

Bereitstellungskonzepte von Biomasse für die Kraftstoffproduktion

Konrad Scheffer
Universität Kassel/Witzenhausen

7.EUROSOLAR-Konferenz, 17 –18.Februar 2005, Bonn

1. Einleitung

Biomasse verfügt über das größte Potenzial aller regenerativer Energiequellen. Unter Berücksichtigung eines Energie-Einsparpotenzials von 50% kann in Deutschland Biomasse bis zu 50 % zur zukünftigen Energieversorgung beitragen. Davon stammen wiederum ca. 70% aus der Landwirtschaft. Biomasse ist gespeicherte und unbegrenzt lagerfähige Sonnenenergie, die in alle Energieformen umwandelbar ist, in Wärme, Strom und **Kraftstoffe**.

Im folgenden werden Bereitstellungskonzepte von Biomasse zur Kraftstoffproduktion unter ökologischen und ökonomischen Aspekten diskutiert.

2. Ökonomische und ökologische Anforderungen an die Produktion von Kraftstoffen aus Biomasse

Neben der Schonung fossiler Ressourcen und der damit verbundenen Reduzierung von Treibhausgasemissionen soll der Energieträger Biomasse noch möglichst viele weitere soziale, ökonomische und ökologische Funktionen erfüllen. Diese sind:

- maximale Wertschöpfung im ländlichen Raum
- Pflanzenvielfalt (Biodiversität) beim Anbau von Energiepflanzen
- Vermeidung von Umweltschäden beim Anbau von Energiepflanzen
- hohe Qualität der Kraftstoffe
- höchste Netto-Kraftstoff-Erträge pro Flächeneinheit

Nimmt man nach diesen Kriterien eine Bewertung der einzelnen Kraftstoffen vor, so ergeben sich die im folgenden Bild dargestellten Plus- und Minuszeichen. In den folgenden Darstellungen werden sie im einzelnen beschrieben und diskutiert.

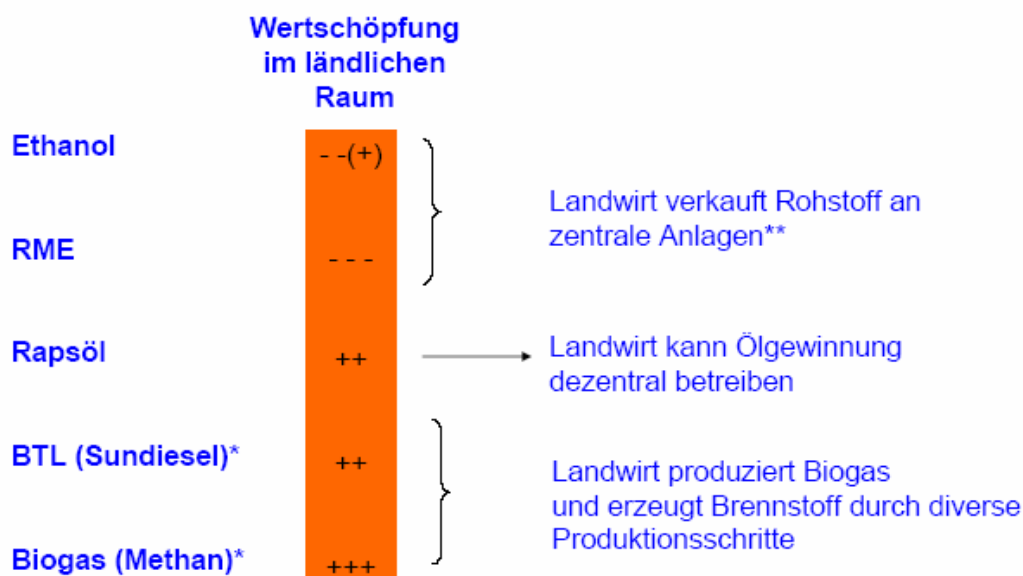
Darstellung 1: Bewertung der einzelnen Biokraftstoffe nach ökologischen und ökonomischen Kriterien (- - - sehr schlecht, + + + sehr gut)

	Wertschöpfung im ländlichen Raum	Biodiversität im Anbau	umwelt- schonender Anbau	Kraftstoff- qualität	Netto- Kraftstoff- ertrag pro Flächenein- heit (ha)
Ethanol	--(+)	+ (+)	--	+(+)	(-)+
RME	---	---	---	(+)	+
Rapsöl	++	---	---	-	+
BTL* (Sundiesel)	+	+++	++(+)	+++	++(+)
Biogas* (Methan)	+++	+++	++(+)	+++	+++

* kombiniertes Verfahren (s. Darstellung 3)

Durch energetische Nutzung der Biomasse sollen für den ländlichen Raum bzw. den Landwirt neue Einkommensperspektiven erschlossen werden. Dies ist jedoch nicht möglich, wenn der Landwirt in der Rolle des Rohstoffproduzenten verbleibt, wie das bei der großtechnischen Herstellung von Ethanol und RME der Fall ist. Lediglich in dezentralen Brennereien bzw. bei der Herstellung von nativem Rapsöl, dessen Einsatzmöglichkeiten allerdings begrenzt sind, besteht die Chance einer regionalen Wertschöpfung (Darstellung 2).

