrische Leistung und thermischer Leistung

Leistungsklassen	KWK-Stromerzeugung [GWh]	Stromkennzahl	KWK thermisch [GWh]
<10kW	5	0,52	10
11 - 150kW	143	0,64	223
151 - 500 kW	1.010	0,96	1.052
501 - 1000 kW	54	1,14	47
1001 - 5000 kW	108	1,25	86
> 5000 kW	68	1,25	54
Summe	**1.388**	**(Mittelwert) 0,96**	**1.473**

BMU/UBA/ AGEE-Stat / DBFZ - Biomasse-Workshop; 5. - 6. Juli 2011, Dessau-Roßlau 25

Abbildung 37: Ableitung der KWK-Wärmeerzeugung anhand von Stromkennzahlen

5.3.2 Klärungsbedarf und Lösungsvorschläge

Für die Untersuchung der Effizienz der Nutzung flüssiger Biomasse sind noch weitere Analysen nötig. Von den Anwesenden wurde darauf hingewiesen, dass Anlagen sowohl im EEG als auch im Anlagenregister der BLE mit der installierten Maximalleistung (Typenschildangaben) gemeldet werden, allerdings in der Regel nicht in Höchstleistung betrieben werden. Es wurde daher angeregt, das Teillastverhalten von Pflanzenöl-BHKW näher zu untersuchen, insbesondere in Hinblick auf die Häufigkeit des Teillastbetriebs (möglicherweise in Abhängigkeit der saisonalen Verfügbarkeit eines Wärmeabnehmers), die resultierenden Effizienzparameter (elektrischer Wirkungsgrad, Nutzungsgrade), die Emission und den Brennstoffverbrauch.

Die Ableitung der Wärmenutzung basiert auf einer zutreffenden Bestimmung von Stromkennzahlen. Die Anwesenden schlugen vor, Stromkennzahlen größenklassenabhängig abzuleiten, um auf dieser Grundlage, die in den EEG-Daten ausgewiesene KWK-Stromerzeugung in KWK-Wärme umrechnen zu können.

5.4 Emissionen

5.4.1 Ergebnisse

Für die Dokumentation des Emissionen beim Einsatzes von flüssiger Biomasse in stationären Pflanzenölmotoren sind die Emissionsdaten von Pflanzenöl-Verbrennungsmotoranlagen relevant. Generell ist die Datenbasis über das spezifische Emissionsverhalten von PÖL-BHKWs als eingeschränkt einzuschätzen.

Dem UBA liegen aus dem Forschungsvorhaben „UFOPLAN-Projekt Stand der Emissionsminderungstechnik bei Verbrennungsmotoranlagen“ die Messdaten zu den Mengenanteilen der Abgasbestandteile NOx, CO, Staub, Formaldehyd, Gesamt-C, HCl, HF, SO2, N2O, Benzol und diverser POPs von 17 PÖL-BHKWs vor. Das DBFZ erhebt in der Betreiberbefragung die verwendeten Katalysatorentechnik und –kombinationen. In der Arbeitsgruppe herrschte Einigkeit darüber das die Wechselhäufigkeit von Katalysatoren einen entscheidenden Einfluss auf die Ergebnisse von Schadstoffmessung haben und das dieser Aspekt in Forschungsvorhaben und Messkampagnen berücksichtigt werden muss.

Vom UBA wurde darauf verwiesen, dass das Forschungsprojekt „UFOPLAN-Projekt N_2O-Emissionen aus Pflanzenöl-Verbrennungsmotoranlagen“ angelaufen ist. Im Rahmen dieses Forschungsprojekts werden Messungen an 40 genehmigungsbedürftigen Pflanzenöl- Anlagen vorgenommen, um mit diesen Messungen die Ursachen von zu hohe N_2O-Emissionenzu ermitteln. Weiterhin werden im Projektverlauf Emissionsfaktoren zu NO_x berechnet.

5.4.2 Klärungsbedarf und Lösungsvorschläge

In der Arbeitsgruppe wurde festgehalten, dass für Anlagen bis 10 kW_{el} und im Leistungsbereich von 10 bis 50 kW_{el} Herstellerangaben und –erfahrungen für die Bestimmung von Anlagenemissionen genutzt werden sollten. Ab der Genehmigungsgrenze von 1 MW_{el} Feuerwärmeleistung gelten die Vorgaben der TA-Luft und entsprechende Kontrollmessungen sind vorgeschrieben.

