



DBFZ Report Nr. 23

Technisch-ökonomische Begleitforschung des Bundeswettbewerbes „Bioenergie-Regionen“

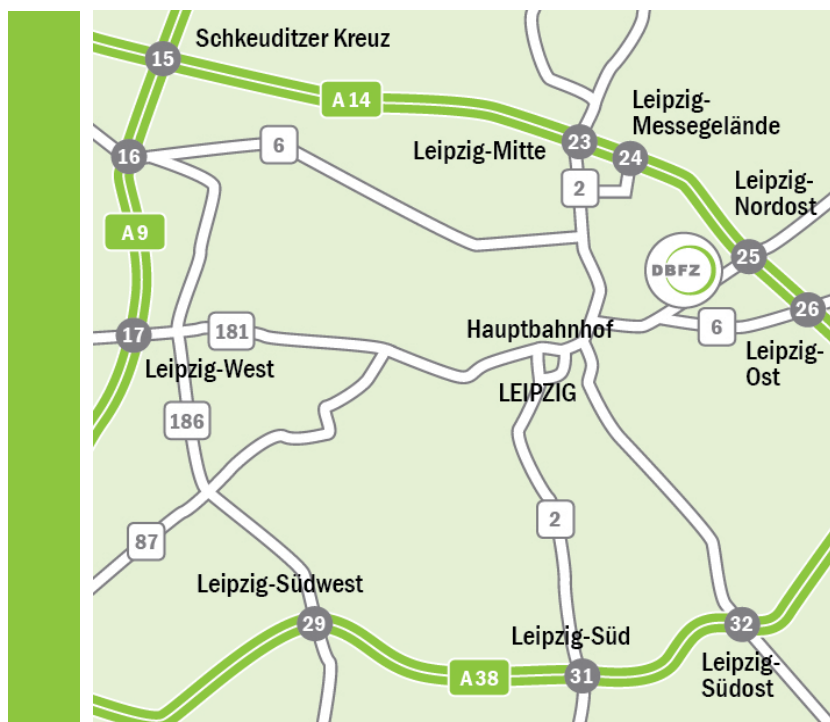
- Endbericht Fördermaßnahme 2009-2012 -

**Sebastian Bohnet, Falko Haak,
Marek Gawor, Daniela Thrän**



In Kooperation mit:

Impressum / Anfahrt



Impressum

Herausgeber:

Prof. Dr. mont. Michael Nelles

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig, mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Kontakt:

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116
04347 Leipzig
Telefon: +49 (0)341 2434 - 112
Fax: +49 (0)341 2434 - 133
info@dbfz.de
www.dbfz.de

Geschäftsführung:

Prof. Dr. mont. Michael Nelles
(Wissenschaftlicher Geschäftsführer)
Daniel Mayer
(Administrativer Geschäftsführer)

DBFZ Report Nr. 23

ISSN: 2197-4632 (Online)

Bilder (Titel): DBFZ

DBFZ, Leipzig 2015

Copyright:

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieser Broschüre darf ohne die schriftliche Genehmigung des Herausgebers vervielfältigt oder verbreitet werden. Unter dieses Verbot fällt insbesondere auch die gewerbliche Vervielfältigung per Kopie, die Aufnahme in elektronische Datenbanken und die Vervielfältigung auf CD-ROM

Verantwortlich im Sinne des Presserechts:

Paul Trainer

Autoren des Berichts:

Sebastian Bohnet, Falko Haak, Dr. Marek Gawor
Prof. Dr. Daniela Thrän

Datum der Veröffentlichung:

24. April 2015

Anfahrt

... mit dem Zug:

Ankunft Leipzig Hauptbahnhof; Straßenbahn Linie 3/3E (Richtung Taucha/Sommerfeld) bis Haltestelle „Bautzner Straße“; Straße überqueren, Parkplatz rechts liegen lassen und geradeaus durch das Eingangstor Nr. 116, nach ca. 100 m links.

... mit dem Auto:

Über die Autobahn A 14; Abfahrt Leipzig Nord-Ost, Taucha; Richtung Leipzig; Richtung Zentrum, Innenstadt; nach bft-Tankstelle links einfahren (siehe „... mit dem Zug“).

... mit der Straßenbahn

Linie 3/3E Richtung Taucha/Sommerfeld bis zur Haltestelle „Bautzner Straße“ (siehe „... mit dem Zug“).

Technisch-ökonomische Begleitforschung des Bundeswettbewerbes „Bioenergie-Regionen“

Endbericht Fördermaßnahme 2009-2012

Sebastian Bohnet

Falko Haak

Marek Gawor

Daniela Thrän

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH

Torgauer Straße 116
04347 Leipzig

Tel.: +49 (0)341 2434-112
Fax: +49 (0)341 2434-133

www.dbfz.de
info@dbfz.de

gefördert mit Mitteln des: Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), Berlin

Ansprechpartner: DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116
04347 Leipzig
Tel.: +49 (0)341 2434-112
Fax: +49 (0)341 2434-133
E-Mail: info@dbfz.de
Internet: www.dbfz.de

Dipl.-Geogr. Sebastian Bohnet
Tel.: +49 (0)341 2434-525
E-Mail: sebastian.bohnet@dbfz.de

M. Sc. Falko Haak
Tel.: +49 (0)341 2434-581
E-Mail: falko.haak@dbfz.de

Dr. Marek Gawor
Tel. +49 (0)341 2434-538
E-Mail: marek.gawor@dbfz.de

In Kooperation mit:



Prof. Dr.-Ing. Daniela Thrän
Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ)
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)
E-Mail: daniela.thraen@dbfz.de
E-Mail: daniela.thraen@ufz.de

E-Mail: Bioenergie-regionen@dbfz.de

Weitere Projektbearbeiter: M.Sc. Karina Bloche
Dipl.-Wi.-Ing. Ruth Offermann
Dipl.-Ing. agr. Thilo Seidenberger

Erstelldatum des Berichts: 01.08.2013

Projektnummer DBFZ: 3300012

Gesamtseitenzahl + Anlagen 213 Seiten mit 87 Abbildungen und 30 Tabellen

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Inhaltsverzeichnis

Abkürzungs- und Formelverzeichnis	V
1	Drei Jahre „Wettbewerb Bioenergie-Regionen“ aus technisch-ökonomischer Perspektive.....1
2	Kenndaten zur Bioenergieentwicklung in den Bioenergie-Regionen6
Teil A	Hintergrund der technisch-ökonomischen Begleitforschung zum Bundeswettbewerb Bioenergie-Regionen 10
3	Der Wettbewerb Bioenergie-Regionen – Hintergrund und Einordnung der Begleitforschung..... 10
3.1	Ziele und Gegenstand des Wettbewerbs 10
3.2	Aktivitäten des DBFZ in der Förderphase 2009 - 2012..... 10
3.3	Ergebnisse im Kontext der gesamten Begleitforschung 12
4	Technisch-ökonomische Begleitforschung..... 14
4.1	Zielsetzung..... 14
4.2	Herausforderungen..... 15
4.3	Verwendete Methoden 17
4.3.1	Auswertung von regionalen Konzepten und Berichten 17
4.3.2	Grunddatenerhebung 18
4.3.3	Netzwerkbasierter Stoffstromerhebung 18
4.3.4	Herleitung der gesamtregionalen Bioenergieerzeugung..... 34
4.3.5	Berechnung von Treibhausgasemissionen und -einsparungen 36
4.3.6	Erfassung regionaler Wertschöpfungseffekte 42
4.3.7	Abbildung der regionalen Bioenergieentwicklung (Indikatortool)..... 49
4.4	Methodenreflexion 51
Teil B	Ergebnisdarstellung und -diskussion 53
5	Regionale Ausgangssituation(en) 54
5.1	Flächengröße und Landnutzung der Bioenergie-Regionen 54
5.2	Einwohner und Raumkategorien..... 56
5.3	Regionalwirtschaftliche Aspekte..... 57
5.4	Erwartungen des Regionalmanagements 60
5.5	Zwischenfazit regionale Ausgangssituationen..... 61
6	Analyse der regionalen Bioenergieentwicklung..... 62
6.1	Entwicklung des Anlagenbestandes im Wettbewerbszeitraum 62
6.1.1	Fortschreibung der Gesamtanzahl von Bioenergieanlagen 62
6.1.2	Flächenspezifischer Vergleich der Biogasanlagen in den Bioenergie-Regionen 64
6.1.3	Technische Modifizierungen an bestehenden Bioenergieanlagen..... 67
6.2	Energieerzeugung und Energieverbrauch 68
6.2.1	Der Anteil der Bioenergie am gesamten Energieverbrauch..... 68
6.2.2	In den Stoffstrombefragungen erfasste Bioenergieerzeugung 72
6.2.3	Die berechnete Bioenergieerzeugung in den Regionen..... 77
6.3	Die Verwendung der Wärme aus Bioenergieanlagen 80

6.3.1	Art und Ort der Wärmenutzung.....	80
6.3.2	Wärmeausnutzung an den Bioenergieanlagen.....	86
6.4	Projekte und Studien als Maßnahmen in den Bioenergie-Regionen.....	89
6.5	In den Bioenergieanlagen eingesetzte Rohstoffe.....	97
6.5.1	Rohstoffarten und die Entwicklung ihres Einsatzes im Verlauf des Wettbewerbs.....	97
6.5.2	Die Regionalität von Rohstoffen und Rohstofflieferanten.....	105
6.5.3	Die Bedeutung der Rohstoffeigenschaften und Lieferbedingungen für die Akteure.....	111
6.5.4	Innovative Energieträger als Nischenrohstoffe.....	112
6.6	Der Einfluss des Regionalmanagements in Bioenergie-Regionen.....	117
6.6.1	Mitwirkung bei der Errichtung neuer Bioenergieanlagen.....	117
6.6.2	Modifizierungen an bestehenden Bioenergieanlagen.....	118
6.6.3	Weitere Aktivitäten des Regionalmanagements.....	119
6.7	Analyse der Netzwerke in Bioenergie-Regionen.....	119
6.7.1	Akteurs- und Anlagenzahlen in den regionalen Netzwerken.....	120
6.7.2	Die Aktivität der Akteure in ihrem Netzwerk.....	123
6.8	Abweichungen bei der Projektumsetzung gegenüber der Zielstellung im REK.....	126
6.9	Indikatortool zur Darstellung der regionalen Bioenergieentwicklung.....	128
7	Regionale Wertschöpfung.....	130
7.1	Qualitative Entwicklung der regionalen Wertschöpfung.....	130
7.1.1	WSK Holz/Festbrennstoffe.....	131
7.1.2	WSK Biogas.....	135
7.1.3	WSK Pflanzenöl.....	139
7.1.4	Einordnung der Ergebnisse.....	140
7.2	Direkte Arbeitsplatzeffekte an den Bioenergieanlagen.....	140
7.2.1	Übergeordnete Auswertung.....	140
7.2.2	Auswertung nach Größenklassen.....	142
8	Treibhausgasbilanzen und THG-Einsparungen in Bioenergie-Regionen.....	145
8.1	Treibhausgasbilanzen ausgewählter Bioenergiepfade.....	145
8.1.1	Nutzung von Biogas mit Kraft-Wärme-Kopplung.....	146
8.1.2	Nutzung von Biomethan als Kraftstoff und zur Wärmeerzeugung.....	150
8.1.3	Nutzung von Festbrennstoffen zur Wärmeerzeugung.....	152
8.2	THG-Einsparungen in den Bioenergie-Regionen.....	154
8.2.1	Höhe der THG-Einsparungen, die aus den erfassten Stoffströmen resultieren.....	154
8.2.2	Im Jahr 2011 eingesparte THG-Emissionen in den Bioenergie-Regionen.....	156
9	Ausblick.....	160
	Abbildungsverzeichnis.....	162
	Tabellenverzeichnis.....	166
	Literatur- und Referenzverzeichnis.....	168
	Anhang.....	172

Abkürzungs- und Formelverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BtL	Biomass-to-Liquid
DIN	Deutsches Institut für Normung!!
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EW	Einwohner
FM	Frischmasse
Fm	Festmeter, ein m ³ massives Holz
FW	Forstwirtschaft
HS	Hackschnitzel
HW / HKW	Heizwerk / Heizkraftwerk
ISO	Internationale Organisation für Normung
ka	Keine Angabe
KUP	Kurzumtriebsplantage
kW, MW (el. / th.)	Installierte Leistung einer Bioenergieanlage (elektrisch, thermisch)
kWh; MWh	Energiemengeneinheit
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LW	Landwirtschaft
Nawaro	Nachwachsende Rohstoffe
Pöl	Pflanzenölmühle
reg. ZB	Regionaler Zwischenbericht
REK	Regionales Entwicklungskonzept
Srm	Schüttraummeter, ein m ³ geschüttetes Hackgut
THG	Treibhausgase
TM	Trockenmasse – Masse mit 0 % Wassergehalt
WSK	Wertschöpfungskette
WSS	Wertschöpfungsstufe

Formelzeichen	Erklärung	Einheit
σ_V	Standardabweichung der Volllaststunden vom Mittelwert	h
σ_ζ	Standardabweichung des Wärmenutzungsgrades vom Mittelwert	%
σ_{KWK}	Stromkennzahl des BHKW	-
e_{THG}	Menge an THG-Emissionen, die eingespart wird	t CO ₂ -äq
ζ_{th}	Wärmenutzungsgrad	%
μ_V	Arithmetisches Mittel der Volllaststunden	h
\mathcal{E}_{el}	Allokationsfaktor Strom	-
η_{el}	elektrischer Wirkungsgrad	%
η_{th}	thermischer Wirkungsgrad	%
E_F	THG-Emission fossile Referenz	t CO ₂ -äq
$m_{\text{Gärrest}}$	Menge des anfallenden Gärrests	t
m_{Substrat}	Menge des eingesetzten Biogassubstrats	t
n	Anzahl der betrachteten Anlagen	-
n_{el}	Menge der erzeugten elektrischen Energie	kWh/MWh _{el}
n_{th}	Menge der erzeugten thermischen Energie	kWh/MWh _{th}
$n_{th, brutto}$	Wärmemenge, die beim KWK-Prozess anfällt	kWh/MWh _{th}
$n_{th, extern}$	extern genutzte Wärmemenge (produzierte / ausgekoppelte Wärme)	kWh/MWh _{th}
$n_{th, verfügbar}$	verfügbare Wärmemenge	kWh/MWh _{th}
oTS	Organischer Anteil an der Trockensubstanz	%
P_{el}	elektrische Leistung der Anlage	kW _{el}
P_{th}	thermische / elektrische Leistung der Anlage	kW _{th}
R_{oTS}	Abbaurrate der organischen Trockensubstanz	%
t_V	Volllaststunden der Anlage	h
$t_{V,i}$	Berechnete Volllaststundenzahl der Einzelanlage	h
TS	Anteil Trockensubstanz am Substrat	%

1 Drei Jahre „Wettbewerb Bioenergie-Regionen“ aus technisch-ökonomischer Perspektive

Hintergrund und Aufbau des Berichts

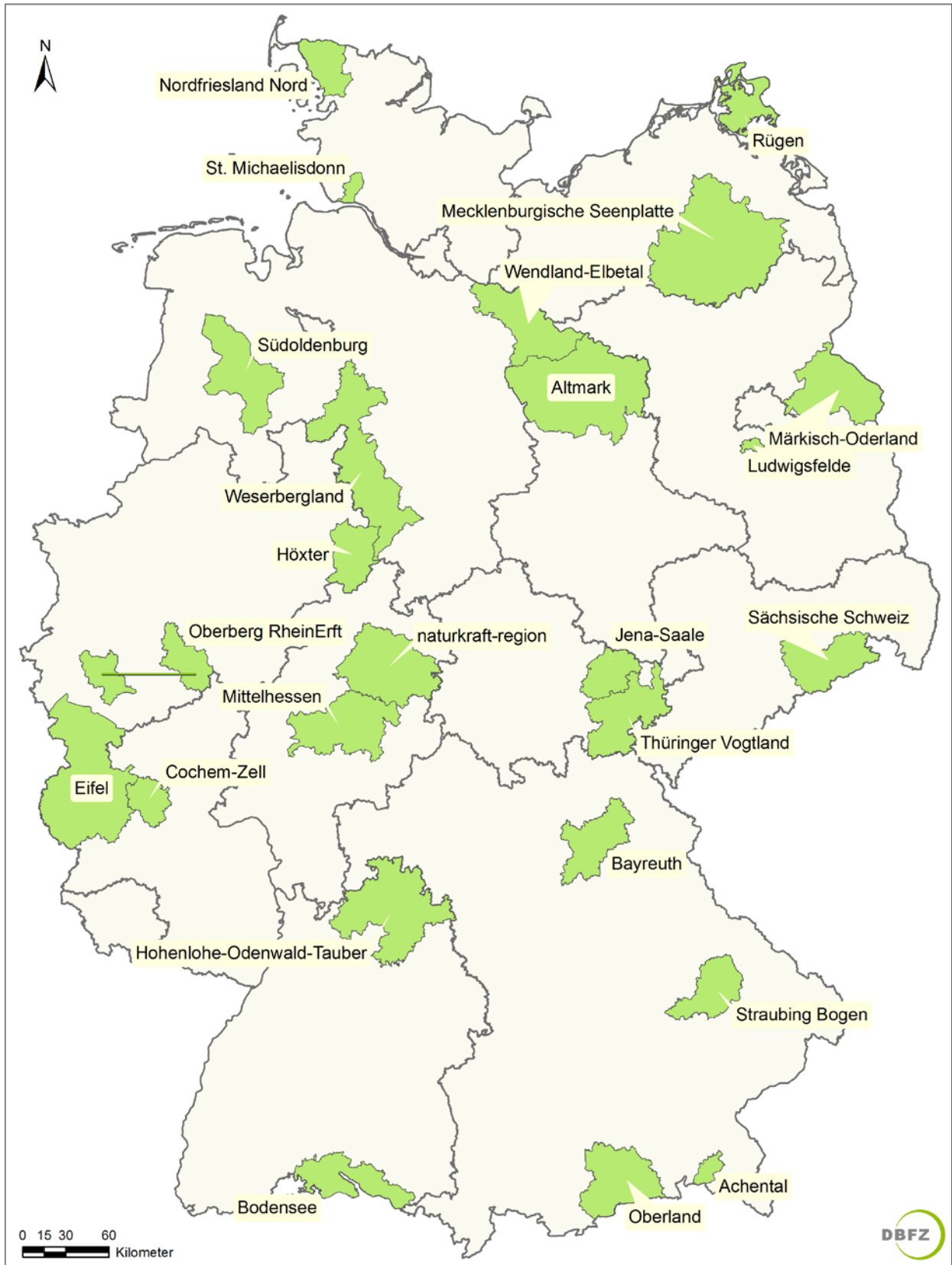
Der vorliegende Endbericht beschreibt die Ergebnisse der technisch-ökonomischen Begleitforschung zum Wettbewerb Bioenergie-Regionen. Der Wettbewerb wurde als dreijähriges Fördervorhaben des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) realisiert, bei dem das DBFZ die Bioenergieentwicklung in den Projektregionen sowie Effekte für die Regionalentwicklung analysiert hat. Ziel der technisch-ökonomischen Begleitforschung war es, die Projektregionen hinsichtlich der Bioenergienutzung zu evaluieren. Hierzu standen die Bioenergieanlagen und Wertschöpfungsketten der Bioenergie sowie die eingesetzten Rohstoffe im Zentrum der Untersuchungen. Hierdurch sollten Vergleiche zwischen den Regionen und eine Einordnung im bundesdeutschen Durchschnitt ermöglicht werden. Auch galt es, Aussagen zum Klimaschutzbeitrag des Fördervorhabens treffen zu können. Nicht zuletzt unterstützte das DBFZ die Geschäftsstelle des Wettbewerbs sowie die Regionen bei der Beantwortung technisch-ökonomischer Fragestellungen.

Der Bericht gliedert sich in einen theoretischen Teil A und den Ergebnisteil B. Nach einer Ergebniszusammenfassung (Kapitel 1) und einer kurzen Übersicht über wichtige und übergeordnete Kennziffern (Kapitel 2) werden im Teil A zunächst Hintergründe und Ziele des Wettbewerbs vorgestellt (Kapitel 3). Daran schließt sich mit Kapitel 4 die Erläuterung der methodischen Vorgehensweise an. Der Teil B enthält die Ergebnisse des Begleitforschungsvorhabens. Die einzelnen Kapitel orientieren sich jeweils an den konkreten Fragestellungen bzw. Themenblöcken der technisch-ökonomischen Begleitforschung (Kapitel 5-8). Im letzten Kapitel 9 erfolgt ein kurzer Ausblick auf die zweite Förderphase ab 2012 bis 2015.

Wesentliche Erkenntnisse

Mit der Auswahl der 25 Bioenergie-Regionen im Jahr 2009 wurde ein flächendeckendes Netz von Beispielregionen über Deutschland gespannt. Die Regionen selbst weisen eine sehr heterogene Struktur auf: Sie unterscheiden sich in ihrer Größe, Flächennutzung, demographischer und ökonomischer Situation. Hieraus erwachsen unterschiedliche Handlungsschwerpunkte und -möglichkeiten. Die Bioenergie-Regionen liegen überwiegend in ländlichen Räumen mit einem oftmals großen landwirtschaftlich und forstwirtschaftlich genutzten Flächenanteil. Hier besteht (im Vergleich zu verdichteten Gebieten) ein hohes Biomasseaufkommen. Neben den naturräumlichen Unterschieden zeigen sich in den Regionen teilweise auch sehr unterschiedliche ökonomische Voraussetzungen und Potenziale. Hier spiegelt sich das weiterhin vorhandene Gefälle zwischen alten und neuen Bundesländern wider. Die ökonomisch potentesten Regionen befinden sich dabei in Süddeutschland.

Vor dem Hintergrund der unterschiedlich aufgestellten ländlichen Regionen ist die Fördermaßnahme gleichzeitig ein wichtiger Impuls für die regionale Entwicklung, der auch über die energetische Nutzung von Biomasse hinausgeht. Anhand der unterschiedlichen Bioenergie-Regionen lässt sich die Bandbreite der gesamtdeutschen Bioenergieentwicklung aufzeigen. Gleichzeitig stellt diese Heterogenität jedoch auch Ansprüche an die zu wählende Methodik, um Vergleiche zwischen den Regionen anstellen zu können.



Bioenergie-Regionen in Deutschland

Maßstab 1:2.500.000

Bioenergie-Region 2009 - 2012

Quellen:
REK der Regionen
VG 250, Stand 31.12.2012 (BKG 2013)

Hinsichtlich der **Treibhausgaseinsparungen** zeigen die Berechnungen für alle Bioenergieanlagen¹, dass durch den Betrieb der Anlagen in den Bioenergie-Regionen im Jahr 2011 potenziell zwischen 1,6 und 4,2 Mio. t CO₂-Äquivalente eingespart werden konnten. In den Regionen überwogen hierbei in der Regel die Einsparungen aus der Stromerzeugung gegenüber denen der Wärmeerzeugung. Die mittlere Gesamteinsparung von 2,7 Mio. t CO₂-Äq entsprach 2011 den CO₂-Fußabdruck von 260.000 Personen in Deutschland (10,528 t/a pro Person (GUGEL (2015) nach AGEb; KNÖRR u. a. (2012); STBA (2014)). Durch den Betrieb der Biogasanlagen sowie der großen Heizwerke und Heizkraftwerke werden somit potenziell die THG-Emissionen von ca. 4,6 % der Bevölkerung in den 25 Bioenergie-Regionen vermieden.

Die **Treibhausgasemissionen** einzelner, für die Bioenergie-Regionen typischer, Anlagenkonzepte liegen üblicherweise unter denen der jeweiligen fossilen Referenz. Unter den modellierten Anlagenkonzepten wiesen Anlagen mit hohem Reststoffanteil bzw. Holz die günstigsten Bilanzen auf, da der Energiepflanzenanbau mit zusätzlichen Aufwendungen und Emissionen verbunden ist. Positiv wird die THG-Bilanz der Bioenergieerzeugung maßgeblich durch eine hohe Brennstoffausnutzung mit möglichst hohem Wärmenutzungsgrad und zusätzlich bei Biogasanlagen durch Gutschriften der Gärrestnutzung sowie des Güllemanagements bei der Tierhaltung beeinflusst.

Die Erstellung und **Umsetzung von Wärmenutzungskonzepten und Bioenergiedörfern** bzw. die Abwärmenutzung an Biogasanlagen war in vielen Regionen ein sehr wichtiges Themenfeld. Der Anstieg des Wärmenutzungsgrades an Biogasanlagen von 42 % im Jahr 2008 auf 56 % in 2011 verdeutlicht die Erfolge der regionalen Aktivitäten. Damit liegt der Wärmenutzungsgrad diesen Anlagentyps deutlich über dem deutschen Durchschnitt von 45 % im Jahr 2011 (WITT u. a., 2012, S. 59).

Ein **Zubau an Biogasanlagen, Heizwerken und Heizkraftwerken** zeigte sich über den gesamten Wettbewerbszeitraum. Dieser fiel in den einzelnen Regionen unterschiedlich aus, wobei Biogasanlagen und Heizwerke der stärksten Entwicklung unterlagen. Der Trend ist mit dem deutschen Durchschnitt vergleichbar. In wenigen Regionen reduzierte sich der Anlagenbestand um einzelne Bioenergieanlagen. Nahezu in allen Regionen ließ sich jedoch eine zunehmende Bedeutung der Aufbereitung und Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz feststellen. Pflanzenölmühlen verloren hingegen weitestgehend an Bedeutung.

In den Regionen bestehen **Bemühungen zur weiteren Diversifizierung des Rohstoffanbaus**. Im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energien, zeichnet sich die Bioenergie durch ihre vorgelagerte und immer wieder benötigte Rohstoffbereitstellung aus. Die Auswertungen regionaler Konzepte und Berichte ergab, dass zukünftig noch weitere Substrate bzw. Festbrennstoffe in den Regionen (zusätzlich) erschlossen werden sollen. Dies hilft nicht nur dabei, den regionalen Wirtschaftskreislauf weiter zu festigen, sondern wird sich auch positiv auf die langfristige Etablierung dieser Wertschöpfungsketten in der Region auswirken. Schwerpunkte lagen hier in den vergangenen drei Jahren insbesondere im Bereich der Erschließung von Landschaftspflegeholz, Stroh, Bioabfällen und der Anlage von Kurzumtriebsplantagen. Außerdem waren vielfältige Versuche auszumachen, monostrukturierten Energiepflanzenplantagen entgegen zu wirken. Hierzu bauten die Regionen erste Erfahrungen auf.

¹ betrachtet wurden Heizwerke >100kW, Heizkraftwerke, Biogasanlagen.

Die Regionen zeigten sich **beim Einsatz biogener Rohstoffe in den Anlagen insgesamt sehr aufgeschlossen und innovativ**. Die Untersuchungen der Energieträger für Bioenergieanlagen belegen einen vielfältigen Einsatz von Substraten und Brennstoffen in den Bioenergie-Regionen. Bei Heizwerken war etwa ein steigender Anteil an Landschaftspflegeholz zu verzeichnen. An Biogasanlagen fanden zahlreiche Versuche zur Vergärung schwieriger Einsatzstoffe statt.

Der **überwiegende Teil der eingesetzten Substrate und Rohstoffe kam aus der Region**. Bei Biogasanlagen machte dies im Mittel 88 % der eingesetzten Stoffe aus. Auch prägte die Regionen ein hoher Anteil an Wirtschaftsdünger im Substratmix der Biogasanlagen. Dies trägt somit dem Gedanken einer Kreislaufwirtschaft Rechnung. Hierdurch wurden regionale Stoffkreisläufe gestärkt und die Wertschöpfungseffekte entstanden in der Region und nicht außerhalb. Nahezu 100 % der Gärreste von Biogasanlagen wurden zugunsten des Nährstoffkreislaufs in der jeweiligen Region ausgebracht. Regionen mit einem Nährstoffüberschuss suchten Lösungen auf regionaler Ebene unter Einbeziehung von Landwirten und der Bevölkerung.

Im Bereich der **Studien und Projekte** bot die Fördermaßnahme den Regionen die Möglichkeit, Themenfelder voranzutreiben, die sonst vermutlich kaum oder gar nicht besetzt worden wären. Hier ging es um die Erhebung spezieller Biomasseaufkommen oder die Erstellung von Aufbereitungs- bzw. Anlagenkonzepten. Ein deutlicher Schwerpunkt lag hierbei im Bereich der Biogasanlagentechnologie. Der Kraftstoffsektor hingegen fand nur in vereinzelt Regionen Beachtung. Wurden zu Beginn des Wettbewerbs in den Regionen noch verhältnismäßig viele Potenzialstudien durchgeführt, so waren es zum Ende der dreijährigen Förderung verstärkt Machbarkeitsstudien. Die Arbeit der Regionalmanagements konnte sich so nach einer anfänglichen Bestandsaufnahme auf konkrete Umsetzungsmaßnahmen und Projekte fokussieren.

Die Befragungen der Regionalmanagements ergaben, dass die **Wertschöpfungsketten in den Bioenergie-Regionen etabliert und ausgebaut** wurden: Die Wertschöpfungskette Biogas war am Wettbewerbsende in allen, die Wertschöpfungskette Holz/Festbrennstoffe in 23 der 25 Regionen vorhanden. Lediglich der Bereich der Pflanzenölnutzung verlor an Bedeutung, was jedoch mit dem deutschlandweiten Trend einherging. Insgesamt gab es sehr große Bemühungen, möglichst viele Wertschöpfungsstufen in den Regionen zu etablieren bzw. auszubauen, um so möglichst viel Wertschöpfung in der Region zu halten. Dies zeigte sich insbesondere im Bereich der Rohstoffbereitstellung, wo sich das Portfolio wie bereits erwähnt deutlich diversifizierte. Dies sollte als langfristige Investition in die regionale Bioenergienutzung und „robuste“ regionale Wirtschaftskreisläufe verstanden werden.

Für **direkte Brutto-Beschäftigungseffekte** konnten, basierend auf die Analysen, Trends für unterschiedliche Anlagentypen und -größenklassen herausgearbeitet werden: Es zeigte sich für Biogasanlagen, dass je kleiner die Anlage ist, desto größer sind die Arbeitsplatzeffekte im Anlagenbetrieb je installiertem MW_{el} Leistung. Bei Heizwerken wurden hingegen sowohl beim Betrieb der Anlagen als auch in der Verwaltung nur geringe Arbeitsplatzeffekte festgestellt. Die indirekten Effekte, insbesondere im Bereich der Rohstoffbereitstellung, wurden nicht betrachtet.

Insgesamt kann ein **positives Fazit** zum gewählten Förderansatz gezogen werden. Die Regionalmanager wirkten an zahlreichen Maßnahmen und Projekten innerhalb ihres Netzwerkes nachweislich mit. Auch konnte die Zahl der Netzwerkkontakte deutlich gesteigert werden². Durch die zahlreichen Studien und Konzepte sowie die Anlagenmodifikationen kam es ebenfalls zu einer Diversifizierung und Vernetzung der regionalen Wissensträger, woraus sich Verantwortungs- und Innovationsgemeinschaften für die regionale Bioenergieentwicklung bilden konnten. Darüber hinaus wurden durch die Regionalmanagements zahlreiche weitere Aktivitäten, etwa im Bereich der Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit, durchgeführt, die jedoch nicht im Betrachtungsfokus der technisch-ökonomischen Begleitforschung standen.

² Für eine vertiefte Netzwerkanalyse sollten hier die Ergebnisse der politisch-gesellschaftlichen Begleitforschung hinzu gezogen werden.

2 Kenndaten zur Bioenergieentwicklung in den Bioenergie-Regionen

Entwicklung der Bioenergieanlagen in den Bioenergie-Regionen

	2009		2011	
	Anzahl	Leistung	Anzahl	Leistung
Biogasanlagen	580	140.374 kW _{el}	926	427.847 kW _{el}
Heizwerke >100kW _{th}	199	91.380 kW _{th}	364	251.457 kW _{th}
Heizkraftwerke*	36	299.260 kW _{th+el}	49	537.799 kW _{th+el}

* Im Jahr 2009 lagen nur Daten aus 15; im Jahr 2011 aus 20 Bioenergie-Regionen vor

Quelle: REK und Zwischenberichte der Bioenergie-Regionen

→ für eine umfassendere Darstellung siehe Kapitel 6.1

In den Bioenergieanlagen der Bioenergie-Regionen erzeugte Energiemengen

	2011	
	Strom (mittlere Energieerzeugung)	Wärme (mittlere Energieerzeugung)
Biogasanlagen	2.902.940 MWh	1.688.296 MWh
Heizwerke >100kW	--	470.867 MWh
Heizkraftwerke	1.141.863 MWh	1.026.707 MWh

Quelle: Angabe durch die Regionalmanager im Indikatortool, Stoffstrombefragung 2012

→ für eine umfassendere Darstellung siehe Kapitel 6.2

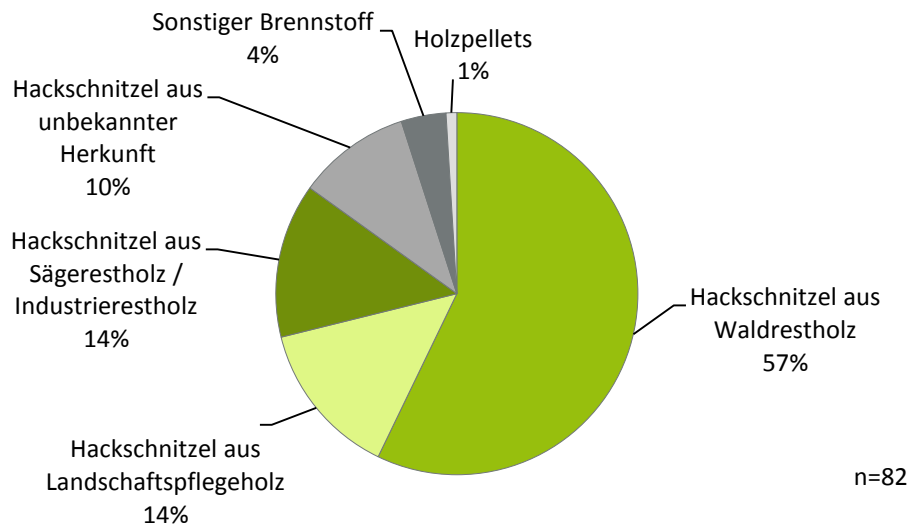
In den Bioenergie-Regionen durch den Betrieb von Bioenergieanlagen potenziell eingesparte Treibhausgasemissionen (THG)

	Mittlere potenzielle THG-Einsparungen 2011	
	durch bioenergiebasierte Stromeinspeisung	durch an Bioenergieanlagen ausgekoppelte Wärme
Biogasanlagen	1.251.893 t CO ₂ -Äq	355.809 t CO ₂ -Äq
Heizwerke >100kW	--	158.083 t CO ₂ -Äq
Heizkraftwerke	623.742 t CO ₂ -Äq	341.380 t CO ₂ -Äq

Quelle: Geschätzte Bioenergieerzeugung auf Basis des regionalen Anlagenbestands (Angaben aus Indikatortool für das Jahr 2011 und regionale Endberichte mit Bezugsjahr 2011)

→ für eine umfassendere Darstellung siehe Kapitel 8.2.2

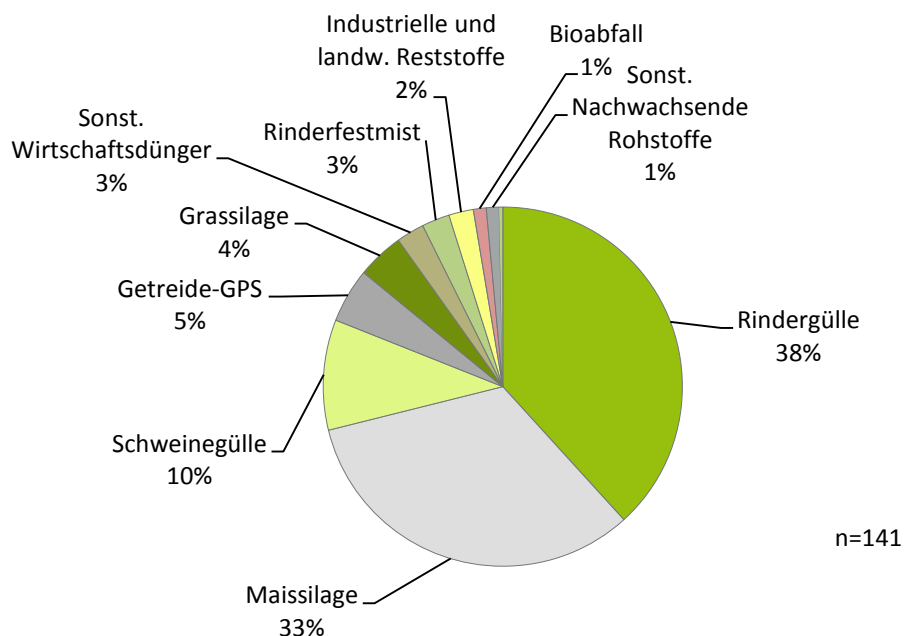
Massebasierte Rohstoffzusammensetzung in Heizwerken >100kW_{th} in Bioenergie-Regionen 2011



Quelle: Stoffstrombefragung 2012

Erfasste Anlagen: 82 Heizwerke; mittlere installierte Leistung: rd. 660 kW_{th} | für weitere Details siehe Kapitel 6.5.1

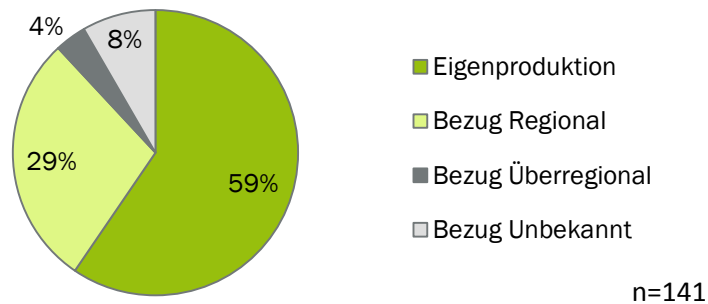
Massebasierte Substratzusammensetzung in Biogasanlagen in Bioenergie-Regionen 2011



Quelle: Stoffstrombefragung 2012

Erfasste Anlagen: 141 Biogasanlagen; Mittlere installierte Leistung: rd. 420 kW_{el} | für weitere Details siehe Kapitel 6.5.1

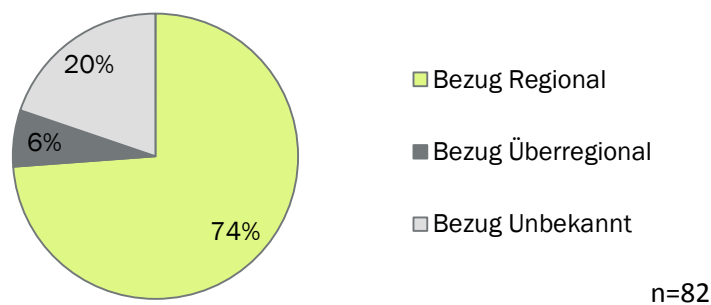
Massebezogene Substratherkunft in **Biogasanlagen** in Bioenergie-Regionen 2011



Quelle: Stoffstrombefragung 2012

→ für eine umfassendere Darstellung zur Regionalität von Rohstoffen³ siehe Kapitel 6.5.2

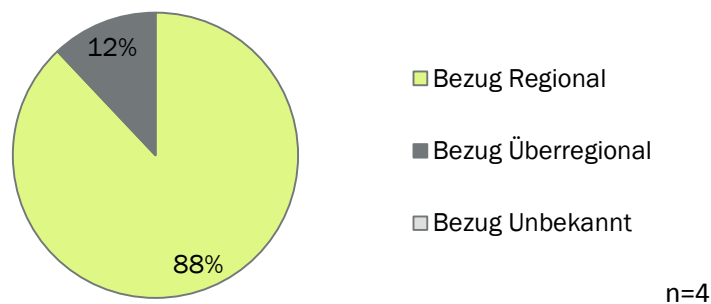
Massebezogene Rohstoffherkunft in **Heizwerken** in Bioenergie-Regionen 2011



Quelle: Stoffstrombefragung 2012

→ für eine umfassendere Darstellung zur Regionalität von Rohstoffen siehe Kapitel 6.5.2

Massebezogene Rohstoffherkunft in **Heizkraftwerken** in Bioenergie-Regionen 2011

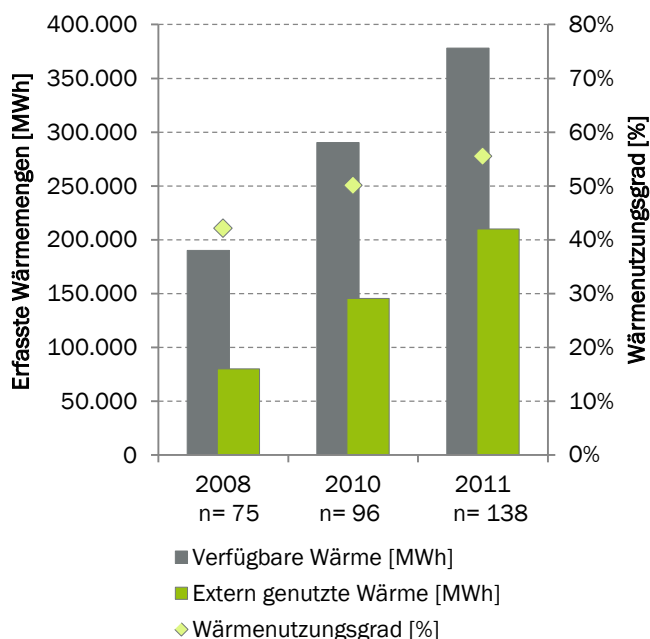


Quelle: Stoffstrombefragung 2012

→ für eine umfassendere Darstellung zur Regionalität von Rohstoffen siehe Kapitel 6.5.2

³ Als regionale Abgrenzung dienen die Grenzen der Bioenergie-Region. Regional sind demnach alle innerhalb der Grenzen einer Bioenergie-Region stattfindenden Stoffströme. Überregional gilt ein Stoffstrom, sobald die Grenzen der Region überschritten werden.

Steigerung des Wärmenutzungsgrads an Biogasanlagen in Bioenergie-Regionen im Wettbewerbsverlauf



Hinweis: Die Mengen der verfügbaren und extern genutzten Wärme beziehen sich nur auf einen Teil der in den Bioenergie-Regionen vorhandenen Anlagen.

Quelle: Stoffstrombefragungen 2009/10; 2011; 2012

→ für eine umfassendere Darstellung siehe Kapitel 6.3.2

Durch den Betrieb der Bioenergieanlagen in den Bioenergie-Regionen neu geschaffene Arbeitsplätze je Anlage

	2011	
	Arbeitsplätze Anlagenbetrieb (Mittelwert je Anlage)	Arbeitsplätze Verwaltung (Mittelwert je Anlage)
Biogasanlagen	0,75 (n=100)	0,11 (n=100)
Heizwerke >100kW	0,19 (n=42)	0,06 (n=42)
Heizkraftwerke	4,68 (n=7)	0,29 (n=7)

Quelle: Stoffstrombefragung 2012

→ für eine umfassendere Darstellung siehe Kapitel 7.2

Teil A Hintergrund der technisch-ökonomischen Begleitforschung zum Bundeswettbewerb Bioenergie-Regionen

3 Der Wettbewerb Bioenergie-Regionen – Hintergrund und Einordnung der Begleitforschung

3.1 Ziele und Gegenstand des Wettbewerbs

Der Wettbewerb Bioenergie-Regionen wurde im Februar 2008 durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) ausgelobt. Unter 210 Bewerbern wurden in einem mehrstufigen Auswahlverfahren durch eine Fachjury im Frühjahr 2009 25 Regionen ausgewählt und als Bioenergie-Region prämiert. Bis Sommer 2012 erhielten diese Regionen eine Förderung von jeweils bis zu 400.000 €.

Die Bioenergie-Regionen sollen dazu beitragen, die Klimaschutzziele der Bundesregierung zu erreichen. Bioenergie kann hierzu einen großen und vielfältigen Beitrag in unterschiedlichen Energiesektoren leisten. Ziel des Wettbewerbs war es, regionale Bioenergie-Netzwerke zu stärken, um einzelne Wertschöpfungsschritte und Akteure im Bereich der energetischen Biomassenutzung in einer Region zu verknüpfen. Hierbei sollten die Potenziale der heimischen Biomasse genutzt und in vorbildhaften, innovativen, regionalen Konzepten umgesetzt werden. Es erfolgte keine Förderung von Investitionen in Anlagen. Die Fördermittel standen vielmehr für die Etablierung eines Regionalmanagements, Öffentlichkeitsarbeit sowie die Erstellung von Studien und Konzepten zur Verfügung.

3.2 Aktivitäten des DBFZ in der Förderphase 2009 - 2012

Das DBFZ war bereits bei der Auswahl der 25 Bioenergie-Regionen durch die Einschätzung technischer Maßnahmen ab September 2008 beteiligt. Mit Beginn der Prämierung der erfolgreichen Regionen, begann im Frühjahr 2009 die inhaltliche Arbeit im Rahmen der technisch-ökonomischen Begleitforschung (zu den Inhalten siehe Kapitel 4). Nachfolgend soll ein erster Überblick über die Tätigkeiten des DBFZ im Rahmen dieser Begleitforschung gegeben werden.

Tabelle 1 gibt eine Zusammenfassung über die im Rahmen der Begleitforschung des DBFZ durchgeführten Datenerhebungen:

Tabelle 1: Im Rahmen der technisch-ökonomischen Begleitforschung durchgeführte Datenerhebungen.

Bezeichnung	Erhebungszeitraum	Datenstand
Grunddatenerhebung	2009	2008
1. Wertschöpfungsketten-Befragung	Herbst 2009	2009
1. Stoffstrombefragung	Winter 2009/2010	2008
2. Stoffstrombefragung	Frühjahr/Sommer 2011	2010
3. Stoffstrombefragung	Frühjahr 2012	2011
2. Wertschöpfungsketten-Befragung	Frühjahr/Sommer 2012	2012

Neben diesen (Primär-)Datenerhebungen wurden auch Konzepte und Berichte der Bioenergie-Regionen systematisch ausgewertet. Über die in diesem Kontext erfolgten Arbeiten gibt Tabelle 2 Auskunft.

Tabelle 2: Im Rahmen der technisch-ökonomischen Begleitforschung ausgewertete regionale Konzepte und Berichte.

Bezeichnung	Berichtsjahr	Datenstand
REK	2008	2007
1. regionaler Zwischenbericht	2010	2009
2. regionaler Zwischenbericht	2011	2010
regionaler Endbericht	2012	2011

Im vorliegenden Endbericht werden alle Untersuchungsergebnisse zusammengeführt und eine Gesamtbewertung der dreijährigen Wettbewerbszeit aus technisch-ökonomischer Sicht vorgenommen. Eine praxisnahe Darstellung der gewonnenen Erkenntnisse erfolgte darüber hinaus im Ratgeber „Bioenergie in Regionen“ (vgl. BMELV, 2012) Dieser stellt ein gemeinsames Werk der politisch-gesellschaftlichen und der technisch-ökonomischen Begleitforschung dar.

Neben der schriftlichen Berichterstattung erfolgte die Darstellung der Untersuchungsergebnisse in Präsentationen auf zahlreichen Veranstaltungen. Hierzu zählen die neun Workshops, die im Rahmen der ersten Förderphase mit den Regionalmanagern und der Begleitforschung durchgeführt wurden, genau wie der Fachkongress Bioenergie-Regionen (27.-28.10.2010) und der Abschlusskongress

Bioenergie-Regionen (28.-29.11.2012), welche jeweils in Berlin stattfanden. Ergebnisse und Vorträge dieser Veranstaltungen stehen auf der Homepage www.bioenergie-regionen.de zum Download bereit.

Während der gesamten Bearbeitungszeit stand das DBFZ der Geschäftsstelle des Wettbewerbs und den Regionen als Berater bei technischen und ökonomischen Fragestellungen zur Seite.

3.3 Ergebnisse im Kontext der gesamten Begleitforschung

Die wissenschaftliche Begleitforschung des Wettbewerbs Bioenergie-Regionen gliederte sich in drei Teilgebiete:

- Technisch-ökonomische Fragestellungen,
- Politisch-gesellschaftliche Fragestellungen,
- Demographische Fragestellungen.

Die unterschiedlichen Arbeitsbereiche wurden durch verschiedene wissenschaftliche und private Einrichtungen bearbeitet (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Übersicht über Trägerschaft und Inhalte der verschiedenen Begleitforschungsvorhaben im Rahmen des Wettbewerbs Bioenergie-Regionen.
Eigene Darstellung

Technisch-ökonomische Begleitforschung	Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH
<ul style="list-style-type: none"> • Bestehende und geplante Wertschöpfungsketten, • Entwicklung des Anlagenbestandes, • Regionale Stoffströme (Rohstoffeinsatz), • Aktivitäten der Regionen beim Ausbau / Optimierung von Bioenergieanlagen. 	
Politisch-gesellschaftliche Begleitforschung	nova-Institut GmbH und SPRINT GbR
<ul style="list-style-type: none"> • Regionale Netzwerke und Prozesse, • Wissenstransfer. 	
Entwicklung von Bioenergie-Regionen vor dem Hintergrund der demografischen Entwicklung	Institut für Nachhaltige Wirtschaftsentwicklung – INW und Berlin-Institut für Bevölkerung und Entwicklung
<ul style="list-style-type: none"> • Demografische Situation in den Bioenergie-Regionen, • Beitrag der Förderung von Bioenergie zur Stabilisierung demografisch schrumpfender ländlicher Regionen, • Lokale Arbeitsplatzeffekte der Erzeugung und Nutzung von Bioenergie. 	

Um die einzelnen Forschungsvorhaben aufeinander abzustimmen, erfolgten über die gesamte Laufzeit des Wettbewerbs mehrere Abstimmungstreffen und Telefonkonferenzen mit der Geschäftsstelle bei der FNR und auch mit Vertretern des BMELV. Darüber hinaus wurden Zwischenergebnisse auf Workshops den regionalen Vertretern vorgestellt.

Zum Abschluss der ersten Förderphase erarbeitete die politisch-gesellschaftliche Begleitforschung zusammen mit den Bearbeitern des DBFZ den Ratgeber „Bioenergie in Regionen“, der praxisnah aufbereitet, Ergebnisse und Erfahrungen des dreijährigen Wettbewerbs beinhaltet. Hiermit liegt eine fachübergreifende Analyse der Wettbewerbsergebnisse vor, in der sich die unterschiedlichen Forschungsvorhaben gegenseitig ergänzen.

4 Technisch-ökonomische Begleitforschung

4.1 Zielsetzung

Neben der Beratung der Geschäftsstelle (FNR) und der Regionen bei technischen und ökonomischen Fragestellungen, verfolgte die Begleitforschung des DBFZ verschiedene Ziele, um die Bioenergiesituation in den Regionen zu evaluieren. Diese stellen sich wie folgt dar⁴:

1. Charakterisierung der Bioenergie-Regionen

Die Regionen sollten zu Beginn des Wettbewerbs hinsichtlich ihrer naturräumlichen, administrativen und sozio-demographischen Ausgestaltung charakterisiert werden. Hintergrund ist die Schaffung einer einheitlichen Datenbasis, auf die alle Begleitforschungsvorhaben und auch die Geschäftsstelle zurückgreifen können.

2. Analyse der regionalen Bioenergieentwicklung

Die Bioenergieentwicklung in den Regionen sollte hinsichtlich der technischen Ausgestaltung, des Rohstoffeinsatzes und der erzeugten Energie über den Wettbewerbsverlauf analysiert werden. Auch die Aktivitäten des Regionalmanagements werden hier betrachtet.

3. Analyse der regionalen Wertschöpfungseffekte durch Bioenergie

Vorhandene und geplante Wertschöpfungsketten in den Bioenergie-Regionen sollten zu Beginn und am Ende des Wettbewerbszeitraums erfasst und dargestellt werden.

4. Analyse der Klimaschutzaspekte durch Bioenergie

Abschätzung der Einsparungen von Treibhausgasemissionen durch die Nutzung von Bioenergie in den Regionen. Bilanzierung der tatsächlichen Effekte an ausgewählten regionalen Beispielanlagen.

Zur Erreichung der genannten Forschungsziele kam ein Methodenmix zur Anwendung (siehe hierzu Abbildung 1). Eine genauere Beschreibung des methodischen Vorgehens der einzelnen Erhebungsschritte findet sich in Kapitel 4.3.

⁴ Es handelt sich bei der Aufzählung um keine Hierarchisierung der Ziele.

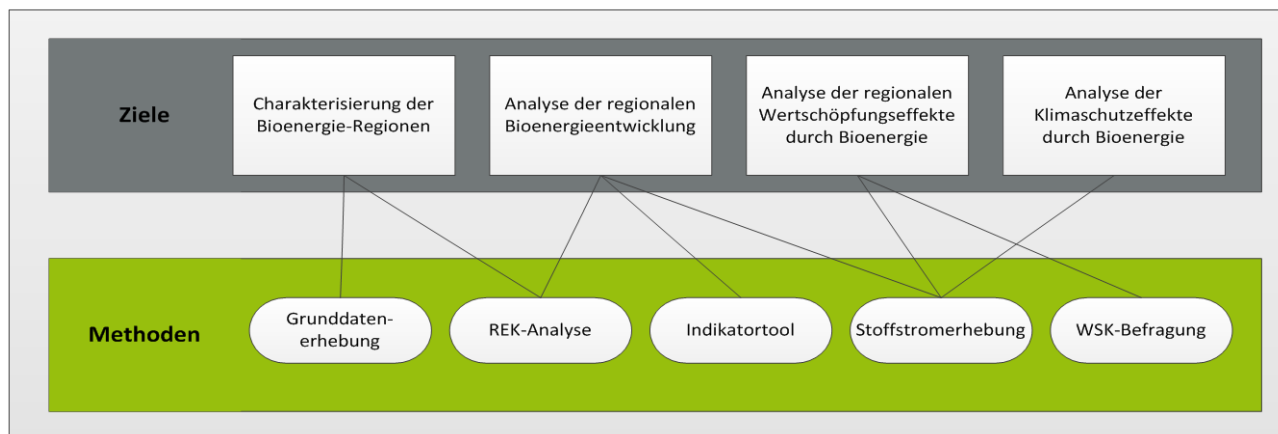


Abbildung 1: Ziele und Methoden der technisch-ökonomischen Begleitforschung.
Eigene Darstellung DBFZ.

4.2 Herausforderungen

Bei der Bearbeitung der Begleitforschungsinhalte galt es verschiedene Aspekte zu beachten, die sich im Zusammenhang mit dem Betrachtungsobjekt „Bioenergie-Region“ ergaben und an die zu wählende Methodik angepasst werden musste. Hierzu zählen die unterschiedlichen Ausgangsbedingungen in den Regionen, die Betrachtung von Teilräumen und die schwierige Verfügbarkeit von Daten. Nachfolgend sollen die mit diesen Themenfeldern in Zusammenhang stehenden Herausforderungen näher skizziert werden.

Unterschiedliche regionale Ausgangsbedingungen und Zielsetzungen

Die Bioenergie-Regionen spiegeln in Lage und Ausgestaltung die regionale (Bioenergie-)Vielfalt in Deutschland wider. Dies betrifft sowohl die naturräumlichen als auch die soziodemographischen Voraussetzungen. Es gibt agrarisch geprägte Gunsträume genauso wie walddreiche Regionen mit großen Reliefunterschieden. Auch der Zugang bzw. die Nutzung der vorhandenen Flächen variiert in den Bioenergie-Regionen - etwa durch ausgewiesene Schutzgebiete - teilweise stark. Zudem tragen soziodemographische Unterschiede, wie die Einwohnerdichte, zu einer heterogenen Ausgangssituation in den Regionen bei (zu den konkreten regionalen Ausgangssituationen siehe Kapitel 5).

Aufbauend auf den soeben skizzierten Ausgangssituationen, wurden in den Regionen unterschiedliche Zielsetzungen und Strategien entwickelt. Darüber hinaus unterscheiden sich die Regionen auch hinsichtlich ihrer „Vorarbeiten“ im Bereich der energetischen Biomassenutzung: in einigen Regionen gab es hierzu bereits vor dem Wettbewerb verschiedene steuernde Aktivitäten, (Potenzial-)Studien und Handlungskonzepte. Auch die Zielsetzungen unterscheiden sich stark in Abhängigkeit des regionalen Status quo: quantitativer Anlagenzubau, qualitative Verbesserung der Ist-Situation oder Öffentlichkeitsarbeit sollen hier nur als übergeordnete Schlaglichter angeführt werden. Die Fragestellungen der Begleitforschung sowie das zur Anwendung kommende Methodenset mussten auf diese Heterogenität angepasst werden.

Betrachtung von Teilräumen

Die Projektgebiete der Bioenergie-Regionen orientieren sich nicht in allen Fällen an den administrativen Grenzen der Landkreise, sondern umfassen auch einzelne Kommunen weiterer Landkreise. Dies war zu Beginn des Wettbewerbs in den Regionen Achenal, Bayreuth, Eifel, Jena-Saale, Ludwigsfelde, Nordfriesland Nord, St. Michaelisdonn und Wendland der Fall. Durch die Kreisgebietsreform in Mecklenburg-Vorpommern betraf dies ab dem 4. September 2011 auch die Bioenergie-Regionen Rügen und Mecklenburgische Seenplatte.

Abseits der inhaltlichen Betrachtung der Regionsabgrenzung gestaltet sich das beschriebene Problem als Herausforderung bei allen Sekundärdatenrecherchen, da zahlreiche Daten nur auf Landkreisebene ausgewiesen werden. Dies betrifft sowohl die Arbeiten der Begleitforschung als auch die Datenbeschaffung zur Erfüllung der Berichtspflichten durch die Regionalmanager.

Neben den administrativen Abgrenzungen stellt die Betrachtung von regionalen Teilräumen auch spezielle Anforderungen an die zu wählende Methodik. Bei Primärdatenerhebungen in den einzelnen Regionen treten wesentlich kleinere Fallzahlen auf, als bei Analysen auf Bundesländer- oder Staatenebene. Dies setzt Grenzen bei der Repräsentativität von regionsspezifischen Auswertungen. Auch lassen sich Verfahren, die für große räumliche Einheiten entwickelt wurden (z.B. Input-Output-Tabellen zur Ermittlung von Wertschöpfungseffekten), nicht oder nur mit sehr großem Erhebungsaufwand auf die Ebene der Bioenergie-Regionen übertragen.

Aufgrund der unterschiedlichen räumlichen Dimensionierung der Regionen (Spannweite: 109 km²: Ludwigsfelde, bis 5.811 km²: Mecklenburgische Seenplatte), bedarf es bei allen vergleichenden Aussagen über regionale Sachverhalte einer Relativierung der betrachteten Parameter. Dies bedeutet, dass nur prozentuale Vergleiche oder Aussagen mit Bezug auf eine spezifische Einheit (z.B. Biogasanlagen je ha landwirtschaftliche Fläche) zulässig sind.

Variierende Datenverfügbarkeit

Neben der angesprochenen, teils problematischen administrativen Abgrenzung der Regionen, tragen weitere Faktoren zu einer herausfordernden Datenbereitstellung in und für die Bioenergie-Regionen bei. Dies betrifft auch die regionale Kenntnis über den Anlagenbestand der jeweiligen Bioenergie-Region. Das regionale Wissen wiederum ist u.a. von der regionalen Akteurskonstellation (Wie viele Akteure? Wie gut vernetzt?) oder dem Zugang zu (regionalen) Anlagendaten abhängig. Letzteres wird, auch davon beeinflusst, bei welcher Institution das Regionalmanagement angesiedelt ist: Handelt es sich um eine öffentliche Einrichtung oder wird es durch ein privates Unternehmen geleistet?

Alle genannten Punkte flossen in die Methodenentwicklung ein und finden auch bei der Ergebnisdarstellung im Rahmen dieses Berichtes Berücksichtigung.

4.3 Verwendete Methoden

Wie in Kapitel 4.2 bereits dargestellt, bestand eine Herausforderung des Begleitforschungsvorhabens darin, einen Methodenmix zu entwickeln, der die besonderen Herausforderungen der Bioenergie-Regionen berücksichtigt und die Erreichung der in 4.1 formulierten Forschungsziele ermöglicht. Nachfolgend werden alle angewendeten Methoden beschrieben (siehe auch Abbildung 1 in Kapitel 4.1).

4.3.1 Auswertung von regionalen Konzepten und Berichten

Die Auswertung der regionalen Entwicklungskonzepte (REK) diente zu Beginn der Wettbewerbsphase als Bestandaufnahme der Ist-Situation in den Bioenergie-Regionen. In den Konzepten erläuterten Regionen die Ausgangssituationen der Erzeugungskapazitäten von Bioenergie und beschrieben die Voraussetzungen für die Weiterentwicklung der Energieproduktion aus Biomasse. Darüber hinaus enthalten die REK Ziele und Maßnahmen, die während der Wettbewerbsphase umgesetzt werden sollten.

Die Analyse der Konzepte und Berichte diente der Begleitforschung als Grundlage, um einzelne Methoden (Grunddatenerhebung, WSK-Analyse, Betrachtung der Bioenergieentwicklung) an die Gegebenheiten in den Bioenergie-Regionen anzupassen.

Zur Bearbeitung der technisch-ökonomischen Fragestellungen wurde die Möglichkeit wahrgenommen, im Rahmen der jährlichen Berichterstattung den Bioenergie-Regionen zielgerichtet Fragen zu stellen.

Hierzu gehören Fragen zur Erhebung folgender Daten aus den Regionen:

- Technische Maßnahmen (Projekte) und Studien während des Berichtszeitraums,
- Kennwerte zur Bioenergieerzeugung in der Gesamtregion (Anlagenbestand, Anlagenleistung, Energieproduktion),
- Beitrag der Bioenergieerzeugung am gesamten Energieverbrauch der Region,
- Angaben zur Nutzung von biogener Wärme in Wärmenetzen (nur 2. regionaler Zwischenbericht) sowie
- Angaben zur Beschäftigung durch Bioenergieanlagen (nur 2. regionaler Zwischenbericht)

Die Auswertung der regionalen Zwischenberichte bzw. der regionalen Endberichte erfolgte gebündelt für die jeweilige Fragestellung. Die Angaben aus den Berichten wurden dafür in Excel-Datentabellen übertragen und gegebenenfalls klassifiziert und aufgearbeitet. Durch die Fortschreibung der Daten über den Wettbewerbszeitraum konnten schließlich Entwicklungen innerhalb der untersuchten Themengebiete analysiert werden.

Im Zentrum der Untersuchungen stand das fortschreitende Monitoring zur Entwicklung des Anlagenbestands in den Bioenergie-Regionen (siehe Kapitel 6.1), die Entwicklung des biogenen Anteils an der Strom- und Wärmeproduktion (siehe Kapitel 6.2.1) sowie die kontinuierliche Pflege einer Datenbank zu Projekten und Studien in den Regionen (siehe Kapitel 6.4).

4.3.2 Grunddatenerhebung

Zur Charakterisierung der einzelnen Bioenergie-Regionen wurde 2009 eine Grunddatenerhebung durchgeführt. Hierbei handelt es sich um die Erhebung von Einwohnerzahlen und Flächendaten, Angaben zu der wirtschaftlichen Situation der Region, Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe, Energieversorgungsunternehmen und großer Bioenergieanlagen. Auch wurde um eine persönliche Einschätzung des Regionalmanagements gebeten, weshalb die genannten Unternehmen wichtig für die Region sind und wo die Chancen der Bioenergie für die Region gesehen werden.

Die Erhebung erfolgte in Form einer strukturierten schriftlichen Befragung mit einem Mix offener und geschlossener Fragen in allen Bioenergie-Regionen. Die Fragebögen wurden auf Basis der Angaben in den REK und durch die Recherche bei den Statistischen Ämtern der Länder und des Bundes vorausgefüllt, um den Befragungsaufwand für die Regionalmanager zu reduzieren. Die Befragung wurde den Regionen über die FNR via E-Mail zugesandt und um das Füllen von Fehlstellen bzw. die Aktualisierung der Angaben gebeten.

Die aufbereiteten regionalen Grunddaten dieser Vollerhebung wurden sowohl der FNR als auch den weiteren Begleitforschungsvorhaben zur Verfügung gestellt. Sie dienen im weiteren Verlauf der Forschungsvorhaben als einheitliche Grundlage zur Beschreibung der Bioenergie-Regionen.

4.3.3 Netzwerkbasierte Stoffstromerhebung

Mit der regionalen, netzwerkbasierten Stoffstromerhebung wurden die in Kapitel 4.1 dargestellten **drei Ziele** verfolgt: Erstens diene die Erfassung des Rohstoffeinsatzes, der Energieerzeugung als auch der technischen Anlagendaten zur Analyse der Bioenergieentwicklung. Zweitens sollten anhand von Informationen zu neu geschaffenen Arbeitsplätzen Kennziffern für direkte (Brutto-) Beschäftigungseffekte abgeschätzt werden. Drittens bildeten Anlagen aus der Stoffstrombefragung die Grundlage für die Berechnung von Klimaschutzeffekten.

Zunächst stellt die Stoffstromanalyse ein Verfahren dar, die bestehenden Stoffströme (und Energieströme) innerhalb einer Wertschöpfungskette (WSK) quantitativ abzubilden und zu bilanzieren. Daraus lassen sich Informationen bezüglich der Dimension und Bedeutung der Bestandteile der WSK als auch dessen Gesamtstruktur ableiten. Damit einher geht auch die Bilanzierung der Energieverwendung, die aus diesen Stoffströmen resultiert. Die mehrmalige Erhebung regionaler Stoffströme über die Wettbewerbslaufzeit diene dazu, Veränderungen in den Regionen hinsichtlich der Biomassenutzung sowie realisierter technischer Maßnahmen aufzuzeigen. Der Ansatz ermöglicht laut IFEU (2008) eine Erklärung von regionalen Effekten und ist bei wiederholter Anwendung außerdem dazu in der Lage, die Auswirkungen von technischen Innovationen abzubilden. Ferner können Aussagen bezüglich der Regionalität der zur Verfügung stehenden Ressourcen getroffen werden.

4.3.3.1 Grundsätzliche Vorgehensweise - Untersuchungsdesign

Die netzwerkbasierende Stoffstromerhebung wurde im Wettbewerbszeitraum drei Mal durchgeführt. Die grundsätzliche Vorgehensweise ist in Abbildung 2 skizziert.

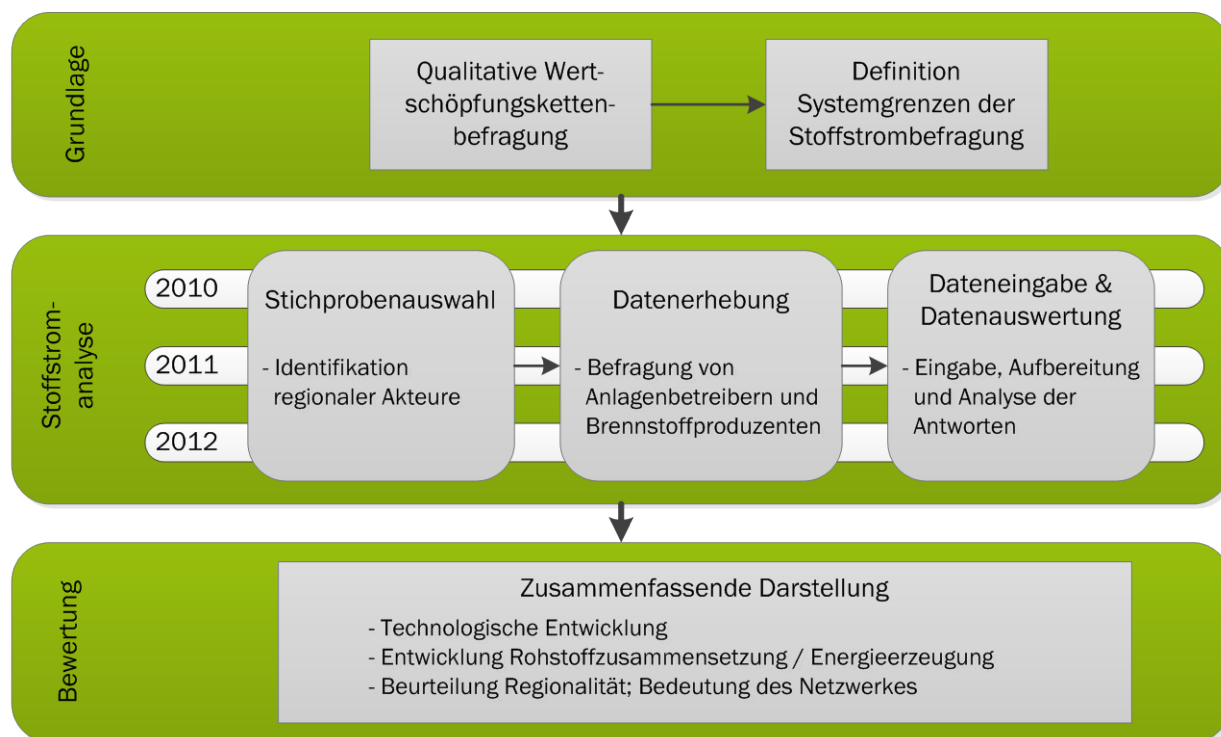


Abbildung 2: Vorgehensweise zur Ermittlung und Bewertung der regionalen Biomasse-Stoffströme im Rahmen des Wettbewerbs Bioenergie-Regionen

Als Grundlage der ersten Befragung erfolgte die Abfrage von regional vorhandenen Wertschöpfungsketten, auf dessen Basis die Systemgrenzen der Analyse definiert wurden. Die einzelnen Stoffstromanalysen bestehen aus den Teilschritten der Stichprobenauswahl, Datenerhebung und Dateneingabe sowie der Datenauswertung. Die Kontaktinformationen zu Anlagenbetreibern und Brennstoffproduzenten in den Bioenergie-Regionen wurden für die erste Stoffstrombefragung im Zuge der ersten WSK-Befragung miterhoben. Vor jeder weiteren Erhebung wurden vom Regionalmanagement die aktuellen Kontaktdaten abgefragt und somit die Stichprobe bestimmt. Diese Daten beruhen auf der Netzwerkarbeit des Regionalmanagements und spiegeln damit den jeweiligen Stand des Bioenergienetzwerkes zum Befragungszeitpunkt wider (Befragungsjahre: 2009/10, 2011, 2012). Im zweiten Teilschritt erfolgte die Erhebung der Stoffströme (Datenstand: 2008, 2010, 2011) per postalischer Befragung. Im dritten Teilschritt diente die Eingabe, Aufbereitung und Analyse der Antworten als Vorbereitung der Bewertung.

Die erste Datenerhebung mit dem Datenstand des Jahres 2008 ermöglichte es, die Situation der Bioenergienutzung vor Beginn des Wettbewerbs darzustellen. Durch die fortwährende Befragung der Akteure konnte für die Befragungsjahre (im Rahmen des erfassten Akteursnetzwerkes) die Situation in den Regionen kontinuierlich abgebildet werden. Mit der Analyse der Veränderungen der

Bioenergienutzung erfolgte schließlich die zusammenfassende Darstellung der Entwicklung der Bioenergie-Regionen. Dabei standen in erster Linie die Bereitstellung der Rohstoffe, Art und Ort der Energieverwendung sowie die technische Weiterentwicklung am Anlagenpark im Mittelpunkt. Hierbei konnten die von den regionalen Bioenergie-Netzwerken erzielten Fortschritte quantifiziert werden.

4.3.3.2 Systemgrenzen und Stichprobenauswahl

Systemgrenzen

Die geographische Systemgrenze stellt jeweils die räumliche Grenze der Bioenergie-Region dar. Sie ist vor allem für die Ausweisung von Im- und Exporten im Bereich der eingesetzten Biomassen relevant. Die virtuelle Bilanzgrenze⁵ stellt das Netzwerk der Bioenergie-Region dar.

Die für die Bilanzierung relevanten Prozessschritte stellen die Verarbeitung, respektive Bereitstellung von Bioenergieträgern und daran anschließend deren energetische Verwertung dar. Der damit einher-

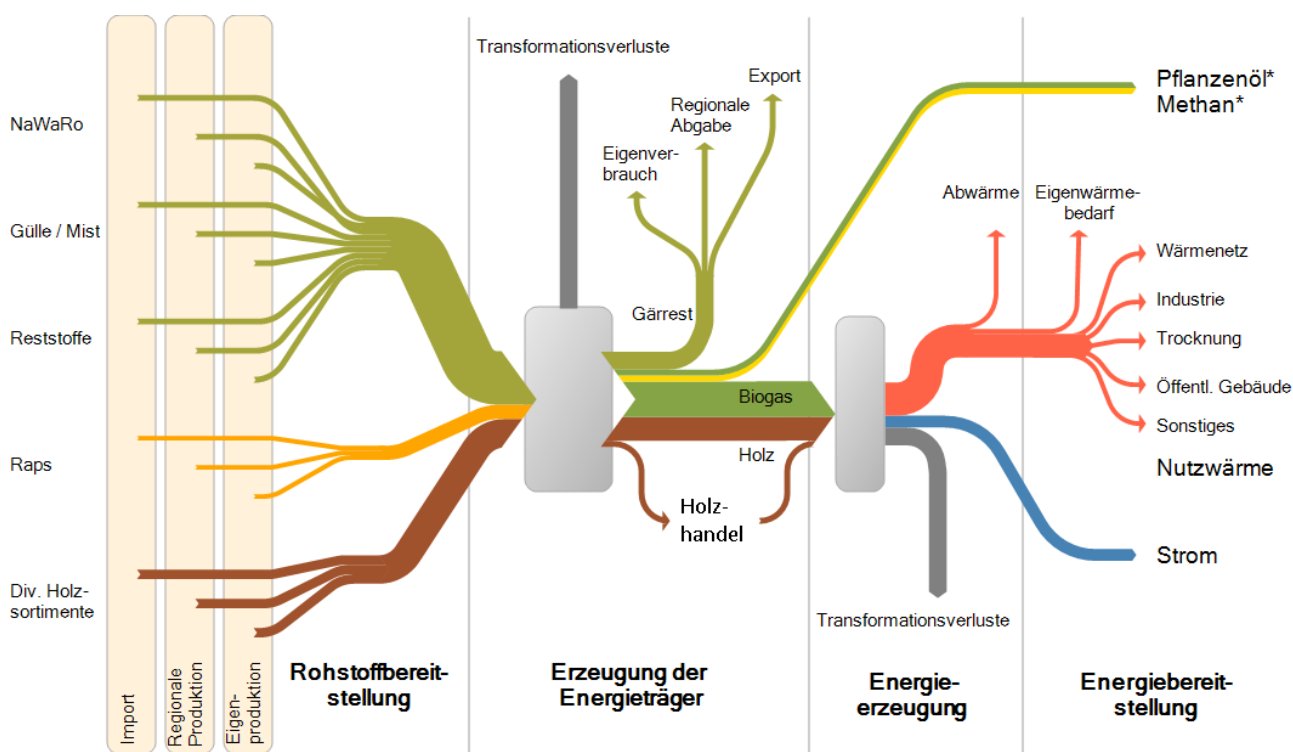


Abbildung 3: Erfassbare Stoff- und Energieströme für die Bilanzierung der regionalen Biomassenutzung.

Hinweis: Die Breite der Pfeile hat in dieser Abbildung keine inhaltliche Aussage.

*Energieträger, der auf der Ebene der Energiebereitstellung bilanziert wird

Eigene Darstellung DBFZ.

⁵ Im Gegensatz zur räumlich klar abgrenzbaren geographischen Systemgrenze, entsteht durch die Bildung des Netzwerkes innerhalb jeder Bioenergie-Region eine virtuelle, nicht räumlich bestimmte Bilanzgrenze, die nur die Netzwerkkontakte umfasst.

gehende Anfall von Produktionsrückständen, beziehungsweise Nebenprodukten wird in der Bilanzierung ebenfalls weitestgehend berücksichtigt (siehe Abbildung 3). Stoffliche Verwertungswege der Biomasse sowie Deponiegase werden nicht betrachtet. Die hier durchgeführte Untersuchung stellt daher keine vollständige Erhebung aller biogenen Stoffflüsse in den Bioenergie-Regionen dar. Die betrachteten Biomasseströme umfassen sämtliche erneuerbaren Energieträger organischen Ursprungs, welche anschließend zur Energieerzeugung eingesetzt werden. Abbildung 3 veranschaulicht schematisch auf den Ebenen Rohstoffbereitstellung und Erzeugung der Energieträger die zu bilanzierenden **Stoffströme**. Auf der Inputseite stehen Biogassubstrate, Holz und Ölsaaten. Je nach der Herkunft der Rohstoffe findet eine möglichst detaillierte Unterteilung der Inputströme statt. Hierbei wird sowohl zwischen der Eigenerzeugung und dem Bezug von Rohstoffen aus der Region unterschieden, als auch nach Zulieferungen von außerhalb der Region (Importe). Auf der Output-Seite der stofflichen Bilanzierung stehen die aus den Ausgangsmaterialien erzeugten Energieträger, in erster Linie Biogas und Festbrennstoffe. Außerdem entstehen bei der Erzeugung der Energieträger Nebenprodukte wie Gärrest (bei der Biogaserzeugung) und Presskuchen (bei der Pflanzenölproduktion), die vornehmlich stofflich genutzt werden. Für die produzierten Brenn- und Reststoffe wird ebenfalls auf der Outputseite nach regionaler Verwendung und Export bilanziert.

Neben der Analyse der Stoffmengen werden auch die vorliegenden Informationen zur Energieerzeugung und -nutzung ausgewertet. Die betrachteten **Energieströme** sind in Abbildung 3 in den Ebenen Energieerzeugung und Energiebereitstellung dargestellt. Auf der Input-Seite befinden sich die zur Energieerzeugung eingesetzten Brennstoffe Biogas, Festbrennstoffe. Außerdem werden hier, falls eingesetzt, Treibstoffe aufgeführt. Auf der Outputseite der energetischen Bilanzierung stehen die Stromerzeugung sowie die Erzeugung von Wärme und deren Nutzung für verschiedene Anwendungen. Der produzierte Strom wird in der Regel nicht direkt zur Eigenbedarfsdeckung verwendet, sondern vollständig in das Stromnetz eingespeist. Die Nutzung lässt sich daher nicht weiter differenzieren.

Stichprobenauswahl

Die Stoffstromerhebung schließt ausschließlich diejenigen Stoffströme ein, die direkt oder indirekt durch das Netzwerk der Bioenergie-Region abgedeckt werden. Die Entscheidung, netzwerkspezifisch vorzugehen ist dem Fördergegenstand geschuldet und wurde zu Beginn der Arbeiten mit der FNR und dem politisch-gesellschaftlichen Teil der Begleitforschung abgestimmt. Das bedeutet, dass in den Erhebungen nur Akteure einbezogen wurden, die in einem Zusammenhang mit dem geförderten Netzwerk der Bioenergie-Region stehen. Die Adressaten stellen Betreiber von Biogasanlagen, Heizwerken, Heizkraftwerken und Ölmühlen sowie Produzenten von holzartigen Brennstoffen dar. Bei der Entwicklung der regionalen Netzwerke kann es also vorkommen, dass nicht in jeder Befragung die gleichen Akteure befragt wurden, sondern sich die Stichprobenszusammensetzung entsprechend der Netzwerkzusammensetzung ändert.

Die Netzwerkzugehörigkeit der Akteure bzw. ihre Einbindung in die Netzwerkaktivitäten wurde beim jeweiligen Regionalmanagement erfragt. Relevant für die Netzwerkzugehörigkeit ist daher in erster Linie die Einschätzung des Regionalmanagements. Da eine solche Einschätzung zu weiten Teilen subjektiv erfolgt, wurde zusätzlich eine Kontrollfrage in den Fragebogen eingebaut. Damit kann eine Auswertung zur Aktivität der Akteure in den Netzwerken erfolgen. Akteure, deren Position im Netzwerk unklar ist, wurden dem Netzwerk zugeschrieben. Darüber hinaus ist davon auszugehen, dass über die befragten Akteure hinaus, weitere Akteure in den Regionen zumindest indirekt in die Wettbewerbsaktivitäten der

Bioenergie-Region involviert sind. Die Stichprobe umfasst damit nur die bekannten Anlagenbetreiber und Brennstoffproduzenten in den regionalen Netzwerken.

4.3.3.3 Durchführung der Datenerhebung

Da anlagenbezogene Daten in der erforderlichen Qualität und Detailtiefe auf regionaler Ebene und insbesondere in vergleichbarem Umfang nicht für alle 25 Bioenergie-Regionen vorliegen (siehe auch Kapitel 4.2), konnten die nötigen Informationen zur Betrachtung von Stoffströmen nicht im Rahmen einer Sekundärdatenanalyse beschafft werden. Es wurde daher eine Primärdatenerhebung nötig, die als ausschließliche Datenquelle dienen sollte. Die Stoff- und Energieflüsse wurden damit „bottom-up“, also ausgehend von den einzelnen Anlagen und Akteuren erfasst.

Die Primärdatenerhebung erfolgte im Rahmen einer schriftlichen Befragung mit überwiegend offenen Fragen. Die Befragung bedient sich einem standardisierten Fragebogen und zielte darauf ab, statistisch verwertbare Daten zu erfassen, um eine möglichst repräsentative und auf den Untersuchungsraum abgestimmte Datenbasis zu generieren.

Die Fragebögen enthalten in erster Linie Fragen nach quantitativen Stoffstromdaten. Sie sind für die verschiedenen Akteure (Heizwerksbetreiber, Biogasanlagenbetreiber etc.) differenziert, erfassen jedoch im Grundsatz die gleichen Parameter wie Betreiberdaten, eingesetzte Rohstoffe, Rohstoff- bzw. Energieproduktion, Vertriebswege sowie die Rolle des Akteurs in der Bioenergie-Region. Die Fragebögen zu Bioenergieanlagen erfassen zusätzlich grundlegende technische Parameter der Anlage wie Jahr der Inbetriebnahme, Leistung, Anlagenmodifikationen, die Energieverwendung etc. Während der Wettbewerbslaufzeit wurden einzelne Aspekte nicht durchgängig abgefragt. Damit wurde den fortschreitenden methodischen Erkenntnissen Rechnung getragen. Darüber hinaus wurde bei der Befragung 2011 aufgrund der niedrigen Rücklaufquote in einem Nachfassthrough zusätzlich telefonisch interviewt.

4.3.3.4 Stichprobendiskussion

Die Verteilung des Stichprobenumfangs und des erreichten Rücklaufs in den drei Befragungen der netzwerkbasierter Stoffstromerhebung ist der nachfolgenden Tabelle 4 zu entnehmen.

Die Anzahl der Anlagen und Brennstoffproduzenten gibt einen Hinweis auf die Zusammensetzung der Bioenergienutzung in den regionalen Netzwerken. Demnach entfällt die größte Zahl der abgefragten Anlagen auf Biogasanlagen, gefolgt von Heizwerken. Pflanzenölmühlen und Heizkraftwerke kommen hingegen am seltensten und auch nicht in allen Bioenergie-Regionen vor.

Da einige Netzwerkkontakte durchaus mehrere Anlagen betreiben, liegt die Stichprobe stets über der Gesamtzahl an Kontakten der Regionalmanagements. In der Befragung 2012 wurden z.B. bei einer Stichprobe von 709 Anlagen / Brennstoffhändlern nur 618 Kontakte angeschrieben. Die Antwort von 265 Kontakten umfassten dann Fragebögen zu 304 Anlagen / Brennstoffhändlern.

Tabelle 4: Stichprobengröße und Rücklauf in den Befragungsdurchgängen 2009 - 2012.

	Befragung 2009/2010	Befragung 2011	Befragung 2012
Stichprobenumfang	321	574	709
Rücklauf	221	265	304
Rücklaufquote	69 %	46 %	43 %
Heizwerke	99 (Stichprobe) 84 (Rücklauf) 85 % (Rücklaufquote)	153 84 55 %	185 94 51 %
Heizkraftwerke	12 6 50 %	21 7 33 %	22 8 36 %
Biogasanlagen	136 77 57 %	267 117 44 %	344 141 41 %
Pflanzenölmühlen	5 5 100 %	6 4 67 %	6 4 67 %
Brennstoffproduzenten	69 49 71 %	127 53 42 %	152 57 38 %

Mit der kontinuierlich steigenden Stichprobe konnte der Rücklauf nicht auf gleichem Niveau gehalten werden. Bei der Befragung ist ausschließlich die Situation der Heizwerke mit durchgängig über 50 % Rücklauf gut abgebildet. Eine hohe Rücklaufquote liegt ebenfalls bei Pflanzenölmühlen vor, welche jedoch mit weniger als 10 Anlagen die kleinste Teilstichprobe einnehmen. Daher erscheint hier eine Generalisierung der Befragungsergebnisse fragwürdig. Die Fallzahl ist so klein, dass sie statistisch nicht belastet werden kann. Gleiches gilt für Heizkraftwerke, die darüber hinaus den niedrigsten Rücklauf aufweisen. Mit einer weitaus höheren Anzahl an ausgefüllten Fragebögen steht dagegen für Heizwerke, Brennstoffproduzenten und Biogasanlagen eine breite Datenbasis für die Auswertung zur Verfügung.

Bei allen drei Stoffstrombefragungen werden entsprechend der Stichprobe ausschließlich Stoffströme innerhalb der regionalen Netzwerke betrachtet. Dadurch entstehen auch Unsicherheiten bei der Datenbasis. Es kann folglich nicht gewährleistet werden, ob die erfassten Stoffströme repräsentativ für die Gesamtregion sind. Gleichzeitig differiert der Anteil des Netzwerks am Gesamtbestand des jeweiligen Bioenergieanlagenbestandes stark, so dass die Aussagekraft der Ergebnisse in den Regionen unterschiedlich ausfällt. Die Ergebnisse der Stoffstromanalyse zur Bioenergiesituation decken daher nur einen Teil der gesamten regionalen Stoffströme ab und beziehen sich immer auf die netzwerkbasieren Stoffströme.

4.3.3.5 Datenaufbereitung

Annahmen zur Datenaufbereitung von Stoffströmen

Gülle und flüssige Biogassubstrate

Die durchgeführte Stoffstrombilanzierung erfolgt grundsätzlich in Masseneinheiten (t/a). Während Festbrennstoffe in Tonnen, absolut trocken (t atro) umgerechnet werden, wird bei Biogassubstraten und Ölsaaten die angegebene Frischmasse beibehalten. Für Gülle und flüssige Substrate, die in der Regel in Volumeneinheiten (m³/a) gemessen werden, wird näherungsweise eine Dichte von 1 t/m³ verwendet (REINHOLD, 2005).

