

# Materialband: P

## Volkswirtschaftliche Aspekte der Biogasbereitstellung und -nutzung

Im Rahmen des BMU-Forschungsvorhabens „Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland“, FKZ: 0327544

*Uwe R. Fritsche<sup>1</sup>, Katja Hünecke<sup>1</sup>, Lothar Rausch<sup>1</sup>*

### Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung und Zielsetzung</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Methodik und Daten zur Analyse von Beschäftigungseffekten</b> .....	<b>3</b>
2.1	Detaillierung und Ergänzung der Methodik.....	3
2.2	Der „Budget“-Effekt.....	5
<b>3</b>	<b>Modellierung in GEMIS</b> .....	<b>7</b>
3.1	Beschäftigungseffekte in GEMIS .....	8
3.1.1	Direkte Beschäftigungseffekte .....	8
3.1.2	Indirekte Beschäftigungseffekte.....	8
3.1.3	Hybride Modellierung der Gesamtbeschäftigungseffekte .....	8
3.2	Externe Kosten in GEMIS 4.5.....	10
<b>4</b>	<b>Prozesse und Szenarien für Biogas</b> .....	<b>11</b>
<b>5</b>	<b>Ergebnisse der Berechnungen mit GEMIS</b> .....	<b>12</b>
5.1	Beschäftigungseffekte durch Biogasstrom .....	12
5.2	Effekte durch vermiedene Externe Kosten .....	15
5.3	Effekte durch die Lohnsteuer und Sozialabgaben .....	16
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung des zusätzlichen volkswirtschaftlichen Nutzens durch Biogasstrom und Perspektiven</b> .....	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>Forschungspartner und Adressen</b> .....	<b>19</b>

---

<sup>1</sup> Öko-Institut, Büro Darmstadt; Kontaktdaten s. Kapitel 8

# 1 Einleitung und Zielsetzung

Im Rahmen des BMU-geförderten Verbundvorhabens „*Optimierung für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und –nutzung in Deutschland*“ oblag dem Öko-Institut die Bearbeitung des Fragenkomplexes zur Quantifizierung der direkten und indirekten Beschäftigungseffekte der Biogasbereitstellung und -nutzung für die Gesamtpfade sowie Darstellung der Netto-Effekte.

Des Weiteren waren die Problematik des „Budget“-Effekts in Bezug auf die Nettobilanzen zu diskutieren und ergänzend volkswirtschaftliche Effekte (u.a. externe Kosten und Nutzen) darzustellen.

Im Rahmen der Projektarbeiten wurden volkswirtschaftliche Aspekte durch Berechnung der direkten und indirekten Beschäftigungseffekte quantifiziert. Daran schloss sich eine Aktualisierung der Szenario-Daten sowie die Einbindung der stoffstromfähigen Daten in GEMIS mit den dazugehörigen Daten-Validierungen an.

Hierzu wurden unter Mithilfe des Instituts für Energetik und Umwelt Leipzig (IE) die Kostendaten für neu hinzugekommene Biogas-Prozesse aktualisiert.

Ziel der Analyse war es, die bereits vorhandenen wirtschaftlichen Kenngrößen aus dem abgeschlossenen BMU- Projekt „Stoffstromanalyse zur nachhaltigen Nutzung von Biomasse“ (Fritsche u.a. 2004) mit Hilfe von Praxisdaten und Erkenntnissen aus der Literatur für den Teilbereich Biogas fortzuschreiben bzw. zu ergänzen.

Die Aktualisierung der Datenbasis und der volkswirtschaftlichen Kenndaten wurden in die GEMIS-Version 4.5 aufgenommen und parallel für das vom Umweltbundesamt unterhaltene Internet-Portal ProBas (Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagementinstrumente, siehe [www.probas.umweltbundesamt.de](http://www.probas.umweltbundesamt.de)) aufbereitet und stehen damit der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung.

Das vorliegende Arbeitspapier beschreibt die methodischen Hintergründe der Aktualisierung und Ergänzungen (Kapitel 2) sowie die Modellierung mit GEMIS (Kapitel 3) und die zugehörigen Datenaktualisierungen (Kapitel 4).

Im Kapitel 5 werden die wichtigsten quantitativen Ergebnisse dargestellt und Kapitel 6 umfasst wesentliche Schlussfolgerungen aus den Arbeiten.

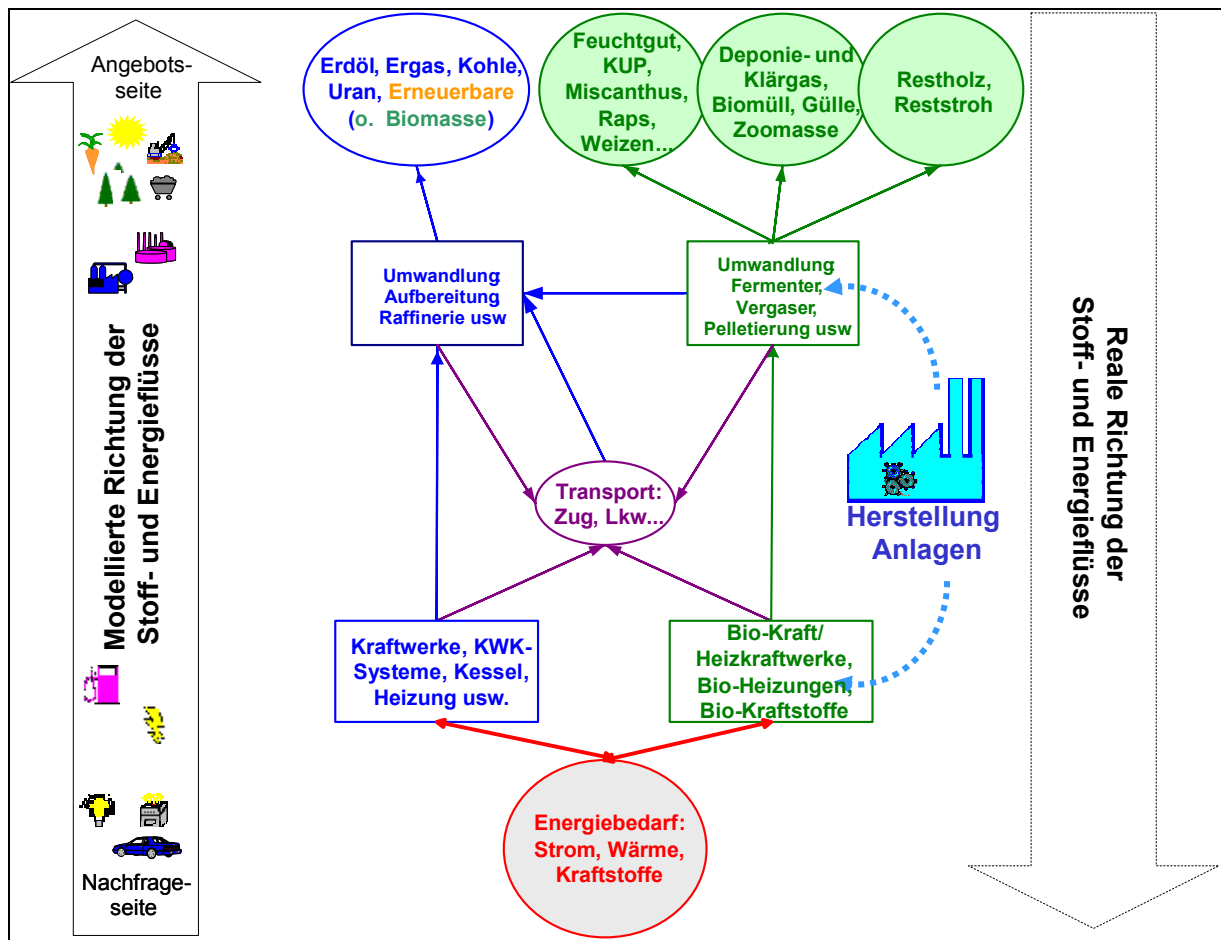
## 2 Methodik und Daten zur Analyse von Beschäftigungseffekten

### 2.1 Detaillierung und Ergänzung der Methodik

Die Beschäftigungsfragen wurden auf Basis der Methodik und Datenbasis des BMU-geförderten Verbundvorhabens „Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse“ (Fritsche u.a. 2004) für ausgewählte Biogastechnologien behandelt.<sup>2</sup>

Dabei wurde die sog. *Stoffstromanalyse* als methodische Grundlage gewählt, bei der die Nachfrage nach Produkten und Dienstleistungen (z.B. Raumwärme, Strom) über alle vorgelegten Prozessstufen bis zur Primärenergiebereitstellung bilanziert und dabei auch die Herstellung der notwendigen Anlagen sowie Hilfsenergie- und Hilfsstoffeinsätze sowie Transporte einbezogen werden (vgl. Bild 1).