Bei zukünftigen Befragungen und Erhebungen zur Emissionsfragen von Pflanzenöl-BHKWs sollten die folgenden Punkte berücksichtigt werden:

- Die Verbreitung von unterschiedlichen Motortypen sowie die entsprechenden Emissionseigenschaften
- Die thermische Nachbehandlung bei Pflanzenöl-BHKWs
- Der kombinierte Einsatz von Emissionsvermeidungstechniken (Oxidations- und Rußfilter) bei Pflanzenöl-BHKWs

5.5 Übersicht zu wesentlichen Ergebnissen

Tabelle 6: Übersicht zu wesentlichen Ergebnissen der Arbeitsgruppe flüssige Biomasse

Parameter	Ergebnisse der AG	Bemerkungen
Anlagenanzahl	2.353 Anlagen	ab 2011 sollen die Abschätzung des DBFZ und die BNetzA EEG-Daten mit dem Angaben des BLE-Anlagenregisters abgeglichen werden um Anlagenstilllegung zu verifizieren

Parameter	Ergebnisse der AG	Bemerkungen
Stromerzeugung	1.800 - 2.000 GWh	
Stromerzeugung KWK	1387 GWh	Ableitung von UBA aus BNetzA EEG-Daten
Art der Brennstoffe	Rapsöl: < 10 kW Rapsöl: 30-40 kW Palmöl: 250-300 kW Palmöl: > 1000 kW	
Brennstoffeinsatz	Max. Einsatzmenge BLE: 791.345,82 m^3 davon: Palmöl 54% Rapsöl 11% Sonnenblumen und Sojaöl < 0,1% sonstige Öl und Gemische 34%	Datenquelle BLE Anlagenregister, DBFZ liegen ergänzende Angaben aus der Betreiberbefragung vor
Leistungsbereich typischer Anlagenkonfigurationen	< 10 kW 30-40 kW 250-300 kW > 1000 kW	
Stromkennzahl	151 - 500 kW: 0,96 SKZ	Die Anlagengruppe 11-150 kW sollen in zwei Untergruppen der Leistungsbereiche 11-75 kW und 75-150 kW aufgeteilt werden
Elektrischer Wirkungsgrad	< 10 kW : 31% 10-150 kW: 32% 151-500 kW: 42% 501- 1000 kW: 42% > 1000 kW: 42%	DBFZ-Angaben, zusätzlich liegen Herstellerangaben aus der ASUE Kenndaten vor
Thermischer Wirkungsgrad	< 10 kW : 59% 10-150 kW: 50% 151-500 kW: 43% 501 - 1000 kW: 42% > 1000 kW: 42%	DBFZ-Angaben, zusätzlich liegen Herstellerangaben aus der ASUE Kenndaten vor
Brennstoffausnutzungsgrad	Nicht im Detail diskutiert	
ø Volllaststunden Strom	Beispiel: < 10 kW: 1.674 VBS EEG-Daten 2.900 VBS DBFZ 151 kW-500kW: 3.526 VBS EEG-Daten 7.100 VBS DBFZ	Größere Abweichung zw. DBFZ Angaben und den BNetzA EEG-Daten
ø Volllaststunden Wärme	Nicht im Detail diskutiert	
Betreiberstruktur (Energiestat. Sektor)	Private Haushalte: 15 Anlagen Landwirtschaft: 17 Anlagen Gewerbliche Nutzung: 12 Anlagen Anlagen ohne Angaben: 37	Angabe der DBFZ Betreiberbefragung mit einer relativ kleinen Stichprobe als Grundlage
Eigenstrombedarf	ab Anlagengröße 250 kW: ca. 2-3%	
Eigenwärmebedarf	kann bis zu 5% der Wärmeerzeugung betragen	

5.6 Handlungsempfehlungen zur Verbesserung der Datengrundlagen

Die EEG-Daten der Bundesnetzagentur sollten zukünftig Hauptdatenbasis für das Monitoring der energetischen Biomassenutzung im Strombereich sein. Für den jeweiligen Anlagenbestand ist anhand der Vergütungskategorien und ergänzender Recherchen eine vollständige Zuordnung zu den Nutzungskategorien Biogas, feste Biomasse und flüssige Biomasse vorzunehmen. Auf dieser Basis ist dann eine detaillierte Auswertung der Daten zur flüssigen Biomasse durchzuführen.