Holzartige und feste Bioenergieträger

Die eingesetzten Mengen an holzartigen und sonstigen festen Bioenergieträgern wurden im Rahmen der Befragung in Tonnen pro Jahr abgefragt. Weil der Wassergehalt (W %) bei gleich bleibendem Volumen einen hohen Einfluss auf das Gewicht ausübt, wurde zusätzlich der Wassergehalt der Rohstoffe abgefragt. Mit der Ausnahme des genormten Brennstoffes Holzpellets (mit W<15 %) wurde bei fehlender Angabe ein Wassergehalt von 35 % angenommen, was in etwa dem Mittel aus frischem Waldholz und lufttrockenem Holz entspricht (TFZ, 2009). Die befragten Akteure konnten auf den Fragebögen sowohl Masse- als auch Volumeneinheiten angeben. Für die Umrechnung von Volumeneinheiten in Masseinheiten wurden aufgrund der unbekanntenen Baumartenzusammensetzung die mittleren Dichten von Fichtenholz und Buchenholz zugrunde gelegt (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: Dichte von Holzbrennstoffen nach (FNR, 2011); (TFZ, 2009). Die grünen Werte dienen der Umrechnung von Volumen- in Masseinheiten

		Wassergehalt (%)	15	30	45	<15	15-30	30-45	>45
Dichte von Holzhackschnittzeln (t FM / srm)	Hackschnitzel (Fichte)		0,175	0,213	0,271	0,175	0,194	0,242	0,271
	Hackschnitzel (Buche)		0,271	0,329	0,418	0,271	0,3	0,3735	0,418
	Hackschnitzel (Mittelwert)					0,223	0,247	0,30775	0,3445
Dichte von Holz (t FM / Fm)	Scheitholz etc. (Fichte)		0,4725	0,451	0,6945	0,4725	0,50675	0,61775	0,6945
	Scheitholz etc. (Buche)		0,717	0,798	1,0235	0,717	0,7575	0,91075	1,0235
	Scheitholz etc. (Mittelwert)					0,59475	0,63213	0,76425	0,859
			Literaturwerte			Für Berechnung verwendete Werte (grün)			

Sowohl für Pellets als auch für die in geringem Umfang eingesetzten Festbrennstoffe Getreidestroh und Miscanthus werden einheitliche Wassergehalte und Dichten nach folgender Tabelle 6 zugrunde gelegt:

Tabelle 6: Dichte von sonstigen Festbrennstoffen nach (FNR, 2012, S. 15)

	Dichte von Festbrennstoffen (t/m ³)
Holzpellets (W=10 %)	0,664
Getreidestroh, Ballen (W=15 %)	0,14
Miscanthus, Häckselgut (W=15 %)	0,13

Für die Umrechnung von Masseinheiten, frisch (in t FM) in Masseinheiten, absolut trocken (in t atro) werden für alle Festbrennstoffe folgende Umrechnungsfaktoren angenommen (siehe Tabelle 7):

Tabelle 7: Verwendete Umrechnungsfaktoren (grün) für Holzbrennstoffe von Frischmasse in Trockenmasse nach FNR (2011).

	Wassergehalt (%)	15	30	45	<15	15-30	30-45	>45
Umrechnungsfaktor (t atro / t FM)	Hackschnitzel (Fichte)	0,851	0,7	0,55	0,851	0,776	0,625	0,55
	Hackschnitzel (Buche)	0,849	0,7	0,55	0,849	0,775	0,625	0,55
	Hackschnitzel (Mittelwert)				0,85	0,775	0,625	0,55
		Literaturwerte			Für Berechnung verwendete Werte (grün)			

In Einzelfällen wurden in den Fragebögen abweichend von den vorgegebenen Einheiten auch Angaben in Raummeter und Schüttraummeter gemacht. In solchen Fällen wurden für die weiteren Berechnungen gegebene Umrechnungsfaktoren angewendet, um die Mengen in Kubikmeter (Festmeter) umzurechnen (FNR, 2012, S. 14).

Die Abfrage der **Herkunft der Brennstoffe** erfolgte ab der Befragung im Jahr 2009 nicht mehr durch die Angabe von Postleitzahlen gelieferter Brennstoffchargen, sondern über die Angabe von Lieferantentypen und dem regionalen Anteil der von ihnen gelieferten Brennstoffe. Als Lieferantentypen wurden „Eigenerzeugung“, „Forstbetriebe“, „Sägewerke/Holzindustrie“, „Landwirte“ und „Sonstige“

vorgegeben. Die Werte aus der Befragung von 2008 wurden bei der Auswertung in die aktuelle Datenstruktur überführt (Kategorien: „Eigenerzeugung“ und „Sonstige“). Bei der Auswertung der Brennstoffherkunft wird schließlich zwischen „Eigenerzeugung“, „Bezug Regional“⁶, „Bezug Überregional“ und „Bezug Unbekannt“ unterschieden. Brennstoffmengen aus der Kategorie „Eigenerzeugung“ wurden bei fehlender Herkunftsangabe zu 100 % der Region zugeschrieben. Angaben in anderen Kategorien wurden bei fehlender Aussage zur Herkunft als „unbekannt“ deklariert.

Mögliche Differenzen in der Bilanz zwischen Input und Output (siehe auch Kapitel 4.3.3.2) ergeben sich durch Abweichungen zwischen Angaben zu Brennstoffbezug und Brennstoffeinsatz. Ein Grund dafür könnte zum Beispiel interne Lagerhaltung sein. Zusätzlich ist die Dichte bei verschiedenen Holzarten unterschiedlich, so dass bei den hier angenommenen Mittelwerten zwischen Fichte und Buche eine Diskrepanz entstehen kann, wenn im Fragebogen einerseits Volumen- und andererseits Massenangaben gemacht wurden. Gaben Anlagenbetreiber keinen Brennstoffbedarf aber eingesetzte Holz mengen an, wurde angenommen, dass dieser Holzeinsatz zumindest näherungsweise dem Brennstoffbedarf entspricht.

Bei Fragebögen, die zwar Angaben zum Wärmeabsatz, jedoch keine Angaben zum Rohstoffeinsatz enthalten, wird auf die Herleitung von Masseströmen allein aus Wärmemengen verzichtet.

Biogasproduktion

Die in Biogasanlagen produzierte Menge Methan kann näherungsweise auf Basis der eingesetzten Substrate und deren spezifischem Methanertrag rechnerisch ermittelt werden. Als Grundlage wurde die Biomasseverordnung 2012 herangezogen. Für die Aggregation der eingesetzten Substrate wurden Substratkategorien gebildet, denen die einzelnen Einsatzstoffe zugeordnet werden können (siehe Anhang 0).

Zur Umrechnung der erzeugten Biogasmenge von Kubikmetern in Tonnen wurde eine durchschnittliche Biogasdichte von 1,2 kg/m³ angenommen.

Gärrest

Da der Gärrest in der Regel zum überwiegenden Anteil aus Wasser besteht, wurden Angaben in Volumeneinheiten mit Hilfe einer Dichte von 1 t/m³ umgerechnet. Wurden keine Mengenangaben zum Gärrest gemacht, sondern dessen Verwendung nur anteilig angegeben, erfolgte die Berechnung der Gärrestmengen nach folgender Formel:

$$m_{\text{Gärrest}} = m_{\text{Substrat}} \cdot (1 - TS \cdot oTS \cdot R_{oTS}) \quad \text{Gleichung 1}$$

⁶ Als regionale Abgrenzung dienen die Grenzen der Bioenergie-Region. Zur eindeutigen Zuordnung lagen allen Fragebögen Karten der jeweiligen Bioenergie-Region bei. Regional sind demnach alle innerhalb der Grenzen einer Bioenergie-Region stattfindenden Stoffströme. Überregional ist ein Stoffstrom, sobald die Grenzen der Region überschritten werden.

Dabei sind:

- $m_{Gärrest}$: Masse des anfallenden Gärrestes
- $m_{Substrat}$: Masse des eingesetzten Biogassubstrats
- TS : Anteil Trockensubstanz am Substrat
- oTS : Organischer Anteil an der Trockensubstanz
- R_{oTS} : Abbaurrate der organischen Trockensubstanz

Die Anteile an organischer Trockensubstanz und deren Abbauraten im Fermentationsprozess sind in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Berechnung von Gärrestmassen aus Biogassubstraten (* angelehnt an Geflügelmist; ** geschätzt) Quelle: (KTBL, 2009b, S. 1014); (KTBL, 2009a, S. 94); (DANIEL-GROMKE, 2012)

Substrat	Bioabfall	Silomais	Gras	GPS	Rindergülle	Rindermist	Schweinegülle	Sonstiger Wirtschaftsdünger*	Sonstige nachwachsende Rohstoffe**	Sonstige Nebenprodukte, Rückstände, Abfälle**
Anteil Trockensubstanz (TS) in %	40	33	35	33	10	25	6	40	34	20
Organischer Anteil (oTS) in % TM	50	95	90	95	80	85	80	75	93	80
Abbaurrate in %	50	80	80	80	30	80	30	80	80	50
Verbleib an Gärresten nach Fermentation in %	90	74,9	74,8	74,9	97,6	83	98,6	76	74,8	92

In der Stoffstrombefragung wurden die Eigennutzung, die verkauften und die kostenfrei abgegebenen Gärrestmengen abgefragt. Im Jahr 2008 fand nur eine Erhebung der verkauften und verschenkten Gärrestmenge und keine Abfrage der selbst genutzten Mengen statt. Die Eigennutzung wurde daher nachträglich aus der Differenz zwischen der gesamt anfallenden und der abgegebenen Mengen berechnet.

Annahmen zur Datenaufbereitung von Energieströmen

Heizwerte eingesetzter Bioenergieträger

Für die Bilanzierung der Energieströme wurden die zuvor berechneten Stoffmengen in Energieeinheiten umgerechnet und auf der Inputseite zur Energieerzeugung eingestellt. Die dafür angenommenen Heizwerte können nachfolgender Tabelle 9 entnommen werden:

Tabelle 9: Heizwerte verschiedener Bioenergieträger Quellen: (TFZ, 2009); (FNR, 2012)

Bioenergieträger	Heizwert
Holz	5,22 kWh / kg atro
Methan	9,97 kWh / Nm ³
Pflanzenöl (Raps)	10,44 kWh / kg

Die Methanmenge wird aus der angegebenen Biogasmenge sowie dem angegebenen Methangehalt des Biogases berechnet. Wurde der Methangehalt nicht angegeben, so wurde ein durchschnittlicher Gehalt von 53 % angenommen. Bei fehlender Angabe der Biogasmenge wird der sich aus den Stoffströmen ergebende Methanertrag aus Biogassubstraten herangezogen.

Stromerzeugung und Volllaststunden

Die Stromerzeugung in Biogasanlagen und Heizkraftwerken wurde, sofern nicht über den Fragebogen mitgeteilt, auf Basis der elektrischen Leistung und der Volllaststunden ermittelt.

$$n_{el} = P_{el} \cdot t_V \quad \text{Gleichung 2}$$

Dabei sind:

n_{el} : Menge der erzeugten elektrischen Energie

P_{el} : elektrische Leistung der Anlage

t_V : Volllaststunden der Anlage

Während die elektrische Leistung der genannten Anlagentypen in fast allen Fällen genannt wurde, erfolgte die Angabe von Volllaststunden lückenhaft und teils unplausibel. Die Volllaststunden umfassen dabei alle Betriebsstunden einer Anlage in unterschiedlichen Laststufen umgerechnet auf den Betriebszustand unter Volllast (ASUE, 2010). Darunter wird also die theoretische Laufzeit der Anlage unter Volllast verstanden, die entsteht, wenn die Betriebsstunden in Teillast aggregiert und mit den Betriebsstunden in Volllast summiert werden.

War für Bioenergieanlagen die Angabe der Volllaststunden nicht plausibel, beziehungsweise gar nicht angegeben, so erfolgte die Berechnung für Biogasanlagen und Heizkraftwerke unter Zuhilfenahme der installierten elektrischen Leistung und der Stromerzeugung. Die Volllaststunden von Heizwerken wurden unter Zuhilfenahme der installierten thermischen Leistung und der Wärmeerzeugung berechnet:

$$t_V (BGA, HKW) = \frac{n_{el}}{P_{el}} \quad \text{Gleichung 3}$$

$$t_V (HW) = \frac{n_{th}}{P_{th}} \quad \text{Gleichung 4}$$

Dabei sind:

- t_V : Volllaststunden der Anlage
- $n_{th/el}$: Menge der erzeugten thermischen / elektrischen Energie
- $P_{th/el}$: thermische / elektrische Leistung der Anlage

Waren die für die Berechnung der Volllaststunden nötigen Werte nicht angegeben, wurde unabhängig von der jeweils installierten Leistung der Mittelwert aller im Bezugsjahr erfassten Volllaststunden des jeweiligen Anlagentyps angenommen. Die Mittelwerte aus den Jahren 2008 bis 2011 sind in Tabelle 10 aufgeführt. Die Berechnung dieser Volllaststunden erfolgte durch das arithmetische Mittel anhand folgender Gleichung:

$$\mu_t = \frac{\sum t_{V,i}}{n} \quad \text{Gleichung 5}$$

Dabei sind:

- μ_t : Arithmetisches Mittel der Volllaststunden
- $t_{V,i}$: Berechnete Volllaststundenzahl der Einzelanlage
- n : Anzahl der betrachteten Anlagen

Zwar sind durch die verschiedenartige Betriebsführung der einzelnen Anlagen bezüglich der mittleren Volllaststundenzahl auch Unterschiede zwischen den einzelnen Bioenergie-Regionen vorhanden. Eine regionale Berücksichtigung von Mittelwerten und Standardabweichungen, die aus der Stoffstrombefragung hervorgehen, wäre jedoch statistisch nicht abgesichert. Daher wurde für alle Regionen ein einheitlicher, auf berechneten Werten basierender Mittelwert für alle Anlagen herangezogen.

Tabelle 10: Mittlere Volllaststunden der erfassten Anlagentypen in unterschiedlichen Erhebungsjahren der Stoffstrombefragungen in den Bioenergie-Regionen.

Oben: basierend auf berechneten Volllaststundenzahlen;

unten: basierend auf angegebenen Volllaststundenzahlen.

* auf Fragebogenangaben basierende Mittelwerte weichen oft von berechneten Werten ab.

Jahr	Volllaststunden Biogasanlage	Heizkraftwerk*	Heizwerk
2008	7.089 h	5.550 h	2.210 h
	7.583 h*	5.866 h*	2.243 h*
2010	6.845 h	5.321 h	2.874 h
	7.544 h*	5.429 h*	2.942 h*
2011	6.957 h	5.259 h	2.365 h
	7.511 h*	5.202 h*	3.045 h*

Wärmeerzeugung

Die bei der Stromerzeugung in Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) entstehende Bruttowärme sowie die Wärmeerzeugung durch Heizwerke kann analog zur Stromerzeugung unter Verwendung der installierten thermischen Leistung sowie der Volllaststunden berechnet werden. Diese Bruttowärme entspricht der Wärme, die erzeugt würde, wenn der KWK-Anteil der Stromerzeugung 100 % betragen würde. Dabei wird die Volllaststundenzahl ebenso wie bei der Stromerzeugung (siehe Gleichung 2 und Tabelle 10) herangezogen.

$$n_{th} = P_{th} \cdot t_V \quad \text{Gleichung 6}$$

Sofern bei Biogasanlagen im Fragebogen Angaben zur thermischen Leistung fehlten, konnte sie mit Hilfe der Stromkennzahl des Blockheizkraftwerks ermittelt werden:

$$P_{th} = \frac{P_{el}}{\sigma_{KWK}} \quad \text{Gleichung 7}$$

$$\text{mit } \sigma_{KWK} = \frac{\eta_{el}}{\eta_{th}} \quad \text{Gleichung 8}$$

Dabei sind:

$n_{th/el}$: Menge der erzeugten thermischen / elektrischen Energie

$P_{th/el}$: thermische / elektrische Leistung der Anlage

t_V : Volllaststunden der Anlage

σ_{KWK} : Stromkennzahl des BHKW

$\eta_{el/th}$: elektrischer thermischer Wirkungsgrad

Die Stromkennzahl stellt das Verhältnis aus elektrischer Leistung und thermischer Leistung dar, das dem Verhältnis aus elektrischem und thermischem Wirkungsgrad (WG) entspricht. Sofern die zur Berechnung der Stromkennzahl erforderlichen Wirkungsgrade nicht angegeben wurden, werden sie mit Hilfe von charakteristischen BHKW-Kennwerten abgeschätzt (Tabelle 11).

Tabelle 11: Charakteristische BHKW-Wirkungsgrade in Abhängigkeit der elektrischen Leistung basierend auf ASUE 2011

Elektrische Leistung (kW)	Elektrischer Wirkungsgrad (%)	Thermischer Wirkungsgrad (%)
bis 5	0,26	0,63
5 - 143,5	0,34	0,56
143,5 - 319,5	0,35	0,56
319,5 - 732,5	0,38	0,52
732,5 - 1.748	0,41	0,46
ab 2.433	0,43	0,43

Art und Ort der Wärmenutzung

Die Betreiber von Bioenergieanlagen wurden im Fragebogen auch nach der extern abgegebenen Wärme⁷ und der konkreten Wärmeverwendung befragt. Hier konnten je nach Anlagentyp Wärmemengen in den folgenden Kategorien angegeben werden:

- Einspeisung in ein Wärmenetz (Privathaushalte, öffentliche Gebäude oder Mischnutzung),
- Versorgung von Gewerbe- und Industriebetrieben,
- Versorgung öffentlicher Liegenschaften (nur bei Heizwerken) und
- Sonstige Wärmenutzung (mit schriftlicher Charakterisierung eben dieser)

Die aus den Angaben „Sonstige Wärmenutzung“ resultierenden Energiemengen wurden schließlich in weiteren Kategorien zusammengefasst (Trocknung, Landwirtschaft). Nur wenn hier keine eindeutige Zuordnung erfolgen konnte (z.B. wenn Wärmenetz und Eigenversorgung mit nur einer Energiemenge angegeben wurde), musste diese Menge als „Nicht kategorisierbar“ deklariert werden. Sofern zwar eine Menge abgegebener Wärme angegeben war, jedoch keine Angaben zur Wärmeverwendung gemacht wurden, wurde diese Menge der Kategorie „Keine Angabe“ zugeschrieben. Damit ergeben sich folgende Wärmekategorien:

- Nahwärmenetz für private Haushalte,
- Nahwärmenetz für öffentliche Gebäude,
- Nahwärmenetz gemischte Nutzung,
- Versorgung öffentlicher Gebäude (nur Heizwerke),
- Wärmeversorgung Industrie/Gewerbe,
- Holz- und Getreidetrocknung (nur Biogasanlagen),
- Landwirtschaftliche Eigennutzung (nur Biogasanlagen),
- Wärmenutzung nicht kategorisierbar und

⁷ Bioenergieanlagen benötigen gegebenenfalls selbst Wärme (Biogasanlagen: Fermenterheizung), Heiz(kraft)werke: Trocknung von Festbrennstoffen). Diese interne Wärmenutzung sollte nicht angegeben werden, da sie nicht als (externe) Nutzwärme zur Verfügung steht.

- Keine Angabe

Schließlich erfolgte die **Berechnung der ungenutzten Abwärme**. Diese ergibt sich aus der Differenz der durch den Anlagenbetreiber angegebenen Menge der extern genutzten Wärme und der theoretisch zur Verfügung stehenden (Brutto-)Wärme. Bei Biogasanlagen wurde dafür zusätzlich der Prozesswärmebedarf des Anlagenbetriebs berücksichtigt und zuvor von der erzeugten Gesamtwärmemenge abgezogen. Im Mittel wird in dieser Untersuchung ein Prozesswärmebedarf in Höhe von 20 % der Gesamtwärmeproduktion unterstellt, sofern die nach Abzug resultierende Energiemenge nicht unterhalb der im Fragebogen angegebenen Nutzwärmemenge liegt (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12: Auf die Gesamtwärmeerzeugung bezogener Prozesswärmebedarf in Biogasanlagen.

Spannweite		Definition	Quelle
5,5 %	21,5 %	Eigenwärmebedarf	(FNR, 2009)
25 %	40 %	Fermenterheizung	(FNR, 2006)
5 %	25 %	Wärmebedarf BGA	(FNR, 2012, S. 44)
20 %	30 %	Eigenwärmebedarf	(DREHER u. a., 2012)
20 %		Prozesswärmebedarf	eigene Annahme

Der **Wärmenutzungsgrad** ergibt sich damit aus dem Verhältnis zwischen extern genutzter Wärme und der verfügbaren Wärme (siehe nachfolgende Gleichung). Die verfügbare Wärme schließt bei Biogasanlagen den Prozesswärmebedarf nicht mit ein.

$$\zeta_{th} = \frac{n_{th,extern}}{n_{th,verfügbar}} \quad \text{Gleichung 9}$$

bei Biogasanlagen mit

$$n_{th,verfügbar} = n_{th,brutto} - \text{Prozesswärmebedarf} \quad \text{Gleichung 10}$$

Dabei sind:

ζ_{th} : Wärmenutzungsgrad

$n_{th,extern}$: extern genutzte Wärmemenge (produzierte / ausgekoppelte Wärme)

$n_{th,verfügbar}$: verfügbare Wärmemenge

$n_{th,brutto}$: Wärmemenge, bei 100 % KWK-Anteil der Stromerzeugung

4.3.3.6 Datenauswertung

Mit der Stoffstrombefragung wurden überwiegend Parameter zu eingesetzten Rohstoffen, der Rohstoff- bzw. Energieproduktion und technische Daten der Anlagen abgefragt. Darüber hinaus wurden Vertriebswege sowie die Rolle des Akteurs in der Bioenergie-Region und bei Bioenergieanlagen zusätzlich Anlagenmodifikationen und die Energieverwendung erhoben.

Die Auswertung der Daten erfolgte für jedes Erhebungsjahr (Datenstand 2008, 2010, 2011) getrennt nach Anlagentyp bzw. Brennstoffhersteller und / oder getrennt nach Bioenergie-Region. Je nach Fragestellung sind Aggregationen der befragten Anlagentypen und / oder der Bioenergie-Regionen zielführend. Liegt eine genügend große Stichprobenzahl pro Anlagentyp und Region vor, konnten darüber hinaus für einzelne Forschungsfragen regionsspezifische Details und Unterschiede ohne Aggregation herausgearbeitet werden.

Aggregationen im Rahmen der Datenauswertung:

- Aggregation des Anlagentyps, so dass Auswertungen getrennt nach Bioenergie-Regionen ermöglicht werden, z.B. Analyse der regionalen Netzwerke in Kapitel 6.7
- Aggregation der Bioenergie-Regionen, so dass eine Auswertung getrennt nach Anlagentyp über alle Regionen ermöglicht wird, z.B. Rohstoffe für Bioenergieanlagen in Kapitel 6.5
- Aggregation des Anlagentyps und der Bioenergie-Regionen über alle drei Stoffstromerhebungen, so dass ein Überblick über den gesamten Wettbewerbsraum und alle abgefragten Anlagentypen gegeben werden kann, z.B. technische Modifizierungen an Bioenergieanlagen in Kapitel 6.1.3 oder der Einfluss des Regionalmanagements in Kapitel 6.6

Bei Aggregationen von Energieströmen wurden jeweils nur Anlagen erfasst, für die Werte zur Stromerzeugung und Wärmeauskopplung beziehungsweise Methanproduktion vorlagen oder gegebenenfalls plausibel hergeleitet werden konnten. Die dadurch berücksichtigte Anlagenzahl wurde für jede Auswertung einzeln angegeben und kann je nach Fragestellung und Datenlage voneinander abweichen.

Eine Auswertung absoluter netzwerkspezifischer Rohstoff- und Energiemengen erfolgt aufgrund der mangelnden Vergleichbarkeit der Bioenergie-Regionen nicht (siehe Kapitel 4.2). Stattdessen werden die Ergebnisse überwiegend relativ angegeben, sodass ein prozentualer Vergleich zwischen den Regionen bzw. zwischen den drei Befragungen erfolgen kann. Bei den Abbildungen werden neben den relativen Werten gegebenenfalls zusätzlich absolute Werte der jeweils erfassten Gesamtmenge angegeben.

Die Methodik zur Berechnung und Auswertung gesamtregionaler Energiemengen ist im nachfolgenden Kapitel dargestellt. Auf die Berechnung gesamtregionaler Rohstoffmengen wird dabei aus den unter Kapitel 4.3.3.4 genannten Gründen verzichtet.

4.3.4 Herleitung der gesamtheregionalen Bioenergieerzeugung

Während des Wettbewerbsverlaufes wurde deutlich, dass neben den Aussagen zur Bioenergiesituation in den Netzwerken zusätzlich Aussagen zur gesamtheregionalen Bioenergienutzung gewünscht sind. Im Gegensatz zur unbekanntem Gesamtleistung aller netzwerkspezifischen Anlagen und deren Energieproduktion, liegen Daten zur Zahl und Anlagenleistung für die Gesamtregionen vor. Unter Zuhilfenahme des Indikatortools können die Regionen ihre Bioenergieentwicklung darstellen (siehe auch Kapitel 4.3.7). Dies erfolgt auf Basis des geschätzten Anlagenparks sowie mit Ergebnissen aus der Stoffstrombefragung. Mit den somit vorliegenden installierten elektrischen und thermischen Leistung der Bioenergieanlagen (Heizwerke ab 100 kW, Heizkraftwerke, Biogasanlagen) können Energiemengen für komplette Bioenergie-Regionen für das Bezugsjahr 2011 ermittelt werden.

Für die vier Regionen, die keine Folgeförderung erhalten und damit auch die Bioenergieentwicklung nicht mit dem Indikatortool dokumentieren, wird der zuletzt genannte Anlagenbestand aus den regionalen Endberichten von 2012 mit dem Bezugsjahr 2011 herangezogen. Aufgrund der allgemein lückenhaften Kenntnis zu Details des regionalen Anlagenparks bestehen Unsicherheiten bezüglich des Betriebs und der Größenklassen der einzelnen Anlagen. Die Größe und Betriebsführung haben jedoch einen maßgeblichen Einfluss auf die Strom- und Wärmeerzeugung. Daher werden für die Volllaststunden und den Wärmenutzungsgrad Datenbereiche (Spannen) um die jeweiligen Mittelwerte zugrunde gelegt, die diese Unsicherheiten abbilden (siehe hierzu auch Tabelle 13). Hieraus wird ersichtlich, in welchem Bereich die tatsächliche Energieproduktion in den einzelnen Regionen zu erwarten ist. Als Spanne der zugrunde gelegten Volllaststunden wurde die Standardabweichung der berechneten Volllaststundenzahl der Bioenergieanlagen in der Stoffstrombefragung nach folgender Gleichung angenommen:

$$\sigma_V = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (t_{V,i} \times \mu_V)^2} \quad \text{Gleichung 11}$$

Dabei sind:

σ_V :	Standardabweichung der Volllaststunden vom Mittelwert
n :	Anzahl der betrachteten Anlagen
$t_{V,i}$:	Berechnete Volllaststunden der Einzelanlage
μ_V :	Arithmetisches Mittel der Volllaststunden

Als Spanne der zugrunde gelegten Wärmenutzungsgrade (Gleichung 9) für Anlagen mit KWK wurde analog zur Vorgehensweise bei den Volllaststunden der Mittelwert (Gleichung 5) sowie dessen Standardabweichung (Gleichung 11) basierend auf der Stoffstrombefragung herangezogen. Für Heizwerke wurde im Gegensatz dazu ein Wärmenutzungsgrad von 100 % angenommen, da diese wärmegeführt betrieben werden.

Die Mittelwerte für Volllaststunden und Wärmenutzungsgrade ergeben sich aus dem jeweils errechneten Mittelwert aller in der Stoffstrombefragung 2012 erfassten Anlagen des jeweiligen Typs. Aufgrund der teilweise sehr geringen regionalen Fallzahlen wird von einer regionalen Differenzierung

abgesehen und stattdessen die gleichen Mittelwerte und Standardabweichungen für alle Regionen angenommen:

Tabelle 13: Mittelwerte und Standardabweichung von Volllaststunden und Wärmenutzungsgrad von Bioenergieanlagen im Jahr 2011. * externer Wärmenutzungsgrad.
Datengrundlage: Stoffstrombefragung 2012

Technologie	Volllaststunden			Wärmenutzungsgrad		
	Untere Spanne ($\mu_V - \sigma_V$)	Mittelwert (μ_V)	Obere Spanne ($\mu_V + \sigma_V$)	Untere Spanne ($\zeta_{th} - \sigma_\zeta$)	Mittelwert (ζ_{th})	Obere Spanne ($\zeta_{th} + \sigma_\zeta$)
Heizwerk (>100 kW)	1.322	2.489	3.656	100%		
Heizkraftwerk	2.721	5.259	7.796	23%	52%	80%
Biogasanlage	5.464	6.957	8.451	20%*	49%*	78%*

Die Strom- und Wärmemengen wurden anschließend mittels der durchschnittlichen Kennzahlen für die Anlagen der Bioenergie-Regionen aus Tabelle 13 unter Verwendung folgender Gleichungen berechnet:

$$n_{el,Region} = \sum P_{el,i} \cdot t_V \quad \text{Gleichung 12}$$

Dabei sind:

$n_{el,Region}$: Menge der erzeugten elektrischen Energie in der Region

$\sum P_{el,i}$: Summe der elektrischen Leistung aller Einzelanlagen in der Region

t_V : Angenommene Volllaststundenzahl

und

$$n_{th} = \sum P_{th,i} \cdot t_V \cdot \zeta_{th} \quad \text{Gleichung 13}$$

Dabei sind:

n_{th} : Menge der erzeugten thermischen Energie in der Region

$\sum P_{th,i}$: Summe der thermischen Leistung aller Einzelanlagen in der Region

ζ_{th} : Wärmenutzungsgrad

Es muss ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass bei dieser Vorgehensweise Unsicherheiten bestehen. Einerseits ist unklar, inwiefern die in der Stoffstrombefragung ermittelten Betriebsweisen und Größenklassen der Anlagen den Durchschnitt des regionalen Anlagenparks repräsentieren. Andererseits sind die Angaben zur Gesamtanlagenzahl und ihrer Leistung ebenfalls mit gewissen Unsicherheiten behaftet. Durch das Hochrechnen von Energiemengen werden daher Tendenzen abgebildet, die sich der tatsächlichen Situation in den Bioenergie-Regionen annähern.

4.3.5 Berechnung von Treibhausgasemissionen und -einsparungen

Bestandteil der technisch ökonomischen Begleitforschung ist sowohl die Betrachtung von einzelnen Bioenergieanlagen als auch vom gesamten regionalen Anlagenpark. Zunächst werden die Emissionen von Treibhausgasen an einzelnen Anlagen ermittelt. Anschließend erfolgt auf Basis der Erkenntnisse eine Einschätzung der Einsparung durch den Betrieb des gesamten regionalen Anlagenbestandes. Die unterschiedlichen Vorgehensweisen werden in den folgenden Unterkapiteln erläutert.

4.3.5.1 Vorgehen bei der Berechnung exemplarischer Treibhausgasemissionen von einzelnen Bioenergieanlagen

Für die exemplarische Berechnung von Treibhausgasemissionen wurden für mehrere Bioenergiepfade typische Bioenergieanlagen ausgewählt. Dafür dienten Anlagen aus Bioenergie-Regionen, für welche beispielhaft detaillierte Analysen durchgeführt wurden. Mit den ausgewählten Bioenergiepfaden soll eine möglichst große Bandbreite der für die Bioenergie-Regionen relevanten Konzepte abgebildet werden. Daher wurden folgende Pfade definiert:

- **Nutzung von Biogas**
 - Nutzung des Rohbiogases in einer KWK-Anlage am Ort der Biogasgewinnung,
 - Aufbereitung und Einspeisung des Rohbiogases mit anschließender Nutzung als:
 - Brennstoff zur Produktion von Strom und Wärme in einer KWK-Anlage,
 - Brennstoff zur reinen Wärmeproduktion oder
 - Kraftstoff in der mobilen Anwendung.
- **Nutzung von Festbrennstoffen:**
 - Wärmeerzeugung aus fester Biomasse (Holzpellets, Waldrestholz).

Eine Berechnung der Treibhausgasemissionen für alle Einzelanlagen der regionalen Bioenergienetze war aufgrund des großen, nachfolgend beschriebenen Arbeitsaufwandes nicht möglich.

Methodik ISO 14040 und 14044

Die potenziellen Umweltwirkungen der ausgewählten Bioenergiepfade in Bezug auf bestimmte Umweltwirkungskategorien wurden mithilfe der ISO 14040 und 14044-Methodik ermittelt, die sich mit den Ökobilanzen von Produkten beschäftigt. Es wurde die gesamte Prozesskette der Bioenergieproduktion und -nutzung, vom Substratanbau, über die Biogas-/Pelletproduktion, der

Produktion von Strom und Wärme sowie auch die Ausbringung und Verwertung der Reststoffe berücksichtigt.

Die THG-Emissionen dienen als einer der einfachsten Indikatoren für die Einschätzung der Klimafreundlichkeit der Bioenergieproduktion (vgl. 2009/28/EG). Deshalb bezieht sich die Analyse nur auf die Umweltwirkungskategorie des „Globalen Erwärmungspotenzials“ (Global Warming Potential⁸). Andere Umweltauswirkungen (z.B. Versauerungspotential, Eutrophierungspotential, kumulierter Energieaufwand, usw.) wurden nicht betrachtet. Die Normen 14040 und 14044 spezifizieren hierfür Schritt für Schritt, wie die Umweltauswirkungsberechnung durchgeführt werden (siehe Abbildung 4).

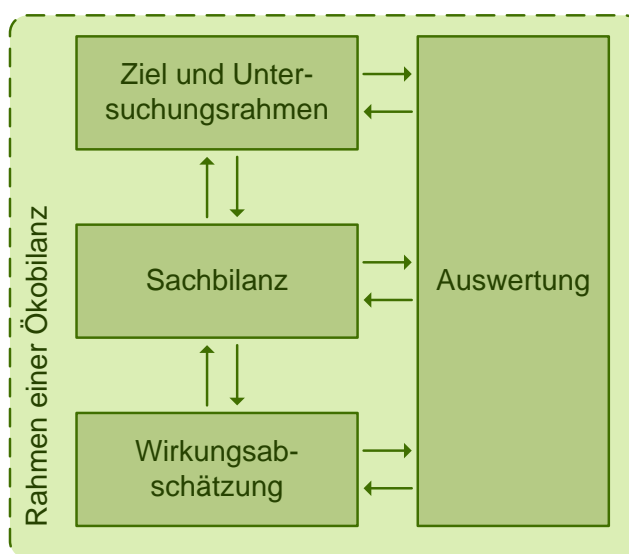


Abbildung 4: Bestandteile einer Ökobilanz nach ISO 14040
Quelle: (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO), 2006)

Im ersten Schritt der Bilanzierung werden Ziel und Untersuchungsrahmen der Studie definiert. Im Rahmen dieser Studie sollen die potenziellen Umweltwirkungen der verschiedenen Bioenergiepfade quantifiziert werden. Die Auswahl der Bioenergiepfade wurde auf Basis der Stoffstrombefragungen durchgeführt⁹. Daraufhin wurden Anlagen modelliert, die typisch für den Anlagenbestand in Bioenergie-Regionen sind.

Im zweiten Schritt, der so genannten Sachbilanz, erfolgt die Erstellung von Stoff- und Energiebilanzen für die einzelnen Prozesse innerhalb der betrachteten Systemgrenzen. Als Ergebnis dieser Sachbilanz können Emissionen der einzelnen Prozesskette bzw. des gesamten Produktsystems ermittelt werden.

⁸ Global Warming Potential: Erwärmung der Erdatmosphäre in Folge der Emission klimawirksamer Gase, wobei ausschließlich der anthropogene Treibhauseffekt betrachtet wird. Neben Kohlendioxid wird eine Reihe weiterer so genannter Treibhausgase wie bspw. Methan und Lachgas betrachtet. Da sich diese Treibhausgase in ihrer Wirkung deutlich voneinander unterscheiden werden sie mit Hilfe von so genannten Äquivalenzfaktoren in CO₂-Äquivalente umgerechnet.

⁹ Für die Modellierung der Anlagenkonzepte wurden vier Biogasanlagen und zwei Heizwerke der Bioenergie-Region Cochem-Zell ausgewählt, da diese die gewünschte Bandbreite der Konzepte repräsentierten und gleichzeitig eine vollständige Datengrundlage vorlag.

Diese werden im dritten Schritt, der so genannten Wirkungsabschätzung, unterschiedlichen Umweltwirkungskategorien zugeordnet (z.B. das Klimagas Methan in die Umweltwirkungskategorie Global Warming Potential). In der letzten Phase der Ökobilanzierung erfolgt die Auswertung und Interpretation der Bilanzierungsergebnisse.

Definition des Produktsystems

Die Beschreibung des Produktsystems ist ein wesentlicher Bestandteil bei der Definition des Ziels und des Untersuchungsrahmens der Studie und beeinflusst gleichzeitig in erheblicher Weise den Arbeitsaufwand und die Genauigkeit der Ergebnisse. In dieser Betrachtung umfassen die Systemgrenzen alle Schritte der gesamten Prozesskette von der Produktion bzw. Bereitstellung der Substrate über deren Nutzung zur Biogas-/Biomethan-/Pelletproduktion, der Biogasaufbereitung zu Biomethan und der anschließenden Biomethannutzung zur Strom- und Wärmeproduktion bzw. zur Nutzung als Biokraftstoff. Im Rahmen dieser Studie wurde der Einsatz der beiden Festbrennstoffe **Holzpellets** (bei einer 500 kW-Anlage) und **Waldrestholz** (650 kW-Anlage) für die Bereitstellung von Heizenergie untersucht. Darüber hinaus wurden bei **Biogas bzw. Biomethan** vier Nutzungsoptionen betrachtet¹⁰.

Ausgehend vom geplanten Anlagenkonzept wurde die Nutzung der Produkte Biogas und Biomethan in allen vier genannten Anwendungsformen modelliert. Die dabei getroffenen methodischen Annahmen sind beispielhaft für die Nutzungsoption „Rohbiogasnutzung zur Strom- und Wärmeproduktion“ in Abbildung 5 dargestellt.

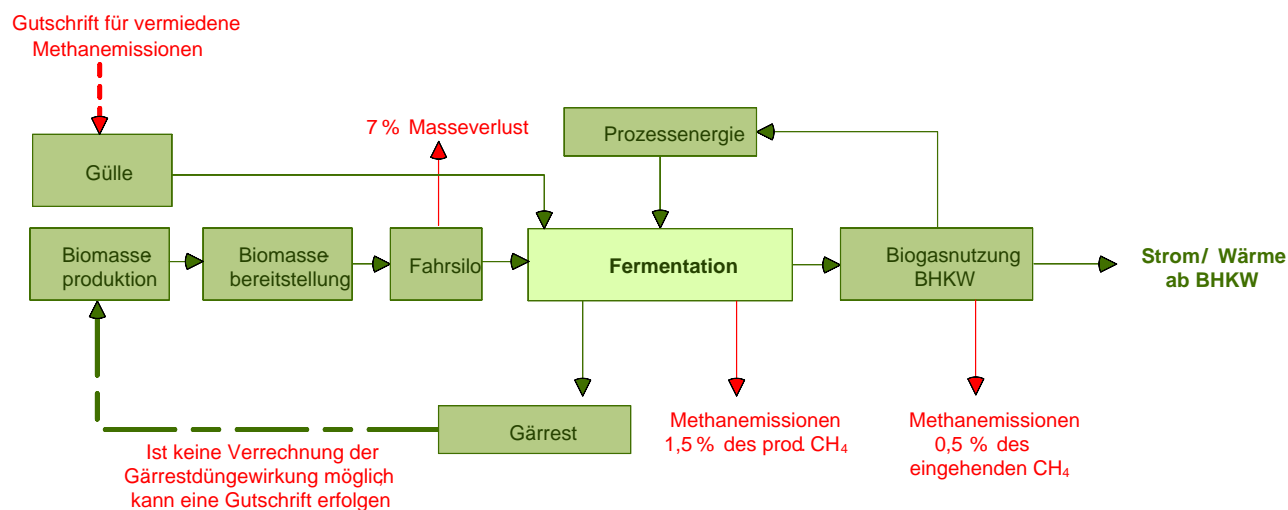


Abbildung 5: Graphische Darstellung des Produktsystems und der wichtigsten Annahmen für den Fall KWK vor Ort.
Eigene Darstellung.

¹⁰ Im Bereich der Biogasanlagen wurden Anlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von 200 kW_{el}; 250 kW_{el}; 500 kW_{el} und 750 kW_{el} betrachtet. Eine detaillierte Beschreibung dieser Anlagen befindet sich in Anhang A 3.

Methodik der Allokation bei Nebenprodukten und Vergabe von Gutschriften

In dem Prozess der Bioenergieerzeugung wird manchmal mehr als nur ein Produkt hergestellt (z.B. Strom und Wärme in einem Biogas-KWK-Prozess). In solchen Fällen müssen die berechneten Emissionen zwischen den beiden Produkten aufgeteilt werden. Im Rahmen dieses Projektes wurde die so genannte **Energieallokation** (oder energetischer Allokationsansatz) angewendet. Bei diesem Ansatz werden die Emissionen aus der Prozesskette bis zum KWK-Prozess zwischen den Produkten Strom und Wärme, auf der Basis der erzeugten und genutzten Strom- bzw. Wärmemengen aufgeteilt. Hierbei werden elektrische Arbeit und Nutzwärme vereinfacht als gleichwertig angesehen. Die Bestimmung des so genannten Allokationsfaktors (also des Verteilungsschlüssels) für den Anteil der Emissionen an der Stromproduktion (ε_{el}) bzw. der Wärmeproduktion (ε_{th}) geschieht dabei nach folgenden Gleichungen.

$$\varepsilon_{el} = \frac{n_{el}}{n_{el}+n_{th}} \quad \text{Gleichung 14}$$

und

$$\varepsilon_{th} = \frac{n_{th}}{n_{el}+n_{th}} \quad \text{Gleichung 15}$$

Dabei sind:

ε_{el} :	Allokationsfaktor Strom
n_{el} :	Menge der erzeugten elektrischen Energie
n_{th} :	Menge der erzeugten thermischen Energie

Der Vorteil dieses Ansatzes liegt in erster Linie in seiner einfachen Anwendbarkeit. Er berücksichtigt allerdings nicht die unterschiedlichen thermodynamischen „Wertigkeiten“ der beiden im KWK-Prozess erzeugten Produkte. Die energetische Allokation ist dabei sehr vorteilhaft für die Stromproduktion. Bei der exergetischen Allokation¹¹ werden normalerweise viel höhere THG-Emissionen dem Strom gutgeschrieben (siehe hierzu auch PEHNT & SCHNEIDER, 2010).

Durch den Einsatz von Gülle in Biogasanlagen wird eine konventionelle Lagerung von Gülle vermieden. Die konventionelle Lagerung verursacht normalerweise sehr hohe THG-Emissionen, weswegen dem betrachteten Produktsystem eine **Gutschrift** in Höhe der vermiedenen Emissionen angerechnet werden kann. Die Höhe dieser Gutschrift wurde mithilfe vorliegender Vergleichsdaten spezifiziert und betrug 26,35 kg CO₂-Äq. pro m³ eingesetzter Gülle (im Vergleich zum Referenzszenario, also konventionellem Güllelager und Ausbringung in nicht gasdichten Systemen).

¹¹ Die verwendete energetische Allokation weist Strom und Wärme die gleiche Wertigkeit zu. Bei der exergetischen Allokation hingegen haben Wärme und Strom unterschiedliche thermodynamische Wertigkeiten bzw. einen unterschiedlichen Exergiegehalt. Während Strom eine exergetische Wertigkeit von 1 besitzt, reduziert sich die Wertigkeit der Wärme in dem Fall auf die Höhe des Carnot-Faktors.

Neben dem Produkt Biogas/Biomethan erzeugt das bilanzierte Anlagenkonzept einen Gärrest mit wertvoller Düngewirkung. Dieser ist geeignet, den Einsatz synthetischer Düngemittel in der landwirtschaftlichen Produktion zu reduzieren. Die durch diese Reduktion potentiell vermiedenen Emissionen wurden dem Produktsystem ebenfalls gutgeschrieben. Die Höhe der Gutschrift wurde mit Hilfe von einem so genannten Biogas-Gülle-Rechner der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) (REINHOLD & PEYKER, 2009) bestimmt und ist stark von der Zusammensetzung der eingesetzten Substrate abhängig (siehe Anhang A 2). Weiterhin wurde der Düngemittelbedarf für die pflanzliche Produktion über Anbaudaten der KTBL (Tabelle 14) und DBFZ-Vergleichsdaten bestimmt.

Tabelle 14: Anbauannahmen für die Bereitstellung der Pflanzensubstrate. In Anlehnung an (KTBL, 2009b, 2013)

Substratanbau	Einheit	Mais	Gras	Roggen	Weizen	Triticale
Ertrag	t FM pro ha*a	47	39	29	32	35
Dieselvebrauch	kg pro ha*a	69	73	60	50	83
N-Düngemittel	kg pro ha*a	140	120	160	176	138
P ₂ O ₅ -Düngemittel	kg pro ha*a	80	72	116	128	100
K ₂ O-Düngemittel	kg pro ha*a	213	204	203	224	175
CaO-Düngemittel	kg pro ha*a	11	11	11	11	11
Pestizide, Herbizide, Fungizide	kg ha*a	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Saatgut	kg pro ha*a	20	-	140	140	140

Die wesentlichen Annahmen für die Modellierung der Biogas-/Biomethankonzeptes sowie für die Festbrennstoffanlagen finden sich in Anhang A 3.

4.3.5.2 Berechnung der THG-Einsparung durch Bioenergieanlagen

Im Folgenden ist die Methodik zur Berechnung der Vermeidung von Treibhausgasen dargestellt. Die THG-Einsparung ergibt sich dabei aus der Differenz zwischen den Emissionen bei der Bioenergieerzeugung und den Emissionen der jeweiligen (fossilen) Referenz. Je größer diese Differenz ist, desto besser gestaltet sich dementsprechend der Klimaschutzeffekt.

Die Höhe der Emissionen und damit der THG-Einsparung ist, wie zuvor dargestellt, jedoch von verschiedenen Faktoren abhängig. Nicht nur der Anlagentyp und die Betriebsweise der Anlage, sondern auch die individuell eingesetzten Bioenergieträger und deren Anbau bzw. Bereitstellung beeinflussen maßgeblich die CO₂-Bilanz (siehe auch Kapitel 4.3.5.1). Somit weist jede Bioenergieanlage (unter Umständen auch mit jährlich wechselnden Einsatzstoffen) unterschiedliche THG-Einsparungen auf. Die zuvor genannten Faktoren sind allerdings für den gesamtregionalen Anlagenpark unbekannt. Unter bestimmten Annahmen kann man jedoch die Treibhausgaseinsparungen durch Bioenergieanlagen für

einen Gesamtanlagenbestand abschätzen. Die Werte sind dann jedoch nicht für Einzelanlagen belastbar, sondern dienen als Näherungswerte zur Schätzung gesamtregionaler Klimaschutzeffekte.

Sollen die THG-Einsparung für eine Gesamtregion berechnet werden, kann dies vereinfacht auf Basis der Bioenergiemengen sowie angenommener pauschaler THG-Einsparungen erfolgen. So erfolgt im Bereich der flüssigen und gasförmigen Biokraftstoffe beispielsweise eine ähnliche Abschätzung auf Basis so genannter Standardwerte für verschiedene Biokraftstoffe (vgl. Richtlinie 2009/28/EG). Für die Einspareffekte der untersuchten Bioenergieanlagen können demgemäß in Anlehnung an Literaturwerte pauschale Prozentsätze angenommen werden, die mögliche Unterschiede des Rohstoffeinsatzes abbilden und den Stand der Technik repräsentieren (siehe Tabelle 15). So weist eine Kilowattstunde Strom aus Biogasanlagen durchschnittlich 75 % weniger THG-Emissionen auf, als eine Kilowattstunde der fossilen Referenz. Die hier angenommenen Werte sind als Mindesteinsparung zu verstehen. Emissionsminimierte Anlagen sowie Anlagen mit besonders emissionsarmer Rohstoffbereitstellung können darüber hinaus weitere Einsparungen erreichen (vgl. MAJER u. a., 2011).

Tabelle 15: Fossile Referenzen der Energieerzeugung und pauschale THG-Einsparungen der Bioenergieanlagen.
Quellen: ¹(GAWOR u. a., 2011, S. 5); ²(MAJER u. a., 2011, S. 67); ³(THRÄN u. a., 2010, S. 11)

	THG-Emission fossile Referenz Strom [t CO ₂ -äq/MWh _{el}]	THG-Emission fossile Referenz Wärme [t CO ₂ -äq/MWh _{th}]	angenommene durchschnittliche THG-Einsparung Strom	angenommene durchschnittliche THG-Einsparung Wärme
Heizwerk	-	0,35 ³	-	90% ³
Heizkraftwerk	0,575 ²	0,35 ³	95% ¹	95% ¹
Biogasanlage	0,575 ²	0,281 ²	75% ²	75% ²

Die Treibhausgaseinsparung einer Bioenergie-Region ergibt sich nach der zuvor erläuterten Methodik aus dem Produkt der gesamtregionalen Bioenergiemengen (siehe auch Kapitel 4.3.4) und der pauschalen THG-Einsparungen entsprechend Tabelle 15 (siehe nachfolgende Gleichung).

$$e_{THG,el} = n_{el} \cdot E_F \cdot EINSPARUNG \quad \text{Gleichung 16}$$

$$e_{THG,th} = n_{th} \cdot E_F \cdot EINSPARUNG \quad \text{Gleichung 17}$$

Dabei sind:

e_{THG} : Menge an THG-Emissionen, die eingespart wird

n_{el} : Menge der erzeugten elektrischen Energie

n_{th} : Menge der erzeugten thermischen Energie

E_F : THG-Emission fossile Referenz

EINSPARUNG: angenommene THG-Einsparung (%)

4.3.6 Erfassung regionaler Wertschöpfungseffekte

4.3.6.1 Methoden zur Erfassung regionaler Wertschöpfung durch erneuerbare Energien

Der Betrachtung von Wertschöpfungsketten (WSK) liegt die Hypothese zugrunde, dass sich durch die Mobilisierung endogener regionaler Ressourcen (energetische Nutzung von Biomasse) lokale Unternehmen in WSK organisieren. Als Ergebnis dieses Prozesses werden regionale Wertschöpfung generiert und Arbeitsplätze geschaffen bzw. erhalten.

Die Operationalisierung der Variablen „regionale Wertschöpfung“¹² kann zu einem quantitativ oder einem qualitativ orientierten Untersuchungsdesign führen. Nachfolgend wird ein knapper Überblick über verschiedene Methoden zur Quantifizierung von Wertschöpfungseffekten gegeben. Es folgt anschließend in den Kapiteln 4.3.6.2 und 4.3.6.3 eine detaillierte Erläuterung der Methoden, die im Rahmen der technisch-ökonomischen Begleitforschung entwickelt und angewendet wurden.

In Tabelle 16 sind Stärken und Schwächen unterschiedlicher Ansätze zur Ermittlung der regionalen Wertschöpfung gegenübergestellt¹³. Input-Output-Tabellen wie auch die angewandte allgemeine Gleichgewichtsanalyse stellen gängige Verfahren zur Ermittlung von Wertschöpfungseffekten dar, sind im regionalen Kontext jedoch mit einem sehr hohen (Datenbeschaffungs-)Aufwand verbunden.

Neben diesen rein ökonomischen Konzepten stellen die Stoffstromanalyse und der indikatorbasierte Ansatz Möglichkeiten dar, bottom-up-Methoden auf die Wertschöpfungsanalyse anzuwenden, die einen hohen regionalen Bezug aufweisen. Die Stoffstromanalyse zielt darauf ab, den vollständigen Einsatz von Ressourcen, der für die Befriedigung der Nachfrage eines bestimmten Produktes erforderlich ist, zu ermitteln (siehe hierzu auch Kapitel 4.3.3). Mit Hilfe der Erfassung der hierbei entstehenden finanziellen Flüsse über den gesamten Produktionsweg hinweg, können so die für die Wertschöpfungsberechnung relevanten Daten gewonnen werden. Allerdings ist die Eignung dieses Verfahrens für die Analyse volkswirtschaftlicher Effekte der Biomassenutzung bisher nur ansatzweise nachgewiesen.

¹² Unter Regionaler Wertschöpfung werden im Allgemeinen Leistungen verstanden, die innerhalb einer Region erzeugt wurden, abzüglich der von außen bezogenen Vorleistungen (vgl. AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN E. V., 2009, S. 1).

¹³ Eine detaillierte Gegenüberstellung der in Tabelle 16 aufgeführten Methoden ist dem Methodenpapier „Ermittlung regionaler Wertschöpfung aus Bioenergie. Darstellung der im Rahmen der technisch-ökonomischen Begleitforschung erarbeiteten Konzepte“ vom 11.03.2011 sowie dem 1. Zwischenbericht der technisch-ökonomischen Begleitforschung vom 17.12.2009 zu entnehmen.

Tabelle 16: Vergleich verschiedener bekannter quantitativer Methoden zur Erhebung regionaler Wertschöpfung

	Art des Ansatzes	Ergebnisqualität	Datenbeschaffung	Aufwand	Regionaler Bezug	Vergleichbarkeit
Nationale Input-Output-Analyse	top down	--	+++	++	---	++
Regionalisierte Input-Output-Analyse	top down	+	-	-	+	++
Angewandte allgemeine Gleichgewichtsanalyse	top down	+++	--	---	++	++
Stoffstrombasierte Analyse	bottom-up	++	-	+	+++	++
Indikatorbasierter Ansatz	bottom-up/ top-down	---	--	++	+++	--

Der indikatorbasierte Ansatz stellt im eigentlichen Sinne keine Berechnung von Wertschöpfung dar, sondern umfasst die Identifikation von Kennzahlen, die Hinweise auf die Ausprägung der regionalen Wertschöpfung liefern. Er ist in diesem Sinne sowohl als top-down als auch als bottom-up Ansatz zu verstehen, da sowohl regionale Daten als auch übergeordnete Daten zur Bewertung herangezogen werden können. Gleichzeitig bietet der indikatorbasierte Ansatz die Möglichkeit, spezifische regionale Aspekte vergleichend abzubilden. Darüber hinaus sind hierfür weit weniger umfangreiche regionale Daten erforderlich, so dass die Datenbeschaffung im Vergleich zu den anderen Ansätzen weniger kritisch zu beurteilen ist. Eine detaillierte Beschreibung des auf diesem Ansatz beruhenden Indikatortools befindet sich in Kapitel 4.3.7.

Eine weitere Methodik zur Bestimmung der kommunalen Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien wurde 2010 durch das Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) in Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Erneuerbare Energien erarbeitet (vgl. HIRSCHL u. a., 2010). Ziel war es, eine Methodik zu entwickeln, mit der verschiedene Technologien zur Erzeugung von erneuerbarer Energie hinsichtlich ihrer regionalen Wertschöpfungseffekte betrachtet werden können.

Die entwickelte Methodik wurde in einen „Wertschöpfungsrechner“ überführt, der online frei verfügbar ist. Hier können sowohl Wertschöpfungs- als auch Klimaschutz- und Beschäftigungseffekte eines gesamten regionalen Anlagenparks oder einzelner Wertschöpfungsketten berechnet werden. Die Wertschöpfungseffekte umfassen dabei:

- Unternehmensgewinne (Nettogewinne nach Steuern der beteiligten Unternehmen in der Kommune),
- Einkommen aus Beschäftigung (Nettoeinkommen von Beschäftigten in der Kommune) und
- Kommunale Steuereinnahmen (Gewerbesteuer auf Unternehmensgewinne und Anteile an der Einkommensteuer).

Die Berechnungen des IÖW basieren auf Durchschnittswerten bestimmter Anlagentypen und sind daher nicht anlagenscharf. Zudem werden die Wertschöpfungsstufen der Rohstoffbereitstellung, Aufbereitung, Logistik und des Handels mit Biomasse nicht oder nur teilweise betrachtet.

Im Zuge der technisch-ökonomischen Begleitforschung wurden durch das DBFZ Kennzahlen zur Abschätzung von direkten (Brutto-)Beschäftigungseffekten an Bioenergieanlagen ermittelt (siehe Kapitel 4.3.6.2). Darüber hinaus fand eine Untersuchung der in den Regionen vorhandenen Wertschöpfungsketten mit den umgesetzten und geplanten Maßnahmen auf den jeweiligen Wertschöpfungsstufen statt (siehe Kapitel 4.3.6.3).

4.3.6.2 Arbeitsplatzeffekte an den Bioenergieanlagen

Stand der Forschung und Vorüberlegungen zur Methodenwahl

Die Beschäftigungseffekte stellen einen Teil der Wertschöpfung durch erneuerbare Energien dar. Hierbei wird nach direkten und indirekten sowie nach Brutto- und Nettobeschäftigungseffekten unterschieden. Direkte Beschäftigungseffekte entstehen „...in spezialisierten Betrieben für die Herstellung von Anlagen bzw. für den Betrieb und die Wartung der installierten Anlagen...“ (ULRICH u. a., 2012, S. 12). Indirekte Beschäftigung wird durch die Vorleistungen¹⁴, die diese Betriebe nachfragen, generiert (vgl. ULRICH u. a., 2012, S. 12). Über die zusätzliche Betrachtung der Bilanz positiver und negativer (Arbeitsplatz-)Effekte gelangt man von der Brutto- zur Nettobeschäftigung (vgl. ULRICH u. a., 2012, S. 34).

Zur Ermittlung der unterschiedlichen Beschäftigungseffekte im Zuge des Ausbaus der erneuerbaren Energien wurden (insbesondere im Auftrag des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)) seit 2006 verschiedene Studien durchgeführt (siehe hierzu z.B. KRATZAT u. a., 2008; O'SULLIVAN u. a., 2012; STAIB u. a., 2006). Eine sehr umfangreiche Betrachtung der Brutto- und Nettoeffekte auf Bundesebene wurde durch LEHR u.a. (2011) in den Jahren 2008 bis 2011 durchgeführt. Diese Untersuchung stützt sich auf eine sehr breite Unternehmensbefragung, womit sie sich in ihrer empirischen Validität von anderen, theoretischen Untersuchungsdesigns abhebt. Aufbauend auf diesen Arbeiten fand durch ULRICH u.a. (2012) eine Betrachtung der direkten und indirekten Bruttobeschäftigungseffekte durch erneuerbare Energien auf Bundesländerebene statt. Die Identifizierung der indirekten Beschäftigung erfolgte hierbei durch eine Schätzung mithilfe des Input-Output-Ansatzes. Zur Abschätzung der Nettobeschäftigungseffekte wäre die Erstellung eines Referenzszenarios einer Beschäftigungssituation ohne den Ausbau der erneuerbaren Energien notwendig gewesen. Dieses existiert jedoch auf Bundesländerebene jedoch (noch) nicht (vgl. ULRICH u. a., 2012, S. 34).

Vor dem Hintergrund der skizzierten methodischen Herausforderungen, gestaltet es sich insgesamt problematisch, Arbeitsplatzeffekte, und insbesondere indirekte, auf regionaler Ebene für die

¹⁴ Unter die Erbringung von Vorleistungen fällt auch die Brenn- und Kraftstoffbereitstellung.

energetische Nutzung von Biomasse darzustellen. Dies gründet insbesondere auf folgenden Herausforderungen (siehe hierzu auch Kapitel 4.2):

- (intra- und interregionale) Lieferverflechtungen lassen sich in kleinteiligen Regionen nur mit sehr großem Aufwand abbilden. Dies trifft insbesondere auf den Bereich der Bioenergiebereitstellung zu, da hier – im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energien – relativ lange Wertschöpfungsketten betrachtet werden müssen.
- Daten aus Unternehmensbefragungen zu den Beschäftigungseffekten erneuerbarer Energien liegen lediglich auf Bundesebene vor. Um eine regionale Betrachtung zu ermöglichen, wäre eine sehr umfangreiche Primärdatenerhebung notwendig.
- Die Entwicklung kleinteiliger Referenzszenarien zur Ermittlung der Nettoeffekte (s.o.) auf regionaler Ebene ist kaum oder nur mit sehr großen Unsicherheiten hinsichtlich der Modellannahmen unterschiedlicher regionaler Entwicklungspfade möglich.

Im Rahmen der technisch-ökonomischen Begleitforschung wurde folglich davon abgesehen, die verbreitete Methodik des Input-Output-Ansatzes zur Berechnung der Beschäftigungseffekte auf die Ebene der Bioenergie-Regionen zu übertragen. Um dennoch (praxisnahe) Abschätzungen der direkten (Brutto-)Beschäftigung durch den Betrieb der Bioenergieanlagen anstellen zu können, wurden im Zuge der dritten Stoffstromerhebung Arbeitsplatzdaten bei den Anlagenbetreibern abgefragt und verschiedenen Anlagengrößenklassen zugeordnet.

Ermittlung von Kennzahlen zur Darstellung der direkten Bruttobeschäftigung an Bioenergieanlagen

Ziel der Betrachtungen war es, Kennziffern zur Schaffung neuer Arbeitsplätze für verschiedene Anlagengrößenklassen zu ermitteln, welche zur Abschätzung der direkten Bruttobeschäftigung an Bioenergieanlagen dienen können.

Im Zuge der Stoffstrombefragung im Jahr 2012¹⁵ wurde bei Betreibern von Biogasanlagen, Heizwerken und Heizkraftwerken mit einer zusätzlichen Frage auch abgefragt, ob und in welchem Umfang durch die Errichtung der Anlage neue Arbeitsplätze geschaffen wurden. Hierbei konnte zwischen Arbeitsplätzen beim Betrieb der Anlage, in der Verwaltung und sonstigen unterschieden werden. Letztere konnten in einem freien Feld näher bezeichnet werden.

Der Anteil, der für die Identifizierung der Arbeitsplatzeffekte relevanten Fälle an der Stichprobe der Erhebung lag im Durchschnitt über alle Anlagentypen bei 27 % (siehe Tabelle 17). Hierbei lag die Quote der Biogasanlagen leicht darüber, jene der Heizwerke jedoch unter diesem Durchschnitt. Die verwertbare Fallzahl für Heizkraftwerke ist mit sieben sehr gering, weshalb alle diesbezüglichen Aussagen mit einer gewissen Vorsicht interpretiert werden sollten.

¹⁵ Zur generellen Durchführung der Stoffstromerhebungen siehe Kapitel 4.3.3.

Tabelle 17: Rücklauf der 3. Stoffstromerhebung (2012) und verwertbare Fälle zur Identifizierung von Arbeitsplatzeffekten.

	Biogasanlage	Heizwerk	Heizkraftwerk	Summe
Stichprobe	344	185	22	551
Rücklauf	141	94	8	243
Verwertbar für Arbeitsplatzeffekte*	100	42	7	149
<i>Anteil an Stichprobe</i>	29,1%	22,7%	31,8%	27,0%

*für jeweiligen Datensatz waren Angaben zu Arbeitsplätzen und installierter Leistung vorhanden

Um generalisierbare Aussagen zu den direkten Arbeitsplatzeffekten der unterschiedlichen Bioenergieanlagen treffen zu können, wurden für alle Anlagentypen Größenklassen definiert. Diese orientieren sich an Einteilungen aus EEG-Monitoringberichten (siehe WITT u. a., 2012), um die Repräsentativität der herangezogenen Daten zu überprüfen (siehe hierzu auch Tabelle 18 bis Tabelle 20).

Der Rücklauf im Bereich der Biogasanlagen entspricht relativ gut der deutschlandweiten Anlagenverteilung (siehe Tabelle 18). Kleinere Anlagen im Leistungsbereich $\leq 150 \text{ kW}_{\text{el}}$ sind jedoch etwas unterrepräsentiert. Der Schwerpunkt der Betrachtungen liegt bei den Biogasanlagen im Bereich von 151 bis $500 \text{ kW}_{\text{el}}$.

 Tabelle 18: Betrachtete Fälle zur Identifizierung von Arbeitsplatzeffekten durch **Biogasanlagen** nach Größenklassen. Quelle Gesamtanlagenbestand Deutschland: (WITT u. a., 2012, S. 47)

Größenklassen nach installierter elektrischer Anlagenleistung (kW_{el})	betrachtete Anlagen		Verteilung Gesamtanlagenbestand Deutschland
	Anzahl	Verteilung auf Größenklassen	
≤ 70	3	3 %	10 %
71 - 150	5	5 %	11 %
151 - 500	62	62 %	61 %
501 - 1.000	21	21 %	14 %
> 1.000	9	9 %	4 %
Summe	100	100 %	100 %

Im Bereich der Heizwerke liegt der Verteilungsschwerpunkt der erhobenen Daten analog zum Deutschlanddurchschnitt im Bereich der Anlagen zwischen 100 und 500 kW_{th} (siehe Tabelle 19). Die Daten aus den Bioenergie-Regionen sind im Bereich der Heizwerke mit einer Leistung von >500 kW_{th} jedoch überrepräsentiert.

Tabelle 19: Betrachte Fälle zur Identifizierung von Arbeitsplatzeffekten durch **Heizwerke** nach Größenklassen. Quelle Gesamtanlagenbestand Deutschland: ZIV: Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks: Ergebnisse der Festbrennstoffmessung bei Staubauswurf (EB-Werte) und CO-Emissionen, Sankt Augustin 2012, unveröffentlicht.

Größenklassen nach installierter thermischer Anlagenleistung (kW _{th})	betrachtete Anlagen		Verteilung Gesamtanlagenbestand Deutschland
	Anzahl	Verteilung auf Größenklassen	
100 - 500	25	60 %	85 %
>500	17	40 %	15 %
Summe	42	100 %	100 %

Die Daten der Arbeitsplatzeffekte durch die Errichtung von Heizkraftwerken entsprechen in ihrer Verteilung nach Größenklassen nicht dem deutschen Durchschnitt (siehe Tabelle 20), was sich auf den geringen Stichprobenumfang zurückführen lässt. Die Schwerpunkte der erhobenen Daten liegen im Bereich von >150 und 500 kW_{el} sowie von >5.000 bis 10.000 kW_{el}. Der Anlagenpark in Gesamtdeutschland orientiert sich hingegen im mittleren Leistungssegment von >1.000 bis 5.000 kW_{el}.

Tabelle 20: Betrachte Fälle zur Identifizierung von Arbeitsplatzeffekten durch **Heizkraftwerke** nach Größenklassen. Quelle Gesamtanlagenbestand Deutschland: (WITT u. a., 2012, S. 6)

Größenklassen nach installierter elektrischer Anlagenleistung (kW _{el})	betrachtete Anlagen		Verteilung Gesamtanlagenbestand Deutschland
	Anzahl	Verteilung auf Größenklassen	
≤150	0	0 %	2 %
>150 - 500	3	43 %	10 %
>500 - 1.000	0	0 %	18 %
>1.000 - 5.000	0	0 %	37 %
>5.000 - 1.0000	3	43 %	18 %
>10.000	1	14 %	16 %

Summe	7	100 %	100 %
--------------	----------	--------------	--------------

Die über die Stoffstrombefragung erhobenen Angaben zu den Arbeitsplatzeffekten wurden den entsprechenden Größenklassen zugewiesen und aufbereitet. Die Darstellung dieser Kennzahlen findet sich in Kapitel 7.2.

4.3.6.3 Erfassung regionaler Wertschöpfungsketten

Eine im Gegensatz zu den in Kapitel 4.3.6.1 beschriebenen Methoden vielmehr qualitative Abbildung der regionalen Wertschöpfungseffekte kann über die Darstellung von Wertschöpfungsketten (WSK) erfolgen. Diesem Vorgehen liegt die Überlegung zugrunde, dass sich die regionalen Bioenergienetzwerke in Maßnahmen und Projekten auf verschiedenen Stufen der biogenen WSK niederschlagen. Es ist davon auszugehen, dass die so entstehenden Strukturen zu einer langfristigen Etablierung der Bioenergienutzung in der Region beitragen. Eine genaue Quantifizierung der Wertschöpfungseffekte ist hier nachrangig. Je umfangreicher jedoch eine Wertschöpfungsstufe (WSS) in einer Region ausgebildet ist, desto nachhaltiger - im Sinne einer langfristigen Beständigkeit - sind positive Effekte für die Region abzusehen.

Vor diesem Hintergrund galt es aufzuzeigen, welche WSK und Wertschöpfungsstufen (WSS) in den Bioenergie-Regionen vorhanden sind und wie sie sich über den Wettbewerbszeitraum hin entwickelt haben. Darüber hinaus sollte durch die Verortung von Projekten und Maßnahmen auf den einzelnen WSS eine bestimmte „Themenkonjunktur“ in den Bioenergie-Regionen dargestellt werden. Dies bezog sich sowohl auf die zurückliegenden drei Jahre des Wettbewerbs als auch auf zukünftige Schwerpunkte, die im Rahmen der 2. Förderphase von Bedeutung sein werden.

Da sich die Bioenergie-Regionen in ihren inhaltlichen Schwerpunkten teilweise sehr stark unterschieden, jedoch auf ihre individuellen Projekte eingegangen werden sollte, erfolgte die Beschreibung der Wertschöpfungsketten qualitativ. Auf Grundlage der REK wurden zunächst die in den Regionen zu Wettbewerbsbeginn geplanten Maßnahmen den WSS der drei WSK Holz, Biogas und Pflanzenöl zugeordnet (siehe Tabelle 21)

Tabelle 21: Übersicht über die untersuchten Wertschöpfungsketten und Wertschöpfungsstufen.

WSS	WSK Holz (Festbrennstoffe)	WSK Biogas	WSK Pflanzenöl
1	Rohstoffe	Rohstoffe	Rohstoffe
2	Aufbereitung	Logistik	Aufbereitung
3	Logistik	Biogasanlage	Logistik
4	Handel	Aufbereitung BHKW/Gärrest	Handel
5	Energieproduktion	Energieproduktion	Energieproduktion
6	Verkauf Produkte	Verkauf Produkte	Verkauf Produkte

Anschließend wurden die Regionalmanager der 25 Bioenergie-Regionen gebeten, in einem vorausgefüllten Fragebogen anzugeben bzw. zu überprüfen, welche Maßnahmen/Projekte in ihrer Region bereits vorhanden bzw. in Planung sind. Diese erste Erhebung fand im Frühjahr 2009 statt.

Um die Entwicklung bzw. Etablierung der WSS in den Regionen darstellen zu können, wurde im Frühjahr 2012 eine erneute schriftliche Befragung der Regionalmanager durchgeführt. Die Angaben aus der ersten Befragung dienten dabei als Grundlage und wurden als Maßnahmen/Projekte, die „vor dem Wettbewerb vorhanden“ waren bzw. deren „Etablierung im REK vorgesehen“ war in den neuen Fragebogen übernommen. Die Regionalmanager wurden gebeten, für jede Maßnahme / für jedes Projekt zu bewerten, ob sie „aktuell [in der Region] vorhanden“ oder ein „weiterer Ausbau geplant“¹⁶ ist. Ferner wurde abgefragt, ob die bis zum Befragungszeitraum umgesetzten Maßnahmen von den Planungen des REK abweichen und ggf. um eine kurze Erläuterung gebeten.

An beiden Befragungen nahmen alle Regionalmanager teil, sodass es sich um eine Vollerhebung aller Bioenergie-Regionen handelt. Die Ergebnisse wurden auf Plausibilität hin überprüft - in mehreren Fällen musste im Sommer/Herbst 2012 eine Nacherhebung durchgeführt werden.

4.3.7 Abbildung der regionalen Bioenergieentwicklung (Indikatortool)

Vor dem Hintergrund der unsicheren Datengrundlage in vielen Bioenergie-Regionen und den in Kapitel 4.2 genannten Herausforderungen, wurde ein Weg gesucht, mit dem die Bioenergieentwicklung in den einzelnen Regionen erfasst und dargestellt werden kann. Ziel war es, eine einfache und transparente Methodik zu entwickeln, mit der den Regionen eine Möglichkeit zur Selbstevaluation gegeben werden kann. Dabei soll die regionale Entwicklung erfasst, kontrolliert und verglichen werden können.

Über ein Indikatorensystem ist die Abbildung der verschiedenen regionalen Aspekte möglich. Hierzu wurden in einem ersten Schritt Indikatoren mit einer hohen Relevanz für die bioenergiebasierte Wirtschaftsentwicklung identifiziert. Diese können durch statistische und regionale Daten in jeder Bioenergie-Region beschrieben werden. Ein Vergleich unterschiedlicher Bezugseinheiten bzw. Regionen ist über die Normierung der jeweiligen Indikatoren durch einen Bezugswert (z.B. die landwirtschaftliche Fläche der Bioenergie-Region) möglich.

Insgesamt wurden 60 Indikatoren definiert, über die die regionale Bioenergieentwicklung beschrieben werden kann. Hierbei wurden nicht nur die „harten Fakten“ wie die regionale Bioenergienutzung oder die Entwicklung der regionalen (Bioenergie-)Wirtschaft betrachtet, sondern auch auf die „weichen Faktoren“ wie Infrastruktur und Öffentlichkeitsarbeit eingegangen. Eine Übersicht über die Kategorien des Indikorensystems ist Abbildung 6 zu entnehmen.

¹⁶ Wenn eine Maßnahme noch nicht in der Region vorhanden war, ist die Formulierung „weiterer Ausbau geplant“ als „Aufbau“, bzw. „Etablierung“ dieser Maßnahme bzw. des Projektes zu verstehen.

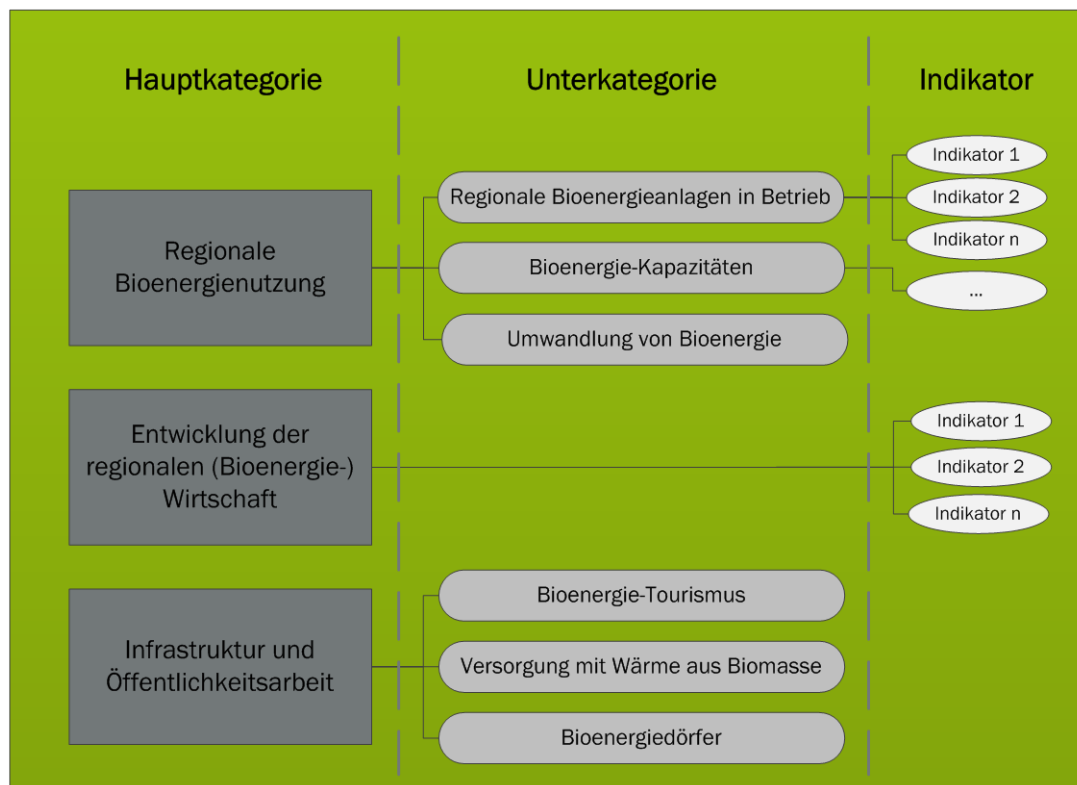


Abbildung 6: Konzeptionelle Struktur des Indikatortools.
Eigene Darstellung DBFZ

Um den Regionen zu ermöglichen, die jeweiligen Schwerpunktsetzungen abzubilden, wurden die Indikatoren in 14 Pflicht-, 13 Wahlpflicht- und 24 freiwillige Indikatoren unterteilt. Zusätzlich müssen noch Angaben zu 9 regionsspezifischen Bezugswerten gemacht werden, um eine spätere Normierung der Werte zu gewährleisten. Eine Gesamtübersicht über alle Indikatoren befindet sich in Anhang A 4.

Das Indikatorensystem wurde auf Excel-Basis entwickelt und in vier Bioenergie-Regionen getestet. Das hierbei erhaltene Feedback floss in die weiteren Arbeiten ein. Um den Regionalmanagern eine komfortable Nutzung des Indikatorensystems zu ermöglichen, wurde die Methodik nach Rücksprache mit der FNR im Winter 2011/2012 in eine webbrowsersbasierte Onlineanwendung überführt. Hier können die Nutzer für jedes Jahr einen Datensatz eingeben und verwalten. Jederzeit können Indikatoren sowohl grafisch als auch tabellarisch ausgewertet werden. Auch der Vergleich mit bundesdeutschen Durchschnittswerten ist möglich. Das Tool kann unter <http://bioenergie-regionen.dbfz.de/> aufgerufen werden.

Eine weiterführende Beschreibung des Arbeitsstands zum Indikatortool geht aus Kapitel 6.8 hervor.

4.4 Methodenreflexion

Eine der zentralen Herausforderungen der Begleitforschung zum Wettbewerb Bioenergie-Regionen bestand darin, dem Maßstab der regionalen Betrachtungsebene bei der Auswahl der Methodik ausreichend Rechnung tragen zu können. Aufgrund der unterschiedlichen Größe der Regionen musste zudem die Vergleichbarkeit immer über eine Normierung der regionalen Kennziffern erfolgen. Zudem war durch die von den Bioenergie-Regionen selbst gesetzte Gebietskulisse ein geographischer Ausschnitt gewählt worden, der nicht immer mit den administrativen Grenzen übereinstimmte. Diese Regionsabgrenzung diente ausschließlich als Betrachtungsraum für die Fragestellungen der Begleitforschung. In Bezug auf die Aussagen zur Regionalität der eingesetzten Brennstoffe bzw. Substrate wären Entfernungsradien jedoch ein eindeutigeres Maß gewesen.

Weiterhin gestaltete sich der Zugang zu regionalen (Bioenergie-)Daten als permanente Herausforderung. Hier benötigte es zunächst einige Zeit, bis sich die Akteure in den Regionen bestimmte Datenquellen erschließen konnten bzw. bis sich ein einheitliches Begriffsverständnis herausgebildet hatte. Hierbei sei auch angemerkt, dass der Zugang zu regionalen Daten in den einzelnen Regionen nach wie vor sehr unterschiedlich ausgeprägt ist.

Die Stoffstromerhebungen stellen grundlegend eine sehr gute Möglichkeit dar, Informationen über die (Roh-)Stoff- und Energieströme einer Region zu erlangen. Sie setzen an der Basis, also bei den Energieanlagen und den Brennstoffhändlern an. Das ermöglicht zwar eine sehr gute und differenzierte Datenausgangslage, setzt zugleich jedoch auch einen sehr hohen Erhebungsaufwand voraus. Die vorhandenen Einzelanlagendaten ermöglichen es dann jedoch auch, neben den Stoffströmen weitere Aussagen zu bestimmten Wertschöpfungsketten zu treffen. Dies betrifft z.B. die Ableitung von Beschäftigungseffekten über anlagenspezifische Kennzahlen und den aufgewendeten Rohstoffeinsatz oder die Bewertung der Regionalität der eingesetzten Rohstoffe.

Differenzierter sollte die Stichprobenziehung der Stoffstrombefragungen betrachtet werden: Der Netzwerkbezug der befragten Anlagenbetreiber und Brennstoffproduzenten trug in erster Linie dem Kerngedanken der Bioenergie-Regionen-Förderung Rechnung. Er erwies sich jedoch auch als problematisch, da durch die bewusste Auswahl der Befragungsteilnehmer durch die Regionalmanagements ein nicht unbedingt repräsentatives Abbild des jeweiligen regionalen Anlagenbestands entstand. Dies wiederum erschwerte die Hochrechnung auf die Ebene der gesamten Bioenergie-Region. Dieses Vorgehen wurde bislang meist nur auf Bundeslandebene, etwa im Kontext von Clusterstudien im Bereich der Forstwirtschaft, angewendet. Auf dieser Maßstabsebene sind Aggregationen von Stoffströmen jedoch weniger anfällig für Hochrechnungs- und Prognosefehler, als auf der teils sehr kleinteiligen regionalen Ebene. Da sich die Stichprobenzusammensetzung in den unterschiedlichen Erhebungsjahren mit dem wachsenden Akteursnetzwerk in den Bioenergie-Regionen veränderte, wurde zudem die Darstellung einer eindeutigen, anlagenspezifischen Entwicklung erschwert.

Eine weitere Herausforderung bestand darin, dass die zu betrachtenden Regionen teilweise sehr klein bzw. ihre Anlagenstruktur sehr heterogen sind. Die Gesamtstichprobe unterlag daher mit 25 Regionen und 5 Betrachtungsgruppen (verschiedene Bioenergieanlagen und Brennstoffproduzenten) einer mehrfachen Schichtung. Hieraus entstanden in der Auswertung teilweise sehr kleine Fallgruppen. Vor diesem Hintergrund konnten Fragestellungen nicht immer für alle Bioenergie-Regionen differenziert,

sondern oftmals nur in aggregierter Form über alle Regionen betrachtet werden. Vergleiche zwischen Regionen oder Erhebungszeitpunkten konnten aufgrund der angesprochenen Normierungsproblematik nur über prozentuale Angaben, weniger über absolute Werte veranschaulicht werden.

Zur zukünftigen Betrachtung von Stoffströmen in heterogen strukturierten und dimensionierten Regionen empfiehlt es sich daher entweder den Stichprobenumfang erheblich zu vergrößern oder die Auswahl anhand bekannter (Anlagen-)Merkmale zu treffen. Letzteres war zum Zeitpunkt der ersten Stoffstrombefragungen aufgrund des nur dürftig bekannten regionalen Anlagenbestands jedoch noch nicht möglich. Bei beiden Optionen hätte der Netzwerkgedanke der Fördermaßnahme jedoch nicht die gewünschte Berücksichtigung finden können.

Die wichtigste Grundlage bzw. das übergeordnete Ziel des Wettbewerbs Bioenergie-Regionen bildet die Reduzierung des Treibhausgasausstoßes. Die im Rahmen der technisch-ökonomischen Begleitforschung durchgeführten Berechnungen der Treibhausgaseinsparungen können hier nur als annähernde Bemessungsgrundlage zur Beschreibung des Klimaschutzeffektes dienen. Sie fußen auf zahlreichen Annahmen und Verallgemeinerungen. Eindeutige Aussagen ließen sich nur über jeweilige Einzelfallanalysen treffen. Hierfür müsste jede Bioenergieanlage mit ihrem jeweiligen Bereitstellungs- und Energieerzeugungskonzept betrachtet werden. Eine solch dezidierte Betrachtung war im Rahmen dieser Arbeiten jedoch nicht vorgesehen.

Ähnlich komplex bzw. arbeitsintensiv gestaltet sich auch die Bezifferung der regionalen Wertschöpfungseffekte durch den Ausbau der Bioenergienutzung. Die Untersuchung zu direkten (Brutto-)Arbeitsplatzeffekten dient als Annäherung an „Faustzahlen“ für unterschiedliche Anlagentypen und Größenklassen. Diese Zahlen sollten jedoch durch weiterführende empirische Untersuchungen verifiziert werden. Eine ganzheitliche Darstellung der Wertschöpfungseffekte unter Miteinbezug der indirekten Effekte sowie der Nettobeschäftigung setzt eine sehr aufwändige Datenerhebung und Modellierung auf regionaler Ebene voraus. Eine solche Untersuchung wird jedoch als sinnvoll erachtet, da nur auf diesem Wege auch mögliche Verdrängungseffekte durch die energetische Nutzung von Bioenergie mit abgebildet werden können.

Teil B Ergebnisdarstellung und -diskussion

Nach der Erläuterung der Hintergründe und methodischen Vorgehensweise in Teil A, werden im Hauptteil dieses Berichts die Ergebnisse der technisch-ökonomischen Begleitforschung vorgestellt und anschließend diskutiert. Hierbei werden in Kapitel 5 zunächst die unterschiedlichen Ausgangssituationen in den Bioenergie-Regionen zu Wettbewerbsbeginn dargestellt. Im darauf folgenden 6. Kapitel geht es um die konkrete Bioenergieentwicklung in den Regionen. Hier werden der Anlagenbestand sowie die Energieerzeugung und der -verbrauch näher betrachtet und schwerpunktmäßig auf die in Bioenergieanlagen erzeugte Wärme eingegangen. Ebenso erfolgen Auswertungen zum technischen Fortschritt und dem Rohstoffeinsatz in den Regionen. Darüber hinaus wird auch die Interaktion zwischen Regionalmanagement und Netzwerkpartnern, welche aus den Stoffstrombefragungen abzuleiten war, betrachtet. Kapitel 7 widmet sich dem Themenfeld der regionalen Wertschöpfung und stellt die Entwicklung der Wertschöpfungsketten in den Regionen sowie Kennzahlen zu direkten Brutto-Beschäftigungseffekten dar. Neben diesen regionalwirtschaftlichen Fragestellungen werden schließlich in Kapitel 8 die Klimaschutzeffekte der Bioenergienutzung in den Regionen thematisiert.

5 Regionale Ausgangssituation(en)

In den Bioenergie-Regionen wurden zu Beginn der Förderung umfangreiche Grunddaten erhoben, mit denen die Regionen charakterisiert werden können. Die nachfolgend aufgeführten Ergebnisse sollen zudem dazu dienen die in diesem Endbericht vorgestellten Gesamtergebnisse besser einordnen zu können.

5.1 Flächengröße und Landnutzung der Bioenergie-Regionen

Die in den Bioenergie-Regionen zur Verfügung stehende Fläche ist eine wichtige Voraussetzung für die Bereitstellung von Biomasse. Wie bereits in Kapitel 4.2 erwähnt, gestaltet sich dies in den Regionen sehr heterogen. So umfasst die Mecklenburgische Seenplatte als größte Bioenergie-Region 581.076 ha, wohingegen sich die flächenmäßig kleinste Region (Ludwigsfelde) nur auf 10.932 ha erstreckt (siehe Abbildung 7). Durchschnittlich sind die Regionen gut 200.000 ha groß, wobei 10 Regionen über und 15 Regionen unter diesem Wert liegen. Zusammen bedecken die 25 Bioenergie-Regionen etwa 14 % der Fläche Deutschlands.