Bild 1 Der Ansatz der Stoffstromanalyse im Bereich Biomasse



Quelle: Fritsche u.a. 2004

Die Stoffstromanalyse modelliert – entgegen der Richtung der realen Flüsse – von der Nachfrage bis zu den Ressourcen und kann mit diesem „bottom-up“-Ansatz eine vollständige Er-

<sup>2</sup> Biogas ist nach Aufbereitung auch als Kraftstoff nutzbar, dies wurde hier jedoch nicht weiter untersucht.

klärung aller Effekte leisten. Zudem lässt sich damit relativ einfach auch die Konsequenz von geänderten – z.B. technologisch verbesserten – Prozessketten bestimmen.

Die datenseitige Erfassung und Bilanzierung erfolgt auf Grundlage des Computermodells GEMIS, das für Lebenswegbetrachtungen und Stoffstromanalysen einen breiten Datenhintergrund bietet und auch alle notwendigen Berechnungen integriert bereitstellt (vgl. näher Kapitel 3)<sup>3</sup>.

Zur Quantifizierung der direkten und indirekten Beschäftigungseffekte der Biogasbereitstellung und -nutzung für die Gesamtpfade wurde die zugrunde gelegte Datenbasis aktualisiert (vgl. Kapitel 4).

Die in Fritsche u.a. (2004) mit Hilfe der **Input-Output-Analyse** berechneten Beschäftigungseffekte von Bioenergiesystemen wurden nun auf das Basisjahr 2004 aktualisiert und hierzu auf die vom Statistischen Bundesamt im Rahmen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) veröffentlichten aktuellsten Input-Output-Tabellen für Deutschland abgestellt (DETATIS 2007)<sup>4</sup>.

Mit Hilfe der Input-Output-Tabellen werden unmittelbar die direkten Verflechtungen der einzelnen Produktionsbereiche in einer Volkswirtschaft dargestellt. Ziel der Arbeiten im Vorhaben war es, bezogen auf die für den Bereich **Biogas** relevanten Sektoren auch die **indirekten** Verflechtungen zu berechnen und daraus die mittelbaren (indirekten) Beschäftigungseffekte zu erfassen. Im Ergebnis werden die direkten und indirekten Beschäftigungseffekte bei einer Nachfrage von 1 Million € dargestellt.

Bei I-O-Modellen wird von folgenden Annahmen ausgegangen (Haslinger 1992, S. 119):

- Es existiert keine Kuppelproduktion, d.h. jeder Produktionsbereich produziert nur ein bestimmtes Gut. Damit besteht eine umkehrbar eindeutige Beziehung zwischen Produktionsbereich und Gütern.
- Es wird von konstanten Skalenerträgen ausgegangen.
- Es besteht Einheitlichkeit der Preise, d.h. für alle Verwendungen wird das Gut zum selben Preis veräußert.
- Es besteht keine Substitutionsmöglichkeit, daher gibt es keine Möglichkeit durch den vermehrten Einsatz eines Inputs ein anderes zu ersetzen, ohne dass das Output verändert wird.

Mit Hilfe der Bildung inverser Koeffizienten wird untersucht, wie viel Produktionswerte von jedem der Bereiche (Gütergruppen) direkt und indirekt sowie inklusive Importe notwendig sind, um für Zwecke der letzten Verwendung Güter im Wert von 1 Million € aus dem Bereich, der durch die Spaltensystematik bezeichnet ist, bereitstellen zu können. Die Matrix der inversen Koeffizienten wird auch als Leontief-Inverse bezeichnet. Die Koeffizienten der Leontief-Inversen geben jeweils den gesamten Produktionsbedarf des jeweiligen Gutes an.

Die inversen Koeffizienten wurden mit der Anzahl der Beschäftigten (Beschäftigtenvektor) multipliziert. Dieser Vektor wurde der Statistik (DETATIS 2007) entnommen. Die Summe der Zeilen gibt den gesamten Beschäftigungsbedarf des Sektors an.

Die Anzahl der Erwerbstätigen wurde von dem jeweiligen Gesamtbedarf subtrahiert. Das Ergebnis ist die Anzahl der indirekt Beschäftigten in diesem Sektor (Erwerbstätige je Mio. €).

---

<sup>3</sup> Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme – siehe [www.gemis.de](http://www.gemis.de)

<sup>4</sup> Die VGR bezieht sich stets auf das Erscheinungsjahr minus 3 Jahre, demzufolge werden es erst im Jahr 2010 Daten für das Jahr 2007 vorliegen.

Die folgende Tabelle zeigt die entsprechenden Ergebnisse, wobei hier Sektoren gewählt wurden, die der Wertschöpfungskette Biogas nahe stehen.

*Tabelle 1 Erwerbstätige im Inland 2004 nach ausgewählten Produktionsbereichen*

CPN	Sektor	Beschäftigte			Beschäftigungswirkung (1000 Personen) bei Nachfrage von 1 Mio. € im Sektor....		
		direkt	indirekt	gesamt	direkt	indirekt	gesamt
1	Erzeugnisse der Landwirtschaft und Jagd	820	486	1.306	16,3	9,7	26,0
2	Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und DL	37	42	79	10,9	12,2	23,1
10	Kohle und Torf	64	48	112	14,6	10,9	25,5
11	Erdöl, Erdgas, DL für Erdöl-, Erdgasgewinnung	5	6	11	1,7	1,9	3,6
27	NE-Metalle und Halbzeug daraus	60	84	144	2,6	3,7	6,3
28	Metallerzeugnisse	801	634	1.435	8,7	6,9	15,6
29	Maschinen	1.029	382	1.411	6,1	2,3	8,4
31	Geräte der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.ä.	433	460	893	5,7	6,0	11,7
40	Elektrizität, Fernwärme, DL der Elektrizitäts- u. Fernwärmeversorgung	160	437	597	2,8	7,7	10,5
40	Gase, DL der Gasversorgung	37	79	116	3,5	7,4	10,8
	<b>Summe ausgewählte Sektoren</b>	<b>3.446</b>	<b>2.657</b>	<b>6.103</b>	<b>72,8</b>	<b>68,6</b>	<b>141,5</b>

Quelle: eigene Berechnung auf Basis von DESTATIS (2007); DL = Dienstleistungen

Mit den o.g. Daten kann nun die Bilanzierung der indirekten Beschäftigungseffekte erfolgen (vgl. Kapitel 3).

## 2.2 Der „Budget“-Effekt

Ein weiterer Diskussionspunkt bezog sich auf den so genannten „Budget“-Effekt in Bezug auf die Netto-Beschäftigungsbilanzen sowie dessen möglichen Einfluss und - davon abgeleitet - auch der Umgang mit weiteren volkswirtschaftlichen Effekten wie z.B. externen Kosten.