Darstellung 2: Bewertung der Kraftstoffe unter dem Aspekt der regionalen Wertschöpfung



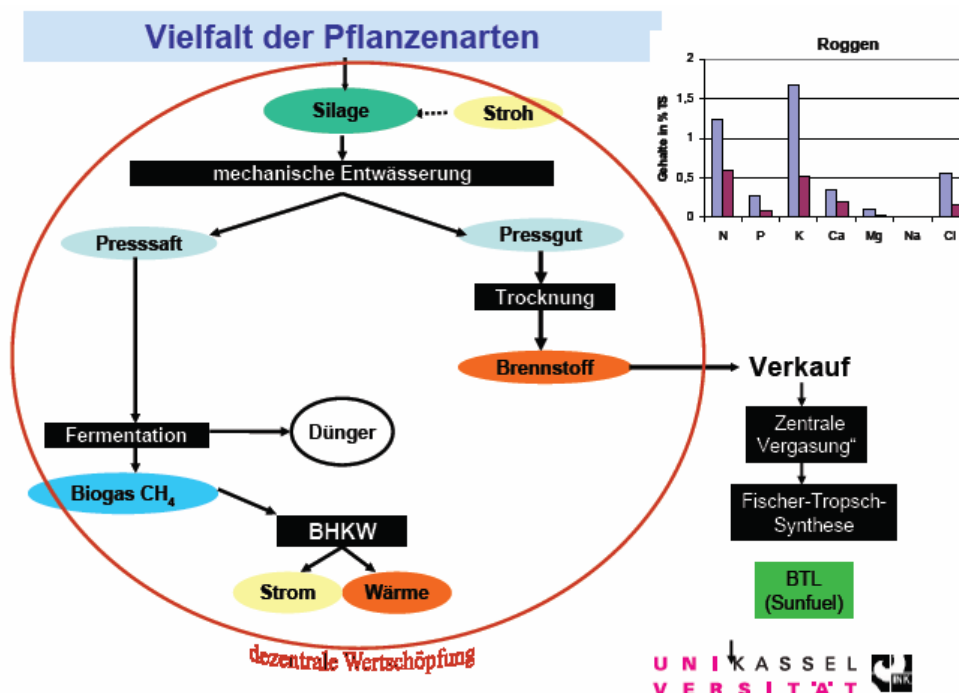
* Kombiniertes Verfahren

**Ausnahme: Ethanolproduktion in Kleinanlagen

Eine weitere Chance ergibt sich bei dem kombinierten Verfahren. Bei dem von uns entwickelten Konzept der Aufarbeitung von feuchtkonservierter Biomasse (Silage) aus einer Vielfalt von Pflanzenarten zu Biogassubstrat und Brennstoff für die Produktion von BTL (Sundiesel) verbleiben wesentliche Arbeitsschritte auf dem landwirtschaftlichen Betrieb, wie dies aus der folgenden Darstellung 3 deutlich wird. Nach unserer Auffassung gibt es außer bei der Verwertung von Stroh keine ökologische und ökonomische Alternative zur Feuchtbiomasse-Nutzung. Die Konservierung der Biomasse erfolgt in Form der Silagebereitung (vgl. Vortrag auf EURO-SOLAR-Konferenz aus 2004, Band 6).