Die Dokumentation der Brennstoffeinsätze und des Anlagenbestands von stationären Stromerzeugern auf Basis von flüssiger Biomasse kann durch die Einbeziehung der Angaben des Anlagenregisters der BLE verbessert werden. Zukünftig sollte insbesondere der Aspekt der Anlagenstilllegung dokumentiert werden. Von der BLE werden die Möglichkeiten zu dieser Frage geprüft.

Der Datenaustausch und -abgleich zwischen BNetzA, BLE, DBFZ und UBA sollte gewährleistet sein. Das BMU sollte hierfür die Voraussetzung schaffen, zeitliche Bezüge sind dabei zu berücksichtigen.

Des Weiteren ist ein Verfahren zur Berechnung der gesamten EEG-KWK-Wärmeerzeugung aus flüssiger Biomasse auf Basis der EEG-Daten der BNetzA zu entwickeln. Vorgehen und Ergebnis sind ausführlich zu dokumentieren, insbesondere in Bezug auf die Verschneidung mit anderen Statistiken im Strom- und Wärmebereich.

Hinsichtlich der Berücksichtigung der sogenannten Einspeiser (070) sollte die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen gebeten werden zu prüfen, inwieweit sich aus den abgestimmten Ergebnissen und Richtwerten des Workshops Anpassungsbedarf für die Energiebilanzen ergibt.

6 Schlussfolgerungen und Ausblick

Mit dem Workshop „Bioenergie – Datengrundlagen für die Statistik der erneuerbaren Energien und Emissionsbilanzierung“, der am 5. und 6. Juli 2011 in Dessau-Roßlau stattgefunden hat und vom BMU, der AGEE-Stat, dem DBFZ und dem UBA gemeinsam veranstaltet wurde, sollte der aktuelle Daten- und Wissensstand über den Einsatz von fester, flüssiger und gasförmiger Biomasse zusammenzutragen werden. Der vorliegende Workshop-Bericht legt offen, welche Datenquellen bereits vorhanden sind, welche Randbedingungen bei ihrer Nutzung zu beachten sind und in welcher Größenordnung Unsicherheit über durchschnittliche für Deutschland repräsentative Kenndaten bestehen. Die Workshop-Teilnehmer haben weiterhin im Rahmen der drei Arbeitsgruppen für feste, flüssige und gasförmige Biomasse wesentliche Daten- und Wissenslücken identifiziert, die ebenfalls in diesem Bericht festgehalten wurden. Es wurde über die Möglichkeiten für die Schließung von identifizierten Lücken diskutiert und in vielen Fällen konnten durch die Formulierung von Handlungsempfehlungen und Forschungsbedarf Optionen zum Lückenschluss aufgezeigt werden. Hierbei spielen die Erfassungsgrenzen der amtlichen Statistik eine besondere Rolle, die im Rahmen der anlaufenden Arbeiten zur Novellierung des Energiestatistikgesetzes sicherlich eine Überprüfung erfahren werden, um die festgestellten Einschränkungen im Erhebungsergebnis zu reduzieren. Schließlich haben die Workshop-Teilnehmer den Mitgliedern der AGEE-Stat gute Impulse gegeben, wie die Berechnungsmethoden ggf. unter Berücksichtigung anderer Datenquellen weiter entwickelt werden können.

