

Biokraftstoffe und Klimaschutz

Im Auftrag von

Greenpeace Deutschland

Große Elbstraße 39
D-22767 Hamburg

Aachen, Mai 2008

Projekt GRED04-B08 Biokraftstoffe und Klimaschutz

Projektlaufzeit 22.04.2008 bis 08.05.2008

Auftraggeber Greenpeace Deutschland

Ansprechpartner Ulrike Kallee

Projektverantwortung Jörg Meyer

Projektleitung Andreas Trautmann

Weitere Bearbeitung Edwin König
Siggie Achner

EUTech Energie & Management GmbH
Dennewartstraße 25 – 27
D-52068 Aachen

Tel: 0241/963-1970

Fax: 0241/963-1971

info@eutech.de

www.eutech.de

Dieser Bericht wurde von EUtech mit der gebotenen Sorgfalt und Gründlichkeit im Rahmen der Allgemeinen Geschäftsbedingungen für den Kunden und für seine Zwecke erstellt.

EUtech gewährleistet die vertrauliche Behandlung der Daten.

EUtech übernimmt keine Haftung für die Anwendungen, die über die im Auftrag beschriebene Aufgabenstellung hinausgehen. EUtech übernimmt ferner gegenüber Dritten, die über diesen Bericht oder Teile davon Kenntnis erhalten, keine Haftung. Es können insbesondere von dritten Parteien gegenüber EUtech keine Verpflichtungen abgeleitet werden.

EUtech kann und darf keine Rechtsberatung durchführen. Eventuell gemachte Angaben zur Gesetzeslage sind als Hinweise zu verstehen und stellen keinen Ersatz für eine Rechtsberatung durch eine

EUtech GmbH

Aachen, den 15. Mai 2008

Jörg Meyer

Andreas Trautmann

Projektverantwortlicher

Projektleiter

Inhalt

1 EINLEITUNG.....	1
2 GEGENÜBERSTELLUNG VON BOKRAFTSTOFF- UND STROM-/WÄRME- PRODUKTION AUS BIOMASSE.....	2
2.1 DEFINITION DER NATIONALEN FLÄCHENPOTENTIALE FÜR DEN ENERGIEPFLANZENANBAU.....	2
2.2 FLÄCHENBERECHNUNG FÜR DIE BEREITSTELLUNG DER BIO-KRAFTSTOFFMENGE ZUR ERFÜLLUNG DER BEIMISCHUNGSQUOTE IN 2020.....	2
2.3 ENERGIEPFLANZENPOTENTIALE ZUR STROM- UND WÄRMEPRODUKTION.....	4
2.3.1 DEFINITION EINES NACHHALTIGEN ENERGIEPFLANZENMIX.....	4
2.3.2 NATIONALE ENERGIEPFLANZENPOTENTIALE ZUR STROM- UND WÄRMEPRODUKTION.....	5
2.3.3 GESAMTES EMISSIONSMINDERUNGSPOTENTIAL DER STROM- UND WÄRMEPRODUKTION AUS ENERGIEPFLANZEN.....	6
3 FAZIT 8	
4 LITERATUR.....	10

1 EINLEITUNG

Die Bundesregierung beabsichtigt laut Meseberger Beschlüssen („Integriertes Klima- und Energieprogramm“, kurz: IKEP) vom August 2007, die Treibhausgase in Deutschland bis 2020 um 40% (gegenüber 1990) zu reduzieren. Ein Teil der Reduktion soll durch die Verwendung von sogenannten Bio- oder Agrotreibstoffen erreicht werden. Beabsichtigt war der Ersatz von 17% des deutschen Kraftstoffverbrauchs durch Biokraftstoffe. Dadurch sollen 9 Mio. t CO₂/a eingespart werden (4). Am 4. April 2008 hat Umweltminister Gabriel dieses Ziel auf 12-15% gesenkt, wodurch sich entsprechend auch der CO₂-Minderungseffekt der Maßnahme auf 6,5 – 8 Mio. t. CO₂/a reduziert. Bezogen auf das Gesamtziel einer CO₂-Minderung von 270 Mio. t/a (in 2020) werden durch die Einführung der Beimischungsquote somit nur etwa 2,5-3% der angestrebten Treibhausgaseinsparungen erreicht.