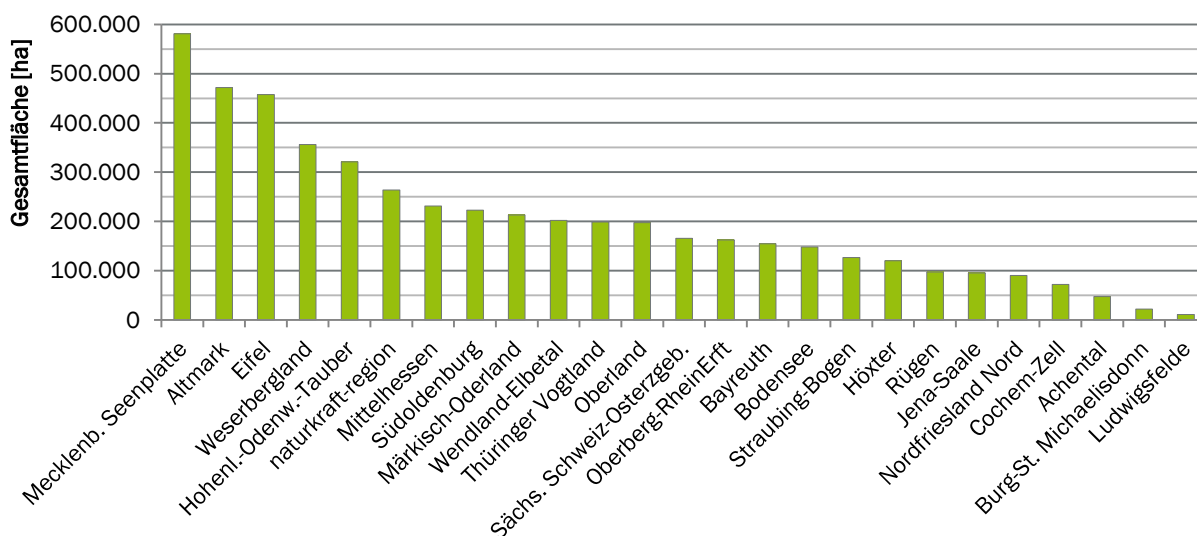


Abbildung 7: Gesamtfläche der Bioenergie-Regionen im Vergleich (Datenstand: 2007/08).
Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: GENESIS-Online.

Der absolute und der relative Anteil der land- und forstwirtschaftlichen Flächen¹⁷ stellen ein maßgebliches Indiz für die Höhe der regionalen Biomassepotenziale dar. Wie Abbildung 8 zeigt, zeichnet sich eine überwiegende Mehrheit der Bioenergie-Regionen durch einen hohen Anteil an land- und forstwirtschaftlichen Flächen an der Gesamtfläche aus.

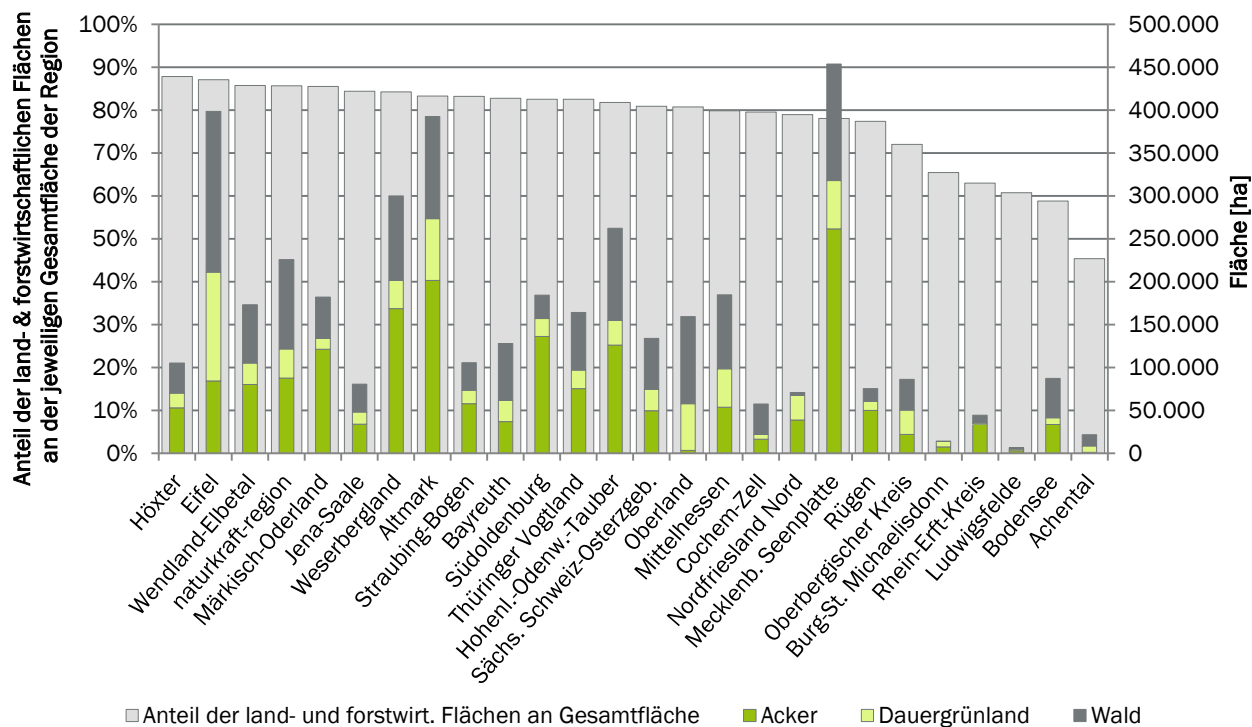


Abbildung 8: Absoluter Anteil der land- und forstwirtschaftlichen Flächen an der Gesamtfläche der Region und Verteilung der Flächen auf Acker, Dauergrünland und Wald in den Bioenergie-Regionen (Datenstand: 2007/08).
Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: GENESIS-Online.

Weiterhin zeigt sich, dass in den meisten Bioenergie-Regionen die landwirtschaftlichen Flächen gegenüber den forstwirtschaftlichen dominieren. Im relativen Vergleich (siehe Abbildung 9) übersteigt lediglich in den Regionen Bayreuth, Cochem-Zell, Oberland, Bodensee und Achental der Anteil der Waldflächen an der Gesamtfläche jenen Anteil der landwirtschaftlichen Flächen. In den stark landwirtschaftlich geprägten Regionen Nordfriesland Nord und Süddoldenburg ist hingegen der relative Waldanteil verschwindend gering.

¹⁷ Unter „landwirtschaftlicher Fläche“ werden hier Ackerflächen und Dauergrünland zusammengefasst.

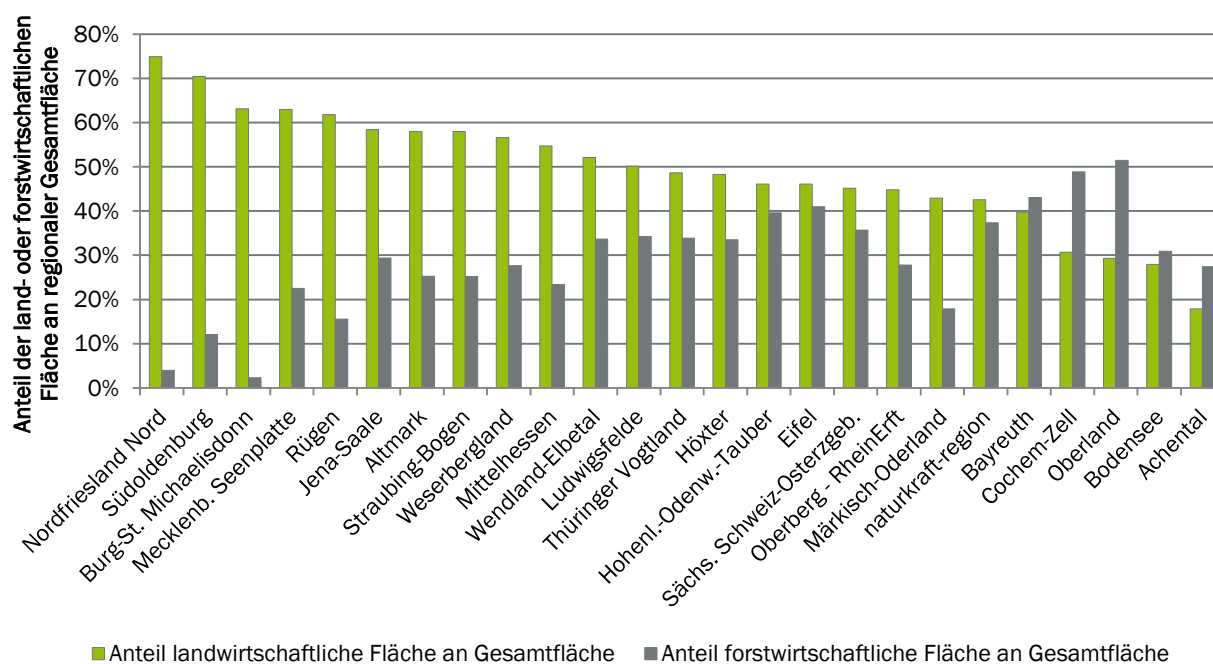


Abbildung 9: Anteil der landwirtschaftlichen (Acker und Dauergrünland) und forstwirtschaftlichen Flächen an der jeweiligen Gesamtfläche der Bioenergie-Regionen (Datenstand: 2007/08).
Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: GENESIS-Online.

In Abhängigkeit dieser naturräumlichen Ausstattung bzw. der kulturlandschaftlichen Bewirtschaftung der unterschiedlich vorhandenen Flächen, verfügen die Bioenergie-Regionen über ein bestimmtes Biomassepotenzial und können daran ihre regionalen Strategien und Ziele zur energetischen Biomasse-nutzung ausrichten.

5.2 Einwohner und Raumkategorien

Neben der flächenhaften Ausdehnung lassen sich die Bioenergie-Regionen auch anhand ihrer Einwohnerzahlen charakterisieren. Bei dieser Betrachtung ist die Region Oberberg - RheinErft mit knapp 750.000 Einwohnern die größte und Ludwigsfelde mit knapp 24.000 Einwohnern die kleinste Bioenergie-Region. Insgesamt wohnen in den 25 Bioenergie-Regionen beinahe 6 Mio. Menschen, was im Jahr 2008 7 % der deutschen Gesamtbevölkerung entsprach (vgl. STATISTISCHES BUNDESAMT, 2013a).

Betrachtet man nun sowohl die Regionsflächen als auch die Einwohner, so gibt die Bevölkerungsdichte Auskunft über Konzentrationsprozesse in den Regionen. In Abbildung 10 ist die Bevölkerungsdichte für die einzelnen Bioenergie-Regionen dargestellt. Lediglich die Regionen Bodensee und Oberberg - RheinErft weisen hier eine höhere Bevölkerungsdichte als der bundesdeutsche Durchschnitt (ca. 230 Einwohner je km² im Jahr 2008) auf. Die überwiegende Zahl der anderen Bioenergie-Regionen liegt im ländlich geprägten Raum. Dies zeigt sich auch bei der Betrachtung der siedlungsstrukturellen Regionstypen, nach denen die Lage der Regionen anhand der Bevölkerungsdichte eingeteilt werden kann (vgl. BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG, 2013).

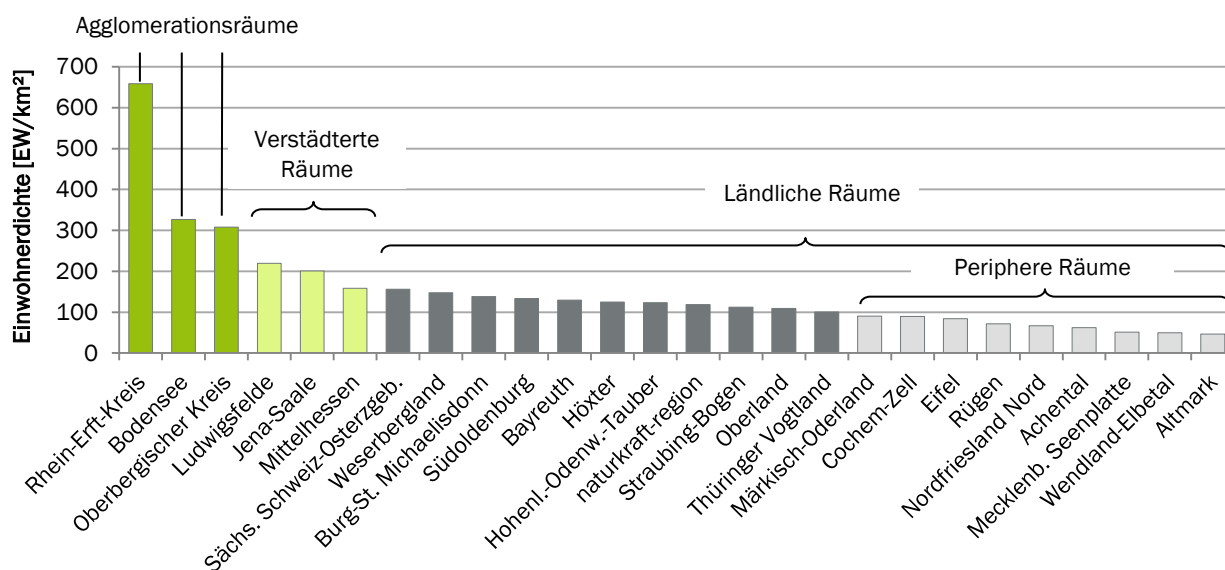


Abbildung 10: Einwohnerdichte und Raumkategorien in den Bioenergie-Regionen.

Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: Einwohnerdichte: GENESIS-Online (Datenstand: 2007/08);

Raumkategorien: Siedlungsstrukturelle Regionstypen der laufenden Raumbearbeitung des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR).

Neun Bioenergie-Regionen liegen sogar in ländlich-peripheren Räumen¹⁸ mit einer Einwohnerdichte unterhalb von 150 Einwohnern je km².

5.3 Regionalwirtschaftliche Aspekte

Auch in Bezug auf regionalwirtschaftliche Aspekte bilden die Bioenergie-Regionen die große Vielfalt unterschiedlich geprägter Räume in Deutschland ab. Dies zeigt sich insbesondere bei der Betrachtung von Arbeitslosigkeit und Einkommen. In Abbildung 11 sind die Bioenergie-Regionen, geordnet nach der Differenz dieser beiden Werte, dargestellt. Die acht Regionen in den neuen Bundesländern weisen hier die höchsten Arbeitslosenquoten mit bis zu 16 % auf. Zugleich sind dies auch die Regionen mit dem geringsten verfügbaren mittleren Einkommen pro Kopf. Ein genau gegensätzliches Verhältnis zeigt sich hingegen in den süddeutschen Regionen: Hier findet sich die geringste Arbeitslosigkeit und das größte verfügbare Einkommen aller betrachteten Regionen.

¹⁸ Die Siedlungsstrukturellen Regionstypen des BBSR weisen diese Räume als „Ländliche Räume geringerer Dichte“ aus.

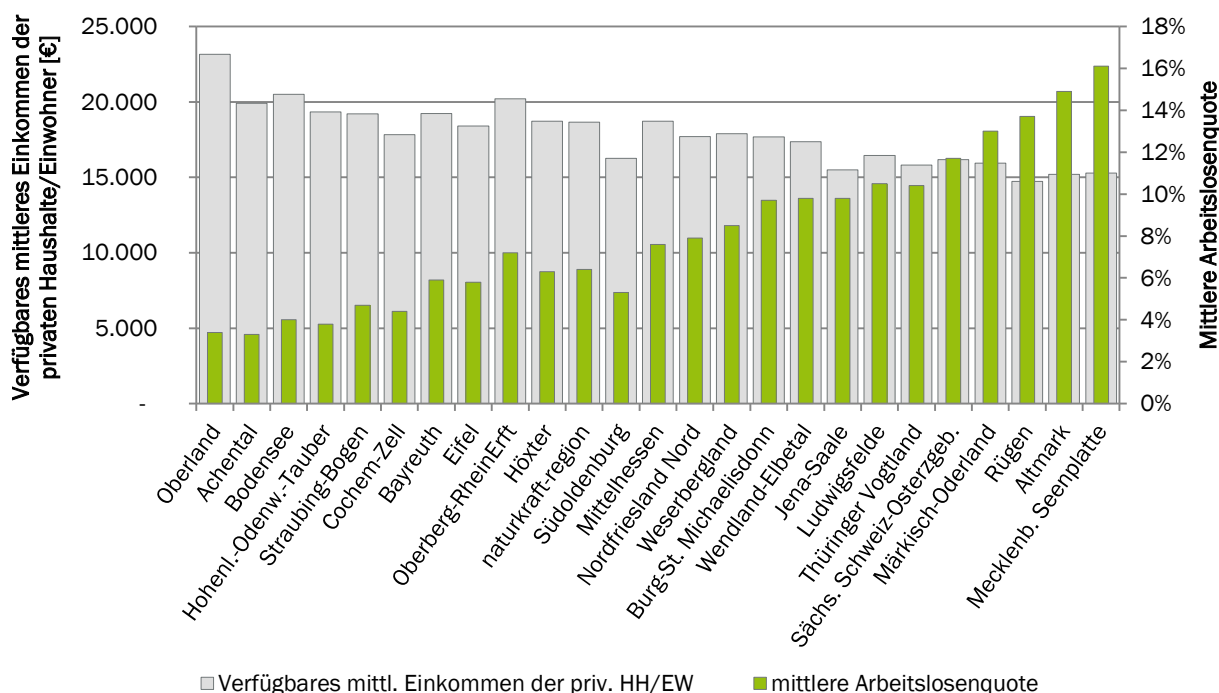


Abbildung 11: Verfügbares mittleres Einkommen der privaten Haushalte je Einwohner und mittlere Arbeitslosenquote in den Bioenergie-Regionen (Datenstand: 2007/08).
Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: Einwohnerdichte: GENESIS-Online.

Eine weitere Differenzierung der Regionen ist hinsichtlich ihres Anteils an den unterschiedlichen Wirtschaftssektoren möglich. Zum primären Sektor zählen Land- und Forstwirtschaft sowie die Fischerei. Im sekundären Sektor finden sich das produzierende Gewerbe sowie das Baugewerbe. Der tertiäre Sektor umfasst den Dienstleistungsbereich. Hier finden sich Handel, Gastgewerbe und Verkehr sowie Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleistungen aber auf öffentliche und private Dienstleistungen wieder.

Abbildung 12 zeigt die Verteilung der Bruttowertschöpfung in den Bioenergie-Regionen auf die einzelnen Wirtschaftsbereiche. Für die Einschätzung der wirtschaftlichen Bedeutung der Bioenergie ist insbesondere die im Bereich der Land- und Forstwirtschaft erzeugte Wertschöpfung von Bedeutung. Hier liegen - mit Ausnahme der Region Oberberg-RheinErf - alle Bioenergie-Regionen zum Teil deutlich über dem bundesdeutschen Durchschnitt dieses Bereichs, der mit knapp einem Prozent angegeben ist (alle Angaben: STATISTISCHES BUNDESAMT, 2013b; Datenstand: 2007/08).

Darüber hinaus wird aus der Abbildung deutlich, wie unterschiedlich die Regionen hinsichtlich ihrer Wirtschaftskraft strukturiert sind. In der vom Tourismus geprägten Region Rügen trägt der Dienstleistungssektor zu 84 % zur Bruttowertschöpfung bei. Hier wird im Vergleich zu den anderen Bioenergie-Regionen mit einem Anteil von knapp 6 % auch der größte Anteil im Bereich der Land- und Forstwirtschaft erwirtschaftet. Der sekundäre Sektor spielt mit etwa 10 % hingegen eine eher untergeordnete Rolle.

Weitere Bioenergie-Regionen mit einem, im Verhältnis zu anderen Regionen, ökonomisch starken Agrar- und Forstsektor sind Südoldenburg und die Altmark.

Den größten Anteil der Bruttowertschöpfung im sekundären Sektor können die beiden baden-württembergischen Regionen Bodensee und Hohenlohe-Odenwald-Tauber mit jeweils knapp 42 % verzeichnen. In diesen Bioenergie-Regionen kommt hingegen dem Dienstleistungssektor eine verhältnismäßig geringe Rolle zu.

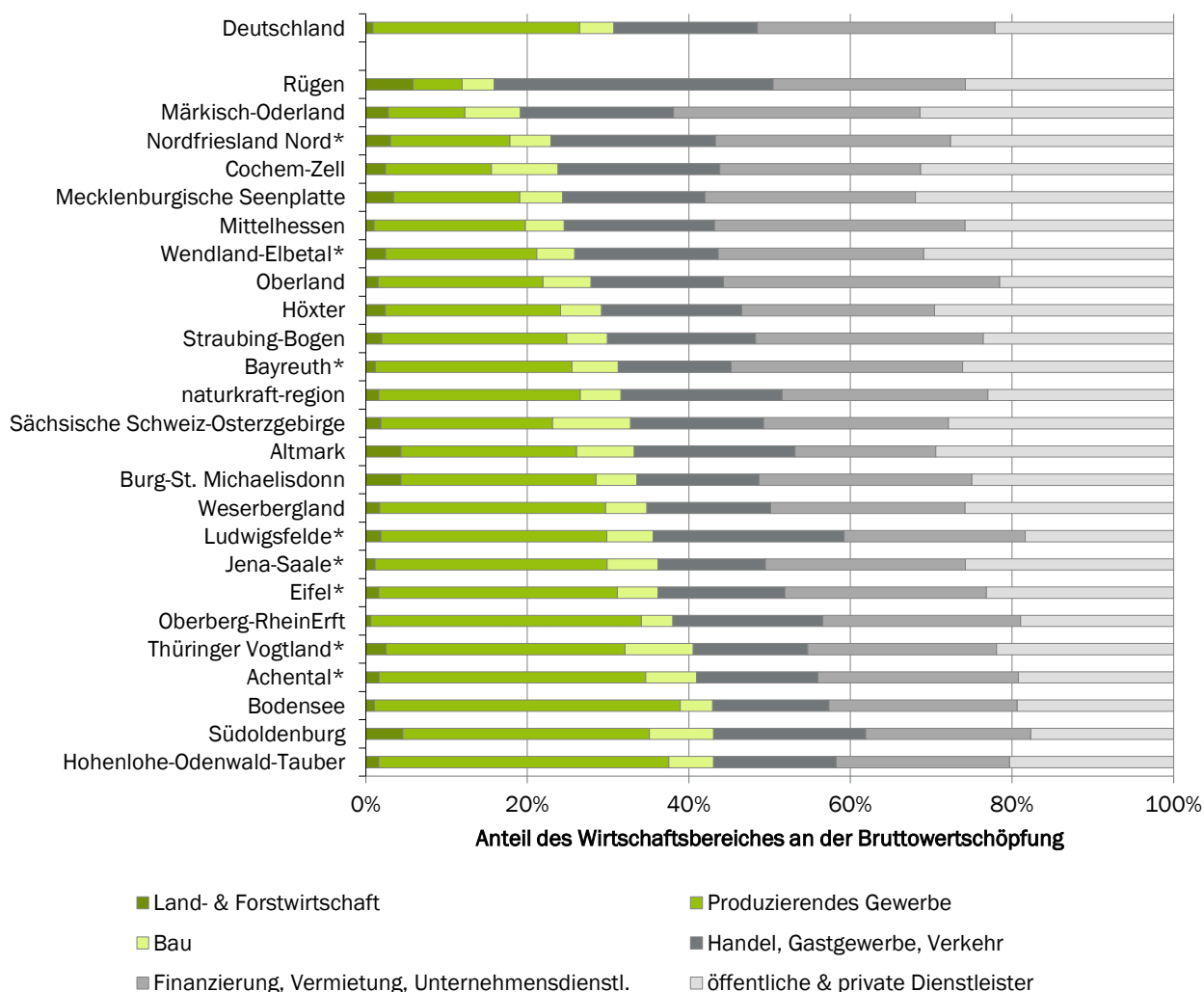


Abbildung 12: Verteilung der Bruttowertschöpfung auf die einzelnen Wirtschaftsbereiche in den Bioenergie-Regionen und der Bundesrepublik Deutschland (Datenstand: 2007/08).

*Diese Regionen decken sich nicht mit Landkreisgrenzen, die Verteilung der Bruttowertschöpfung ist näherungsweise für die zugehörigen Landkreise angegeben.

Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: GENESIS-Online.

Die aufgezeigten regionalwirtschaftlichen Differenzierungen der Bioenergie-Regionen sollten bei der Betrachtung der regionalen Bioenergieentwicklung immer mitbetrachtet werden.

5.4 Erwartungen des Regionalmanagements

Im Zuge der Erhebung der regionalen Grunddaten wurden die Regionalmanager auch zu ihren Erwartungen an den Wettbewerb und den Nutzen für ihre Region befragt. Wie in Abbildung 13 dargestellt ist, wird die mit Abstand größte Chance des Wettbewerbs in der Erhöhung der regionalen Wertschöpfung bzw. in der Schaffung oder im Erhalt von Arbeitsplätzen gesehen.

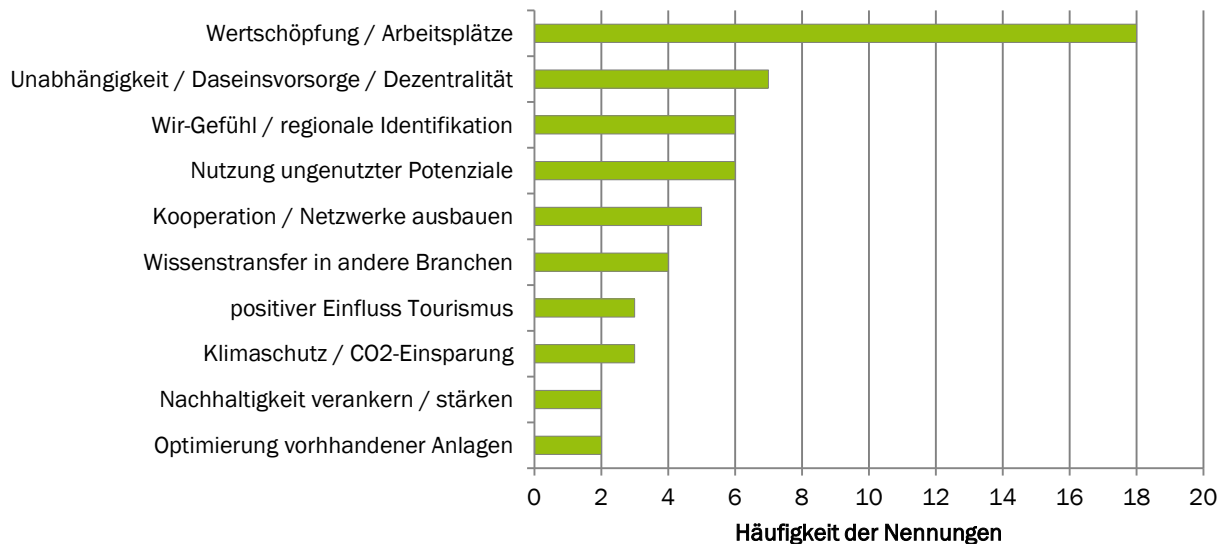


Abbildung 13: Chancen für die Region, die durch die Teilnahme am Wettbewerb Bioenergie-Regionen durch das Regionalmanagement gesehen werden.

Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: Befragung der Regionalmanager 2009; offene Frage; Antworten kategorisiert; Mehrfachnennungen möglich.

Als zweitwichtigster Aspekt wurde eine unabhängige, dezentrale Energieversorgung mit Berücksichtigung der Daseinsvorsorge genannt. Es folgen weiter die Schaffung eines Wir-Gefühls bzw. einer regionalen Identifikation und die Nutzung bislang ungenutzter Potenziale mit jeweils sechs Nennungen.

5.5 Zwischenfazit regionale Ausgangssituationen

Die skizzierten regionalen Ausgangsbedingungen verdeutlichen, wie unterschiedlich die Bioenergie-Regionen strukturiert sind und zeichnen somit ein gutes Abbild der gesamtdeutschen Bioenergielandschaft. Dies beginnt bei der Größe der Regionen: Sowohl bezogen auf die Einwohnerzahl als auch auf die Flächengröße ergibt sich eine große Spannweite. Im Wettbewerb sind somit gleichzeitig dichtbesiedelte als auch Regionen mit geringer Einwohnerdichte präsent.

Bezüglich der Flächennutzung dominieren die landwirtschaftlich genutzten Flächen gegenüber den forstwirtschaftlichen. Es ergibt sich für jede Region ein unterschiedlicher Bezugsrahmen, sodass absolute Vergleiche zwischen den Regionen nicht ohne weiteres möglich sind. Vielmehr ist eine vorherige Normierung der zu betrachtenden Parameter notwendig.

Weiterhin ist festzustellen, dass der überwiegende Teil der Bioenergie-Regionen in ländlichen Räumen gelegen ist. Neun davon sogar in ländlich-peripheren Gegenden. Dies korrespondiert jedoch nicht in allen Fällen mit schwachen regionalwirtschaftlichen Kennziffern: Hier spiegelt sich vielmehr das vorhandene West-Ost-Gefälle wider, bei dem die neuen Bundesländer durch ein niedrigeres Einkommen und eine höhere Arbeitslosigkeit herausstechen. Bei den Erwartungen an die Wettbewerbsförderung dominieren hingegen die positiven Auswirkungen auf die regionale Wertschöpfung in einem deutlich überwiegenden Teil der Bioenergie-Regionen

6 Analyse der regionalen Bioenergieentwicklung

Die Bioenergieentwicklung wird im Folgenden mit einem breit gefächerten Blick auf die regionalen Situationen analysiert. Zunächst wird in Kapitel 6.1 dargestellt, wie sich der Gesamtanlagenbestand in den Bioenergie-Regionen seit Beginn des Wettbewerbs entwickelt hat. Anschließend wird die Energieerzeugung und Energieverwendung thematisiert. Der technische Fortschritt bei der Bioenergiegewinnung wird in Kapitel 6.4 untersucht, während im Kapitel 6.5 die Art und Herkunft der dafür eingesetzten Rohstoffe dargestellt wird. Nach der Analyse der Aktivitäten des Regionalmanagements (Kapitel 6.6) und der Netzwerkzusammensetzung in den Bioenergie-Regionen (Kapitel 6.7) werden Abweichungen der Regionen von ihren Projektplänen aufgezeigt (Kapitel 6.8). Kapitel 6.9 gibt abschließend einen Ausblick auf das Indikatortool zur kontinuierlichen Darstellung der regionalen Bioenergieentwicklung.

6.1 Entwicklung des Anlagenbestandes im Wettbewerbszeitraum

6.1.1 Fortschreibung der Gesamtanzahl von Bioenergieanlagen

Aus den regionalen Entwicklungskonzepten (REK) von 2008 geht der Bestand an Bioenergieanlagen zu Beginn des Wettbewerbes hervor. Die Bioenergie-Regionen gaben anschließend zur jährlichen Berichtslegung den jeweils aktuellen Stand der Bioenergieerzeugung in ihrer Regionen an. Nach Auswertung der vorliegenden REK und der drei Zwischenberichte kann die Bioenergieentwicklung bezüglich der Heizwerke ab 100 kW thermischer Leistung sowie Heizkraftwerke und Biogasanlagen für alle 25 Regionen skizziert werden. Die Datenqualität unterscheidet sich dabei zwischen den Regionen stark. Ursachen hierfür liegen mutmaßlich in den unterschiedlichen Veröffentlichungspraktiken der Bundesländer und Kreise, aber auch der Energieversorger auf regionaler Ebene. Eine systematische Erhebung des Anlagenbestands wurde außerdem nicht in allen Regionen über die gesamte Wettbewerbslaufzeit betrieben. Für Pflanzenölmühlen und Heizkraftwerke ist aufgrund der zahlreichen Datenlücken in allen Jahren keine plausible Analyse der Anlagenentwicklung möglich. Um zumindest eine möglichst flächendeckende Schätzung des regionalen Gesamtanlagenbestandes für Heizwerke und Biogasanlagen abbilden zu können, wurden Datenlücken für das Jahr 2010 durch Angaben einer DBFZ-internen Datenbank zu Bioenergieanlagen geschlossen. Bei fortbestehenden Datenlücken wurden diese Werte ebenfalls für das Jahr 2011 angenommen. In der Folge lassen sich die Datenreihen zum Anlagenbestand und zur installierten Anlagenleistung über die gesamte Wettbewerbslaufzeit für alle Bioenergie-Regionen darstellen (siehe Abbildung 14 und Abbildung 15). Eine detaillierte Darstellung der regionalen Bioenergieentwicklung anhand der Anlagenzahlen und der installierten Anlagenleistung ist den Anhängen A 5.1 und A 5.2 zu entnehmen.



Abbildung 14: Entwicklung des regionalen Bestandes an Heizwerken > 100 kW_{th} und deren installierte Leistung im Wettbewerbszeitraum.

* Datenlücken mit Werten aus DBFZ-interner Datenbank geschlossen

Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: REK und Zwischenberichte der Bioenergie-Regionen

Im Rahmen der regionalen Berichterstattung wurden ausschließlich die **Heizwerke** mit einer thermischen Leistung ab 100 kW_{th} erfasst. Seit der Erstellung der REK im Jahr 2008 wurden bei der Abfrage des Gesamtanlagenbestandes in den Bioenergie-Regionen deutlich größere Zahlen genannt (siehe Abbildung 14). Parallel zur Anlagenzahl erhöhte sich die Gesamtleistung der Heizwerke von 65.700 kW_{th} im Jahr 2007/08 auf etwa 251.500 kW_{th} im Jahr 2011. Allerdings beziehen sich die Werte für 2008 und 2009 nur auf einen Teil der Bioenergie-Regionen. Aus den REK gingen nur Aussagen zu 14 Regionen hervor. Aus den Zwischenberichten zum Jahr 2009 konnten für 19 Regionen Informationen zu Heizwerken entnommen werden. Des Weiteren nimmt das Jahr 2010 eine Sonderstellung ein, da im Vergleich zu den Vorjahren bestehende Datenlücken geschlossen wurden. Im Jahr 2011 zeigt sich, dass die Regionalmanager inzwischen eine bessere Kenntnis zu ihrem regionalen Anlagenbestand haben. Dementsprechend wurden Angaben aus den Vorjahr(en) teils stark nach oben bzw. unten, in der Summe aber mehrheitlich nach unten korrigiert. Ein Rückbau bzw. die Außerbetriebnahme von Heizwerken konnte nicht festgestellt werden.

Eine sehr dynamische Entwicklung zeigt sich auch für **Biogasanlagen** (siehe Abbildung 15). Hier stieg der Anlagenbestand von 542 vor dem Wettbewerb auf 926 im Jahr 2011 an. Die installierte elektrische Leistung stieg in derselben Zeit um mehr als das Doppelte, auf ca. 428 MW_{el}.

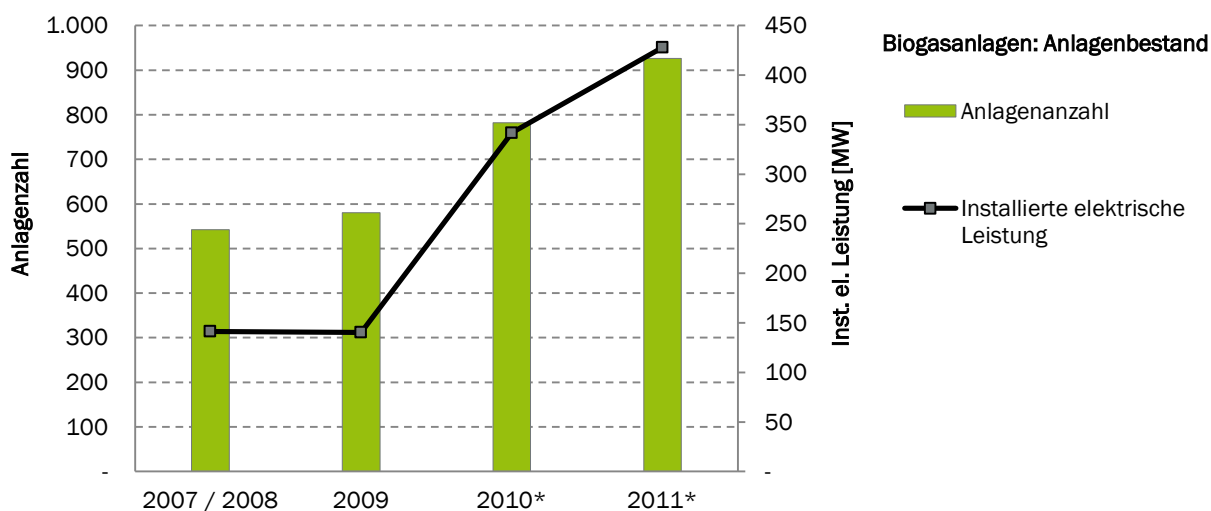


Abbildung 15: Entwicklung des regionalen Bestandes von Biogasanlagen im Wettbewerbszeitraum.

* Datenlücken mit Werten aus DBFZ-interner Datenbank geschlossen

Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: REK und Zwischenberichte der Bioenergie-Regionen; Anlagendatenbanken DBFZ, (Witt u. a., 2012)

Betrachtet man die Entwicklung in den einzelnen Regionen (siehe hierzu Anhänge A 5.1 und A 5.2), so zeigt sich, dass in 18 Regionen ein konsequenter Zubau an Biogasanlagen stattgefunden hat. Entsprechend stieg auch hier die installierte Leistung an. In den übrigen Regionen ist die Anlagenzahl nahezu konstant geblieben, wobei nur in der Regionen Eifel die ursprünglich hohe - vermutlich geschätzte - Anzahl aus dem Jahr 2010 im Jahr 2011 deutlich nach unten korrigiert wurde. Die Regionen Rügen, Bodensee und Achenal meldeten im Jahr 2011 jeweils eine Anlage weniger als noch ein Jahr zuvor.

6.1.2 Flächenspezifischer Vergleich der Biogasanlagen in den Bioenergie-Regionen

Nachdem die Entwicklung des absoluten Anlagenbestandes im vorherigen Kapitel 6.1.1 dargestellt wurde, soll nun auf flächenspezifische Vergleiche zwischen den Regionen eingegangen werden. Hierbei wird die Anlagenzahl bzw. die installierte elektrische und/oder thermische Leistung auf die Wald- oder Agrarflächen der Regionen bezogen¹⁹. Dass nicht alle Einsatzstoffe in Bioenergieanlagen auf Agrar- und Forstflächen zurückzuführen sind, muss in diesem Zusammenhang als methodische Vereinfachung hingenommen werden.

¹⁹ Bei Biogasanlagen wurde die elektrische Leistung auf die Agrarfläche bezogen. Bei Heizwerken die thermische Leistung und bei Heizkraftwerken die Gesamtleistung jeweils auf die Waldfläche bezogen, betrachtet. Die Flächenangaben basieren auf Angaben der Grunddatenerhebung und beziehen sich auf die Jahre 2007 und 2008.

Bei Biogasanlagen liegen Vergleichswerte zum Ausbau auf bundesdeutscher Eben vor. Ein auf die Agrarfläche bezogener Vergleich der Anlagendichte ist in Abbildung 16 aufgezeigt.

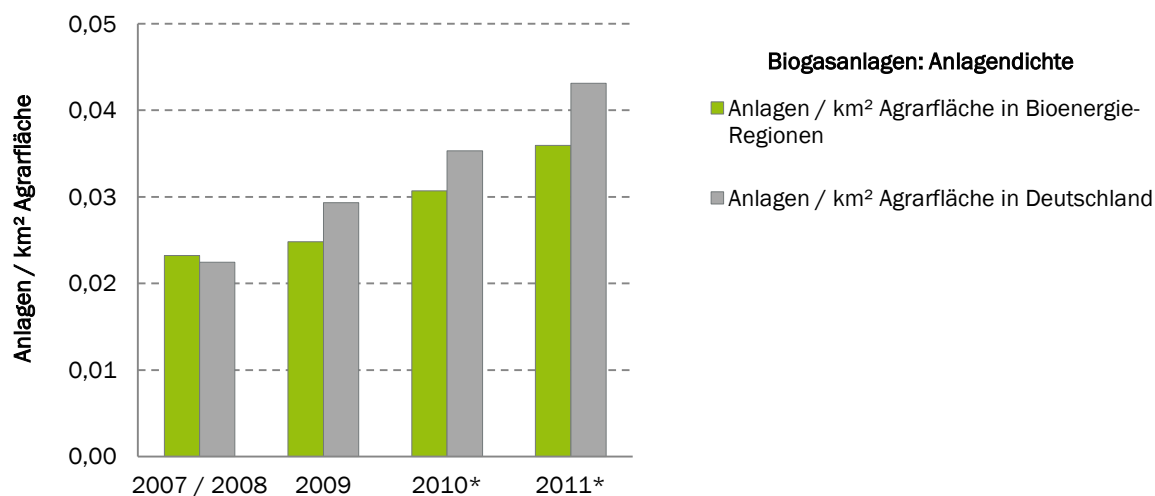


Abbildung 16: Entwicklung der Anlagendichte von Biogasanlagen in Bioenergie-Regionen und im deutschen Durchschnitt im Wettbewerbszeitraum.

* Datenlücken mit Werten aus DBFZ-interner Datenbank geschlossen

Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: REK und Zwischenberichte der Bioenergie-Regionen; Anlagendatenbanken DBFZ, (Witt u. a., 2012)

Es zeigt sich, dass im Durchschnitt über alle Bioenergie-Regionen die Biogasanlagendichte in den Wettbewerbsjahren 2009 bis 2011 unter der Anlagendichte in Deutschland lag und somit die Biogastechnologie in den Wettbewerbsregionen weniger intensiv genutzt wurde als in anderen Teilen Deutschlands. Betrachtet man die einzelnen Regionen jedoch gesondert, so stellt sich ein weitaus differenzierteres Bild dar (siehe Anhang A 5.3). Dies spiegelt sich auch in der auf die Agrarfläche bezogenen installierten elektrischen Leistung der Biogasanlagen wider. In Tabelle 22 sind jene Bioenergie-Regionen aufgelistet, deren flächenspezifische Biogasanlagenleistung in allen vier Betrachtungsjahren (2007/08-2011) über bzw. unter dem Durchschnitt über alle Regionen lag.

Tabelle 22: Bioenergie-Regionen, die im Vergleich zum Durchschnitt aller Regionen eine überdurchschnittliche bzw. unterdurchschnittliche Biogasanlagenleistung (kW_{el}) je km^2 Agrarfläche haben.

* Sortierung nach jeweiligem regionalem Durchschnitt der elektrischen Leistung [kW] je km^2 Agrarfläche über die Jahre 2007/08; 2009; 2010 und 2011. Hier liegt der Durchschnitt über alle Bioenergie-Regionen bei $12,27 kW_{el}$ je km^2 Agrarfläche. Eine Übersicht über die Kennzahlen aller Regionen befindet sich in Anhang A 5.4. Datengrundlage: regionale Berichte.

Durchschnittliche Biogasanlagenleistung in den Bioenergie-Regionen: $12,27 kW_{el}$ je km^2 Agrarfläche			
Regionen mit <u>überdurchschnittlicher</u> Biogasanlagenleistung (kW_{el}) je km^2 Agrarfläche		Regionen mit <u>unterdurchschnittlicher</u> Biogasanlagenleistung (kW_{el}) je km^2 Agrarfläche	
Südoldenburg	47,80*	Mittelhessen	1,57*
Bodensee	34,83*	Oberberg-RheinErft	2,13*
Ludwigsfelde	32,74*	Sächsische Schweiz-Osterzgebirge	3,33*
Nordfriesland Nord	25,13*	Oberland	4,72*
Thüringer Vogtland	20,20*	Burg-St. Michaelisdonn	5,42*
Weserbergland	19,11*	Rügen	6,34*
Bayreuth	16,78*	Hohenlohe-Odenwald-Tauber	6,38*
Jena-Saale	15,99*	naturkraft-region	6,53*
		Mecklenburgische Seenplatte	8,06*

Auf der rechten Seite der oben stehenden Tabelle zeigt sich, dass es zahlreiche Regionen gibt, in denen die Biogasproduktion relativ extensiv betrieben wird. Auf der anderen Seite gibt es annähernd genauso viele Regionen in denen eine recht intensive Biogasproduktion und somit eine mutmaßlich intensive landwirtschaftliche Flächennutzung betrieben wird. Insbesondere sticht hier die Region Südoldenburg hervor, in der vor allem durch den hohen Tierbesatz in der Viehzucht sehr viel Wirtschaftsdünger anfällt, der in zahlreichen Biogasanlagen eingesetzt wird.

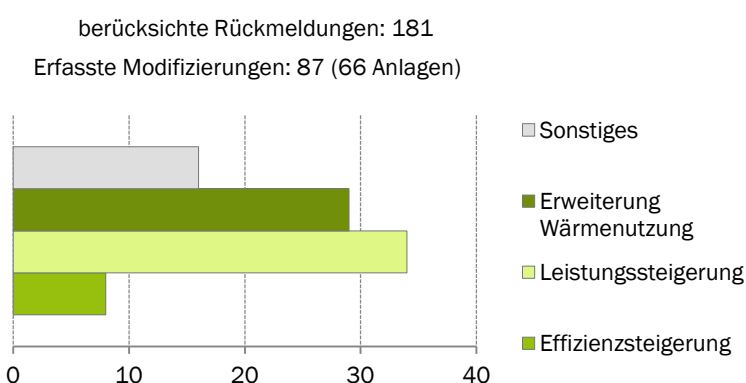
Insgesamt ist dieser Kennwert für die Intensität der Biogasproduktion in 15 der 25 Bioenergie-Regionen über die Wettbewerbsjahre konsequent angestiegen. Dies deutet auf eine intensivere Nutzung der Agrarflächen und Reststoffe für die Biogasproduktion hin. Aussagen zur Nutzung vorhandener regionaler Potenziale können auf Grundlage dieser Betrachtungen jedoch nicht abgeleitet werden.

Die Kennziffern für alle Regionen und Anlagentypen befinden sich in Anhang A 5.4. Von der flächenspezifischen Auswertung der Daten für Heizwerke und Heizkraftwerke wird aufgrund zu großer Datenlücken an dieser Stelle abgesehen.

6.1.3 Technische Modifizierungen an bestehenden Bioenergieanlagen

Nicht nur der Anlagenneubau lässt Rückschlüsse auf die Entwicklung des Anlagenbestandes zu. Auch technische Modifizierungen geben einen Hinweis darauf, wie die bestehenden Anlagen ausgebaut, modernisiert oder an geänderte Bedingungen angepasst werden. Mit der Stoffstrombefragung kann erfasst werden, welche technischen Maßnahmen an den einzelnen Bioenergieanlagen durchgeführt wurden. Die Betreiber wurden hierzu 2011 und 2012 nach Änderungen an ihren Anlagen in den jeweils letzten zwei Jahren befragt. Von der Gesamtzahl an befragten netzwerkzugehörigen Anlagenbetreiber haben für den Zeitraum 2009-2010 insgesamt 181 und für den Zeitraum 2010-2011 nochmals 210 Betreiber diese Frage beantwortet. Die folgende Abbildung 17 gibt Aufschluss über die Verteilung auf die einzelnen Modifizierungen:

Modifizierungen an Bioenergieanlagen 2009-2010



Modifizierungen an Bioenergieanlagen 2010-2011

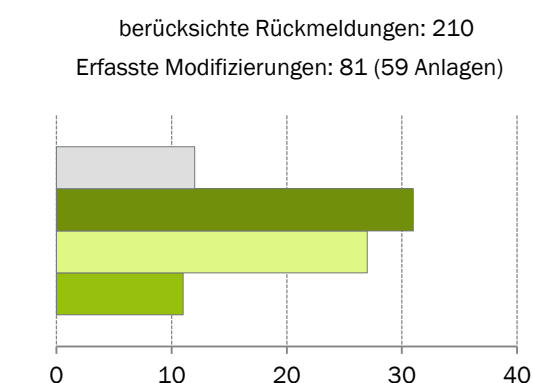


Abbildung 17: Modifizierungen an Bioenergieanlagen (jeweils für die zurückliegenden zwei Jahre)
Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2011; 2012

Bei der letzten Stoffstrombefragung im Jahr 2012 haben zwar mehr Akteure die Frage beantwortet, gleichzeitig fiel aber die Anzahl der Anlagen, an denen technische Änderungen durchgeführt wurden. Demnach wurden im ersten Befragungszeitraum bei 36 % und im zweiten Befragungszeitraum bei 28 % aller erfasster Anlagen Modifizierungen durchgeführt. Dennoch wurden im zweiten Zeitraum insgesamt mehr Modifizierungen erfasst, als zuvor. Dies liegt daran, dass der Anteil von Anlagen, an denen mehr als eine Änderung durchgeführt wurden, deutlich gestiegen ist.

Als Maßnahmen zur Effizienzsteigerung wurden zum Beispiel das Nachrüsten eines Pufferspeichers, Einrichtungen zur Rohstoffaufbereitung oder die Optimierung von Hydraulikteilen genannt. Leistungssteigerungen betreffen bei Biogasanlagen vor allem neue Blockheizkraftwerke. An Heizwerken wurden ebenfalls neue Heizkessel errichtet. Dort wurden zudem auch Biogas-BHKW in die Wärmeproduktion eingebunden. Bei Heizwerken wird auch der Anschluss neuer größerer Abnehmer (z.B. Turnhalle) als Leistungserweiterung angegeben, was jedoch im eigentlichen Sinne keine technische Maßnahme am Heizwerk zur Folge haben muss. Als Modifizierungen wird auch bei Biogasanlagen häufig angegeben, die anfallende Wärme besser auszunutzen. Als Beispiel sei die Erweiterung des Wärmenetzes und damit der Anschluss neuer Wärmeabnehmer genannt. Sonstige Angaben entfielen auf die generelle Betriebsführung, die Abgasbehandlung oder die Lagerhaltung.

Obwohl in den beiden Jahren 2010-2011 insgesamt mehr Modifizierungen durchgeführt wurden, sank die davon betroffene Anlagenzahl. Dennoch lässt sich ein Trend bei der Verteilung der Modifizierungen ablesen: Während 2009-2010 der größte Anteil auf Leistungssteigerungen entfiel, waren bei der zweiten Befragung Maßnahmen zur Erweiterung der Wärmenutzung in der Mehrzahl. Modifizierungen zum Leistungszubau sanken dabei auf 1/3 aller Angaben ab. Technische Änderungen zur Steigerung der Effizienz stiegen anteilig von 9 auf 13 %. Es lässt sich schlussfolgern, dass zwar der Leistungsausbau weiterhin eine große Rolle spielt, die Modifizierungen zur Steigerung der Wärmeausnutzung (und Effizienzsteigerungen) aber immer mehr an Bedeutung gewinnen. Dies geht einher mit den Erkenntnissen aus Kapitel 6.3.2. Zurückzuführen ist dies bei Biogasanlagen auf die Notwendigkeit vieler Anlagenbetreiber, ihre Einkünfte durch den Verkauf von Wärme zu steigern.

Mit 116 Nennungen entfallen 77 % aller Modifizierungen auf Biogasanlagen (siehe auch Abbildung 57 in Kapitel 6.6.2). Diese entfallen anteilig so auf die vier Kategorien „Effizienzsteigerung, Leistungssteigerung etc.“, wie dies in Abbildung 17 ersichtlich wird. Demgegenüber werden bei Heizwerken am häufigsten Effizienzsteigerungen angegeben, während gleichzeitig die Kategorie „Erweiterung Wärmenutzung“ am wenigsten vertreten ist.

Auch beim Monitoring zu Wirkungen des EEG auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse werden deutschlandweit an Biogasanlagen Maßnahmen der Anlagenerweiterung / Effizienzsteigerung abgefragt. Hier deckt sich das deutschlandweite Bild mit den Ergebnissen der Stoffstrombefragung. Für die gesamtdeutsche Befragung 2011/2012 erhält der Ausbau der Wärmenutzung auch hier die meisten Nennungen. Anschließend werden der Ersatz von Alt-BHKW sowie die (gleichzeitige) Erhöhung der BHKW-Leistung am zweit häufigsten genannt (WITT u. a., 2012, S. 77).

6.2 Energieerzeugung und Energieverbrauch

6.2.1 Der Anteil der Bioenergie am gesamten Energieverbrauch

Im Zuge der Berichterstattung durch die Bioenergie-Regionen liegen für die Bezugsjahre 2009, 2010 und 2011 jeweils Werte zum regionalen Energieverbrauch sowie zur biogenen Energieerzeugung vor (siehe auch Kapitel 4.3.1). Damit ist die Entwicklung des Bioenergieanteils am Energieverbrauch darstellbar. Die Auswertung der regionalen Daten ist durch die teilweise inkonsistente Datenlage jedoch schwierig. Zum einen bestehen Datenlücken und zum anderen fußen die von den Regionen angegebenen Energiemengen auf unterschiedlichen Annahmen, die nicht in allen Fällen transparent dargestellt wurden. Korrekturen, bei der regionalen Datenverwaltung während der Wettbewerbszeit sind ebenso schlecht nachvollziehbar und dadurch kaum von tatsächlichen Änderungen der Kennwerte zu unterscheiden. Dies betrifft insbesondere den Energieverbrauch und die Wärmeproduktion in den Regionen. In der Konsequenz ergibt sich eine sehr heterogene Datengrundlage mit Unterschieden in der Datenqualität sowohl zwischen den befragten Regionen als auch zwischen den Befragungsjahren. Wenngleich Bemühungen zur Verbesserung der Datenlage in den Regionen festzustellen sind, kann noch nicht davon gesprochen werden, dass überwiegend zuverlässige Energiekennzahlen vorliegen.

Im Folgenden ist die Entwicklung der angegebenen Anteile der Bioenergieerzeugung am Gesamtenergiebedarf für die 25 Wettbewerbsregionen dargestellt. Dabei wird zwischen Strom-, Wärme-

und Kraftstoffbereitstellung unterschieden. Die zugrundeliegenden Werte sind Anhang A 6 zu entnehmen.

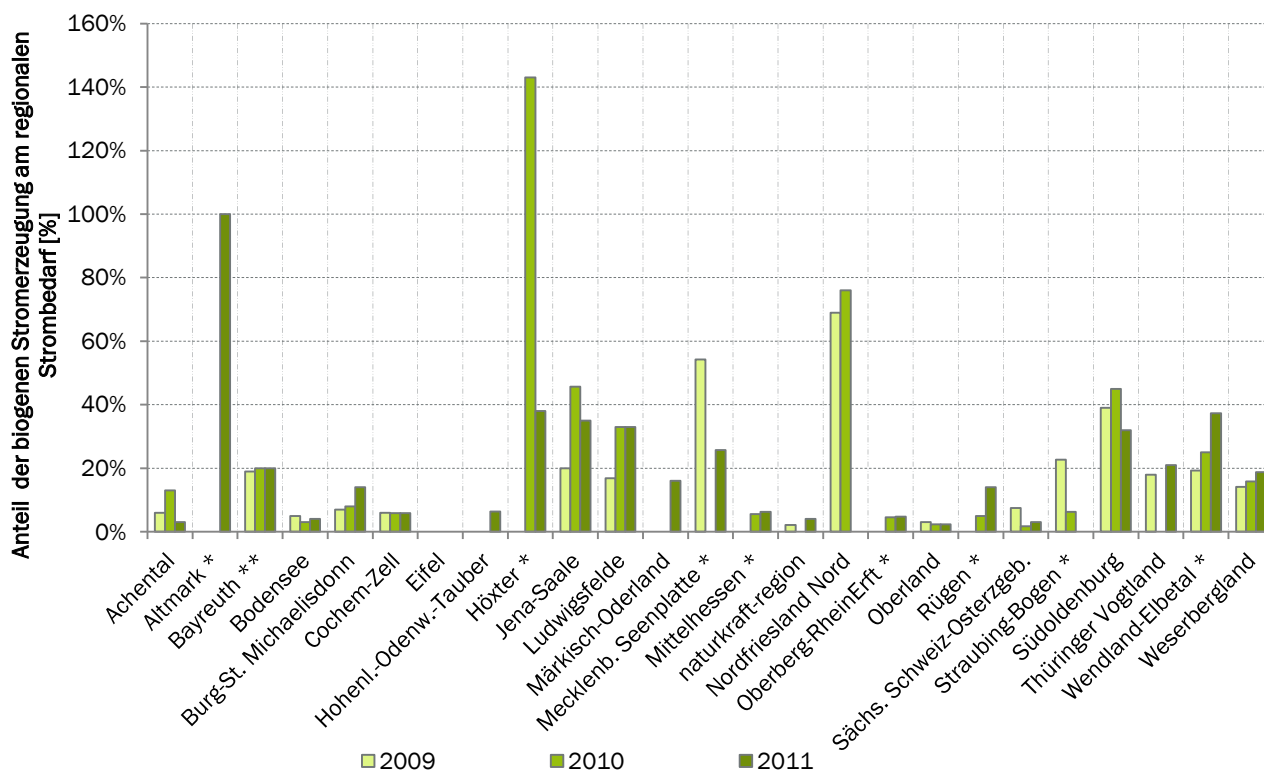


Abbildung 18: Anteil der biogenen Stromerzeugung am gesamten Stromverbrauch in den einzelnen Bioenergie-Regionen im Verlauf der Wettbewerbsjahre.

* Inkonsistente Datengrundlage, ** Strombedarf nur privater Haushalte

Eigene Darstellung; Datengrundlage: Zwischenberichte und Endberichte der 25 Wettbewerbsregionen

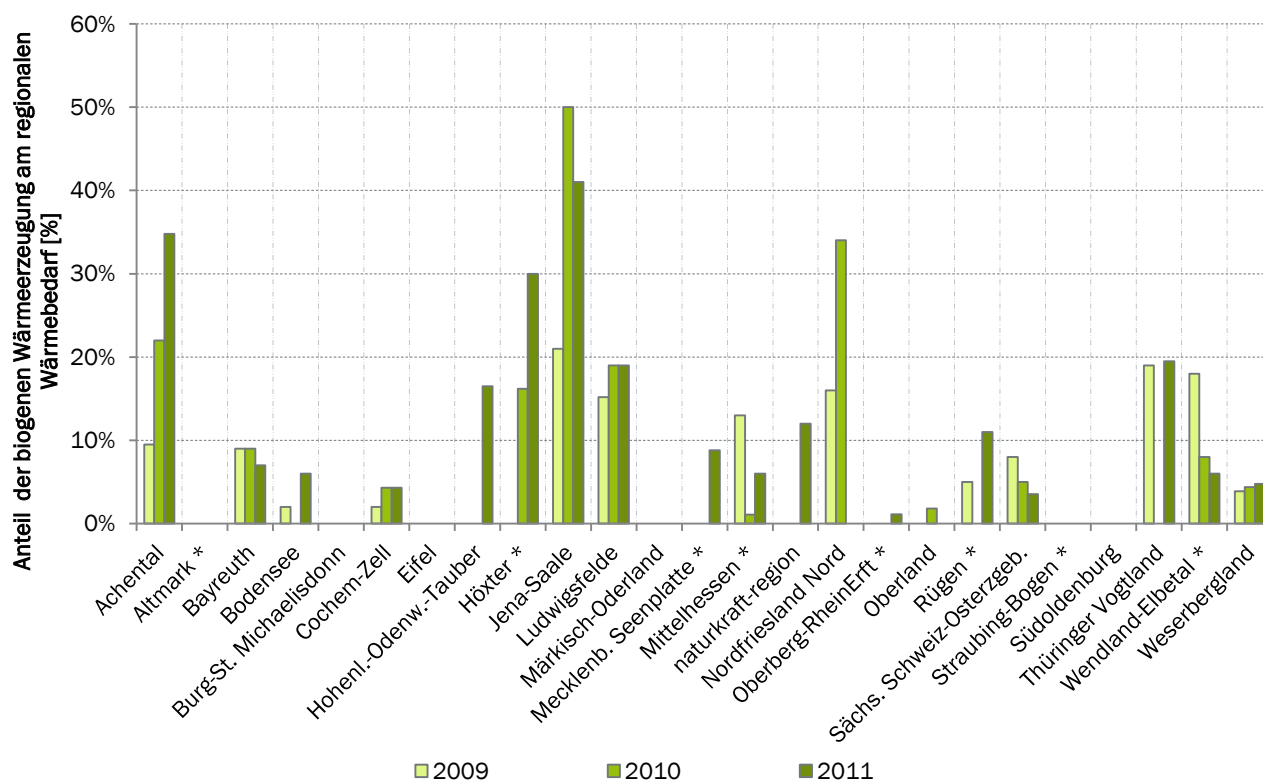


Abbildung 19: Anteil der biogenen Wärmeerzeugung am gesamten Wärmeverbrauch in den einzelnen Bioenergie-Regionen im Verlauf des Wettbewerbs.

* Inkonsistente Datengrundlage

Eigene Darstellung ; Datengrundlage: Zwischenberichte und Endberichte der 25 Wettbewerbsregionen

Die in den Abbildung 18 und Abbildung 19 aufgezeigten Energieanteile weisen zum Teil eine gut nachvollziehbare Entwicklung und zum anderen große Sprünge zwischen den einzelnen Jahren auf. Aufgrund dieser Tatsache und wegen dem Fehlen von Daten zu einzelnen Regionen kann keine Aussage zum Anteil der Bioenergie am Energieverbrauch in allen Bioenergie-Regionen getroffen werden.

Trotz der zuvor angemerkten Probleme kann anhand der vorliegenden absoluten Daten zur Bioenergieerzeugung für mehr als die Hälfte der Bioenergie-Regionen eine Auswertung der Entwicklung der produzierten Bioenergiemengen erfolgen. Lässt man die zum Teil unplausiblen regionalen Energieverbräuche außen vor, kann zumindest eine Aussage zur Entwicklung der absolut produzierten Mengen getroffen werden. Im Großteil der Regionen ist demnach bei der Strom- und / oder bei der Wärmebereitstellung aus Biomasse ein Anstieg während der Wettbewerbslaufzeit zu verzeichnen (siehe Tabelle 23). In 10 Regionen fand eine Erhöhung der biogenen Stromproduktion und in 13 Regionen der biogenen Wärmeproduktion statt. Nur in der Mecklenburgischen Seenplatte konnte die Produktion des biogenen Kraftstoffs erhöhen. Einige Regionen halten darüber hinaus ihre Bioenergieproduktion konstant. Aus den Angaben der jährlichen regionalen Berichte geht vereinzelt jedoch auch ein Rückgang der Energieproduktion hervor. Inwiefern dies jedoch auf eine geänderte Erhebungsmethodik zurückzuführen sein könnte, bleibt unklar. Gut nachvollziehbar ist zumindest das Fehlen einer

eindeutigen Tendenz bei der Kraftstoffproduktion, da diese Branche aufgrund hoher Welt-Agrarpreise und der Besteuerung der Biokraftstoffe deutschlandweit starken Schwankungen unterlag.

Tabelle 23: Anzahl an Regionen, die im Wettbewerbszeitraum von 2009 bis 2011 ihre Bioenergieerzeugung steigerten, konstant hielten oder verringerten.

* Datenreihe unvollständig

Eigene Darstellung, Datengrundlage: Zwischenberichte und Endberichte der 25 Wettbewerbsregionen

Bioenergie- erzeugung 2009 - 2011	Biogene Stromproduktion		Biogene Wärmeproduktion		Biogene Kraftstoffproduktion	
	Anzahl	Regionen	Anzahl	Regionen	Anzahl	Regionen
Gestiegen	10	Bayreuth Bodensee* Burg-St. Michaelisdonn Höxter Mittelhessen Nordfriesland Nord Rügen* Straubing-Bogen* Südoldenburg Weserbergland	13	Achental Bodensee* Burg-St. Michaelisdonn* Cochem-Zell Höxter Jena-Saale Ludwigsfelde Mittelhessen* Nordfriesland-Nord* Oberberg-RheinErft* Rügen* Südoldenburg Weserbergland	1	Mecklenburgische Seenplatte*
Konstant	6	Cochem-Zell Jena-Saale Ludwigsfelde Oberberg-RheinErft* Oberland Thüringer Vogtland	1	Bayreuth	1	Südoldenburg*
Gefallen	3	Hohenl.-Odenw.-Tauber* Mecklenburgische Seenplatte* Wendland-Elbetal*	1	Thüringer Vogtland	1	Thüringer Vogtland*
Unzureichende Datenlage	6		10		2	

Aus Tabelle 23 wird ersichtlich, dass zur Stromproduktion in den Bioenergie-Regionen die belastbarste Datengrundlage besteht, da nur 6 Regionen eine unzureichende Datengrundlage aufweisen. Für 19 Regionen liegen für mindestens zwei Jahre Zahlen zur biogenen Stromproduktion vor. Für die Wärmeproduktion gilt dies für 15 Regionen. Die Kraftstoffproduktion ist dagegen nur in einzelnen Regionen relevant, von denen immerhin für drei Regionen Zahlen vorliegen. Sofern sich der regionale

Strom- und Wärmeverbrauch nicht grundlegend ändert, ist bei einer steigenden Bioenergieproduktion auch von einem Anstieg des biogenen Anteils des Energieverbrauchs auszugehen. Eine einheitliche und fortführende Erhebung der Energieverbräuche ist hier jedoch Voraussetzung für eine zukünftige Einschätzung der Bioenergieanteile. Aufgrund der ungenügenden Kenntnis zum regionalen Kraftstoffverbrauch wurden in den regionalen Berichten zumeist keine Angaben zum biogenen Kraftstoffanteil gemacht. Es ist hier davon auszugehen, dass sich der biogene Anteil an der gesetzlich vorgeschriebenen Beimischungsquote²⁰ orientiert.

Wegen der teils widersprüchlichen Datensituation wird in Kapitel 6.2.3 die biogene Strom- und Wärmebereitstellung basierend auf dem regionalen Anlagenbestand für 2011 hergeleitet.

6.2.2 In den Stoffstrombefragungen erfasste Bioenergieerzeugung

Während der Wettbewerbslaufzeit wurden drei Stoffstrombefragungen durchgeführt, bei denen unter anderem die Energieerzeugung der Bioenergieanlagen in den Regionen erfasst wurde (siehe auch Kapitel 4.3.3). In der Ergebnisdarstellung wurden nur Anlagen berücksichtigt, für die Angaben zur Strom- bzw. Wärmeproduktion vorliegen.

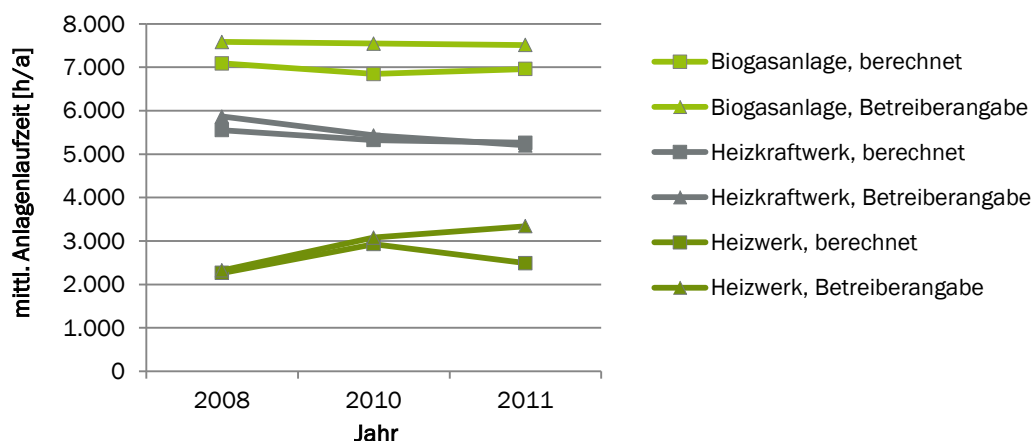
Anlagenlaufzeit der Bioenergieanlagen

Die Bioenergieerzeugung hängt neben der installierten Leistung, also der Größe der Anlagen, maßgeblich von ihrer jährlichen Laufzeit ab. Dafür wird die Volllaststundenzahl betrachtet. Die Volllaststunden umfassen dabei alle Betriebsstunden einer Anlage in unterschiedlichen Laststufen umgerechnet auf den Betriebszustand unter Volllast (ASUE, 2010) (siehe Kapitel 4.3.3.5).

In Abbildung 20 sind die Mittelwerte der Volllaststunden für die in den Stoffstrombefragungen untersuchten Bioenergieanlagen jeweils für die Jahre 2008, 2010 und 2011 dargestellt. Dabei unterscheiden sich die angegebenen Volllaststunden von den berechneten²¹ Volllaststunden vor allem bei Biogasanlagen. Die angegebene elektrische Leistung sowie die dazu angegebenen Strommengen führen im Mittel zu einer niedrigeren Volllaststundenzahl, als sie durch die Betreiber angegeben wurden. Im Jahr 2011 überschätzen auch Betreiber von Heizwerken die Laufzeit ihrer Anlagen. Durch die Berechnung wird deutlich, dass die durchschnittliche Laufzeit der Heizwerke unter Volllast im Vergleich zum Jahr 2010 zurückgegangen ist.

²⁰ Das Biokraftstoffquotengesetz (BioKraftQuG) legt eine steigende Beimischungsquote von biogenen Kraftstoffen zu mineralölbasierten Otto- und Dieselmotorkraftstoffen fest.

²¹ Wegen lückenhafter und teils unplausibler Angabe von Volllaststunden erfolgt Berechnung anhand erzeugter Energiemengen (siehe auch Kapitel 4.3.3.5)



Berücksichtigte Fälle:	2008	2010	2011
BGA	73	85	122 Anlagen
HKW	6	6	6 Anlagen
HW	63	54	58 Anlagen

Abbildung 20: Berechnete Volllaststundenmittelwerte von Bioenergieanlagen. * zum Vergleich sind zusätzlich die Mittelwerte der von den Betreibern angegebenen Volllaststunden angegeben.
Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2009/10; 2011; 2012.

Biogasanlagen haben hierbei mit durchschnittlich ca. 7.000 Volllaststunden (=292 Tage) die längste Laufzeit pro Jahr. Dies ist für diesen Anlagentyp typisch, da die BHKWs überwiegend als Dauerläufer Grundlaststrom erzeugen. Die erfassten Heizkraftwerke dienen überwiegend Industriebetrieben und weisen eine Laufzeit unter Volllast zwischen 5.000 und 6.000 Stunden auf. Die geringsten Volllaststunden sind bei Heizwerken zu verzeichnen. Diese werden nur zur Wärmeversorgung betrieben, weshalb sich ihre Auslastung auf die Wintermonate konzentriert. Hierbei werden mittlere Volllaststunden zwischen 2.000 und 3.000 Stunden erzielt.

Die Mittelwerte der Volllaststunden über den gesamten Untersuchungszeitraum sowie deren Standardabweichung sind in Abbildung 21 abgebildet. Obwohl der Wärmebedarf der zu versorgenden Objekte stark voneinander abweichen kann, haben Heizwerke mit etwa 1.300 Stunden die geringste Streuung. Die Unterschiede bei der Auslastung der BHKW an Biogasanlagen führen zu einer Streuung im Umfang von ca. 1.700 Stunden. Die geringe Stichprobe sowie die heterogene Betriebsführung der erfassten Heizkraftwerke führen zu der großen mittleren Abweichung von etwa 2.100 Stunden.

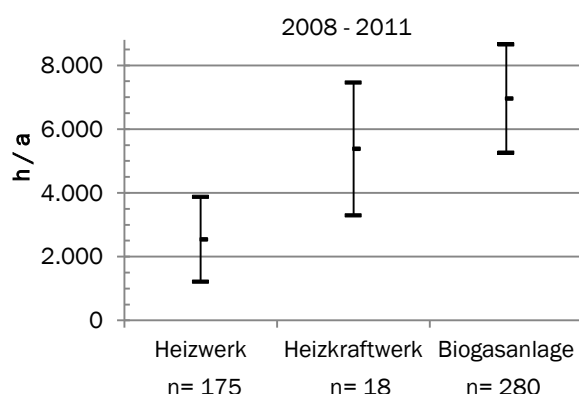


Abbildung 21: Mittelwert und Standardabweichung der Volllaststunden unterschiedlicher Bioenergieanlagen in Bioenergie-Regionen. Für die Mittelwertbildung wurden Angaben aus den Jahren 2008 – 2011 betrachtet. Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2009/10; 2011; 2012.

Durch regionale Anlagen erzeugte Bioenergie

Durch die Stoffstrombefragung konnte die jeweilige Energieproduktion für Heizwerke, Biogasanlagen und Heizkraftwerke erfasst werden. Die erfassten Energiemengen geben jedoch nur Aufschluss über einen Teil des bekannten Bioenergienetzwerks. Für eine Einschätzung der erzeugten Energiemengen des regionalen Gesamtbestandes wird im Folgenden daher die relative Energieproduktion dargestellt. Dabei wird sowohl Bezug auf die Anlagenanzahl als auch die Anlagenleistung genommen. Über die zwei entstehenden Energiekennwerte (Energieproduktion pro Anlage und Energieproduktion pro installiertem Kilowatt Leistung) können auch Einzelanlagen miteinander verglichen werden.

Dabei ist die Energieerzeugung pro Anlage ein Hinweis auf die Zusammensetzung des Anlagenparks (durchschnittliche Anlagenleistung, durchschnittliche Volllaststundenzahl). Die Energieerzeugung pro Kilowatt installierter Leistung erlaubt einen Rückschluss auf die Effizienz des Anlagenbetriebs.

Heizwerke

Entsprechend der unterschiedlichen durchschnittlichen Anlagenleistung je Erhebungsjahr schwankt die Wärmeproduktion der Heizwerke pro Anlage erheblich. Die durchschnittliche Anlagenleistung ist in allen drei Jahren größer als $500 \text{ kW}_{\text{th}}$, liegt aber im Verlauf des Wettbewerbs deutlich über dem Durchschnitt von 2008 (siehe Abbildung 22). Bei der Erhebung lag der Anteil an Anlagen mit mehr als $500 \text{ kW}_{\text{th}}$ jedes Jahr über 40 %. Im bundesdeutschen Durchschnitt haben dagegen nur etwa 15 % der Anlagen eine höhere Leistung als $500 \text{ kW}_{\text{th}}$ (siehe auch Tabelle 19 in Kapitel 4.3.6.2). Damit wurden durch die Befragung überdurchschnittlich viele große Anlagen erfasst.

Die durchschnittliche Wärmeproduktion pro installierter kW_{th} beträgt an Heizwerken in den Bioenergie-Regionen zwischen 2,26 MWh (2008) und 2,87 MWh (2010). Hierbei liegt ein Maximum im Jahr 2010, in dem ebenso die durchschnittliche Anlagenleistung am höchsten ist. Dies ist ein Hinweis darauf, dass größere Heizwerke mehr Wärme pro installierter kW_{th} erzeugen, also eine längere Anlagenlaufzeit mit höherem Wirkungsgrad aufweisen. Eine ähnlich hohe durchschnittliche Leistung im Jahr 2011 lässt auch eine ähnliche spezifische Wärmeproduktion zu den Daten aus 2010 erwarten. Stattdessen liegt der Wert (2011: 2,49) näher am Wert von 2008. Dies deutet darauf hin, dass noch weitere Faktoren

die spezifische Wärmeproduktion beeinflussen. Heizwerke werden stets bedarfsgerecht betrieben. Gründe können dementsprechend auch in der bedarfsgerechten Anlagenführung entsprechend der Witterung, aber auch bei der Zusammensetzung der Stichprobe mit unterschiedlichen Abnehmerstrukturen liegen.

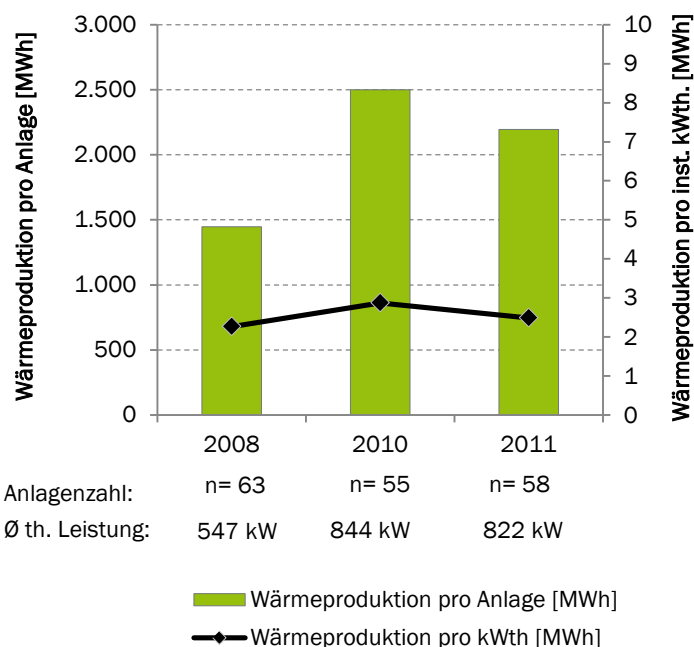


Abbildung 22: Relative Wärmeproduktion an Heizwerken in Bioenergie-Regionen im Verlauf des Wettbewerbs.
Eigene Darstellung. Datengrundlage: Stoffstrombefragung 2009/10; 2011; 2012

Biogasanlagen

Im Rahmen der Stoffstromanalyse wurde von 2008 bis 2011 jedes Jahr eine zunehmende Zahl an Biogasanlagen aus den Bioenergienetzwerken erfasst. Im Gegensatz zu den erfassten Heizwerken liegt hier jedoch keine Steigerung der durchschnittlichen installierten Anlagenleistung im Verlauf des Wettbewerbs vor (siehe Abbildung 23). Zwar weist erneut das Jahr 2008 den geringsten Durchschnitt in Bezug auf die installierte elektrische Leistung auf ($434 \text{ kW}_{\text{el}}$), das Maximum von 2010 ($555 \text{ kW}_{\text{el}}$) wird im Jahr 2011 jedoch wieder deutlich unterschritten ($485 \text{ kW}_{\text{el}}$). Damit liegen die Biogasanlagen im Mittel aber über dem deutschen Durchschnitt von $399 \text{ kW}_{\text{el}}$ im Jahr 2011.

Die spezifische Stromerzeugung pro installierter kW_{el} hat sich von 2008 bis 2011 kaum geändert. Berücksichtigt wurden alle Anlagenangaben, die Aussagen zur Stromproduktion enthielten. Im Mittel bewegt sich die Stromerzeugung in den drei erfassten Jahren um $7 \text{ MWh} / \text{kW}_{\text{el}}$, was 7.000 Volllaststunden entspricht. Die zwischen den Jahren schwankende durchschnittlich installierte Anlagenleistung zeigt hierauf keinen Einfluss.

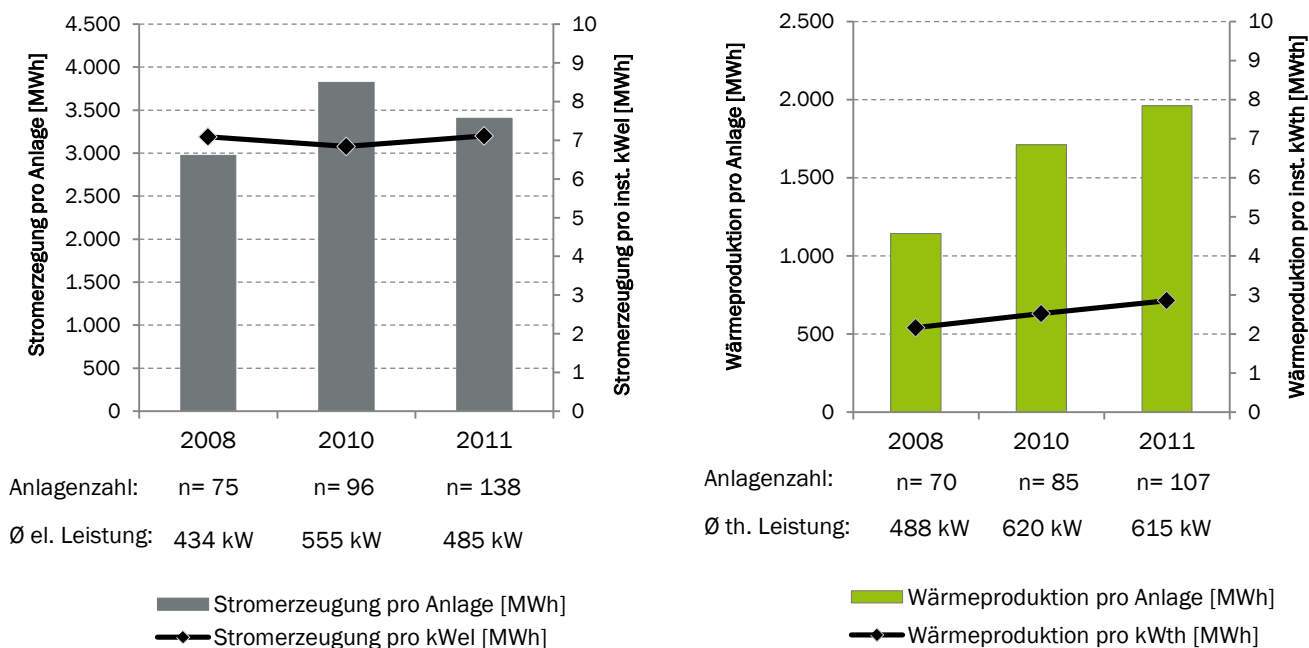


Abbildung 23: Relative Strom- und Wärmeproduktion an Biogasanlagen in Bioenergie-Regionen im Verlauf des Wettbewerbs. Eigene Darstellung. Datengrundlage: Stoffstrombefragung 20009/10; 2011; 2012

Im Gegensatz zur nahezu konstanten relativen Stromerzeugung, fällt bei der Analyse der Wärmeproduktion an Biogasanlagen eine deutliche Steigung auf. Berücksichtigt wurden alle Anlagenangaben, die Aussagen zur Wärmeproduktion enthielten. Bei nahezu konstanten BHKW-Laufzeiten ist seit Wettbewerbsbeginn bei diesen Anlagen ein kontinuierlicher Anstieg der relativen Wärmeerzeugung festzustellen. Die spezifische Wärmeproduktion stieg dabei von 2,1 MWh (2008) auf 2,9 MWh (2011) pro installierter kW_{el} an. Dies verdeutlicht die erfolgreiche Erhöhung der externen Wärmenutzung an den Anlagen. Durch die gleichzeitig gestiegene durchschnittliche thermische Leistung der erfassten Anlagen erhöht sich die Wärmeproduktion je Anlage von ca. 1.150 MWh auf 1.950 MWh um etwa 70 %. In Kapitel 6.3 ist eine detaillierte Analyse der Wärmeverwendung und des Wärmenutzungsgrades dargestellt.

Heizkraftwerke

Die Zahl der in den Stoffstrombefragungen erfassten Heizkraftwerke beläuft sich auf insgesamt unter 10 Anlagen. Da nicht jedes Jahr die gleichen Anlagen erfasst werden konnten, weichen Energiemengen und Leistungen zwischen den Befragungen teilweise erheblich voneinander ab. Die geringe Stichprobenzahl ist damit zu klein für belastbare Aussagen. Die nachfolgende Abbildung 24 dient ausschließlich dem Überblick, in welchem Bereich sich die spezifischen Energiekennwerte dieses Anlagentyps bewegen. Typisch sind die im Vergleich zu den Biogasanlagen großen Anlagenkapazitäten und die damit verbundenen erzeugten Energiemengen im oberen fünf- bis sogar sechsstelligen Megawattstunden-Bereich. Außerdem erreichen die in der Stoffstrombefragung erfassten Anlagen mit bis zu 5,9 MWh_{th} im Jahr 2010 die durchschnittlich höchste Wärmeproduktion pro installierter kW_{th}.

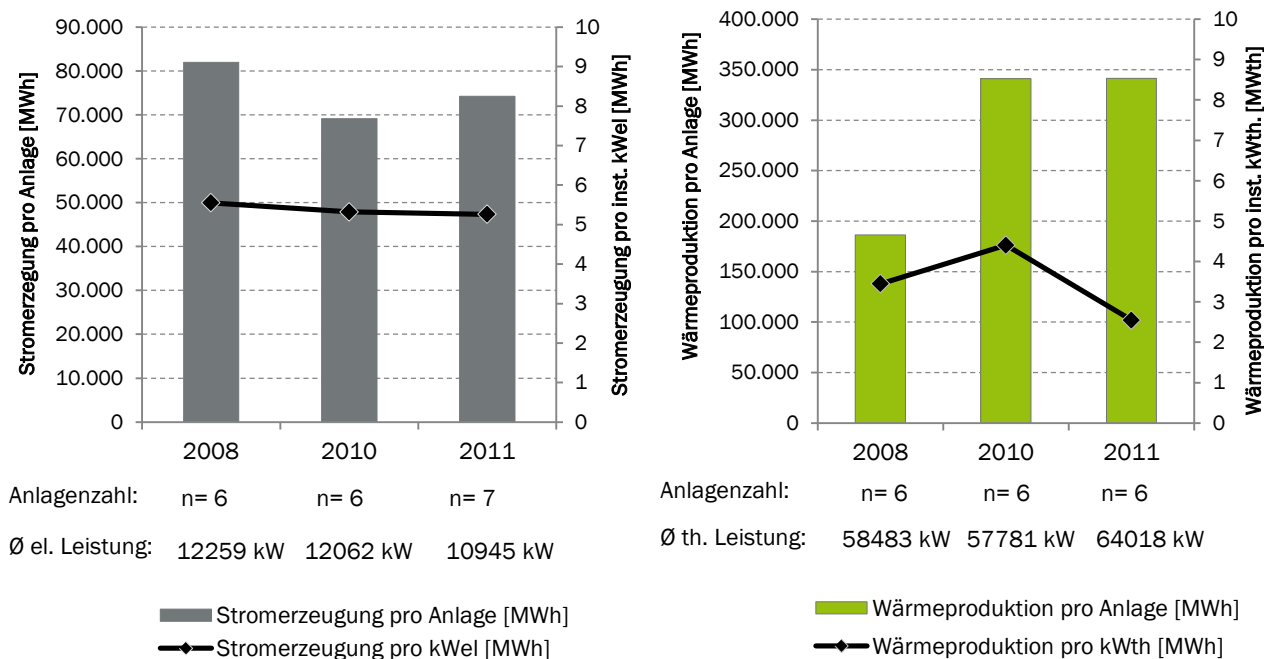


Abbildung 24: Relative Strom- und Wärmeproduktion an Heizkraftwerken in Bioenergie-Regionen im Verlauf des Wettbewerbs. Eigene Darstellung. Datengrundlage: Stoffstrombefragung 2009/10; 2011; 2012

6.2.3 Die berechnete Bioenergieerzeugung in den Regionen

Für die Berechnung der Bioenergieerzeugung sind vollständige Informationen zur installierten Anlagenleistung des gesamten regionalen Anlagenbestandes notwendig. Diese standen im Rahmen der Auswertung der Zwischenberichte nur für einen Teil der Bioenergie-Regionen zur Verfügung. Oftmals fehlten Angaben zur thermischen Leistung, sodass eine Berechnung der Wärmeerzeugung nicht möglich war. Für das Hochrechnen der Bioenergieerzeugung des regionalen Gesamtanlagenbestandes wurden aus diesem Grund die Werte des Indikatortools für das Jahr 2011 als Datengrundlage herangezogen. Da die Verwendung des Indikatortools nur für Regionen der 2. Förderphase relevant ist, wurden bei den übrigen Regionen die zuletzt genannten Werte aus den regionalen Endberichten übertragen, die sich ebenfalls auf das Jahr 2011 beziehen. Dies war auch für zwei Regionen nötig, die das Indikatortool bisher noch nicht genutzt hatten.