Zuerst ist zwischen dem Brutto- und dem Nettoeffekt zu unterscheiden. Der Bruttoeffekt beinhaltet alle Arbeitsplätze, die durch den Bau und den Betrieb von Anlagen entstehen. Der Nettoeffekt hingegen berücksichtigt, dass Arbeitsplätze wegfallen, z.B. durch die Substitution von konventionellen Kraftwerken und dass eine Verlagerung der Wertschöpfung sich auch in anderen, nicht-energetischen Wirtschaftsbereichen auswirken könnte. Dies würde dann zu entsprechend negativen Arbeitsplatzeffekten in anderen Wirtschaftssektoren führen.

Die mit dem Einsatz von erneuerbaren Energien verbundenen positiven/negativen Beschäftigungswirkungen sind eng verknüpft mit einer Vielzahl von wirtschaftlichen Aktivitäten. Diese lösen unterschiedliche Beschäftigungseffekte aus, die sich auf die folgenden Bereiche aufteilen (Gabriel 2004):

- a) Investitionseffekt: Durch die Investition in neue Anlagen für erneuerbare Energien werden Beschäftigungseffekte ausgelöst.
- b) Betriebseffekt: Wartung und Betrieb der Anlage ziehen Beschäftigungseffekte nach sich, und die Nutzung erneuerbarer Energien substituiert bisher genutzte Brennstoffe.

- c) Budgeteffekt: Die mit der Nutzung von erneuerbaren Energien verbundenen Mehrkosten reduzieren andere Ausgaben, d.h. die gesamtwirtschaftlichen Stückkosten steigen an und die privaten Konsumausgaben sinken.
- d) Dynamischer Effekt: Die Förderung erneuerbarer Energien führt zu Marktveränderungen, die sich auch auf die Beschäftigung auswirken.
- e) Außenhandelseffekt: Der Ex-/Import von Anlagen zieht Beschäftigungseffekte nach sich. Andererseits sind Lieferanten konventioneller Energieträger mit verringerten Deviseneinnahmen konfrontiert, so dass Inlandsgüter möglicherweise auch in geringerem Maße nachgefragt werden (internationaler Budgeteffekt).

Die Theorie des Budgeteffektes besagt, dass durch die Förderung von erneuerbaren Energien Mehrkosten verursacht werden, die letzten Endes auf die Verbraucher umgelegt werden. Wenn die Verbraucher mit den Mehrausgaben – z.B. für Strom - weniger Ausgaben in sonstigen Konsumbereichen tätigen, kann von negativen Beschäftigungseffekten außerhalb der Energiewirtschaft und deren Beschäftigungseffekten ausgegangen werden. Der Budgeteffekt hat einen längerfristigen Zeithorizont, so dass kurzfristige Investitionsimpulse auf lange Sicht auf negative Auswirkungen haben können (Staiß 2006).

Genauere Analysen sind nur mit **gesamtwirtschaftlichen** ökonomischen Gleichgewichtsmodellen möglich, mit deren Hilfe die Darstellung von Verflechtungen eines gewählten Sektors sowohl im Hinblick auf seine wirtschaftlichen Aktivitäten als auch bezogen auf Beschäftigungseffekte und seine Wechselwirkungen mit der Gesamtwirtschaft über die Bildung von Preisen und dynamische Rückwirkungen der Preise auf die Kaufkraft und die damit verknüpfte Gesamtbeschäftigung erfolgt. Dafür notwendig ist die Identifikation und Harmonisierung von gesamtwirtschaftlichen Rahmendaten auf Basis vorhandener statistischer Daten sowie die Ableitung von Elastizitäten, mit denen die Sektoren und die Verbraucher auf Preissignale reagieren.

GEMIS ist kein gesamtwirtschaftliches Modell und daher kann auch mit seiner Hilfe der Budgeteffekt nicht ermittelt werden. An Stelle dessen erfolgen Einschränkungen im Annahmeportfolio der Szenarioberechnungen. Damit ist eine Verschiebung der wirtschaftlichen Aktivitäten innerhalb eines festgelegten Rahmens sichtbar, jedoch auf einer stark aggregierten Ebene. Die Ergebnisse der Szenariorechnungen sind im Kapitel 4 dargestellt.

Anhand der Darstellung der Differenzkosten kann abgeschätzt werden, in welcher Größenordnung ein Budgeteffekt entstehen kann. Die Differenzkosten, d.h. die Differenz zwischen den Stromgestehungskosten aus erneuerbaren Energien und fossilen Energieträgern gehen im Zeitverlauf zurück, womit auch der potenzielle Budgeteffekt reduziert wird.

### 3 Modellierung in GEMIS

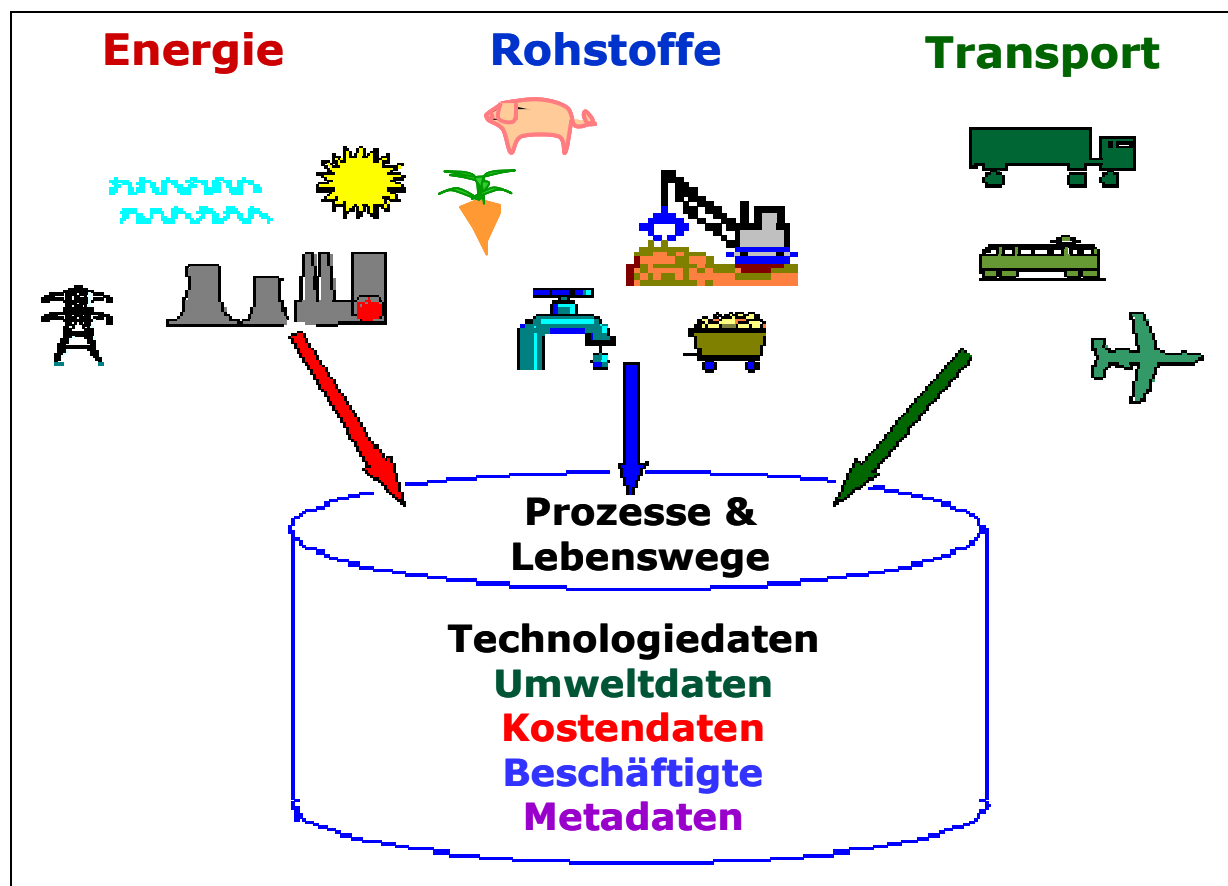
Das Computerprogramm „Globales Emissions-Modell integrierter Systeme“ (GEMIS) wurde ursprünglich entwickelt, um Energie- und Stoffflüsse zur Bereitstellung nachgefragter Produkte und Dienstleistungen zu bilanzieren. Entlang der Prozessketten, die von der Ressourcenextraktion bis zur Nutzung und Entsorgung reichen, werden alle direkten Emissionen, die proportional der Umsätze der beteiligten Prozesse sind, bilanziert und aufsummiert. Zusätzlich werden auch die Herstellungsaufwände erfasst und in die Bilanzierung einbezogen.