Als Ergebnis des Workshops können folgende Handlungsempfehlungen für die weiteren Arbeiten festgehalten werden:

- Im Zuge der Novelle des Energiestatistikgesetzes sind Erhebungsgrenzen zu überprüfen. Ein Zugriff auf Einzeldaten für das Statistische Bundesamt sollte ermöglicht werden, um eine zeitnahe Bereitstellung essentieller anlagenbezogener Informationen (z.B. Anzahl, elektrische Leistung oder Umwandlungstechnologie) gewährleisten zu können.
- In die Zweckbestimmung des Energiestatistikgesetzes sollte der Datenzugang für die AGEE-Stat aufgenommen werden, um damit die Erfüllung ihrer verschiedenen Berichtspflichten sicherzustellen.
- Das EEG-Monitoring zur energetischen Nutzung von Biomasse sollte weitergeführt werden. Zukünftig sollte die kontinuierliche Auswertung der EEG-Daten der Bundesnetzagentur eine der Hauptdatenquellen dieses Monitorings sein. Für den Anlagenbestand ist hierbei anhand der Vergütungskategorien und anhand ergänzender Recherchen eine vollständige Zuordnung zu den Nutzungskategorien Biogas, feste Biomasse und flüssige Biomasse vorzunehmen. Ergebnisse und Grunddaten sollten der AGEE-Stat für weitere Analysen zur Verfügung gestellt werden.
- Der Fokus des EEG-Monitorings sollte grundsätzlich auf dem Anlagenzubau liegen. Von Interesse sind insbesondere Fortschritte bei der Effizienz der Biomassenutzung, bei der Reduktion von Schadstoffemissionen sowie bezüglich der Entwicklung und Marktdurchdringung von neuen Technologien. In diesem Zusammenhang sind auch Sonderauswertungen zur Unterstützung der Aufgaben des UBA im Bereich der Emissionsbilanzierung erneuerbarer Energien vorzusehen.

- Ein Verfahren zur Berechnung der gesamten EEG-vergüteten KWK-Wärmeerzeugung aus Biomasse auf Basis der EEG-Daten der BNetzA sollte entwickelt werden. Vorgehen und Ergebnis sind ausführlich zu dokumentieren, insbesondere in Bezug auf die Verschneidung mit anderen Statistiken im Strom- und Wärmebereich. Von Interesse ist dabei auch die Nutzung von Wärme aus Biomasse in Fern- und Nahwärmenetzen.
- Zukünftig sollten weitere Datenquellen (z.B. bioreact-Daten, BLE - BioSt-NachV für Pflanzenöl) in das EEG-Monitoring aufgenommen werden, um vor allem auch im Bereich der Biogas- und der flüssigen Biomassenutzung eine breitere Daten- und Wissensbasis zu gewährleisten.
- Für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und Emissionsbilanzierungen sollten empirisch fundierte Klassifizierungssysteme für Biomasseanlagen entwickelt werden, auf deren Grundlage Ableitung zu typischen Referenzanlagen getroffen werden können.
- Um die Nutzung von Biomethan zukünftig zu dokumentieren, sollten geeignete Erfassungsmöglichkeiten sondiert werden. Eine Zuordnung des ins Erdgasnetz eingespeisten Biomethans auf verschiedene Anwendungssektoren sollte dabei berücksichtigt werden.
- Hinsichtlich der Berücksichtigung der sogenannten Einspeiser (amtliche Energiestatistik, Erhebung „070“) sollte die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen gebeten werden zu prüfen, inwieweit sich aus den abgestimmten Ergebnissen und Richtwerten des Workshops Anpassungsbedarf für die Energiebilanzen ergibt.
- Um die zu erwartende Zunahme der Mitverbrennung von Biomasse in Kohlekraftwerken fundiert abbilden zu können, sollten regelmäßige Sonderauswertungen der amtlichen Statistik im Bereich der Nicht-EEG-vergüteten Stromerzeugung aus fester Biomasse etabliert werden.
- Es sollte geprüft werden, ob ein „Bundesmessprogramm“ für Biomasseheizkraftwerke zur Erhebung relevanter Effizienz- und Emissionsparametern im realen Anlagebetrieb durchgeführt werden könnte. Ziel wäre es – analog zu den Messprogrammen für Biogas – eine repräsentative Stichprobe des Anlagenbestands detailliert zu untersuchen. Ein solches Vorhaben könnte zum Beispiel im Rahmen des BMU-Forschungsprogramms „Energetische Biomassenutzung“ oder der Bioenergie-Forschungsprogramme von BMELV/FNR angesiedelt werden.