Die CO₂-Bilanz der Biokraftstoffe – und damit der erzielbare CO₂-Minderungseffekt – hängt sehr stark davon ab, wie bzw. wo die Energiepflanzen zur Kraftstoffherstellung angebaut werden. So zeigt eine aktuelle Studie, wie z.B. durch Rodung von Regenwäldern zur Flächengewinnung für Palmöl- oder Sojaplantagen, was vor allem in Südamerika und Südostasien praktiziert wird, bis zu 420-mal mehr Kohlendioxid freigesetzt wird, als durch die anschließende Gewinnung der Biokraftstoffe auf dieser Fläche pro Jahr wieder eingespart werden kann (4). Die Biomasse-Nutzung wird in diesem Fall ad absurdum geführt.

In dieser Kurzstudie steht die Frage im Mittelpunkt, ob das Treibhausgas (THG)-Minderungsziel von 40% nachhaltiger ohne die Verwendung von Biokraftstoffen erreicht werden kann. Grundlage bilden die in der Studie „Klimaschutz: Plan B“ (2007) und der Kurzbewertung „Das integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung: Bewertung und Vergleich mit dem Greenpeace Energiekonzept „Plan B“ (2007)“ geleisteten Vorarbeiten. In den folgenden Kapiteln werden die CO₂-Minderungspotentiale von Biokraftstoffen entsprechenden Minderungspotentialen einer alternativen Nutzung gegenübergestellt. Abschließend erfolgen eine Bewertung der Nutzungspfade und die Ableitung einer politischen Handlungsempfehlung.

2 GEGENÜBERSTELLUNG VON BIOKRAFTSTOFF- UND STROM-/WÄRME-PRODUKTION AUS BIOMASSE

2.1 DEFINITION DER NATIONALEN FLÄCHENPOTENTIALE FÜR DEN ENERGIEPFLANZENANBAU

Die in Deutschland im Jahr 2020 zur nachhaltigen Nutzung zur Verfügung stehende Fläche für den Energiepflanzenanbau wurde entsprechend den Angaben des Instituts für Energetik und Umwelt, Leipzig, und der Leitstudie des BMU mit 2 Mio. Hektar angesetzt (4, 4, 4). Diese Fläche entspricht der bereits heute genutzten Fläche für den Energiepflanzenanbau in Deutschland. Damit werden heute Ackerflächen zur Energiepflanzenproduktion genutzt, die unter Einhaltung der im UBA-Szenario „NatPlus II“ angesetzten Naturschutzkriterien erst nach 2020 zur Verfügung stehen würden. Das Erwartungspotential im Bereich der Energiepflanzen, was vom BMU mit bis zu 4,5 Mio. ha angegeben wird (4), entspricht damit aus Sicht von Greenpeace nicht dem anzustrebenden Nutzungspotential. Realistisch betrachtet ist kein Rückbau bereits erschlossener Flächen zu erwarten. Aus diesem Grund vertritt Greenpeace die Position, dass die zum Energiepflanzenanbau genutzten Ackerflächen bis 2020 nur noch in sehr geringem Maße weiter ausgebaut werden sollten.

2.2 FLÄCHENBERECHNUNG FÜR DIE BEREITSTELLUNG DER BIO-KRAFTSTOFFMENGE ZUR ERFÜLLUNG DER BEIMISCHUNGSQUOTE IN 2020

Die Bundesregierung hat für den Verkehrssektor bis 2020 ein CO₂-Minderungsziel von 30 Mio. t/a angesetzt, wobei ca. 9 Mio. t/a durch eine Biokraftstoff-Beimischung in Höhe von 17% des gesamten Kraftstoff-Einsatzes erreicht werden soll. Inzwischen hat Umweltminister Gabriel die angestrebte Quote auf 12-15% reduziert. Dementsprechend reduzieren sich auch die zu erwartenden Emissionsminderungseffekte der Maßnahme auf knapp 6,5-8 Mio. t CO₂/a, s. Tabelle 2-1. Bei den angegebenen CO₂-Minderungspotentialen sind die Vorketten-Emissionen der Biokraftstoffproduktion bereits berücksichtigt.