GEMIS enthält eine detaillierte Beschreibung aller Einzelprozesse. Durch die Verknüpfung dieser Einzelprozesse über Input- und Hilfsenergie- bzw. Hilfsstoff- sowie Transportlinks werden ganze Prozessketten automatisch erzeugt. Die Bilanzierung von Umwelt, Kosten- und Beschäftigungseffekten kann dadurch bis auf die Ebene aller Einzelprozesse hin aufgelöst, aber auch regional oder sektoral aggregiert werden.

Eine Beschreibung des Programms und der Download der jeweils aktuellsten Version ist kostenlos unter <http://www.gemis.de> verfügbar.

Die prinzipielle Struktur der GEMIS-Datenbank zeigt die folgende Abbildung.

Bild 2 GEMIS als Datenbank für Stoffstromanalysen



Quelle: Fritsche u.a. (2004)

### 3.1 Beschäftigungseffekte in GEMIS

Mit der Bereitstellung von Version 4.5 können nun auch detaillierte Berechnungen von Beschäftigungseffekten durchgeführt werden, die sich sektoral differenzieren lassen.

#### 3.1.1 Direkte Beschäftigungseffekte

Für jeden Prozess werden zuerst die direkt Beschäftigten erhoben und bilanziert. Da mit den monetären Investitionen und den Betriebskosten auch indirekte Beschäftigungseffekte durch vor- und nachgelagerte Prozesse entstehen, müssen diese in einem zweiten Schritt erfasst werden.

Theoretisch wäre es möglich, parallel zu den in GEMIS bilanzierten Energie- und Stoffflüssen auch alle Geldströme weiter über die Prozesskettenanalyse zu verfolgen. Dies würde jedoch einen zu großen Aufwand bei der dazugehörigen Recherche verursachen.

#### 3.1.2 Indirekte Beschäftigungseffekte

Für die Bilanzierung der direkten und indirekten Beschäftigungseffekte wurde daher eine **hybride** Modellierungsform gewählt, um den Datenerhebungsaufwand zu minimieren.

Dabei werden nun in GEMIS für jeden Prozess die Kosten in Form von

- a) Investitionskosten,
- b) fixen jährlichen Kosten,
- c) variablen Kosten und
- d) Kosten der Einsatzstoffe

erhoben. Für die Berechnung der Beschäftigungseffekte werden die Kosten a)-c) verschiedenen Wirtschaftssektoren anteilig zugeordnet. Aus der VGR ist bekannt, welche Beschäftigungseffekte mit den monetären Aufwendungen je Sektor verbunden sind. Damit sind die indirekten Effekte für den einzelnen Prozess abgebildet (vgl. Kapitel 2.1).

Die Einsatzstoffe und ggf. Hilfsenergien sowie die zur Herstellung notwendigen Materialien werden von anderen Prozessen geliefert. Bei diesen vorgelagerten Prozessen wird die gleiche Bilanzierung durchgeführt, womit anstelle der Verflechtungsmatrix der VGR die jeweilige stoff- und energiestromseitige Verknüpfung der Prozesse in der GEMIS-Datenbank genutzt wird.

#### 3.1.3 Hybride Modellierung der Gesamtbeschäftigungseffekte

Die Berechnung der direkten Beschäftigungseffekte kann damit genau auf die Prozessstruktur zugreifen und muss nicht die verallgemeinerten Daten aus der VGR heranziehen, während die indirekten Beschäftigungseffekte entlang der Prozessketten über die Kostenflüsse berechnet werden.

Durch diesen „hybriden“ Ansatz werden die Vorteile der Prozesskettenanalyse mit den weiteren Systemgrenzen von Input-Output-Analysen kombiniert.



Folgendes Beispiel soll die Rechenschritte genauer erläutern.

Gegeben sei eine Gas-Heizungsanlage mit einer Leistung von 10 kW. Die jährlich erzeugte Wärmemenge betrage 16 MWh.

Die Investition beläuft sich auf 4600 €, die jährlichen Wartungskosten (fixe Kosten) belaufen sich auf 190 €. Daneben fallen Brennstoffkosten von 800 € an. Für die Heizungsanlage werden keine direkt Beschäftigten unterstellt, andere variable Kosten fallen – zur Vereinfachung - nicht an.

Die Investition wird über die angenommene Lebensdauer von 15 Jahren refinanziert. Daher werden jährlich  $4600/15 = 307$  € in den Wirtschaftssektor Maschinenbau gebucht. Mit eine Beschäftigtenquote (direkt plus indirekt) von 8,4 Personenjahre pro 1 Mio. € Nachfrage. Das führt zu einer anzurechnenden Quote von 0,0026 Personenjahren. Dazu kommen noch die variablen Kosten die in den Sektor ‚Erbringung von unternehmensbezogenen Dienstleistungen‘ fließen. Da dieser Sektor eine höhere Beschäftigungsquote hat (28,2 Personenjahre je Mio. €) werden zusätzliche 0,0054 Personenjahre gebucht. Für die Brennstoffbereitstellung wird eine ähnliche Analyse durchgeführt. Dies geschieht iterativ durch alle vorgelagerten Prozessstufen bis zur den jeweiligen Gewinnungsanlagen.

**Bild 3** Eingabefelder in GEMIS

Kostendaten 'Gas-Heizung-DE-2005'

		Wirtschaftssektor	
Investitionskosten	460162,69 €/Mw	29 Maschinenbau	
	0 €/Mw	0 nicht zugeordnet	
	0 €/Mw	0 nicht zugeordnet	
	0 €/Mw	0 nicht zugeordnet	
	0 €/Mw	0 nicht zugeordnet	
Summe Investitionskosten	0,00000000		
Feste jährliche Kosten	19429,09 €/(Mw.a)	74 Erbringung von unternehmensbezogenen Dienstleistun	
Variable Kosten (Duput-bzogen)	0 €/MWh	74 Erbringung von unternehmensbezogenen Dienstleistun	

Inputprodukt: Erdgas-DE-HH/KV-2005

Kosten inputbezogen

benutze Daten von Inputprodukt  
42,0000000 €/MWh

Eingabe von prozeßspezifischen Daten

Kosten outputbezogen  
49,4117647 €/MWh

OK Abbrechen Übernehmen

Bild 4 Ausgabetabelle in GEMIS

Die globalen Ergebnisse für '16 MWh Raumwärme', geliefert von 'Gas-Heizung-DE-2005' sind:

Beschäftigungseffekte	
direkte Beschäftigungseffekte	46,105*10 <sup>-6</sup> Personen
investive Beschäftigungseffekte	2,5981*10 <sup>-3</sup> Personen
betriebliche Beschäftigungseffekte Fixe Kosten	5,5300*10 <sup>-3</sup> Personen
betriebliche Beschäftigungseffekte Variable Kosten	32,595*10 <sup>-6</sup> Personen
Summe Beschäftigungseffekte	8,2068*10 <sup>-3</sup> Personen

### 3.2 Externe Kosten in GEMIS 4.5

Neben der Beschäftigungsbilanz bietet GEMIS auch die Möglichkeit, die so genannten „externen Kosten“ der Energiebereitstellung zu bilanzieren.

Hierbei werden die über die gesamten Lebenszyklen von Energiesystemen (also inkl. Vorketten und Herstellung) entstehenden Emissionen von Treibhausgasen und Luftschadstoffen (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und Feinstaub) über den Vermeidungskostenansatz bestimmt<sup>5</sup>.