Nach diesem Konzept wird die Silage mechanisch entwässert. Ca. 40 bis 50% der Biomasse-Trockensubstanz wird in die flüssige Phase überführt. Es handelt sich dabei um Substanzen, die in einer Biogasanlage leicht und somit schnell vergoren werden, wie Zucker, Stärke, Eiweiß und Fette. Damit kann ein Biogasfermenter von sehr viel kleinerem Volumen mit geringerem technischen Aufwand (Verzicht auf Rührtechnik) betrieben werden. Das Pressgut mit einem Wassergehalt von ca. 40 bis 50% kann nach weiterer Trocknung entweder als Brennstoff für die BTL-Produktion verkauft, oder aber auch vor Ort zu Pellets verarbeitet werden. Die brenntechnische Qualität des Brennstoffs wird durch den mechanischen Entwässerungsprozess erheblich verbessert, wie die Säulengrafik in der Darstellung 3 am Beispiel von siliertem Roggen zeigt. Der Brennstoff erfährt gegenüber dem Ausgangsmaterial (blaue Säulen) eine deutliche Reduktion in den Mineralstoffgehalten (rote Säulen). Z.B. enthält er nur noch halb so viel Stickstoff. Damit bleiben $\frac{3}{4}$ des Stickstoffs über die Elatluatnutzung der Biogasanlage als Dünger erhalten und werden nicht als NO_x emittiert. In noch stärkerem Maße werden die Nährstoffe Phosphor (P) und Kalium (K) in den Presssaft überführt. Durch die neben dem Kalium auch gleichzeitig starke Reduktion im Chloridgehalt werden Korrosionsschäden in Verbrennungsanlagen minimiert.

Darstellung 3: Kombiniertes Verfahren zur Biogas- und BTL-Produktion



Darstellung 4: Bewertung von Pflanzenvielfalt als Basis für die Kraftstoffproduktion

	Biodiversität im Anbau	
Ethanol	+ (+)	→ alle Getreidearten und Rüben nutzbar, aber als Reinkulturen (Monokulturen)
RME	---	} Raps-Monokulturen
Rapsöl	---	
BTL (Sundiesel)	+++	} fast alle Pflanzenarten einschl. Wild- pflanzen in beliebigen Arten- und Sortenmischungen nutzbar
Biogas (Methan)	+++	

Das von uns entwickelte Konzept der Zweikulturnutzung ermöglicht zwei Ernten von feuchter Biomasse pro Jahr. Da die Pflanzen nicht die Reife erlangen müssen, wie dies bei der Ethanolnutzung von Getreide oder der Ölnutzung von Raps nötig ist, können beliebige Pflanzenarten in beliebigen Mischungen angebaut werden. Abb. 1 bis 4 zeigen dafür Beispiele.



Abb. 1: Sonnenblumen



Abb. 2: Mischkultur aus Weizen, Roggen und Triticale



Abb. 3: Mischkultur von Mais und Sonnenblumen



Abb. 4: Energiemais

Darstellung 5: Möglichkeiten eines umweltschonenden Anbaus der Biomasse

	umweltschonender Anbau	konventioneller Landbau	ökologischer Landbau
Ethanol	---	100 % Nährstoffexport Getreide: 1-2 x Herbizide, 1-2 x Fungizide Rüben: 1-2 x Herbizide, 1 x Fungizide 1 x Insektizide	ja, deutlich geringere Erträge, hoher Bedarf an org. Düngemitteln Anbau kaum möglich
RME	---	100 % Nährstoffexport 2 x Herbizide 1-2 x Fungizide 1-2 x Insektizide Grundwasserbelastung durch hohe Rest-Nitratmengen	Anbau kaum möglich zu hohes Ertragsrisiko
Rapsöl	---		
BTL (Sundiesel)	++(+)	25 % Nährstoffexport keine oder wenig Herbizide keine Fungizide keine Insektizide Schutz des Grundwassers Schutz des Bodens	problemlos ohne Ertragsverluste möglich
Biogas (Methan)	++(+)		

Bei der Getreide- und Rapsproduktion für Ethanol und RME bzw. Rapsöl müssen die Pflanzen reife Körner liefern. Dies ist ohne Pestizide und ohne hohen Düngeraufwand nicht möglich. Eine Rückführung des Düngers, wie dies weitgehend bei dem kombinierten Verfahren der Fall ist, scheidet aus. Ein Anbau der Biomasse nach den Richtlinien des ökologischen Anbaus ist ohne erhebliche Ertragsseinbußen nur bei der Feuchtgutlinie möglich. Boden und Grundwasser werden vor Erosion und Nährstoffeinträgen geschützt.

Darstellung 6: Bewertung der Kraftstoffqualität

	Kraftstoff- qualität		
Ethanol	+	→	Bei 5 % Zumischung Dampfdruck des Kraftstoffs zu hoch
RME	(+)	→	Erfüllung zukünftiger EU-Normen??
Rapsöl	--	→	keine Erfüllung zukünftiger EU-Normen!
BTL (Sundiesel)	+++	→	gegenüber Diesel deutlich niedrigere Emissionswerte
Biogas (Methan)	+++	→	wie Erdgas emissionsfreier Treibstoff

Bei der Bewertung der Kraftstoffqualität wird Bezug auf die Angaben der Automobilindustrie genommen.