Ausgehend von diesem angenommenen Anlagenbestand sowie der zugrunde gelegten Spanne der Volllaststunden und Wärmenutzungsgrade (siehe auch Kapitel 4.3.4) stellt sich die Bioenergieerzeugung in den Bioenergie-Regionen wie folgt dar (siehe Abbildung 25):

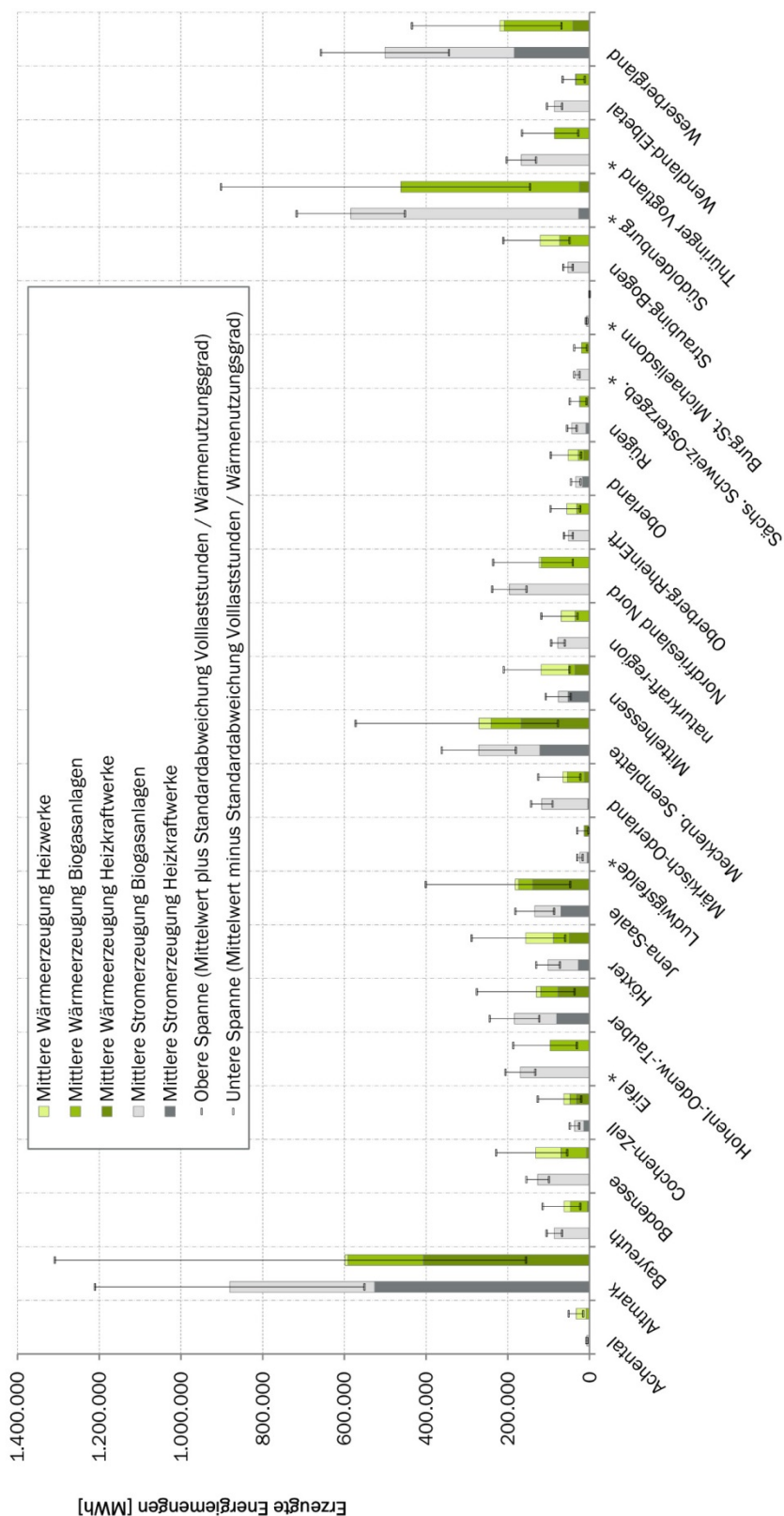


Abbildung 25: Geschätzte Bioenergieerzeugung durch Bioenergieanlagen in Bioenergie-Regionen im Jahr 2011. Spanne: Mittelwert und Standardabweichung des Mittelwerts von Volllaststunden und Wärmenutzungsgraden von in der Stoffstrombefragung erfassten Bioenergieanlagen
Eigene Darstellung. Datengrundlage: Angabe durch die Regionalmanager im Indikatortool, Stoffstrombefragung 2012, * regionale Endberichte 2012

Erwartungsgemäß gibt es deutliche Unterschiede bei den produzierten Energiemengen zwischen den einzelnen Bioenergie-Regionen. Da die Energiemengen unmittelbar aus dem regionalen Anlagenpark mit jeweils hoher bzw. niedriger installierter Gesamtleistung abgeleitet wurden, stechen einige Regionen durch besonders umfangreiche Bioenergieerzeugung hervor. Dies trifft beispielsweise auf die Flächenregionen Süddoldenburg und Weserbergland zu, die einen sehr großen Biogasanlagenbestand haben. Die größte anzunehmende Bioenergiemenge, die aus dem angegebenen Anlagenbestand abschätzbar ist, wird jedoch in der Region Altmark erzeugt. Gründe hierfür werden sowohl in einer sehr hohen Biogasanlagenleistung als auch in einem einzelnen Heizkraftwerk der papierverarbeitenden Industrie mit 250 MW Gesamtleistung gesehen. Es ist bekannt, dass in der Region Thüringer Vogtland ein ähnlich großes Heizkraftwerk vorhanden ist. Allerdings wurden hier keine Angaben des Regionalmanagements zum Gesamtbestand der Heizkraftwerke gemacht.

In von Biogasanlagen dominierten Regionen liegt zumeist der Umfang der Stromerzeugung über dem der Wärmeerzeugung. Durch die zusätzliche Berücksichtigung des Wärmenutzungsgrades bei KWK-Anlagen, fällt die Spanne der Wärmeerzeugung größer aus, als bei der Stromproduktion. Bei letzterer sind nur die Abweichung der Volllaststunden vom Mittelwert berücksichtigt, um die Spannen auszuweisen. Bei Biogasanlagen führt die Berücksichtigung des Wärmenutzungsgrades dazu, dass mehr Strom als (tatsächlich genutzte) Wärme bereitgestellt wird, obwohl in fast allen Regionen die installierte Wärmeleistung höher ist als die installierte elektrische Leistung. Der Eigenwärmebedarf und die nicht genutzte Abwärme fließen somit nicht in die Kalkulation mit ein.

In der Abbildung 25 wird auch ersichtlich, dass die Wärmeproduktion durch Heizwerke ($> 100 \text{ kW}_{\text{th}}$) deutlich hinter der Bedeutung der Wärmeproduktion durch Biogasanlagen und Heizkraftwerke zurückbleibt. Dabei haben Heizwerke jedoch in einzelnen Regionen einen sehr hohen Anteil an der gesamten Wärmeproduktion, wie es z.B. im Achenal, am Bodensee, in Hörter, Mittelhessen, der naturkraft-region, in Oberberg-Rheinerft, Oberland und auch Straubing Bogen der Fall ist. Die Bedeutung von Heizwerken unter $100 \text{ kW}_{\text{th}}$ kann mit dem derzeitigen Datenstand nicht abgeschätzt werden. In einigen regionalen Berichten wird eine Gesamtanlagenzahl für kleine Holzheizungen angegeben, die jedoch in der vorliegenden Hochrechnung nicht berücksichtigt werden konnte.

Heizkraftwerke sind oftmals auf große Kapazitäten ausgelegt und stellen trotz ihrer geringen Anlagenzahl verhältnismäßig umfangreiche Energiemengen bereit. Allerdings finden sich diese Anlagen nur in einem Teil der Regionen. Ein hoher Anteil ($>50\%$) an der regionalen Energiebereitstellung wird in den Regionen Hohenlohe-Odenwald-Tauber, Jena-Saale, Mecklenburgische Seenplatte, Ludwigsfelde und wie bereits erwähnt in der Region Altmark durch Heizkraftwerke bereitgestellt.

Durch die Hochrechnung der Bioenergieerzeugung liegt zum Ende des Wettbewerbs für alle Bioenergie-Regionen eine umfassende Datengrundlage vor, die auf einer einheitlichen Methodik basiert. Trotz der möglichen Spannen, in denen sich die tatsächliche Bioenergieerzeugung bewegen kann, werden die Größenordnungen der regional erzeugten Bioenergiemengen deutlich. Diese absoluten Werte ergänzen die Auswertung der Anteile der Bioenergie am regionalen Energieverbrauch in Kapitel 6.2.1.

Die Regionalmanager der Bioenergie-Regionen gaben ihrerseits in den regionalen Zwischen- und Endberichten ebenso gesamtregionale Strom- und Wärmemengen an, die aus Bioenergie gewonnen wurden. In Anhang A 7 werden die Berechnungen des DBFZ und die Angaben des Regionalmanagements jeweils für Strom und Wärme für jede Bioenergie-Region gegenüber gestellt.

Dabei decken sich die Spannen im Bereich Stromerzeugung überwiegend mit den von den Regionalmanagern angegebenen Strommengen.

Nur selten stimmen jedoch die mittleren, berechneten mit den angegebenen Wärmemengen überein. Dies liegt zum einen daran, dass kleine Heizwerke ($< 100 \text{ kW}_{\text{th}}$) bei der Hochrechnung nicht berücksichtigt wurden und es andererseits sein kann, dass die Berechnung der externen Wärmenutzung an Biogasanlagen je nach methodischer Herangehensweise von den Regionalmanagern mit oder ohne Eigenwärmebedarf vorgenommen wurden.

Eine generelle Ursache für die Abweichungen zwischen den hier dargestellten Werten und den angegebenen Strom- und Wärmemengen der Regionalmanager könnte in der Datenbasis liegen. Die Angaben der Regionalmanager basierten auf dem Datenstand zum Zeitpunkt der Erstellung der regionalen Endberichte im Jahr 2012. Die Berechnung erfolgte zwar ebenfalls für das Jahr 2011, jedoch wurden hier bessere Kenntnisse zum Anlagenbestand einbezogen.

Soll ein detaillierteres Bild zu regionalen Bioenergiemengen gezeichnet werden, bedarf es umfangreicherer Analysen mit einer Erhebung des gesamten regionalen Anlagenbestandes in jeder Bioenergie-Region. Zusätzlich besteht ein weiterer Forschungsbedarf zum Anteil kleiner Holzheizungen an der regionalen Wärmebereitstellung aus Bioenergieträgern.

6.3 Die Verwendung der Wärme aus Bioenergieanlagen

6.3.1 Art und Ort der Wärmenutzung

Nachfolgend wird die Wärmenutzung für die in der Stoffstrombefragung erfassten Heizwerke, Heizkraftwerke und Biogasanlagen charakterisiert. Während Heizwerke explizit zur Deckung eines konkreten Wärmebedarfs errichtet und betrieben werden, spielt bei Heizkraftwerken und Biogasanlagen die Stromproduktion eine prioritäre Rolle. Mitunter wird bei letzteren die Wärme keiner ausreichenden Wärmesenke zugeführt und muss über Zusatzkühlung abgeführt werden. Diese unzureichende Wärmenutzung ist daher bei diesen Anlagen ein Ansatzpunkt zur Weiterentwicklung der regionalen Bioenergienutzung.

Maßnahmen mit Wärmebezug in den Bioenergie-Regionen

Zunächst ergibt sich aus der Analyse der regionalen Konzepte und Berichte ein Schwerpunkt bei Maßnahmen zur Wärmenutzung. Von den 344 gelisteten Maßnahmen stehen fast 90 in Verbindung mit Wärmenetzen (siehe Abbildung 26). Dies macht etwa ein Viertel aller Maßnahmen aus. Unbeachtet bleiben darunter Heizwerke oder Heizkraftwerke, bei denen kein Anschluss an ein Nahwärmenetz in der regionalen Berichterstattung erwähnt wurde, sodass diese Zahl eher nach oben zu korrigieren ist. Neben den zuvor genannten Wärmenetzen lassen sich zahlreiche weitere Maßnahmen finden, bei denen die Anlagen technisch so konzipiert oder weiterentwickelt werden, dass unter anderem innovative Wärmekonzepte realisiert werden können. Diese Bemühungen zur Steigerung der Wärmeversorgung aus festen oder gasförmigen Bioenergieträgern weisen auf eine erhöhte Sensibilität in diesem Themenbereich in den Bioenergie-Regionen hin.

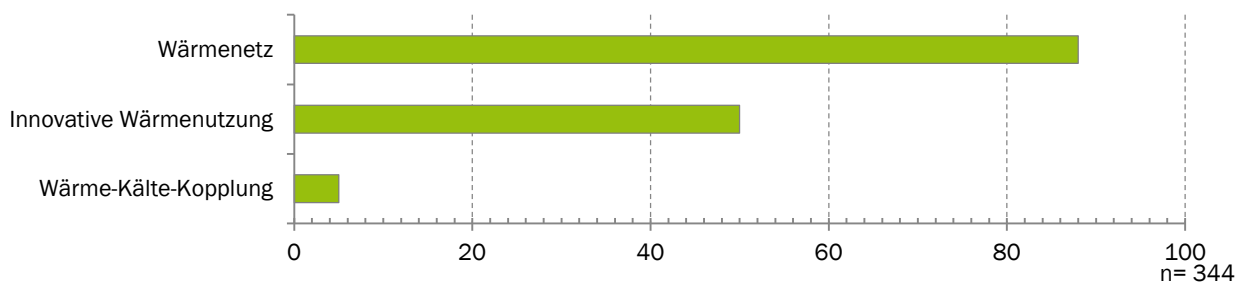


Abbildung 26: Maßnahmen mit Wärmebezug in Bioenergie-Regionen (im Wettbewerbszeitraum)
Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Regionale Berichte der Wettbewerbsregionen

Zu den Maßnahmen mit innovativem Charakter zählt zum Beispiel die Kombination mehrerer erneuerbarer Wärmequellen (sechs Nennungen) oder eine aufwändige Versorgungsinfrastruktur durch ausgedehnte Mikrogasleitungen (drei Nennungen). Hinzu kommen als Maßnahmen mit besonders innovativem Charakter die Versorgung von außergewöhnlichen Wärmesenken (acht Nennungen) sowie die Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (drei Nennungen). Solche fortschrittlichen Wärmenutzungskonzepte können in der Folge als Vorbild für weitere Initiativen gelten.

Art und Ort der Wärmenutzung: Heizwerke

Bei Heizwerken wird die Wärmenutzung nach Nahwärmenetzen mit verschiedenen Anschlussnehmern, Objektversorgung öffentlicher Gebäude sowie der Versorgung von Industrie / Gewerbebetrieben unterschieden (siehe Abbildung 27). Die folgende Abbildung zeigt die Häufigkeit von Wärmenutzungskonzepten in den Regionen für das Jahr 2011. Von den über 60 Heizwerken, zu denen Informationen für dieses Jahr vorliegen, versorgen zwei Drittel öffentliche Gebäude. Ein großer Teil der Anlagen ist an Wärmenetze angeschlossen, wobei unter den drei möglichen Netzen die Versorgung gemischter Anschlussnehmer überwiegt.

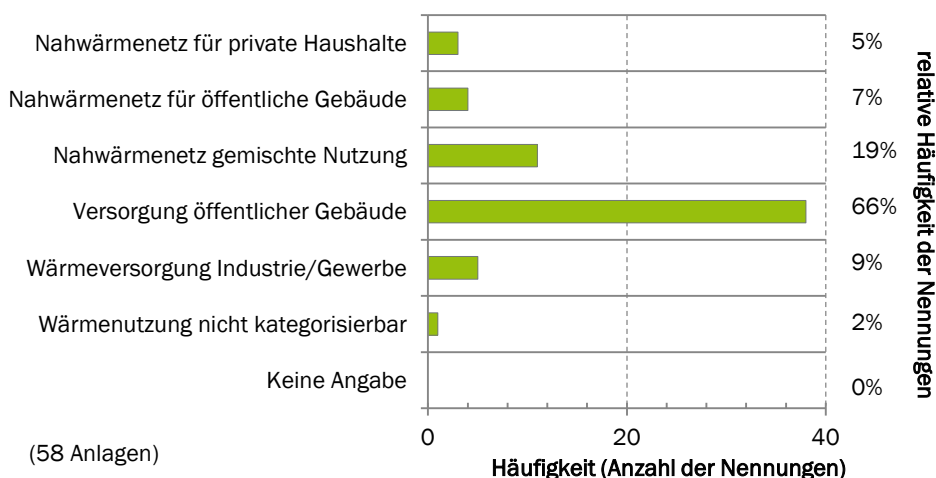


Abbildung 27: Verteilung der Wärmenutzung an Heizwerken in Bioenergie-Regionen im Jahr 2011, absolute Anzahl der Nennungen und relative Häufigkeit (Mehrfachnennung möglich)
Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Stoffstrombefragung

Nachfolgend ist die Verteilung der Wärmemengen auf die verschiedenen Wärmekonzepte dargestellt. Im Laufe der Wettbewerbszeit wurde von Jahr zu Jahr ein größerer Anteil der Wärme in Nahwärmenetzen abgegeben, welche sowohl Privatkunden als auch Gewerbekunden bzw. öffentliche Abnehmer versorgen (siehe Abbildung 28). An Netze mit gemischter Nutzung, wurden im Jahr 2011 50 % der Gesamtwärme aus Heizwerken abgegeben. Nahwärmenetze mit ausschließlich privaten Abnehmern wurden in der Erhebung für 2008 noch nicht getrennt erfasst, und fehlen daher in der Abbildung in diesem Jahr. Im Verlauf des Wettbewerbs erreichen sie einen Anteil von etwas unter 5 %. Gemeinsam mit Netzen, die allein öffentliche Gebäude bedienen, stieg der Anteil der an Nahwärmenetze abgegebenen Wärme von unter 30 % zu Wettbewerbsbeginn auf insgesamt 64 % im Jahr 2011 an. Gleichzeitig sank die Bedeutung von Heizwerken, die in Einzelobjekten der öffentlichen Hand installiert sind. Hier verringerte sich der Anteil von anfänglich fast 50 % auf 25 % im Jahr 2011. Auch im Industrie- / Gewerbesektor spielen Heizwerke eine Rolle. Hier ist der Anteil leicht gestiegen und macht schließlich bis zu 10 % der von Heizwerken abgegebenen Gesamtwärme aus.

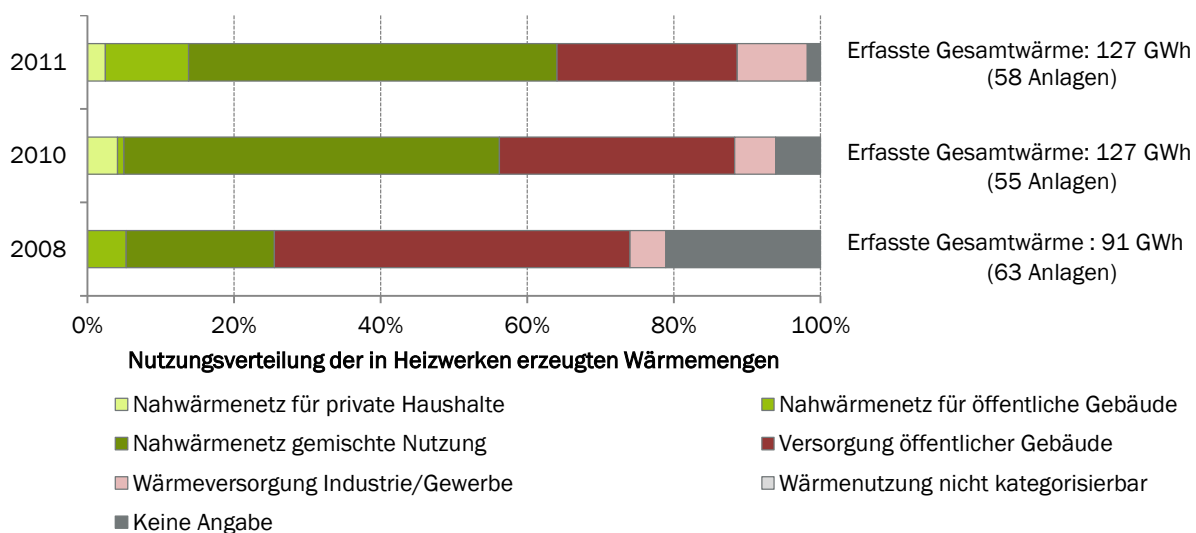


Abbildung 28: Wärmenutzungskonzepte an Heizwerken und deren Anteile an der gesamten erfassten Wärmemenge im Verlauf des Wettbewerbs.
 Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Erfasste Wärmemengen der Stoffstrombefragung

Aus beiden zuvor erläuterten Abbildungen wird ersichtlich, dass die Versorgung einzelner öffentlicher Liegenschaften trotz des hohen Anteils an den erfassten Anlagen einen verhältnismäßig geringen Anteil an der Wärmeproduktion hat. Demgegenüber wird der überwiegende Anteil der biogen erzeugten Wärme durch Nahwärmenetze verteilt. Ein Vorteil der Wärmenetze ist zudem, dass sie in der Regel flexibel erweitert werden können, um damit die Auslastung und Rentabilität zu steigern.

Art und Ort der Wärmenutzung: Heizkraftwerke

Für Heizkraftwerke werden die Nutzungskonzepte „Nahwärmenetz“ und „Industrie- bzw. Gewerbeversorgung“ unterschieden. Drei der sechs erfassten Heizkraftwerke speisen den überwiegenden Teil ihrer Wärme in ein Nahwärmenetz mit gemischter Nutzung ein. Die Wärmeverwendung der übrigen orientiert sich deutlich an der Versorgung des jeweiligen Industrie- bzw. Gewerbebetriebs in dessen Kontext die Anlage errichtet wurde (siehe Abbildung 29). Weitere Wärmenutzungen sind bei diesem Anlagentyp nicht relevant: wenige, sehr große industrielle Kraftwerke

dominieren die Gesamtwärmeverwendung. Der Anteil an Wärme, der über Wärmenetze verteilt wird, bewegt sich bei etwa 5 % und sank in der Wettbewerbslaufzeit leicht.

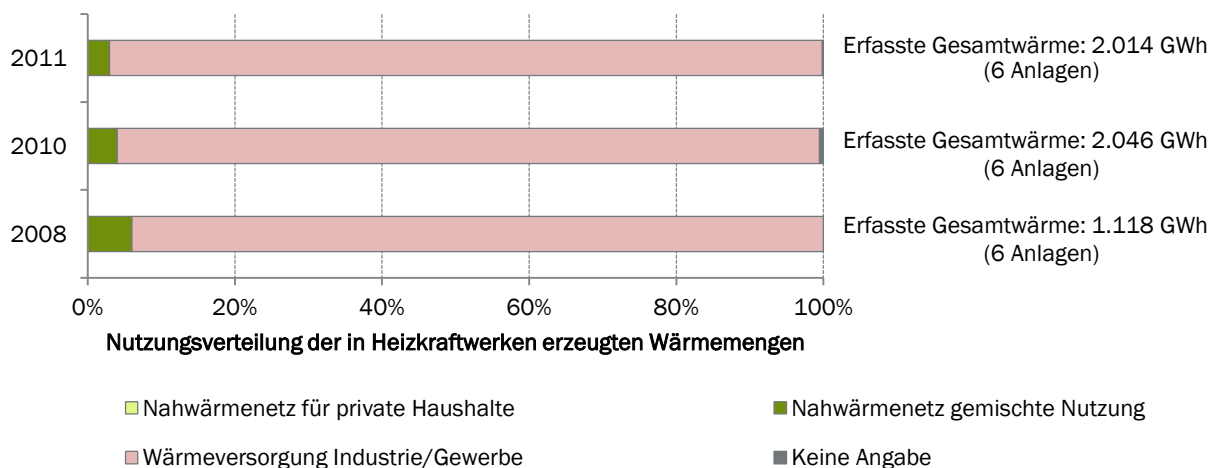


Abbildung 29: Wärmenutzungskonzepte an Heizkraftwerken und deren Anteile an der gesamten erfassten Wärmemenge im Verlauf des Wettbewerbs.

Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Erfasste Wärmemengen der Stoffstrombefragungen 2009/10; 2011; 2012

Zukünftig werden aufgrund der fortschreitenden technischen Entwicklung Anlagen zur Vergasung von Festbrennstoffen eine größere Rolle bei der Kraft-Wärme-Kopplung spielen. Bislang wurde nur eine einzelne Anlage im Rahmen der Stoffstrombefragung erfasst. Ob solche Anlagen mit ihrem Anlagendesign weiterhin im Rahmen der Heizkraftwerke erhoben werden, ist noch nicht abzusehen. Bei diesem Anlagentyp kam es in der Vergangenheit häufiger zu technischen Problemen (WITT u. a., 2012, S. 24). Aufgrund der Anforderungen an den Betrieb solcher Anlagen ist zu erwarten, dass sie von erfahrenen Energieversorgern betrieben werden und damit überwiegend Wärmenetze oder einzelne Betriebe mit hohem Wärmebedarf versorgen. Damit bewegen sie sich in ihrem Wärmenutzungskonzept zwischen denen von Heizwerken und Heizkraftwerken. Deutschlandweit wird die Zahl der Holzvergaser im Jahr 2011 auf 173 geschätzt und Anlagenhersteller erwarteten einen weiteren Zubau für 2012 von über 100 Anlagen (WITT u. a., 2012, S. 24f).

Art und Ort der Wärmenutzung: Biogasanlagen

Die Wärme von Biogasanlagen wird (nach Abzug des Eigenwärmebedarfs) sehr unterschiedlich genutzt. Die Wärmenutzungskonzepte reichen von der landwirtschaftlichen Eigennutzung, über die Verteilung über ein Wärmenetz bis hin zur Holz- und Getreidetrocknung. Den größten Anteil nimmt dabei die Abgabe an Wärmenetze ein. Hierbei gibt es Netze, die allein zur Versorgung von Privathaushalten oder öffentlicher Gebäude dienen genau wie jene, die verschiedenste Wärmeabnehmer versorgen (siehe Abbildung 30). Letztere lagen prozentual noch 2008 nahezu gleichauf mit Netzen für Privathaushalte, nahmen während des Wettbewerbs jedoch stark an Bedeutung zu. Öffentliche Gebäude spielten als Wärmeabnehmer von Biogasanlagen 2008 eine untergeordnete Rolle und wurden in den weiteren Befragungen nicht mehr separat betrachtet. Die Versorgung von Industrie- und Gewerbebetrieben ist

demgegenüber in allen Befragungsjahren relevant und nahm im Jahr 2010 bis zu 16 % der erfassten Wärmemengen ein.

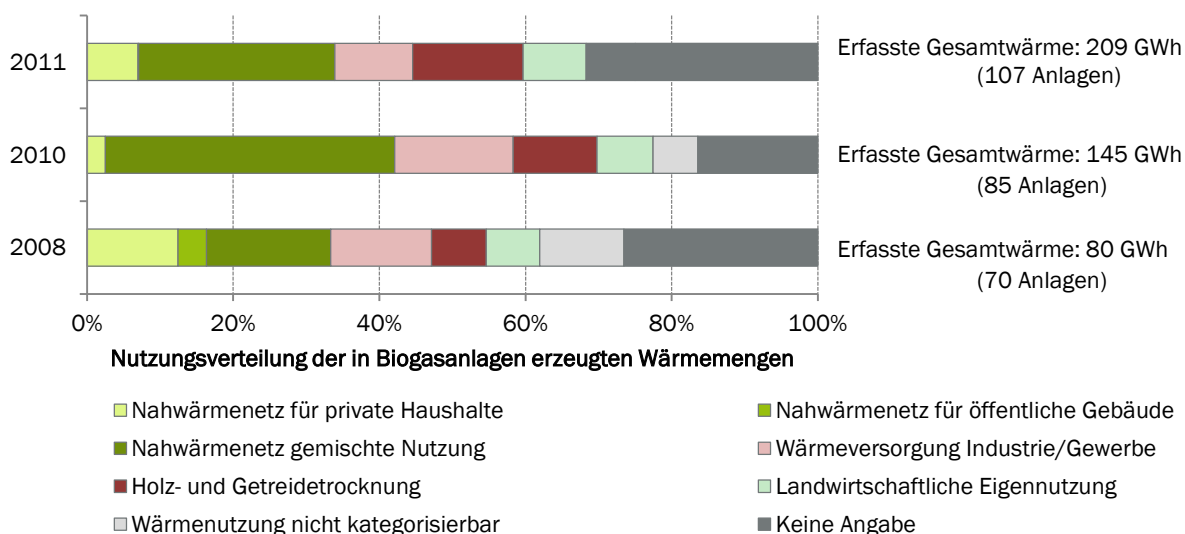


Abbildung 30: Wärmenutzungskonzepte an Biogasanlagen und deren Anteile an der gesamten erfassten Wärmemenge im Verlauf des Wettbewerbs.

Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Erfasste Wärmemengen der Stoffstrombefragungen 2009/10; 2011; 2012

Eine weitere Nutzungsoption stellen Trocknungsprozesse oder die Versorgung des landwirtschaftlichen Betriebs dar. Ersteren kam im Verlauf des Wettbewerbs eine zunehmende Bedeutung zu, so dass der Anteil von 8 % im Jahr 2008 auf 15 % im Jahr 2011 anstieg. Die Beheizung von Stall- und Sozialgebäuden sowie die Wärmenutzung in sonstigen Betriebsprozessen²² fällt unter die Kategorie „landwirtschaftliche Eigennutzung“ und betrug in allen drei Befragungsjahren nahezu konstant ca. 8 % der gesamten externen Wärmenutzung. Weitere etwa 30 % der genutzten Wärme an Biogasanlagen konnten nicht kategorisiert werden, weil entweder mehrere Nutzungen angegeben wurden oder die Angaben zur exakten Verwendung fehlten. Ein Großteil der nicht kategorisierbaren Wärmemengen entfallen auf die landwirtschaftliche Eigennutzung sowie Trocknungsprozesse, sodass die in diesen beiden Kategorien separat ausgewiesenen Anteile tendenziell zu niedrig ausfallen.

Nachfolgend werden die Ergebnisse zur Wärmenutzung aus der Stoffstrombefragung mit deutschlandweiten Daten verglichen. Eine Differenzierung nach Wärmenutzungskonzepten mit Angaben der Wärmemengen liegt für Deutschland jedoch nicht vor. Die Auswertung der Betreiberbefragung des DBFZ im Rahmen des EEG-Monitorings ergibt stattdessen die jeweiligen Häufigkeitsverteilung der einzelnen Wärmenutzungskonzepte (WITT u. a., 2012). In Abbildung 31 sind daher die Häufigkeiten der in der Stoffstrombefragung genannten Wärmenutzungskonzepte dargestellt, welche mit den Ergebnissen des EEG-Monitorings verglichen werden können. Deutschlandweit werden

²² Die Betreiber von Biogasanlagen gaben unterschiedlichste betriebsinterne Nutzungen an: z.B. Warmwasseraufbereitung der Viehtränke, Brauchwassererwärmung, Hallenheizung, Werkstatt, Büros und Seminarräume.

mit Abstand am häufigsten Sozialgebäude als Wärmeabnehmer genannt (70 % aller Anlagen). Fast jede dritte Anlage versorgt Stallungen des landwirtschaftlichen Betriebs mit Wärme. In der Stoffstrombefragung kommen beide Kategorien zusammen im gleichen Zeitraum nur auf 14 % der Anlagen (siehe Abbildung 31). Ein Grund ist hier darin zu vermuten, dass in der Stoffstrombefragung die Befragten als externe Wärmenutzung²³ die landwirtschaftliche Eigennutzung nicht mit einbezogen.

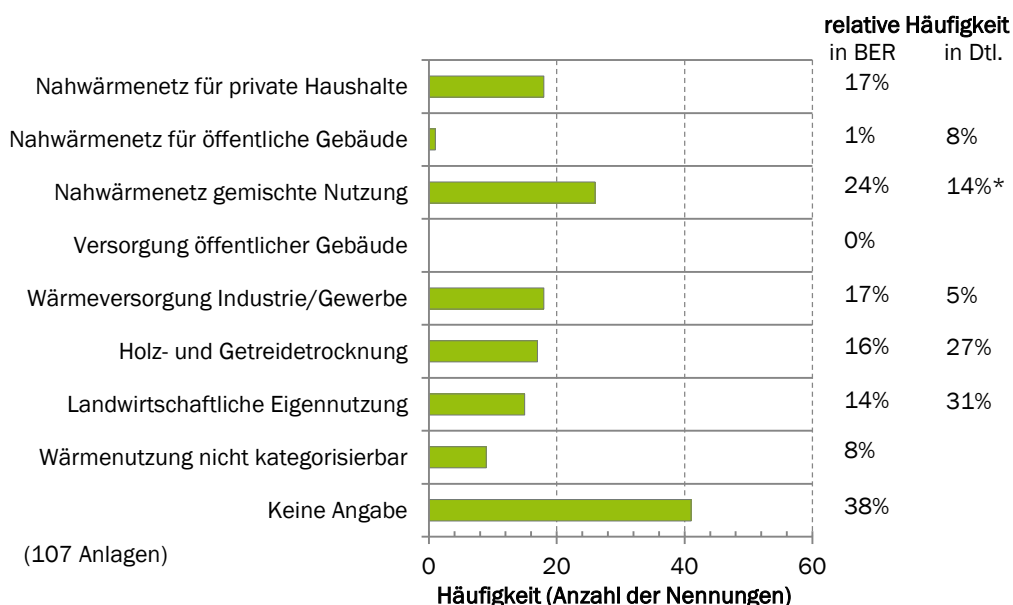


Abbildung 31: Verteilung der Wärmenutzung an Biogasanlagen in Bioenergie-Regionen (BER) im Jahr 2011, absolute Anzahl der Nennungen und relative Häufigkeit (Mehrfachnennung möglich)
 * Nahwärmenetz sowohl private Haushalte als auch gemischte Nutzung
 Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Stoffstrombefragung 2012

Trocknungsprozesse finden in Bioenergie-Regionen bei 16 % der Anlagen und in Deutschland bei 27 % der Anlagen statt. 42 % der Anlagenbetreiber in Bioenergie-Regionen gaben an, Wärme über Nahwärmenetze zu verteilen. Deutschlandweit hat sich die Wärmeverteilung in Nahwärmenetzen zwar von 2010 zu 2011 auf fast 14 % aller Anlagen verdoppelt, verbleibt damit aber noch weit unter dem Durchschnitt in den Bioenergie-Regionen.

Die Verbreitung von externer Biogasverstromung

Für die Versorgung von Wärmesenken kann neben dem (teils verlustreichen) Transport der Wärme alternativ die Leitung des Biogases zum Ort des Bedarfs erfolgen. Über Rohbiogasleitungen werden dann sogenannte Satelliten-BHKW außerhalb der eigentlichen Biogasanlage gespeist.

²³ Subjektiv variierend kann „externe Wärmenutzung“ als Nutzung außerhalb des landwirtschaftlichen Betriebs oder als komplette Wärmenutzung nach Abzug des Eigenbedarfs der Fermenter verstanden werden.

In Abbildung 32 ist die Anzahl der in der Stoffstrombefragung erfassten Satelliten BHKW und Rohbiogasleitungen dargestellt. Darüber hinaus ist der Anteil an den erfassten Biogasanlagen markiert.

Mit einer steigenden Verbreitung von Satelliten-BHKW ist der Anteil an den erfassten Biogasanlagen in nur einem Jahr von 10 % 2010 auf etwa 14 % im Jahr 2011 angewachsen. Parallel wurden erwartungsgemäß mehr Mikrogasleitungen im gleichen Zeitraum gemeldet. In beiden Jahren wurden allerdings jeweils häufiger Satelliten-BHKW angegeben, als Mikrogasleitungen genannt wurden. Eine Mikrogasleitung ist mit mindestens einem Satelliten-BHKW außerhalb der Biogasanlage verbunden. Die Differenz bei den Nennungen könnte an einem unterschiedlichen Verständnis der Befragten liegen, ob ein weiteres BHKW ohne räumliche Trennung von der Biogasanlage ebenfalls als Satelliten-BHKW gilt.

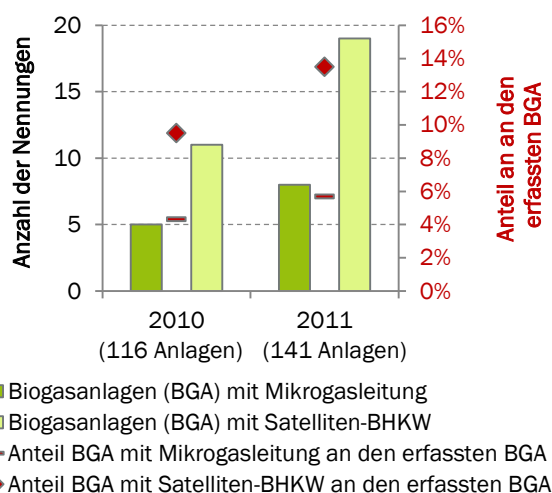


Abbildung 32: Anzahl und relative Häufigkeit von Satelliten-BHKW und Mikrogasleitungen an Biogasanlagen (2010-2011).
Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2011; 2012

Bei der Betreiberbefragung des DBFZ im Rahmen des EEG-Monitorings gaben 21 % der antwortenden Biogasanlagenbetreiber für 2011 an, Satelliten-BHKW mit Biogas zu betreiben (WITT u. a., 2012, S. 57). Im deutschlandweiten Vergleich liegen die Bioenergie-Regionen mit ca. 14 % folglich unter dem Durchschnitt.

6.3.2 Wärmeausnutzung an den Bioenergieanlagen

Nachfolgend wird für die in der Stoffstrombefragung untersuchten Bioenergieanlagen die Wärmeerzeugung mit der tatsächlich genutzten Wärmemenge verglichen. Für Heizkraftwerke ist jedoch keine Auswertung der ungenutzten Wärmemengen möglich. Die geringe Fallzahl der Stichprobe und die Erfassung von verschiedenen Anlagen in den einzelnen Befragungsjahren lässt keine Aggregation dieser Daten zu. Die einzelnen Heizkraftwerke weisen eine so große Differenz bei installierter Leistung und Wärmeerzeugung auf, sodass keine aussagekräftigen Tendenzen über den Wettbewerbszeitraum abzuleiten sind. Die durch die Stoffstrombefragung erfassten Wärmemengen sind in Kapitel 6.2.2 dargestellt.

Die Wärmeausnutzung an Heizwerken

Für den Vergleich der Wärmeerzeugung mit der tatsächlich genutzten Wärme wird die berechnete Wärmemenge (auf Grundlage der angegebenen Volllaststunden) mit der angegebenen Wärmenutzung ins Verhältnis gesetzt. Die Auswertung der Wärmeausnutzung an Heizwerken wird jedoch durch die ungenaue Angabe der Volllaststundenzahl ausgeschlossen. Die Wärmenutzungsquote würde auf

Grundlage von thermischer Leistung und Volllaststundenzahl in mehreren Fällen über 100 % beziehungsweise unter 20 % betragen. Die von den Betreibern angeführte Wärmeabgabe schließt demnach in mehreren Fällen auf eine höhere oder niedrigere Volllaststundenzahl, als im Fragebogen angegeben wurde. Tatsächlich dürfte die Wärmenutzungsquote an Heizwerken nahezu 100 % betragen, die hier die Wärmeproduktion auf die Nachfrage der versorgten Nutzer ausgerichtet ist. Verluste bestehen dabei beim An- und Runterfahren der Anlagen sowie durch das Vorhalten von Heizleistung.

Die Wärmeausnutzung an Biogasanlagen

Im Vergleich zu den anderen Anlagentypen liegen für Biogasanlagen die umfangreichsten Daten vor. Hier sind sowohl die installierte Leistung als auch die Stromeinspeisung sehr gut dokumentiert. An BHKWs wird stets ein Teil des Stroms unter Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und der Rest ohne Nutzung der Wärme erzeugt. Der KWK-Anteil der Stromerzeugung wurde in der Stoffstrombefragung jedoch nicht erfasst. Stattdessen wurde die Gesamtmenge der extern genutzten Wärme angegeben. Als Wärmeerzeugung (Bruttowärme) wird daher im Folgenden die Wärme angenommen, die entstehen würde, wenn der KWK-Anteil der Stromerzeugung 100 % betragen würde. Mit steigender Stromproduktion steigt demzufolge die Wärmeerzeugung parallel an. Die Entwicklung der Wärmeausnutzung an Biogasanlagen in den Bioenergie-Regionen ist in Abbildung 33 dargestellt. Die verfügbare Wärme ergibt sich durch Abzug der Prozesswärme von der Bruttowärme. Die übrige Wärme kann anschließend für die Deckung eines Wärmebedarfs genutzt werden. Dieser extern genutzte Anteil ist bei den erfassten Bioenergie-Anlagen seit 2008 (42 %) stetig steigend und erreichte im Jahr 2011 schließlich 56 % der verfügbaren Wärme.

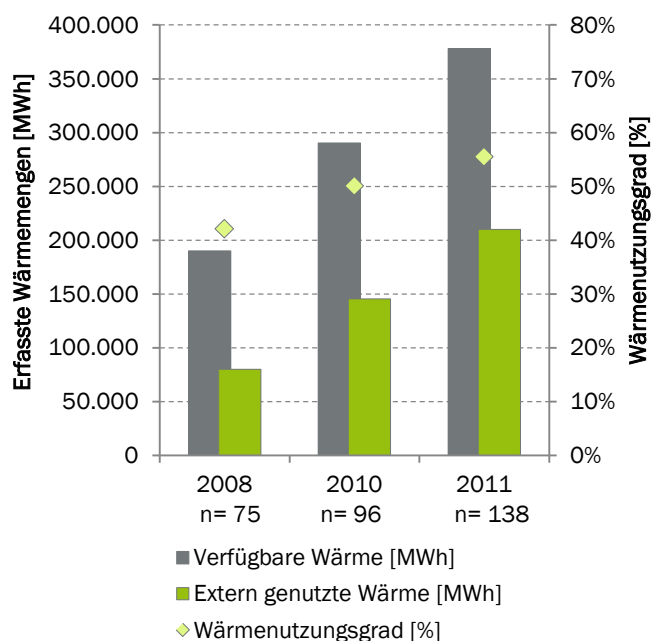


Abbildung 33: Entwicklung des Wärmeausnutzungsgrads an Biogasanlagen in den Bioenergie-Regionen während des Wettbewerbszeitraums.

Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2009/10; 2011; 2012

Im EEG (idF. v. 2012) ist als Voraussetzung der Stromvergütung 60 % Gesamtwärmenutzung festgelegt. Die Berechnung der Gesamtwärmenutzung für Biogasanlagen weicht dabei leicht von der in diesem Bericht angewandten Methodik ab. Da die insgesamt genutzte Wärme nach dem EEG 2012 sowohl die extern genutzte Wärme als auch die Prozesswärme als anrechenbare Wärme berücksichtigt, steigt der Wärmenutzungsgrad der Anlagen an. Verwendet man diese Methodik für die vorliegenden Daten der Stoffstrombefragung, steigt die Gesamtwärmenutzung von 53 % im Jahr 2008 auf 64 % im Jahr 2011 an und liegt damit im Mittel sogar über der Mindestanforderung zur Wärmenutzung des Gesetzes.

Zwischenfazit Wärmeausnutzung an Bioenergieanlagen

Für **Heizkraftwerke** ist im Rahmen der Stoffstrombefragungen keine Schlussfolgerung zur Entwicklung der Wärmeausnutzung möglich. Bei der deutschlandweiten Erhebung im Rahmen des EEG-Monitorings wird nach kleinen bis mittleren Anlagen unterschieden, die in der Regel wärmegeführt betrieben werden und großen Anlagen im Leistungsbereich bis 20 MW_{el}, welche oftmals explizit zur (EEG-)Stromerzeugung errichtet wurden (WITT u. a., 2012). Bei letzteren wurde keine oder nur eine geringe Wärmeauskopplung vorgesehen. Anders ist dies bei Anlagen, die als Industrieanlage zur Eigenversorgung mit Prozessdampf oder als Heizkraftwerke zur Einspeisung in kommunale Nahwärmenetze errichtet wurden. Eine höhere Ausnutzung der anfallenden Wärme wäre je nach Standort demnach am ehesten in stromgeführten Kraftwerken vorstellbar, da die übrigen ohnehin auf die bestmögliche Wärmeausnutzung ausgerichtet sind.

Heizwerke sind grundsätzlich wärmegeführt betrieben und geben damit 100 % der erzeugten Wärme für eine Wärmenutzung ab. Hierbei besteht jedoch noch Potenzial durch eine höhere Auslastung bei Steigerung der Volllaststunden (siehe auch Kapitel 6.2.2). Da die Heizwerke ausschließlich einen konkreten Wärmebedarf bedienen, könnte ein Ziel sein, Wärmeabnehmer einzubeziehen, die entweder eine konstante Wärmenachfrage oder eine über das Jahr antizyklische Wärmenachfrage aufweisen. Einer oftmals einseitigen Auslastung während der Heizperiode kann somit entgegengewirkt werden.

An **Biogasanlagen** gestaltet sich der zuvor beschriebene Zustand grundlegend anders: Prinzipiell könnte der KWK-Anteil der Stromerzeugung 100 % betragen, wodurch parallel zur Stromerzeugung permanent Wärme genutzt werden kann. Die verfügbare Wärme ist jedoch aufgrund des Eigenwärmebedarfs in der Heizperiode am geringsten. Trotz der Steigerung des Wärmenutzungsgrades von 42 % 2008 auf 56 % 2011 besteht hier noch ein Optimierungspotenzial. Mögliche Optimierungsansätze hängen maßgeblich von nahe gelegenen Wärmesenken ab und müssen für jede Anlage individuell geprüft werden. Anzumerken ist jedoch, dass ein Großteil der verfügbaren Wärme außerhalb der Heizperiode anfällt und somit möglichst ganzjährige Wärmeabnehmer zu suchen sind.

Der externe Wärmenutzungsgrad von Biogasanlagen wurde deutschlandweit für das Jahr 2011 mit durchschnittlich 45 % ermittelt (WITT u. a., 2012, S. 59). Die Bioenergie-Regionen liegen mit einem Durchschnitt von 56 % über diesem Wert.

6.4 Projekte und Studien als Maßnahmen in den Bioenergie-Regionen

Im folgenden Kapitel wird dargestellt, in welchen Bereichen die Regionen während des Wettbewerbs ihre Schwerpunkte hinsichtlich Projekte und Studien setzten. Hierzu wurden die regionalen Berichte (2010, 2011, 2012) aus den Regionen systematisch ausgewertet.

Das Begriffspaar „Studien“ sowie „Konzepte“ wird nachfolgend für solche Maßnahmen verwendet, die eher auf die Gewinnung von Wissen beziehungsweise Entscheidungsgrundlagen abzielen (z.B. Energiekonzepte). „Projekte“ stehen in dem Kontext für anlagen- oder rohstoffbezogene Maßnahmen und somit sind von technischer Natur. Die Gesamtheit an Studien und Projekten sind unter dem Begriff „Maßnahmen“ zusammengefasst. Die von den Regionen genannten und in Stichpunkten erläuterten Angaben wurden zusammengefasst und anschließend thematischen Kategorien zugeordnet. Abbildung 34 zeigt die Anzahl der technischen Projekte und der Studien in den Bioenergie-Regionen im gesamten Wettbewerbszeitraum.

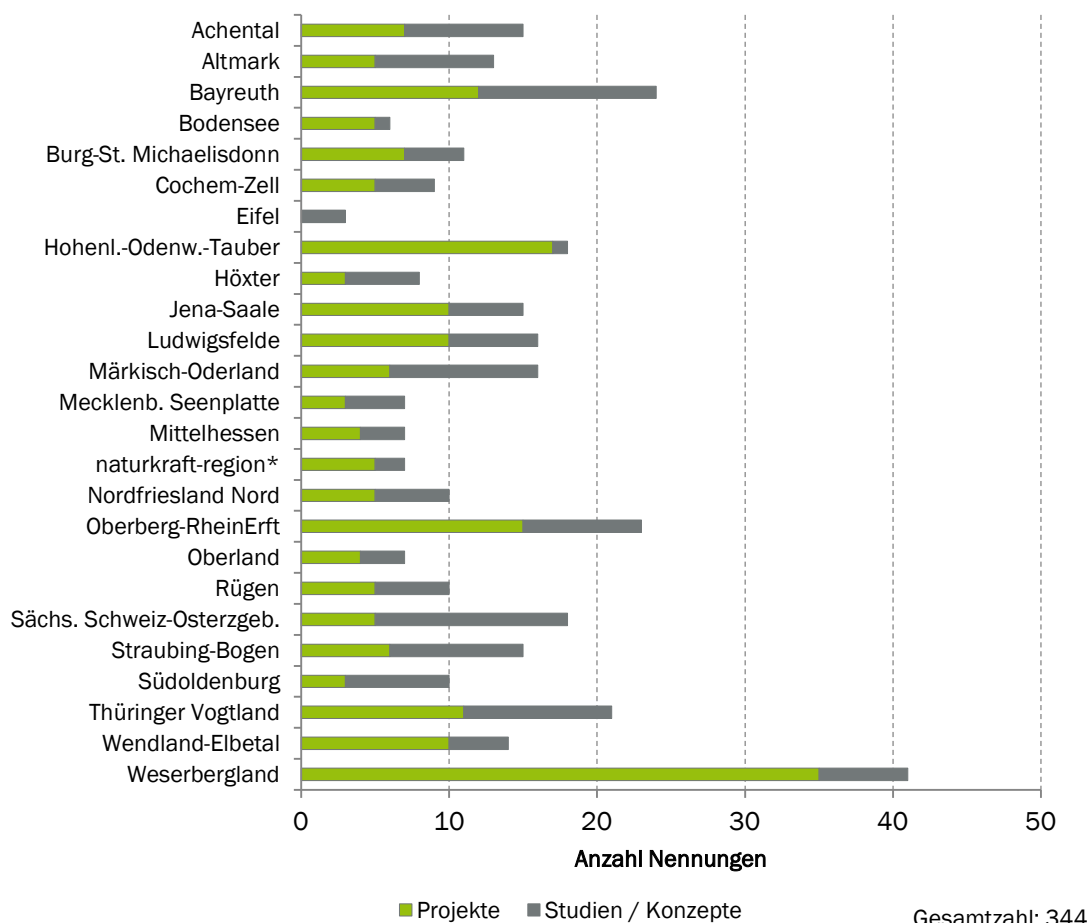


Abbildung 34: Projekte und Studien in Bioenergie-Regionen (im Wettbewerbszeitraum). *ohne 2012
Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Regionale Berichte der Wettbewerbsregionen

Mehrjährige Maßnahmen wurden dabei jeweils in dem Jahr aufgeführt, in dem sie erstmalig erwähnt wurden. Dementsprechend wurden solche Maßnahmen nicht erneut aufgelistet, die 2012 weitergeführt

beziehungsweise fertiggestellt wurden. Da bei der vorliegenden Auswertung nur Nennungen aus den Zwischenberichten aufgegriffen sind, spiegeln diese die Hauptmaßnahmen in den Regionen wider. Die Fülle der tatsächlich stattgefundenen Maßnahmen kann hiervon gegebenenfalls abweichen.²⁴

Aus den regionalen Zwischenberichten geht hervor, dass 2011 mit Abstand die meisten Maßnahmen durchgeführt wurden (siehe Abbildung 35). Die Regionen meldeten im ersten Zwischenbericht insgesamt 87 Maßnahmen. Das macht im Durchschnitt drei bis vier Projekte pro Region. Für das Jahr 2011 verdoppelt sich diese Zahl nahezu. Dabei erfuhren Studien / Konzepte einen Zuwachs von 50 %, Projekte von etwa 100 %. Die Regionen bewältigten im Jahr 2011 demzufolge durchschnittlich sechs bis sieben Maßnahmen. Für das Jahr 2012 meldeten die Regionen in ihren regionalen Endberichten noch 98 Maßnahmen. Da sich diese auf nur 7 Monate des Jahres beziehen²⁵, liegt die Projektabwicklung letztlich gleich hoch wie im Jahr 2011.

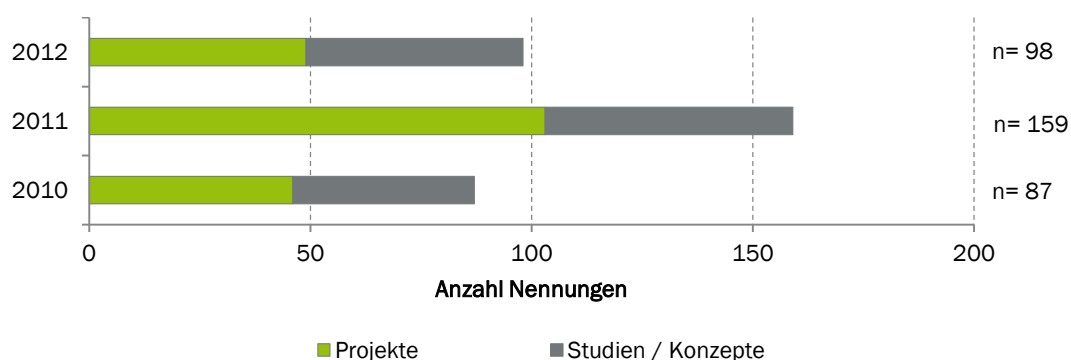
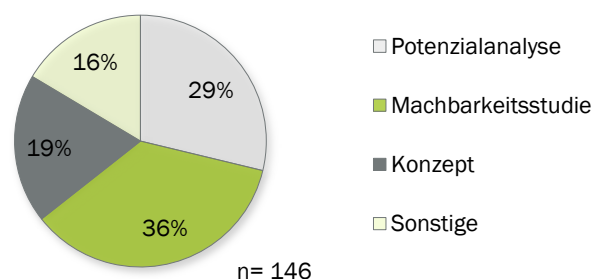


Abbildung 35: Studien- und Projektstarts in Bioenergie-Regionen nach Wettbewerbsjahren.
Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Regionale Berichte der Wettbewerbsregionen

Die Studien der Bioenergie-Regionen

Bei den von den Regionen in Auftrag gegebenen Studien handelt es sich überwiegend um Potenzialanalysen, Machbarkeitsstudien oder Konzepte (siehe Abbildung 36). Machbarkeitsstudien nehmen hierbei mit etwa einem Drittel aller Studien den größten Anteil ein.



Konzepte wurden in der Form von Klimaschutzkonzepten aber auch für die Verwertung bestimmter Biomassen mit unkonventionellen Verwendungsoptionen

Abbildung 36: Arten von Studien in Bioenergie-Regionen (im Wettbewerbszeitraum)
Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Regionale Berichte d. Wettbewerbsregionen

²⁴ Unter Umständen begleiten die Regionalmanager weitere Maßnahmen, die jedoch nicht Bestandteil der Berichtspflicht waren. Siehe hierzu auch Kapitel 6.6.

²⁵ Ab August 2012 begann die 2. Förderphase „Bioenergie-Regionen 2.0“

erstellt. Ein weiteres Beispiel für entwickelte Konzepte ist die Erarbeitung von Lehr- und Unterrichtseinheiten, die Bioenergie zum Inhalt haben.

Die durchgeführten Potenzialanalysen widmen sich der Vielfalt an nutzbaren Biomassen, sind aber hinsichtlich Umfang und Untersuchungstiefe mitunter sehr unterschiedlich. Beispiele reichen von der umfassenden Studie zu verfügbaren landwirtschaftlichen bzw. forstwirtschaftlichen Flächen bis hin zur Analyse ausgewählter organischer Abfälle oder einzelner Nebenprodukte. Die Inhalte der Machbarkeitsstudien waren ebenfalls thematisch vielseitig. Sie beschäftigen sich beispielsweise mit Anlagenplänen zur hydrothermalen Carbonisierung, Hackschnitzelheizwerken oder Biogasanlagen. Kern dieser Art von Studien ist die vorgreifende Analyse zur Abschätzung der Wirtschaftlichkeit. Zusätzlich gibt es Machbarkeitsstudien zu ganzen Bioenergieclustern oder auch neuen Wärmenutzungskonzepten, die mit der ökonomischen Betrachtung weiterführende Entscheidungen vorbereiten. In der Kategorie „sonstiges“ finden sich zum Beispiel Versuchsreihen zur Gärresttrocknung, Versuche zur Saatgutgewinnung oder auch die Erhebung von Bioenergie-Daten.

Im Verlauf des dreijährigen Förderzeitraumes zeichnet sich ein eindeutiges Bild zur Vorgehensweise in den Bioenergie-Regionen ab, wenn man den Anteil von Potenzialanalysen mit dem Anteil von Machbarkeitsstudien vergleicht (siehe Abbildung 37): Im Jahr 2010 fielen 37 % der Studien auf Potenzialanalysen und nur 29 % auf Machbarkeitsanalysen. In der Wettbewerbszeit sank der Anteil von Potenzialanalysen zugunsten von Machbarkeitsstudien deutlich. Im letzten Förderjahr sind Machbarkeitsstudien mit 47 % deutlich in der Mehrheit. Dies spiegelt die Entwicklung der Regionen wider: Nach Start des dreijährigen Förderzeitraums bestand ein großer Bedarf, Planungsgrundlagen zu schaffen, welche mit den Potenzialanalysen gut bedient werden konnten. Außerdem dienten diese der weiteren strategischen Ausrichtung und der Identifizierung von Handlungsoptionen in den Regionen. Zum Ende des Wettbewerbs stieg der Anteil an Machbarkeitsstudien, welche auch auf Grundlage der ermittelten Potenziale konkrete Bioenergieprojekte anschieben sollten.

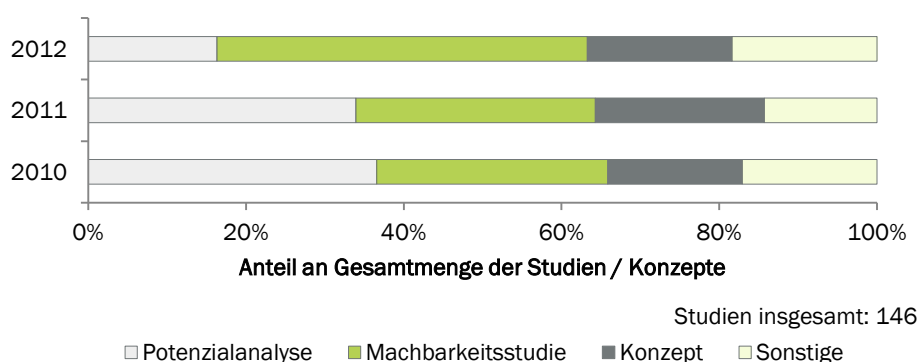


Abbildung 37: Prozentuale Verteilung der Studientypen während des Wettbewerbsverlaufes.
Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Regionale Berichte der Wettbewerbsregionen

Die Projekte der Bioenergie-Regionen

Neben den Studien und Konzepten machen die Projekte mit 58 % die Mehrzahl der Maßnahmen in den Bioenergie-Regionen aus (siehe auch Abbildung 35). Projekte setzen anlagen- oder rohstoffbezogene

Maßnahmen in der Praxis um. Die gestiegenen Anteile an Projekten weisen somit auf eine zunehmende Umsetzung der Ideen zur Biomassenutzung hin. Damit könnte eine Steigerung der Bioenergienutzung oder eine Modernisierung bzw. Innovation bei der Bioenergieerzeugung einhergehen. Besonders im Jahr 2011 fällt auf, dass fast doppelt so viele Projekte wie Studien umgesetzt wurden (Abbildung 35). Sowohl 2010 als auch 2012 ist das Verhältnis zwischen Projekten und Studien etwa ausgeglichen. Insgesamt ist der Anteil der Projekte an der Gesamtzahl genannter Maßnahmen dennoch als hoch bis sehr hoch einzuschätzen. Denn wenngleich der Wettbewerb auf den Ausbau der energetischen Biomassenutzung abzielte, erfolgte die Förderung nur für den Aufbau langfristiger Strukturen und Netzwerke sowie zur Durchführung von Studien und Konzepten oder Maßnahmen im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit. Investitionen in Bioenergie-technologien und Erzeugungskapazitäten wurden vom Fördermittelgeber nicht finanziell unterstützt. Es zeigt sich also, dass die Regionalmanager in eine Fülle von Projekten involviert waren und somit einen unmittelbaren Einfluss im regionalen Bioenergienetzwerk ausübten. Vereinzelt haben Regionalmanager in den regionalen Zwischenberichten auch Projekte gelistet, die sie nicht konkret begleitet hatten. Hier ist jedoch zumindest davon auszugehen, dass sie mit den Akteuren vernetzt sind, was wiederum Potenzial für zukünftige Zusammenarbeit birgt. Zusammenfassend entfällt jeweils die Hälfte der Maßnahmen auf (praktische) technische Projekte wie auch (theoretische) Studien und Konzepte. Der praktischen Umsetzung von Maßnahmen zur Bioenergienutzung kommt damit eine sehr hohe Bedeutung zu.

Thematisierte Energieträger

Eine Unterscheidung der Studien und Projekte nach Energieträgern zeigt deutliche Unterschiede zwischen den beiden Maßnahmentypen (siehe Abbildung 38). Studien sind oftmals allgemein, das heißt nicht anlagenspezifisch ausgerichtet. Sie beschränken sich in fast 50 % der Fälle nicht auf eine einzelne Wertschöpfungskette, sondern decken mehrere oder keine konkrete Wertschöpfungskette ab. Dies ist besonders für Konzepte und Potenzialanalysen typisch. Dahingegen sind nur 13 % der technisch orientierten Projekte allgemein ausgerichtet. Hier ist stattdessen der Großteil der Projekte eindeutig einer der Wertschöpfungsketten Biokraftstoffe, Festbrennstoffe oder Biogas zuzuordnen.

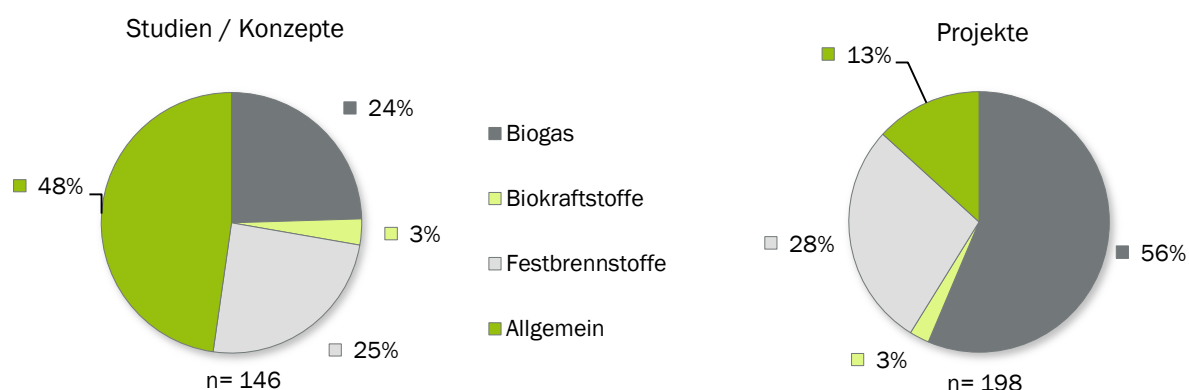


Abbildung 38: Zuordnung der Studien bzw. Projekte zu den Wertschöpfungsketten. (Doppelnennung möglich)
Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Regionale Berichte der Wettbewerbsregionen

Bemerkenswert ist, dass über die Hälfte der Projekte im Biogasbereich stattfinden und sich nur ein marginaler Teil mit Biokraftstoffen beschäftigt. Als Beispiele finden sich für die Biogaskette Nennungen auf der Projektseite mit teils innovativen oder technisch modifizierten Biogasanlagen sowie auf der

Studienseite mit ökonomischen Analysen oder Substratversuchen (z.B. Landschaftspflegematerial). In der Fülle an Maßnahmen und Modellanlagen, durch die Fokussierung auf Wärmesenken, Satelliten-BHKW, die Biogasaufbereitung etc. ist auch eine Tendenz zur Weiterentwicklung der Technik zu erkennen.

Maßnahmen zur technischen Entwicklung innerhalb der Wertschöpfungskette Biokraftstoffe widmen sich nur vereinzelt flüssigen Energieträgern. Stattdessen zielen sowohl die Studien als auch Projekte vermehrt auf die Etablierung von Biomethan im Kraftstoffsektor ab. Insgesamt spielt die Biokraftstoffkette in den Regionen kaum eine Rolle.

Im Bereich Festbrennstoffe sind viele Maßnahmen zur Bioenergieerzeugung aus Holz sowie der Wärmeverteilung über Netze zu finden. Hinzu kommen Studien und Projekte, die sich der Produktion einzelner und zum Teil innovativer Festbrennstoffe widmen (z.B. Agrarpellets, KUP-Hackschnitzel etc.). In der Kategorie allgemeiner Studien und Projekte finden sich die Bioenergiedörfer sowie energieträgerspezifische Maßnahmen wie Potenzialanalysen wieder.

Klassifizierung der durchgeführten Maßnahmen

Im Folgenden werden Studien und Projekte nicht voneinander getrennt ausgewertet. Für eine differenzierte Übersicht über die Bandbreite an Themen konnten die 344 erfassten Maßnahmen einer oder mehrerer aussagekräftiger Kategorien zugeordnet werden (siehe Abbildung 39). Weitere 30 Maßnahmen sind nicht näher zu spezifizieren, was 8 % der Fälle entspricht. Sofern Maßnahmen laut Beschreibung tatsächlich mehrere Themen bedienen, wurden sie auch mehreren Kategorien zugeordnet. Teilweise wurden Maßnahmen in den regionalen Berichten in einem fortgeschrittenen Arbeitsstand erneut beschrieben, welche dann jedoch bei der Kategorisierung keine erneute Berücksichtigung fanden.

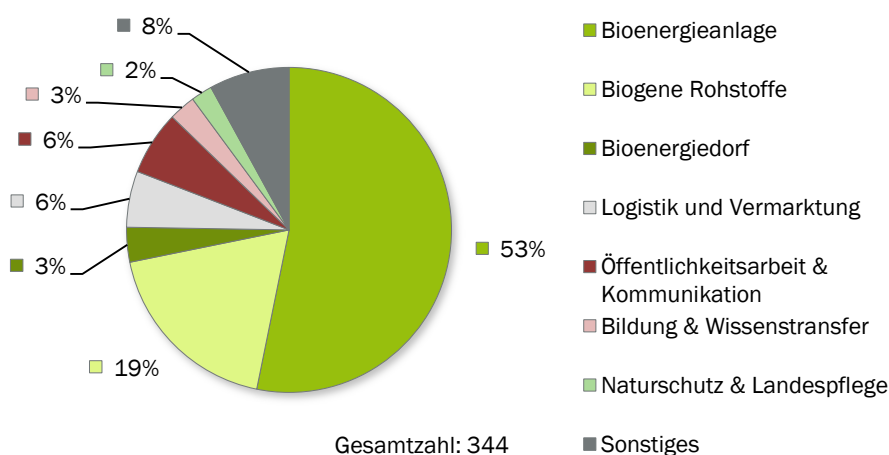


Abbildung 39: Relative thematische Verteilung der Maßnahmen in den Bioenergie-Regionen im Wettbewerbszeitraum. Klassifiziert. Mehrfachnennung möglich
Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Regionale Berichte der Wettbewerbsregionen

Der überwiegende Anteil der Maßnahmen widmete sich einzelnen Bioenergieanlagen, also der Umwandlung von Biomasse in Bioenergie beziehungsweise der Energieverteilung. Dabei handelt es sich um die Neuerrichtung von Anlagen, Optimierung bestehender Anlagen, Errichtung und Erweiterungen von Wärmenetzen oder weitere Maßnahmen. Etwa ein Fünftel der Maßnahmen thematisiert darüber hinaus die Bereitstellung oder die Verarbeitung biogener Rohstoffe. Eine detaillierte Untergliederung der Kategorien „Bioenergieanlage“ und „Biogene Rohstoffe“ erfolgt in Abbildung 41 und Abbildung 55. Die übrigen 28 % der Studien und Projekte widmen sich Bioenergiedörfern, der Öffentlichkeit, der Logistik und Vermarktung, der Bildung, dem Naturschutz und sonstigen Themen.

Im Laufe des Förderzeitraums sind nur wenige Änderungen bezüglich der Verteilung der Themen auszumachen (siehe Abbildung 40). Markant ist erneut der permanent über 50 % liegende Anteil von Maßnahmen rund um Bioenergieanlagen. Ebenfalls einen recht großen Anteil weisen Maßnahmen zu biogenen Rohstoffen auf. Ihr Anteil geht jedoch innerhalb der drei Jahre von 32 % auf 20 % der jährlichen Nennungen zurück. Im dritten Wettbewerbsjahr fällt dafür ein gesteigener Anteil an Maßnahmen zu den Themen „Logistik und Vermarktung“ sowie „Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation“ auf.

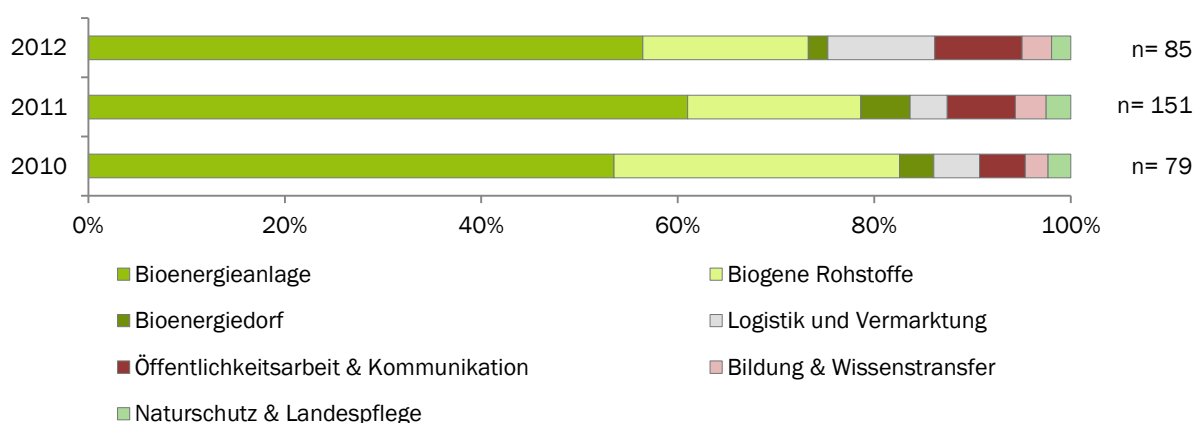
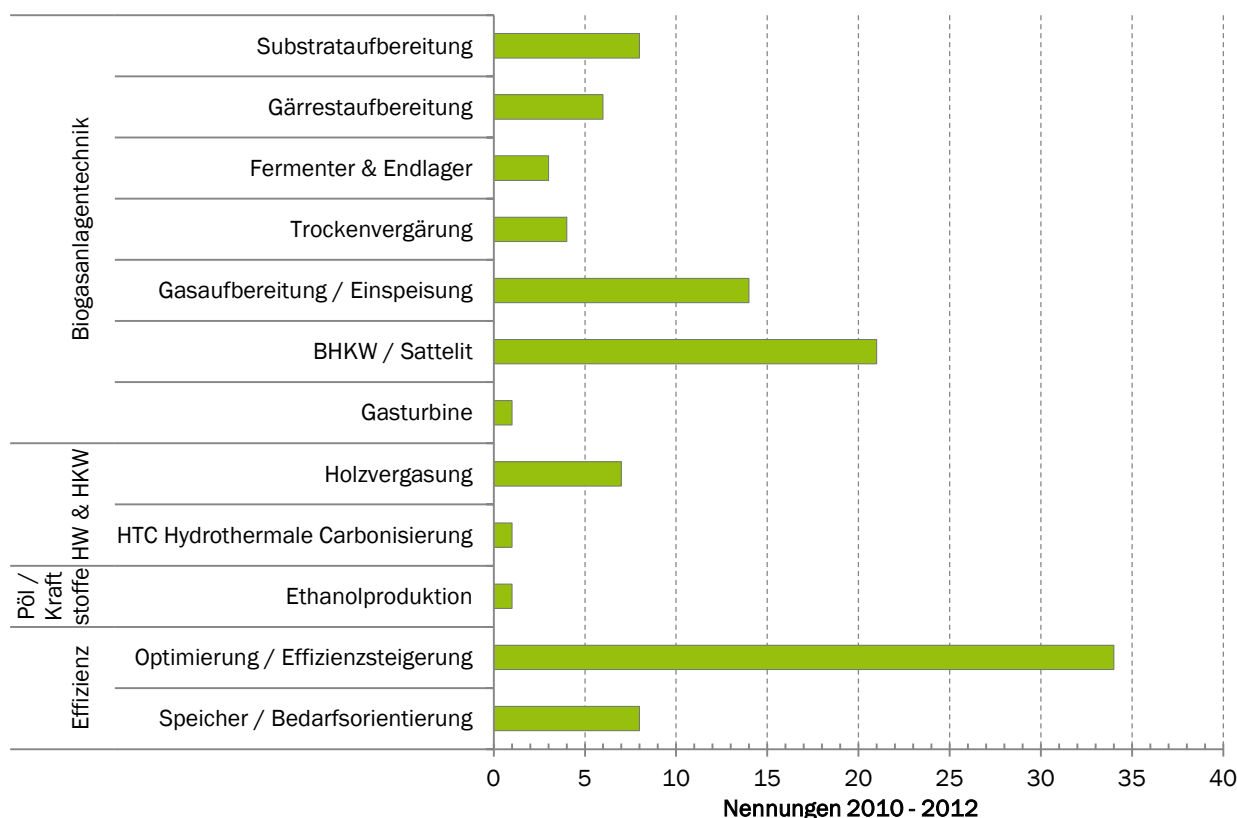


Abbildung 40: Die Themen der durchgeführten Maßnahmen von 2010 bis 2012. Relativer Anteil, Mehrfachnennung möglich
Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Regionale Berichte der Wettbewerbsregionen

Studien und Projekte an Bioenergie-Anlagen

Bei der folgenden Auswertung werden einzelne ausgewählte Technologien herausgegriffen und die Maßnahmenzahl für alle drei Wettbewerbsjahre aufsummiert. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf Maßnahmen, die ein Indiz für technische Innovationen oder Effizienzsteigerungen sind. Neuanlagen ohne Spezifikation fließen nicht gesondert in die Übersicht ein.

In Abbildung 41 sind die technischen Maßnahmen der Kategorie „Bioenergieanlagen“ nochmals unterteilt dargestellt. Hier wird nach „Biogasanlagentechnik“, „Maßnahmen an Heiz(kraft)werken“, „Pflanzenöl oder sonstige Biokraftstoffe“ und schließlich „Maßnahmen zur Effizienzsteigerung“ differenziert. In Summe steht bei insgesamt 108 von den erfassten 200 technischen Maßnahmen die technische Weiterentwicklung der Anlagen im Mittelpunkt.



Erfasste technische Maßnahmen: 88; Kategorisierungen insgesamt: 108

Abbildung 41: Verteilung der Maßnahmen „Bioenergieanlage“ zu ausgewählten technischen Themen im Wettbewerbszeitraum. Ein Projekt kann u.U. mehreren Kategorien zugewiesen werden. Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Regionale Berichte der Wettbewerbsregionen

Im Bereich der Biogasanlagentechnik gibt es die größte Vielfalt an Maßnahmen. Alle Hauptbestandteile von Biogasanlagen (Substrataufbereitung, Fermenter und Endlager, Gasaufbereitung, BHKW) erfuhren durch technische Maßnahmen eine Weiterentwicklung. Bei 21 Maßnahmen wird das Biogas in Satelliten-BHKW genutzt. Danach folgt mit 14 Nennungen die Biogasaufbereitung auf Erdgasqualität. Als Besonderheit werden hier ebenfalls die Maßnahmen aufgeführt, bei denen die Fermentation durch Trockenvergärung durchgeführt wird, da diese auf teils schwierige Substrate spezialisiert ist (4 Nennungen).

Im Wettbewerbszeitraum wurden neben den Biogasanlagen auch zahlreiche Maßnahmen an Heiz(kraft)werken durchgeführt. Die in der Abbildung 41 aufgeführten Kategorien stellen technische Neuerungen dar, die in Bioenergie-Regionen thematisiert wurden. Dazu gehören die Holzvergasung, die siebenmal genannt wurde, sowie die hydrothermale Carbonisierung mit einer Nennung.

Nur eine Maßnahme widmet sich der Produktion von Biokraftstoffen. Methantankstellen und Versuche mit Biomethan als Kraftstoff sind Maßnahmen der Kategorie „Logistik und Vermarktung“ und finden sich daher nicht in der Abbildung wieder. Die Gasaufbereitung wird in keinem der aufgelisteten Projekte explizit für die Kraftstoffbereitstellung durchgeführt, weswegen Biogasaufbereitungsanlagen allein zur Biogasanlagentechnik gezählt wurden.

In Abbildung 41 ist auch aufgeführt, wie oft Maßnahmen durchgeführt wurden, durch die eine Steigerung der Effizienz erreicht werden soll. Hierunter fallen 34 Maßnahmen der Optimierung / Effizienzsteigerung und nochmals acht Maßnahmen mit Speichern bzw. einer bedarfsgerechten Betriebsführung. Erneut sei darauf hingewiesen, dass Doppelnennungen möglich sind, also zum Beispiel eine Maßnahme mit Optimierung eines Satelliten-BHKW sowohl unter „Effizienz“ als auch unter „Biogasanlagentechnik“ berücksichtigt wurde.

Zwischenfazit technische Weiterentwicklung durch Studien und Projekte in drei Jahren Wettbewerbslaufzeit

Durch die Förderung der Bioenergie-Regionen ist es möglich, Potenzialanalysen und Machbarkeitsstudien durchzuführen, die sich Rohstoffen bzw. Anlagenkonzepten zuwenden, die bisher noch keine breite Marktreife erlangten. Dadurch werden innovative Verfahren und Rohstoffe diskutiert und tragen so zu einer verstärkten Auseinandersetzung mit technischen Neuerungen bei. Aus mehreren Zwischenberichten geht hervor, dass aus durchgeführten Machbarkeitsstudien konkrete Projekte wurden. Das in den Studien gewonnene Know-how führte demnach zur anschließenden Umsetzung technischer Maßnahmen.

Aus mehreren Blickwinkeln dominiert die Biogastechnologie. Von allen Maßnahmen beziehen sich 43 % auf diese Konversionstechnik samt ihrer Wertschöpfungskette. Die Wertschöpfungskette Biokraftstoffe wird hingegen mit nur 3 % aller Maßnahmen kaum bedient. Die Verwendung von Satelliten-BHKW ist zum Ende der Förderphase in fast jeder Region vorzufinden. Gleichzeitig gewinnt in den Bioenergie-Regionen ebenfalls die Gasaufbereitung auf Erdgasqualität an Bedeutung. Dies entspricht dem deutschen Trend, indem sich die Zahl der Biogaseinspeiseanlagen von 14 im Jahr 2008 auf 83 Ende 2011 erhöhte (WITT u. a., 2012, S. 72). Ein geringer, aber für einige problematische Biogassubstrate relevanter Anteil an Maßnahmen zur Trockenvergärung geht ebenfalls mit dem deutschen Trend einher. Im Jahr 2011 belief sich in Bioenergie-Regionen der Anteil der Trockenfermentation an den erfassten Biogasanlagen auf 15 % (20 von 135 erfassten Anlagen). In Deutschland nutzen 6 % der Biogasanlagen die Technik der Trockenfermentation (WITT u. a., 2012, S. 67).

Die technischen Neuerungen im Bioenergiesektor sind geprägt durch anlagenbezogene Maßnahmen (53 % aller genannten Studien und Projekte). Hierunter fallen Neubauten sowie Modifizierungen an bestehenden Anlagen. Neben den überall präsenten Biogasprojekten werden in den Regionen vereinzelt auch erste Erfahrungen zur Vergasung und Verkohlung von Biomasse gewonnen. In Deutschland gab es Ende 2011 173 thermochemische Vergaser (WITT u. a., 2012, S. 24).

6.5 In den Bioenergieanlagen eingesetzte Rohstoffe

Die Untersuchung des biogenen Rohstoffeinsatzes und der Rohstoffbereitstellung stand im Zentrum der Stoffstromanalysen. Hierbei handelt es sich um regionsspezifische Betrachtungen der Stoffströme im Einflussbereich der regionalen Netzwerke. Die nachfolgenden Ergebnisse geben die Antworten der dreimaligen Befragung von Akteuren des jeweiligen Bioenergienetzwerkes in den Modellregionen wieder (zur Methodik siehe Kapitel 4.3.3).

Durch die kontinuierliche Erfassung von Stoffströmen über die gesamte Wettbewerbslaufzeit können erste Zeitreihen zur Darstellung der Entwicklung der Biomassenutzung in den Bioenergie-Regionen erstellt werden. Sofern ein Vergleich mit deutschen Durchschnittswerten möglich ist, wird dieser angestellt.

6.5.1 Rohstoffarten und die Entwicklung ihres Einsatzes im Verlauf des Wettbewerbs

Pflanzenölmühlen

Die potenzielle Rohstoffgrundlage gestaltet sich für Pflanzenölmühlen in Deutschland sehr übersichtlich. Alle sechs in der Stoffstrombefragung erfassten Anlagen verarbeiten Rapsaat. Im Durchschnitt nimmt der Rapsanteil bei der Ölsaatenverarbeitung quasi 100 % ein. Nur im Jahr 2008 gab einer der sechs Betreiber neben Raps auch geringe Mengen an Sonnenblumenölproduktion an, die etwa 1 % der Gesamtölproduktion aller erfassten Anlagen dieses Jahres ausmachte. Als Energieträger ist damit in den Bioenergie-Regionen allein Raps als Rohstoffbasis zur Ölproduktion relevant.

Aus den erfassten Stoffstromdaten lässt sich für diesen Anlagentyp keine Entwicklung des Rohstoffeinsatzes im Verlauf des Wettbewerbs darstellen, da nur ein Drittel der wenigen Betreiber (2 von 6 netzwerkzugehörigen Pflanzenölmühlen) kontinuierlich an den Befragungen teilnahm.

Heizkraftwerke

Heizwerke und Heizkraftwerke werden mit verschiedenen Holzsortimenten und weiteren brennbaren Einsatzstoffen betrieben. Dabei nehmen die Heizkraftwerke eine besondere Stellung ein, da diese aufgrund ihrer überdurchschnittlichen Größe gegenüber den Heizwerken einerseits besondere Brennstoffe (z.B. behandeltes Holz, feuchte Rohstoffe) verwerten können, aber andererseits auch Anforderungen an die Brennstoffverfügbarkeit (z.B. kontinuierliche Verfügbarkeit großer Mengen) stellen²⁶.

²⁶ Bei großen Anlagen haben die Rohstoffkosten ein höheres Gewicht an den Gesamtkosten, weswegen Altholz oder Nebenprodukte aus der Industrie bevorzugt in Heizkraftwerken verwertet werden. Diese können jedoch auch höhere Kosten für Verfahrenstechnik (wie z. B. aufwändigere Maßnahmen zur Emissionsminderung) tragen.

Die in den Bioenergie-Regionen erfassten Heizkraftwerke setzen folgende Einsatzstoffe ein:

- Hackschnitzel (aus Waldrestholz, aus Landschaftspflegeholz, aus Industrie- und Altholz)
- Brennstoffe aus dem Industriebetrieb (Schwarzlauge, Bioschlamm)
- Sonstige Festbrennstoffe (Schleifstaub, Wurzelschredderholz, Rinde)

Aufgrund der geringen Stichprobe (22 befragte HKW im Jahr 2012) und des gleichzeitig inkonsistenten Antwortverhaltens der Anlagenbetreiber von Heizkraftwerken (nur 3 Betreiber antworteten in allen drei Befragungen) ist es auch für diesen Anlagentyp nicht möglich, Aussagen zur Entwicklung des Rohstoffeinsatzes zu treffen.

Das größte erfasste Heizkraftwerk liegt in der Region Thüringer Vogtland. Diese Anlage wird von einem Papier- und Zellstoffproduzenten betrieben und nutzt zur Energieerzeugung die aus dem Produktionsprozess anfallenden Rückstände Schwarzlauge, Rinde, Feingut und Bioschlamm. Im Laufe des Jahres beläuft sich der Brennstoffeinsatz dieser Anlage auf mehr als 700.000 Tonnen (TM), was über 85 % der insgesamt für diesen Anlagentyp erfassten Brennstoffmengen umfasst.

Alle weiteren erfassten Heizkraftwerke in den Netzwerken der Bioenergie-Regionen verbrauchen im Vergleich sehr viel geringere Brennstoffmengen. Hier haben Hackschnitzel aus Waldrestholz den größten Anteil und machen gemittelt über die Wettbewerbslaufzeit etwa 70 % der eingesetzten Masse aus. Die übrigen Mengen nehmen mit wechselnden Anteilen Altholz, Landschaftspflegeholz, zu einem geringen Anteil Sägereestholz / Industrierestholz sowie diverse sonstige Holzabfälle ein.

Der Biomasseeinsatz in Heizkraftwerken wird im deutschen Durchschnitt (ohne Papier- und Zellstoffindustrie) zu etwas mehr als einem Drittel von Altholz bestimmt (WITT u. a., 2012, S. 18f). Naturbelassenes Holz umfasst Waldrestholz, Sägereestholz oder Rinde sowie Landschaftspflegeholz und macht gut ein Drittel des deutschlandweiten Festbrennstoffeinsatzes aus. Die übrigen Brennstoffe entfallen auf Mischsortimente. Die in den Netzwerken der Bioenergie-Regionen erfassten Heizkraftwerke sind im Vergleich zum deutschen Durchschnitt demzufolge wesentlich stärker von Anlagen zur Verbrennung von naturbelassenen Hölzern charakterisiert. Die Altholzverwertung ist gleichzeitig unterrepräsentiert.