Die durch die Vermeidung von Emissionen entstehenden Kosten werden durch die Vermeidung von Schadenskosten mehr als überkompensiert, so dass basierend auf den aktuellen Schadens- und Vermeidungskostenfunktionen eine Emissionsreduktion volkswirtschaftlich betrachtet zu einer Wohlfahrtssteigerung führt<sup>6</sup>.

Die Datengrundlage und Methodik wurden ausführlich in einem eigenen Arbeitspapier dargestellt (OEKO 2007a), auf das hier verwiesen wird.

In der GEMIS Version 4.5 wurden die aktualisierten Daten aufgenommen, womit parallel zu den betriebswirtschaftlichen Gesteuerungskosten auch die monetarisierten „Umweltkosten“ von Treibhausgasen und Luftschadstoffen berechnet werden können.

Die Ergebnisse der entsprechenden Bilanzen für Strom aus Biogas finden sich im Kapitel 5.2.

<sup>5</sup> Dabei werden ergänzend auch die nuklearen Risiken über die Entsorgungskosten mit bilanziert, die in der Größenordnung von 1 €cent/kWh Strom liegen.

<sup>6</sup> Allerdings stellen die Schadenskosten eher Untergrenzen der tatsächlichen Schäden dar, weil z.B. die Eutrophierung und Versauerung von Ökosystemen nicht ausreichend bewertet wurden. Daher wäre selbst bei einer Überschreitung der Schadenskosten weitere Vermeidung auch als volkswirtschaftlich sinnvoll anzusehen.

## 4 Prozesse und Szenarien für Biogas

Mit der Aktualisierung der Basisdaten in GEMIS wurden auch die Beschäftigungseffekte für diverse Biogasprozesse angepasst bzw. für neue Prozesse erweitert. GEMIS stellt die direkten Arbeitsplatzeffekte in Beschäftigte je Einheit Output dar. Dabei wird die Zahl der Beschäftigten pro Prozess durch die jährliche Menge an Output dividiert.

Die Darstellung der indirekten Effekte in GEMIS wurde im Kapitel 3.1.2 erläutert (zur Datengrundlage vgl. Tabelle 1).

Im Zuge der Erweiterung der Datenbasis wurden verschiedene Modellanlagen betrachtet und neu in GEMIS implementiert. Diese sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

*Tabelle 2 Gewählte Modellanlagen*

<b>kW<sub>el</sub></b>	<b>Substratmix</b>	<b>Anlagenvariante Biogasanlage</b>
100	90/10 Gülle/Mais	Standard
100	10/90 Gülle/Mais	Standard
500	90/10 Gülle/Mais	Standard
500	10/90 Gülle/Mais	Standard
1000	90/10 Gülle/Mais	Standard
1000	10/90 Gülle/Mais	Standard
2000	90/10 Gülle/Mais	Standard
2000	10/90 Gülle/Mais	Standard
100	100% Gülle	Fall a) Einzelanlage, reine Gülleanlage, 840 GV
100	75/25 Gülle/Grünschnitt	Fall b) Gemeinschaftsanlage, V2a, 3 Landwirte, Kosten Grünschnitt 5 €/t
30	76/24 Gülle/Grünschnitt	Kleinstanlagen
30	80/20 Gülle/Mais	Kleinstanlagen

*Quelle: IE (2008)*

Die Abbildung dieser Prozesse in der GEMIS-Datenbank erfolgte auf Grundlage der technischen und ökonomischen Kenndaten, die vom IE im vorliegenden Projekt ermittelt wurden (IE 2008).

Dabei wurden einerseits die Bereitstellungsprozesse für Biogas (Anbau von Mais, Ernte von Grasschnitt sowie Fermenter für Gülle, Grasschnitt und Mais) modelliert sowie die o.g. Blockheizkraftwerke (BHKW) mit verschiedenen Leistungsklassen.

Bei den BHKW wurde zudem zwischen „brutto“ (ohne Gutschrift) und „netto“ (inkl. Gutschrift für nutzbare KWK-Wärme) unterschieden.

Alle Prozesse sind einzeln in GEMIS 4.5 abgelegt und können so detailliert nachvollzogen werden.

## 5 Ergebnisse der Berechnungen mit GEMIS

### 5.1 Beschäftigungseffekte durch Biogasstrom

Die Erzeugung von Strom in Blockheizkraftwerken (BHKW), die Biogas einsetzen, induziert Beschäftigungseffekte sowohl

- *direkt* über den Betrieb der Anlagen und die Bereitstellung der Inputs als auch
- *indirekt* durch die Investition in die Anlagen, Fixkosten und variable Ausgaben für Wartung/Instandhaltung.

Im Folgenden werden diese Effekte quantifiziert, wobei die Stoffstromanalyse für die direkten Effekte und ergänzend die *monetäre* Input-Output-Bilanzierung für die indirekten Effekte verwendet wird (vgl. Kapitel 3.1).

Die Bereitstellung der Inputs (Rohstoffe) für die Biogas-Anlagen sowie die Umwandlung des Biogases zu Strom in BHKW induziert die in der folgenden Tabelle gezeigten direkten und indirekten Beschäftigungseffekte, wobei zum Vergleich auch die Effekte bei der Stromerzeugung nach dem deutschen Kraftwerksmix des Jahres 2005 (ohne Stromverteilung), sowie die von neuen Importsteinkohle- und Erdgas-GuD-Kraftwerken mit aufgeführt sind. Die Biogas-Stromerzeugung wird dabei in der Tabelle „brutto“ betrachtet, d.h. es erfolgt hier keine Gutschrift für die nutzbare KWK-Abwärme.

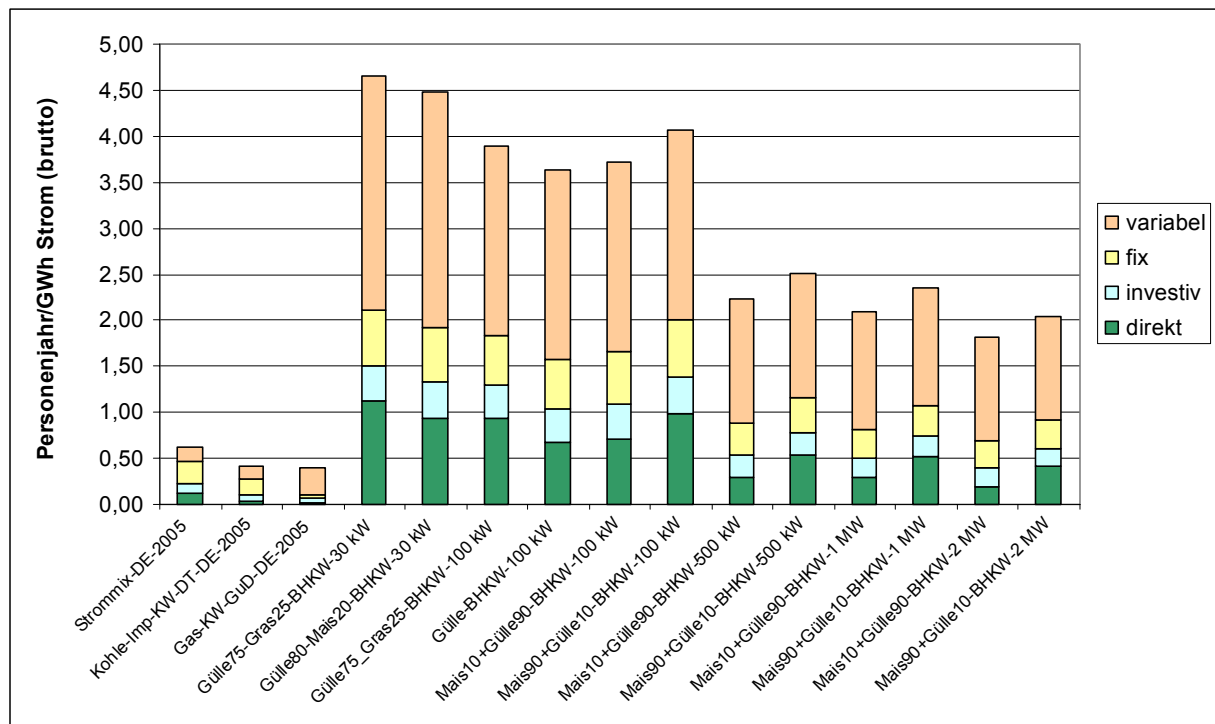
*Tabelle 3 Brutto-Beschäftigungseffekte der Strombereitstellung aus Biogas für die Anlagenvarianten (jeweils ohne Gutschriften)*