Tabelle 2-1: Erzielbare CO₂-Minderung durch Beimischung von Biokraftstoffen

Beimischungsquote	CO ₂ -Einsparpotential
17 %	rd. 9 Mio. t/a
15 %	rd. 8 Mio. t/a
12 %	rd. 6,5 Mio. t/a

Beimischungsquote	CO ₂ -Einsparpotential
-------------------	-----------------------------------

Die Berechnung des Flächenbedarfs zum Anbau der Energiepflanzen für die Erfüllung der angesetzten Beimischungsquote von 17% (bzw. 12 – 15%) erfolgt auf Basis der Prognosen des BMU zum Energieverbrauch im Verkehrssektor in 2020 von 2.395 PJ 4. Es wird vereinfachend angenommen, dass die Biomasse zur Biokraftstoffproduktion im Wesentlichen durch den Anbau von speziellen Energiepflanzenkulturen bereitgestellt wird¹. Die in den nächsten Jahren zu erwartende Effizienzsteigerung bei der Produktion von Biokraftstoffen soll in die Bewertung der unterschiedlichen Nutzungspfade einfließen. Zur Berechnung des spezifischen Energieertrags wurden deshalb auch Pflanzen zur Herstellung von Kraftstoffen der zweiten Generation berücksichtigt (s. Tabelle 2-2).

Tabelle 2-2: Biokraftstoffe – jährliche Endenergieertrag pro Hektar Anbaufläche 4.

Kraftstoff	Endenergieertrag [GJ/(ha*a)]
Ethanol	100
Biodiesel	70
BTL (2.Generation)	90
Mittelwert	87

Der Anteil der zur Erfüllung der Beimischungsquote erforderlichen Anbaufläche, die – nachhaltige Nutzungsbedingungen vorausgesetzt – nicht in Deutschland zur Verfügung steht, wird im Folgenden als „Flächendefizit“ bezeichnet (s. Tabelle 2-3). Das Flächendefizit entspricht den Anbauflächen, die weltweit bereitgestellt werden müssen, um den deutschen Bedarf an Biomasse-Importen zur Kraftstoffproduktion zu decken. Die Berechnung des Flächendefizits erfolgt hier unter der Annahme, dass alle in Deutschland zur Verfügung stehenden Ackerflächen für Energiepflanzen zur Produktion von Biokraftstoffen genutzt werden, bevor nicht-nationale Ressourcen angefordert werden. In der Realität wird aber ein Teil der deutschen Ackerflächen auch für den Anbau von Energiepflanzen zur Biogaserzeugung genutzt werden, so dass das tatsächlich zu erwartende Flächendefizit etwas größer sein wird.

¹ Prinzipiell ist ab der 2. Generation von Biokraftstoffen (BtL) auch der Einsatz anderer Biomassen (z.B. Stroh, Hölzer) möglich, es wird aber davon ausgegangen, dass diese bis 2020 eher in geringem Maße Einsatz bei der BtL-Produktion finden werden, wobei Kraftstoffe der 2. Generation auch im nächsten Jahrzehnt nur einen Teil der Gesamtproduktion ausmachen werden.

Tabelle 2-3: Bedarf an Biokraftstoffen in 2020 und theoretisch erforderliche Anbaufläche [eigene Berechnung]

Beimischquo te	Biokraftstoffbedarf in 2020 [PJ/a]	Erforderliche Anbaufläche [Mio. ha]	Flächendefizit [Mio. ha]	Import (-anteil) [PJ/a] [%]	
17 %	410	4,7	2,7	234	57
15 %	360	4,2	2,2	186	51
12 %	290	3,3	1,3	114	40

Diese Zahlen machen deutlich, dass die in Deutschland zum Energiepflanzenanbau verfügbaren Flächen bei weitem nicht ausreichen, um die in der Politik diskutierten Beimischungsquoten vollständig mit nationalen Kapazitäten zu decken. Das führt dazu, dass bei Festhalten an der Beimischungsquote bis zu 60% der Biokraftstoffe importiert werden müssten.

2.3 ENERGIEPFLANZENPOTENTIALE ZUR STROM- UND WÄRMEPRODUKTION

2.3.1 DEFINITION EINES NACHHALTIGEN ENERGIEPFLANZENMIX

Angesichts der begrenzten Anbauflächen und der vergleichsweise geringen CO₂-Minderungspotentiale bei der Produktion von Biokraftstoffen sollen in diesem Kapitel die Möglichkeiten alternativer Nutzungspfade geprüft werden, die sich bei einem Abrücken der Politik von der Beimischungsquote eröffnen würden.

Unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Flächenerträge und der Vermeidung einer Monokulturlandwirtschaft wurde für Deutschland ein nachhaltiger Energiepflanzenmix definiert, s. Tabelle 2-4. Es wurden hierbei Pflanzen ausgewählt, die sich für den Einsatz zur Strom- und Wärmegewinnung aus Biogas, Holzschnitzeln oder Ganzpflanzen hauptsächlich in KWK-Anlagen gut eignen.

Tabelle 2-4: Energiepflanzenmix (4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, 4, eigene Berechnung)

Pflanze	Endenergieertrag [GJ/(ha*a)]	Flächenanteil [%]
Silomais (Biogas)	166	12
Weiden (Holzschnitzel) (thermische Anwendung)	87	13,3
Pappeln (Holzschnitzel) (thermische Anwendung)	139	13,3

Pflanze	Endenergieertrag [GJ/(ha*a)]	Flächenanteil [%]
Anwendung)		
Wintergetreide (z.B. Winterweizenstroh) (Biogas)	49	12
Zuckerhirse (Ganzpflanzen) (Biogas)	127	12
Ackergras (Biogas)	105	12
Chinaschilf (thermische Anwendung) ²	210	13,3
Futtermühen (Ganzpflanzen) (Biogas)	204	12
Mittelwert (gerundet)	140³	

Die Flächengewichtung erfolgte unter der Annahme, dass 60% der Anbaufläche für Pflanzen zur Biogaserzeugung und rund 40% für Energiepflanzen zur rein thermischen Anwendung bereitgestellt wird. Bei dieser Gewichtung ergibt sich ein Energieertragsmittelwert von rd. 140 GJ/(ha*a), je nach Flächengewichtung kann dieser Wert variieren.

Der Vergleich der Endenergieerträge (s. Tabelle 2-2 und Tabelle 2-4) macht deutlich, dass die Flächeneffizienz bei einem nachhaltigen Energiepflanzenmix zur Strom- und Wärmeerzeugung rund 50% höher ist als bei der Produktion von Biokraftstoffen.

2.3.2 NATIONALE ENERGIEPFLANZENPOTENTIALE ZUR STROM- UND WÄRMEPRODUKTION

Bei der Berechnung der CO₂-Einsparungen durch die Nutzung der regionalen Energiepflanzenpotentiale wurde die CO₂-Produktion in der Vorkette (z.B. Düngung und Verarbeitung der Pflanzen zum Endenergieträger) mit 0,1 Mio. t/TWh berücksichtigt⁴. Die Ergebnisse der Berechnung sind in Tabelle 2-5 dargestellt.

² Chinaschilf (Miscanthus) ist keine einheimische Pflanze. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Pflanze aufgrund ihres sehr hohen Endenergieertrags (14-mal höher als Rapsöl) in den nächsten Jahren eine zunehmende Verbreitung finden wird. Die Möglichkeiten der Energieerzeugung sind noch nicht abschließend erschlossen. Denkbar ist die Verwendung der Miscanthusbriketts und der Häcksel der getrockneten Pflanze zur Strom- und Wärmeerzeugung. Die geringe Schüttdichte stellt einen Nachteil beim Transport dar. Die energetische Verwendung eignet sich deshalb nur im Rahmen dezentraler Energieversorgungskonzepte, was jedoch kein Nachteil ist. Es handelt sich hierbei eher um eine „Zukunftspflanze“ mit viel Potential, die jedoch nur als Teil eines ausgewogenen Mix bleiben soll. ⁴

³ Bei der Berechnung des Endenergieertrages wurde die aktuelle durchschnittliche Flächenintensität für die jeweiligen Pflanzen angesetzt.

⁴ Keine transportbedingten Emissionen berücksichtigt.

Für die Strom- und Wärmeerzeugung in KWK wurden dem Stand der Technik entsprechende mittlere Nutzungsgrade von 0,5 (thermisch) und 0,3 (elektrisch) angesetzt⁴. Für den Einsatz der Biomasse zur reinen Wärmeerzeugung wurde ein Nutzungsgrad von 0,9 angesetzt⁵.

Tabelle 2-5: Energie- und CO₂-Einsparpotentiale durch Biomasseeinsatz zur Strom- und Wärmeproduktion bzw. zur Kraftstoffproduktion (nur nationale Anbaufläche), [eigene Berechnung].