Heizwerke

Die netzwerkzugehörigen Heizwerke der Bioenergie-Regionen bedienen sich einer breiten Palette an Festbrennstoffen (Häufigkeiten für das Jahr 2011 siehe Abbildung 42). Holzhackschnitzel aus verschiedenen Quellen nehmen mit nahezu 75 % den größten Anteil der Einsatzstoffe ein. Den übrigen Anteil nehmen nahezu komplett Holzpellets ein. Nur vereinzelt werden weitere Brennstoffe wie Scheitholz, Knickholz oder Stroh und Miscanthus (letztere im Jahr 2010 erfasst) eingesetzt.

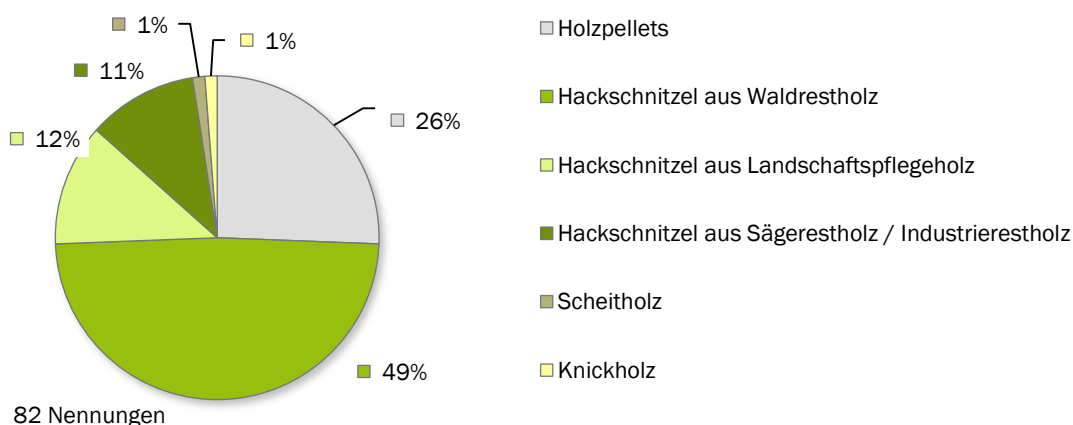


Abbildung 42: Arten eingesetzter Festbrennstoffe in Heizwerken ab 100 kW_{th}. Häufigkeiten der Nennungen 2011 (kein Rückschluss auf Mengenverhältnis möglich)
Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Stoffstrombefragung 2012

Die in der Stoffstrombefragung am häufigsten genannte Brennstoffart für Heizwerke ab 100 kW thermischer Leistung sind Hackschnitzel. Sie sind ein flexibler und gleichzeitig günstiger Rohstoff zur Erzeugung von Wärme. Die größte Bedeutung hat hier das Waldrestholz, welches bei der Forstwirtschaft als Nebenprodukt anfällt. Landschaftspflegeholz und Hackschnitzel aus Gewerbe und Industrie werden etwa gleichhäufig eingesetzt. Darüber hinaus verwendet circa jede sechste Anlage Pellets. Außerdem finden vereinzelt auch sonstige Rohstoffe wie Scheitholz oder Knickholz Eingang in die regionalen Stoffkreisläufe. Bei der Stoffstrombefragung im Jahr 2010 entfielen darüber hinaus drei Nennungen auf Altholz und jeweils eine Nennung auf Hackschnitzel von KUP, Stroh und Miscanthus. Während Landschaftspflegeholz schon fast genauso häufig wie Industrieresth Holz genutzt wird, sind Heizwerke, welche auch solche neuartigen Energieträger wie Miscanthus einsetzen, noch in der Unterzahl. Der Einsatz von Hackschnitzeln aus Landschaftspflege- oder Kurzumtriebsholz sowie Stroh oder Miscanthus belegt hier das Engagement der Bioenergie-Regionen, möglichst vielfältige biogene Festbrennstoffe einzusetzen. In den Regionen wurden dazu Studien, Versuche sowie erste Pilotanlagen umgesetzt. Aktuelle Bemühungen, Mischpellets, Miscanthus oder auch KUP-Hackschnitzel zu produzieren, haben für die befragten Akteure jedoch noch keine Marktbedeutung erlangt. Dies wird auch bei der Betrachtung der Mengenverhältnisse deutlich, bei der diese Rohstoffe einen Anteil von null Prozent einnehmen.

Im Folgenden werden die Mengenanteile an Festbrennstoffen dargestellt, die in den drei Wettbewerbsjahren in Heizwerken eingesetzt wurden. Bei der Befragung von Heizwerksbetreibern wurde das Fragebogendesign ab der zweiten Erhebung so angepasst, dass eine Unterteilung des Hauptrohstoffs Hackschnitzel erfolgen konnte. In allen drei Befragungsjahren liegt der Anteil von Hackschnitzeln an der insgesamt eingesetzten Brennstoffmenge bei etwa 90 % (siehe Abbildung 43).

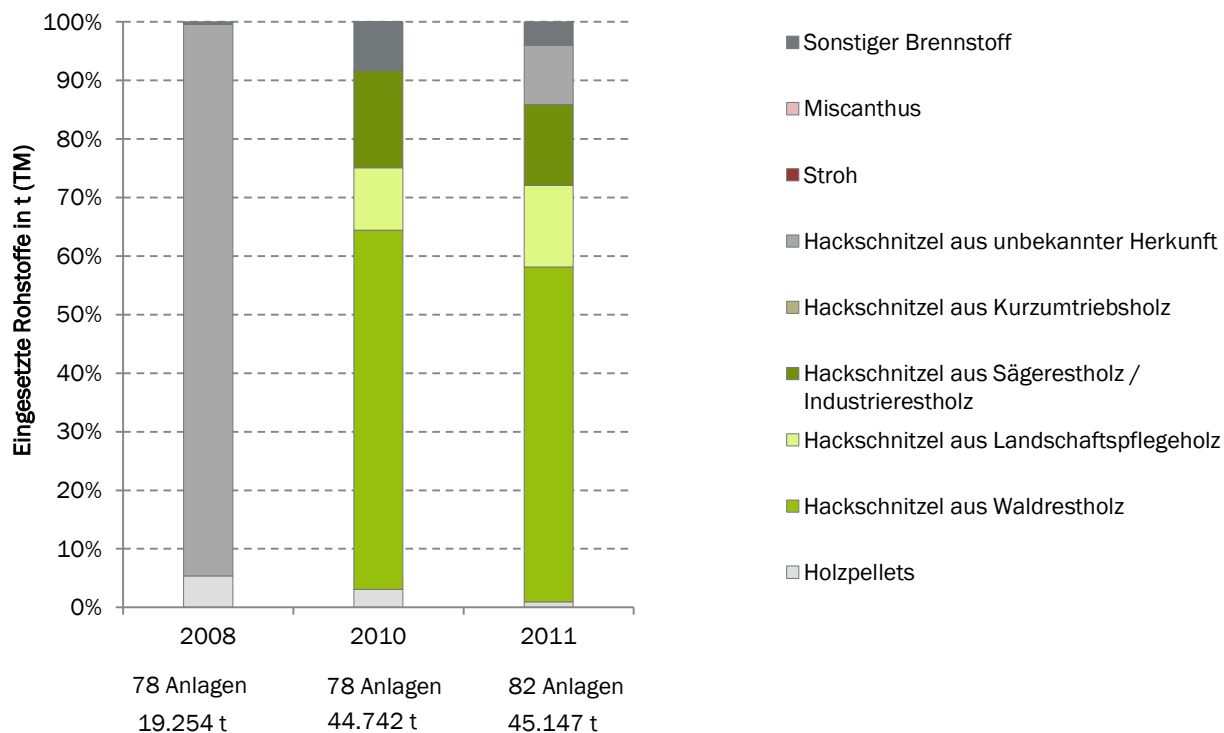


Abbildung 43: Entwicklung der Brennstoffzusammensetzung an Heizwerken ab 100 kW_{el}, massebasiert
Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2009/10; 2011; 2012

Der wichtigste Rohstoff für die netzwerkzugehörigen Heizwerke sind Hackschnitzel aus Waldrestholz. Diese werden nicht nur am häufigsten eingesetzt, sondern machen auch den größten Mengenanteil an den Festbrennstoffen aus. Bei manchen Hackschnitzeln konnten die Betreiber jedoch keine eindeutigen Angaben zur Herkunft machen. Im Jahr 2011 fallen diese Hackschnitzelmengen aus unbekannter Herkunft recht umfangreich aus. Zumindest ein Teil der dafür im Jahr 2011 angegebenen Mengen stammt höchstwahrscheinlich ebenso aus Waldrestholz. Ob dies den Rückgang von 2010 zu 2011 kompensiert, oder tatsächlich weniger Hackschnitzel aus Waldrestholz eingesetzt wurden, ist aus der kurzen Zeitreihe nicht ableitbar. Sägereestholz / Industrieholz sowie Landschaftspflegeholz werden als Hackschnitzel etwa in gleichen Mengenanteilen eingesetzt. Dabei ist bei Landschaftspflegeholz von 2010 zu 2011 eine Steigerung zu verzeichnen, während gleichzeitig auf gewerbliche Holzreste ein etwas verminderter Anteil entfällt.

Als Einsatzstoff für Heizwerke größer 100 kW thermischer Leistung sind darüber hinaus Holzpellets mengenmäßig bedeutsam. Immerhin setzt jede sechste netzwerkzugehörige Anlage diesen Brennstoff ein (siehe Abbildung 42). Jedoch sank der ohnehin geringe Mengenanteil kontinuierlich von 6 % im Jahr 2008 auf unter 1 % im Jahr 2011. Hieraus wird ersichtlich, dass die Bedeutung der vergleichsweise teuren Pellets für größere Heizwerke gesunken ist.

Der mengenmäßig relevanteste Brennstoff der Kategorie „sonstiger Brennstoff“ ist Knickholz, welches in größeren Mengen in einem Heizwerk in der Region Nordfriesland Nord eingesetzt wird. Sowohl Stroh als auch Miscanthus werden in so geringen Anteilen eingesetzt, dass sie in der Grafik nicht zu erkennen sind. Scheitholz und Späne können als sonstige Brennstoffe wegen ihrem minimalen Mengenanteil in

der Bilanz ebenso vernachlässigt werden. Neuartige Brennstoffe wie Hackschnitzel aus Kurzumtriebsholz werden als innovative Energieträger gesondert in Kapitel 6.5.4 aufgegriffen.

Biogasanlagen

Die größte Vielfalt an Einsatzstoffen ist erwartungsgemäß bei Biogasanlagen zu verzeichnen (siehe Abbildung 44). Hier verteilen sich die eingesetzten Rohstoffe auf die Substratkategorien Wirtschaftsdünger, nachwachsende Rohstoffe, Bioabfall und Reststoffe. Nachfolgend ist erneut zunächst die Anzahl der Nennungen für die erfassten Anlagen dargestellt. Zwischen 2008 und 2011 sind dabei keine Entwicklungstendenzen zu erkennen.

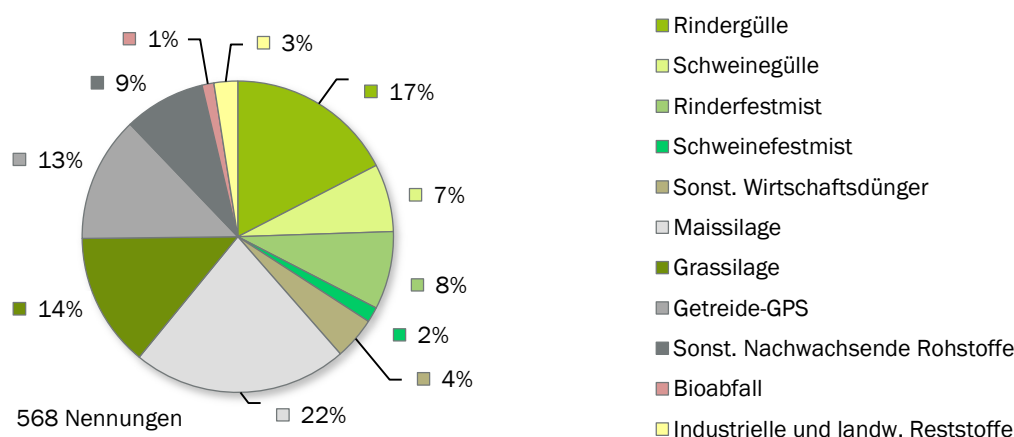


Abbildung 44: Häufigkeit der in Biogasanlagen eingesetzten Substrate 2011
(Kein Rückschluss auf Mengenverhältnis möglich)
Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Stoffstrombefragung 2012

Am häufigsten werden in Biogasanlagen der regionalen Netzwerke nachwachsende Rohstoffe eingesetzt. Allein auf Maissilage entfielen 2011 22 % der Nennungen. Grassilage wird etwa genauso häufig eingesetzt wie Ganzpflanzensilage. Als „sonstige nachwachsende Rohstoffe“ werden verwertet:

- Corn-Cob-Mix
- Getreidekorn
- Körnermais
- Lieschkolbenschrot
- Klee gras
- Sonnenblume
- Durchwachsene Silphie
- Sorghum
- Sudangras
- Zuckerrübe

Es wird deutlich, dass die Anlagenbetreiber auch Zwischenfrüchte, Überschüsse oder nicht veräußerbare Pflanzen(-bestandteile) als Biogassubstrate verwenden. Damit gewinnen sie für den Betrieb ihrer Anlagen zusätzliche Cosubstrate. An einigen Standorten werden darüber hinaus alternative Nawaros, wie die durchwachsene Silphie angebaut. Straßenbegleitgras und Grünschnitt sind prinzipiell auch nachwachsende Ressourcen, werden jedoch nicht landwirtschaftlich angebaut und fallen daher unter die Kategorie „Reststoffe“.

Neben den nachwachsenden Rohstoffen entfallen beinahe alle weiteren Nennungen auf Wirtschaftsdünger. Dies sind zum überwiegenden Teil Gülle und Mist von Rindern und Schweinen. Sonstige Wirtschaftsdünger sind zudem:

- Geflügelmist
- Geflügeltrockenkot
- Schafmist, Ziegenmist
- Pferdemist

Nebenprodukte, Rückstände und Abfälle werden in den Netzwerken der Bioenergie-Regionen selten in Biogasanlagen eingesetzt. Darunter fallen Bioabfall sowie industrielle und landwirtschaftliche Reststoffe.

Als Bioabfälle werden dabei genannt (insgesamt 7 Nennungen im Jahr 2011):

- Speisereste
- Frittierfette, Fettabscheiderinhalte, Flotatfette
- Biertreber
- Molke
- Milchzuckermelasse
- Straßenbegleitgras und Grünschnitt

Als industrielle und landwirtschaftliche Reststoffe werden genannt (insgesamt 14 Nennungen im Jahr 2011):

- Stroh
- Zuckerrübenschnitzel
- Getreideschlempe, Kartoffelschlempe
- Gemüse, Kartoffeln (aussortiert)
- Rübenkleinteile aus Zuckerverarbeitung
- Klärschlamm (kein vergütungsfähiges Biogassubstrat)

Zusammenfassend gestaltet sich das Spektrum an eingesetzten Biogassubstraten wie erwartet sehr breit. Zwar entfallen schon mehrere Nennungen auf „Maisersatzpflanzen“, aber eine Fülle an solchen alternativen Substraten, wie z.B. auch Wildpflanzenmischungen sind zum Jahr 2011 noch nicht zu verzeichnen. Als Reststoffe sind vor allem Speisereste sowie Reststoffe aus der Lebensmittelindustrie relevant. Die mengenmäßige Bedeutung der einzelnen Substrate wird im Folgenden analysiert.

Für netzwerkzugehörige Biogasanlagen ist eine Übersicht zur Entwicklung des Rohstoffeinsatzes über alle drei Jahre des Wettbewerbs möglich (siehe Abbildung 45). Die größten Anteile halten durchgängig Wirtschaftsdünger und nachwachsende Rohstoffe. Hierbei kam den Wirtschaftsdüngern eine stetig steigende Bedeutung zu und erreichte im Jahr 2011 einen Anteil von 54 % der eingesetzten Frischmasse. Nachwachsende Rohstoffe nehmen dagegen einen konstanten Anteil von etwa 43 % ein. Die übrigen Substrate bilden Bioabfälle sowie industrielle und landwirtschaftliche Reststoffe.

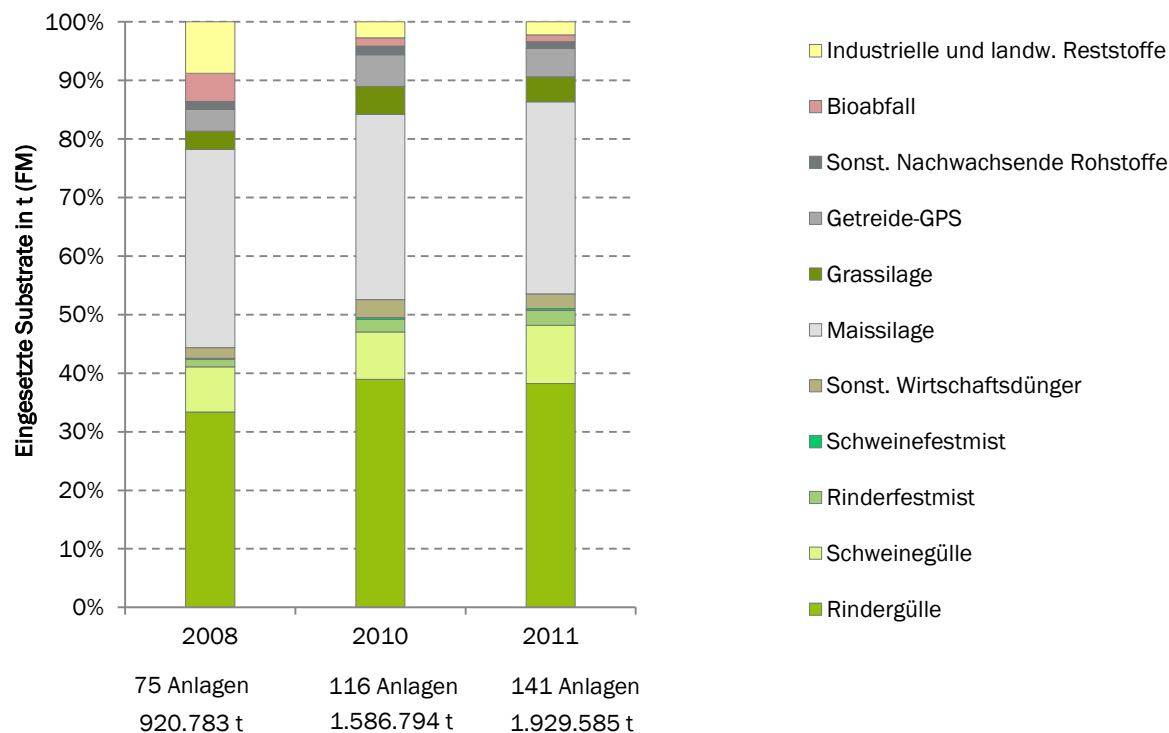


Abbildung 45: Entwicklung der eingesetzten Biogassubstrate (Mengenbezogen) über die Wettbewerbslaufzeit. (ohne Großanlagen > 3 MW el. Leistung)
Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2009/10; 2011; 2012

Innerhalb der Kategorie „Wirtschaftsdünger“ hat die Rindergülle die größte Bedeutung. Sie kommt ca. vier- bis fünfmal Häufiger zum Einsatz als Schweinegülle. Während Schweinefestmist praktisch nicht relevant ist, umfasste der Einsatz von Rinderfestmist 2011 2,5 % des gesamten Substrateinsatzes. Drei Viertel der sonstigen Wirtschaftsdünger machen Geflügelmist und -trockenkot aus. Unter den Nawaro hält Maissilage den mit Abstand größtem Anteil und trägt mit einem Drittel zum Gesamtsubstrateinsatz bei. Weitere Getreideganzpflanzensubstrate wie Roggen oder Triticale bringen genau wie Grassilage nochmals zwischen 3 und 5 % Masseanteil hinzu. Der Anteil an Bioabfällen und Reststoffen als Biogassubstrate ist während des Wettbewerbs rückläufig. Im Jahr 2008 betrug er noch etwa 5 % an der Gesamtmenge, was hierbei jedoch auf einzelne Anlagen mit entsprechend großen Substratmengen entfiel, die nachfolgend nicht mehr an der Befragung teilnahmen. Bei gleichbleibender Rohstoffmenge des Bioabfalls von 2010 zu 2011 beläuft sich der Anteil dann nur noch auf ca. 2 bzw. 1% an der (steigenden) Gesamtmenge.

Im deutschlandweiten Durchschnitt werden Wirtschaftsdünger zu 43 % (zum Vergleich: 54 % in BER) Massenanteil eingesetzt (WITT u. a., 2012, S. 79). Nachwachsende Rohstoffe machen in der Bundesrepublik dagegen 49 % aus (zum Vergleich: 43 % in BER). Somit liegt in den Bioenergie-Regionen ein vergleichsweise größerer Fokus auf Reststoffen der Tierproduktion und -haltung. Innerhalb der Nawaros betrug 2011 der Maisanteil deutschlandweit 79 % (WITT u. a., 2012, S. 81). In den Anlagen der Bioenergienetzwerke wurde hingegen Mais im selben Jahr zu einem leicht niedrigeren Anteil von 76 % eingesetzt. Während industrielle und landwirtschaftliche Reststoffe mit demselben Mengenanteil eingesetzt werden wie im deutschen Vergleich, sind Biogasanlagen zur Verwertung von Bioabfällen in den Netzwerken unterrepräsentiert. Letztere bezogen im Jahr 2011 deutschlandweit

Bioabfälle im Umfang von 7 % (zum Vergleich: 1 % in BER) des gesamten massenbezogenen Substrateinsatzes (WITT u. a., 2012, S. 79).

Brennstoffproduzenten

Die in der Stoffstrombefragung erfassten Brennstoffproduzenten bedienen mit der Produktion von Holzpellets und Holz hackschnitzeln den Markt für die Bioenergieanlagen der Region. Dementsprechend machen diese beiden Brennstoffe mit durchweg mehr als Dreiviertel der Produktionsmengen den erwartungsgemäß größten Anteil aus (siehe Abbildung 46).

Über eine Entwicklung der Brennstoffproduktion kann bei den stark schwankenden Mengenanteilen keine plausible Aussage getroffen werden. Auffällig ist jedoch ein durchweg hoher Anteil von Hackschnitzeln aus Landschaftspflegeholz. Altholz wurde hingegen nicht verarbeitet. Dies weist darauf hin, dass die Brennstoffproduzenten im Netzwerk nur solche Anlagen bedienen, die naturbelassenes Holz einsetzen. Eine Besonderheit der Brennstoffproduzenten ist die Herstellung bzw. der Handel großer Mengen Scheitholz, die im Jahr 2010 und 2011 etwa 10 % der Gesamtmenge ausmachten. Als sonstige Rohstoffe wurden in unterschiedlichen Mengen Grünschnittabsiebungen, Grüngutschredder, Rundholz sowie Sägewerksnebenprodukte genannt.

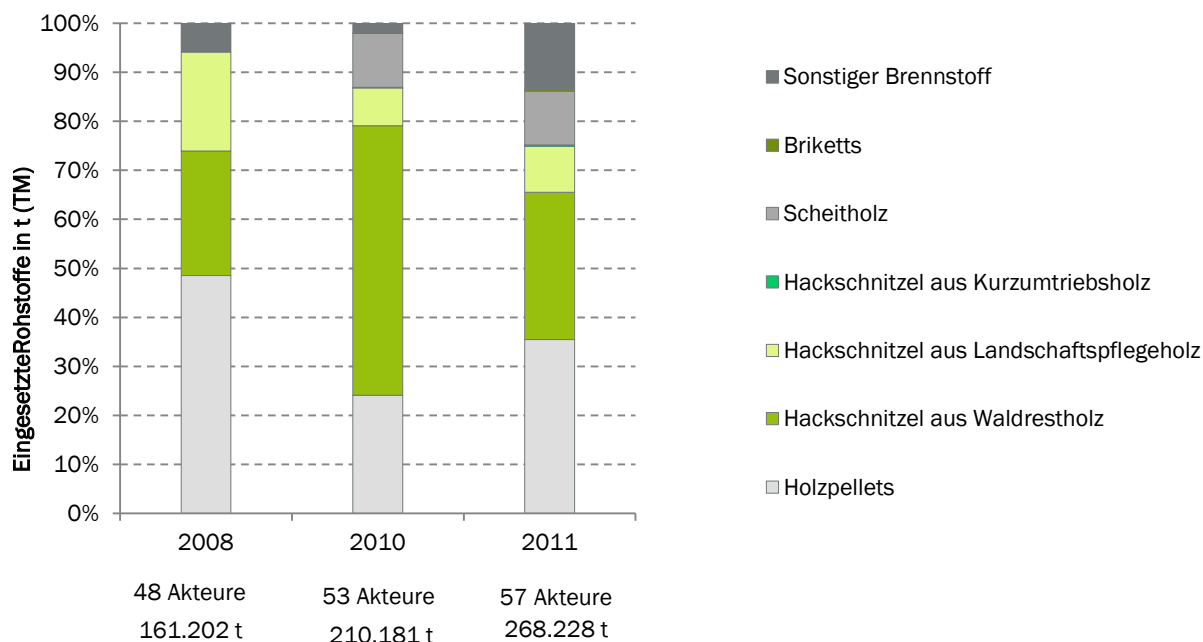


Abbildung 46: Entwicklung der Roh- und Brennstoffanteile beim Handel mit Brennstoffen in den Bioenergie-Regionen, massebezogen.
Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2009/10; 2011; 2012

Zwischenfazit zur Entwicklung des Rohstoffeinsatzes

Generell ist es sehr schwierig, aus nur zwei oder drei Jahren und dabei stark schwankenden Stichproben sowie Rücklaufzahlen eine Entwicklung der Rohstoffzusammensetzung für die Bioenergie-Regionen abzuleiten. Für Heizwerke und Biogasanlagen sind jedoch gewisse Tendenzen erkennbar, die in weiteren Erhebungen möglichst kontinuierlich untersucht werden sollten.

So deutet die leichte Steigerung des Anteils von Landschaftspflegeholz bei Heizwerken auf das Erschließen von zusätzlichen Stoffströmen in den Bioenergie-Regionen hin. Der rückläufige Anteil von Holzpellets ist dagegen ein Anzeichen dafür, dass bei Heizwerken ab 100 kW thermischer Leistung zunehmend von diesem Brennstoff Abstand genommen wird.

Bezüglich der netzwerkzugehörigen Biogasanlagen wird eine große Vielfalt an Nawaros eingesetzt. Diese übersteigen mit ihrer großen Anzahl an Nennungen zahlenmäßig die Wirtschaftsdünger. Aufgrund der teils jedoch sehr geringen Mengen einiger Nawaros, überwiegt bezüglich der eingesetzten Massenanteile jedoch der Einsatz von Wirtschaftsdüngern. Im Gegensatz zum deutschen Durchschnitt beziehen die Biogasanlagen in den Bioenergie-Regionen damit einen insgesamt wesentlich höheren Anteil an Wirtschaftsdüngern. Der Massenanteil von Bioabfällen bleibt hingegen hinter dem deutschen Durchschnitt zurück. Durch die Stoffstromanalyse wurden im Wettbewerbszeitraum keine neuen Anlagen mit Bioabfall und industriellen / landwirtschaftlichen Reststoffen erfasst, weswegen der Anteil dieser Substratkategorien kontinuierlich sank.

6.5.2 Die Regionalität von Rohstoffen und Rohstofflieferanten

Im Rahmen der Stoffstrombefragung wurde ermittelt, ob die Stoffströme durch regionale Kreisläufe charakterisiert sind, oder die Biomassebereitstellung von überregionalen Transporten gekennzeichnet ist. Viele Regionen haben sich im REK zum Ziel gesetzt, regionale Kreisläufe zu schließen und regionale Rohstoffe zu nutzen. Die Ergebnisse für die netzwerkzugehörigen Anlagen und Brennstoffhändler werden nachfolgend technologiespezifisch dargestellt (Abbildung 47 bis Abbildung 50). Die detaillierte Auflistung der regionsspezifischen Werte befindet sich in Anhang A 8 .

Herkunft der Bioenergierohstoffe

Aus Abbildung 47 wird deutlich, dass der überwiegende Anteil der biogenen Rohstoffe aus den Bioenergie-Regionen selbst bezogen wird²⁷. Der größte regionale Anteil ist bei den **Pflanzenölmühlen** zu verzeichnen, wo im Jahr 2011 nahezu 100 % der Ölsaaten aus der jeweiligen Bioenergie-Region stammten. Auch die **Heizkraftwerke** sind zunächst durch einen großen Anteil regionaler Brennstoffe gekennzeichnet, was hier damit zu begründen ist, dass die Schwarzlaube aus dem dominanten Zellstoffwerk in Eigenproduktion anfällt (siehe auch Heizkraftwerke in Kapitel 6.5.1). Lässt man dieses eine Heizkraftwerk der Papierindustrie außen vor, ergibt sich hier ein regionaler Anteil der Brennstoffe von 44 % (2008), 21 % (2010) und von lediglich 16 % im Jahr 2011.

²⁷ Als regionale Abgrenzung dienten die Grenzen der Bioenergie-Region. „Regional“ gelten Stoffströme, die unabhängig von der exakten räumlichen Distanz innerhalb einer Bioenergie-Region liegen. Grenzüberschreitende Stoffströme sind „überregional“.

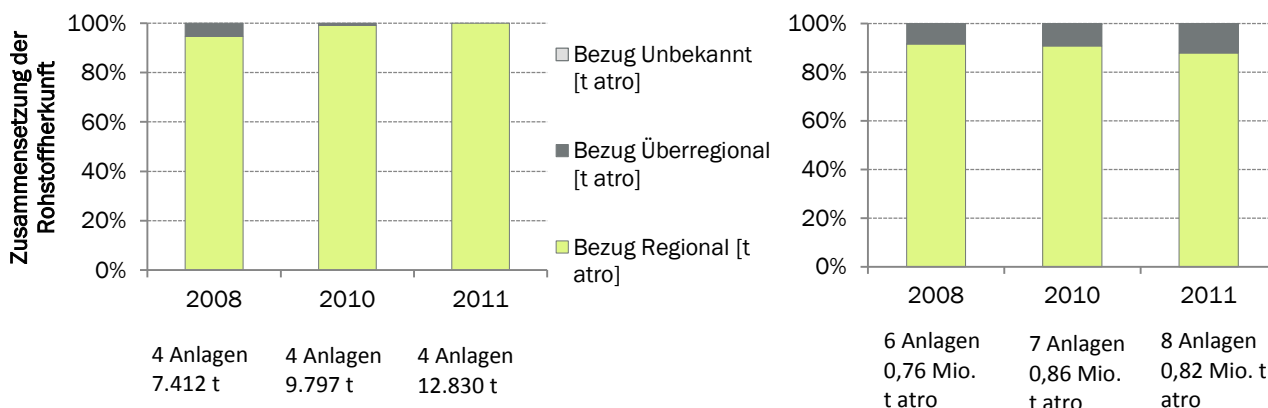


Abbildung 47: Herkunft der Rohstoffe für Pflanzenölmühlen (links) und Heizkraftwerke (rechts) in Bioenergie-Regionen im Verlauf des Wettbewerbs.
Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2009/10; 2011; 2012

Ein anderes Bild zeigt sich bei **Biogasanlagen**, wo die meisten Anlagen durch Landwirte betrieben werden. Entsprechend der Betriebsstrukturen werden zwischen 50 und 60 % der Biogassubstrate in Eigenproduktion bereitgestellt. Hier ist davon auszugehen, dass dies vollständig in der Bioenergie-Region geschieht. Gemeinsam mit regional zugekauften Biogassubstraten stieg der Anteil an regionalen Substraten von 2008 bis 2011 auf insgesamt 88 % an. Rohstoffe, die außerhalb der Region produziert wurden, waren sowohl 2010 als auch 2011 klar in der Minderheit und nahmen hier nur etwa 3,5 % Masseanteil ein. In den Grafiken sind darüber hinaus jene Mengen angegeben, für die keine Angaben zur Herkunft der Rohstoffe gemacht wurden. Lässt man diesen Anteil außen vor, macht der regionale Anteil unter den Rohstoffen mit bekannter Herkunft 2010 und 2011 insgesamt 96 % aus.

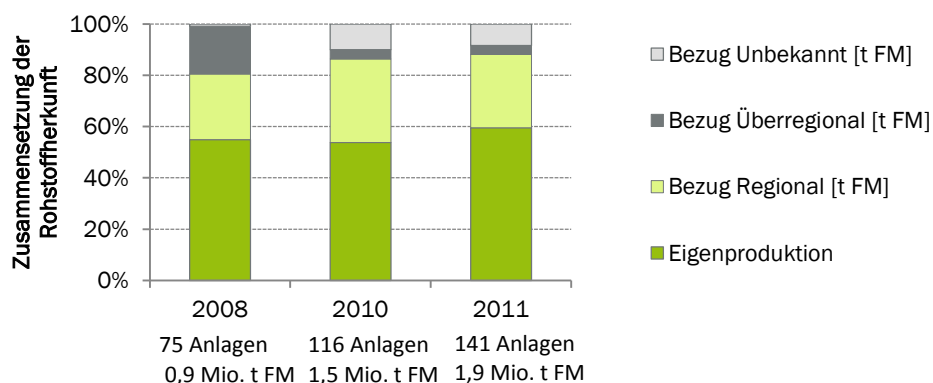


Abbildung 48: Herkunft der Rohstoffe für Biogasanlagen in Bioenergie-Regionen im Verlauf des Wettbewerbs.
Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2009/10; 2011; 2012

Auch in **Heizwerken** werden zum überwiegenden Teil regional verfügbare Brennstoffe eingesetzt. Der Anteil von überregional bezogenen Brennstoffen von anfänglich 24 % sank seit 2008 kontinuierlich. Es fehlen für die Jahre 2010 und 2011 jedoch Angaben zur Herkunft von jeweils etwa 20 % der eingesetzten Rohstoffe. Ohne das Material mit unbekannter Herkunft ergibt sich für die bekannte Menge ein überregionaler Bezug von 21 % im Jahr 2010 und nur noch 8 % im Jahr 2011. Damit stieg

der regionale Anteil der erfassten Festbrennstoffe für Heizwerke bei der letzten Stoffstromerhebung auf 92 % an.

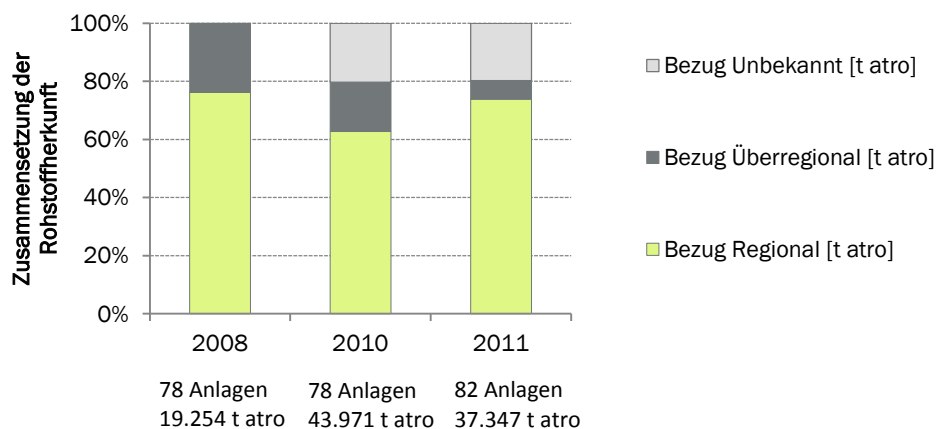


Abbildung 49: Herkunft der Rohstoffe für Heizwerke in Bioenergie-Regionen im Verlauf des Wettbewerbs. Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2009/10; 2011; 2012

Allein der Rohstoffbezug der **Brennstoffproduzenten** hat sich seit 2008 stärker auf den überregionalen Handel ausgerichtet. Seit dem Jahr 2008 wird ein steigender Anteil Brennstoffe überregional bezogen. Bei der letzten Stoffstrombefragung wurde nur für 41 % aller bezogenen Rohstoffe eine regionale Herkunft angegeben. Bei 28 % war der Bezug überregional. Für die Herkunft der Rohstoffe fehlen dabei zunehmend Angaben der Akteure. So kann für die übrigen 31 % der Rohstoffe im Jahr 2011 keine Herkunft ausgewiesen werden. Lässt man diese Menge außer Acht, nimmt der Anteil der überregional bezogenen Rohstoffe sogar einen Anteil von 41 % ein. Deutlich wird dies vor allem bei Unternehmen, die sehr große Mengen Festbrennstoffe, und insbesondere Pellets, produzieren. Aber auch Hackschnitzel aus Waldrestholz werden zu großen Mengen von außerhalb der Region importiert. Im Jahr 2010 lag hierbei der erfasste Anteil des Holzes zur Produktion von Holzpellets höher, im Jahr 2011 überwog dann Waldrestholz innerhalb der Kategorie „Bezug Überregional“. Bezugsquellen sind dabei zumeist Forstwirtschaftsbetriebe und die Holzindustrie.

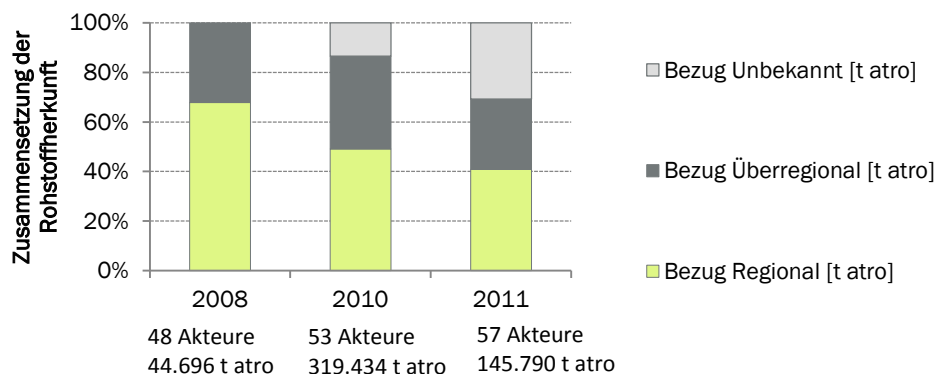


Abbildung 50: Herkunft der Rohstoffe für Brennstoffproduzenten in Bioenergie-Regionen im Verlauf des Wettbewerbs. Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2009/10; 2011; 2012

Zusammensetzung der Lieferanten für Bioenergieanlagen

Im vorigen Abschnitt wurde deutlich, dass die überwiegende Mehrheit der Rohstoffe aus den Bioenergie-Regionen bezogen wird. Die Untersuchung der regionalen Akteure sollte darüber hinaus Aufschluss über die Zusammensetzung der Lieferanten der Rohstoffe geben. Befragt wurden daraufhin die Betreiber von Heiz(kraft)werken und Pflanzenölmühlen, von wie vielen Lieferanten Roh- und Brennstoffe bezogen werden und ob diese Lieferanten aus der Region stammen.

Abhängig vom Rohstoffbedarf und dem Anlagentyp sind die Lieferantenbeziehungen verschieden ausgeprägt (siehe Abbildung 51). Der äußere Ring in Abbildung 51 stellt jeweils die Häufigkeit dar, wie viele Lieferanten die Anlage versorgen. Je größer der Anteil des jeweiligen Ringes ist, desto häufiger wird diese Lieferantengruppe genannt. Der innere Kreis stellt die Regionalität der Lieferanten dieses Anlagentyps dar. Die Betreiber von **Pflanzenölmühlen** beziehen ihre Rohstoffe sowohl aus dem eigenen Betrieb bzw. von nur einem Lieferanten, von einer kleinen Anzahl von Lieferanten und maximal von bis zu 20 Lieferanten. Alle Lieferanten der drei erfassten Pflanzenölmühlen sind regional ansässig. Zum Vergleich: Im Jahr 2010 gaben die Befragten noch an, dass etwa 90 % der Lieferanten aus der jeweiligen Bioenergie-Region stammte.

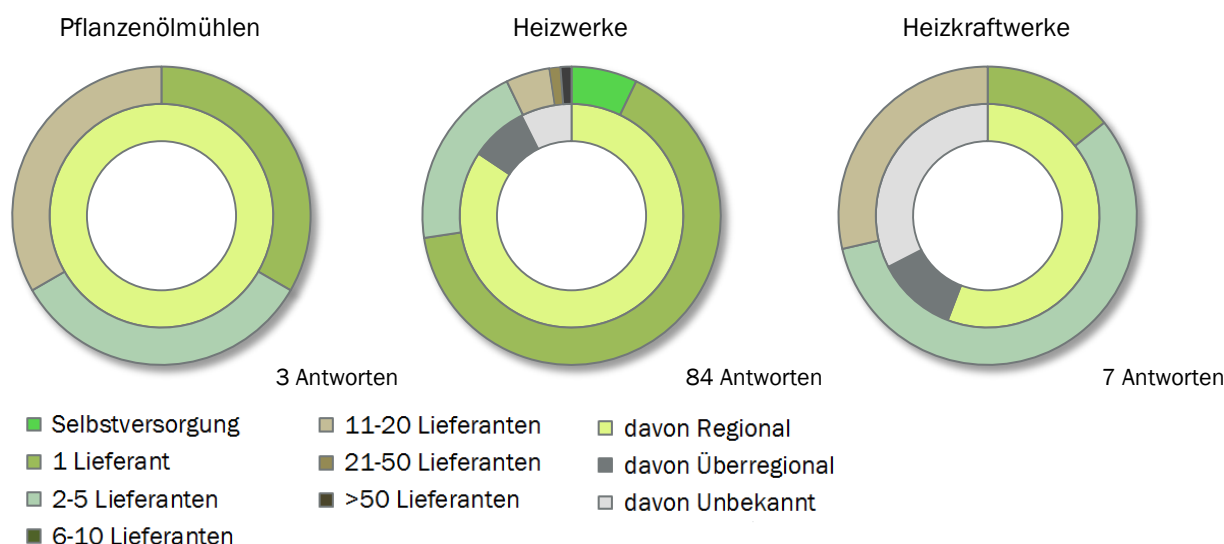


Abbildung 51: Anzahl und Herkunft der Lieferanten von Bioenergieanlagen in Bioenergie-Regionen im Jahr 2011.
 Äußerer Ring: Häufigkeit der Lieferantengruppe
 Innerer Ring: Herkunft der Lieferanten insgesamt
 Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Stoffstrombefragung 2012

Heizwerke werden zumeist durch nur einen oder weniger als sechs Lieferanten versorgt (siehe Abbildung 51, mittlere Darstellung). Der größte Anteil wird durch nur einen Lieferanten beliefert. Dieser Anteil stieg im Verlauf des Wettbewerbs kontinuierlich an. Mehr als 20 Lieferanten haben nur sehr große Heizwerke mit mehr als 800 kW installierter thermischer Leistung. Eine Ausnahme stellt eine Anlage in der Region Bayreuth mit nur 300 kW dar, die im Jahr 2008 noch mit 45 und im Jahr 2011 mit 32 Lieferanten auch sehr kleine Brennstoffmengen abnimmt. Die größte Zahl an Lieferanten gibt es bei einem Heizwerk mit über 2,6 MW thermische Leistung und 200 überwiegend regionalen Lieferanten.

Den Antworten zufolge sind die Lieferbeziehungen genau wie die allgemeine Herkunft der Rohstoffe sehr regional ausgerichtet. Über 80 % der Händler (2010: 82 %; 2011: 84 %) sind regional ansässig.

Auch die netzwerkzugehörigen **Heizkraftwerke** der Bioenergie-Regionen werden überwiegend durch eine überschaubare Anzahl Lieferanten versorgt. Hier hat die Kategorie von 2 bis 5 Lieferanten den größten Anteil. Mit nur etwas mehr als einem Viertel aller Angaben, fällt die Zahl der Anlagen, die durch mehr als 10 Akteure beliefert werden, relativ gering aus. Immerhin benötigen die jeweiligen Anlagen jährlich Brennstoffmengen zwischen 30.000 und 50.000 Tonnen Trockenmasse. Die Angaben zur Regionalität dieser Händler unterscheiden sich für die Heizkraftwerke nicht zwischen den Befragungen. Immerhin bleibt das Niveau von über 50 % regionaler Lieferanten im Verlauf des Wettbewerbs konstant.

Verwendung der Rückstände aus Bioenergieanlagen

Auch die Verwendung der anfallenden Rückstände aus Bioenergieanlagen kann als regional relevanter Stoffstrom bilanziert werden. Beispielsweise fallen bei den Verbrennungsprozessen in Heizwerken und Heizkraftwerken Rückstände in Form von Asche an. Deren Verwendung wurde jedoch nicht im Rahmen der Stoffstromanalyse abgefragt.

Weiterhin entsteht bei der Ölproduktion aus nachwachsenden Rohstoffen ein Presskuchen als Nebenprodukt. Diesen verkaufen die Betreiber der Pflanzenölmühlen als energiereiches Futter an Futtermittelhersteller und Landwirte. Für die wenigen erfassten Pflanzenölmühlen liegen Aussagen zur Herkunft der Presskuchennutzer vor. Die Angaben zur Regionalität dieser Akteure schwanken zwischen 60 und 100 % und liegen im Mittel über alle drei Befragungsjahre bei ca. 83 %. Dabei ist keine Tendenz zur verstärkten Regionalisierung dieses Stoffstroms zu erkennen.

Der umfangreichste Rückstand aus den untersuchten Bioenergieanlagen stellen die Gärreste der Biogaserzeugung dar. Gärreste gelten als wertvoller Dünger und werden daher wieder auf die landwirtschaftlichen Flächen verbracht, um den Nährstoffkreislauf zu schließen. Die Entwicklung der Gärrestnutzung im Wettbewerbszeitraum ist in Abbildung 52 dargestellt.

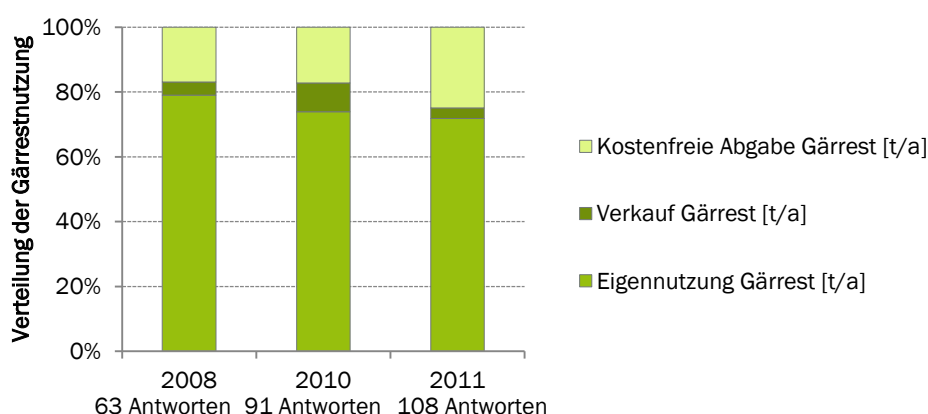


Abbildung 52: Entwicklung der Gärrestnutzung an Biogasanlagen in Bioenergie-Regionen im Wettbewerbszeitraum. Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2009/10; 2011; 2012

Der größte Anteil des Gärrestes wird von den Biogasanlagenbetreibern selbst genutzt. Seit Beginn des Wettbewerbes ging dieser Anteil jedoch von rund 80 % auf etwa 70 % zurück. Demgegenüber stieg der kostenfrei abgegebene Anteil an. Für die verkaufte Gärrestmenge lässt sich keine Tendenz ableiten.

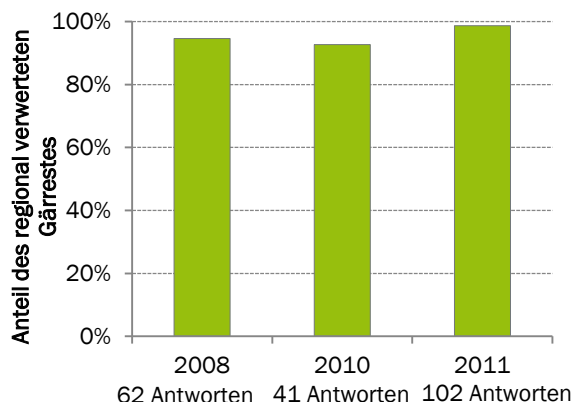


Abbildung 53: Entwicklung des Anteils regional verwerteter Gärreste in Bioenergie-Regionen
Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2009/10; 2011; 2012

Die Reststoffe der netzwerkzugehörigen Biogasanlagen werden fast ausschließlich in den Regionen selbst genutzt (siehe Abbildung 53). Dabei werden weniger als 10 % der Menge außerhalb der Bioenergie-Region verwertet. Die Regionalität erreichte diesbezüglich im Jahr 2011 mit 99 % den höchsten Wert während der Wettbewerbslaufzeit. Die Gärreste ersetzen Mineraldünger in der konventionellen Landwirtschaft. Der hohe regionale Nutzungsgrad könnte aber auch mit der geringen Rentabilität des Transports dieser Mengen zusammenhängen, da sie zum überwiegenden Teil aus Wasser bestehen.

Zwischenfazit zur Regionalität der untersuchten Rohstoffe

Die Herkunft der Roh- und Brennstoffe sowie deren Lieferanten sind ein Indiz für die Generierung von Wertschöpfung in den jeweiligen Bioenergie-Regionen. Die Anzahl der Lieferanten gibt wiederum einen Hinweis darauf, wie stark die Strukturen konzentriert sind. Wie bereits im Kapitel 6.5.1 dargestellt, zeigt sich, dass der Großteil der Akteure regionale Lieferbeziehungen unterhält. Am deutlichsten wird dies bei den Pflanzenölmühlen. Lediglich große Heizwerke und Heizkraftwerke mit entsprechendem Brennstoffbedarf haben überdurchschnittlich viele Lieferanten. Es kann aber nicht festgestellt werden, dass große Anlagen stärkere überregionale Lieferbeziehungen haben, als kleine Anlagen. Im Allgemeinen geht die Tendenz dahin, dass wenige Lieferanten die Anlagen versorgen. Sowohl bei Heizwerken als auch bei Pflanzenölmühlen stieg darüber hinaus die Regionalität zwischen 2010 und 2011 an.

Die Rückstände, die an den untersuchten Bioenergieanlagen anfallen, werden fast ausschließlich in der jeweiligen Bioenergie-Region genutzt. Bei den Presskuchen scheint der Futterwert zu einem ausgeprägten Handel zu führen, so dass hier auch vereinzelt bis zu 40 % der Abnehmer außerhalb der Region ansässig sind. Für die Gärreste aus Biogasanlagen gilt dies nicht. Hier werden unabhängig von Verkauf, kostenloser Abgabe oder Eigennutzung stets über 90 % in der Region genutzt, in der auch die Anlage steht.

6.5.3 Die Bedeutung der Rohstoffeigenschaften und Lieferbedingungen für die Akteure

im Zuge der Stoffstrombefragung konnte die Bedeutung der Rohstoffeigenschaften und Lieferbedingungen für die Betreiber der Pflanzenölmühlen, Heizkraftwerken und Heizwerken erfasst werden. Dabei konnte für die Aspekte Regionalität, Zuverlässigkeit, Qualität und Preis angegeben werden, wie wichtig dies für die Auswahl Lieferanten ist. Die Ergebnisse sind in folgender Abbildung 54 dargestellt:

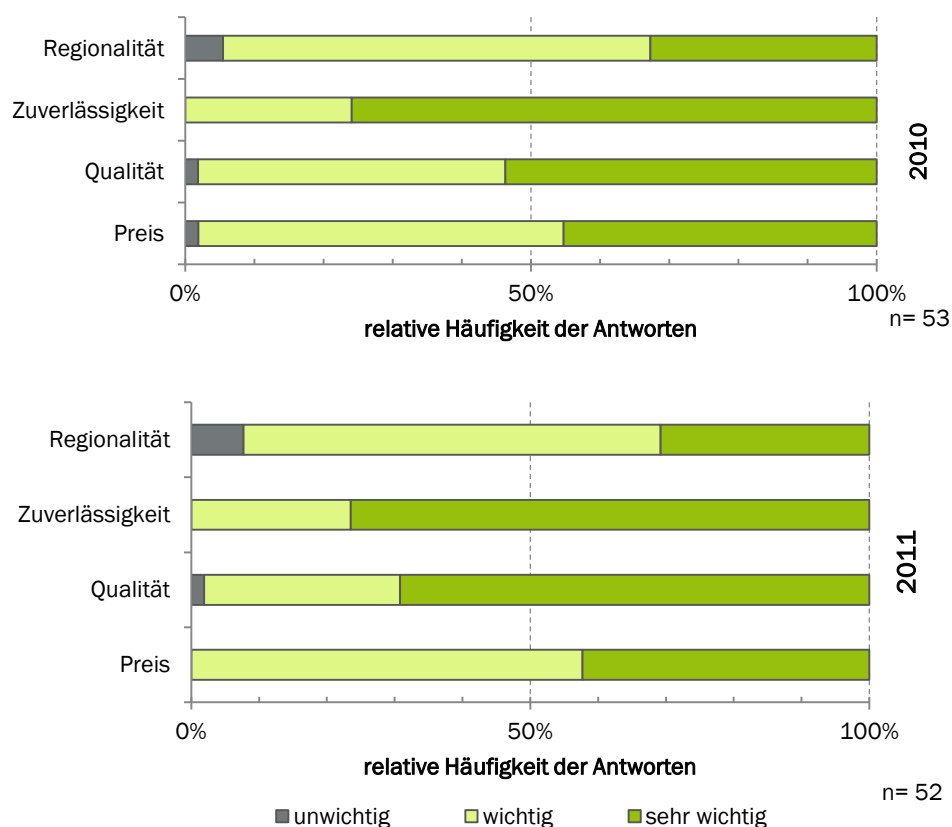


Abbildung 54: Bedeutung der Rohstoffeigenschaften und Lieferbedingungen bei der Auswahl von Rohstofflieferanten in Bioenergie-Regionen: 2010 (oben) und 2011 (unten).
Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2011; 2012

In beiden Jahren wurde der Zuverlässigkeit und der Qualität der Rohstoffe seitens der befragten Anlagenbetreiber die größte Bedeutung zugesprochen. Im Gegensatz dazu spielte die Herkunft, also die Regionalität der Einsatzstoffe, am seltensten eine sehr wichtige Rolle. Hier gaben sogar 6 (2010) bzw. 8 % (2011) der Akteure an, dieser Aspekt sei unwichtig für die Auswahl ihrer Lieferanten. Der Preis ist für 40 bis 50 % der Befragten sehr wichtig. Hier ist ein leichter Rückgang der Bedeutung zu erkennen, während gleichzeitig die Bedeutung der Qualität der Brenn- bzw. Rohstoffe weiter anstieg.

Für Heizkraftwerksbetreiber hat der Preis aufgrund der großen benötigten Brennstoffmengen eine größere Bedeutung: Durch den hohen Anteil der Brennstoffkosten an den Gesamtkosten ist für über 50 % dieser Akteure der Preisaspekt sehr wichtig. Für alle Betreiber von Pflanzenölmühlen stellte der

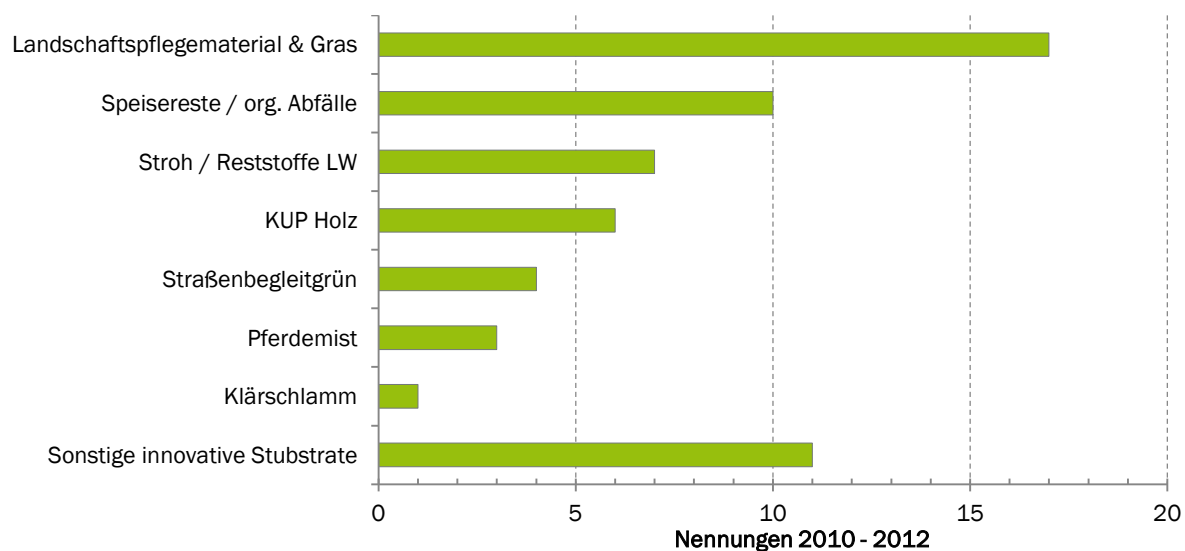
Preis den wichtigsten Aspekt für die Auswahl der Lieferanten dar. Die Qualität spielte hierbei lediglich die zweitwichtigste Rolle. Die Regionalität und Zuverlässigkeit wurde demgegenüber überwiegend als wichtig eingestuft.

6.5.4 Innovative Energieträger als Nischenrohstoffe

Einige der in Kapitel 6.5.1 genannten biogenen Einsatzstoffe sowie sonstige Substrate und Brennstoffe werden – zumindest bislang – nur in geringen Mengen und in wenigen Regionen genutzt. Aufgrund knapper werdender Holzressourcen und der verstärkten Nachhaltigkeitsdiskussion bei der Biogaserzeugung streben viele Regionen die Mobilisierung alternativer, regionaler Rohstoffe an. Dabei kommt es auch zur Entwicklung bzw. Bereitstellung neuartiger und innovativer Substrate und Brennstoffe²⁸.

Studien und Projekte mit Schwerpunkt im Bereich neuartiger Rohstoffe.

Die folgende Abbildung 55 zeigt die Anzahl an Studien und Projekten (Maßnahmen) der Bioenergie-Regionen bezüglich seltener / innovativer Substrate. Dafür wurden die 70 rohstoffbezogenen Maßnahmen im Wettbewerbszeitraum nach ihren jeweiligen Schwerpunkten klassifiziert (zu Studien und Projekten siehe Kapitel 6.4). Auch hierbei sind Mehrfachnennungen möglich, zum Beispiel wenn eine Maßnahme gleichzeitig Straßenbegleitgrün, Stroh und Landschaftspflegematerial thematisiert.



Maßnahmen mit innovativem Rohstoff(en): 51; Kategorisierungen insgesamt: 59

Abbildung 55: Verteilung der Maßnahmen „Biogene Rohstoffe“ auf die Ausgangsstoffe. Mehrfachnennung möglich
Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Regionale Berichte der Wettbewerbsregionen

²⁸ Neuartige oder innovative Rohstoffe sind gekennzeichnet durch einen niedrigen Bekanntheitsgrad als Energieträger, eine komplexe Bereitstellung oder hohe technische Anforderungen an die Verwertung, was zu einer bisher geringen Nutzung als Bioenergieträger führt.

In den Bioenergie-Regionen werden als untypische bzw. innovative Rohstoffe am häufigsten Landschaftspflegematerial und Gras thematisiert. Dies bezieht sich sowohl auf holzige Sortimente wie sie z.B. bei der Heckenpflege entstehen als auch auf halmgutartigen Grünlandaufwuchs aus Schutzgebieten. Mit 10 Nennungen führt fast jede zweite Bioenergie-Region eine Maßnahme zur Verwertung von Speiseabfällen bzw. organischen Abfällen durch. Die Nutzung von landwirtschaftlichen Reststoffen geht in drei Richtungen. Eine Maßnahme widmet sich der Ethanolproduktion und eine weitere der Gaserzeugung aus trockenem Material, vier Maßnahmen forcieren die Vergärung der landwirtschaftlichen Reststoffe. Maßnahmen zu sonstigen innovativen Substraten behandeln neue Ackerkulturen zur Biogas- bzw. Brennstoffgewinnung und prüfen weitere organische Rohstoffe, die für eine energetische Nutzung in Frage kommen könnten (zum Rohstoffeinsatz in Bioenergieanlagen siehe Kapitel 6.5).

Die Maßnahmen mit innovativen Rohstoffen zielen darauf ab, das Potenzial der einzelnen Materialien zu erfassen und Studien oder Projekte an Anlagen durchzuführen, die auf diese Reststoffe ausgerichtet sind.

Ergebnis der Stoffstromanalyse zu alternativen / bisher ungenutzten Festbrennstoffen

Die in den Bioenergie-Regionen eingesetzten und durch die Stoffstromanalyse erfassten Festbrennstoffe mit innovativem Charakter sind in der Tabelle 24 zusammengefasst. Diese sind als Mindestmengen zu verstehen, da nur ein Teil des gesamten Netzwerks erfasst werden konnte (siehe auch Kapitel 4.3.3.4). Die regionalen Gesamtmengen können größer ausfallen, sind jedoch nicht abschätzbar. Die hier aufgeführten Brennstoffmengen dienen der Energieerzeugung in Heizwerken. Für Heizkraftwerke sind hingegen Rest- und Abfallstoffe oder auch Nebenprodukte mit höherem Wasseranteil interessant, welche jedoch keinen innovativen Charakter aufweisen²⁹.

Tabelle 24: Jährlich eingesetzte alternative Festbrennstoffe und die jeweils erfassten Mengen in Bioenergie-Regionen von 2008 - 2011.
Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2009/10; 2011; 2012

Brennstoff	Jahr	2010		2011	
	2008				
Stroh		Jena Saale:	30 t		
Miscanthus		Hohenl.-Odenw.-Tauber:	46 t		
Hackschnitzel aus KUP		Jena Saale:	85 t (TM)	Achental:	153 t (TM)
		Altmark:	17 t (TM)	Altmark:	15 t (TM)
		Meckl. Seenplatte:	19 t (TM)	Bodensee:	577 t (TM)
		Höxter:	275 t (TM)		
Knickholz		Nordfriesland Nord:	1.718 t (TM)	Nordfriesland Nord:	1.735 t (TM)

²⁹ Dazu zählen zum Beispiel Altholz oder Produktionsrückstände der Papierindustrie (Schwarzlauge).

Dass sehr große Mengen der innovativen Energieträger genutzt werden, ist bisher die Ausnahme. In der Region Nordfriesland Nord wird beispielsweise eine größere Brennstoffmenge aus der Knickpflege für Heizwerke bereitgestellt. Knicks stellen in Schleswig-Holstein eine weit verbreitete Form von Gehölzanzpflanzungen an Feldrändern dar, die unter den Biotopschutz fallen und entsprechenden naturschutzfachlichen Pflegemaßnahmen unterstehen (SCHÜTT, 2011).

In weiteren Regionen stehen bei der Etablierung neuer Bioenergie-Rohstoffe dagegen andere Brennstoffe im Vordergrund. In der Region Jena-Saale wird zum Beispiel bereits die Nutzung innovativer Festbrennstoffe wie Stroh und Holz aus Kurzumtriebsplantagen (KUP) in Heizwerken erprobt, während in der Region Hohenlohe-Odenwald-Tauber (HOT) ein Heizwerk mit Miscanthus betrieben wird.

Die übrigen Angaben in Tabelle 24 stammen von Brennholzproduzenten, welche auf unterschiedlichste Rohstoffe zurückgreifen. Die Akteure, die in den Regionen Achenal und Bodensee KUP-Hackschnitzel verwerten, kamen erst 2011 zum Netzwerk hinzu, weswegen keine Aussage zur Entwicklung möglich ist. Im Gegensatz dazu antwortete jeweils ein Akteur aus den Regionen Mecklenburgische Seenplatte und Höxter in allen drei Befragungen. Diese beiden Akteure verwerteten KUP-Hackschnitzel also nur im Jahr 2010, was vermutlich auf die Ernteintervalle zurückzuführen ist.

Ergebnis der Stoffstromanalyse zu alternativen / bisher ungenutzten Biogassubstraten

Unter den eingesetzten Biogassubstraten befinden sich ebenfalls alternative und vergleichsweise innovative Einsatzstoffe, die bislang allerdings nur in sehr geringen Mengen eingesetzt wurden, wie beispielsweise Sudangras, durchwachsene Silphie, Sorghum, Stroh und Landschaftspflegematerialien. Viele Bioenergie-Regionen haben sich in ihren REK das Ziel gesetzt, die Rohstoffbasis zu erweitern, um zusätzliche Potenziale mobilisieren zu können. So soll zur Akzeptanzsteigerung von Biogasanlagen beigetragen werden. Anhand der nun vorliegenden Informationen zeigt sich, dass inzwischen zumindest einige Anlagenbetreiber, wenn auch vorerst nur in geringen Mengen, neue und alternative Rohstoffe einsetzen.

Die folgende Tabelle 25 gibt einen Überblick über spezielle Biogassubstrate, welche im Rahmen der Stoffstrombefragungen erfasst wurden.

Tabelle 25: Jährlich eingesetzte alternative / ungenutzte Biogassubstrate in Bioenergie-Regionen im Verlauf des Wettbewerbs.
Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2009/10; 2011; 2012

Substrat \ Jahr	2008	2010	2011
Pferdemist, Ziegen- & Schafmist	Jena-Saale: 590 t	Jena-Saale: 9.500 t Bodensee: 900 t Wendland: 300 t	Höxter: 547 t Thüringer Vogtland: k.A. Jena-Saale: 9.800 t
Sudangras		Ludwigsfelde: 156 t	Ludwigsfelde: 224 t Bodensee: 165 t
Sorghum		Bayreuth: 800 t Ludwigsfelde: 565 t Wendland: 500 t	Bayreuth: 200 t Bodensee: k.A.
Stroh		Bodensee: 41 t	Höxter: 20 t Bodensee: 14 t
Durchwachsene Silphie		Hohenl.-Odenw.-Tauber: 7 t	Thüringer Vogtland: 143 t
Kommunaler / privater Grünschnitt		Thüringer Vogtland: 80 t Straubing-Bogen: k.A.	Thüringer Vogtland: 20 t
Speisereste / Bioabfall	Achental: 6.000 t Bayreuth: 250 t Oberberg-RheinErf: 35.500 t	Achental: 6.000 t Straubing: 13.000 t	Achental: 6.000 t Straubing: 13.000 t

Neben den typischen Wirtschaftsdüngern aus der Schweine- und Rinderhaltung nutzen einige Akteure auch die Exkremente anderer Nutztiere. In der Region Jena-Saale werden große Mengen Ziegenmist verwertet. In den Regionen Wendland und Höxter wird Pferdemist eingesetzt. Die Verfügbarkeit dieser Wirtschaftsdünger ist an die Tierhaltung gekoppelt, wodurch ihre Entwicklung unmittelbar von der Entwicklung des Tierbestandes abhängt. Unter den nachwachsenden Rohstoffen mit innovativem Charakter wurde Sorghum in fünf verschiedenen Regionen und damit am häufigsten angegeben. Stroh wird trotz der intensiven wissenschaftlichen und öffentlichen Diskussion in Biogasanlagen nur in sehr kleinen Mengen eingesetzt. In einigen Regionen finden darüber hinaus ebenfalls Projekte zur Gewinnung von Biogassubstraten mit mehrjährigen Kulturen statt. Dazu zählen zum Beispiel Wildpflanzenmischungen, Blühstreifen und die Durchwachsene Silphie. Letztere wurde im Rahmen der Stoffstrombefragungen an Biogasanlagen in zwei Regionen erfasst.

Mit einer außergewöhnlichen Substratkombination wird auf Rügen eine Biogasanlage betrieben, die neben Gülle und organischen Reststoffen auch Klärschlamm als Cosubstrat verwertet. Die Gärreste werden nach der Hygienisierung als Düngemittel abgegeben.

In jeder Bioenergie-Region fallen Speise- und Bioabfälle sowie kommunaler und privater Grünschnitt an. Nachdem organische Abfälle nicht mehr deponiert werden dürfen, wird deren Verwertung für

Biogasanlagen immer interessanter. Die Anzahl von Bioabfallvergärungsanlagen ist deutschlandweit ansteigend (WITT u. a., 2012, S. 79). Mit über 300 Anlagen zur Abfallvergärung in Deutschland kann der Einsatz von Bioabfällen als Stand der Technik betrachtet werden. Die gezielte Nutzung auch kleinerer Mengen von Abfällen erfordert jedoch nach wie vor logistische und technische Weiterentwicklungen, so dass auch von diesen Materialien ein gewisser innovativer Charakter ausgeht. Dies gilt insbesondere für kommunalen und privaten Grünschnitt, welcher bisher gemulcht oder kompostiert wurde. Ein Einsatz kleinerer Mengen dieses Grünschnitts wurde für zwei Biogasanlagen im Thüringer Vogtland und eine Anlage in der Region Straubing-Bogen angegeben. Die Straubinger Anlage verzichtete jedoch 2011 wieder auf dieses Substrat.

Zwischenfazit innovative Energieträger

Es wird deutlich, dass innovative Rohstoffe mit teils sehr kleinen Mengen nur einzelne Anlagen bedienen. Als Ausnahme gelten Wirtschaftsdünger wie z.B. Schafmist, die wie Schweine- und Rindermist genutzt werden können und Bioabfälle, welche in großen, speziell dafür konzipierten Biogasanlagen verwertet und anschließend „entsorgt“ werden. Damit stellen sowohl neuartige Substrate für Biogasanlagen als auch innovative Festbrennstoffe eine Nische der Bioenergieerzeugung dar. Einige Bioenergie-Regionen verfügen inzwischen über erste Erfahrungen mit solchen Rohstoffen. Zur Entwicklung des Einsatzes kann jedoch aufgrund der unvollständigen Erfassung der Stoffströme keine Aussage getroffen werden.

Insgesamt ist noch ein großes Potenzial für die Bereitstellung bzw. Verwertung solcher innovativen Rohstoffe zu vermuten. Deren Erschließung könnte Akzeptanzproblemen und konkreten Nutzungskonflikten und Umweltbelastungen stärker entgegenwirken. Dafür wird der Wissenstransfer innerhalb der Branche und insbesondere zwischen den Bioenergie-Regionen als wesentlicher Bestandteil zur Verbreitung bestehender Erfolge gesehen. Darüber hinaus bedarf es nach wie vor der Weiterentwicklung von technischen Komponenten und Fortschritte bei der Züchtung innovativer Energiepflanzen. Für die Verwertung von Reststoffen und Abfällen gilt es, bestehende Stoffströme konsequent um die Wertschöpfungsebene Energieerzeugung zu erweitern, damit anspruchsvolle Logistikkonzepte umgesetzt werden können.

6.6 Der Einfluss des Regionalmanagements in Bioenergie-Regionen

6.6.1 Mitwirkung bei der Errichtung neuer Bioenergieanlagen

Im Rahmen der Stoffstrombefragungen wurden die Anlagenbetreiber auch zum Einfluss des Regionalmanagements auf den Neubau oder Modifizierungen von Anlagen befragt. Neue Anlagen sind solche, die nach 2008 neu in Betrieb genommen wurden. Die folgende Abbildung 56 gibt eine Übersicht, wie hoch der Anteil der Neuanlagen ist, bei denen eine Mitwirkung seitens der Bioenergie-Region stattfand. Dabei werden für die Bioenergieanlagen die einzelnen Befragungsjahre getrennt ausgewertet.

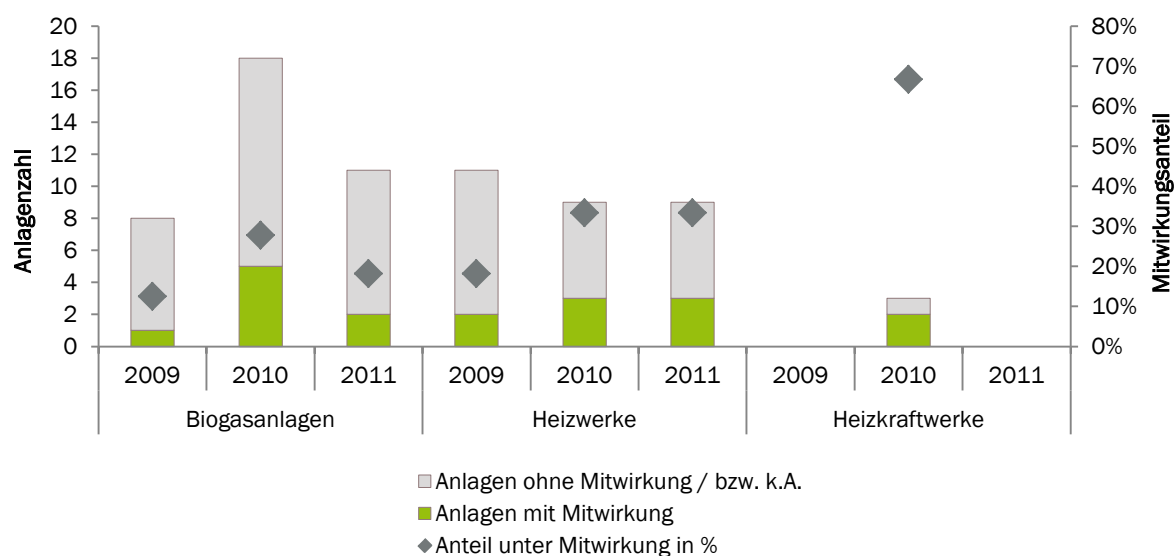


Abbildung 56: Mitwirkung des Managements der Bioenergie-Regionen beim Neubau von Bioenergieanlagen (gesamter Wettbewerbszeitraum)

Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2009/10; 2011; 2012

In der Stoffstrombefragung wurden bei jeder Befragung neu gebaute Biogasanlagen und Heizwerke erfasst. Bei Heizkraftwerken wurden nur im Jahr 2010 neue Anlagen erfasst. Bei den Biogasanlagen gab es eine Mitwirkung durch das Regionalmanagement im Jahr 2009 bei einer von 8, im Jahr 2010 bei 5 von 18 und im Jahr 2011 bei 2 von 11 neuen Anlagen. Bei den Heizwerken wurden 2009 zwei der 11 neuen Anlagen mit Unterstützung des Regionalmanagements in Betrieb genommen. Im Jahr 2010 und 2011 waren es jeweils 3 von 9 Anlagen. Von den mit der Stoffstromerhebung erfassten Heizkraftwerken gingen 2010 zwei von drei Anlagen unter Mitwirkung des Regionalmanagements neu in Betrieb.

Die höchste Mitwirkungsrate ist hier bei neuen Heizkraftwerken auszumachen. Dies könnte daran liegen, dass solche Anlagen in der Regel mit einer hohen Leistung (>1 MW) ausgestattet sind und daher großes Interesse auf sich ziehen. Außerdem kommen durch das Genehmigungsverfahren nach Immissionsschutzrecht regionale Akteure wesentlich wahrscheinlicher mit den Anlagenplanern in Kontakt.

An Heizwerken ist tendenziell ein leicht höherer Anteil der Mitwirkung zu erkennen als an Biogasanlagen. Bei der Befragung fiel auf, dass ein nicht unerheblicher Anteil der neuen Anlagen in Schulen und weiteren öffentlichen Einrichtungen errichtet wurde und somit in kommunaler Hand liegt. Bestehen direkte Verbindungen zur öffentlichen Verwaltung, sollte das Management der Bioenergie-Regionen, demzufolge gute Möglichkeiten haben, an der Planung mitzuwirken. Biogasanlagen unterliegen erst ab einer Feuerungswärmeleistung von 1 MW der Prüfung nach Immissionsschutzgesetz. Darüber hinaus werden sie oft durch private Projektierer entwickelt, die nicht immer mit dem Regionalmanagement in Kontakt stehen. Im Schnitt entsteht etwa jede fünfte Biogasanlage unter Mitwirkung der regionalen Managementstrukturen. Wie umfangreich das Management dabei im Einzelnen eingebunden war, geht aus den erhobenen Angaben jedoch nicht hervor.

6.6.2 Modifizierungen an bestehenden Bioenergieanlagen

Um den Einfluss des Regionalmanagements in den Bioenergie-Regionen abzubilden, wurde neben der Mitwirkung am Bau neuer Anlagen auch erhoben, ob die Managements bei der Entscheidung zu Anlagenmodifikationen involviert waren. Die in Kapitel 6.1.3 aufgezeigten technischen Modifizierungen werden somit nachfolgend hinsichtlich dieser Fragestellung ausgewertet. Wie umfangreich der Einfluss dabei im Einzelnen ist, kann jedoch variieren und wird, wie bereits zuvor erwähnt, durch die Erhebungen nicht erfasst. Die Einschätzung über die Mitwirkung wurde dabei ebenfalls wie in der Auswertung in Kapitel 6.6.1 von den befragten Akteuren abgegeben. Abbildung 57 gibt eine Übersicht über die Entwicklung der Mitwirkung an Modifikationen von 2009 bis 2011.

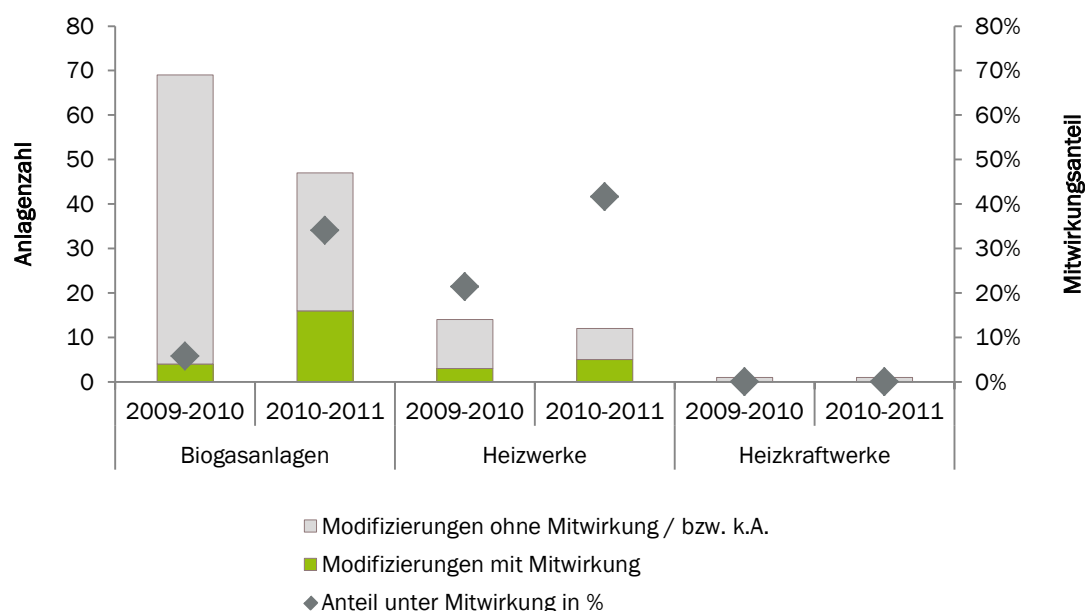


Abbildung 57: Mitwirkung des Regionalmanagements bei Änderungen an Bioenergieanlagen in Bioenergie-Regionen. Eigene Darstellung DBFZ. Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2011; 2012

Aufgrund des gewählten Befragungsdesigns, die jeweils letzten zwei Jahre bis zum Befragungszeitpunkt zu berücksichtigen, können nur Zeitspannen über zwei Jahre ausgewertet werden. Deutlich wird sowohl bei Biogasanlagen als auch bei Heizwerken der steigende Einfluss des Regionalmanagements über den Wettbewerbszeitraum. Dabei befindet sich die Mitwirkung bei Heizwerken wie schon zuvor bei der Neuinstallation von Anlagen, auf einem höheren Niveau, als bei Biogasanlagen. Hierbei muss zusätzlich beachtet werden, dass inzwischen mehr Änderungen an Biogasanlagen vom Regionalmanagement unterstützt werden, als an Heizwerken. Die niedrigere Anzahl von Modifizierungen an Heizwerken führt hier jedoch zu einem wesentlich höheren Mitwirkungsanteil. Modifizierungen an Heizkraftwerken haben, auch geschuldet der niedrigen Anlagenzahl im regionalen Netzwerk, keine Bedeutung für die Regionalmanager.

6.6.3 Weitere Aktivitäten des Regionalmanagements

In Kapitel 6.4 wurden Studien und Projekte in den Bioenergie-Regionen vorgestellt. Darunter befinden sich Maßnahmen, die in erster Linie darauf abzielen, einen Einfluss auf die Entwicklung der Biomassenutzung zu nehmen. Hinzu kommen Maßnahmen im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit und Identitätsstiftung, die zum Teil im Rahmen der Berichterstattung der Regionen dokumentiert sind. Hierbei wird deutlich, welches Engagement um die Entwicklung der Biomassenutzung seitens der Regionalmanager zusätzlich aufgebracht wird. Der Einfluss auf die Bioenergieentwicklung solcher Maßnahmen kann hieran jedoch nicht gemessen werden.

Nach Angaben der Regionalmanager in den Zwischenberichten wurden während der Wettbewerbslaufzeit 24 Maßnahmen im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit und Kommunikation durchgeführt. Hier reicht das Themenspektrum von der Analyse von Energieverbrauchsstrukturen über die Aufstellung von Klimaschutzkonzepten bis hin zur Gründung von Energiegenossenschaften. Auch kleinteilige Maßnahmen wie eine Unternehmensbefragung zum Thema Bioenergie oder partizipativ gestaltete Entscheidungsprozesse regen die öffentliche Auseinandersetzung mit der Biomassenutzung an. Das Regionalmanagement ist hierbei in der Regel zumindest involviert oder initiativ engagiert. Auch die Gründung von Energiegenossenschaften oder einer Energieagentur tangiert das regionale Bioenergie-Netzwerk. Die regionale Entwicklung wird also durchaus stark von den Aktivitäten des Regionalmanagements beeinflusst.

Wie groß letztlich der Anteil des Verdienstes des Managements an der Entwicklung des Anlagenbestandes ist, kann nicht abschließend beantwortet werden. Zusätzliche Hinweise hierfür liefert die Entwicklung des Akteursnetzwerkes um das Regionalmanagement (siehe Kapitel 6.7).

6.7 Analyse der Netzwerke in Bioenergie-Regionen

Die Netzwerke in den Bioenergie-Regionen lassen sich im Rahmen der technisch-ökonomischen Begleitforschung aus zwei Perspektiven analysieren: Zunächst kann aus der Perspektive der Regionalmanagements die absolute Anzahl der am Netzwerk beteiligten Akteure analysiert werden. Hier sind neben der Akteursanzahl außerdem Aussagen zur Zusammensetzung der regionalen Netzwerke

möglich. Auf der anderen Seite liefern die Erkenntnisse aus der Stoffstrombefragung ebenfalls Ergebnisse zur qualitativen Bewertung der Netzwerkentwicklung. So ist es möglich, Aussagen zur Beteiligung und dem Engagement aus der Sicht der regionalen Akteure zu treffen. Detaillierte sozialwissenschaftliche Bewertungen zu Netzwerkstrukturen in Bioenergie-Regionen führte die politisch-gesellschaftliche Begleitforschung durch.

6.7.1 Akteurs- und Anlagenzahlen in den regionalen Netzwerken

Größe des Netzwerks im Verhältnis zur Gesamtanlagenzahl

In der folgenden Abbildung 58 wird für das Jahr 2011 sowohl der regionale Gesamtanlagenbestand von Biogasanlagen, Heizwerken und Heizkraftwerken (BGA, HW, HKW) als auch die Anzahl der Anlagen, die sich in den regionalen Netzwerken befinden, dargestellt. Die Werte zum Anlagenbestand in den einzelnen Bioenergie-Regionen sind dem Anhang A 5.1 zu entnehmen.

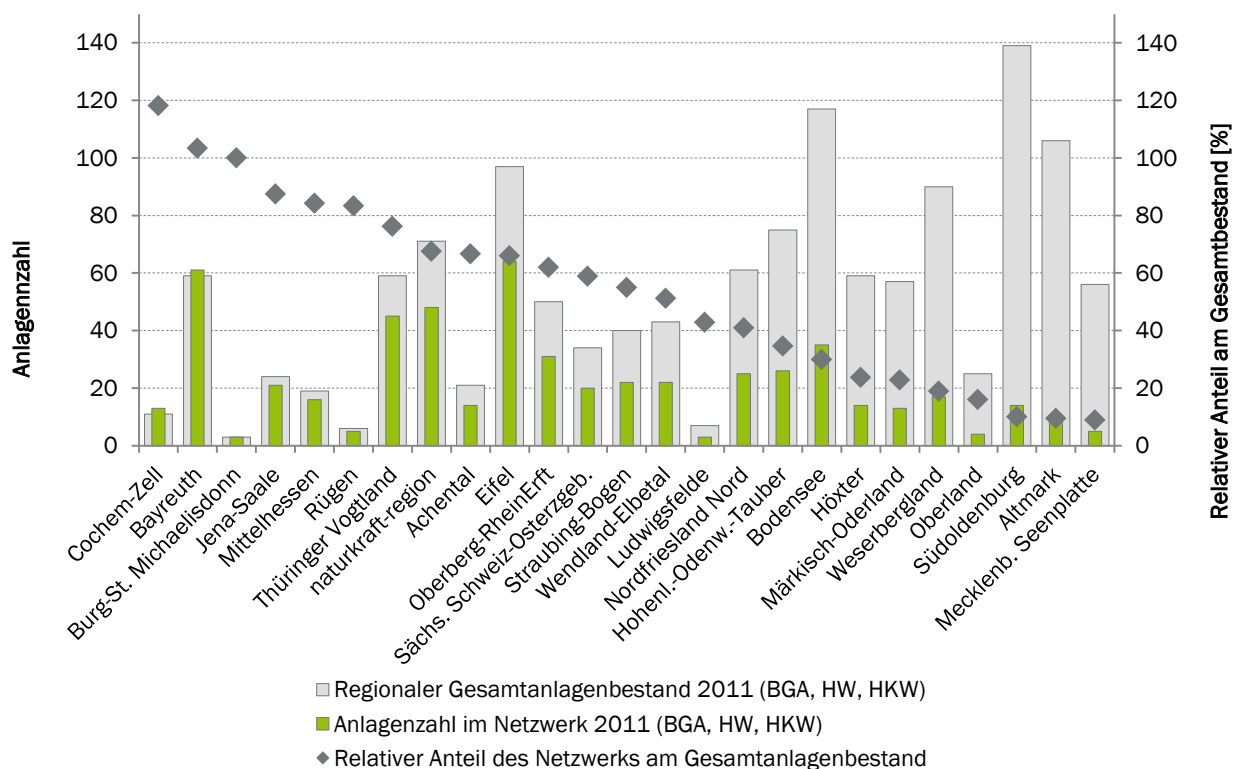


Abbildung 58: Regionaler Gesamtanlagenbestand und die sich davon im Netzwerk befindlichen Bioenergieanlagen sowie der relative Anteil des Netzwerks am Gesamtbestand in Bioenergie-Regionen im Jahr 2011 (BGA, HW, HKW). Eigene Darstellung. Datengrundlage: Regionale Endberichte; Stoffstrombefragung 2012

Die Anlagenzahl im Netzwerk resultiert aus der Abfrage der Regionalmanager nach netzwerkzugehörigen Kontakten für die Stichprobenauswahl der dritten Stoffstrombefragung (siehe auch Abbildung 2 in Kapitel 4.3.3). Durchschnittlich umfasst das Netzwerk jeder Bioenergie-Region 22 Anlagen. Ein Drittel der Regionen liegt dabei über diesem Durchschnitt (Bayreuth, Thüringer

Vogtland, naturkraft-region, Eifel, Oberberg-RheinErft, Nordfriesland Nord, Hohenlohe-Odenwald-Tauber und Bodensee). Unter dem Durchschnitt liegen zum einen sehr kleine Regionen, die entsprechend einen kleinen Gesamtanlagenbestand haben. Zum anderen haben aber auch Regionen ein kleines Anlagennetzwerk, obwohl ihre Gesamtanlagenzahl sehr hoch ist (Südoldenburg, Altmark, Mecklenburgische Seenplatte, Weserbergland). Diese vier Regionen erstrecken sich jedoch jeweils über sehr große Flächen, was den Aufbau eines Netzwerkes grundsätzlich erschweren dürfte.