Darstellung 7: Netto-Kraftstofferrträge pro ha

	Netto- Kraftstoff- ertrag pro Flächenein- heit (ha)	Netto-Biomasse- ertrag/ha (l Öläquivalent)	Konversions- verluste	Netto-Kraftstoff- ertrag/ha (l Öläquivalent)	Ø
Ethanol	(-)+	→ 2.500 - 4.000	50 - 100 %	0 - 2.000	1.000
RME	+	→ 1.000 - 2.000	20 %	800 - 1.600	1.000
Rapsöl	+	→ 1.000 - 2.000	10 %	900 - 1.800	1.350
BTL (Sundiesel)	++(+)	} 8.000 - 10.000 2 x	50 - 60 %	3.200 - 5.000	4.100
Biogas* (Methan)	+++		30 - 50 %	4.200 - 7.000	5.500*

- erfordert neues Verteilungsgesetz

In Darstellung 7 werden die Energieerträge pro ha bewertet. Biomasse spielt bei der Wende von fossiler zu regenerativer Energieversorgung die wichtigste Rolle. Da die nutzbaren Ackerflächen begrenzt sind, zumal eine weiter anwachsende Weltbevölkerung auch mit ausreichend Nahrung versorgt werden muss, wird der Nettoenergieertrag der Nutzflächen zum entscheidenden Faktor. Der Netto-Kraftstofftrag eines ha Ackerfläche resultiert aus dem Energieertrag an Biomasse nach Abzug der energetischen Aufwendungen in Form von Maschinen, Pestiziden, Dünger, Arbeit und den energetischen Konversionsverlusten bei der Herstellung des Kraftstoffs.

Energiebilanzstudien sind immer wieder Anlass zu großem wissenschaftlichem Disput, wie wir es bei den vom Umweltbundesamt in Auftrag gegebenen Ökobilanzstudien zum Rapsmethylester (RME) erlebt haben. Ebenso umstritten sind die Energiebilanz-Berechnungen bei der Ethanol- und BTL-Produktion. Aus diesem Grund werden in der Darstellung 7 die weitest möglichen Schwankungen angegeben.

Die Zahlen stützen sich bei Ethanol auf eine Studie im Auftrag der FNR und auf Berechnungen von WAGNER, TU München. Bei BTL wird auf die jüngste Studie im Auftrag von VW, Daimler-Chrysler und CHOREN verwiesen.

Trotz der erheblichen Spanne in den angegebenen prozentualen Konversionsverlusten ergibt sich eine auffällige Präferenz für BTL und Biogas als zukünftige Kraftstoffe, wobei Biogas nach Aufarbeitung auf Erdgasqualität in das öffentliche Erdgasnetz eingespeist werden müsste. Mittelfristiges Ziel ist die Bereitstellung von 25% des Kraftstoffbedarfs aus Biomasse. Selbst bei einem optimalen Netto-Energieertrag an Ethanol von 2.000 Liter Dieseläquivalent pro ha würden hierfür in Deutschland ca. 7 Mio. ha Ackerfläche benötigt. WAGNER gibt sogar eine Fläche von 13 Mio. ha an, was dem hier angegebenen Mittelwert von 1.000 Liter Dieseläquivalent entspräche. Bei BTL wäre dieses Ziel mit einer Fläche von 2,8 Mio. ha erreichbar. Unter dem Aspekt, dass mittelfristig eine Ackerfläche von ca. 4 Mio. ha für die Energiepflanzenproduktion verfügbar ist, wäre sogar noch Fläche für Strom- und Wärmeproduktion vorhanden.

3. Schlussfolgerungen

Gegenüber der Wärme- (und Strom-) Produktion ist die Kraftstoffproduktion aus Biomasse die uneffizientere Konversionstechnik. Dies liegt einerseits an der nur partiellen Nutzungsmöglichkeit einer Pflanze oder/und andererseits an den hohen Konversionsverlusten bei der Kraftstoffherstellung. Dennoch besteht unter dem Aspekt zunehmender Verknappung und Krisenanfälligkeit ein scheinbar große Interesse der Autoindustrie und der Politik an der Bereitstellung alternativer Kraftstoffe. Wenn dieses Interesse tatsächlich ernst gemeint ist, kann das Ziel nur in höchster Nutzungseffizienz land- und forstwirtschaftlicher Flächen erreicht werden. Dabei dürfen allerdings Nachhaltigkeitsaspekte in der Flächennutzung nicht vernachlässigt werden.