Option [Personenjahre/GWh <sub>el</sub> ]	direkt	investiv	fix	variabel	Summe
Strommix-DE-2005	0,12	0,10	0,24	0,17	<b>0,63</b>
Kohle-Imp-KW-DT-DE-2005	0,04	0,06	0,17	0,14	<b>0,42</b>
Gas-KW-GuD-DE-2005	0,01	0,05	0,05	0,28	<b>0,39</b>
Gülle75-Gras25-BHKW-30 kW	1,12	0,39	0,60	2,55	<b>4,66</b>
Gülle80-Mais20-BHKW-30 kW	0,94	0,39	0,60	2,55	<b>4,48</b>
Gülle75 Gras25-BHKW-100 kW	0,94	0,36	0,54	2,06	<b>3,90</b>
Gülle-BHKW-100 kW	0,68	0,36	0,54	2,06	<b>3,63</b>
Mais10+Gülle90-BHKW-100 kW	0,71	0,38	0,57	2,06	<b>3,72</b>
Mais90+Gülle10-BHKW-100 kW	0,99	0,40	0,61	2,06	<b>4,07</b>
Mais10+Gülle90-BHKW-500 kW	0,30	0,23	0,35	1,35	<b>2,23</b>
Mais90+Gülle10-BHKW-500 kW	0,54	0,24	0,37	1,35	<b>2,51</b>
Mais10+Gülle90-BHKW-1 MW	0,29	0,21	0,31	1,28	<b>2,09</b>
Mais90+Gülle10-BHKW-1 MW	0,52	0,22	0,33	1,28	<b>2,35</b>
Mais10+Gülle90-BHKW-2 MW	0,19	0,20	0,31	1,12	<b>1,82</b>
Mais90+Gülle10-BHKW-2 MW	0,41	0,20	0,31	1,12	<b>2,04</b>

Quelle: eigene Bilanzierung mit GEMIS 4.5

Die entsprechenden Ergebnisse zeigt die folgende Abbildung in grafischer Form.

**Bild 5** *Brutto-Beschäftigungseffekte der Strombereitstellung aus Biogas für die Anlagenvarianten (jeweils ohne Gutschriften)*



Quelle: eigene Bilanzierung mit GEMIS 4.5

Deutlich sichtbar sind die relativ hohen direkten Beschäftigungseffekte und die über die Investitionen ausgelösten indirekten Effekte. Ergänzend kommen durch die methodische Ausweitung der Bilanz nun auch indirekte Effekte insbesondere durch die variablen Kosten hinzu.

Nun ist zu beachten, dass die Biogas-Stromerzeugung nutzbare Abwärme bereitstellt, die nicht nur für die (interne) Fermenterheizung verwendet wird, sondern dass dieser Überschuss auch über ein Nahwärmenetz fossile Heizanlagen substituieren kann. Daher wurde die o.g. Brutto-Bilanz um die vermiedenen Beschäftigungseffekte durch den Ersatz von Heizwärme aus Gasheizungen bilanziert<sup>7</sup>. Dabei wurde angenommen, dass die überschüssige – d.h. für den Betrieb der Biogasanlage nicht erforderliche – KWK-Abwärme komplett zum Ersatz von Erdgasheizungen verwendet werden kann.

Die Ergebnisse dieser „netto“-Betrachtung zeigt die folgende Tabelle, wiederum im Vergleich zu den Beschäftigungseffekten des Strommixes sowie den von neuen Importsteinkohle- und Erdgas-GuD-Kraftwerken.

<sup>7</sup> Zur Vereinfachung wurden die Beschäftigungseffekte durch die Nahwärmenetze hier **nicht** einbezogen.

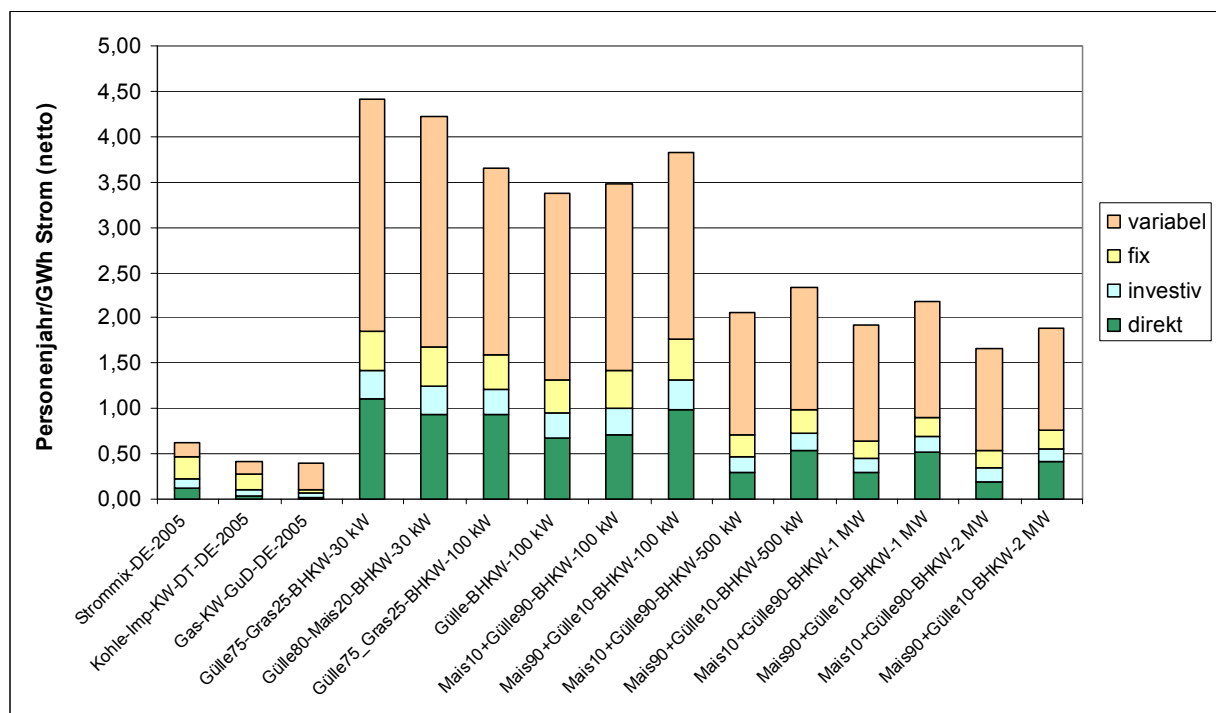
**Tabelle 4** Netto-Beschäftigungseffekte der Strombereitstellung aus Biogas für die Anlagenvarianten (jeweils inkl. Gutschriften für Ersatz Gasheizung)