Setzt man die Zahl der Anlagen im Netzwerk mit der Gesamtanlagenzahl ins Verhältnis, resultiert daraus der relative Anteil der Bioenergieanlagen am Gesamtbestand. Dabei ist zunächst kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen dem Umfang des Gesamtanlagenbestands und der Anzahl der Netzwerkkontakte festzustellen (siehe auch Abbildung 58).

Aus Abbildung 58 geht auch hervor, dass Regionen mit einem geringen Gesamtanlagenbestand tendenziell auch einen hohen relativen Anteil daran als Netzwerkkontakte halten. Im Gegensatz dazu haben fast alle Regionen mit einem sehr umfangreichen Anlagenbestand nur geringe Anteile in ihrem Netzwerk. Deutlich wird dies, wenn man die Regionen nach der absoluten Gesamtanlagenzahl ordnet und nachfolgend in drei gleich große Drittel gliedert³⁰ (siehe Tabelle 26).

Tabelle 26: Durchschnittlicher Anteil von netzwerkzugehörigen Bioenergieanlagen am Gesamtanlagenbestand (BGA, HW, HKW) im Jahr 2011. Aggregation der Regionen in drei Klassen entsprechend des Umfangs ihrer Gesamtanlagenzahl
Datengrundlage: Regionale Endberichte; Stoffstrombefragung 2012.

	Regionen mit niedriger Gesamtanlagenzahl (1. Drittel)	Regionen mit mittlerer Gesamtanlagenzahl (2. Drittel)	Regionen mit hoher Gesamtanlagenzahl (3. Drittel)
Bioenergie-Regionen	Burg-St. Michaelisdonn, Rügen, Ludwigsfelde, Cochem-Zell, Mittelhessen, Achtental, Jena-Saale, Oberland	Sächs. Schweiz-Osterzgeb., Straubing-Bogen, Wendland-Elbetal, Oberberg-RheinErft, Mecklenb. Seenplatte, Märkisch-Oderland, Bayreuth, Thüringer Vogtland, Höxter	Nordfriesland Nord, naturkraft-region, Hohenl.-Odenw.-Tauber, Weserbergland, Eifel, Altmark, Bodensee, Südoldenburg
Durchschnittlicher Anteil der Bioenergieanlagen der jeweiligen Gruppe im Netzwerk am Gesamtanlagenbestand	75 %	51 %	35 %

³⁰ Erster Drittel: die acht Regionen mit der kleinsten Gesamtanlagenzahl; zweites Drittel: die neun Regionen, mit der nächsthöheren Gesamtanlagenzahl; drittes Drittel: die acht Regionen mit der höchsten Gesamtanlagenzahl.

Die Zusammensetzung des Anlagenparks im Akteursnetzwerk⁰

Die Zusammensetzung der Netzwerkkontakte geht aus der Anlagenzahl beziehungsweise der Zahl an Brennstoffhändlern hervor, die den Stoffstrombefragungen als Fallauswahl zugrunde gelegt wurden, sprich durch die Regionalmanager genannt wurden. Dabei kann es vorkommen, dass einzelne Akteure gleichzeitig mehrere Anlagen betreiben oder gleichzeitig als Brennstoffhändler und Anlagenbetreiber aktiv sind. Die folgende Abbildung 59 verdeutlicht die Zusammensetzung der regionalen Netzwerke einerseits zum Beginn des Wettbewerbs (jeweils linker Balken: 2008) und andererseits im Jahr 2011 (jeweils rechter Balken). Inbegriffen ist dabei der absolute Anlagenbestand bzw. die Anzahl an Brennstoffhändler ungeachtet der jeweiligen Betreiberstrukturen.

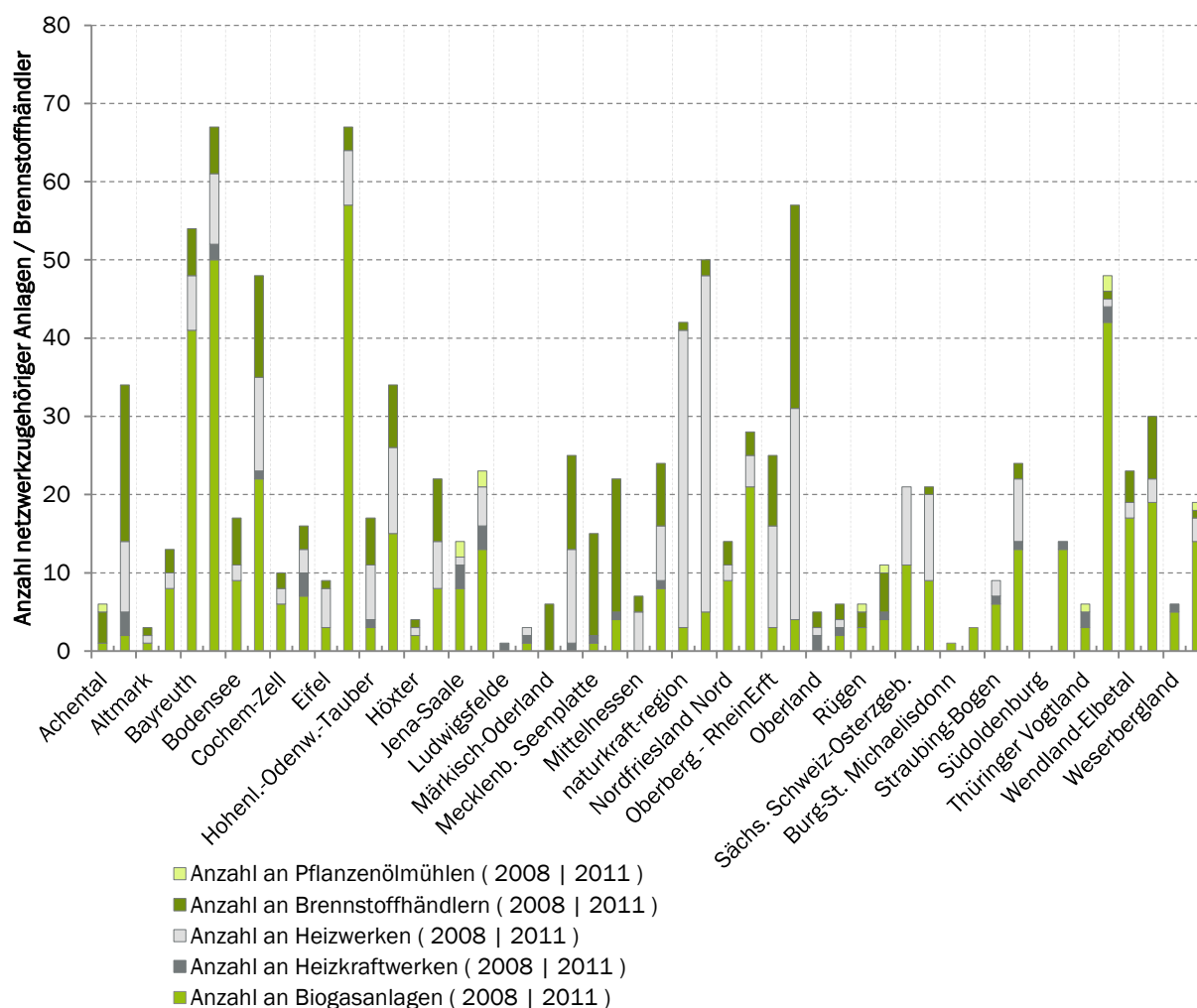


Abbildung 59: Entwicklung der Anzahl an Bioenergieanlagen und Brennstoffhändler in den regionalen Netzwerken der Bioenergie-Regionen. Linker Balken: Anzahl 2008; Rechter Balken: Anzahl 2011. Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: Stichprobenauswahl der Stoffstromanalysen

Zu erkennen ist, dass gut die Hälfte der Regionen ihr Netzwerk diversifizieren konnte, indem Anlagentypen oder Brennstoffproduzenten hinzugekommen sind, die 2008 noch nicht einbezogen waren. Vereinzelt kam es auch vor, dass vor allem Pflanzenölmühlen oder Heizkraftwerke 2011 nicht mehr als Netzwerkkontakt zur Verfügung standen (z.B. Achental). Markant ist des Weiteren der sich an den landschaftlichen Voraussetzungen der Regionen orientierende Schwerpunkt im

landwirtschaftlichen bzw. forstwirtschaftlichen Bereich. Mit dem variierenden Anteil der Forst- bzw. Landwirtschaft an der Flächennutzung verschieben sich folglich auch die möglichen Nutzungsoptionen für die regionalen Akteure. So sind besonders waldreiche Regionen wie das Achental, Mittelhessen, die naturkraft-region, die Region Oberland und weitere geprägt durch eine große Zahl an Heizwerken, Heizkraftwerken und Brennstoffhändlern. Gleichzeitig sind typische Ackerbauregionen mit einer Vielzahl an Biogasanlagen ausgestattet. Die Anzahl der Netzwerkkontakte orientiert sich jedoch nicht nur am Gesamtanlagenbestand der Regionen. Die Regionen Bayreuth, Eifel und Thüringer Vogtland fallen beispielsweise mit ihrer überdurchschnittlich hohen Zahl an Biogasanlagen im Netzwerk auf. Zwar haben sie einen entsprechend hohen Biogasanlagenbestand in der Region (Bayreuth: 52, Eifel: 62, Thüringer Vogtland: 47 Biogasanlagen), andere Regionen mit ähnlich hohem Bestand bleiben aber deutlich hinter diesen Zahlen an Netzwerkkontakten zurück. Die naturkraft-region und Oberberg-RheinErft halten dagegen besonders viele Heizwerke in ihrem Netzwerk. Weitere Regionen mit einer ähnlich großen Anzahl an Heizwerken (Eifel, Bodensee) halten im Vergleich dazu deutlich weniger Heizwerksbetreiber in ihrem Netzwerk.

Zusammenfassend ist es nicht möglich, eine Tendenz der Netzwerkentwicklung für alle Regionen allein auf Grundlage ihrer Netzwerkkontakte abzuleiten. Weder die absolute Anzahl an Kontakten, noch die Verteilung nach Anlagen und Brennstoffproduzenten folgen einem erkennbaren Trend. In der Abbildung 58 und Abbildung 59 werden erneut die individuellen Einflüsse des Regionalmanagements und die spezifischen regionalen Konzepte der Biomassenutzung deutlich (siehe auch Kapitel 6.6).

Insgesamt ist festzustellen, dass sich die Anzahl netzwerkzugehöriger Anlagen weder zur Regionsgröße, noch zum Gesamtanlagenbestand proportional verhält. Die in fast allen Regionen realisierte Steigerung der Anzahl der Anlagen und Brennstoffhändler deutet auf den konsequenten Ausbau der regionalen Netzwerke im Verlauf des Wettbewerbs hin. Die potenziellen Einflussmöglichkeiten der Netzwerke und somit des Regionalmanagements auf die regionale Bioenergieentwicklung haben sich damit seit Beginn des Wettbewerbs erhöht.

6.7.2 Die Aktivität der Akteure in ihrem Netzwerk

Mit den Ergebnissen aus der Stoffstrombefragung lassen sich neben der Zusammensetzung der Netzwerke zusätzliche netzwerkspezifische Faktoren diskutieren. Bei den Befragungen gaben die Betreiber von Bioenergieanlagen bzw. die Brennstoffproduzenten Informationen zu ihrer Netzwerktätigkeit an. Anhand von Fragen zur Beteiligung und dem Engagement wird deutlich, inwiefern die Akteure am regionalen Netzwerk interessiert sind. Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf den gesamten Rücklauf der drei Stoffstrombefragungen mit Datenstand 2008, 2010 und 2011. Im Gegensatz zu Kapitel 6.7.1 wird nun pro Befragten nur eine Antwort einbezogen, unabhängig von der Anzahl der Anlagen dieses Akteurs.

Die Entwicklung der Beteiligung am Bioenergie-Netzwerk

Einen Hinweis auf die Beteiligung der Akteure in den Netzwerken der jeweiligen Bioenergie-Region geben die Antworten auf die Frage, ob sie aktiv im Wettbewerb Bioenergie-Regionen aktiv beteiligt sind. Im Durchschnitt gaben hier 43 % der Befragten an, aktiv an den regionalen Aktivitäten beteiligt zu sein

(siehe Abbildung 60). Dabei kann es auch vorkommen, dass Akteure in mehreren Jahren Antworten gegeben haben, die wegen einer möglichen Abweichung zum Vorjahr stets mit berücksichtigt wurden. Weitere 39 % haben zumindest Kontakt zu Verantwortlichen oder verfolgen die Aktivitäten in der Region. Somit sind im Mittel über die gesamte Wettbewerbslaufzeit etwa 80 % der befragten Anlagenbetreiber und Brennstoffproduzenten mit der Bioenergie-Region vertraut, beziehungsweise sogar aktiv beteiligt.

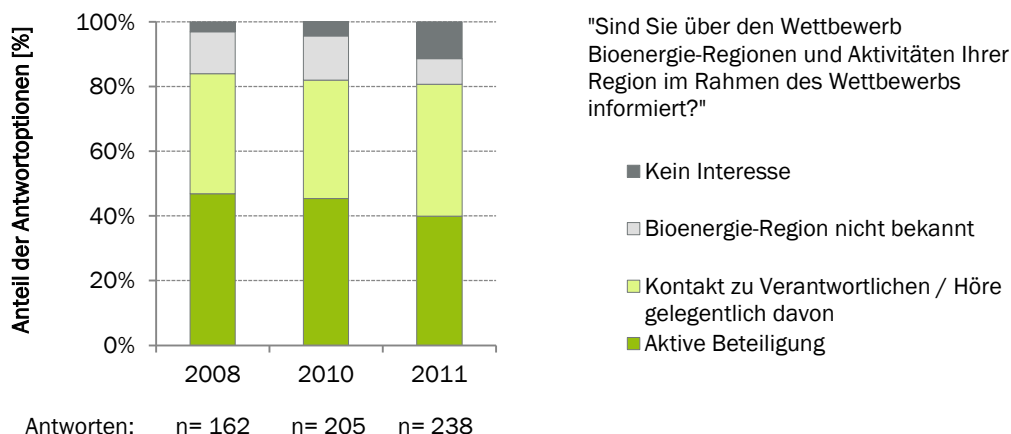


Abbildung 60: Entwicklung der Akteursbeteiligung in der jeweiligen Bioenergie-Region. Prozentuale Verteilung der Summe der Antworten aus allen Bioenergie-Regionen an den vorgegebenen Antwortoptionen über die Wettbewerbslaufzeit. Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2009/10; 2011; 2012

Während der Wettbewerbslaufzeit veränderte sich diese Beteiligung nicht wesentlich (siehe Abbildung 60). Allerdings ist festzustellen, dass der Anteil an Akteuren zurückgegangen ist, welche die Bioenergie-Region nicht kennen. Im gleichen Umfang stieg allerdings auch der Anteil an Befragten, die kein Interesse an einer Beteiligung an der Initiative haben. Die aktive Beteiligung sank leicht ab. Bei gleichzeitigem Wachstum der Netzwerke ist es vermutlich schwierig, auch die Beteiligung auf einem konstant hohen Niveau zu halten. Absolut steigt die erfasste Anzahl aktiv Beteiligter von 76 im Jahr 2008 auf 95 im Jahr 2011 an. Es ist somit als Erfolg zu werten, dass die absolute Anzahl der Aktiven bzw. involvierten Personen von Jahr zu Jahr anstieg.

Für die einzelnen Regionen fällt die Beteiligung dabei durchaus unterschiedlich aus: In zwölf Regionen sind mindestens 50 % der Akteure aktiv an der regionalen Initiative beteiligt. Die prozentuale Verteilung der Antwortoptionen ist regionsspezifisch in Anhang A 9 aufgeführt.

Die Entwicklung des Engagements für die Bioenergie-Region

Die zweite Fragestellung zur Ermittlung der qualitativen Netzwerkentwicklung bezieht sich auf die Funktion der Akteure im Netzwerk. Dazu wurde gefragt: „Unterstützen Sie das Projekt ‚Bioenergie-Regionen‘ aktiv?“. An die Ja/Nein-Frage schloss sich dafür ein Freitext für die jeweilige Funktion bzw. den Grund fehlender Aktivität an. Die folgende Abbildung 61 zeigt das generelle Engagement der Akteure in ihren Bioenergie-Regionen.

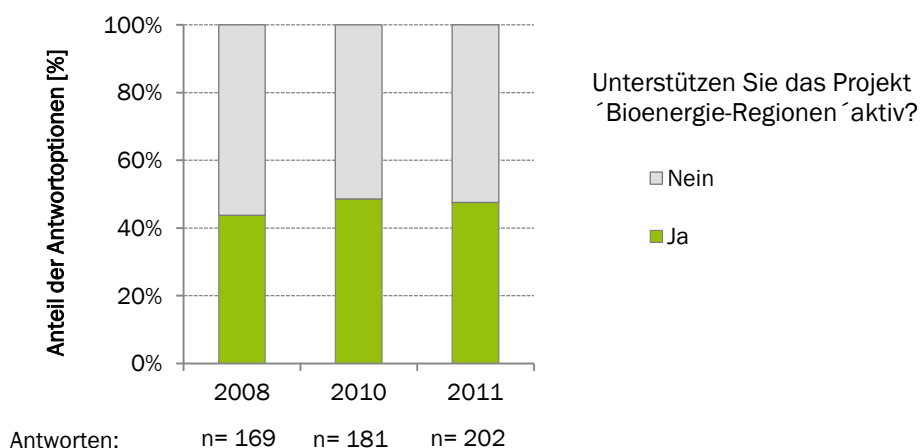


Abbildung 61: Die Entwicklung des Engagements der Akteure für die Bioenergie-Region während der Wettbewerbslaufzeit. Darstellung DBFZ; Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2009/10; 2011; 2012

Über die gesamte Wettbewerbslaufzeit sind im Durchschnitt 47 % der Akteure, die diese Frage beantwortet haben, in ihrem Bioenergienetzwerk aktiv. Hier ist sogar bei einer steigenden Zahl von Antworten im Zeitraum von 2008 bis 2011 eine Zunahme der Netzwerkaktivität zu verzeichnen. Hierbei gaben mehr Akteure an, das Projekt aktiv zu unterstützen, als es bei der vorhergehenden Frage zur aktiven Beteiligung (siehe Abbildung 60) der Fall war.

Der Freitext zur Frage nach der Unterstützung bietet die Möglichkeit, individuell anzugeben, in welcher Funktion der Akteur tätig ist, bzw. warum er es nicht ist. Die Funktionen der Akteure im Netzwerk reichen dabei von der Bereitschaft der Datenweitergabe bis hin zur Funktion des Regionalmanagers. Sehr häufig wurde angegeben, Anlagenbesichtigungen anzubieten und sich in diversen Gremien für die Bioenergie-Region zu engagieren. Bei derselben Frage konnten ebenfalls Gründe angegeben werden, warum man das Projekt Bioenergie-Regionen nicht aktiv unterstützt. Mit Abstand am häufigsten wird hier der Zeitmangel angegeben.

Zwischenfazit zu ausgewählten Aspekten der Netzwerke in Bioenergie-Regionen

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die regionalen Akteursnetzwerke durchaus auf einer soliden Basis fußen. Das Regionalmanagement hält eine stetig wachsende Zahl von Netzwerkkontakten, welche zum Teil sehr aktiv in die Tätigkeiten der Bioenergie-Region eingebunden sind. Insgesamt stieg die Zahl der Netzwerkkontakte, die als Anlagenbetreiber bzw. Brennstoffhändler in Frage kommen von 302 im Jahr 2008 auf 618 im Jahr 2011. Im Verlauf des Wettbewerbs haben die Regionalmanager auch alle relevanten Anlagentypen (Biogasanlagen, Heizwerke, Heizkraftwerke, Pflanzenölmühlen, Brennstoffhändler) ins Netzwerk geholt. Es ist davon auszugehen, dass darüber hinaus noch weitere Kontakte bestehen, die nicht in die Energieerzeugung eingebunden sind. Dazu gehören beispielsweise auch Entscheidungsträger in Kommunen und Verwaltungen. Positiv hervorzuheben ist außerdem die Selbsteinschätzung vieler Akteure, im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit, für die Vernetzung oder das Weitertragen von Wissen in der Bioenergie-Region verantwortlich zu sein. Hier kristallisiert sich eine Verantwortungsgemeinschaft für die regionale Entwicklung heraus. Gleichwohl besteht noch ein hohes Potenzial für die weitere Vernetzung. Dies geht aus der Tatsache hervor, dass sowohl bei der Frage nach der Beteiligung, als auch bei der Frage nach der Funktion der Akteure mehrfach angegeben

wurde, das Projekt Bioenergie-Region nicht zu kennen, beziehungsweise die Zugehörigkeit im Netzwerk nicht eindeutig sei. Einzelne Akteure wünschen sich hier eine stärkere Sichtbarkeit der Aktivitäten der Bioenergie-Region.

6.8 Abweichungen bei der Projektumsetzung gegenüber der Zielstellung im REK

Im Verlauf des dreijährigen Wettbewerbs kam es zu zahlreichen Abweichungen von den Zielen oder Plänen, die zu Beginn des Wettbewerbs in den REK festgelegt wurden. Gründe hierfür sind in Abbildung 62 dargestellt: Der häufigste Grund bestand darin, dass sich Projektideen als nicht wirtschaftlich erwiesen, sodass sie eingestellt bzw. geändert werden mussten. Weiterhin gab es zahlreiche Maßnahmen, bei denen weiteres (externes) Wissen bzw. weitere Planungen notwendig waren, um eine Realisierung zu gewährleisten. Auch scheiterten Projekte am geringen Interesse der regionalen Akteure und an der begrenzten Verfügbarkeit regional vorhandener Biomasse bzw. um Nutzungskonkurrenzen vorzubeugen. Gesetzliche Rahmenbedingungen sorgten insbesondere in der Wertschöpfungskette (WSK) Pflanzenöl zur Abweichung vom REK.

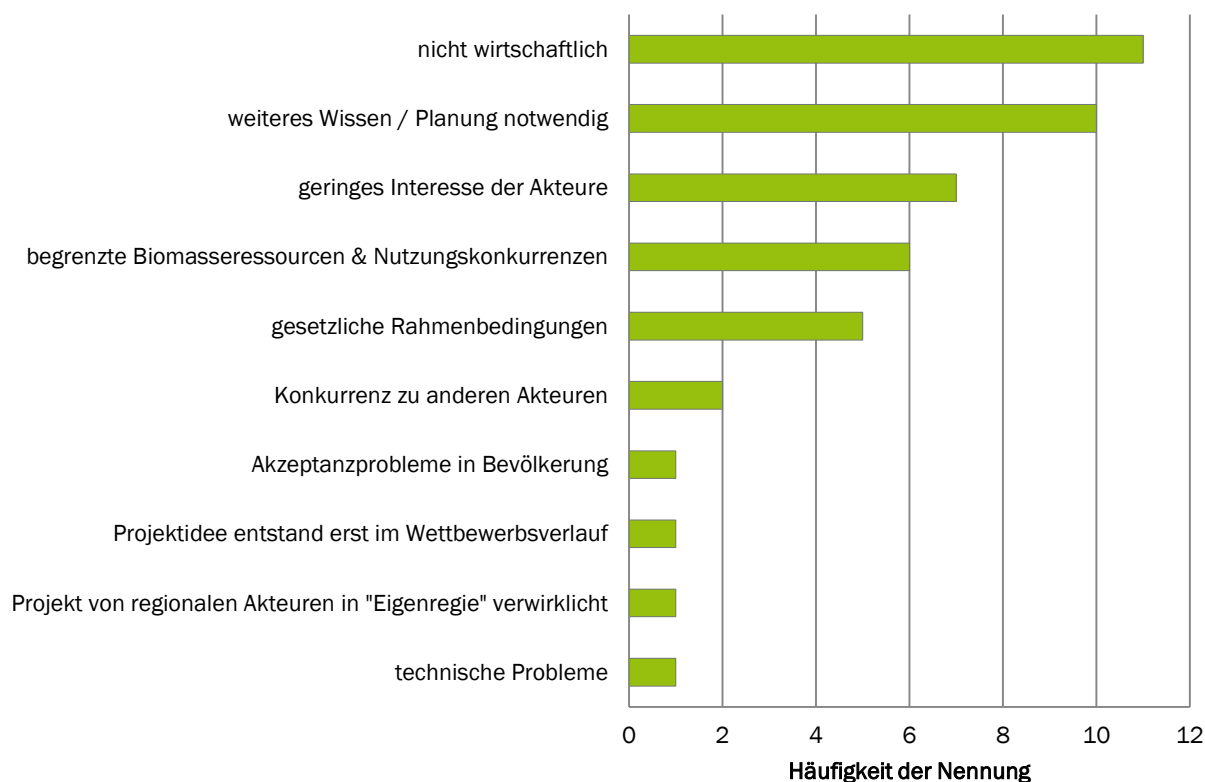


Abbildung 62: Gründe für die Abweichungen von den im REK genannten Maßnahmen beim Ausbau verschiedener Wertschöpfungsketten in den Bioenergie-Regionen. 45 Nennungen, Mehrfachnennungen je Region möglich. Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: WSK-Befragung 2012.

Betrachtet man die Abweichungen im Kontext von Wertschöpfungsketten, so fällt auf, dass die meisten Abweichungen innerhalb der WSK Holz/Festbrennstoffe auftraten: Hier waren bei knapp 60 % der Regionen Abweichungen bei einzelnen Vorhaben notwendig (siehe Abbildung 63). Die Gründe hierfür sind Abbildung 62 zu entnehmen.

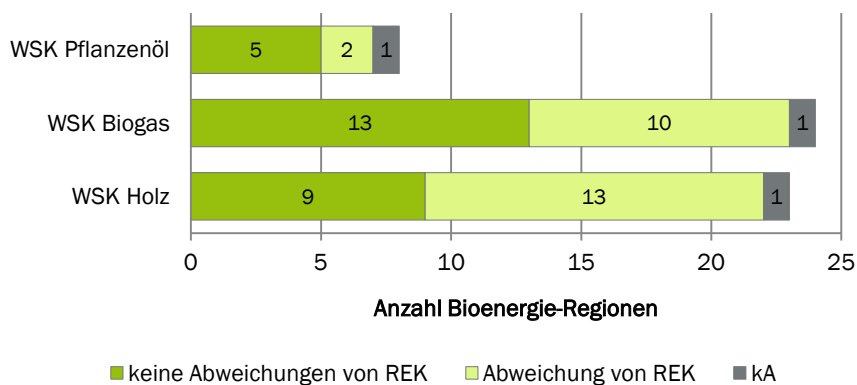


Abbildung 63: Anzahl der Bioenergie-Regionen in denen Abweichungen vom REK beim Ausbau verschiedener Wertschöpfungsketten auftraten. n = 25; kA = keine Angabe
Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: WSK-Befragung 2012.

Abgesehen von der WSK Pflanzenöl, die in den vergangenen Jahren bundesweit an Bedeutung verloren hat (siehe hierzu auch Kapitel 7.1.3), bleibt festzustellen, dass den hier betrachteten Abweichungen keine strukturellen Ursachen zugrunde liegen. Wie auch Abbildung 62 verdeutlicht, zeigte sich vielmehr, dass sich die in den REK vorgesehenen Ideen und Maßnahmen der regionalen Realität stellen mussten.

Eine weiterführende Analyse der geplanten und realisierten Vorhaben auf Ebene der Einzelmaßnahmen war nicht Gegenstand der technisch-ökonomischen Begleitforschung. Die Auswertung der in Kapitel 7.1 dargestellten Maßnahmen an den Wertschöpfungsketten verdeutlicht jedoch auch, dass es viele Projekte gab, die in dem dreijährigen Wettbewerbszeitraum nicht oder nicht vollständig umgesetzt werden konnten. Oftmals fanden diese dann Eingang in die Vorhabensbeschreibungen der 2. Förderphase, können also fortgeführt oder neu konzipiert werden.

6.9 Indikatortool zur Darstellung der regionalen Bioenergieentwicklung

Anknüpfend an die Ausführung zur Methodik der indikatorbasierten Abbildung der regionalen Bioenergieentwicklung in Kapitel 4.3.7, wird nachfolgend der Arbeitsstand zum Indikatortool (Stichtag: 28.02.2013) dargestellt.

Die Methodik zur Darstellung der regionalen Bioenergieentwicklung anhand verschiedener Indikatoren wurde 2011 am DBFZ als Excel-basierte Anwendung entwickelt und in verschiedenen Bioenergie-Regionen getestet. Hierbei zeigte sich, dass insbesondere bei der Beschaffung der erforderlichen Daten von den Regionen ein großer Unterstützungsbedarf gesehen wird. Das DBFZ kommt diesem Umstand insofern nach, als dass vor der Anwendung des Tools durch die Regionalmanager eine ausführliche Erläuterung zu den einzelnen Indikatoren mit entsprechenden Hinweisen zur Datenbeschaffung bereitgestellt wird. Auch soll das Tool bezüglich Benutzerfreundlichkeit und Anwendungsmöglichkeiten noch einmal grundlegend evaluiert werden, sobald es in allen Regionen angewendet wurde.

In Abstimmung mit der FNR sollte das Excel-Tool in eine online-basierte Anwendung überführt werden. Bis Juni 2012 entstand so eine Anwendung, die es mehreren Nutzern einer Region ermöglicht, Daten für unterschiedliche Bezugsjahre einzugeben, zu verwalten und grafisch bzw. tabellarisch auszuwerten (siehe Abbildung 64). Das Tool wurde in die Serverstruktur des DBFZ eingepflegt und steht unter: <http://bioenergie-regionen.dbfz.de> zur Verfügung.

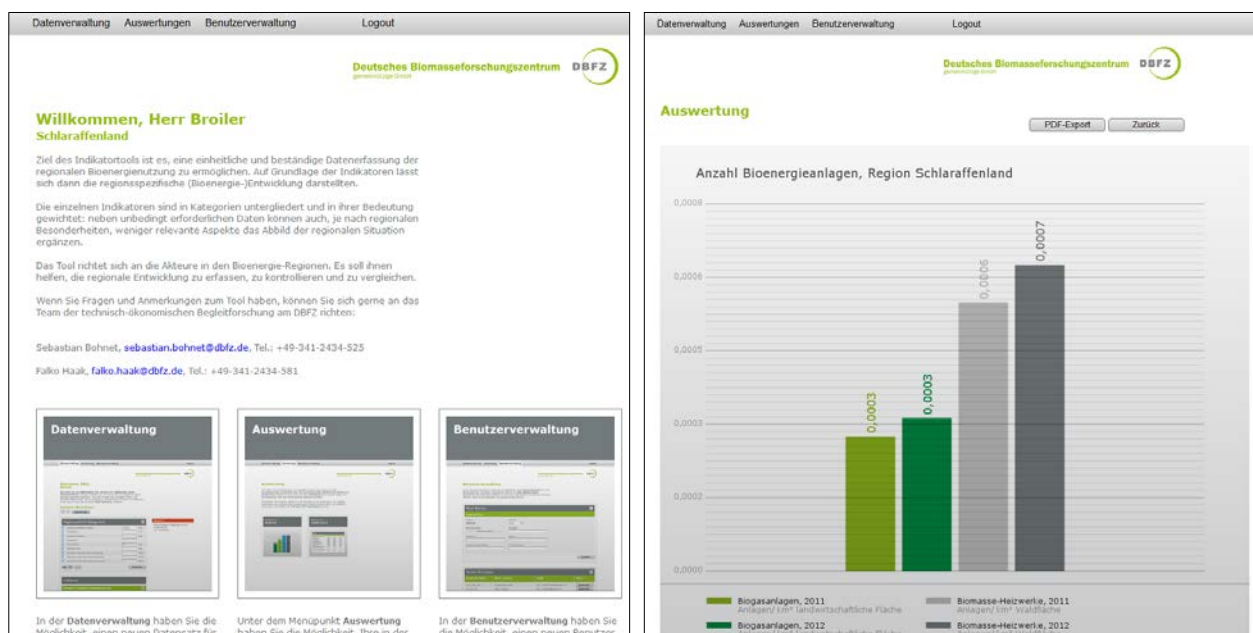


Abbildung 64: Screenshots des onlinebasierten Indikatortools. Links: Startseite des Nutzerbereiches. Rechts: exemplarische grafische Auswertung.

Die Auswertung erfolgt hierbei entweder im innerregionalen Vergleich mehrerer Jahre oder als Gegenüberstellung zu deutschlandweiten Durchschnittswerten³¹. Um diese Vergleiche zu ermöglichen, sind die Indikatoren auf bestimmte regionale Bezugswerte normiert. Die Ergebnisse lassen sich in Form von PDFs bzw. als CSV-Datei zum Weiterbearbeiten in einem Tabellenkalkulationsprogramm exportieren. Somit kann eine nutzerfreundliche und praxisorientierte Anwendung ermöglicht werden.

Den Administratoren (DBFZ) ermöglicht das Tool neben der Benutzerverwaltung das Einpflegen von bundesdeutschen Durchschnittswerten für die jeweiligen Betrachtungsjahre. Auch können die Daten aller Regionen eingesehen und zu Zwecken der Begleitforschung ausgewertet werden.

Den Regionalmanagern sowie der FNR wurden bereits im November 2012 Zugangsdaten zum Tool übersandt, damit sich die zukünftigen Nutzer ein eigenes Bild des Tools und der einzutragenden Daten machen können. Aufgrund der laufenden Arbeiten am Tool sollte jedoch von einer Dateneingabe bislang abgesehen werden.

Ausblick auf weiterführende Arbeitsschritte

Die Anpassungsarbeiten am Tool sollen im ersten Quartal 2013 abgeschlossen werden, um so die endgültige Benutzung durch die Regionen zu gewährleisten. Der Zeitraum der Dateneingabe durch die Regionalmanager soll daraufhin mit der FNR abgestimmt werden. Vor der ersten Dateneingabe werden allen Regionalmanagements durch das DBFZ genauere Erläuterungen zur Benutzung des Tools, zu den Indikatoren und zur möglichen Datenbeschaffung übersandt.

Die technische Pflege soll zukünftig durch Mitarbeiter des DBFZ geleistet werden. Im Rahmen einer umfassenden Evaluierung sollen die Möglichkeiten und Anwendungsbedingungen des Tools durch die Regionalmanager nach einer ersten Anwendung überprüft und ggf. weiter angepasst werden. In Rücksprache mit der FNR steht das Tool ab 2013 auch Regionen zur Verfügung, die nicht im Rahmen der Fördermaßnahme Bioenergie-Regionen unterstützt werden. Hierzu besteht die Möglichkeit über die Startseite des Tools Kontakt zum DBFZ aufzunehmen, woraufhin ein neues Benutzerprofil angelegt wird. Diese Daten gehen dann nicht in eine vergleichende Auswertung seitens des DBFZ ein.

Durch die Etablierung des Tools in den Bioenergie-Regionen ist zu erwarten, dass sich die problematische und teilweise uneinheitliche Datengrundlage in den Regionen verbessern und verstetigen wird. Vergleichbare Zeitreihen zur Beschreibung der Bioenergieentwicklung werden so nicht nur der übergeordneten Begleitforschung sondern in erster Linie den regionalen Akteuren helfen, die von ihnen getragenen Maßnahmen umzusetzen und zu evaluieren.

³¹ Einen Vergleich zwischen einzelnen Bioenergie-Regionen, der entsprechend der Konzeption des Tools technisch möglich wäre, lehnten die Regionalmanager bei der Vorstellung der Anwendung ab.

7 Regionale Wertschöpfung

7.1 Qualitative Entwicklung der regionalen Wertschöpfung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Wertschöpfungskettenbefragung vorgestellt. Hierbei stehen die WSK Holz/Festbrennstoffe und Biogas im Betrachtungsfokus.

In fast allen Regionen wurde das Hauptaugenmerk auf die WSK Holz und Biogas gelegt. Diese existierten zumeist schon vor dem Wettbewerb (siehe Abbildung 65) und wurden im Verlauf der bisherigen Förderung weiter ausgebaut (siehe Abbildung 66). Der WSK Pflanzenöl kommt hingegen eine weniger große Bedeutung zu. Ein weiterer Ausbau wurde lediglich in vier Regionen verfolgt.

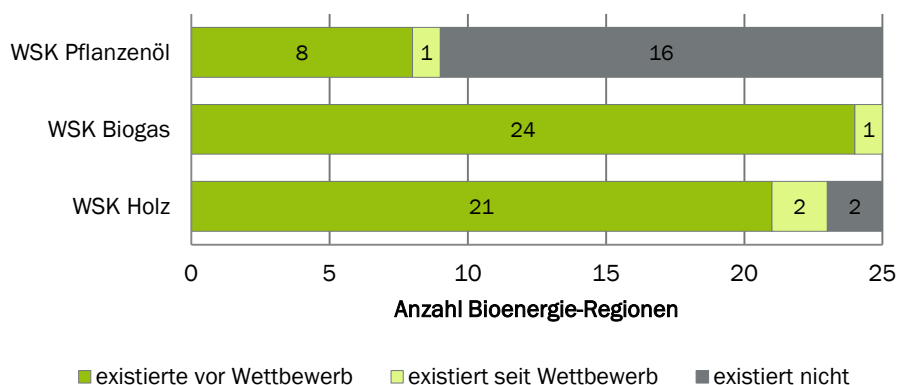


Abbildung 65: Existenz verschiedener Wertschöpfungsketten in den Bioenergie-Regionen. Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: WSK-Befragung 2012.

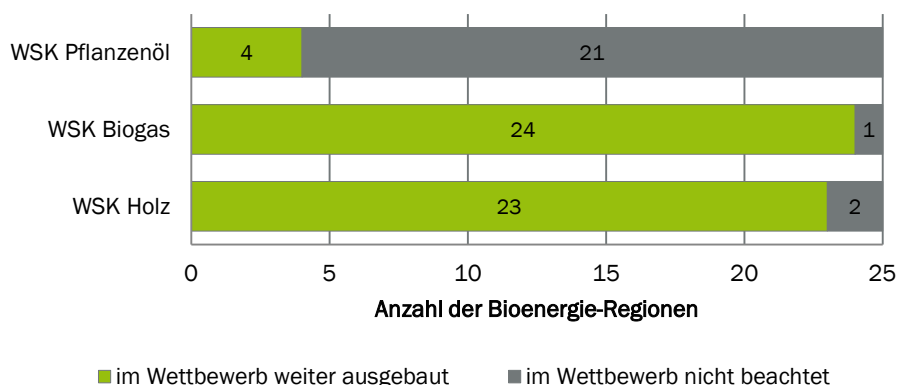


Abbildung 66: Ausbau verschiedener Wertschöpfungsketten in den Bioenergie-Regionen. Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: WSK-Befragung 2012.

7.1.1 WSK Holz/Festbrennstoffe

WSS 1: Rohstoffbereitstellung

Innerhalb der WSK Holz/Festbrennstoffe gibt es auf der Stufe der Rohstoffbereitstellung zahlreiche Brennstoffe, die zur Energieerzeugung genutzt werden können. Die am häufigsten in den Bioenergie-Regionen bereitgestellten Rohstoffe sind in Abbildung 67 aufgeführt. Hier spielen sowohl klassische Sortimente wie Waldholz und Landschaftspflegeholz eine Rolle. Aber auch Holz aus Kurzumtriebsplantagen (KUP) erfährt in immer mehr Regionen einen Bedeutungsgewinn und soll auch weiterhin ausgebaut werden. Die in diesem Bereich realisierten Maßnahmen stehen jedoch noch hinter den bisherigen Planungen zurück. Dennoch lässt sich hier eine große Dynamik ablesen. Trotz der in den meisten Regionen bereits etablierten Waldholznutzung wird dieser Maßnahme auch zukünftig große Aufmerksamkeit geschenkt werden. Einen Bedeutungsverlust erfährt die Nutzung von Altholz verschiedener Kategorien. Auch in den nächsten Jahren werden hier voraussichtlich kaum weitere Anstrengungen zur Erschließung neuer Quellen unternommen werden.

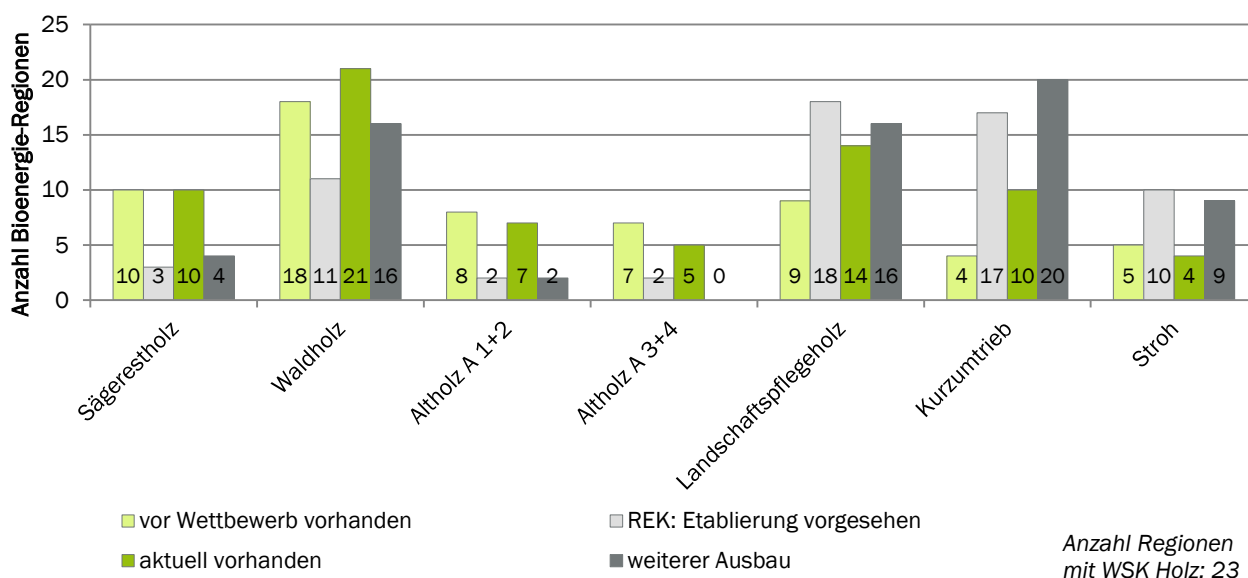


Abbildung 67: Maßnahmen auf der WSS 1 (Rohstoffbereitstellung) der WSK Holz/Festbrennstoffe in den Bioenergie-Regionen. Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: WSK-Befragung 2012.

WSS 2: Aufbereitung

Auf der zweiten Stufe dieser Wertschöpfungskette müssen die biogenen Rohstoffe aufbereitet werden, sodass sie für eine energetische Nutzung (i.d.R. Verbrennung) geeignet sind. Hierbei erzielt man zudem eine Qualitätsverbesserung, indem die Rohstoffe komprimiert werden und ihnen Wasser entzogen wird.

In beinahe allen Regionen, in denen die WSK Holz/Festbrennstoffe eine Rolle spielt, werden Holzrohstoffe zu Hackschnitzeln und Scheitholz aufbereitet (siehe Abbildung 68). Insbesondere bei Holz hackschnitzeln ist auch weiterhin ein Ausbau dieser Dienstleistung vorgesehen. Die Produktion von

Holzpellets und Briketts ist hingegen in weniger Regionen etabliert. Beiden Bereichen soll zukünftig jedoch weitere Aufmerksamkeit zuteilwerden.

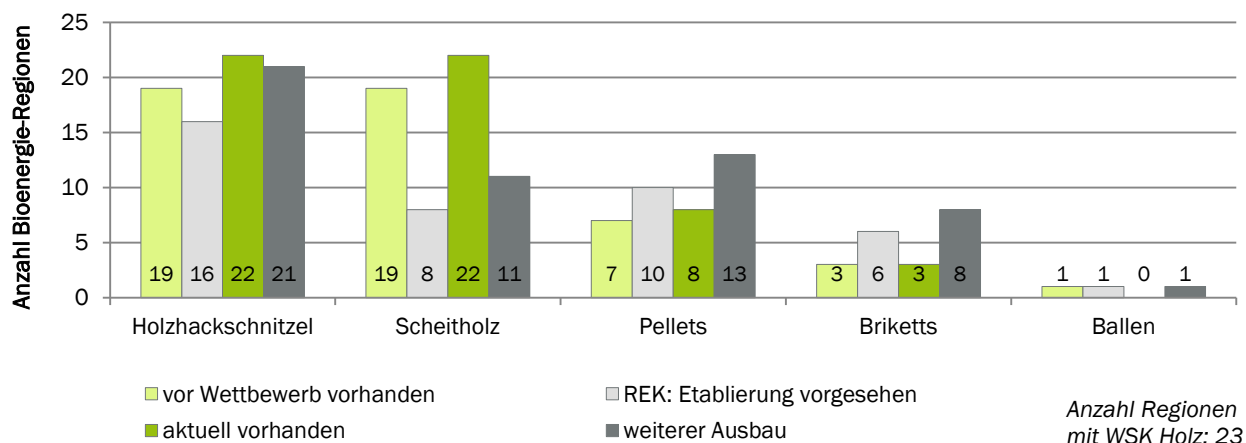


Abbildung 68: Maßnahmen auf der WSS 2 (Aufbereitung) der WSK Holz/Festbrennstoffe in den Bioenergie-Regionen.
Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: WSK-Befragung 2012.

WSS 3: Logistik

Die Wertschöpfungsstufe „Logistik“ umfasst im Wesentlichen den Transport, die Lagerung und ggf. die Trocknung der Biomasse. Diese Maßnahmen sind daher eng mit der Aufbereitung und dem Handel der Rohstoffe verbunden. Je nach betrachteter Biomasse, Transportentfernungen und regionalen Akteuren können sich unterschiedlichste Logistikketten bewähren.

In den Bioenergie-Regionen konnten sich im Verlauf des Wettbewerbs insbesondere die Lagerung und der Transport von fester Biomasse weiter etablieren (siehe Abbildung 69). In beiden Bereichen wird jedoch auch weiterhin Handlungsbedarf gesehen. Zudem konnte die Zahl der Biomassehöfe, die in die Biomasselogistik eingebunden sind, von sieben auf zehn gesteigert werden. Ein weiterer Ausbau ist auch hier vorgesehen. Die Errichtung von Trocknungsanlagen war in zwei Regionen vorgesehen, konnte bislang jedoch noch nicht umgesetzt werden und bleibt weiterhin von Bedeutung.

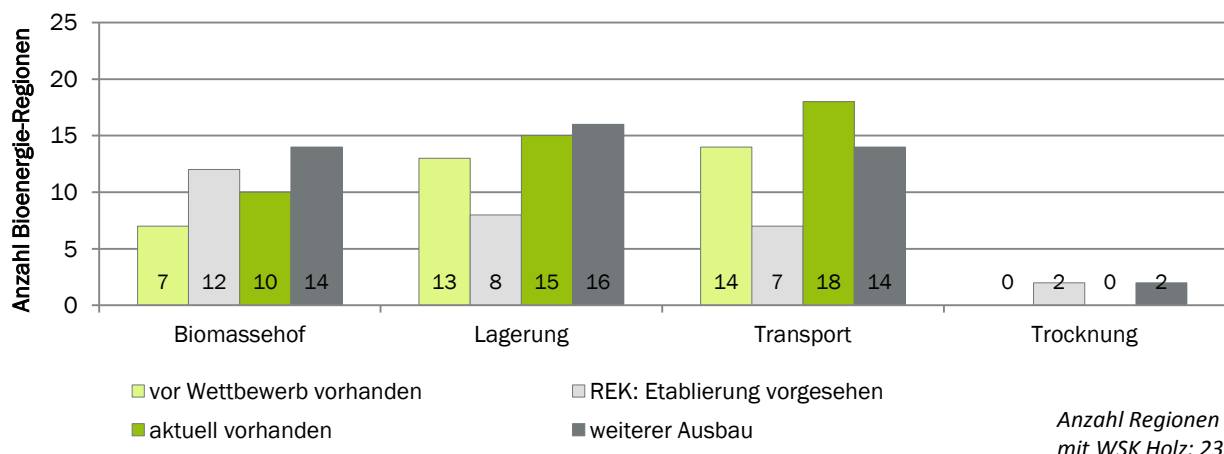


Abbildung 69: Maßnahmen auf der WSS 3 (Logistik) der WSK Holz/Festbrennstoffe in den Bioenergie-Regionen.
Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: WSK-Befragung 2012.

WSS 4: Handel

Auch auf der Stufe „Handel“ ist der Biomassehof eine wichtige Plattform, die im Wettbewerbsverlauf in drei weiteren Regionen etabliert werden konnte (siehe Abbildung 70). Dies liegt daran, dass hier unterschiedliche biogene Festbrennstoffe gesammelt, gelagert und an die jeweiligen Akteursgruppen wieder verteilt werden können. Daneben vertreiben auch einzelne Brennstoffproduzenten und -händler ihre Waren.

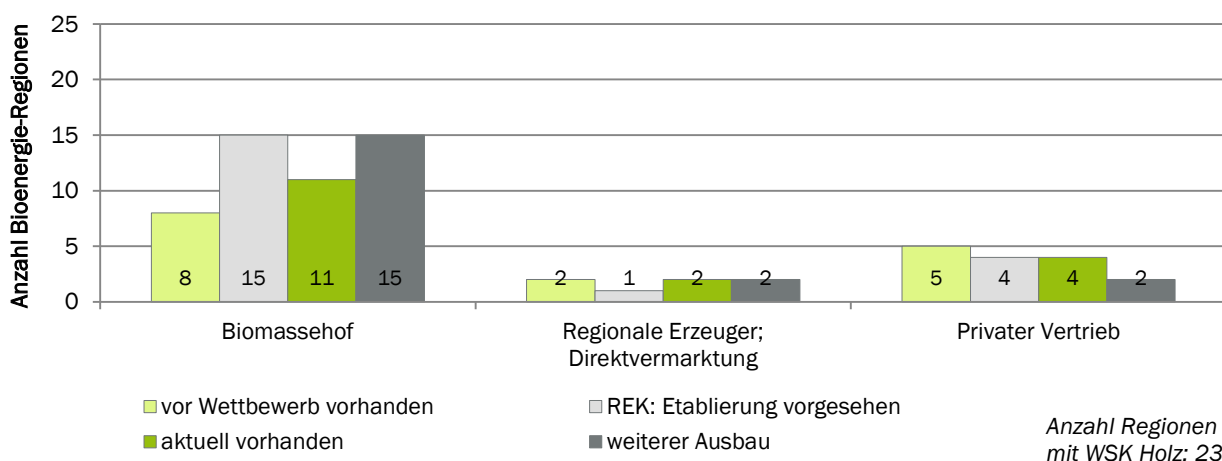


Abbildung 70: Maßnahmen auf der WSS 4 (Handel) der WSK Holz/Festbrennstoffe in den Bioenergie-Regionen.
Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: WSK-Befragung 2012.

WSS 5: Energieproduktion

In den meisten Fällen werden die aufbereiteten Holzprodukte in Heizwerken, Heizkraftwerken oder in Privathaushalten eingesetzt und dort in Energie umgewandelt. Im Wettbewerbsverlauf haben insbesondere die Heizwerke einen Bedeutungszugewinn in den Bioenergie-Regionen erfahren - so spielen sie derzeit in 21 Regionen bei der Energieproduktion aus holzartiger Biomasse eine Rolle (siehe Abbildung 71). Auch Anlagen zur Holz-Vergasung und Heizkraftwerke konnten in weiteren Regionen etabliert werden. Letzteren wird zukünftig jedoch eine weniger wichtige Rolle zugesprochen, wie sich aus den rückläufigen Ausbauplänen ablesen lässt³².

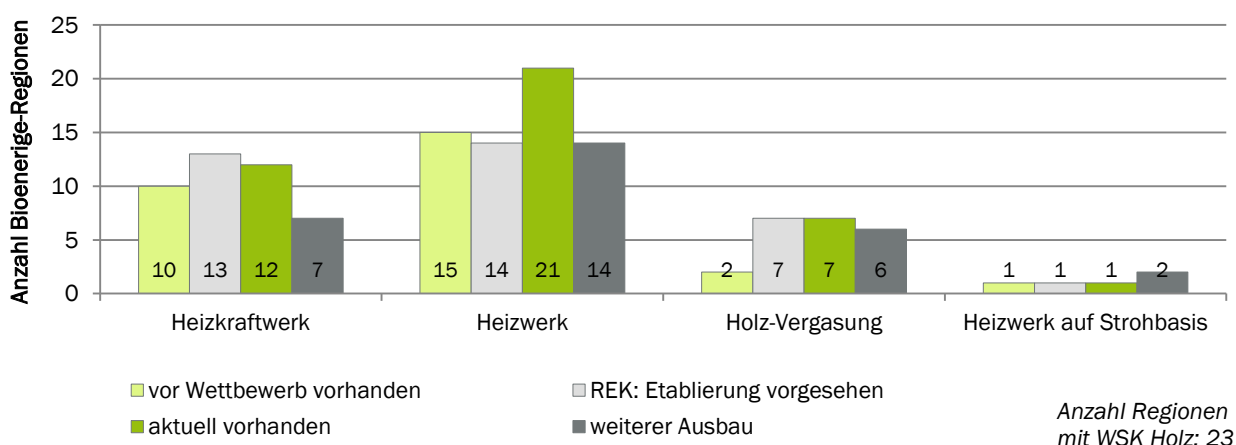


Abbildung 71: Maßnahmen auf der WSS 5 (Energieproduktion) der WSK Holz/Festbrennstoffe in den Bioenergie-Regionen. Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: WSK-Befragung 2012.

WSS 6: Produktverkauf

Entsprechend der Struktur der Energieerzeugungsanlagen spielt der Wärmevertrieb im Rahmen der Wertschöpfungskette Holz/Festbrennstoffe eine zentrale Rolle. Dies spiegelt sich auch im Verkauf der erzeugten Energie wider: in fast allen Regionen, in denen die WSK Holz/Festbrennstoffe ausgebildet ist, ist die Wärmevermarktung inzwischen etabliert (siehe Abbildung 72). Der Verkauf von Strom spielt hingegen in nur etwa der Hälfte der Regionen eine Rolle. Dieses Maßnahmenfeld wird jedoch auch zukünftig weiter verfolgt werden. Die in zwei Regionen im REK geplanten Maßnahmen zur Vermarktung von Kraftstoff auf Festbrennstoffbasis konnten nicht umgesetzt werden und werden auch zukünftig nicht weiter verfolgt.

³² Als mögliche Gründe für das geringere Interesse an Investitionen in Biomasseheizkraftwerke können folgende Punkte gesehen werden:

- Versorgungslage mit Rohstoff Holz und Konkurrenz zur stofflichen Nutzung,
- Unternehmenspleiten im Bereich der Heizkraftwerke in den letzten Jahren.

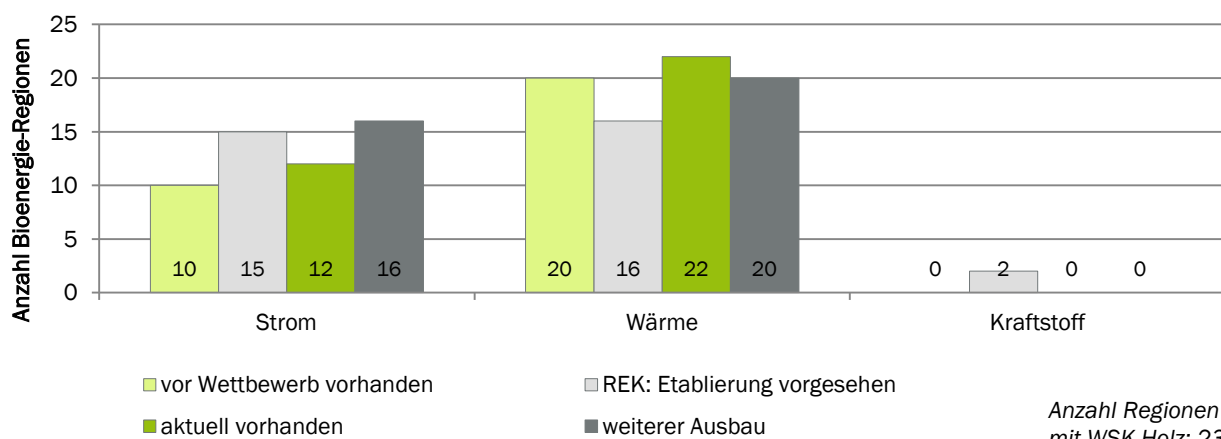


Abbildung 72: Maßnahmen auf der WSS 6 (Produktverkauf) der WSK Holz/Festbrennstoffe in den Bioenergie-Regionen.
Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: WSK-Befragung 2012.

7.1.2 WSK Biogas

WSS 1: Rohstoffbereitstellung

Die Rohstoffbereitstellung innerhalb der WSK Biogas ist stark durch die Nutzung von Gülle und Energiepflanzen geprägt (siehe Abbildung 73). Diese Maßnahmen waren bereits vor dem Wettbewerb in den meisten Regionen etabliert und konnten seitdem weiter ausgebaut werden. Die Bereitstellung von Rest- und Abfallstoffen, wie etwa Bioabfälle und Speisereste, wurden hingegen erst durch den Wettbewerb in mehreren Regionen ins Leben gerufen. Hierbei werden Bioabfälle auch zukünftig eine wichtige Rolle spielen, Speisereste hingegen eher in geringerem Umfang. Auch Klärschlamm zur energetischen Verwendung findet in immer mehr Regionen Beachtung und wird auch zukünftig ausgebaut werden. Die Nutzung von Landschaftspflegematerial spielt hingegen nur in einer Region eine Rolle - dort jedoch auch schon vor Wettbewerbsbeginn.

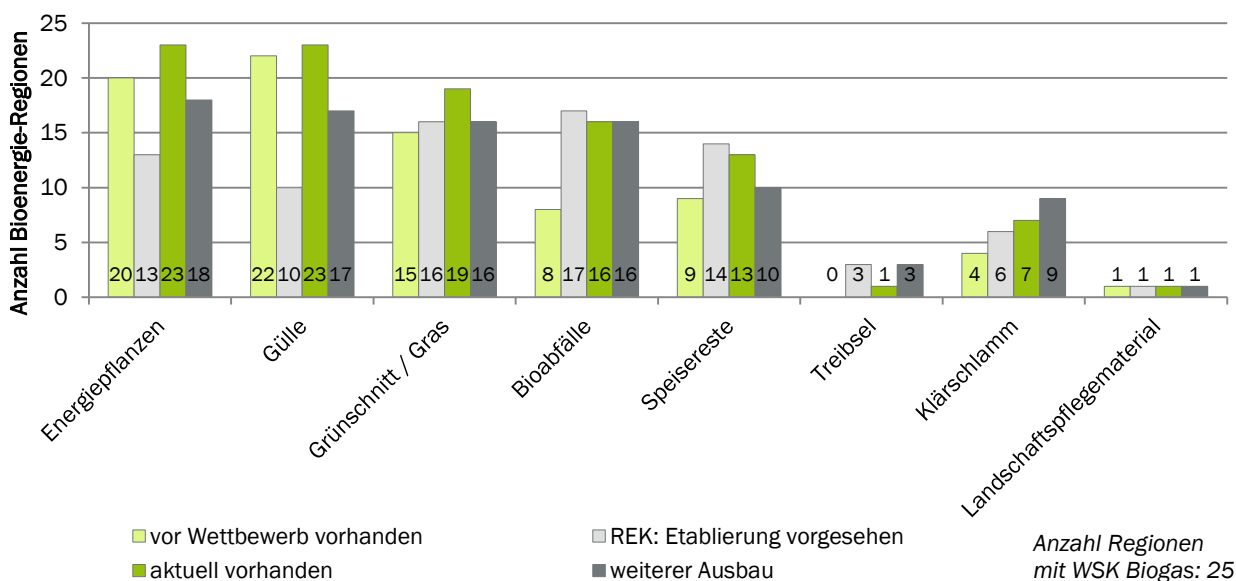


Abbildung 73: Maßnahmen auf der WSS 1 (Rohstoffe) der WSK Biogas in den Bioenergie-Regionen. Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: WSK-Befragung 2012.

WSS 2: Logistik

Die zweite Stufe der Wertschöpfungskette Biogas umfasst in erster Linie den Transport der Substrate zur Biogasanlage beziehungsweise zum Silo oder Lager. Alle Maßnahmen (Transport, Lagerung, Silierung) waren bereits vor dem Wettbewerb in vielen Regionen ausgeprägt und konnten weiter ausgebaut werden (siehe Abbildung 74). Insgesamt kann festgestellt werden, dass die WSS Logistik für den Betrieb einer Biogasanlage per se vor Ort vorhanden sein muss. Aus diesem Grund besteht hier zukünftig nur noch ein geringer Handlungsbedarf seitens der Regionen - wenngleich Optimierungsmaßnahmen natürlich auch zukünftig umgesetzt werden.

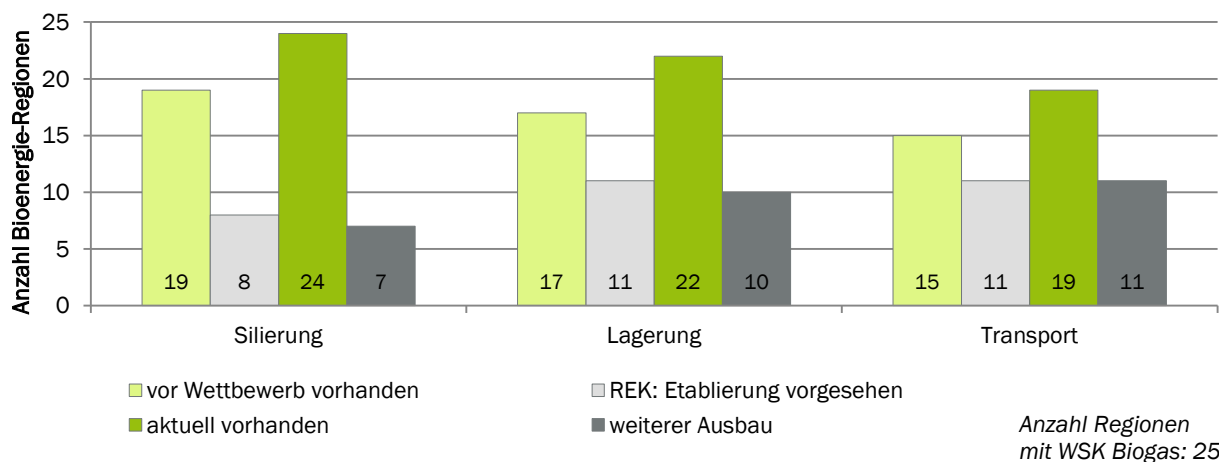


Abbildung 74: Maßnahmen auf der WSS 2 (Logistik) der WSK Biogas in den Bioenergie-Regionen. Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: WSK-Befragung 2012.

WSS 3: Biogasanlage

Bezüglich der Anlagentechnik unterscheidet man bei Biogasanlagen zwischen zwei Verfahrensvarianten. Am weitesten verbreitet ist die Nassvergärung, bei der pumpfähige Substrate mit Volldurchmischung zum Einsatz kommen (siehe Abbildung 75). Das Trockenvergärungsverfahren bietet sich z.B. bei Biomüll an, wo die Substrate nicht gepumpt werden können. Es ist weniger häufig in den Bioenergie-Regionen vorzufinden und ihm wird seitens der befragten Regionalmanager zukünftig kein allzu großer Handlungsbedarf zugesprochen.

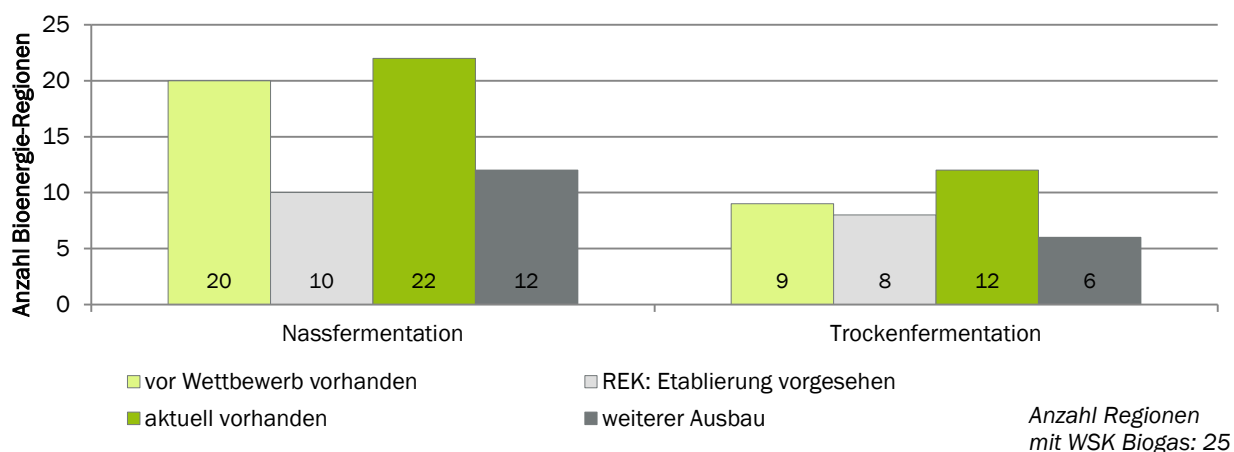


Abbildung 75: Maßnahmen auf der WSS 3 (Biogasanlage) der WSK Biogas in den Bioenergie-Regionen.
Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: WSK-Befragung 2012.

WSS 4: Aufbereitung

Diese WSS umfasst sowohl die Verwertung der Gärreste, wie auch die Aufbereitung des Biogases auf Erdgasqualität, welches anschließend als Kraftstoff verkauft oder ins Gasnetz eingespeist werden kann.

Die Gasaufbereitung war zu Beginn des Wettbewerbs in lediglich vier Regionen etabliert - ihr wurde im Rahmen der REK jedoch vielerorts eine große Bedeutung zugesprochen (siehe Abbildung 76). Inzwischen ist diese Maßnahme in zehn Regionen umgesetzt worden. Auch die Gärresteverwertung konnte in weiteren Regionen etabliert werden. Beide Maßnahmen werden auch zukünftig von Bedeutung sein.

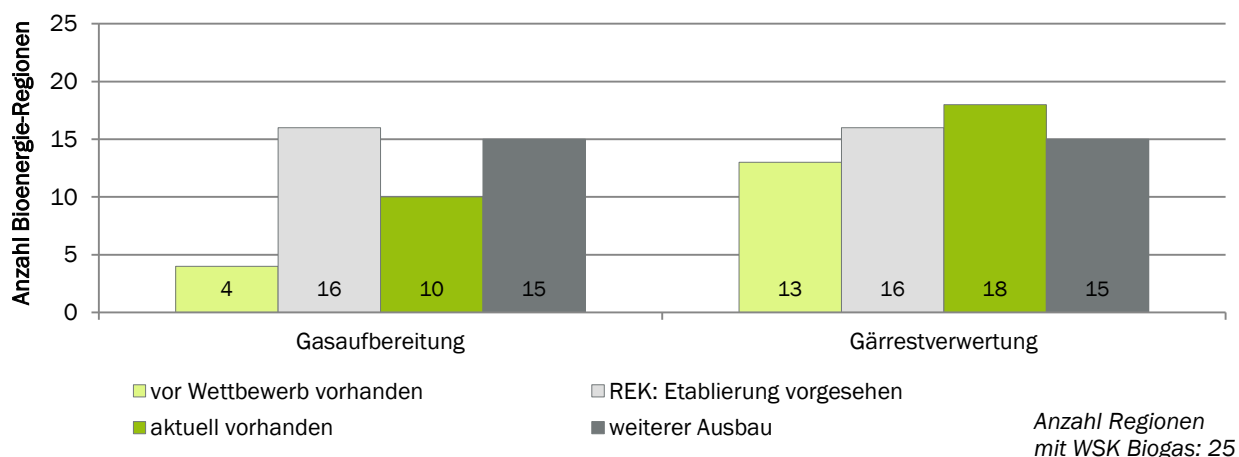


Abbildung 76: Maßnahmen auf der WSS 4 (Aufbereitung) der WSK Biogas in den Bioenergie-Regionen. Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: WSK-Befragung 2012.

WSS 5: Energieproduktion

Das gewonnene Rohbiogas wird alternativ zu der in Stufe 4 beschriebenen Aufbereitung zumeist direkt einer Verbrennung zugeführt. Üblich ist hier die Kraft-Wärme-Kopplung in Blockheizkraftwerken (Ottomotoren, Stirlingmotoren oder Mikrogasturbinen, welche jeweils mit einem Generator gekoppelt sind). Aber auch die Verwendung in Brennstoffzellen ist möglich, wurde hier jedoch nicht gesondert abgefragt. Mit diesen Technologien soll in erster Linie Strom produziert werden. Die überschüssige Wärme wird je nach Verwendungsmöglichkeit extern abgegeben.

Die „typische“ Umwandlung des Biogases in Strom und Wärme findet in Blockheizkraftwerken (BHKW) statt. Diese sind und waren in allen relevanten Bioenergie-Regionen etabliert (siehe Abbildung 77). Die Gaseinspeisung hingegen konnte - analog zur Gasaufbereitung in WSS 4 - in weiteren Regionen eingerichtet werden und wird auch zukünftig weiter Beachtung finden.

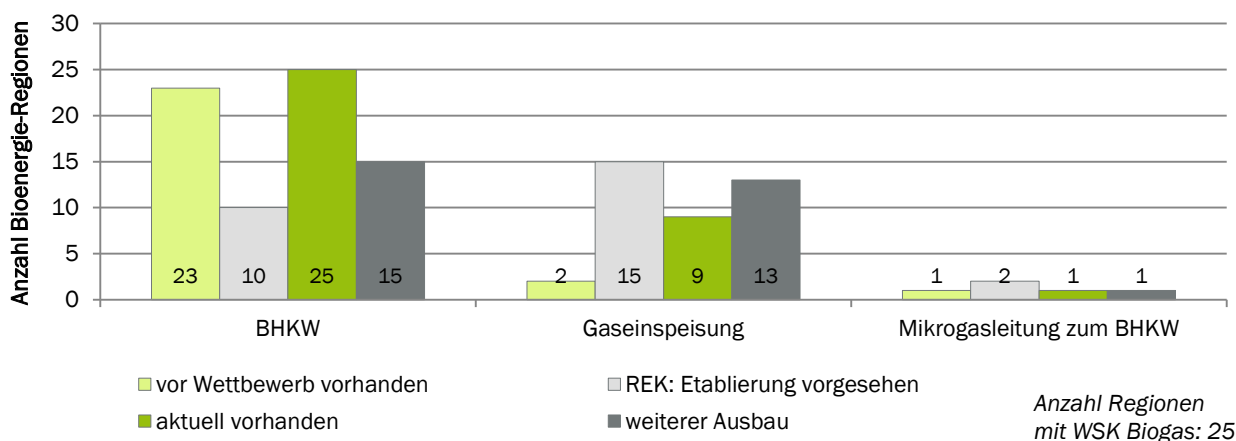


Abbildung 77: Maßnahmen auf der WSS 5 (Energieproduktion) der WSK Biogas in den Bioenergie-Regionen. Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: WSK-Befragung 2012.

WSS 6: Produktverkauf

Auf der letzten Stufe der Wertschöpfungskette Biogas findet in erster Linie die Verstromung des Biogases statt. Immer stärker gewinnt auch die Direktvermarktung des Stromes an Bedeutung. Falls das Biogas nicht verbrannt, sondern stattdessen auf Erdgasqualität aufbereitet wird, kann es außerdem als Kraftstoff verkauft oder direkt ins Gasnetz abgegeben werden.

Der Verkauf von Strom und Wärme trägt in beinahe allen Regionen zur Steigerung der Wertschöpfung aus Biomasse bei. Insbesondere der Wärmevertrieb wurde im Verlauf des Wettbewerbs weiter ausgebaut und wird auch zukünftig ein wichtiges Themenfeld besetzen (siehe hierzu auch Abbildung 78). Auch der Verkauf von Biomethan konnte in weiteren Regionen etabliert werden. Der Vertrieb von Biokraftstoffen wurde zwar in vielen REK vorgesehen, konnte jedoch bislang nur in einzelnen Regionen umgesetzt werden. Auch zukünftig wird diesem Produkt in den Bioenergie-Regionen wenig Gewicht beigemessen.

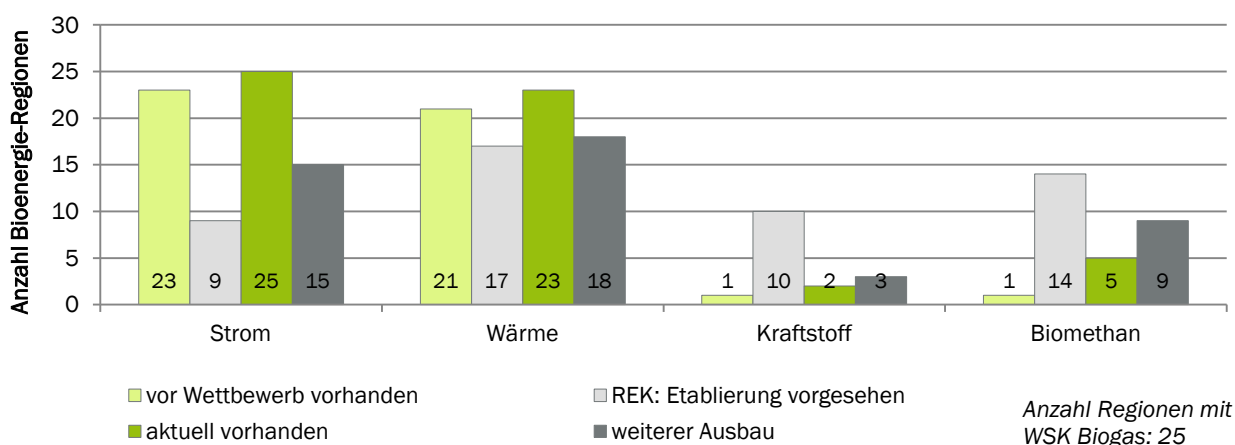


Abbildung 78: Maßnahmen auf der WSS 6 (Produktverkauf) der WSK Biogas in den Bioenergie-Regionen.
Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: WSK-Befragung 2012.

7.1.3 WSK Pflanzenöl

Insgesamt kommt der WSK Pflanzenöl in den Bioenergie-Regionen eine nachgeordnete Bedeutung zu, weswegen die Ergebnisse der Befragung zu dieser Kette nur verkürzt wiedergegeben werden.

In den Regionen, in denen die WSK Pflanzenöl vorhanden ist, wird insbesondere Rapssaat als Rohstoff genutzt und in einer Ölmühle aufbereitet. Vorwiegend findet der Verkauf von Treibstoffen statt. Entwicklungstendenzen einzelner Maßnahmen auf den unterschiedlichen WSS konnten aufgrund der wenigen vorliegenden Angaben innerhalb dieser Kette nicht ausgemacht werden. Auffällig ist jedoch, dass keine Maßnahme bzw. WSS zukünftig weiter ausgebaut werden soll. Dies lässt sich mit dem allgemeinen Bedeutungsverlust dieses Produktpfades durch den Abbau von steuerlichen Vorteilen und fehlenden finanziellen Anreizen erklären.

7.1.4 Einordnung der Ergebnisse

Insgesamt lieferten die Erhebungen der WSK in den Bioenergie-Regionen Aufschluss über die Etablierung verschiedener WSS in den Regionen. Die durchgeführten Projekte und Maßnahmen wurden zwar weder hinsichtlich ihrer Investitionsvolumina noch bezüglich der regionalen Wertschöpfungseffekte monetär quantifiziert; das Vorhandensein bestimmter WSS in einer Region kann jedoch als langfristige Investition in die Wertschöpfung durch Bioenergie verstanden werden. Die Region wird so zur - sich mehr oder weniger selbstversorgenden - Drehscheibe für Biomasse und Bioenergie. Es konnte zudem gezeigt werden, in welchen Bereichen Projekte im Wettbewerbszeitraum umgesetzt werden konnten und welche Themen auch oder zusätzlich in den nächsten Jahren von Bedeutung sein werden.

Bei der Interpretation der dargestellten Ergebnisse sollte jedoch beachtet werden, dass es sich um subjektive Einschätzungen der regionalen Akteure handelt. Hierbei können Begriffsdimensionen wie z.B. das „Vorhandensein“ oder die „Etablierung“ einer Maßnahme durchaus unterschiedlich interpretiert werden. Ferner ermöglichen die gewählten graphischen Darstellungen der Maßnahmen auf einer WSS zwar einen guten Überblick über die Existenz und Planung verschiedener Projekte in allen Bioenergie-Regionen. Durch diese aggregierte Darstellung der Befragungsergebnisse können die unterschiedlichen intraregionalen Entwicklungen jedoch nicht abgebildet werden.

7.2 Direkte Arbeitsplatzeffekte an den Bioenergieanlagen

Im Folgenden werden die ermittelten Kennziffern zur Einordnung der direkten Brutto-Beschäftigungseffekte an Bioenergieanlagen dargestellt. Hierbei ist anzumerken, dass die Interpretation der Effekte vor dem Hintergrund der Erfassung regionaler Wertschöpfungseffekte stattfindet. Es handelt sich also um eine volkswirtschaftliche Perspektive, bei der ein hoher Arbeitskräftebesatz als positiv verstanden wird. Die betriebswirtschaftliche Sicht, bei der die anfallenden Personalkosten durchaus genau konträr zu der gesamtwirtschaftlichen Perspektive gesehen werden können, wird vernachlässigt.

7.2.1 Übergeordnete Auswertung

Aus der Auswertung der Arbeitsplatzkennziffern an Bioenergieanlagen geht hervor, dass die größten Effekte beim Betrieb der Anlagen entstehen. Arbeitsplätze im Bereich der Verwaltung entstehen deutlich weniger. Sie machen nur etwa 1/10 der Arbeitsplätze des Anlagenbetriebs aus. Die unter „sonstigen Arbeitsplätzen“ aufgeführten Stellen lassen sich überwiegend dem Bereich der indirekten Effekte zuweisen. Hier wurden häufig Arbeitsplätze im Bereich der Brennstoffbereitstellung und -aufbereitung genannt, die dem eigentlichen Anlagenbetrieb vorgelagert sind. Ein Vergleich dieser Effekte mit den Kennziffern der Arbeitsplätze im Bereich des Anlagenbetriebs und der Verwaltung ist daher nicht möglich.

Übergeordnete Kennziffern der Arbeitsplatzeffekte sind in Tabelle 27 aufgeführt. Insbesondere bei der Interpretation der durchschnittlichen Arbeitsplätze je Anlagentyp sollte die teils große Spannweite der Werte beachtet werden. Der häufig auftretende Median „0“ zeigt, dass es zahlreiche Anlagen gibt bei denen gar keine neuen Arbeitsplätze geschaffen wurden.

Tabelle 27: Kenndaten der Arbeitsplatzeffekte (direkte Bruttobeschäftigung) an verschiedenen Bioenergieanlagen in Bioenergie-Regionen.
Datengrundlage: Stoffstrombefragung; 2012

	N	Summe	Durchschnitt	Minimum	Maximum	Median	Arbeitsplätze je instal. MW _{el} /th*
Biogasanlagen							
Arbeitsplätze Betrieb	100	74,6	0,75	0	4	1	1,65
Arbeitsplätze Verwaltung	100	11,1	0,11	0	1	0	0,20
sonstige Arbeitsplätze**	100	10,8	0,11	0	2	0	0,35
Heizwerke							
Arbeitsplätze Betrieb	42	7,8	0,19	0	1	0	0,21
Arbeitsplätze Verwaltung	42	2,4	0,06	0	2	0	0,03
sonstige Arbeitsplätze**	42	3,0	0,07	0	1	0	0,35
Heizkraftwerke							
Arbeitsplätze Betrieb	7	32,8	4,68	0	14	1	2,11
Arbeitsplätze Verwaltung	7	2,0	0,29	0	2	0	0,05
sonstige Arbeitsplätze**	7	103,0	14,71	0	90	0	6,42
Alle Anlagen							
Arbeitsplätze Betrieb	149	115,1	0,77	0	14	0	
Arbeitsplätze Verwaltung	149	15,5	0,10	0	2	0	
sonstige Arbeitsplätze**	149	116,8	0,78	0	90	0	

* bei Biogasanlagen und Heizkraftwerken wurde die installierte elektrische Leistung zugrunde gelegt. Bei Heizwerken die installierte thermische Leistung.

** die in der Befragung genannten „sonstigen Arbeitsplätze“ entsprechen meist indirekten Arbeitsplatzeffekten aus dem Bereich der Brennstoffbereitstellung und -aufbereitung und können daher nicht mit den direkten Effekten im Bereich des Anlagenbetriebs und der Verwaltung in Verhältnis gesetzt werden.

Bezogen auf die installierte Leistung kann festgestellt werden, dass beim Betrieb der Heizkraftwerke mit durchschnittlich 2,11 Arbeitsplätzen je installiertem MW_{el} vor Biogasanlagen mit 1,65 Arbeitsplätzen je MW_{el} die größten Arbeitsplatzeffekte auftreten. Bei Heizwerken hingegen sind die Effekte mit durchschnittlich 0,21 Arbeitsplätzen je installiertem MW_{th} sehr gering.

7.2.2 Auswertung nach Größenklassen

Die Darstellung der Arbeitsplatzkennzahlen nach Anlagengrößenklassen erfolgt lediglich für die Arbeitsplätze im Bereich des Betriebs und der Verwaltung, da die Darstellung der über die „sonstigen Arbeitsplätze“ erfassten indirekten Effekte eine Verzerrung der Ergebnisse bedeuten würde.

Erwartungsgemäß steigt der Durchschnitt der Arbeitsplätze je Anlage über alle Anlagentypen betrachtet mit zunehmender Größe der Anlage (siehe hierzu Tabelle 28 bis Tabelle 30). Dies trifft in der Tendenz sowohl für Arbeitsplätze beim Betrieb als auch in der Verwaltung zu. Der Bedarf an Arbeitsplätzen im Bereich der Verwaltung tritt erst ab einer bestimmten Anlagengröße auf:

- Biogasanlagen: ab 151 – 500 kW_{el} ,
- Heizwerke: ab 500 kW_{th} ,
- Heizkraftwerke: ab >5.000 – 10.000 kW_{el} .

Beim Betrieb der **Biogasanlagen** fallen die meisten Arbeitsplätze in der Größenklasse von 71 bis 150 kW_{el} an. Hier entstehen durchschnittlich 4,51 Arbeitsplätze je installiertem Megawatt elektrischer Leistung (siehe Tabelle 28). Dieser hohe Wert könnte jedoch auch auf die mit 5 betrachteten Anlagen sehr geringe absolute Fallzahl innerhalb dieser Größenklasse zurückzuführen sein. Weiterhin zeigt sich bei Biogasanlagen die Tendenz, dass je kleiner die Anlage ist, desto mehr Arbeitsplätze fallen je installiertem MW_{el} im Bereich des Anlagenbetriebes an.

Tabelle 28: Direkte Arbeitsplatzeffekte (brutto) beim Betrieb von **Biogasanlagen** in Bioenergie-Regionen nach Größenklassen.
Datengrundlage: Stoffstrombefragung; 2012.

Größenklassen nach installierter elektrischer Anlagenleistung (kW _{el})	Betrachtete Fälle	Arbeitsplätze Betrieb			Arbeitsplätze Verwaltung		
		Summe	Mittelwert je Anlage	je MW _{el}	Summe	Mittelwert je Anlage	je MW _{el}
≤70	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
71 - 150	5	3,00	0,60	4,51	0,00	0,00	0,00
151 - 500	62	35,05	0,57	1,66	3,85	0,06	0,18
501 - 1.000	21	17,00	0,81	1,26	4,50	0,21	0,33
>1.000	9	19,50	2,17	1,36	2,75	0,31	0,19
Summe	100	74,55	0,75	-	11,10	0,11	-

Beim Betrieb der kleineren **Heizwerke** (100 – 500 kW_{th}) fallen kaum Arbeitsplätze an (siehe Tabelle 29). Arbeitsplätze im Bereich der Verwaltung entstanden hier gar nicht. Bezogen auf die installierte Leistung sind kaum Unterschiede im Bereich der Arbeitsplätze beim Anlagenbetrieb zwischen den Größenklassen auszumachen.

Tabelle 29: Direkte Arbeitsplatzeffekte (brutto) beim Betrieb von **Heizwerken** in Bioenergie-Regionen nach Größenklassen.
Datengrundlage: Stoffstrombefragung; 2012.

Größenklassen nach installierter thermischer Anlagenleistung (kW _{th})	Betrachtete Fälle	Arbeitsplätze Betrieb			Arbeitsplätze Verwaltung		
		Summe	Mittelwert je Anlage	je MW _{th}	Summe	Mittelwert je Anlage	je MW _{th}
100 - 500	25	1,50	0,06	0,21	0,00	0,00	0,00
>500	17	6,29	0,37	0,20	2,40	0,14	0,08
Summe	42	7,79	0,19	-	2,40	0,06	-

Im Bereich der **Heizkraftwerke** sei noch einmal auf die bedingte Aussagekraft der in Tabelle 30 dargestellten Arbeitsplatzzahlen aufgrund der geringen Fallzahl hingewiesen. Im Bereich des Betriebs der kleineren Anlagen mit einer Leistung von >150 – 500 kW_{el} konnten im Durchschnitt 0,92 Arbeitsplätze je Anlage identifiziert werden. Bei größeren Anlagen im Leistungsbereich von >5.000 – 10.000 kW_{el} sind es bereits 10 Arbeitsplätze je Anlage.