	Energiepotentiale	CO ₂ -Einsparung
	[TWh/a]	[Mio. t/a]
Strom aus KWK	14	4,5
Wärme aus KWK	24	3,4
Wärme	28	4,1
Summe	-	11,9
<u>Zum Vergleich:</u>		
Biokraftstoffe	49	4

Aufgrund einer höheren Nutzungseffizienz und einer besseren CO₂-Bilanz der Vorkette sind die CO₂-Einsparpotentiale durch Energiepflanzen zur Strom- und Wärmeerzeugung rund 3-mal größer als bei der Biokraftstoffproduktion. Während zur Erfüllung der CO₂-Minderungsziele von 9 Mio. t (bzw. 6,5-8 Mio. t) durch die Beimischungsquote der Biokraftstoffe ein Großteil dieser Treibstoffe importiert werden muss, können allein durch eine alternative Nutzung der nationalen Energiepflanzenanbauflächen rund 12 Mio. t CO₂ pro Jahr eingespart und somit das Minderungsziel der Biokraftstoffe um mehr als 30% übertroffen werden.

2.3.3 GESAMTES EMISSIONSMINDERUNGSPOTENTIAL DER STROM- UND WÄRMEPRODUKTION AUS ENERGIEPFLANZEN

Zur Erfüllung der von der Regierung geplanten Beimischungsquote sind, wie vorangehend gezeigt, die nationalen Potentiale der Bundesrepublik bei weitem nicht ausreichend. Um die CO₂-Minderungspotentiale der Biokraftstoffe, die mit 9 Mio. t/a ausgewiesen wurden, mit denen einer alternativen Nutzung vergleichen zu können, wird im folgenden die Annahme getroffen, dass auch die zur Erfüllung der Beimischungsquote erforderlichen Biomasse-**Importe** einer alternativen Nutzung zugeführt werden. Die

⁵ Es wird davon ausgegangen, dass 2020 der Nutzungsgrad der Heizanlagen (Brennwertkessel) durch Kopplung mit Solarthermie vor allem im privaten Sektor bei über 90% liegt.

Berechnung der resultierenden CO₂-Einsparpotentiale erfolgte unter der Annahme, dass die Anbaufläche im In- und Ausland, die zur Erfüllung der Beimischungsquote notwendig wäre, statt mit Raps, Weizen u.ä. mit Pflanzen für den Einsatz zur Strom- und Wärmegewinnung genutzt wird (s. Kapitel 2.2). Die Ergebnisse der Berechnung sind in der Tabelle 2-6 zusammengefasst.

Tabelle 2-6: Energiepotentiale und CO₂-Einsparpotentiale durch Biomasseeinsatz zur Strom- und Wärmeproduktion (nationale und nicht nationale Anbaufläche) [eigene Berechnung].

	Energiepotentiale			CO ₂ -Einsparung		
	[TWh/a]			[Mio. t/a]		
	BQ-17%	BQ-15%	BQ-12%	BQ-17%	BQ-15%	BQ-12%
Strom aus KWK	33	29	23	10,5	9,2	7,4
Wärme aus KWK	55	48	39	8,0	7,1	5,7
Wärme (getrennte Erzeugung)	66	58	46	9,6	8,5	6,8
Summe	-	-	-	28,1	24,8	19,9

3 FAZIT

Die vorangehenden Ausführungen und Berechnungen machen deutlich, dass die CO₂-Minderung durch den Einsatz von Energiepflanzen zur Strom- und Wärmeerzeugung um bis zu 3 mal größer ist als bei der Verwendung der zur Verfügung stehenden Fläche zur Biokraftstoffproduktion für den Verkehrssektor. Gleichzeitig zeigt sich, dass die nationalen Potentiale bei weitem nicht ausreichen, um den Bedarf an Biokraftstoffen zu decken, der sich aus der geplanten Beimischungsquote von 17% ergibt (gleiches gilt auch für die reduzierten Beimischungsquoten von 15% bzw. 12%).