Option [Personenjahre/GWh <sub>el</sub> ]	direkt	investiv	fix	variabel	Summe
Strommix-DE-2005	0,12	0,10	0,24	0,17	<b>0,63</b>
Kohle-Imp-KW-DT-DE-2005	0,04	0,06	0,17	0,14	<b>0,42</b>
Gas-KW-GuD-DE-2005	0,01	0,05	0,05	0,28	<b>0,39</b>
Gülle75-Gras25-BHKW-30 kW	1,12	0,31	0,43	2,55	<b>4,41</b>
Gülle80-Mais20-BHKW-30 kW	0,94	0,31	0,43	2,55	<b>4,23</b>
Gülle75_Gras25-BHKW-100 kW	0,94	0,28	0,37	2,06	<b>3,65</b>
Gülle-BHKW-100 kW	0,68	0,28	0,37	2,06	<b>3,38</b>
Mais10+Gülle90-BHKW-100 kW	0,71	0,30	0,41	2,06	<b>3,47</b>
Mais90+Gülle10-BHKW-100 kW	0,99	0,32	0,45	2,06	<b>3,82</b>
Mais10+Gülle90-BHKW-500 kW	0,30	0,18	0,23	1,34	<b>2,05</b>
Mais90+Gülle10-BHKW-500 kW	0,54	0,19	0,25	1,35	<b>2,33</b>
Mais10+Gülle90-BHKW-1 MW	0,29	0,15	0,20	1,28	<b>1,93</b>
Mais90+Gülle10-BHKW-1 MW	0,52	0,17	0,22	1,28	<b>2,19</b>
Mais10+Gülle90-BHKW-2 MW	0,19	0,15	0,20	1,12	<b>1,66</b>
Mais90+Gülle10-BHKW-2 MW	0,41	0,15	0,20	1,12	<b>1,88</b>

Quelle: eigene Bilanzierung mit GEMIS 4.5

Die entsprechenden Ergebnisse zeigt die folgende Abbildung in grafischer Form.

**Bild 6** Netto-Beschäftigungseffekte der Strombereitstellung aus Biogas für die Anlagenvarianten (jeweils inkl. Gutschriften für Ersatz Gasheizung)



Quelle: eigene Bilanzierung mit GEMIS 4.5

Deutlich sichtbar ist hier, dass trotz der „Abrechnung“ der Beschäftigungseffekte durch die ersetzten Gasheizungen die Nettobilanz der KWK-Stromerzeugung aus Biogas weiterhin sehr hoch ausfällt:

Im ungünstigsten Fall wird eine rund **dreifach höhere** spezifische Beschäftigung je kWh Strom erreicht als durch den Kraftwerkspark des Jahres 2005, und im günstigsten Fall beträgt der spezifische Beschäftigungseffekt gegenüber dem Strommix das **Siebenfache**.

Gegenüber neuen Erdgas-GuD-Kraftwerken liegen die Beschäftigungseffekte von Strom aus Biogas mindestens beim knapp Fünffachen, maximal beim Zehnfachen.

## 5.2 Effekte durch vermiedene Externe Kosten

Als Ergänzung zur volkswirtschaftlichen Betrachtung wurde auch der monetäre „Wert“ der Emission von Treibhausgasen und Luftschadstoffen (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und Feinstaub) über die Vermeidungskosten bestimmt (vgl. Kapitel 3.2).

Als Grundlage hierzu diente die entsprechende Bilanzierung mit GEMIS 4.5, womit sich die in der folgenden Tabelle genannten „Umweltkosten“ der Stromerzeugung ergeben.

Tabelle 5 Interne und externe Kosten der Stromerzeugung

Option [€cent <sub>2005</sub> /kWh <sub>el</sub> ]	Kosten der Strombereitstellung		
	intern	extern	gesamt
Strommix-DE-2005	4,8	1,8	6,6
Kohle-Imp-KW-DT-DE-2005	3,8	2,4	6,1
Gas-KW-GuD-DE-2005	4,1	0,9	5,0
Gülle75-Gras25-BHKW-30 kW	16,8	0,0	16,8
Gülle80-Mais20-BHKW-30 kW	16,9	0,1	17,0
Gülle75_Gras25-BHKW-100 kW	14,4	0,0	14,4
Gülle-BHKW-100 kW	13,9	0,2	14,0
Mais10+Gülle90-BHKW-100 kW	14,9	0,0	15,0
Mais90+Gülle10-BHKW-100 kW	19,7	0,5	20,2
Mais10+Gülle90-BHKW-500 kW	9,4	0,1	9,4
Mais90+Gülle10-BHKW-500 kW	13,4	0,4	13,8
Mais10+Gülle90-BHKW-1 MW	8,7	0,0	8,7
Mais90+Gülle10-BHKW-1 MW	12,4	0,4	12,8
Mais10+Gülle90-BHKW-2 MW	7,9	0,0	8,0
Mais90+Gülle10-BHKW-2 MW	11,3	0,4	11,7

Quelle: eigene Berechnung mit GEMIS 4.5; Kapitalzins (real): 5%

Die „internen“ Kosten sind diejenigen Kosten, die der klassischen betriebswirtschaftlichen Bilanz entsprechen (Investitions-, Fix- und Betriebs- sowie Brennstoff- und Entsorgungskosten).

Die „externen“ Kosten sind die über die Vermeidungskosten monetarisierten Emissionen.

Die o.g. Tabelle zeigt, dass die Stromerzeugung aus Biogas – hier netto, also unter Einbeziehung der Emissionsreduktion durch Nutzung der KWK-Abwärme zum Ersatz von Gasheizungen – zwar „intern“ z.T. erheblich teurer ist als der Strommix oder fossile Neuanlagen, aber auch geringere „externe“ Kosten zeigt.

### 5.3 Effekte durch die Lohnsteuer und Sozialabgaben

Als weitere volkswirtschaftliche Kostenkategorie – im Sinne von Nutzen - sind die durch die zusätzliche Beschäftigung erreichbaren **zusätzlichen staatlichen Einnahmen** durch Lohnsteuer und Sozialabgaben zu berücksichtigen.

Auf Basis einer dahingehenden Bilanzierung für eine „europäische Biomethan-Strategie“ (vgl. ÖKO 2007b) wurde gezeigt, dass diese Effekte beachtliche Größenordnungen erreichen können.

Für die vorliegende Fragestellung wurden die spezifischen Mehr-Beschäftigungseffekte je kWh Strom aus Biogas gegenüber einem Mix von je 50% Strom aus neuen Importsteinkohle- und Erdgas-GuD-Kraftwerken bestimmt (ausgehend von den Ergebnissen in Kapitel 5.1) und die entsprechenden Unterschiede dann zu spezifischen Mehreinnahmen je kWh Biogasstrom umgerechnet.

Dabei wurde wie in ÖKO (2007b) von vereinfachend 10% Lohnsteuer- und Solidaritätszuschlag sowie 20% Sozialabgaben, jeweils bezogen auf die Bruttokosten je Beschäftigtem (50.000 €/Personenjahr), ausgegangen.

## 6 Zusammenfassung des zusätzlichen volkswirtschaftlichen Nutzens durch Biogasstrom und Perspektiven

Die folgende Tabelle fasst den zusätzlichen volkswirtschaftlichen Nutzen durch die Stromerzeugung aus Biogas zusammen.