Tabelle 30: Direkte Arbeitsplatzeffekte (brutto) beim Betrieb von **Heizkraftwerken** in Bioenergie-Regionen nach Größenklassen.
Datengrundlage: Stoffstrombefragung; 2012.

Größenklassen nach installierter elektrischer Anlagenleistung (kW _{el})	Betrachtete Fälle	Arbeitsplätze Betrieb			Arbeitsplätze Verwaltung		
		Summe	Mittelwert je Anlage	je MW _{el}	Summe	Mittelwert je Anlage	je MW _{el}
≤150	0	0,00	--	--	0,00	--	--
>150 - 500	3	2,75	0,92	3,22	0,00	0,00	0,00
>500 - 1000	0	0,00	--	--	0,00	--	--
>1.000 - 5.000	0	0,00	--	--	0,00	--	--
>5.000 - 10.000	3	30,00	10,00	1,63	2,00	0,67	0,11
>10.000	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Summe	7	32,75	4,68	-	2	0,29	-

Über die Darstellung der direkten Arbeitsplatzeffekte beim Betrieb von Bioenergieanlagen anhand verschiedener Größenklassen konnten Kennzahlen zur Abschätzung der Arbeitsplatzeffekte generiert werden. Diese können als erste Annäherung dienen, die Auswirkungen der Bruttobeschäftigung im Bereich Anlagenbetrieb und Verwaltung durch einen spezifischen Anlagenpark in einer Region abzuschätzen. Das Hochrechnen auf den gesamten regionalen Anlagenbestand konnte im Rahmen der technisch-ökonomischen Begleitforschung nicht durchgeführt werden, da Informationen über die Verteilungen der Größenklassen der Bioenergieanlagen in den Regionen nicht in benötigtem Umfang vorliegen.

Es sollte bei der Verwendung der ermittelten Kennziffern jedoch beachtet werden, dass indirekte Beschäftigungseffekte hierbei nicht berücksichtigt wurden. Auch Verdrängungseffekte etwa im Bereich der Beschäftigung im landwirtschaftlichen Sektor, die zur Abschätzung einer Nettobeschäftigung notwendig wären, konnten im Rahmen dieser Betrachtungen nicht berücksichtigt werden.

8 Treibhausgasbilanzen und THG-Einsparungen in Bioenergie-Regionen

In diesem Kapitel wird dargestellt, welche Klimaschutzeffekte durch die Nutzung von Bioenergie in den Bioenergie-Regionen erreicht werden können. Im Zentrum der Untersuchung steht dabei die **Bilanzierung des Ausstoßes von Treibhausgasen** an einzelnen ausgewählten Beispielanlagen (Kapitel 8.1). Anschließend wird abgeschätzt, wie hoch **Einsparungen von Treibhausgasemissionen** in den Regionen ausfallen (Kapitel 8.2). Letzteres wird zum einen für die in der Stoffstromanalyse erfassten Energiemengen (Kapitel 8.2.1), als auch für die hergeleitete Energieerzeugung (Strom und Wärme) des gesamten Anlagenbestandes aller Regionen berechnet (Kapitel 8.2.2). Als Quelle für regionale Anlagenbeispiele sowie für Parameter des Anlagenbetriebs dient die Stoffstromanalyse. Ergänzend werden Literaturwerte und aktuelle Angaben aus dem Indikatortool (siehe auch Kapitel 6.9) für die zu treffenden Annahmen herangezogen (zur Methodik siehe Kapitel 4.3.5).

8.1 Treibhausgasbilanzen ausgewählter Bioenergiepfade

Im Folgenden werden die Bilanzierungsergebnisse für die ausgewählten Bioenergiepfade in Bezug auf die analysierte Umweltwirkungskategorie „THG-Emissionen“ dargestellt und erläutert. Für fünf typische Bioenergiepfade wurden hierfür Einzelanlagen aus Bioenergie-Regionen und deren Bioenergieerzeugung modelliert. Basierend auf der Treibhausgasbilanz dieser Anlagenkonzepte wird die Treibhauswirkung der biogenen mit der konventionellen Energiebereitstellung verglichen. Dabei wird unterschieden zwischen den Pfaden:

- Nutzung von Biogas
 - in einer KWK-Anlage
 - als Rohbiogas am Ort der Biogasgewinnung
 - als Bioerdgas nach erfolgter Einspeisung ins Gasnetz
 - durch Aufbereitung und Einspeisung des Rohbiogases mit anschließender Nutzung
 - als Bioerdgas zur reinen Wärmeproduktion oder
 - als Kraftstoff in der mobilen Anwendung
- Nutzung von Festbrennstoffen
 - zur Wärmeerzeugung (Holzpellets, Waldrestholz)

Die Bilanzierung erfolgte auf Basis der ISO 14040 Normen. Die Ergebnisse wurden in Form einer funktionellen Einheit dargestellt: als gCO_2 -Äq. pro 1 kWh elektrischer Energie (KWK-Nutzung), oder als gCO_2 -Äq. pro 1 MJ Energie (Nutzung der Energie im Kraftstoff- und Wärmesektor).

8.1.1 Nutzung von Biogas mit Kraft-Wärme-Kopplung

Bioenergiepfad „Nutzung von Biogas in einer KWK-Anlage als Rohbiogas am Ort der Biogasgewinnung“

Die folgende Abbildung 79 fasst die THG-Emissionen für die untersuchten Biogasanlagenkonzepte mit einem **KWK-Prozess vor Ort** zusammen. Neben den vier betrachteten Anlagen sind in der Abbildung jeweils zwei biogene Referenzwerte für die Strom- und Wärmeproduktion auf Basis von Biogas und Biomethan aus der Literatur sowie zwei fossile Referenzwerte enthalten (DEUTSCHES BIOMASSEFORSCHUNGSZENTRUM (DBFZ) u. a., 2011). Die Beiträge der einzelnen Prozessschritte der Biogas- bzw. Biomethanproduktion zum Ergebnis werden in den folgenden Abbildungen farblich gekennzeichnet. Die Gutschriften für die Düngewirkung des Gärrestes sowie die vermiedenen Emissionen durch die umweltgerechte Güllebehandlung (vermiedene Emissionen durch Anwendung von z.B. Gasdichten Gärrestlagern im Vergleich zur klassischen Güllebehandlung) sind im negativen Bereich der vertikalen Achse aufgetragen. Die Summe aus den Emissionen über die gesamte Prozesskette und den vergebenen Gutschriften ist als gestreifter Summenbalken dargestellt. Die Emissionen pro kWh_{el} liegen für die betrachteten Anwendungskonzepte in einer Bandbreite von 226 bis 342 g CO₂-Äq./kWh_{el} (siehe Abbildung 79 und Anhang A 10.1).

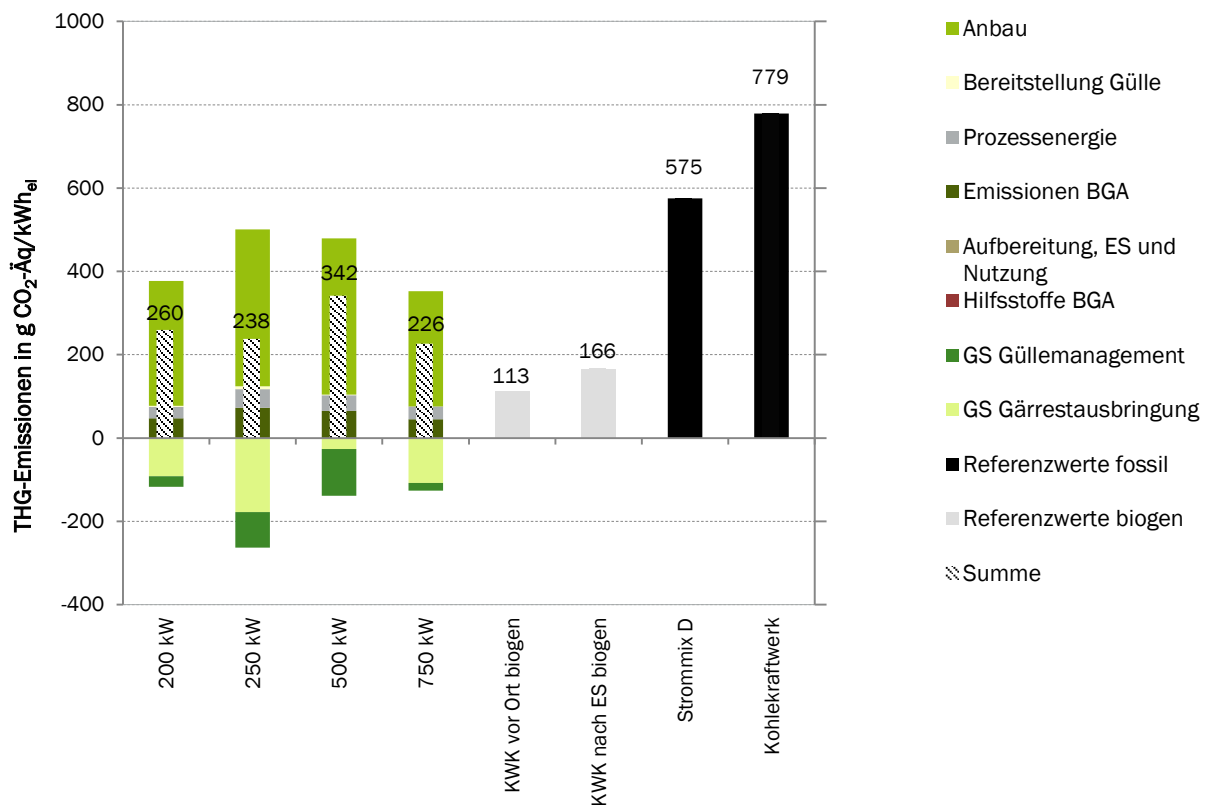


Abbildung 79: THG-Emissionen der Konzepte mit KWK-Nutzung vor Ort im Vergleich zu den Referenzsystemen. Referenzwerte: (DBFZ, 2010; DEUTSCHES BIOMASSEFORSCHUNGSZENTRUM (DBFZ) u. a., 2011; UMWELTBUNDESAMT (UBA), 2009)

Generell sind die Emissionen der Biogasanlagen deutlich niedriger als die der fossilen Referenzen. Die THG-Einsparung³³ beträgt ca. 50 % (siehe gestreifte Balken „Summe“). Im Vergleich zu den biogenen Referenzwerten (graue Referenzbalken in Abbildung 79) sind die Emissionen allerdings deutlich höher. Das liegt vor allem daran, dass bei der Modellierung der Anlagenkonzepte in Bioenergie-Regionen sehr konservative Werte in Bezug auf die Mineraldüngung für die Substratproduktion sowie die Methanemissionen durch die Biogasanlage angenommen wurden (zur Methodik siehe Kapitel 4.3.5.1). Weiterhin wurden für die 250 und 500 kW-Anlagen sehr niedrige Wärmenutzungsgrade angenommen (zwischen 30 und 50 %). Dies erhöht zusätzlich die spezifischen THG-Emissionen pro erzeugter kWh Elektrizität. Die Gesamtemissionen können allerdings durch die Gutschriften für die Emissionseinsparung aus dem vermiedenen, konventionellen Gülle-Management sowie der Ausbringung der Gärreste deutlich reduziert werden. Die Unterschiede zwischen den betrachteten Biogasanlagen entstehen vor allem durch die unterschiedlichen Substrate und die angenommene Effizienz (bei der Substratnutzung sowie der thermischen/elektrischen Effizienz). In Anhang A 10.1 sind die Werte in Bezug auf die einzelnen Prozessschritte noch einmal aufgeschlüsselt.

Bioenergiepfad „Nutzung von Biogas in einer KWK-Anlage als Bioerdgas nach erfolgter Einspeisung ins Gasnetz“

Abbildung 80 und Anhang A 10.2 zeigen die Ergebnisse der Modellierung für die Nutzung des Produktes Biogas in einem **KWK-Prozess nach Aufbereitung und Einspeisung**. Im Vergleich zum vorherigen Szenario wurde für die Biogasanlage ein zusätzlicher Schritt der Biogasaufbereitung auf Erdgasqualität sowie die Einspeisung ins Erdgasnetz und dessen anschließende Nutzung in einem KWK-Prozess betrachtet. Im Vergleich zum BHKW vor Ort besteht in diesen Anlagen die Möglichkeit, den Standort so auszuwählen, dass eine umfassende Wärmeabnahme vorhanden ist. Dementsprechend kann hierbei von einer kompletten Abnahme der erzeugten Wärme ausgegangen werden (Wärmenutzungsgrad von 100 %). Damit geht ein anderer Allokationsfaktor für den KWK-Prozess nach Aufbereitung einher als bei den Varianten der unmittelbaren Verstromung vor Ort was gleichzeitig den Anteil der stromzugeordneten Emissionen reduziert.

³³ Differenz zwischen THG-Emission der untersuchten Anlage (gestreifter Balken) und der fossilen Referenz (schwarzer Balken) in Abbildung 79.

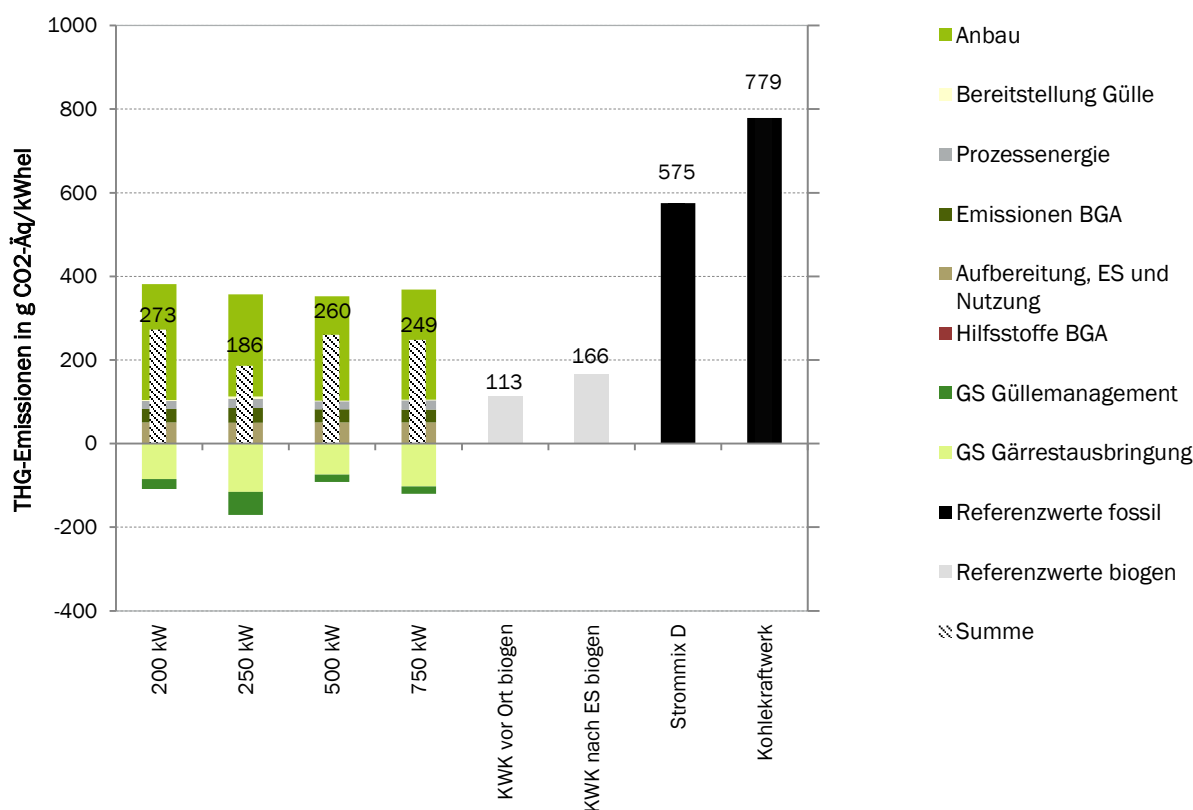


Abbildung 80: THG-Emissionen der Biogasaufbereitung zu Biomethan und Nutzung in einem KWK-Prozess nach Einspeisung, im Vergleich zu den Referenzsystemen.

Referenzwerte: (DBFZ, 2010; DEUTSCHES BIOMASSEFORSCHUNGSZENTRUM (DBFZ) u. a., 2011; UMWELTBUNDESAMT (UBA), 2009)

Im Vergleich zum Szenario „KWK vor Ort“ ändern sich die spezifischen THG-Emissionen dennoch nur geringfügig. Zusätzliche Emissionsquellen sind auf den Energieverbrauch und Methanemissionen im Prozess der Aufbereitung des Rohbiogases auf Erdgasqualität zurückzuführen. Die Differenz der absoluten THG-Emissionen im Betrieb der Anlage geht ausschließlich auf die technischen Komponenten der Biogasaufbereitung und Einspeisung zurück. Bei der 200 kW Anlage wird genau wie bei KWK-vor-Ort 100 % der Wärme genutzt. Hier erkennt man daher den (geringen) Anstieg der Emissionen durch den Aufbereitungsaufwand von 260 zu 273 g CO₂-Äq pro kWh_{el}. Da vor allem im 250 kW (100 % statt 30 % Wärmenutzung) und 500 kW-Szenario (100 % statt 50 % Wärmenutzung) deutlich mehr Nutzwärme zur Verfügung steht, sinken in diesen beiden Szenarien die spezifischen Emissionen pro kWh_{el} gegenüber der KWK-vor-Ort Variante.

Sensitivitätsanalyse für den Nutzungspfad „Biogasnutzung KWK vor Ort“

Die Abbildung 81 und Anhang A 10.3 stellen die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse vor. Die Sensitivitätsanalyse zeigt vor allem, wie sich die Ergebnisse der Modellierung verhalten, wenn sich die Annahmen zu Rahmenbedingungen bzw. zum Anlagenbetrieb ändern.

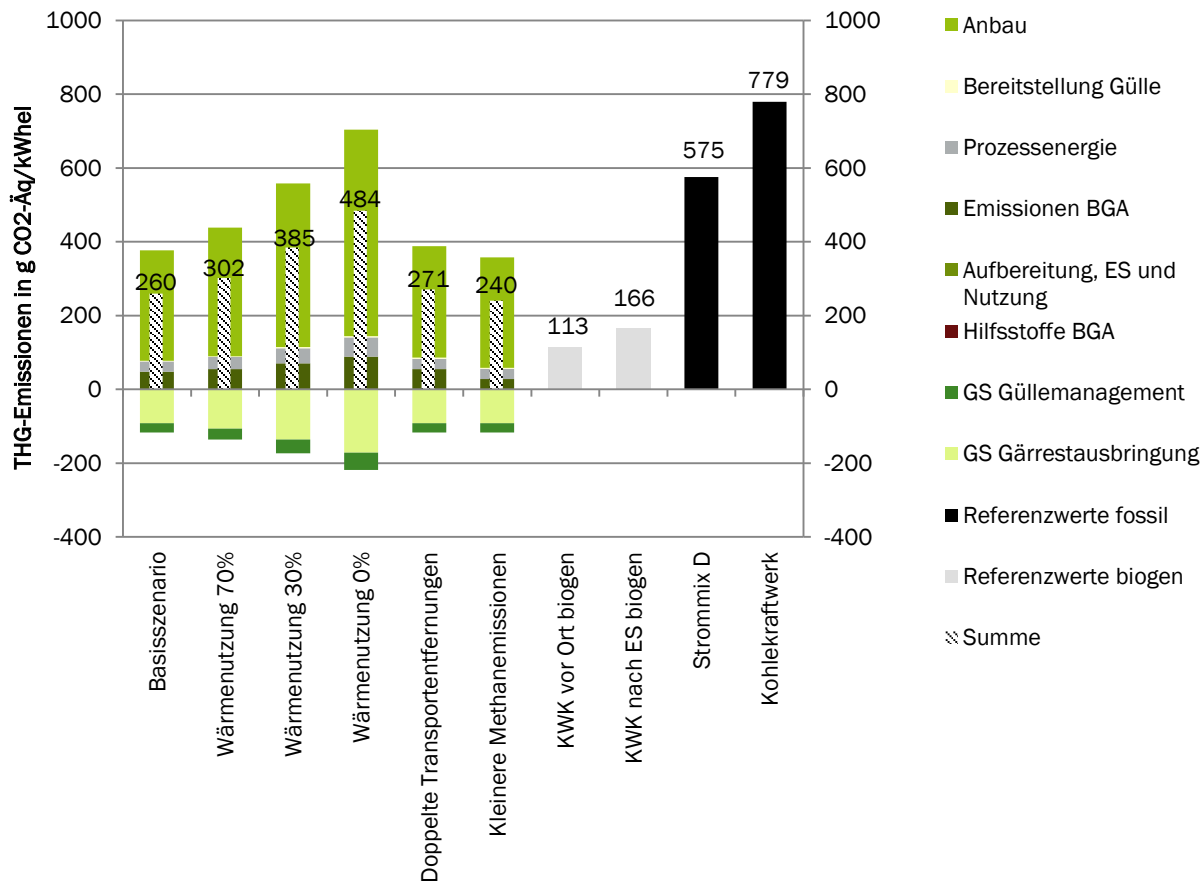


Abbildung 81: Sensitivitäten der THG-Emissionen bei der KWK-Nutzung vor Ort Nutzung im Vergleich zu den Referenzsystemen.
 Referenzwerte: (DBFZ, 2010; DEUTSCHES BIOMASSEFORSCHUNGSZENTRUM (DBFZ) u. a., 2011; UMWELTBUNDESAMT (UBA), 2009)

In dieser Studie wurde untersucht, wie sich Änderungen von

- Wärmenutzungsgrad,
- Methanemissionen und
- Transportentfernungen

auf das Gesamtergebnis auswirken. Als Basisszenario für die Sensitivitätsanalyse wurde die **200 kW-Biogasanlage** ausgewählt. Wie in Abbildung 81 zu erkennen ist, kann vor allem die Minderung des Wärmenutzungsgrades die THG-Emissionen drastisch erhöhen. Eine schrittweise Verringerung der Wärmenutzung führt dabei zu einem starken Anstieg der THG-Bilanz von 260 g CO₂-Äq./kWh_{el} des Basisszenarios auf 484 g CO₂-Äq./kWh_{el} ohne Nutzung der entstehenden Wärme. Bei einer Wärmenutzung von 0 % (im Vergleich zu der 100 %-igen Nutzung im Basisszenario) steigen die THG-Emissionen somit beinahe auf das Niveau des deutschen Strommixes.

Eine Veränderung der Transportentfernungen der Biogassubstrate sowie die Änderung der Annahmen zu Methanemissionen im Prozess haben hingegen nur geringe Auswirkungen auf die Gesamtbilanz. Doppelte Transportentfernungen und eine Verringerung der Methanemissionen ändern die Ergebnisse im Vergleich zum Basisszenario um 5 bis 10 %.

8.1.2 Nutzung von Biomethan als Kraftstoff und zur Wärmeerzeugung

Nachfolgend sind die Ergebnisse der THG-Bilanzierung des Bioenergiepfades zur Nutzung von Biomethan als Kraftstoff bzw. zur Wärmeerzeugung dargestellt. Dazu wird das bereitgestellte Rohbiogas nicht verstromt, sondern zunächst auf Erdgasqualität aufbereitet und in das Gasnetz eingespeist. Dieses Biomethan wird in den beiden betrachteten Fällen anschließend entweder als Kraftstoff oder zur ungekoppelten Wärmeerzeugung genutzt. Die Bezugseinheit ist hier ein MJ Energie (bislang kWh_{el}).

Die folgenden Abbildungen zeigen die Höhe der resultierenden THG-Emission, wenn das eingespeiste Biomethan als Kraftstoff (Abbildung 82) bzw. zur Wärmeerzeugung (Abbildung 83) genutzt wird. Die Werte sind in Bezug auf die einzelnen Prozessschritte noch einmal in den Anhängen A 10.4 und A 10.5 aufgeschlüsselt.

Für beide Bioenergiepfade und die jeweils berechneten Beispielanlagen liegen die THG-Emissionen gegenüber der fossilen Referenz ca. 25 bis 50 % niedriger. Die Anwendung der Gutschriften für das vermiedene konventionelle Gülle-Management und die Substitution von Mineraldünger durch den Gärrest erlaubt eine deutliche Reduzierung der Gesamtemissionen. Die biogene Referenz aus DEUTSCHES BIOMASSEFORSCHUNGSZENTRUM (DBFZ) u. a. (2011) erreicht noch niedrigere THG-Emissionen. Dies liegt vor allem an wesentlich konservativeren Annahmen in der vorliegenden Studie zur Modellierung der Bilanzen (Methanemissionen, Düngungsbedarf, Höhe der Güllegutschrift).

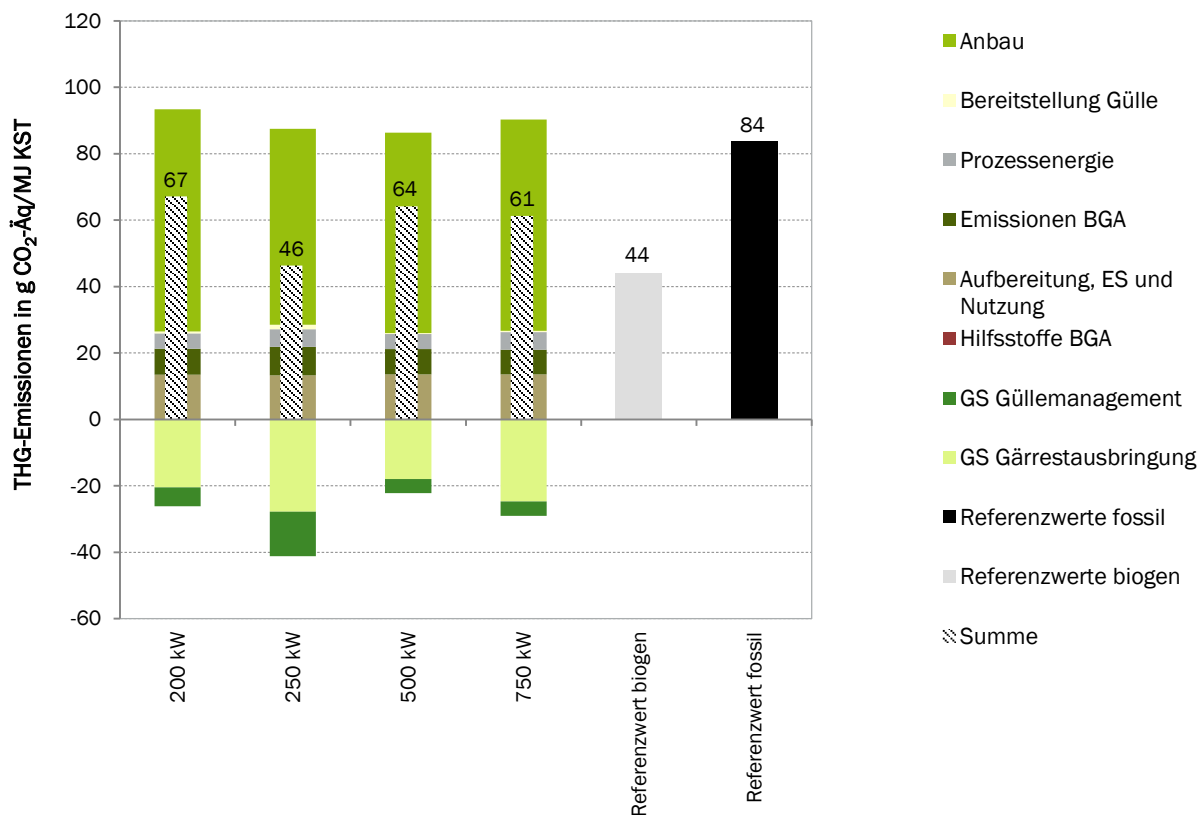


Abbildung 82: THG-Emissionen aus der Nutzung von Biomethan als Kraftstoff (KST) im Vergleich zu den Referenzsystemen. Referenzwerte: (DEUTSCHES BIOMASSEFORSCHUNGSZENTRUM (DBFZ) u. a., 2011; Richtlinie 2009/28/EG)

Im Transportsektor ist für die THG-Bilanzierung die EU-RED Richtlinie anzuwenden. Diese sieht keine Anwendung von Gutschriften vor, welche in der vorliegenden Studie jedoch zu Vergleichszwecken angerechnet wurden. Ohne die Gutschriften Güllemanagement und Gärrestaubsbringung lägen die Emissionen pro 1 MJ Kraftstoff für die betrachteten Anlagen fast auf fossilen Niveau.

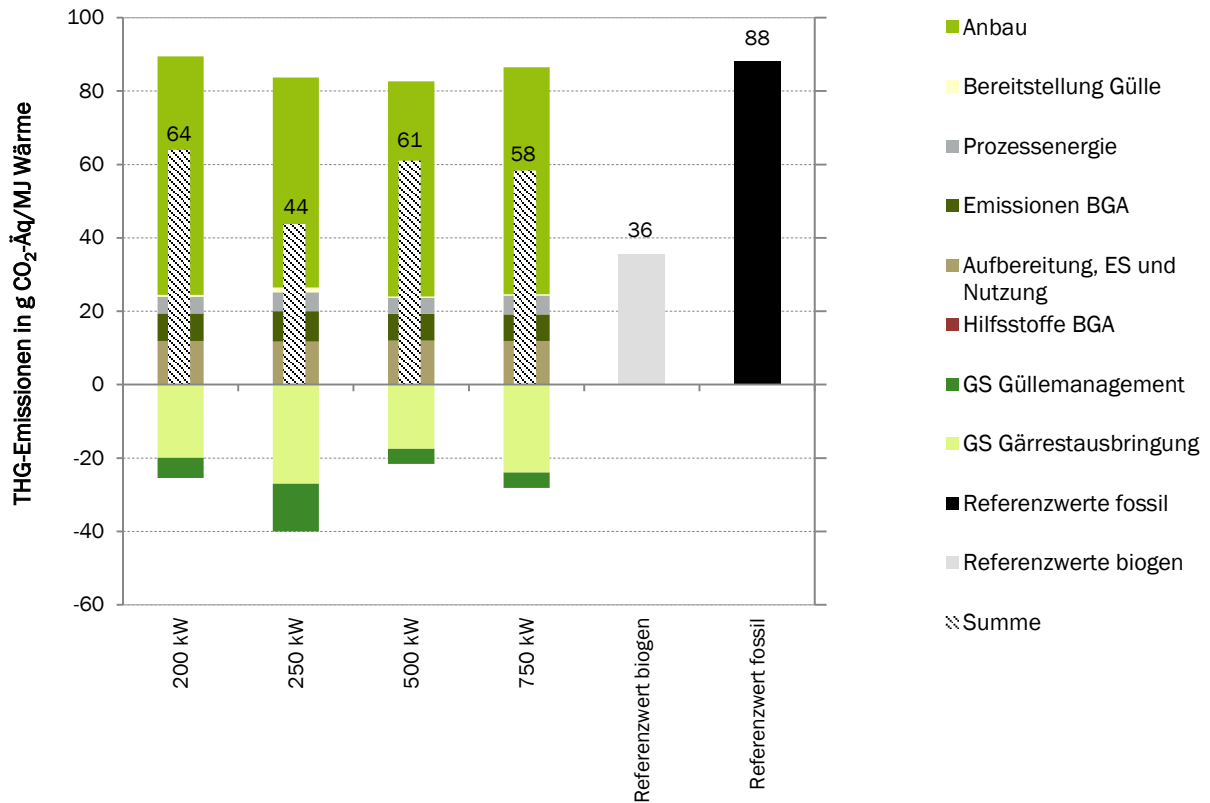


Abbildung 83: THG-Emissionen bei der Nutzung von Biomethan zur Wärmeerzeugung im Vergleich zu den Referenzsystemen. Referenzwerte: (DEUTSCHES BIOMASSEFORSCHUNGSZENTRUM (DBFZ) u. a., 2011; Richtlinie 2009/28/EG)

Innerhalb der vier Modellanlagen zeigt sich das 250 kW Szenario sowohl für die Kraftstoff- als auch Wärmenutzung als am vorteilhaftesten. Dies geht auf den vergleichsweise deutlich höheren Anteil von Wirtschaftsdüngern im Biogassubstrat und die damit verbundenen Gutschriften (GS) zurück. Die exakte Substratzusammensetzung der Modellanlagen ist Anhang A 3.2 zu entnehmen. Rechnet man die Emissionswerte von MJ in kWh um, so erreicht die Kraftstoffnutzung einen durchschnittlichen Wert von 213 und die Wärmenutzung von 203 g CO₂-Äq pro kWh Energie.

Zwischenfazit zu THG-Emissionen bei der Nutzung von Biogas

Die meisten Emissionen werden in allen untersuchten Konzepten während der Phase des Anbaus von landwirtschaftlichen Substraten verursacht. Hilfsstoffe, die etwaige Aufbereitung von Rohbiogas, wie auch die benötigte Prozessenergie wirken sich in der Bilanz deutlich schwächer aus. Selbst die für die Biogaserzeugung benötigte Prozessenergie hat einen vergleichsweise geringen Anteil an den Gesamtemissionen.

Die resultierende Summe aus Emissionen und Gutschrift fällt je nach Nutzungskonzept und Biogasanlagenmodell verschieden aus. In den Konzepten „KWK vor Ort“ und „KWK nach Einspeisung“ fallen die höchsten Emissionen bei der 200 kW und bei der 500 kW-Anlage an. Dies trifft ebenso auf die Nutzung des Biogases als Biomethan für Wärme und Kraftstoff zu. Die Ursache liegt hauptsächlich bei der unterschiedlichen Substratzusammensetzung und der damit verbundenen Emissionen der landwirtschaftlichen Produktion bzw. vermiedener THG-Emissionen von Wirtschaftsdüngern. Denn durch Gutschriften des Güllemanagements und der Gärrestaubsbringung können Biogasanlagen ihre Bilanz je nach Substrateinsatz stark verbessern, da hierdurch sonst übliche THG-Emissionen vermieden werden. Je nach Substratmix können somit die Gutschriften erheblich variieren. Dies wird insbesondere bei der 250 kW Modellanlage deutlich, welche durchweg einen niedrigen Emissionswert aufweist.

Allein bei der Variante „KWK vor Ort“ unterschreitet eine andere Anlage aufgrund der dort höheren Wärmeausnutzung den niedrigen Wert der 250 kW Modellanlage. Damit wird deutlich, dass sich der Wärmenutzungsgrad besonders stark auf die Gesamtbilanz auswirkt.

Im Durchschnitt liegen aus diesem Grund die THG-Emissionen nach Einspeisung niedriger, als bei der vor Ort-Verstromung. Die höhere Wärmenutzungsquote unmittelbar an der Wärmesenke ermöglicht so eine bessere Brennstoffausnutzung als bei der Verstromung am Standort der Biogasanlage. Die Gesamtheit an Emissionen beim Betrieb der Anlage verteilt sich damit auf eine größere Energiemenge (Strom und Wärme), was die spezifischen Emissionen sinken lässt (zur Methode der Allokation siehe Kapitel 4.3.5.1).

Vergleicht man Szenarien der Kraft-Wärme-Kopplung mit denen der Kraftstoff- bzw. Wärmenutzung, so schneiden sowohl die Nutzung des eingespeisten Biomethan als Kraftstoff als auch zur Wärmeerzeugung besser ab, als die Kraft-Wärme-Kopplung im BHKW. Hierbei ist zum einen die Kraftstoffbereitstellung frei Tankstelle zu Grunde gelegt und zum anderen wird bei der Wärmeerzeugung von einem hocheffizienten Gas-Brennwertkessel ausgegangen. Folglich steht bei diesen Szenarien der höchste Anteil des Biogases für die Bereitstellung von Endenergie zur Verfügung. Damit sinken auch die spezifischen Emissionen pro kWh.

Aus der Perspektive des Klimaschutzes muss aber beachtet werden, dass die Nutzung in KWK-Prozessen die bessere Option für die umweltgerechte Energieerzeugung darstellt: Zwar liegen die absoluten Emissionen der ungekoppelten Kraftstoff- und Wärmenutzung niedriger (gestreifter Balken), bei der Stromerzeugung können jedoch gegenüber der Nutzung fossiler Energiequellen (schwarzer Balken) mehr THG-Emissionen eingespart werden (Differenz zwischen beiden Balken). Die zugrunde liegenden Annahmen der Modellberechnung befinden sich in Anhang A 3.2, A 10.1 und A 10.2.

8.1.3 Nutzung von Festbrennstoffen zur Wärmeerzeugung

Anders als bei den landwirtschaftlichen Substraten fallen bei Konzepten zur Wärmeerzeugung aus fester Biomasse deutlich geringere oder keine Emissionen durch Anbauprozesse (z.B. durch den Einsatz von Mineraldüngern) an. Dementsprechend sind die THG-Emissionen deutlich niedriger als bei der Nutzung des Biomethans zu Heizzwecken (Abbildung 84 und Anhang A 10.6).

Die mit dem Transport verbundenen Emissionen sind minimal, die Treibhausgase entstehen vor allem bei der Vorbereitung des Rohstoffes (Hacken usw.) und bei der Verbrennung (Hilfsstoffe, Abfallentsorgung). Die Gesamtemissionen sind im Vergleich zum Referenzwert sehr niedrig. Mit 12 g CO₂-Äq. (für die 500 kW Pelletanlage) und 7 g CO₂-Äq. (650 kW Waldrestholzanlage) pro MJ erzeugter Wärme sind dadurch THG-Einsparungen bis zu 90 % gegenüber der fossilen Referenz möglich.

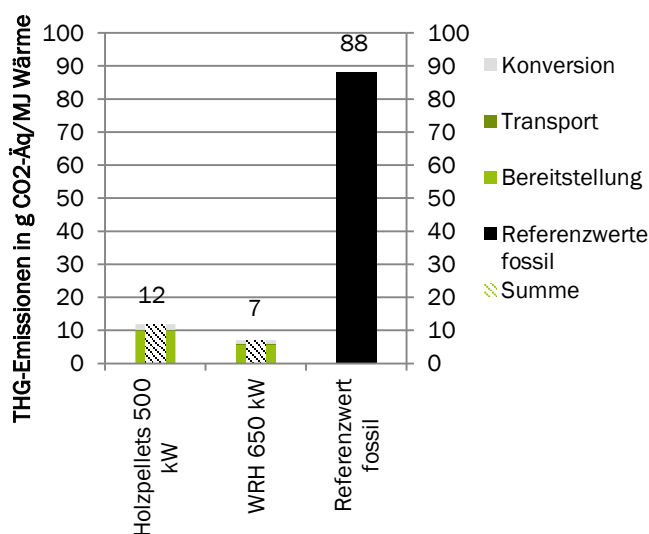


Abbildung 84: THG-Emissionen der Wärmeerzeugung (Festbrennstoffe) im Vergleich zu den Referenzsystemen. Referenzwert: (Richtlinie 2009/28/EG)

Fazit zu den erstellten Treibhausgasbilanzen

Zusammenfassend ermöglichen alle betrachteten Bioenergiepfade (die Nutzung von Biogas in einer KWK-Anlage, von Biomethan als Kraftstoff oder zu Heizzwecken sowie die Nutzung von Festbrennstoffen) Einsparungen von THG-Emissionen gegenüber den fossilen Referenzsystemen. Die niedrigsten Emissionen entstehen bei der Nutzung der Festbrennstoffe, da hier auf den landwirtschaftlichen Anbau von Energiepflanzen verzichtet werden kann.

Der landwirtschaftliche Anbau der Substrate in den Biogaspfaden verursacht auch anteilig an den Emissionsquellen (Methanverlust; Strombedarf etc.) hohe THG-Emissionen. Die Gesamtemissionen können jedoch erheblich durch die Gärrestausrückführung und nachhaltiges Gülle-Management verringert werden. So kann für das 250 kW Biogasszenario durch den Substratanteil von nahezu zwei Dritteln Wirtschaftsdünger eine höhere Gutschrift angerechnet werden, als bei den übrigen Anlagen.

Darüber hinaus spielt die Brennstoffausnutzung eine sehr große Rolle, sodass die Kraftstoff- und Wärmebereitstellung (mit Brennwerttechnik) niedrigere spezifische Emissionen zur Folge hat, als die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung in BHKW. Letztere können jedoch je nach Anlagendesign und Betriebsweise erhebliche Unterschiede aufzeigen. Die effiziente Nutzung der landwirtschaftlichen Substrate mit hohem Wärmenutzungsgrad erlaubt hier ebenso eine gute Brennstoffausnutzung. Dies zeigt sich in den Szenarien, mit 100 % Wärmenutzung beim KWK-Prozess nach Aufbereitung und Einspeisung. Innerhalb der Biogasnutzungen sind außerdem in KWK-Prozessen die größten Treibhausgaseinsparungen zu verzeichnen.

8.2 THG-Einsparungen in den Bioenergie-Regionen

Im letzten Kapitel wurde an einzelnen Anlagen deutlich, dass die Strom- und Wärmeerzeugung aus Bioenergie zwischen 50 und 90 % der Treibhausgasemissionen gegenüber fossiler Energieerzeugung einsparen kann. In Kapitel 4.3.5.2 wurde eine vereinfachte Methode zur Berechnung von Treibhausgaseinsparungen einer größeren Anlagenzahl vorgestellt. Hierbei ermöglichen pauschale Kennzahlen die Abschätzung von THG-Einsparungen ausgehend von biogenen Strom- bzw. Wärmemengen gegenüber der jeweiligen fossilen Referenz. Eine solche Schätzung dient dazu, einen Überblick über die potenzielle THG-Einsparung bei schwieriger Datenlage zu erhalten. Eine Annäherung an die tatsächlichen THG-Einsparungen wäre jedoch nur durch eine Bewertung einer größeren Anzahl von Einzelanlagen möglich, wie dies unter 8.1 durchgeführt wurde. Die nachfolgend dargestellten Werte können daher nicht für eine Bewertung von einzelnen Anlagen in den Bioenergie-Regionen herangezogen werden. Eine dafür notwendige, umfassende Ökobilanzierung sollte außerdem Schlussfolgerungen zu sonstigen umweltbeeinflussenden Auswirkungen erlauben (Versauerung, Eutrophierung etc.), die bei einer individuellen Bilanzierung üblich sind.

Die vereinfachte Methodik wird nachfolgend beispielhaft für das Bezugsjahr 2011 angewendet. Betrachtet werden zunächst die Anlagen, deren Energiedaten mittels Stoffstrombefragung erfasst wurden. Anschließend erfolgt für das Jahr 2011 die Schätzung der potenziellen THG-Einsparung für die Gesamtheit der Bioenergieanlagen in den Regionen auf Basis der hoch gerechneten Energiemengen.

8.2.1 Höhe der THG-Einsparungen, die aus den erfassten Stoffströmen resultieren

Aus den Stoff- und Energieströmen, die im Rahmen der Stoffstrombefragungen erfasst wurden, können für jede Bioenergieanlage die THG-Einsparungen berechnet werden. Die Abschätzung der Treibhausgaseinsparung für jede erfasste Einzelanlage der Stoffstromanalyse erfolgt unter Verwendung der pauschalen THG-Einsparungen (siehe auch Tabelle 15 in Kapitel 4.3.5.2) und der angenommenen Stromerzeugung sowie der angegebenen bzw. angenommenen externen Wärmenutzung (zu den in der Stoffstromanalyse erfassten Bioenergiemengen siehe Kapitel 6.2.2).

Die folgende Abbildung 85 zeigt beispielhaft für das Jahr 2011 die potenziellen Treibhausgaseinsparungen durch Biogasanlagen, Heizkraftwerke und Heizwerke, die aus der erneuerbaren Strom- bzw. Wärmebereitstellung resultieren. Berücksichtigt wurden dafür alle bei der Stoffstrombefragung erfassten Anlagen des Bezugsjahres 2011, für die jeweils Angaben zur Strom- bzw. Wärmeerzeugung vorlagen.

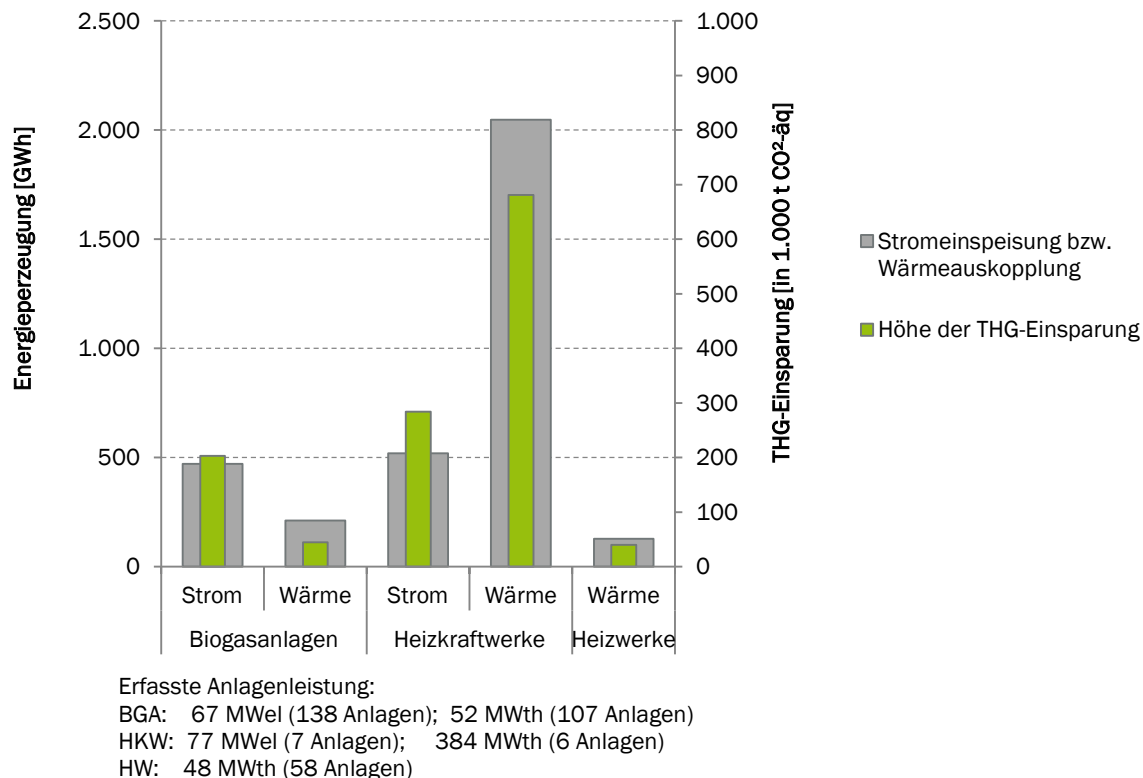


Abbildung 85: Energieerzeugung und potenzielle THG- Einsparung gegenüber der jeweiligen fossilen Referenz durch die Energiebereitstellung an netzwerkzugehörigen Bioenergieanlagen im Jahr 2011 in Bioenergie-Regionen (erfasster Rücklauf Stoffstrombefragung)
 Eigene Darstellung. Datengrundlage: Stoffstrombefragung 2012

Bei Biogasanlagen lag der potenzielle Klimaschutzeffekt durch die Stromproduktion deutlich über dem der Wärmeerzeugung. Ursachen hierfür sind, dass nur ein Teil des Stromes unter Kraft-Wärme-Kopplung produziert wurde und zu einigen Anlagen keine Aussagen zur Wärmenutzung vorliegen. Zum anderen liegt der Referenzwert der fossilen Stromproduktion mit 575 g CO₂ pro kWh_{el} wesentlich höher, als der fossilen Wärmeerzeugung (281 g CO₂ pro kWh_{th}). In beiden Fällen wird die gleiche pauschale Treibhausgaseinsparung von 75 % angesetzt (zur Methodik siehe Kapitel 4.3.5.2). Daraus ergibt sich zusätzlich eine Differenz zwischen der möglichen THG-Einsparung der Strom- und der Wärmeerzeugung an Biogasanlagen.

Bei den erfassten Heizkraftwerken stellt sich das Bild im Vergleich zu Biogasanlagen umgekehrt dar. Zwar ist erneut der pauschale Wert der möglichen THG-Einsparung aus der Stromproduktion höher als der der Wärmeerzeugung. Die von den Anlagen erzeugten Wärmemengen (2.047 GWh) übersteigen die Strommengen (520 GWh) jedoch um ein vielfaches. Dementsprechend resultiert aus der Wärmeauskopplung durch Heizkraftwerke ein etwa doppelt so hoher Klimaschutzeffekt, als durch deren Stromproduktion.

Die von den in der dritten Stoffstrombefragung erfassten Heizwerken produzierten Energiemengen ohne KWK generieren einen verhältnismäßig hohen Klimaschutzeffekt. Es kann angenommen werden, dass im Gegensatz zur fossilen Wärmeerzeugung 90 % weniger THG-Emissionen ausgestoßen werden. Damit erreichen sie im Vergleich zu den erfassten Biogasanlagen fast die gleiche Höhe an THG-

Einsparung durch Wärmeproduktion, obwohl die Wärmemengen deutlich unter denen der Biogasanlagen liegen.

8.2.2 Im Jahr 2011 eingesparte THG-Emissionen in den Bioenergie-Regionen

Die vorangegangene Abbildung 85 zeigt ausschließlich den potenziellen Klimaschutzeffekt, der von Bioenergie-Anlagen ausgeht, für die im Rahmen der Stoffstromanalyse Daten erhoben werden konnten. Sollen die THG-Einsparung für den Anlagenbestand einer gesamten Region hergeleitet werden, kann dies mit Hilfe der in Kapitel 4.3.5.2 erläuterten Methodik anhand der Bioenergiemengen erfolgen, die durch alle Anlagen dieser Region bereitgestellt werden.

Die nachfolgende Beispielrechnung basiert auf der Bioenergieerzeugung aus Kapitel 6.2.3 und beinhaltet damit ebenso die Spannen³⁴ der erzeugten Strom- und Wärmemengen, welche die Variabilität in der Betriebsweise der Anlagen abbilden. Abbildung 86 zeigt für alle Bioenergie-Regionen die potenzielle Treibhausgaseinsparung des jeweiligen Gesamtbestands an Bioenergieanlagen für das Jahr 2011. Für jede Region zeigt der jeweils linke Balken den möglichen Klimaschutzeffekt durch die Stromproduktion und der jeweils rechte Balken durch die Wärmeerzeugung. Die berechneten Spannen sind durch Spannweitenlinien gekennzeichnet. Unter den getroffenen Annahmen würde das bedeuten, dass zum Beispiel die Region Hohenlohe-Odenwald-Tauber durch ihre Stromproduktion aus Biomasse etwa 88.500 Tonnen CO₂-Äquivalente und durch ihre Wärmeerzeugung aus Biomasse weitere etwa 38.000 Tonnen CO₂-Äquivalente im Jahr 2011 einspart. Durch die mögliche Spanne der berechneten Energiemengen kann dieser Wert teils massiv nach oben oder unten abweichen.

³⁴ Die Größe und Betriebsführung von Bioenergieanlagen haben einen maßgeblichen Einfluss auf die Strom- und Wärmeerzeugung. Bei der Berechnung von Strom- und Wärmemengen wurde daher für die Volllaststunden und den Wärmenutzungsgrad die Standardabweichung vom Mittelwert aller erfassten Angaben als obere und untere Spannen zugrunde gelegt.

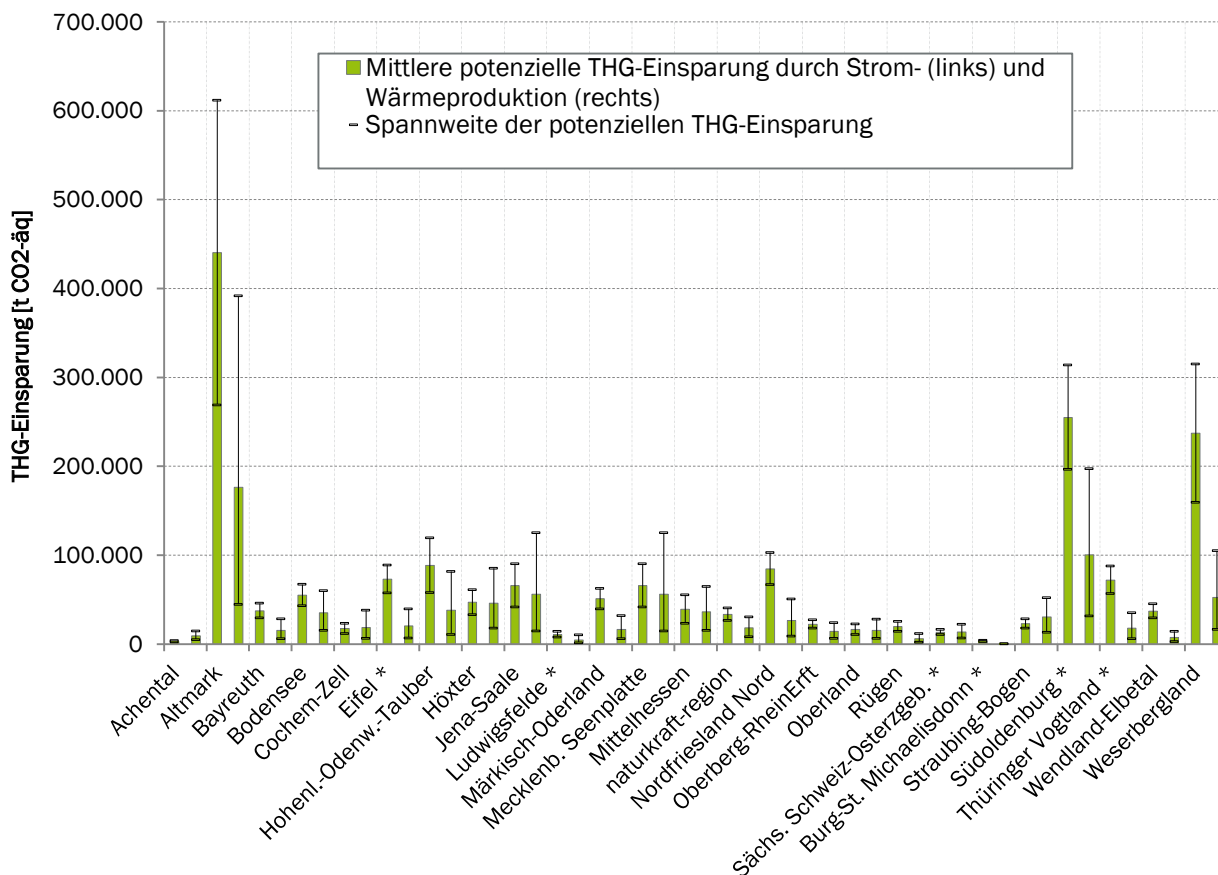


Abbildung 86: Einsparung von THG-Emissionen durch die Strom- (links) und Wärmeherzeugung (rechts) an Bioenergieanlagen (BGA, HKW, HW) in Bioenergie-Regionen. Die Spanne basiert auf der Standardabweichung der berechneten Bioenergieerzeugung.

Eigene Darstellung. Datengrundlage: Bioenergieerzeugung auf Basis des regionalen Anlagenbestands (Angaben aus Indikatorool für das Jahr 2011 und regionale Endberichte mit Bezugsjahr 2011).

Da zwischen den Bioenergie-Regionen aufgrund von Flächengröße und weiteren regionalen Ausgangsbedingungen (siehe auch Kapitel 5) große Unterschiede zwischen den Anlagenzahlen und damit auch zwischen den Bioenergiemengen bestehen, ergibt sich ein sehr heterogene Bild des potenziellen Klimaschutzeffektes, der von diesen Energiemengen ausgeht. In den meisten Regionen überwiegt der mit der Bioenergieerzeugung verbundene Klimaschutzeffekt bei der Stromproduktion der KWK-Anlagen. Wie in Kapitel 8.2.1 erläutert, folgt aus dem hohen Emissionswert der fossilen Referenz bei der Stromproduktion (0,575 t CO₂-äq/MWh_{el}) eine hohe pauschale THG-Einsparung. Dadurch weisen zum Teil auch solche Regionen eine höhere mittlere THG-Einsparung durch Stromproduktion auf, bei denen die Wärmeherzeugung überwiegt. Dazu zählen die Bioenergie-Regionen Bodensee, Höxter, Jena-Saale und Mittelhessen. Nur in Straubing-Bogen, im Oberland und Achtental überwiegt die mittlere potenzielle THG-Einsparung der Wärmeherzeugung gegenüber der Stromproduktion.

Hier ist darauf hinzuweisen, dass die tatsächliche Einsparung vom Anlagendesign, der Betriebsweise, dem eingesetzten Substratmix und weiteren Einflussgrößen an den Einzelanlagen abhängt. Damit sind die hier dargestellten Zahlen als grobe Abschätzung zu verstehen, die dabei helfen, die Größenordnung des Klimaschutzeffektes einzuordnen. Für eine Erhöhung der Aussagekraft müssten wesentlich mehr

Daten herangezogen werden und die in Kapitel 4.3.5.1 aufgezeigte Methodik auf jede Einzelanlage angewendet werden.

Über alle Bioenergie-Regionen ergeben sich Treibhausgaseinsparungen im Jahr 2011 der Strom- samt Wärmebereitstellung zwischen 1,6 und 4,2 Mio. t CO₂-Äq (siehe Abbildung 87). Im Mittel entfalten die Regionen hierbei eine potenzielle Einsparung von 2,7 Mio. t CO₂-Äq., wobei etwa 1,9 Mio. Tonnen aus der Strom- und etwa 0,8 Mio. Tonnen CO₂-Äq. aus der Wärmebereitstellung resultieren.

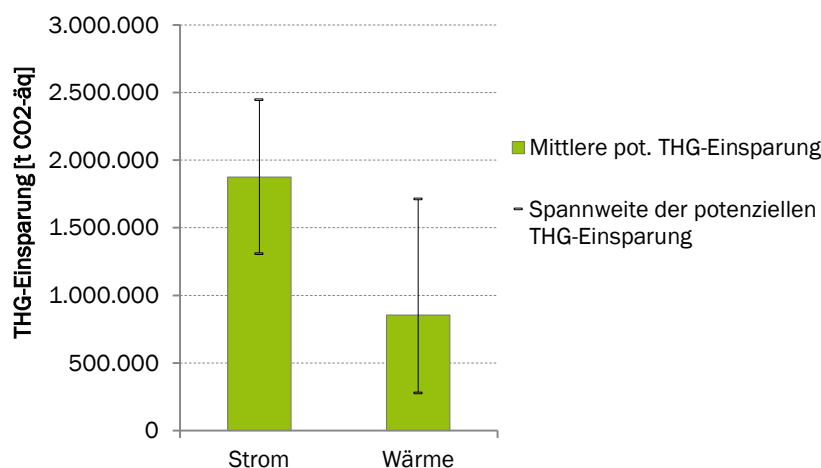


Abbildung 87: Aggregierte potenzielle Einsparung von THG-Emissionen in allen Bioenergie-Regionen im Jahr 2011 (Strom- und Wärmeproduktion an Bioenergieanlagen (BGA, HKW, HW)). Die Spanne basiert auf der Standardabweichung der berechneten Bioenergieerzeugung.

Eigene Darstellung. Datengrundlage: Bioenergieerzeugung auf Basis des regionalen Anlagenbestands (Angaben aus Indikatortool für das Jahr 2011 und regionale Endberichte mit Bezugsjahr 2011)

Die etwa doppelt so hohe mittlere potenzielle THG-Einsparung durch die biogene Strombereitstellung ist die Folge der Dominanz von Biogasanlagen. Für BGA wurde angenommen, dass die Treibhausgaseinsparung der Strombereitstellung (mit 431 g CO₂ pro kWh_{el}) doppelt so hoch ausfällt, wie die THG-Einsparung der Wärmeerzeugung (210 g CO₂ pro kWh_{th}). Die hohe Spannweite der potenziellen THG-Einsparung im Wärmebereich ergibt sich wiederum aus unterschiedlichen Annahmen zur Wärmenutzungsquote bei der Kraft-Wärme-Kopplung. Bei BGA wird bei der im pessimistischen Fall von 20 % externer Wärmenutzung, im optimistischen Fall von 78 % ausgegangen (im Mittel 49 %) (siehe hierzu auch Kapitel 4.3.4).

Zwischenfazit: Einsparungen von Treibhausgasemissionen

Treibhausgaseinsparungen ergeben sich aus der Differenz der Emissionen zwischen biogener Energieerzeugung und ihrer (fossilen) Referenz. Die Referenzwerte sind nicht zwangsläufig konstant, da z.B. auch der Strommix (in dem erneuerbare Energien die mittleren THG-Emissionen sinken lassen, ein Ausstieg aus der Kernkraftenergie wiederum den Gegeneffekt verursacht) als Referenz angenommen werden kann. Für ein einzelnes Jahr ist es dennoch möglich, pauschale Annahmen zur Einsparung zu treffen. Im vorliegenden Bericht wurde dies für die Strom- und Wärmeerzeugung des Anlagenparks von Biogasanlagen sowie großen Heizwerken und Heizkraftwerken in den Bioenergie-Regionen aus dem Jahr 2011 durchgeführt.

Die mit der Stoffstromerhebung ermittelten Strommengen **aus dem erfassten Teil der netzwerkzugehörigen Anlagen** führen zu THG-Einsparungen von nahezu 500.000 t CO₂-Äquivalente. Die ebenso ermittelten Wärmemengen haben eine Einsparung von mehr als 750.000 t CO₂-Äquivalente zur Folge. Die Einsparungen aus der Wärmebereitstellung fallen hier 50 % höher aus, als aus der Strombereitstellung. Diese Verteilung zwischen Strom- und Wärmebereitstellung ist jedoch nicht repräsentativ für den gesamten Anlagenbestand, da im Rahmen der Rückmeldungen seitens der Anlagenbetreiber einzelne sehr große Heizkraftwerke das Verhältnis zwischen KWK aus Biogas und aus fester Biomasse verzerren.

Stattdessen liegt in fast allen Bioenergie-Regionen eine größere Einsparung durch die Stromproduktion vor, da mehrheitlich mehr Strom als Wärme aus Bioenergie bereitgestellt wird und hier eine höhere pauschale THG-Einsparung angenommen werden kann. Betrachtet man den **gesamtregionalen Anlagenbestand** unabhängig von der Netzwerkzugehörigkeit, so ergeben sich potenzielle Einsparungen an Treibhausgasen im Jahr 2011 zwischen 1,3 Mio. und 2,5 Mio. Tonnen für die hoch gerechneten Strommengen und nochmals für die biogenen Wärmemengen Einsparungen zwischen 0,27 Mio. und 1,7 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente.

Für Verdeutlichung dieser Treibhausgasgaseinsparungen kann der durchschnittliche CO₂-Fußabdruck eines Deutschen für das Jahr 2011 herangezogen werden. Der CO₂-Fußabdruck basiert auf eine konsumerorientierte Darstellung nationaler Daten zum Emissionsausstoß, bei der spezifische CO₂-Emissionen aus den Bereichen Wohnen, Verkehr, Ernährung, Konsum und Infrastruktur in einen „Bürgerrechner“ eingehen (SCHÄCHTELE & HERTLE, 2007). Im Gegensatz zum nationalen Treibhausgasinventar Deutschlands (UMWELTBUNDESAMT, 2014) bezieht der „Bürgerrechner“ sowohl Vorleistungen aus dem In- als auch aus dem Ausland mit ein. Im Jahr 2011 betrug der CO₂-Fußabdruck eines Deutschen im Mittel 10,528 t CO₂-Äq pro Person (GUGEL (2015) nach AGEB; KNÖRR u. a. (2012); STBA (2014)).

In der Summe lag die mittlere potenzielle THG-Einsparung durch die Strom- und Wärmeherzeugung der betrachteten Anlagen in Bioenergie-Regionen im Jahr 2011 bei 2,7 Mio. t CO₂-Äquivalenten (siehe Abbildung 87). Dies entsprach dem CO₂-Fußabdruck von etwa 260.000 Personen. Für die 5,7 Mio. Einwohner in den 25 Bioenergie-Regionen 2011 bedeutet das einen Ausgleich der THG-Emissionen von ca. 4,6 % der Bevölkerung allein durch den Betrieb der Biogasanlagen sowie der großen Heizwerke und Heizkraftwerke.

9 **Ausblick**

Angesichts der bereits in Kapitel 1 skizzierten Erfolge und Herausforderungen der ersten Förderphase bleibt es nun noch, einen Ausblick auf die zweite Phase des Vorhabens von 2012 bis 2015 anzustellen. Die Regionen sollen sich in ab 2012 daher nochmals verstärkt auf die Steigerung regionaler Wertschöpfung sowie auf die Effizienz der Stoffströme bei der Bereitstellung, Erzeugung und Nutzung von Bioenergie konzentrieren. Die technisch-ökonomische Begleitforschung soll hierzu thematisch angepasste Fragestellungen bearbeiten und die Regionen bei der Umsetzung ihrer Konzepte unterstützen. Vertiefter Untersuchungsbedarf wird vor allem in folgenden Feldern gesehen:

Bereits in der ersten Förderphase bildete die biogene Wärmenutzung einen großen Schwerpunkt der Arbeit in den Bioenergie-Regionen. Hieran sollte in den kommenden drei Jahren angeknüpft werden. Potenzial besteht insbesondere in der Effizienzsteigerung vorhandener Anlagen und bei Wärmenutzungskonzepten. Darüber hinaus gibt es jedoch auch noch zahlreiche Biogasanlagen, die bislang gänzlich ohne eine (externe) Wärmenutzung betrieben werden.

Ein weiteres wichtiges Themenfeld für die zweite Förderphase Bioenergie-Regionen werden innovative Bereitstellungskonzepte zur Erschließung neuer Rohstoffe sein. Also jene Substrate und Festbrennstoffe, die bislang noch nicht oder nur in geringem Umfang einer energetischen Nutzung zugeführt wurden. Hierbei besteht die Möglichkeit weitere regionale Potenziale auszuschöpfen. Konkret wird es hier insbesondere um die Nutzung von Material aus der Landespflege (Landschaftspflegematerial, Wegebegleitgrün, Grünschnitt), Stroh, biogene Abfälle und Holz aus KUP gehen. Aber auch im Bereich der Logistik bzw. Aufbereitung von biogenen Rohstoffen werden weiterhin zahlreiche Aktivitäten in den Bioenergie-Regionen erwartet. In diesem Zusammenhang spielt die Etablierung von Biomassehöfen in vielen Regionen eine wichtige Rolle.

Aus Sicht der wissenschaftlichen Begleitforschung besteht ein wichtiges Anliegen der zweiten Förderphase auch darin, dass die Datenerfassung in den Regionen weiter systematisiert und verstetigt wird. Hierzu soll das Indikatortool zur Darstellung der regionalen Bioenergieentwicklung einen wichtigen Beitrag leisten. Der Stoffstromansatz wurde als Methode in der ersten Förderphase erprobt und weiterentwickelt. Problematisch bleibt jedoch – wie beschrieben – die Stichprobenauswahl. Daher wird am Ende der zweiten Förderphase mit verändertem Untersuchungsdesign noch einmal eine Stoffstromerhebung durchgeführt. So ließe sich die Entwicklung in den Regionen über einen Zeitraum von sechs Jahren evaluieren. Damit könnten letztlich Rückschlüsse auf die Bioenergieentwicklung in der gesamten Bundesrepublik aufgrund des repräsentativen und vielschichtigen Modellcharakters der Bioenergie-Regionen gezogen werden.

Die wissenschaftliche Begleitforschung sollte auch weiterhin und vor dem Hintergrund einer Verstetigung der regionalen Strukturen ein Monitoring der regionalen Bioenergieentwicklung vornehmen. Zudem steht sie vor der drängenden Aufgabe, die Regionen bei der Effizienzsteigerung der Bioenergieerzeugung und -nutzung zu unterstützen. Ziel sollte der Wandel von einem quantitativen Ausbau hin zu einem in erster Linie qualitativen Ausbau der Strukturen und Erzeugungskapazitäten sein. Ein hoher Wirkungsgrad sowie flexible Anlagenkonzepte werden hier zentrale Herausforderungen sein.

Nicht zuletzt sollte auch weiterhin dazu beigetragen werden, das in den Regionen erarbeitete Wissen bzw. die Wissensträger unterschiedlicher Projekte und Themenfelder über die Regionsgrenzen hinweg zu vernetzen. Der Wissenstransfer innerhalb der Regionen muss dabei intensiver auf die interregionale Ebene ausgedehnt werden. Die damit gesteigerte Verfügbarkeit von Knowhow und der Austausch von fortschrittlichen Ansätzen wird in allen Regionen bei der effektiven Nutzung der bestehenden Bioenergiepotenziale eine große Rolle spielen. Dabei kommt zukünftig weiterhin sowohl der Begleitforschung als auch dem Projektträger eine hohe Bedeutung zur übergreifenden Unterstützung der Regionen zu.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Ziele und Methoden der technisch-ökonomischen Begleitforschung.....	15
Abbildung 2:	Vorgehensweise zur Ermittlung und Bewertung der regionalen Biomasse- Stoffströme im Rahmen des Wettbewerbs Bioenergie-Regionen	19
Abbildung 3:	Erfassbare Stoff- und Energieströme für die Bilanzierung der regionalen Biomassennutzung.....	20
Abbildung 4:	Bestandteile einer Ökobilanz nach ISO 14040	37
Abbildung 5:	Graphische Darstellung des Produktsystems und der wichtigsten Annahmen für den Fall KWK vor Ort.	38
Abbildung 6:	Konzeptionelle Struktur des Indikatortools.	50
Abbildung 7:	Gesamtfläche der Bioenergie-Regionen im Vergleich.....	54
Abbildung 8:	Absoluter Anteil der land- und forstwirtschaftlichen Flächen an der Gesamtfläche der Region und Verteilung der Flächen auf Acker, Dauergrünland und Wald in den Bioenergie-Regionen	55
Abbildung 9:	Anteil der landwirtschaftlichen (Acker und Dauergrünland) und forstwirtschaftlichen Flächen an der jeweiligen Gesamtfläche der Bioenergie- Regionen	56
Abbildung 10:	Einwohnerdichte und Raumkategorien in den Bioenergie-Regionen.....	57
Abbildung 11:	Verfügbares mittleres Einkommen der privaten Haushalte je Einwohner und mittlere Arbeitslosenquote in den Bioenergie-Regionen	58
Abbildung 12:	Verteilung der Bruttowertschöpfung auf die einzelnen Wirtschaftsbereiche in den Bioenergie-Regionen und der Bundesrepublik Deutschland.....	59
Abbildung 13:	Chancen für die Region, die durch die Teilnahme am Wettbewerb Bioenergie- Regionen durch das Regionalmanagement gesehen werden.....	60
Abbildung 14:	Entwicklung des regionalen Bestandes an Heizwerken > 100 kW _{th} und deren installierte Leistung im Wettbewerbszeitraum	63
Abbildung 15:	Entwicklung des regionalen Bestandes von Biogasanlagen im Wettbewerbszeitraum	64
Abbildung 16:	Entwicklung der Anlagendichte von Biogasanlagen in Bioenergie-Regionen und im deutschen Durchschnitt im Wettbewerbszeitraum	65
Abbildung 17:	Modifizierungen an Bioenergieanlagen (jeweils für die zurückliegenden zwei Jahre).....	67
Abbildung 18:	Anteil der biogenen Stromerzeugung am gesamten Stromverbrauch in den einzelnen Bioenergie-Regionen im Verlauf der Wettbewerbsjahre.....	69
Abbildung 19:	Anteil der biogenen Wärmeerzeugung am gesamten Wärmeverbrauch in den einzelnen Bioenergie-Regionen im Verlauf des Wettbewerbs.....	70
Abbildung 20:	Berechnete Volllaststundenmittelwerte von Bioenergieanlagen.	73
Abbildung 21:	Mittelwert und Standardabweichung der Volllaststunden unterschiedlicher Bioenergieanlagen in Bioenergie-Regionen.....	74
Abbildung 22:	Relative Wärmeproduktion an Heizwerken in Bioenergie-Regionen im Verlauf des Wettbewerbs	75

Abbildung 23: Relative Strom- und Wärmeproduktion an Biogasanlagen in Bioenergie-Regionen im Verlauf des Wettbewerbs.....	76
Abbildung 24: Relative Strom- und Wärmeproduktion an Heizkraftwerken in Bioenergie-Regionen im Verlauf des Wettbewerbs.....	77
Abbildung 25: Geschätzte Bioenergieerzeugung durch Bioenergieanlagen in Bioenergie-Regionen im Jahr 2011.....	78
Abbildung 26: Maßnahmen mit Wärmebezug in Bioenergie-Regionen (im Wettbewerbszeitraum).....	81
Abbildung 27: Verteilung der Wärmenutzung an Heizwerken in Bioenergie-Regionen im Jahr 2011.....	81
Abbildung 28: Wärmenutzungskonzepte an Heizwerken und deren Anteile an der gesamten erfassten Wärmemenge im Verlauf des Wettbewerbs.....	82
Abbildung 29: Wärmenutzungskonzepte an Heizkraftwerken und deren Anteile an der gesamten erfassten Wärmemenge im Verlauf des Wettbewerbs.....	83
Abbildung 30: Wärmenutzungskonzepte an Biogasanlagen und deren Anteile an der gesamten erfassten Wärmemenge im Verlauf des Wettbewerbs.....	84
Abbildung 31: Verteilung der Wärmenutzung an Biogasanlagen in Bioenergie-Regionen (BER) im Jahr 2011, absolute Anzahl der Nennungen und relative Häufigkeit.....	85
Abbildung 32: Anzahl und relative Häufigkeit von Satelliten-BHKW und Mikrogasleitungen an Biogasanlagen (2010-2011).....	86
Abbildung 33: Entwicklung des Wärmeausnutzungsgrads an Biogasanlagen in den Bioenergie-Regionen während des Wettbewerbszeitraums.....	87
Abbildung 34: Projekte und Studien in Bioenergie-Regionen (im Wettbewerbszeitraum).....	89
Abbildung 35: Studien- und Projektstarts in Bioenergie-Regionen nach Wettbewerbsjahren.....	90
Abbildung 36: Arten von Studien in Bioenergie-Regionen (im Wettbewerbszeitraum).....	90
Abbildung 37: Prozentuale Verteilung der Studientypen während des Wettbewerbsverlaufes.....	91
Abbildung 38: Zuordnung der Studien bzw. Projekte zu den Wertschöpfungsketten.....	92
Abbildung 39: Relative thematische Verteilung der Maßnahmen in den Bioenergie-Regionen im Wettbewerbszeitraum.....	93
Abbildung 40: Die Themen der durchgeführten Maßnahmen von 2010 bis 2012.....	94
Abbildung 41: Verteilung der Maßnahmen „Bioenergieanlage“ zu ausgewählten technischen Themen im Wettbewerbszeitraum.....	95
Abbildung 42: Arten eingesetzter Festbrennstoffe in Heizwerken ab 100 kW _{th}	99
Abbildung 43: Entwicklung der Brennstoffzusammensetzung an Heizwerken ab 100 kW _{el} , massebasiert.....	100
Abbildung 44: Häufigkeit der in Biogasanlagen eingesetzten Substrate 2011.....	101
Abbildung 45: Entwicklung der eingesetzten Biogassubstrate (Mengenbezogen) über die Wettbewerbslaufzeit.....	103
Abbildung 46: Entwicklung der Roh- und Brennstoffanteile beim Handel mit Brennstoffen in den Bioenergie-Regionen, massebezogen.....	104
Abbildung 47: Herkunft der Rohstoffe für Pflanzenölmühlen (links) und Heizkraftwerke (rechts) in Bioenergie-Regionen im Verlauf des Wettbewerbs.....	106
Abbildung 48: Herkunft der Rohstoffe für Biogasanlagen in Bioenergie-Regionen im Verlauf des Wettbewerbs.....	106

Abbildung 49: Herkunft der Rohstoffe für Heizwerke in Bioenergie-Regionen im Verlauf des Wettbewerbs	107
Abbildung 50: Herkunft der Rohstoffe für Brennstoffproduzenten in Bioenergie-Regionen im Verlauf des Wettbewerbs	107
Abbildung 51: Anzahl und Herkunft der Lieferanten von Bioenergieanlagen in Bioenergie-Regionen im Jahr 2011.....	108
Abbildung 52: Entwicklung der Gärrestnutzung an Biogasanlagen in Bioenergie-Regionen im Wettbewerbszeitraum	109
Abbildung 53: Entwicklung des Anteils regional verwerteter Gärreste in Bioenergie-Regionen.....	110
Abbildung 54: Bedeutung der Rohstoffeigenschaften und Lieferbedingungen bei der Auswahl von Rohstofflieferanten in Bioenergie-Regionen.....	111
Abbildung 55: Verteilung der Maßnahmen „Biogene Rohstoffe“ auf die Ausgangsstoffe.....	112
Abbildung 56: Mitwirkung des Managements der Bioenergie-Regionen beim Neubau von Bioenergieanlagen.....	117
Abbildung 57: Mitwirkung des Regionalmanagements bei Änderungen an Bioenergieanlagen in Bioenergie-Regionen	118
Abbildung 58: Regionaler Gesamtanlagenbestand und die sich davon im Netzwerk befindlichen Bioenergieanlagen sowie der relative Anteil des Netzwerks am Gesamtbestand in Bioenergie-Regionen im Jahr 2011.....	120
Abbildung 59: Entwicklung der Anzahl an Bioenergieanlagen und Brennstoffhändler in den regionalen Netzwerken der Bioenergie-Regionen	122
Abbildung 60: Entwicklung der Akteursbeteiligung in der jeweiligen Bioenergie-Region. Prozentuale Verteilung der Summe der Antworten aus allen Bioenergie-Regionen an den vorgegebenen Antwortoptionen über die Wettbewerbslaufzeit.....	124
Abbildung 61: Die Entwicklung des Engagements der Akteure für die Bioenergie-Region während der Wettbewerbslaufzeit	125
Abbildung 62: Gründe für die Abweichungen von den im REK genannten Maßnahmen beim Ausbau verschiedener Wertschöpfungsketten in den Bioenergie-Regionen	126
Abbildung 63: Anzahl der Bioenergie-Regionen in denen Abweichungen vom REK beim Ausbau verschiedener Wertschöpfungsketten auftraten.....	127
Abbildung 64: Screenshots des onlinebasierten Indikatortools.....	128
Abbildung 65: Existenz verschiedener Wertschöpfungsketten in den Bioenergie-Regionen.	130
Abbildung 66: Ausbau verschiedener Wertschöpfungsketten in den Bioenergie-Regionen	130
Abbildung 67: Maßnahmen auf der WSS 1 (Rohstoffbereitstellung) der WSK Holz/Festbrennstoffe in den Bioenergie-Regionen.	131
Abbildung 68: Maßnahmen auf der WSS 2 (Aufbereitung) der WSK Holz/Festbrennstoffe in den Bioenergie-Regionen	132
Abbildung 69: Maßnahmen auf der WSS 3 (Logistik) der WSK Holz/Festbrennstoffe in den Bioenergie-Regionen	133
Abbildung 70: Maßnahmen auf der WSS 4 (Handel) der WSK Holz/Festbrennstoffe in den Bioenergie-Regionen	133
Abbildung 71: Maßnahmen auf der WSS 5 (Energieproduktion) der WSK Holz/Festbrennstoffe in den Bioenergie-Regionen	134

Abbildung 72: Maßnahmen auf der WSS 6 (Produktverkauf) der WSK Holz/Festbrennstoffe in den Bioenergie-Regionen	135
Abbildung 73: Maßnahmen auf der WSS 1 (Rohstoffe) der WSK Biogas in den Bioenergie-Regionen	136
Abbildung 74: Maßnahmen auf der WSS 2 (Logistik) der WSK Biogas in den Bioenergie-Regionen ...	136
Abbildung 75: Maßnahmen auf der WSS 3 (Biogasanlage) der WSK Biogas in den Bioenergie-Regionen	137
Abbildung 76: Maßnahmen auf der WSS 4 (Aufbereitung) der WSK Biogas in den Bioenergie-Regionen	138
Abbildung 77: Maßnahmen auf der WSS 5 (Energieproduktion) der WSK Biogas in den Bioenergie-Regionen	138
Abbildung 78: Maßnahmen auf der WSS 6 (Produktverkauf) der WSK Biogas in den Bioenergie-Regionen	139
Abbildung 79: THG-Emissionen der Konzepte mit KWK-Nutzung vor Ort im Vergleich zu den Referenzsystemen	146
Abbildung 80: THG-Emissionen der Biogasaufbereitung zu Biomethan und Nutzung in einem KWK-Prozess nach Einspeisung, im Vergleich zu den Referenzsystemen	148
Abbildung 81: Sensitivitäten der THG-Emissionen bei der KWK-Nutzung vor Ort Nutzung im Vergleich zu den Referenzsystemen	149
Abbildung 82: THG-Emissionen aus der Nutzung von Biomethan als Kraftstoff im Vergleich zu den Referenzsystemen.....	150
Abbildung 83: THG-Emissionen bei der Nutzung von Biogas zur Wärmeerzeugung im Vergleich zu den Referenzsystemen.....	151
Abbildung 84: THG-Emissionen der Wärmeerzeugung (Festbrennstoffe) im Vergleich zu den Referenzsystemen	153
Abbildung 85: Energieerzeugung und potenzielle THG- Einsparung gegenüber der jeweiligen fossilen Referenz durch die Energiebereitstellung an netzwerkzugehörigen Bioenergieanlagen im Jahr 2011 in Bioenergie-Regionen	155
Abbildung 86: Einsparung von THG-Emissionen durch die Strom- (links) und Wärmeproduktion (rechts) an Bioenergieanlagen (BGA, HKW, HW) in Bioenergie-Regionen	157
Abbildung 87: Aggregierte potenzielle Einsparung von THG-Emissionen in allen Bioenergie-Regionen im Jahr 2011.....	158

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Im Rahmen der technisch-ökonomischen Begleitforschung durchgeführte Datenerhebungen.....	11
Tabelle 2:	Im Rahmen der technisch-ökonomischen Begleitforschung ausgewertete regionale Konzepte und Berichte.....	11
Tabelle 3:	Übersicht über Trägerschaft und Inhalte der verschiedenen Begleitforschungsvorhaben im Rahmen des Wettbewerbs Bioenergie-Regionen	12
Tabelle 4:	Stichprobengröße und Rücklauf in den Befragungsdurchgängen 2009 - 2012.....	23
Tabelle 5:	Dichte von Holzbrennstoffen.....	24
Tabelle 6:	Dichte von sonstigen Festbrennstoffen	25
Tabelle 7:	Verwendete Umrechnungsfaktoren (grün) für Holzbrennstoffe von Frischmasse in Trockenmasse.....	25
Tabelle 8:	Berechnung von Gärrestmassen aus Biogassubstraten.....	27
Tabelle 9:	Heizwerte verschiedener Bioenergieträge	28
Tabelle 10:	Mittlere Volllaststunden der erfassten Anlagentypen in unterschiedlichen Erhebungsjahren der Stoffstrombefragungen in den Bioenergie-Regionen.....	30
Tabelle 11:	Charakteristische BHKW-Wirkungsgrade in Abhängigkeit der elektrischen Leistung.....	31
Tabelle 12:	Auf die Gesamtwärmeerzeugung bezogener Prozesswärmebedarf in Biogasanlagen.....	32
Tabelle 13:	Mittelwerte und Standardabweichung von Volllaststunden und Wärmenutzungsgrad von Bioenergieanlagen.....	35
Tabelle 14:	Anbauannahmen für die Bereitstellung der Pflanzensubstrate	40
Tabelle 15:	Fossile Referenzen der Energieerzeugung und pauschale THG-Einsparungen der Bioenergieanlagen.....	41
Tabelle 16:	Vergleich verschiedener bekannter quantitativer Methoden zur Erhebung regionaler Wertschöpfung.....	42
Tabelle 17:	Rücklauf der 3. Stoffstromerhebung (2012) und verwertbare Fälle zur Identifizierung von Arbeitsplatzeffekten.	46
Tabelle 18:	Betrachte Fälle zur Identifizierung von Arbeitsplatzeffekten durch Biogasanlagen nach Größenklassen.....	46
Tabelle 19:	Betrachte Fälle zur Identifizierung von Arbeitsplatzeffekten durch Heizwerke nach Größenklassen.....	47
Tabelle 20:	Betrachte Fälle zur Identifizierung von Arbeitsplatzeffekten durch Heizkraftwerke nach Größenklassen.....	47
Tabelle 21:	Übersicht über die untersuchten Wertschöpfungsketten und Wertschöpfungsstufen.....	48
Tabelle 22:	Bioenergie-Regionen, die im Vergleich zum Durchschnitt aller Regionen eine überdurchschnittliche bzw. unterdurchschnittliche Biogasanlagenleistung (kW_{el}) je km^2 Agrarfläche haben.....	66
Tabelle 23:	Anzahl an Regionen, die im Wettbewerbszeitraum von 2009 bis 2011 ihre Bioenergieerzeugung steigerten, konstant hielten oder verringerten.....	71
Tabelle 24:	Jährlich eingesetzte alternative Festbrennstoffe und die jeweils erfassten Mengen in Bioenergie-Regionen von 2008 - 2011.....	113

Tabelle 25: Jährlich eingesetzte alternative / ungenutzte Biogassubstrate in Bioenergie-Regionen im Verlauf des Wettbewerbs	115
Tabelle 26: Durchschnittlicher Anteil von netzwerkzugehörigen Bioenergieanlagen am Gesamtanlagenbestand (BGA, HW, HKW) im Jahr 2011.....	121
Tabelle 27: Kenndaten der Arbeitsplatzeffekte (direkte Bruttobeschäftigung) an verschiedenen Bioenergieanlagen in Bioenergie-Regionen.....	141
Tabelle 28: Direkte Arbeitsplatzeffekte (brutto) beim Betrieb von Biogasanlagen in Bioenergie-Regionen nach Größenklassen.....	143
Tabelle 29: Direkte Arbeitsplatzeffekte (brutto) beim Betrieb von Heizwerken in Bioenergie-Regionen nach Größenklassen.....	143
Tabelle 30: Direkte Arbeitsplatzeffekte (brutto) beim Betrieb von Heizkraftwerken in Bioenergie-Regionen nach Größenklassen.....	144

Literatur- und Referenzverzeichnis

AGEB: Homepage; www.ag-energiebilanzen.de

BUNDESINSTITUT FÜR BAU-, STADT- UND RAUMFORSCHUNG: *Laufende Raumb Beobachtung - Raumabgrenzungen. Siedlungsstrukturelle Regionstypen.* URL http://www.bbsr.bund.de/cln_032/nn_1067318/BBSR/DE/Raumb Beobachtung/Raumabgrenzungen/SiedlungsstrukturelleGebietstypen/Regionstypen/regionstypen.html%20. - abgerufen am 2013-03-08

DANIEL-GROMKE, JAQUELINE: Durchschnittliche Kenndaten bezüglich Gärrestanfall aus Biogassubstraten.