Um die von der Bundesregierung angesetzte Beimischungsquote für Biokraftstoffe zu erfüllen, müssen zwischen 40% und 60% der Treibstoffe importiert werden. Der Import von Biomasse ist jedoch aufgrund sich abzeichnender weltweiter Ernährungsprobleme, die auf die zunehmende Biomasse-Nachfrage der Industrieländer zurückzuführen ist, sowie fehlender Mechanismen zur Kontrolle eines nachhaltigen Anbaus der Biomasse im Ausland⁶ als problematisch zu bezeichnen. Greenpeace lehnt Biomasse-Importe aus diesen Gründen ab. Bei einem prinzipiellen Abrücken von der Beimischungsquote könnte allerdings – bei ausschließlicher Nutzung der vorhandenen nationalen Potentiale, und dies unter nachhaltigen und umweltfreundlichen Bedingungen ohne Monokulturanbau und mit einem überwiegend einheimischen Energiepflanzenmix – 33% mehr an CO₂-Emissionen eingespart werden.

Eine Beimischungsquote von 12%, 15% oder 17% verursacht somit nicht nur die Notwendigkeit von Biomasse-Importen, sondern führt auch zu einer wenig effizienten Nutzung der vorhandenen Potentiale und letztlich zu einer geringeren CO₂-Minderung als potentiell möglich wäre. Hinsichtlich der nationalen CO₂-Minderungsziele ist es daher sinnvoller, die zur Verfügung stehenden Flächen zum Anbau von Energiepflanzen zur Strom- und Wärmeerzeugung zu nutzen als zur Biokraftstoffherstellung. Aus diesem Grund sollten von der Bundesregierung insbesondere die Einspeisung von Biogas ins Erdgasnetz sowie der Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung an Stelle der Biokraftstoffherstellung gefördert werden.

⁶ Durch eine geänderte Landnutzung, wie Rodung von Wäldern für das Anlegen von Energiepflanzenplantagen (z.B. in Sumatra, Indonesien) werden wertvolle Biotope und natürliche CO₂-Senken zerstört und bei der Ackerflächengewinnung CO₂ und Methan freigesetzt. Deshalb sollen für den Energiepflanzenanbau klare gesetzliche Vorgaben geschaffen werden, die unter anderem die Rodung von Wäldern und Zerstörung von Mooren verbieten. Auch weil diese gesetzliche Regelung und deren Überwachungsmechanismen noch nicht vorhanden sind, sollte, um größere Umweltschäden zu vermeiden, auf Biomasse-Importe verzichtet werden.

4 LITERATUR

- [1] „Schriftliche Fragen mit den in der Zeit vom 27. August bis 7. September 2007 eingegangenen Antworten der Bundesregierung“, Deutscher Bundestag (07. 09. 2007)
- [2] „Land Clearing and the Biofuel Carbon Debt“, Science Express (07.02.2008)
- [3] „Klimaschutz Plan B, Nationales Energiekonzept bis 2020“, Studie EUTech, Greenpeace (2007)
- [4] "How much bio energy can Europe produce without harming the environment?", Report EEA (2006)
- [5] „Leitstudie Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007)
- [6] Endbericht „Schlüsseldaten Klimaemissionen, welchen Beitrag kann Biomasse zum Klimaschutz leisten?“, Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (2007)
- [7] Erneuerbare Energien in Zahlen, BMU 2007
- [8] „EEG-Erfahrungsbericht“, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007)
- [9] „Wirtschaftliche Bewertung von Maßnahmen des Integrierten Energie- und Klimaprogramms“ (IEKP), Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) (2007).
- [10] „Zahlen und Fakten Energiedaten“, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2008)
- [11] „Weiterentwicklung der Strategie zur Bioenergie“, BMU (2008)
- [12] „Renaissance einer Energiepflanze“, Sonne, Wind & Wärme (3/2008)
- [13] Information der Internetseite: www.energiepflanzen.info
- [14] Information der Internetseite: http://ec.europa.eu/agriculture/envir/report/de/n-food_de/report.htm
- [15] Information der Internetseite: www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de
- [16] „Biogasanlagen – Nachhaltiger Beitrag zum Klima- und Umweltschutz“, Institut für Energetik und Umwelt gGmbH (2007)
- [17] „Analyse des nationalen Potenzials für den Einsatz hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplung“, Energie & Management Verlagsgesellschaft mbH (2006)

- [18] „Biogaserzeugung woraus?“, Fachartikel
http://www.saatbaulinz.eu/sor_showArtikel.asp?id=57
- [19] „Neue Funktionen des Grünlandes“, Universität Göttingen (2007)
- [20] „Biogashandbuch Bayern“, Bayrisches Landesamt für Umwelt
- [21] „Energiepflanzen“, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) (2007)
- [22] „Handreichung Biogasgewinnung und –nutzung“, Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (2004)