*Tabelle 6      Zusätzlicher volkswirtschaftlicher Nutzen durch Stromerzeugung aus Biogas*

Angaben in €cent <sub>2005</sub> /kWh <sub>el</sub>	Zusatzeinnahmen		"Netto"- Strom- kosten <sup>c</sup>	Kosten- unterschied <sup>d</sup>
	Staat <sup>a</sup>	externer Nutzen <sup>b</sup>		
Gülle75-Gras25-BHKW-30 kW	8,8	1,6	6,3	2,4
Gülle80-Mais20-BHKW-30 kW	8,5	1,6	6,9	3,0
Gülle75_Gras25-BHKW-100 kW	7,3	1,6	5,4	1,5
Gülle-BHKW-100 kW	6,8	1,5	5,6	1,7
Mais10+Gülle90-BHKW-100 kW	6,9	1,6	6,4	2,5
Mais90+Gülle10-BHKW-100 kW	7,6	1,2	10,9	7,0
Mais10+Gülle90-BHKW-500 kW	4,1	1,6	3,7	-0,2
Mais90+Gülle10-BHKW-500 kW	4,7	1,2	7,5	3,6
Mais10+Gülle90-BHKW-1 MW	3,9	1,6	3,2	-0,7
Mais90+Gülle10-BHKW-1 MW	4,4	1,2	6,8	2,9
Mais10+Gülle90-BHKW-2 MW	3,3	1,6	3,0	-0,9
Mais90+Gülle10-BHKW-2 MW	3,8	1,2	6,3	2,4

<sup>a</sup> = Mehreinnahmen Lohnsteuer + Sozialabgaben  
<sup>b</sup> = vermiedene externe Kosten gegenüber Strom aus je 50% Importkohle- und Erdgas-GuD-Kraftwerk  
<sup>c</sup> = Stromerzeugungskosten abzüglich Zusatzeinnahmen Staat + externem Nutzen  
<sup>d</sup> = Mehr- bzw. Minderkosten gegenüber Strom aus je 50% Importkohle- und Erdgas-GuD-Kraftwerk

Quelle: eigene Berechnung mit GEMIS 4.5; Kapitalzins (real): 5%



Die Summierung zeigt, dass die Kostenunterschiede gegenüber der Stromerzeugung in neuen fossilen Kraftwerken z.T. überkompensiert werden (negative Kostenunterschiede) bzw. mit Ausnahme des 100-kW-BHKW für Biogas aus 90% Mais die Kostenunterschiede auf unter 3 €cent/kWh<sub>el</sub> reduziert werden.

Werden zukünftig steigende Kosten für fossile Energieträger, steigende CO<sub>2</sub>-„Preise“ (im Sinne von Vermeidungskosten) und Lernkurveneffekte bei den Biogas-Technologien mit einbezogen, so können mit Blick auf das Jahr 2020 durchaus **volkswirtschaftliche Vorteile** für fast alle Strombereitstellungssysteme aus Biogas erreicht werden.

Damit würde ein „Budget“-Effekt (vgl. Kapitel 2.2) nicht mehr auftreten und die **gesamtwirtschaftlichen Netto-Effekte** der Biogasnutzung zur Stromerzeugung wären eindeutig positiv.

Die Betrachtung zeigt zudem, dass aus **heutiger Sicht** aufgrund der vergleichsweise hohen Substratkosten für Mais alle Biogassysteme mit hohem Maisanteil relativ hohe – auch volkswirtschaftliche – Stromgestehungskosten aufweisen.

Demgegenüber erreichen Biogassysteme mit hohem Gülleanteil ab einer Leistung von 500 kW<sub>el</sub> bei Einrechnung ihres volkswirtschaftlichen Nutzens **schon heute geringere** Stromgestehungskosten als neue fossile Kraftwerke.

Diese Systeme sind somit auch aus gesamtwirtschaftlicher Sicht eindeutig vorteilhaft, da durch sie netto kein Budgeteffekt auftritt.

Ein gezielter Ausbau der Gülle- und Gärnutzung in größeren Biogasanlagen mit BHKW in der 500-kW<sub>el</sub>-Klasse ist somit volks- und gesamtwirtschaftlich besonders förderungswürdig.

Auch kleinere Biogasanlagen mit 100 kW<sub>el</sub> und Gülle- sowie Gülle-Grünschnitt-Substratmischungen sowie Kleinst-BHKW für diese Substrate erzielen schon bei heutigen Kosten vergleichsweise geringe Mehrkosten gegenüber fossilen Neuanlagen, wenn ihr volkswirtschaftlicher Nutzen aus zusätzlicher Beschäftigung und vermiedenen Umweltkosten berücksichtigt wird.

Diese Systeme sollten daher ebenfalls gefördert werden, wobei hier noch von erheblichen Lerneffekten zur Kostenreduktion auszugehen ist. Durch eine gezielte Förderung der Klein- und Kleinstanlagen ließen sich diese Kostensenkungspotenziale erschließen.

## 7 Literaturverzeichnis

- DESTATIS (Statistisches Bundesamt) 2007.: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung – Input-Output-Rechnung; Fachserie 18, Reihe 2; Wiesbaden
- Fritsche, Uwe R. u.a. 2004: Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse; Öko-Institut (Projektleitung) in Kooperation mit FhI-UMSICHT (Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik, Oberhausen), IE (Institut für Energetik und Umwelt, Leipzig), IFEU (Institut für Energie- und Umweltforschung, Heidelberg), IZES (Institut für ZukunftsEnergieSysteme, Saarbrücken), TU Braunschweig (Institut für Geoökologie/Abt. Umweltsystemanalyse), TU München (Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Landbaues); Endbericht zum Verbundforschungsvorhaben, gefördert vom BMU, Darmstadt usw. [www.oeko.de/service/bio](http://www.oeko.de/service/bio)
- Haslinger, Franz 1992: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung; München: Oldenburg Verlag (6. Auflage)
- IE (Institut für Energetik und Umwelt, Leipzig) 2008: Technische und ökonomische Kenndaten der Modellanlagen zur Stromerzeugung aus Biogas; J. Daniels (Excel-Datei); Leipzig
- ÖKO (Öko-Institut - Institut für angewandte Ökologie e.V.) 2007a: Externe Effekte von Energieerzeugungssystemen - Update der Schadenskosten- und Vermeidungskostenfaktoren für GEMIS; Jan Rosenow u.a.; Arbeitspapier gefördert vom BMU; Darmstadt
- ÖKO (Öko-Institut - Institut für angewandte Ökologie e.V.) 2007b: Möglichkeiten einer europäischen Biogas-Einspeisungsstrategie - Teilbericht II; Uwe R. Fritsche/Katja Hüneck/Klaus Schmidt; i.A. der Bundestagsfraktion von Bündnis90/Die GRÜNEN; Darmstadt [www.oeko.de/service/bio](http://www.oeko.de/service/bio)
- ÖKO (Öko-Institut - Institut für angewandte Ökologie e.V.) 2008: GEMIS Version 4.5, Internet-release auf [www.gemis.de](http://www.gemis.de)
- Pfaffenberger, Wolfgang u.a. 2003: Ermittlung der Arbeitsplätze und Beschäftigungswirkungen im Bereich Erneuerbarer Energien; im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung
- Staiß, Frithjof u.a. 2006: Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt; im Auftrag des BMU; Stuttgart/Berlin/Osnabrück

## 8 Forschungspartner und Adressen

**Projektleitung** ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH  
Kontakt: Dr. Guido Reinhardt  
guido.reinhardt@ifeu.de  
www.ifeu.de



**Projektpartner** IE - Institut für Energetik und Umwelt gemeinnützige GmbH Leipzig  
Kontakt: Dr. Frank Scholwin  
frank.scholwin@ie-leipzig.de  
www.ie-leipzig.de



Prof. Dr. Stefan Klinski  
Fachhochschule für Wirtschaft Berlin  
stefan.klinski@t-online.de  
www.fhw-berlin.de

PROF. DR. JUR.

STEFAN KLINSKI

Fachhochschule für  
Wirtschaft Berlin

Berlin School of Economics



Öko-Institut – Institut für angewandte Ökologie e.V., Büro Darmstadt  
Kontakt: Dr. Bettina Brohmann  
b.brohmann@oeko.de  
www.oeko.de



Technische Universität Berlin, Institut für Landschaftsarchitektur und Umweltplanung  
Kontakt: Prof. Dr. Johann Köppel  
koeppel@ile.tu-berlin.de  
www.tu-berlin.de



**Im Unterauftrag** Peters Umweltplanung, Berlin  
Kontakt: Dr. Wolfgang Peters  
peters@peters-umweltplanung.de  
www.peters-umweltplanung.de



**Fachliche Begleitung** Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)  
Referat KI III 2  
Kontakt: Dr. Bernhard Dreher  
bernhard.dreher@bmu.bund.de  
www.bmu.bund.de



**Administrative Begleitung** Projektträger Jülich (PtJ) EEN  
Kontakt: Gernot van Gyseghem  
ptj-een@fz-juelich.de  
www.fz-juelich.de/ptj