DBFZ: DBFZ Datenbank (2010)

DEUTSCHES BIOMASSEFORSCHUNGSZENTRUM (DBFZ) ; LEHRSTUHL FÜR ENERGIEWIRTSCHAFT UNIVERSITÄT DUISBURG-ESSEN ; BIOGASRAT E.V.: *Optimierung der marktnahen Förderung von Biogas/Biomethan unter Berücksichtigung der Umwelt- und Klimabilanz, Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit*, 2011

DREHER, MARION ; MEMMLER, MICHAEL ; ROTHER, STEFAN ; SCHNEIDER, SVEN ; BÖHME, DIETER ; UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.): *Bioenergie - Datengrundlagen für die Statistik der erneuerbaren Energien und Emissionsbilanzierung. Ergebnisbericht zum Workshop vom Juli 2011.* Dessau-Roßlau : Umweltbundesamt, 2012

EEG: EEG – Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG) vom 22.12.2009 Zuletzt geändert durch Art. 5 G v. 20.12.2012 I 2730, 2012

FNR: Leitfaden Bioenergie – Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen. - Datensammlung (2011)

FNR: *Basisdaten Bioenergie Deutschland*. 9. Aufl. Gülzow : Selbstverlag, 2012

GAWOR, MAREK ; HENNIG, CHRISTIANE ; MAJER, STEFAN: Environmental and economic analysis of the existing and future bioenergy conversion pathways in Germany. In: *Tagungsband zur 2nd International Exergy, Life Cycle Assessment, and Sustainability Workshop & Symposium (ELCAS-2)*. Nisyros, 2011

GUGEL, BENJAMIN: Pro-Kopf-Pauschale der THG-Emissionen im „Bürgerrechner“ für Deutschland 2011.

HIRSCHL, BERND ; ARETZ, ASTRID ; PRAHL, ANDREAS ; BÖTHER, TIMO ; HEINBACH, KATHARINA ; PICK, DANIEL ; FUNCKE, SIMON: *Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien*: Institut für ökologische Wirtschaftsforschung Berlin, 2010 – ISBN 3932092996

IFEU: *Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland. Verbundvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)*. Heidelberg, 2008

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO): ISO 14040:2006 Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework (2006)

KNÖRR, WOLFRAM ; HEIDT, CHRISTOPH ; SCHACHT, ALEXANDER: *Aktualisierung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-*

- 2030“ (TREMODO, Version 5.3) für die Emissionsberichtserstattung 2013 (Berichtsperiode 1990-2011) (Endbericht). Heidelberg: IFEU - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, 2012. – Im Auftrag des UmweltbundesamtesFKZ 360 16 037
- KRATZAT, MARLENE ; EDLER, DIETMAR ; OTTMÜLLER, MARION ; LEHR, ULRIKE: *Bruttobeschäftigung 2007 – eine erste Abschätzung, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) : DLR, DIW, ZSW, 2008*
- KTBL: *Faustzahlen Biogas. 2., Auflage. Aufl.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, 2009a – ISBN 394158328X*
- KTBL, KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT: *Faustzahlen für die Landwirtschaft. 14. Aufl. : Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, 2009b – ISBN 978-3939371912*
- KTBL, KURATORIUM FÜR TECHNIK UND BAUWESEN IN DER LANDWIRTSCHAFT: *Betriebsplanung Landwirtschaft 2010/11: Daten für die Betriebsplanung in der Landwirtschaft. 22. Aufl. Aufl. Darmstadt : Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), 2013 – ISBN 3941583387*
- LEHR, ULRIKE ; LUTZ, CHRISTIAN ; EDLER, DIETMAR ; O’SULLIVAN, MARLENE ; NIENHAUS, KRISTINA ; NITSCH, JOACHIM ; BREITSCHOPF, BARBARA ; BICKEL, PETER ; OTTMÜLLER, MARION: *Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt. Osnabrück, Berlin, Karlsruhe, Stuttgart : DIW, DLR, gws, Fraunhofer ISI, ZSW, 2011*
- MAJER, STEFAN ; GAWOR, MAREK ; THRÄN, DANIELA ; BUNZEL, KATJA ; DANIEL-GROMKE, JAQUELINE: *Optimierung der marktnahen Förderung von Biogas/ Biomethan unter Berücksichtigung der Umwelt- und Klimabilanz, Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit. Berlin : Biogasrat e.V., 2011*
- O’SULLIVAN, MARLENE ; EDLER, DIETMAR ; NIEDER, THOMAS ; RÜTHER, THORSTEN ; LEHR, ULRIKE ; PETER, FRANK: *Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2008 – eine erste Abschätzung, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), : DLR, DIW, ZSW, 2012*
- PEHNT, MARTIN ; SCHNEIDER, JÖRG: *Kraft-Wärme-Kopplung. In: Energieeffizienz: Ein Lehr- und Handbuch : Springer Verlag, 2010*
- REINHOLD, G.: *Masse- und Trockensubstanzbilanz in landwirtschaftlichen Biogasanlagen : Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 2005*
- REINHOLD, G. ; PEYKER, W.: *Biogasgülle-Rechner Vers. 21.02.09 : Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 2009*
- SCHÄCHTELE, KATHARINA ; HERTLE, HANS: *Die CO2 Bilanz des Bürgers Recherche für ein internetbasiertes Tool zur Erstellung persönlicher CO2 Bilanzen (Endbericht). Heidelberg : IFEU - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, 2007. – Publikationen desUmweltbundesamtesFörderkennzeichen 206 42 110*
- SCHÜTT, BRODER: *Grünabfall- und Schnittholzverwertung in Schleswig-Holstein unter Klimaschutzaspekten : BWS Unternehmensberatung Umweltschutz, 2011*
- STAIB, FRITHJOF ; NITSCH, JOACHIM ; EDLER, DIETMAR ; LUTZ, CHRISTIAN ; BMU (Hrsg.): *Erneuerbare Energien: Arbeitsplatzeffekte – Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt. Berlin, Stuttgart, Osnabrück : ZSW, DLR, DIW, GWS, 2006*

STATISTISCHES BUNDESAMT: *Statistisches Bundesamt Deutschland - GENESIS-Online*. URL <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/logon>. - abgerufen am 2013-03-08

STATISTISCHES BUNDESAMT: *Statistisches Bundesamt Deutschland - GENESIS-Online*. URL <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/logon>. - abgerufen am 2013-03-08

STBA: *Umweltökonomische Gesamtrechnungen - Direkte und indirekte CO₂-Emissionen in Deutschland 2000 – 2010*. Wiesbaden : Statistisches Bundesamt, 2014

TFZ: *Heizwerttabellen für verschiedene Holzarten (2009)*

THRÄN, DANIELA ; BUNZEL, K. ; VIEHMANN, CORNELIA: *Bioenergie heute und morgen - 11 Bereitstellungskonzepte, Sonderheft zum DBFZ Report*. Leipzig : DBFZ, 2010 – ISBN 2190-7943

ULRICH, PHILIP ; DISTELKAMP, MARTIN ; LEHR, ULRIKE ; BICKEL, PETER ; PÜTTNER, ANDREAS: *Erneuerbar beschäftigt in den Bundesländern! Bericht zur daten-und modellgestützten Abschätzung der aktuellen Bruttobeschäftigung in den Bundesländern (Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)*. Osnabrück, Stuttgart : GWS & ZSW, 2012

UMWELTBUNDESAMT: *Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2014 Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2012 (2014)*. – als Publikation unter <http://www.umweltbundesamt.de/klimaschutz/index.htm>

UMWELTBUNDESAMT (UBA): *Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix 1990-2008 und erste Schätzung 2009*. Dessau : UBA, 2009

WICHMANN, PETER: *Biogaspotenziale*. URL http://www.boxer99.de/biogas_biogaspotentiale.htm). – BOXER – INFODIENST REGENERATIVE ENERGIEN

WITT, JANET ; THRÄN, DANIELA ; RENSBERG, NADJA ; NAUMANN, KARIN ; BILLIG, ERIC ; SAUTER, PHILIPP ; DANIEL-GROMKE, JAQUELINE ; KRAUTZ, ALEXANDER ; WEISER, CHRISTIAN ; U. A.: *DBFZ Report Nr. 12: Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse, DBFZ Report (Final Report Nr. 12)*. Leipzig: Deutsches BiomasseForschungszentrum, 2012

FNR (Hrsg.): *Handreichung Biogasgewinnung und -nutzung*. 3. überarbeitete Auflage. Aufl. Gülzow, 2006 – ISBN 3-00-014333-5

FNR (Hrsg.): *Biogas-Messprogramm II - 61 Biogasanlagen im Vergleich*. 1. Aufl., 2009 – ISBN 978-3-9803927-8-5

AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN E. V. (Hrsg.): *Regionale Wertschöpfung durch die Nutzung Erneuerbarer Energien. Hintergrundinformationen*. Berlin : Agentur für Erneuerbare Energien e.V., 2009

FNR (Hrsg.): *25 Bioenergie-Regionen im Porträt. Gewinner des Bundeswettbewerbs - Vorbilder in Sachen Bioenergie*. Gülzow-Prüzen, 2010

ASUE (Hrsg.): *BHKW-Grundlagen*. Hamburg : Rationeller Erdgaseinsatz, 2010

BiomasseV – Biomasseverordnung vom 21. Juni 2001 (BGBl. I S. 1234) Zuletzt geändert durch Art. 5 Abs. 10 G v. 24.2.2012 I 212, 2012

BMELV (Hrsg.): *Bioenergie in Regionen. Ein Ratgeber - basierend auf den Ergebnissen des Wettbewerbs Bioenergie-Regionen*. Berlin, 2012

Richtlinie 2009/28/EG – Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG EU-Richtlinie 2009/28/EC

2009/28/EG – Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und ausschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG

Anhang

A 1	Einsatzstoffe für Biogasanlagen und ihr Energieertrag.....	173
A 2	Düngewirkung des Gärrestes verschiedener Biogasanlagen	175
A 2.1	Düngewirkung des Gärrestes: 200 kW Biogasanlage	175
A 2.2	Düngewirkung des Gärrestes: 250 kW Biogasanlage	175
A 2.3	Düngewirkung des Gärrestes: 500 kW Biogasanlage	176
A 2.4	Düngewirkung des Gärrestes: 750 kW Biogasanlage	176
A 3	Annahmen für die Modellierung der Bioenergiepfade im Rahmen der THG-Berechnungen.....	177
A 3.1	Wesentliche Annahmen für die Modellierung der Festbrennstoffanlagen im Rahmen der THG-Berechnungen.	177
A 3.2	Wesentliche Annahmen für die Modellierung der Biogas-/ Biomethanpfade im Rahmen der THG-Berechnungen	177
A 4	Gesamtübersicht und Beschreibung der Indikatoren des Indikatortools	180
A 5	Regionale Kennzahlen der Bioenergieentwicklung.....	185
A 5.1	Entwicklung des Bioenergieanlagenbestands in den Bioenergie-Regionen	185
A 5.2	Entwicklung der installierten Leistung der Bioenergieanlagen in den Bioenergie-Regionen.....	187
A 5.3	Entwicklung des Anlagenbestands je 100 ha Agrar-/ Waldfläche in den Bioenergie-Regionen	189
A 5.4	Entwicklung der installierten Leistung je 100 ha Agrar-/ Waldfläche in den Bioenergie-Regionen	191
A 6	Entwicklung des Anteils der Bioenergie am regionalen Energieverbrauch.....	193
A 7	Vergleich der Ergebnisse zur Strom- und Wärmeerzeugung zwischen Angaben des Regionalmanagements und der Schätzung durch das DBFZ auf Grundlage des regionalen Anlagenbestandes für das Jahr 2011.....	194
A 8	Herkunft der in den Bioenergieanlagen der Bioenergie-Regionen eingesetzten Rohstoffe	196
A 9	Die Beteiligung der Akteure in Ihrer Bioenergie-Region.....	201
A 10	Treibhausgasbilanzen ausgewählter Bioenergiepfade	202
A 10.1	THG-Emissionen für die Nutzung von Biogas in einer KWK-Anwendung vor Ort, aufgeschlüsselt nach Prozesskette und angewandten Gutschriften.	202
A 10.2	THG-Emissionen für die Nutzung von Biomethan in einer KWK-Anwendung nach Einspeisung bzw. der Aufbereitung zu Biomethan und anschließenden Nutzung in einem KWK-Konzept, aufgeschlüsselt nach Prozesskette und angewandten Gutschriften.	203
A 10.3	Sensitivitäten der THG-Emissionen der KWK vor Ort im Vergleich zu den Referenzsystemen, aufgeschlüsselt nach Prozesskette und angewandten Gutschriften.	204
A 10.4	THG Emissionen der Kraftstoffe, aufgeschlüsselt nach Prozesskette und angewandten Gutschriften. .	205
A 10.5	THG Emissionen bei der Nutzung von Biogas zur Wärmeerzeugung, aufgeschlüsselt nach Prozesskette und angewandten Gutschriften.	206
A 10.6	THG-Emissionen für die Nutzung von Festbrennstoffen zur Wärmeerzeugung, aufgeschlüsselt nach Prozesskette und angewandten Gutschriften.	206

A 1 Einsatzstoffe für Biogasanlagen und ihr Energieertrag

Hinweis: Die Ergebnisse der THG-Berechnungen werden in Kapitel 8.1 diskutiert. Weitere methodische Hintergründe sind Kapitel 4.3.5.1 zu entnehmen.

Einsatzstoffe zur Erzeugung von Strom aus Biomasse (Auszug) und ihr Energieertrag nach BiomasseV (idF. v. 2012). * (Wichmann, 2012)

Einsatzstoffe zur Biogaserzeugung	Substratkategorie	Energieertrag (Methanertrag in m ³ / t FM)
Gras einschließlich Ackergras	Grassilage	100
Grünroggen (Ganzpflanze)	Getreide-GPS	72
Getreide (Ganzpflanze)	Getreide-GPS	103
Maissilage	Maissilage	106
Corn-Cob-Mix (CCM)	Sonst. nachwachsende Rohstoffe	242
Futtermübe	Sonst. nachwachsende Rohstoffe	52
Getreidekorn	Sonst. nachwachsende Rohstoffe	320
Körnermais	Sonst. nachwachsende Rohstoffe	324
Lieschkolbenschrot	Sonst. nachwachsende Rohstoffe	148
Sonnenblume (Ganzpflanze)	Sonst. nachwachsende Rohstoffe	67
Sorghum (Ganzpflanze)	Sonst. nachwachsende Rohstoffe	80
Sudangras	Sonst. nachwachsende Rohstoffe	80
Blühstreifen, Blühflächen, Schonstreifen, Ackerrandstreifen, Wildblumenaufwuchs	Sonst. nachwachsende Rohstoffe	72
Sonstiger nachwachsender Rohstoff	Sonst. nachwachsende Rohstoffe	50
Durchwachsene Silphie	Sonst. nachwachsende Rohstoffe	67
Klee gras	Sonst. nachwachsende Rohstoffe	86
Landschaftspflegematerial einschließlich Landschaftspflegegras	Sonst. nachwachsende Rohstoffe	43
Phacelia	Sonst. nachwachsende Rohstoffe	80
Stroh	Sonst. Nebenprodukte, Rückstände, Abfälle	161
Speisereste	Bioabfall	57
Flotatfette	Bioabfall	43

Einsatzstoffe zur Biogaserzeugung	Substratkategorie	Energieertrag (Methanertrag in m ³ / t FM)
Straßenbegleitgras	Straßenbegleitgras, Grünschnitt	43
Grünschnitt aus der privaten und öffentlichen Garten- und Parkpflege	Straßenbegleitgras, Grünschnitt	43
Gemüse (aussortiert)	Sonst. Nebenprodukte, Rückstände, Abfälle	40
Gemüseabputz	Sonst. Nebenprodukte, Rückstände, Abfälle	26
Getreideschlempe aus der Alkoholproduktion	Sonst. Nebenprodukte, Rückstände, Abfälle	18
Kartoffeln (aussortiert)	Sonst. Nebenprodukte, Rückstände, Abfälle	92
Sonstiges Substrat	Sonst. Nebenprodukte, Rückstände, Abfälle	110
Rinderfestmist	Rinderfestmist	53
Rindergülle	Rindergülle	17
Schweinefestmist	Schweinefestmist	45
Schweinegülle	Schweinegülle	12
Schafmist, Ziegenmist	Sonst. Wirtschaftsdünger	59
Geflügelmist, Geflügeltrockenkot	Sonst. Wirtschaftsdünger	82
Pferdemist	Sonst. Wirtschaftsdünger	35
Sonstiger Wirtschaftsdünger	Sonst. Wirtschaftsdünger	44 (Mittelwert sonstiger Wirtschaftsdünger)
Klärschlamm	Sonst. Nebenprodukte, Rückstände, Abfälle	3*

A 2 Düngewirkung des Gärrestes verschiedener Biogasanlagen

Hinweis: Die Ergebnisse der THG-Berechnungen werden in Kapitel 8.1 diskutiert. Weitere methodische Hintergründe sind Kapitel 4.3.5.1 zu entnehmen.

A 2.1 Düngewirkung des Gärrestes: 200 kW Biogasanlage

Quelle: (REINHOLD & PEYKER, 2009)

	Einheit	Gülle	Pflanzensubstrate	Summe
Stickstoff (N) brutto	kg/t	14,13	28,60	42,73
Stickstoff (N) netto	kg/t	8,48	17,16	25,64
Phosphor (P)	kg/t	2,61	4,90	7,51
Kalium (K)	kg/t	17,69	25,86	43,55
Magnesium (M)g	kg/t	1,86	3,57	5,43

A 2.2 Düngewirkung des Gärrestes: 250 kW Biogasanlage

Quelle: (REINHOLD & PEYKER, 2009)

	Einheit	Gülle	Pflanzensubstrate	Summe
Stickstoff (N) brutto	kg/t	34,91	25,68	60,58
Stickstoff (N) netto	kg/t	20,94	15,41	36,35
Phosphor (P)	kg/t	6,50	4,48	10,98
Kalium (K)	kg/t	44,14	18,82	62,96
Magnesium (M)g	kg/t	4,59	2,11	6,70

A 2.3 Düngewirkung des Gärrestes: 500 kW Biogasanlage

Quelle: (REINHOLD & PEYKER, 2009)

	Einheit	Gülle	Pflanzensubstrate	Summe
Stickstoff (N) brutto	kg/t	22,93	62,86	85,79
Stickstoff (N) netto	kg/t	13,76	37,71	51,47
Phosphor (P)	kg/t	4,03	10,89	14,92
Kalium (K)	kg/t	26,74	52,58	79,32
Magnesium (M)g	kg/t	3,02	7,55	10,57

A 2.4 Düngewirkung des Gärrestes: 750 kW Biogasanlage

Quelle: (REINHOLD & PEYKER, 2009)

	Einheit	Gülle	Pflanzensubstrate	Summe
Stickstoff (N) brutto	kg/t	64,65	62,63	127,29
Stickstoff (N) netto	kg/t	38,79	37,58	76,37
Phosphor (P)	kg/t	20,12	11,11	31,23
Kalium (K)	kg/t	48,45	47,36	95,82
Magnesium (M)g	kg/t	7,42	6,14	13,57

A 3 Annahmen für die Modellierung der Bioenergiepfade im Rahmen der THG-Berechnungen

Hinweis: Die Ergebnisse der THG-Berechnungen werden in Kapitel 8.1 diskutiert. Weitere methodische Hintergründe sind Kapitel 4.3.5.1 zu entnehmen.

A 3.1 Wesentliche Annahmen für die Modellierung der Festbrennstoffanlagen im Rahmen der THG-Berechnungen.

Anlagentyp	Einheit	Pellets 500 kW	Waldrestholz 650 kW
Thermische Leistung	kW	500	650
Thermischer Wirkungsgrad	%	90	
Wärmeauskopplung	MWh	550	1.730
Holzpellets	t/a	140	
Waldrestholz	m ³ /a		2.205

A 3.2 Wesentliche Annahmen für die Modellierung der Biogas-/ Biomethanpfade im Rahmen der THG-Berechnungen

Anlagentyp	Einheit	Biogas 200 kW	Biogas 250 kW	Biogas 500 kW	Biogas 750 kW
Anteil NawaRo	%	62	36	70	67
Anteil Gülle/Festmist	%	38	64	30	33
Mais	t/a	1.700	1.500	7.160	5.499
Gras	t/a	1.500	1.000	1.876	1.838
Roggen-GPS	t/a	0	1.500	0	3.220
Weizen	t/a	1.000		0	0
Triticale	t/a	500		2.000	0
Rindergülle	t/a	2.500	6.000	4.827	2.675
Rinderfestmist	t/a	370	1.050	0	489
Hühnermist	t/a	0		0	2.140
Biogasmenge	m ³ /a	1.028.924	1.058.119	2.349.074	2.518.772

Anlagentyp	Einheit	Biogas 200 kW	Biogas 250 kW	Biogas 500 kW	Biogas 750 kW
Volllaststunden	h/a	8.000	8.000	8.000	8.000
Verfügbarkeit	%	91,3	91,3	91,3	91,3
Methanmenge	m ³ /a	550.821	577.177	1.248.702	1.343.062
Methanmenge	m ³ /h	63	66	143	153
Eigenstrombedarf BGA ohne BHKW	%	6	6	6	6
Eigenwärmebedarf BGA	%	30	50	40	30
Eigenstrombedarf BGA ohne BHKW	kWh _{el} / a	114.347	135.585	252.402	315.498
Eigenwärmebedarf BGA	kWh _{th} / a	707.148	1.182.423	2.137.459	1.650.863
KWK Vor Ort					
Wirkungsgrad el	%	38	43	37	43
Wirkungsgrad th	%	47	45	47	45
Stromproduktion	kWh _{el} / a	1.905.790	2.259.742	4.206.701	5.258.304
Eigenstrombedarf BHKW	%	2	2	2	2
Eigenstrombedarf BHKW	kWh _{el} / a	38.116	45.195	84.134	105.166
verfügbare Wärmemenge nach Abzug Eigenbedarf BGA	kWh _{th} / a	1.650.013	1.182.423	3.206.189	3.852.013
externe Wärmenutzung nach Abzug Eigenbedarf	%	100	30	50	95
externe Wärmenutzung nach Abzug Eigenbedarf	kWh _{th} / a	1.650.013	354.727	1.603.094	3.659.413
Methanemissionen BHKW	%	0,5	0,5	0,5	0,5
KWK nach Einspeisung					
Biomethanmenge nach Aufbereitung	m ³ /a	443.675	464.905	1.005.804	1.081.809
Wirkungsgrad el	%	40	40	40	40
Wirkungsgrad th	%	47	47	47	47
Energiegehalt	kWh/a	4.423.439	4.635.099	10.027.867	10.785.637
Stromproduktion	kWh _{el} / a	1.769.376	1.854.039	4.011.147	4.314.255
Wärmeproduktion	kWh _{th} / a	2.079.017	2.178.496	4.713.097	5.069.250
Eigenstrombedarf BHKW	%	2	2	2	2

Anlagentyp	Einheit	Biogas 200 kW	Biogas 250 kW	Biogas 500 kW	Biogas 750 kW
Eigenstrombedarf BHKW	kWh _{el} / a	35.388	37.081	80.223	86.285
externe Wärmenutzung (100%)	kWh _{th} / a	2.079.017	2.178.496	4.713.097	5.069.250
Methanemissionen BHKW	%	0,5	0,5	0,5	0,5

Wärme nach Einspeisung					
Energiegehalt	kWh/a	4.423.439	4.635.099	10.027.867	10.785.637
Wirkungsgrad (th) Erdgas- Brennwertkessel (Hu)	%	103	103	103	103
Wärmeproduktion	kWh _{th} / a	4.556.143	4.774.152	10.328.703	11.109.206
Kraftstoff nach Einspeisung					
Energiegehalt	kWh/a	4.423.439	4.635.099	10.027.867	10.785.637
Energiegehalt Gasmenge	MJ/a	15.924.382	16.686.355	36.100.320	38.828.294
Strombedarf Verdichtung Biomethan (Tankstelle 250 bar)	kWh/M J	0,0055	0,0055	0,0055	0,0055

A 4 Gesamtübersicht und Beschreibung der Indikatoren des Indikatortools

Hinweis: Das Konzept des Indikatortools ist in Kapitel 4.3.7 beschrieben. Der Arbeitsstand und ein Ausblick auf die Nutzung durch die Regionen befindet sich in Kapitel 6.9.

P = Pflichtindikator

WP = Wahl-Pflichtindikator

Nr.	Art	Indikator	Beschreibung	Einheit
Regionsspezifische Bezugswerte				
1	P	Landwirtschaftliche Fläche	Gesamtheit aller Ackerflächen, Dauerkulturen und Dauergrünland	km ²
2	P	Waldfläche	Waldfläche nach amtlicher Statistik	km ²
3	P	Anzahl priv. Haushalte	Anzahl der Wohnungen	-
4	P	Einwohner	Anzahl der in der Region mit erstem Wohnsitz gemeldete Bürger	-
5	P	Anzahl Ortschaften	gemäß Erfassung des statistischen Bundesamtes die Anzahl der Gemeinden	-
6	P	Anzahl Betriebe	gemäß Erfassung des statistischen Bundesamtes Gesamtheit aller Betriebe des produzierenden Gewerbes, des verarbeitenden Gewerbes sowie der Industrie	-
7	P	regionale Stromerzeugung durch Erneuerbare Energien	regionale Stromerzeugung durch Bioenergie, Photovoltaik, Wasserkraft, Windenergie	MWh
8	P	gesamter regionaler Stromverbrauch	Stromverbrauch durch Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	MWh
9	P	gesamter regionaler Wärmeverbrauch	Wärmeverbrauch durch Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	MWh
Kategorie I: Regionale Bioenergienutzung				
Unterkategorie 1: Regionale Bioenergieanlagen in Betrieb				
10	P	Biogasanlagen	Anzahl der aktuell betriebenen Biogasanlagen inklusive Aufbereitungsanlagen der Region. Satelliten BHKW gehören zur jeweiligen Anlage, durch das sie versorgt werden, und werden daher nicht einzeln gezählt.	-
11		stillgelegte Biogasanlagen	Anzahl der innerhalb des Berichtsjahres stillgelegten Biogasanlagen	-
12		Biogasaufbereitungsanlage	Anzahl der Biogasanlagen, die Biogas zu Biomethan aufbereiten	-

Nr.	Art	Indikator	Beschreibung	Einheit
13	P	Biomasse-Heizwerke	Anzahl der Biomasse-Heizwerke mit einer Leistung \geq 100 kW	-
14		stillgelegte Biomasseheizwerke	Anzahl der innerhalb des Berichtsjahres stillgelegten Biomasse-Heizwerke (\geq 100 kW)	-
15	P	Biomasse-Heizkraftwerke	Anzahl der Biomasse-Heizkraftwerke	-
16		stillgelegte Biomasseheizkraftwerke	Anzahl der stillgelegten Biomasse-Heizkraftwerke, die mindestens 1/2 Jahr außer Betrieb sind	-
17	WP	Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen	Anzahl der Heizkessel und Einzelraumfeuerungsanlagen $<$ 100 kW	-
18	WP	Biomethan-Anlagen	Anzahl der BHKWs, die aufbereitetes Biogas (Biomethan) aus dem Gasnetz beziehen	-
19	WP	Anlagen zur Erzeugung von Biokraftstoff	Anzahl der Anlagen zur Erzeugung von flüssigem Biokraftstoff (z.B. Bioethanol, Pflanzenöl, Biodiesel)	-
20		Biomasse-Heizkraftwerke die erzeugten Strom vollständig ins öffentliche Netz einspeisen	Anzahl der Biomasse-Heizkraftwerke, die den erzeugten Strom vollständig ins öffentliche Netz einspeisen	-
21		Biomasse-Heizkraftwerke, die erzeugten Strom vollständig oder teilweise zur Deckung des Eigenbedarfs nutzen	Anzahl der Biomasse-Heizkraftwerke, die erzeugten Strom vollständig oder teilweise zur Deckung des Eigenbedarfs nutzen	-
22		Biomasse-Heizanlagen, Bafa gefördert	Anzahl der über die Bafa im Rahmen des Marktanzreizprogramms geförderten Biomasse-Heizanlagen $<$ 100 kW	-

Unterkategorie 2: Bioenergie-Kapazitäten

Biogasanlagen				
23	P	Installierte elektrische Leistung	Summe der installierten elektrischen Leistung aller Biogasanlagen in der Region, Aufbereitungskapazität wird nicht einbezogen. (Summe aller el. Lstg. der BHKW/Turbinen)	kW _{el}
24	P	installierte thermische Leistung	Summe der installierten thermischen Leistung aller Biogasanlagen in der Region. (Summe aller th. Lsg. der BHKW/Turbinen)	kW _{th}
25		Installierte Leistung von Biogasaufbereitungs- und -einspeiseanlagen	Biomethaneinspeisekapazität der Anlagen, die Biogas aufbereiten und in das Erdgasnetz einspeisen	Nm ³
Biomasse-Heizkraftwerke				
26	P	installierte elektrische Leistung	Installierte elektrische Leistung aller Biomasse-Heizkraftwerke in der Region	kW _{el}

Nr.	Art	Indikator	Beschreibung	Einheit
27	P	installierte thermische Leistung	Installierte thermische Leistung aller Biomasse-Heizkraftwerke in der Region	kW _{th}
28		Anteil der Stromerzeugung durch Heizkraftwerke, der ins öffentliche Netz eingespeist wird		MWh
29		Anteil der Stromerzeugung durch Heizkraftwerke, der vollständig oder teilweise zur Deckung des Eigenbedarfs genutzt wird		MWh
Biomasse-Heizwerke				
30	P	installierte thermische Leistung	Installierte thermische Leistung aller Biomasse-Heizwerke in der Region	kW _{th}
Biokraftstoffe				
31		Installierte Verarbeitungskapazität	maximale jährliche Verarbeitungsmenge von Ölsaaten zur Herstellung von Pflanzenölkraftstoffen und Biodiesel	t/a
Unterkategorie 3: Umwandlung von Bioenergie				
32	P	Stromerzeugung aus Biogas	Strommenge, die im Berichtsjahr aus Biogas erzeugt wurde	MWh
33	P	Wärmeerzeugung aus Biogas	Wärmemenge, die im Berichtsjahr aus Biogas erzeugt und nicht für den Betrieb der Biogasanlage (z.B. Fermenterheizung) verwendet wurde	MWh
34	P	Stromerzeugung aus Festbrennstoffen	Strommenge, die im Berichtsjahr aus Festbrennstoffen erzeugt wurde (betrifft HKW + Holzvergaser)	MWh
35	P	Wärmeerzeugung aus Festbrennstoffen	Wärmemenge, die im Berichtsjahr aus Festbrennstoffen erzeugt und genutzt wurde (Heiz(kraft)werke + Holzvergaser)	MWh
36		Biomethanerzeugung aus Biogas	Menge von Biomethan, die in das Erdgasnetz eingespeist wird	MWh
37		Aus Biomethan erzeugter Strom	Strommenge, die durch Biomethan in BHKW erzeugt wurde	MWh
38		Aus Biomethan erzeugte Wärme	Wärmemenge, die durch Biomethan in BHKW erzeugt wurde	MWh
39		In der Region erzeugter Biokraftstoff	der in der Region erzeugte flüssige Biokraftstoff, also Biodiesel, Pflanzenölkraftstoff, Bioethanol; (E10): 1l Pflanzenöl = xx MWh; 1l Biodiesel = xx MWh; 1l Bioethanol = xx MWh	MWh

Nr.	Art	Indikator	Beschreibung	Einheit
Kategorie II: Entwicklung der regionalen (Bioenergie)-Wirtschaft				
40	WP	Anzahl Bioenergie-Handwerk	umfasst alle gewerblichen, in der Region ansässigen Betriebe, die im Bereich der Planung, Installation und Wartung von Bioenergieanlagen tätig sind. Dies betrifft insbesondere das Errichten und die Planung von Bioenergieanlagen, zum Beispiel Heizungsbauer oder Installateure	-
41	WP	Anzahl Bioenergie-Dienstleister	umfasst alle in der Region ansässigen Betriebe, welche Dienstleistungen im Bereich der Bioenergie anbieten. Hierzu zählen insbesondere Tätigkeiten wie der Betrieb von Bioenergieanlagen oder Beratungsleistungen, z.B. Ingenieurbüros, Energieberater, Contracting-Firmen, Firmen die die Betriebsführung von Bioenergieanlagen anbieten.	-
42	WP	Anzahl Bio-Brennstoffhersteller/ Bio-Brennstoffhändler	alle in der Region ansässigen Brennstoffhersteller und -händler, deren Kerngeschäft die Herstellung oder der Handel von festen und/oder flüssigen Biobrennstoffen ist oder deren Geschäftstätigkeit sich zu einem großen Anteil dadurch gestaltet (keine Baumärkte oder Tankstellen).	-
43	WP	Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe	Summe aller landwirtschaftlichen Betriebe im Haupt- und Nebenerwerb	-
44	WP	Anzahl der forstwirtschaftlichen Betriebe	Summe aller forstwirtschaftlichen Betriebe im Haupt- und Nebenerwerb	-
45	WP	Anzahl der Biomassehöfe	Summe der Unternehmen, die in erster Linie Bioenergieträger verkaufen, aber auch Biomasse annehmen und verarbeiten. Hierzu gehören auch Kompostwerke, die Festbrennstoffe verkaufen.	-
Kategorie III: Infrastruktur und Öffentlichkeitsarbeit				
Unterkategorie 1: Bioenergie-Tourismus organisiert durch Regionalmanagement				
46	WP	Anzahl Besucher pro Jahr	Anzahl der Besucher, die durch das Regionalmanagement organisiert, im Berichtsjahr die Bioenergie-Region besucht haben (z.B. zum Zwecke von Anlagenbesichtigungen oder Workshops).	-
47		...davon ausländische Besucher aus EU Staaten	Anzahl der ausländischen Besucher aus EU Staaten	-
48		...davon ausländische Besucher aus Nicht-EU Staaten	Anzahl der ausländischen Besucher aus Nicht-EU Staaten	-

Nr.	Art	Indikator	Beschreibung	Einheit
49		Anzahl Anlagenbesichtigungen pro Jahr	Anzahl der durch das Regionalmanagement im Berichtsjahr organisierten Anlagenbesichtigungen	-
Unterkategorie 2: Versorgung mit Wärme aus Biomasse				
50	P	Anzahl der Biogasanlagen ohne externe Wärmenutzung	Als externe Wärmenutzung gelten alle Maßnahmen, die nicht zur Deckung des Eigenwärmebedarfs der Anlage beitragen. Vor der Novellierung des EEG 2012 mussten BGA Betreiber keine Wärmenutzung als Vergütungsvoraussetzung nachweisen.	-
51	P	Anzahl der Nahwärmenetze, in das Bioenergie eingespeist wird	Die Energiebereitstellung für das Nahwärmenetz erfolgt über mindestens eine der folgenden Techniken: Biogasanlage, Heizwerk, Heizkraftwerk, Pflanzenöl-BHKW, Holz-Vergaser. Zusätzlich kann auch ein fossil befeuerter Spitzenlastkessel vorhanden sein.	-
52	WP	Anzahl der Anschlussnehmer an diesen Nahwärmenetzen insgesamt	Summe der Hausübergabestationen in den Nahwärmenetzen	-
53	WP	Wärme, die durch die Kunden des Wärmenetzes abgenommen wurde	Summe der Wärme, die im Berichtsjahr an den Hausübergabestationen der Wärmenetze abgenommen wurde	MWh
54		Anzahl priv. Haushalte, die an solche Nahwärmenetz angeschlossen sind	Anzahl der privaten Haushalte (Hausübergabestationen), die an die Nahwärmenetze angeschlossen sind (Teilmenge aller Anschlussnehmer).	-
55		Anzahl öffentl., kommunalen Gebäude, die an solche Nahwärmenetz angeschlossen sind	Anzahl der kommunalen (Hausübergabestationen), die an die Nahwärmenetze angeschlossen sind (Teilmenge aller Anschlussnehmer).	-
56		Anzahl der mit Wärme aus Biomasse versorgten Industrie- und Gewerbebetriebe (Wärmenetz od. Eigenversorgung)	Anzahl der Industrie- und Gewerbebetriebe (Hausübergabestationen), die an die Nahwärmenetze angeschlossen sind (Teilmenge aller Anschlussnehmer).	-
Unterkategorie 3: Bioenergiedörfer				
57	WP	Anzahl Bioenergiedörfer	Anzahl der Projekte, die sich selbst als "Bioenergiedorf" verstehen und diesen Begriff kommunizieren	-
58		Einwohner Bioenergiedörfer	Summe alle Einwohner, die in Bioenergiedörfern leben (jeweils nur entsprechende Orts-/Gemeindeteile).	-
59		Deckung des Wärmebedarfs	Anteil des Wärmebedarfs, der im Bioenergiedorf durch Bioenergie bereitgestellt wird	%
60		Deckung des Strombedarfs	Anteil des Strombedarfs, der im Bioenergiedorf durch Bioenergie bereitgestellt wird	%

A 5 Regionale Kennzahlen der Bioenergieentwicklung

A 5.1 Entwicklung des Bioenergieanlagenbestands in Bioenergie-Regionen

Region	Biogasanlagen				Heizwerke				Heizkraftwerke			
	2007/ 08	2009	2010	2011	2007/ 08	2009	2010	2011	2007/ 08	2009	2010	2011
Achtal	4	7	7	6	5	2	4	15	0	0	0	0
Altmark	48	59	75	100	k.A.	3	6	5	1	k.A.	1	1
Bayreuth	45	45	51	52	6	6	15	6	k.A.	1	1	1
Bodensee	60	43	46	45	k.A.	30	44	70	0	1	0	2
Burg-St. Michaelisdonn	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Cochem-Zell	6	6	6	7	3	k.A.	6	3	k.A.	k.A.	1	1
Eifel	k.A.	k.A.	72	62	k.A.	k.A.	35	35	k.A.	k.A.	6	k.A.
Hohenl.-Odenw.-Tauber	25	27	31	43	7	5	29	29	3	3	3	3
Höxter	13	17	24	32	37	4	23	4	5	22	1	23
Jena-Saale	11	9	10	16	1	1	8	5	4	3	4	3
Ludwigfelde	k.A.	1	3	4	0	k.A.	1	2	1	1	1	1

Region	Biogasanlagen				Heizwerke				Heizkraftwerke			
	2007/ 08	2009	2010	2011	2007/ 08	2009	2010	2011	2007/ 08	2009	2010	2011
Märkisch-Oderland	11	10	11	39	k.A.	k.A.	17	17	k.A.	k.A.	1	1
Mecklenb. Seenplatte	44	35	48	47	2	7	6	6	4	k.A.	3	3
Mittelhessen	4	4	7	10	10	19	23	8	1	k.A.	1	1
naturkraft-region	13	17	22	28	60	67	42	42	1	1	1	1
Nordfriesland Nord	21	34	40	57	3	4	4	4	0	0	0	0
Oberberg-RheinErf	4	5	6	6	18	27	34	44	0	0	0	0
Oberland	8	16	16	16	k.A.	3	9	9	k.A.	k.A.	3	k.A.
Rügen	3	3	5	4	k.A.	1	k.A.	2	1	1	0	k.A.
Sächs. Schweiz-Osterzgeb.	7	7	7	14	11	11	15	20	0	0	0	0
Straubing-Bogen	15	17	23	25	12	3	15	15	k.A.	k.A.	1	k.A.
Süldoldenburg	93	115	135	137	k.A.	1	22	1	k.A.	1	2	1
Thüringer Vogtland	20	21	46	47	k.A.	k.A.	12	12	2	k.A.	5	k.A.
Wendland-Elbetal	33	26	28	34	k.A.	2	5	4	k.A.	k.A.	0	5
Weserbergland	53	55	61	82	k.A.	3	24	6	2	2	3	2

Hinweis: Die Auswertung der aggregierten Werte ist Kapitel 6.1.1 zu entnehmen.

Quelle: Zwischenberichte und Endberichte der 25 Wettbewerbsregionen, die im Rahmen der Berichtspflicht an die Geschäftsstelle übermittelt wurden.

A 5.2 Entwicklung der installierten Leistung der Bioenergieanlagen in den Bioenergie-Regionen

Region	Biogasanlagen (kW _{el})				Heizwerke (kW _{th})				Heizkraftwerke (kW _{el} + th)			
	2007/ 08	2009	2010	2011	2007/ 08	2009	2010	2011	2007/ 08	2009	2010	2011
Achtental	400	2.500	2.500	952	1.500	6.000	4.000	9.875	k.A.	0	k.A.	0
Altmark	24.500	29.583	35.047	49.000	k.A.	1.300	2.000	2.400	k.A.	k.A.	k.A.	250.000
Bayreuth	8.400	k.A.	11.000	11.500	4.500	4.450	8.590	4.450	k.A.	2.180	k.A.	k.A.
Bodensee	13.000	11.975	13.761	19.000	20.000	12.500	23.250	35.000	k.A.	5.000	k.A.	k.A.
BurgSt. Michaelisdonn	k.A.	560	630	1.050	0	0	0	0	k.A.	0	k.A.	0
Cochem-Zell	2.800	1.640	1.640	3.300	1.700	k.A.	7.010	1.720	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Eifel	k.A.	k.A.	30.500	24.340	k.A.	k.A.	35.694	35.694	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Hohenl.-Odenw.-Tauber	6.900	7.971	9.779	14.885	2.200	1.800	10.530	10.530	k.A.	42.000	k.A.	41.850
Höxter	6.000	k.A.	11.100	13.423	k.A.	10.500	45.730	11.000	k.A.	8.800	k.A.	23.414
Jena-Saale	6.500	k.A.	7.500	9.000	k.A.	1.700	8.770	3.500	k.A.	65.260	k.A.	51.000
Ludwigfelde	k.A.	536	1.600	2.470	0	k.A.	k.A.	150	k.A.	11.920	k.A.	5.955
Märkisch-Oderland	k.A.	5.079	5.079	9.993	k.A.	k.A.	3.577	3.577	k.A.	k.A.	k.A.	5.300
Mecklenb. Seenplatte	k.A.	16.985	27.443	32.410	k.A.	k.A.	15.320	15.320	k.A.	108.100	k.A.	84.700

Region	Biogasanlagen (kW _{eI})			Heizwerke (kW _{th})			Heizkraftwerke (kW _{eI} + th)					
	2007/ 08	2009	2010	2011	2007/ 08	2009	2010	2011	2007/ 08	2009	2010	2011
Mittelhessen	200	k.A.	1.860	2.569	6.400	9.500	17.210	16.000	k.A.	k.A.	k.A.	10.000
naturkraft-region	3.100	k.A.	9.580	11.124	13.200	14.500	13.986	13.986	k.A.	k.A.	k.A.	1.150
Nordfriesland Nord	10.200	12.000	15.600	29.975	2.100	k.A.	2.100	2.100	k.A.	0	k.A.	0
Oberberg-RheinErft	k.A.	1.550	1.550	1.550	14.100	8.900	11.200	9.500	k.A.	0	k.A.	0
Oberland	k.A.	2.900	2.900	2.400	k.A.	k.A.	5.020	5.020	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Rügen	2.800	2.536	3.328	6.686	k.A.	600	k.A.	155	k.A.	7.000	k.A.	k.A.
Sächs. Schweiz-Osterzgeb.	2.100	1.045	2.396	4.419	k.A.	10.600	15.835	12.200	k.A.	0	k.A.	0
Straubing-Bogen	k.A.	k.A.	7.126	11.922	k.A.	6.500	10.420	10.420	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Süoldenburg	k.A.	k.A.	70.000	80.219	k.A.	100	6.480	100	k.A.	14.000	k.A.	14.000
Thüringer Vogtland	11.000	k.A.	23.700	24.000	k.A.	k.A.	44.350	44.350	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Wendland-Elbetal	k.A.	14.106	13.493	14.600	k.A.	850	1.460	1.200	k.A.	k.A.	k.A.	430
Weserbergland	43.500	29.408	32.608	48.610	k.A.	1.580	10.324	3.210	k.A.	35.000	k.A.	50.000

Hinweis: Die Auswertung der aggregierten Werte ist Kapitel 6.1.1 zu entnehmen.

Quelle: Zwischenberichte und Endberichte der 25 Wettbewerbsregionen, die im Rahmen der Berichtspflicht an die Geschäftsstelle übermittelt wurden.

A 5.3 Entwicklung des Anlagenbestands je 100 ha Agrar-/ Waldfläche in den Bioenergie-Regionen

Region	Biogasanlagen (je 100 ha Agrarfläche)				Heizwerke (je 100 ha Waldfläche)				Heizkraftwerke (je 100 ha Waldfläche)			
	2007/ 08	2009	2010	2011	2007/ 08	2009	2010	2011	2007/ 08	2009	2010	2011
Achental	0,047	0,083	0,083	0,071	0,038	0,015	0,031	0,115	0	0	0	0
Altmark	0,018	0,022	0,027	0,037	k.A.	0,003	0,005	0,004	0,001	k.A.	0,001	0,001
Bayreuth	0,073	0,073	0,083	0,085	0,009	0,009	0,023	0,009	k.A.	0,002	0,002	0,002
Bodensee	0,145	0,104	0,111	0,109	k.A.	0,066	0,096	0,153	0	0,002	0	0,004
Burg-St. Michaelisdonn	0,007	0,007	0,015	0,022	0	0	0	0	0	0	0	0
Cochem-Zell	0,027	0,027	0,027	0,032	0,009	k.A.	0,017	0,009	k.A.	k.A.	0,003	0,003
Eifel	k.A.	k.A.	0,034	0,029	k.A.	k.A.	0,019	0,019	k.A.	k.A.	0,003	k.A.
Hohenl.-Odenw.- Tauber	0,016	0,017	0,020	0,028	0,007	0,005	0,027	0,027	0,003	0,003	0,003	0,003
Höxter	0,019	0,024	0,034	0,046	0,105	0,011	0,065	0,011	0,014	0,062	0,003	0,065
Jena-Saale	0,023	0,019	0,021	0,033	0,003	0,003	0,024	0,015	0,012	0,009	0,012	0,009
Ludwigfelde	k.A.	0,021	0,064	0,085	0	k.A.	0,051	0,102	0,051	0,051	0,051	0,051
Märkisch-Oderland	0,008	0,007	0,008	0,029	k.A.	k.A.	0,036	0,036	k.A.	k.A.	0,002	0,002

Region	Biogasanlagen (je 100 ha Agrarfläche)				Heizwerke (je 100 ha Waldfläche)				Heizkraftwerke (je 100 ha Waldfläche)			
	2007/ 08	2009	2010	2011	2007/ 08	2009	2010	2011	2007/ 08	2009	2010	2011
Mecklenb. Seenplatte	0,014	0,011	0,015	0,015	0,001	0,005	0,004	0,004	0,003	k.A.	0,002	0,002
Mittelhessen	0,004	0,004	0,007	0,010	0,012	0,022	0,027	0,009	0,001	k.A.	0,001	0,001
naturkraft-region	0,011	0,014	0,018	0,023	0,058	0,064	0,040	0,040	0,001	0,001	0,001	0,001
Nordfriesland Nord	0,031	0,050	0,059	0,085	0,083	0,111	0,111	0,111	0	0	0	0
Oberberg-RheinErf	0,005	0,007	0,008	0,008	0,040	0,060	0,075	0,098	0	0	0	0
Oberland	0,014	0,028	0,028	0,028	k.A.	0,003	0,009	0,009	k.A.	k.A.	0,003	k.A.
Rügen	0,005	0,005	0,008	0,007	k.A.	0,007	k.A.	0,013	0,007	0,007	0	k.A.
Sächs. Schweiz- Osterzgeb.	0,009	0,009	0,009	0,019	0,019	0,019	0,025	0,034	0	0	0	0
Straubing-Bogen	0,020	0,023	0,031	0,034	0,038	0,009	0,047	0,047	k.A.	k.A.	0,003	k.A.
Süddoldenburg	0,059	0,073	0,086	0,087	k.A.	0,004	0,081	0,004	k.A.	0,004	0,007	0,004
Thüringer Vogtland	0,021	0,022	0,047	0,049	k.A.	k.A.	0,018	0,018	0,003	k.A.	0,007	k.A.
Wendland-Elbetal	0,031	0,025	0,027	0,032	k.A.	0,003	0,007	0,006	k.A.	k.A.	0	0,007
Weserbergland	0,026	0,027	0,030	0,041	k.A.	0,003	0,024	0,006	0,002	0,002	0,003	0,002
Deutschland	0,022	0,029	0,035	0,043	k.A.	k.A.	0,110	k.A.	0,002	0,003	0,003	0,004
Alle Bioenergie- Regionen	0,023	0,025	0,031	0,036	0,023	0,017	0,026	0,024	0,003	0,005	0,002	0,004

Hinweis: Die Auswertung der aggregierten Werte ist Kapitel 6.1.1 zu entnehmen.

Quelle: Zwischenberichte und Endberichte der 25 Wettbewerbsregionen, die im Rahmen der Berichtspflicht an die Geschäftsstelle übermittelt wurden.

A 5.4 Entwicklung der installierten Leistung je 100 ha Agrar-/ Waldfläche in den Bioenergie-Regionen

Region	Biogasanlagen (kW _{el} je 100 ha Agrarfläche)				Heizwerke (kW _{th} je 100 ha Waldfläche)				Heizkraftwerke (kW _{el+th} je 100 ha Waldfläche)			
	2007/ 08	2009	2010	2011	2007/ 08	2009	2010	2011	2007/ 08	2009	2010	2011
Achtental	4,72	29,48	29,48	11,23	11,53	46,12	30,75	75,90	k.A.	0	k.A.	0
Altmark	8,96	10,82	12,81	17,91	k.A.	1,09	1,68	2,52	k.A.	k.A.	k.A.	209,79
Bayreuth	13,68	k.A.	17,92	18,73	6,76	6,69	12,91	9,41	k.A.	3,28	k.A.	k.A.
Bodensee	31,37	28,90	33,21	45,85	43,68	27,30	50,78	54,61	k.A.	10,92	k.A.	k.A.
Burg-St. Michaelisdonn	k.A.	4,06	4,57	7,62	0	0	0	0	k.A.	0	k.A.	0
Cochem-Zell	12,69	7,43	7,43	14,95	4,83	k.A.	19,91	17,40	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Eifel	k.A.	k.A.	14,45	11,54	k.A.	k.A.	19,03	0	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Hohenl.-Odenw.-Tauber	4,46	5,15	6,31	9,61	2,05	1,68	9,80	4,10	k.A.	39,09	k.A.	38,95
Höxter	8,56	k.A.	15,84	19,15	k.A.	29,77	129,67	77,27	k.A.	24,95	k.A.	66,39
Jena-Saale	13,56	k.A.	15,64	18,77	k.A.	5,19	26,79	10,69	k.A.	199,39	k.A.	155,82
Ludwigsfelde	k.A.	11,43	34,12	52,67	0	k.A.	k.A.	0	k.A.	610,66	k.A.	305,07
Märkisch-Oderland	k.A.	3,79	3,79	7,45	k.A.	k.A.	7,47	9,40	k.A.	k.A.	k.A.	11,07
Mecklenb. Seenplatte	k.A.	5,34	8,64	10,20	k.A.	k.A.	11,27	8,83	k.A.	79,52	k.A.	62,31

Region	Biogasanlagen (kW _{el} je 100 ha Agrarfläche)				Heizwerke (kW _{th} je 100 ha Waldfläche)				Heizkraftwerke (kW _{el+th} je 100 ha Waldfläche)			
	2007/ 08	2009	2010	2011	2007/ 08	2009	2010	2011	2007/ 08	2009	2010	2011
Mittelhessen	0,20	k.A.	1,89	2,61	7,41	10,99	19,92	31,36	k.A.	k.A.	k.A.	11,57
naturkraft-region	2,55	k.A.	7,88	9,15	12,66	13,90	13,41	13,08	k.A.	k.A.	k.A.	1,10
Nordfriesland Nord	15,13	17,80	23,14	44,46	58,33	k.A.	58,33	58,33	k.A.	0	k.A.	0
Oberberg-RheinErft	k.A.	2,13	2,13	2,13	31,30	19,76	24,86	21,68	k.A.	0	k.A.	0
Oberland	k.A.	5,01	5,01	4,15	k.A.	k.A.	4,94	9,77	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Rügen	4,65	4,21	5,52	11,10	k.A.	3,96	k.A.	3,63	k.A.	46,14	k.A.	k.A.
Sächs. Schweiz-Osterzgeb.	2,81	1,40	3,21	5,91	k.A.	17,95	26,82	0	k.A.	0	k.A.	0
Straubing-Bogen	k.A.	k.A.	9,68	16,19	k.A.	20,31	32,56	60,22	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Süoldenburg	k.A.	k.A.	44,55	51,05	k.A.	0,37	23,98	0	k.A.	51,81	k.A.	51,81
Thüringer Vogtland	11,36	k.A.	24,47	24,78	k.A.	k.A.	65,72	0	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Wendland-Elbetal	k.A.	13,40	12,82	13,87	k.A.	1,25	2,15	1,10	k.A.	k.A.	k.A.	0,63
Weserbergland	21,57	14,58	16,17	24,11	k.A.	1,60	10,49	4,27	k.A.	35,55	k.A.	50,79
Deutschland	7,38	11,08	13,77	17,07	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	11,97
Alle Bioenergie-Regionen	10,10	8,72	13,41	16,85	12,89	9,56	19,93	12,31	k.A.	43,53	k.A.	54,56

Hinweis: Die Auswertung der aggregierten Werte ist Kapitel 6.1.1 zu entnehmen.

Quelle: Zwischenberichte und Endberichte der 25 Wettbewerbsregionen, die im Rahmen der Berichtspflicht an die Geschäftsstelle übermittelt wurden.

A 6 Entwicklung des Anteils der Bioenergie am regionalen Energieverbrauch

Hinweis: Die aggregierte Auswertung ist in Kapitel 6.2.1 zu finden.

Anteil der Bioenergie am Gesamtenergieverbrauch. * Inkonsistente Datengrundlage, ** Strombedarf nur privater Haushalte
Eigene Darstellung ; Datengrundlage: Zwischenberichte und Endberichte der 25 Wettbewerbsregionen

Region	Stromanteil			Wärmeanteil			Kraftstoffanteil		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Achtental	6,0%	13,0%	3,0%	9,5%	22,0%	34,8%	k.A.	k.A.	k.A.
Altmark *	k.A.	k.A.	100,0%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Bayreuth **	19,0%	20,0%	20,0%	9,0%	9,0%	7,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Bodensee	5,0%	3,0%	4,0%	2,0%	k.A.	6,0%	k.A.	k.A.	k.A.
Burg-St. Michaelisdonn	7,0%	8,0%	14,0%	0,0%	0,0%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Cochem-Zell	6,0%	5,9%	5,9%	2,0%	4,3%	4,3%	k.A.	k.A.	k.A.
Eifel	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Hohenl.-Odenw.-Tauber	k.A.	k.A.	6,4%	k.A.	k.A.	16,5%	k.A.	k.A.	0,0%
Höxter *	k.A.	143,0%	38,0%	k.A.	16,2%	30,0%	k.A.	k.A.	k.A.
Jena-Saale	20,0%	45,7%	35,0%	21,0%	50,0%	41,0%	k.A.	k.A.	k.A.
Ludwigsfelde	16,8%	33,0%	33,0%	15,2%	19,0%	19,0%	k.A.	k.A.	k.A.
Märkisch-Oderland	k.A.	k.A.	16,0%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Mecklenb. Seenplatte *	54,2%	k.A.	25,7%	k.A.	k.A.	8,8%	61,4%	k.A.	32,0%
Mittelhessen *	0,0%	5,6%	6,2%	13,0%	1,1%	6,0%	k.A.	k.A.	k.A.
naturkraft-region	2,1%	k.A.	4,0%	k.A.	k.A.	12,0%	k.A.	k.A.	k.A.
Nordfriesland Nord	69,0%	76,0%	k.A.	16,0%	34,0%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Oberberg-RheinErft *	k.A.	4,5%	4,8%	k.A.	k.A.	1,1%	k.A.	k.A.	k.A.
Oberland	3,0%	2,3%	2,3%	k.A.	1,8%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Rügen *	k.A.	5,0%	14,0%	5,0%	k.A.	11,0%	k.A.	k.A.	k.A.
Sächs. Schweiz-Osterzgeb.	7,5%	1,7%	3,0%	8,0%	5,0%	3,5%	0,0%	k.A.	k.A.
Straubing-Bogen *	22,7%	6,3%	0,0%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Südoldenburg	39,0%	45,0%	32,0%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Thüringer Vogtland	18,0%	k.A.	21,0%	19,0%	k.A.	19,5%	7,0%	k.A.	3,0%
Wendland-Elbetal *	19,3%	25,0%	37,3%	18,0%	8,0%	6,0%	2,0%	k.A.	0,8%
Weserbergland	14,1%	15,8%	18,7%	3,9%	4,4%	4,8%	k.A.	k.A.	k.A.

A 7 Vergleich der Ergebnisse zur Strom- und Wärmeerzeugung zwischen Angaben des Regionalmanagements und der Berechnung durch das DBFZ auf Grundlage des regionalen Anlagenbestandes für das Jahr 2011.

Hinweis: Die angegebenen Energiemengen beziehen sich jeweils auf den gesamten Anlagenbestand in den Bioenergie-Regionen, unabhängig von der Netzwerkzugehörigkeit des Anlagenbetreibers. Das methodische Vorgehen zur Berechnung ist in Kapitel 4.3.4 beschrieben. Eine Auswertung der aggregierten Ergebnisse findet in Kapitel 6.2.3 statt, wo auch Hintergründe zu möglichen Abweichungen zwischen den Daten genannt werden.

Region	Stromerzeugung [MWh _{el}]		Wärmeerzeugung [MWh _{th}]	
	laut reg. Berichtslegung	Berechnet**	laut reg. Berichtslegung	Berechnet**
Achental	3.485	5.202 6.623 8.045	105.409	15.561 32.405 51.239
Altmark	1.141.108	550.781 880.702 1.210.623	400.000	155.614 598.795 1.308.931
Bayreuth	75.000	67.257 86.213 105.169	280.000	22.743 62.183 114.910
Bodensee	152.000	99.308 126.935 154.562	400.000	54.652 131.762 228.641
Cochem-Zell	24.320	25.270 36.805 48.340	70.852	20.473 63.005 126.699
Eifel	-	132.991 169.339 205.687	-	30.958 96.568 186.712
Hohenl.-Odenw.-Tauber	186.000	122.829 183.755 244.682	1.039.000	36.861 130.148 275.779
Höxter	334.612	72.447 101.581 130.716	390.378	59.653 155.917 288.734
Jena-Saale	173.000	86.597 134.105 181.613	636.000	47.203 181.978 400.692
Ludwigsfelde*	26.467	16.647 23.274 29.901	81.500	2.956 13.003 30.087
Märkisch-Oderland	92.460	90.692 116.914 143.136	119.900	22.137 65.250 125.596

Region	Stromerzeugung [MWh _{el}]		Wärmeerzeugung [MWh _{th}]	
	laut reg. Berichtslegung	Berechnet**	laut reg. Berichtslegung	Berechnet**
Mecklenb. Seenplatte	309.910	896.920 1.183.498 1.470.076	295.050	81.496 283.184 597.164
Mittelhessen	74.805	45.921 76.410 106.899	-	48.766 118.092 210.402
naturkraft-region	-	60.780 77.392 94.004	-	29.362 69.293 118.201
Nordfriesland Nord	235.265	154.174 196.312 238.450	-	40.595 123.198 235.772
Oberberg- RheinErft	52.174	40.607 51.706 62.805	20.000	22.854 55.335 95.699
Oberland	20.891	22.023 33.790 45.557	-	20.664 52.368 95.163
Rügen	43.800	31.739 43.326 54.914	102.822	7.759 24.585 48.573
Sächs. Schweiz- Osterzgeb.	29.396	24.145 30.744 37.343	130.860	6.229 19.430 37.567
Burg-St. Michaelisdonn	9.000	5.737 7.305 8.873	-	-
Straubing-Bogen	-	40.940 52.727 64.513	-	48.826 120.823 211.331
Süddoldenburg*	703.646	451.912 584.395 716.878	1.130.293	145.725 461.659 901.882
Thüringer Vogtland	223.333	131.133 166.973 202.814	574.167	27.416 85.519 165.349
Wendland-Elbetal	-	67.326 85.727 104.128	-	11.478 34.579 65.991
Weserbergland	579.425	343.904 500.682 657.461	390.334	68.748 219.415 434.841

* keine vollständigen Daten vorliegend

** oberer / unterer Wert: obere / untere berechnete Spanne; mittlerer Wert: Mittelwert

Quelle: Zwischenberichte und Endberichte der 25 Wettbewerbsregionen; Indikatorool

A 8 Herkunft der in den Bioenergieanlagen der Bioenergie-Regionen eingesetzten Rohstoffe

Hinweis: Der verwertbare Stichprobenumfang liegt überwiegend unter 10 Anlagen. Die Tabellenwerte erlauben daher keinen repräsentativen Vergleich zwischen den Regionen. Methodische Hintergründe zur Stoffstrombefragung befinden sich in Kapitel 4.3.3. Die Ergebnisse zur Regionalität der Rohstoffe sind in Kapitel 6.5.2 aggregiert dargestellt.

Region	Ursprung	Biogasanlagen (t FM)			Heizwerke (t atro)			Heizkraftwerke (t atro)		
		2008	2010	2011	2008	2010	2011	2008	2010	2011
Achtal	Eigenproduktion	0%	0%	0%	-	-	-	-	-	-
	regional	20%	0%	0%	k.A.	41%	0%	k.A.	k.A.	k.A.
	überregional	80%	0%	0%	k.A.	59%	0%	k.A.	k.A.	k.A.
	unbekannt	0%	100%	100%	k.A.	0%	100%	k.A.	k.A.	k.A.
Altmark	Eigenproduktion	0%	0%	67%	-	-	-	-	-	-
	regional	100%	100%	28%	100%	100%	100%	k.A.	k.A.	k.A.
	überregional	0%	0%	2%	0%	0%	0%	k.A.	k.A.	k.A.
	unbekannt	0%	0%	3%	0%	0%	0%	k.A.	k.A.	k.A.
Bayreuth	Eigenproduktion	61%	43%	52%	-	-	-	-	-	-
	regional	24%	28%	33%	9%	81%	84%	k.A.	k.A.	k.A.
	überregional	15%	14%	2%	91%	16%	16%	k.A.	k.A.	k.A.
	unbekannt	0%	16%	14%	0%	3%	0%	k.A.	k.A.	k.A.
Bodensee	Eigenproduktion	52%	54%	48%	-	-	-	-	-	-
	regional	48%	24%	21%	100%	72%	94%	k.A.	k.A.	100%
	überregional	0%	7%	1%	0%	0%	6%	k.A.	k.A.	0%
	unbekannt	0%	14%	30%	0%	28%	0%	k.A.	k.A.	0%
Burg-St. Michaelisdonn	Eigenproduktion	0%	k.A.	0%	-	-	-	-	-	-
	regional	0%	k.A.	0%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	überregional	81%	k.A.	0%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	unbekannt	19%	k.A.	100%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.

Region	Ursprung	Biogasanlagen (t FM)			Heizwerke (t atro)			Heizkraftwerke (t atro)		
		2008	2010	2011	2008	2010	2011	2008	2010	2011
Cochem-Zell	Eigenproduktion	68%	56%	72%	-	-	-	-	-	-
	regional	12%	38%	9%	100%	77%	71%	k.A.	k.A.	k.A.
	überregional	20%	0%	13%	0%	23%	29%	k.A.	k.A.	k.A.
	unbekannt	0%	6%	6%	0%	0%	0%	k.A.	k.A.	k.A.
Eifel	Eigenproduktion	84%	71%	60%	-	-	-	-	-	-
	regional	16%	13%	26%	100%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	überregional	0%	5%	5%	0%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	unbekannt	0%	11%	10%	0%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Hohenl.- Odenw.-Tauber	Eigenproduktion	25%	1%	27%	-	-	-	-	-	-
	regional	44%	99%	47%	56%	66%	17%	80%	k.A.	k.A.
	überregional	31%	0%	2%	44%	30%	34%	20%	k.A.	k.A.
	unbekannt	0%	0%	23%	0%	4%	49%	0%	k.A.	k.A.
Höxter	Eigenproduktion	50%	64%	38%	-	-	-	-	-	-
	regional	8%	30%	52%	87%	47%	0%	k.A.	k.A.	k.A.
	überregional	31%	6%	9%	13%	53%	0%	k.A.	k.A.	k.A.
	unbekannt	11%	0%	1%	0%	0%	100%	k.A.	k.A.	k.A.
Jena-Saale	Eigenproduktion	84%	66%	73%	-	-	-	-	-	-
	regional	0%	33%	27%	100%	84%	12%	k.A.	0%	1%
	überregional	16%	1%	0%	0%	16%	88%	k.A.	100%	99%
	unbekannt	0%	1%	1%	0%	0%	0%	k.A.	0%	0%

Region	Ursprung	Biogasanlagen (t FM)			Heizwerke (t atro)			Heizkraftwerke (t atro)		
		2008	2010	2011	2008	2010	2011	2008	2010	2011
Nordfriesland Nord	Eigenproduktion	47%	35%	24%	-	-	-	-	-	-
	regional	42%	40%	58%	8%	75%	93%	k.A.	k.A.	k.A.
	überregional	11%	0%	7%	92%	25%	0%	k.A.	k.A.	k.A.
	unbekannt	0%	24%	11%	0%	0%	7%	k.A.	k.A.	k.A.
Oberberg- RheinErf	Eigenproduktion	17%	10%	77%	-	-	-	-	-	-
	regional	43%	90%	10%	93%	33%	75%	k.A.	k.A.	k.A.
	überregional	41%	0%	3%	7%	26%	20%	k.A.	k.A.	k.A.
	unbekannt	0%	0%	9%	0%	41%	5%	k.A.	k.A.	k.A.
Oberland	Eigenproduktion	k.A.	k.A.	k.A.	-	-	-	-	-	-
	regional	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	100%	100%	100%	52%	k.A.
	überregional	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0%	0%	0%	0%	k.A.
	unbekannt	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0%	0%	0%	48%	k.A.
Rügen	Eigenproduktion	46%	0%	0%	-	-	-	-	-	-
	regional	53%	93%	94%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	überregional	1%	6%	6%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	unbekannt	0%	1%	0%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
Sächs. Schweiz- Osterzgeb.	Eigenproduktion	100%	96%	100%	-	-	-	-	-	-
	regional	0%	0%	0%	k.A.	100%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	überregional	0%	0%	0%	k.A.	0%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	unbekannt	0%	4%	0%	k.A.	0%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.

Region	Ursprung	Biogasanlagen (t FM)			Heizwerke (t atro)			Heizkraftwerke (t atro)		
		2008	2010	2011	2008	2010	2011	2008	2010	2011
Ludwigfelde	Eigenproduktion	k.A.	90%	86%	-	-	-	-	-	-
	regional	k.A.	4%	14%	k.A.	k.A.	0%	k.A.	0%	k.A.
	überregional	k.A.	5%	0%	k.A.	k.A.	0%	k.A.	100%	k.A.
	unbekannt	k.A.	0%	0%	k.A.	k.A.	100%	k.A.	0%	k.A.
Märkisch-Oderland	Eigenproduktion	k.A.	k.A.	k.A.	-	-	-	-	-	-
	regional	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	100%	64%	k.A.	k.A.	k.A.
	überregional	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0%	0%	k.A.	k.A.	k.A.
	unbekannt	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0%	36%	k.A.	k.A.	k.A.
Mecklenb. Seenplatte	Eigenproduktion	k.A.	0%	59%	-	-	-	-	-	-
	regional	k.A.	100%	41%	k.A.	k.A.	k.A.	0%	35%	35%
	überregional	k.A.	0%	0%	k.A.	k.A.	k.A.	100%	65%	65%
	unbekannt	k.A.	0%	0%	k.A.	k.A.	k.A.	0%	0%	0%
Mittelhessen	Eigenproduktion	k.A.	55%	57%	-	-	-	-	-	-
	regional	k.A.	36%	29%	99%	91%	98%	k.A.	k.A.	k.A.
	überregional	k.A.	9%	12%	1%	9%	0%	k.A.	k.A.	k.A.
	unbekannt	k.A.	0%	1%	0%	0%	2%	k.A.	k.A.	k.A.
naturkraft-region	Eigenproduktion	92%	26%	25%	-	-	-	-	-	-
	regional	8%	18%	75%	77%	15%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	überregional	0%	10%	0%	23%	0%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	unbekannt	0%	46%	0%	0%	85%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.

Region	Ursprung	Biogasanlagen (t FM)			Heizwerke (t atro)			Heizkraftwerke (t atro)		
		2008	2010	2011	2008	2010	2011	2008	2010	2011
Straubing-Bogen	Eigenproduktion	55%	20%	44%	-	-	-	-	-	-
	regional	44%	76%	42%	100%	k.A.	100%	k.A.	k.A.	k.A.
	überregional	1%	4%	3%	0%	k.A.	0%	k.A.	k.A.	k.A.
	unbekannt	0%	0%	10%	0%	k.A.	0%	k.A.	k.A.	k.A.
Süüdoldenburg	Eigenproduktion	k.A.	40%	26%	-	-	-	-	-	-
	regional	k.A.	51%	18%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	80%
	überregional	k.A.	9%	3%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	20%
	unbekannt	k.A.	0%	53%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	0%
Thüringer Vogtland	Eigenproduktion	99%	73%	85%	-	-	-	-	-	-
	regional	0%	7%	7%	k.A.	0%	95%	100%	100%	100%
	überregional	1%	0%	2%	k.A.	0%	5%	0%	0%	0%
	unbekannt	0%	20%	5%	k.A.	100%	0%	0%	0%	0%
Wendland-Elbetal	Eigenproduktion	64%	35%	59%	-	-	-	-	-	-
	regional	33%	54%	36%	100%	100%	100%	k.A.	k.A.	k.A.
	überregional	3%	5%	5%	0%	0%	0%	k.A.	k.A.	k.A.
	unbekannt	0%	6%	0%	0%	0%	0%	k.A.	k.A.	k.A.
Weserbergland	Eigenproduktion	12%	60%	42%	-	-	-	-	-	-
	regional	38%	26%	34%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	überregional	50%	8%	7%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	unbekannt	0%	7%	17%	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.

Datengrundlage: Stoffstromerhebungen in den Bioenergie-Regionen

[-] Bei Heizwerken und Heizkraftwerken ist die Kategorie „Eigenproduktion“ nicht relevant.

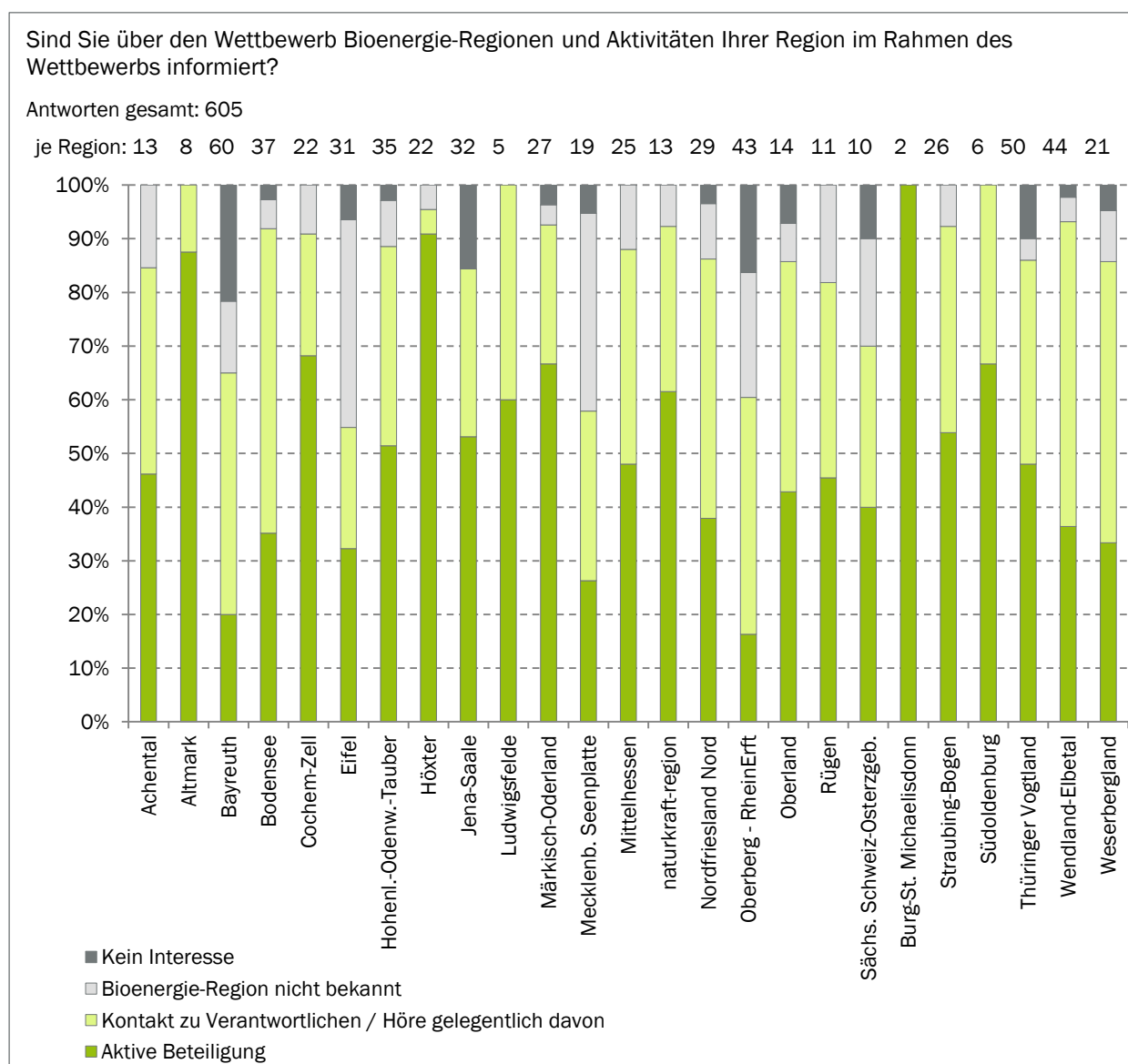
[k.A.] keine Angaben vorliegend. In der Region gibt es keine netzwerkzugehörige Anlage oder Teilnahme an Befragung.

A 9 Die Beteiligung der Akteure in ihrer Bioenergie-Region

Hinweis: Methodische Hintergründe zur Stoffstrombefragung befinden sich in Kapitel 4.3.3. Die Ergebnisse zur Beteiligung der Akteure im Verlauf der Wettbewerbslaufzeit sind in Kapitel 6.7.2 aggregiert dargestellt.

Regionale Anteile an den vorgegebenen Antwortoptionen. Summe der Antworten aus allen drei Stoffstrombefragungen.

Eigene Darstellung DBFZ; Datengrundlage: Stoffstrombefragungen 2009/10; 2011; 2012



A 10 Treibhausgasbilanzen ausgewählter Bioenergiepfade

A 10.1 THG-Emissionen für die Nutzung von Biogas in einer KWK-Anwendung vor Ort, aufgeschlüsselt nach Prozesskette und angewandten Gutschriften.

Hinweis: Die Methodik und Quellen für die Berechnung von THG-Emissionen sind in Kapitel 4.3.5.1 beschrieben. In Kapitel 8.1 sind die Treibhausgasbilanzen der ausgewählten Bioenergiepfade dargestellt.

Prozess	200 kW [g CO ₂ -Äq. kWh _{el} ⁻¹]	250 kW [g CO ₂ -Äq. kWh _{el} ⁻¹]	500 kW [g CO ₂ -Äq. kWh _{el} ⁻¹]	750 kW [g CO ₂ -Äq. kWh _{el} ⁻¹]
GS Gärrestausbringung	-91,8	-177,5	-26,3	-107,5
GS Güllemaagement	-25,5	-85,3	-111,8	-18,8
Hilfsstoffe BGA	0,0	0,0	0,0	0,0
Aufbereitung, ES und Nutzung ³⁵	0,0	0,0	0,0	0,0
Emissionen BGA	47,5	72,8	65,0	45,0
Prozessenergie	27,8	44,8	37,5	30,6
Bereitstellung Gülle	2,0	6,6	2,0	0,0
Anbau Energiepflanzen	299,7	376,2	375,0	277,2
Summe (gerundet)	260	238	342	226

³⁵ Die direkten Kohlendioxidemissionen aus der Verbrennung des Biomethans werden in der Bilanzierung nicht berücksichtigt. Ebenso die Kohlenstoffspeicherung in der Biomasse.

A 10.2 THG-Emissionen für die Nutzung von Biomethan in einer KWK-Anwendung nach Einspeisung bzw. der Aufbereitung zu Biomethan und anschließenden Nutzung in einem KWK-Konzept, aufgeschlüsselt nach Prozesskette und angewandten Gutschriften.³⁶

Hinweis: Die Methodik und Quellen für die Berechnung von THG-Emissionen sind in Kapitel 4.3.5.1 beschrieben. In Kapitel 8.1 sind die Treibhausgasbilanzen der ausgewählten Bioenergiepfade dargestellt.

Prozess	200 kW	250 kW	500 kW	750 kW
	[g CO ₂ -Äq. kWh _{el} ⁻¹]	[g CO ₂ -Äq. kWh _{el} ⁻¹]	[g CO ₂ -Äq. kWh _{el} ⁻¹]	[g CO ₂ -Äq. kWh _{el} ⁻¹]
GS Gärrestausbringung	-84,8	-115,1	-74,5	-102,2
GS Güllemanagement	-23,6	-55,3	-17,5	-17,9
Hilfsstoffe BGA	0,0	0,0	0,0	0,0
Aufbereitung, ES und Nutzung ³⁷	50,7	49,9	50,9	50,8
Emissionen BGA	32,1	35,4	31,4	30,9
Prozessenergie	19,2	21,8	18,7	21,8
Bereitstellung Gülle	2,4	5,7	1,3	1,7
Anbau Energiepflanzen	276,9	243,9	249,8	263,5
Summe (gerundet)	273	186	260	249

³⁶ Bei der Option „KWK dezentral“ ändern sich die Stoffstrommengen im Vergleich zu der Anlage KWK vor Ort. Deshalb ändern sich auch die erzielten THG-Emissionen bzw. Gutschriften.

³⁷ Die direkten Kohlendioxidemissionen aus der Verbrennung des Biomethans werden in der Bilanzierung nicht berücksichtigt. Ebenso die Kohlenstoffspeicherung in der Biomasse.

A 10.3 Sensitivitäten der THG-Emissionen der KWK vor Ort im Vergleich zu den Referenzsystemen, aufgeschlüsselt nach Prozesskette und angewandten Gutschriften.

Hinweis: Die Methodik und Quellen für die Berechnung von THG-Emissionen sind in Kapitel 4.3.5.1 beschrieben. In Kapitel 8.1 sind die Treibhausgasbilanzen der ausgewählten Bioenergiepfade dargestellt.

Prozess	Basisszenario	Wärmenutzung 70%	Wärmenutzung 30%	Wärmenutzung 0%	Doppelte Transportentfernungen	Kleinere Methanemissionen
	[g CO ₂ -Äq. kWh _{el} ⁻¹]	[g CO ₂ -Äq. kWh _{el} ⁻¹]	[g CO ₂ -Äq. kWh _{el} ⁻¹]	[g CO ₂ -Äq. kWh _{el} ⁻¹]	[g CO ₂ -Äq. kWh _{el} ⁻¹]	[g CO ₂ -Äq. kWh _{el} ⁻¹]
GS Gärrestausbringung	-91,8	-106,6	-136,0	-171,3	-91,8	-91,8
GS Güllemaangement	-25,5	-29,6	-37,8	-47,6	-25,5	-25,5
Hilfsstoffe BGA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Emissionen BGA	47,5	55,2	70,4	88,7	54,4	28,3
Prozessenergie	27,8	32,3	41,1	51,8	27,8	27,8
Bereitstellung Gülle	2,0	2,3	2,9	3,7	3,9	2,0
Anbau Energiepflanzen	299,7	348,2	443,9	559,2	302,2	299,7
Summe (gerundet)	260	302	385	484	271	240

A 10.4 THG Emissionen der Kraftstoffe, aufgeschlüsselt nach Prozesskette und angewandten Gutschriften.

Hinweis: Die Methodik und Quellen für die Berechnung von THG-Emissionen sind in Kapitel 4.3.5.1 beschrieben. In Kapitel 8.1 sind die Treibhausgasbilanzen der ausgewählten Bioenergiepfade dargestellt.

Prozess	200 kW [g CO ₂ -Äq. MJ _{KST} ⁻¹]	250 kW [g CO ₂ -Äq. MJ _{KST} ⁻¹]	500 kW [g CO ₂ -Äq. MJ _{KST} ⁻¹]	750 kW [g CO ₂ -Äq. MJ _{KST} ⁻¹]
GS Gärrestausrückführung	-20,5	-27,8	-18,0	-24,7
GS Gülle-Management	-5,7	-13,4	-4,2	-4,3
Hilfsstoffe BGA	0,0	0,0	0,0	0,0
Aufbereitung, ES und Nutzung ³⁸	13,5	13,3	13,6	13,5
Emissionen BGA	7,8	8,5	7,6	7,5
Prozessenergie	4,7	5,3	4,5	5,3
Bereitstellung Gülle	0,6	1,4	0,3	0,4
Anbau Energiepflanzen	66,9	58,9	60,4	63,7
Summe (gerundet)	67	46	64	61

³⁸ Die direkten Kohlendioxidemissionen aus der Verbrennung des Biomethans werden in der Bilanzierung nicht berücksichtigt. Ebenso die Kohlenstoffspeicherung in der Biomasse.

A 10.5 THG Emissionen bei der Nutzung von Biogas zur Wärmeerzeugung, aufgeschlüsselt nach Prozesskette und angewandten Gutschriften.

Hinweis: Die Methodik und Quellen für die Berechnung von THG-Emissionen sind in Kapitel 4.3.5.1 beschrieben. In Kapitel 8.1 sind die Treibhausgasbilanzen der ausgewählten Bioenergiepfade dargestellt.

Prozess	200 kW	250 kW	500 kW	750 kW
	[g CO ₂ -Äq. MJ _{KST} ⁻¹]	[g CO ₂ -Äq. MJ _{KST} ⁻¹]	[g CO ₂ -Äq. MJ _{KST} ⁻¹]	[g CO ₂ -Äq. MJ _{KST} ⁻¹]
GS Gärrestausrückführung	-19,9	-27,0	-17,5	-24,0
GS Gülle-Management	-5,5	-13,0	-4,1	-4,2
Hilfsstoffe BGA	0,0	0,0	0,0	0,0
Aufbereitung, ES und Nutzung ³⁹	11,9	11,7	11,9	11,9
Emissionen BGA	7,5	8,3	7,4	7,2
Prozessenergie	4,5	5,1	4,4	5,1
Bereitstellung Gülle	0,6	1,3	0,3	0,4
Anbau Energiepflanzen	65,0	57,2	58,6	61,8
Summe (gerundet)	64	44	61	58

A 10.6 THG-Emissionen für die Nutzung von Festbrennstoffen zur Wärmeerzeugung, aufgeschlüsselt nach Prozesskette und angewandten Gutschriften.

Prozess	Holzpellets 500 kW	WRH 650 kW
	[g CO ₂ -Äq. MJ _{Wärme} ⁻¹]	[g CO ₂ -Äq. MJ _{Wärme} ⁻¹]
Konversion	1,8	1,1
Transport	0,1	0,4
Bereitstellung	10,0	5,6
Summe (gerundet)	12	7

³⁹ Die direkten Kohlendioxidemissionen aus der Verbrennung des Biomethans werden in der Bilanzierung nicht berücksichtigt. Ebenso die Kohlenstoffspeicherung in der Biomasse.

Bisher erschienene Reports

DBFZ Report Nr. 1

Bewertung und Minderung von Feinstaubemissionen aus häuslichen Holzfeuerungsanlagen

DBFZ Report Nr. 2

Methodische Vorgehensweise zur Standortidentifikation und Planung der Biomassebereitstellung für Konversionsanlagen am Beispiel von Bio-SNG-Produktionsanlagen

DBFZ Report Nr. 3

Feinstaubminderung im Betrieb von Scheitholzheizkaminöfen unter Berücksichtigung der toxikologischen Relevanz
Autor: Volker Lenz

DBFZ Report Nr. 4

Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung der Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der Biomassenutzung

DBFZ Report Nr. 5

Optimierung und Bewertung von Anlagen zur Erzeugung von Methan, Strom und Wärme aus biogenen Festbrennstoffen

DBFZ Report Nr. 6

Katalytisch unterstützte Minderung von Emissionen aus Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen

DBFZ Report Nr. 7

Final Report - Global and Regional Spatial Distribution of Biomass Potentials - Status quo and options for specification -

DBFZ Report Nr. 8 - Kompakt -

Sammelband

DBFZ Report Nr. 9

Analyse und Bewertung ausgewählter zukünftiger Biokraftstoffoptionen auf der Basis fester Biomasse

DBFZ Report Nr. 10

Ermittlung des Verbrauchs biogener Festbrennstoffe im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD-Sektor) - Endbericht

DBFZ Report Nr. 11

Monitoring Biokraftstoffsektor

DBFZ Report Nr. 12

Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse

DBFZ Report Nr. 13

Basisinformationen für eine nachhaltige Nutzung von landwirtschaftlichen Reststoffen zur Bioenergiebereitstellung

DBFZ Report Nr. 14

Holzpelletbereitstellung für Kleinfeuerungsanlagen

DBFZ Report Nr. 15

Politics and Economics of Ethanol and Biodiesel Production and Consumption in Brazil

DBFZ Report Nr. 16

Algae biorefinery - material and energy use of algae

DBFZ Report Nr. 17

Grünlandenergie Havelland - Entwicklung von übertragbaren Konzepten zur naturverträglichen energetischen Nutzung von Gras und Schilf am Beispiel der Region Havelland

DBFZ-Report Nr. 18

Kleintechnische Biomassevergasung - Option für eine nachhaltige und dezentrale Energieversorgung

DBFZ-Report Nr. 19

Hy-NOW - Evaluierung der Verfahren und Technologien für die Bereitstellung von Wasserstoff auf Basis von Biomasse

DBFZ-Report Nr. 20

KlimaCH₄ - Klimaeffekte von Biomethan

DBFZ-Report Nr. 21

Entwicklung der Förderung der Stromerzeugung aus Biomasse im Rahmen des EEG

DBFZ-Report Nr. 22 (in Bearbeitung)

Die Biokraftstoffproduktion in Deutschland - Stand der Technik und Optimierungsansätze



**DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH**
Torgauer Straße 116
04347 Leipzig
Tel.: +49 (0)341 2434-112
Fax: +49 (0)341 2434-133
info@dbfz.de

www.dbfz.de