



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search  
<http://ageconsearch.umn.edu>  
[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

# DIE STANDORTANGEPASSTE PRODUKTION VON BIOGASSUBSTRAT ALS INSTRUMENT DER WERTSCHÖPFUNG IM AGRARSEKTOR - EINE BEWERTUNG AN HAND VON STANDARDISIERTEN INDIKATOREN

Peter Kornatz<sup>1</sup>, Janine Müller<sup>1</sup>, Michael Glemnitz<sup>2</sup> und Joachim  
Aurbacher<sup>1</sup>

peter.kornatz@agrار.uni-giessen.de

<sup>1</sup> Institut für Betriebslehre der Agrar- und Ernährungswirtschaft, Justus-  
Liebig-Universität Gießen, Gießen, Deutschland

<sup>2</sup> Leibnitz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.,  
Müncheberg, Deutschland



## 2017

***Vortrag anlässlich der 57. Jahrestagung der GEWISOLA  
(Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V.)  
und der 27. Jahrestagung der ÖGA  
(Österreichische Gesellschaft für Agrarökonomie)  
„Agrar- und Ernährungswirtschaft zwischen Ressourceneffizienz und  
gesellschaftlichen Erwartungen“  
Weihenstephan, 13. bis 15. September 2017***

# **DIE STANDORTANGEPASSTE PRODUKTION VON BIOGASSUBSTRAT ALS INSTRUMENT DER WERTSCHÖPFUNG IM AGRARSEKTOR - EINE BEWERTUNG AN HAND VON STANDARDISIERTEN INDIKATOREN**

## **Zusammenfassung**

Der Anbau von Energiepflanzen rückte in den letzten Jahren im Hinblick auf eine Verengung der Fruchtfolgen und der damit zusammenhängenden ökologischen Defiziten in den Blick der Öffentlichkeit. Einen Ausweg könnte der Anbau von Energiepflanzen in standortangepassten Fruchtfolgen darstellen. In diesem Beitrag werden ausgewählte Ergebnisse aus einem Verbundprojekt vorgestellt und mit Hilfe einer integrativen Gesamtbewertung in Bezug auf ökonomisch-ökologische Trade-Off-Beziehungen hin standortdifferenziert untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass zwischen den Indikatoren nicht grundsätzlich Zielkonflikte herrschen, sondern auch Fruchtfolgen und Anbausysteme vorhanden sind, die hinsichtlich ökonomische und ökologische Anforderungen gleichermaßen vorteilhaft sind.

## **Keywords**

Biogaserzeugung, alternative Kulturpflanzen, Wirtschaftlichkeit, ökologische Indikatoren

## **1 Einleitung**

Um einen wirtschaftlichen Energiepflanzenanbau unter Minderung ökologischer Probleme zu ermöglichen, könnte der vermehrte Anbau in standortangepassten Fruchtfolgen eine Option darstellen. Zu diesem Zweck wurden in den Jahren 2005 bis 2015 bundeseinheitliche und standortangepasste Fruchtfolgen geprüft. An Hand von systematischen Fruchtfolgeversuchen, die parallel an elf Standorten durchgeführt wurden, konnten pflanzenbauliche, ökologische und ökonomische Fragestellungen bearbeitet werden. Hierbei wurde bei der Projektkonzeption darauf geachtet, dass eine möglichst vollständige Abdeckung der Agrarräume Deutschlands gegeben war.

Dieser Beitrag stellt die ökonomische Vorzüglichkeit der untersuchten Anbausysteme sowie die Zielbeziehungen zu ökologischen Parametern anhand dreier ausgewählter Standorte dar (Marktfruchtproduktion: Bernburg (Sachsen-Anhalt) und Dornburg (Thüringen); Veredlungsproduktion: Werlte (Niedersachsen)), die in der öffentlichen Wahrnehmung in der Regel einen Gegensatz zu den wirtschaftlichen Interessen der landwirtschaftlichen Akteure bilden. In diesem Sinne soll der vorliegende Beitrag klären, in wie weit die Produktion von Biogassubstrat zur nachhaltigen Wertschöpfung in der Landwirtschaft beitragen kann und wie sich Trade-Off-Beziehungen zwischen verschiedenen ökonomischen Kenngrößen und Ökosystemdienstleistungen grundsätzlich darstellen.

Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob die vorliegenden Erkenntnisse in Verbindung mit den geänderten Rahmenbedingungen der Biogaserzeugung zur Erhaltung oder Verbesserung der landwirtschaftlichen Wertschöpfung beitragen kann.

## **2 Methodik**

Für die ökonomische Begleitforschung wurde das Modell „Adaptierbare datenbankbasierte betriebswirtschaftliche Analyse regionaler Versuchsdaten (Bioenergie)“ kurz ADEBAR<sup>(BE)</sup> entwickelt. Die im Folgenden beschriebenen methodischen Ansätze sind integraler Bestandteil dieses Systems und sind ausführlich in Aurbacher et al. (2017) erläutert.

Der vorliegende methodische Ansatz behandelt zwei unterschiedliche Perspektiven der ökonomischen Bewertung die in einem Indikator „betriebswirtschaftliche Attraktivität“ (BA)

aggregiert wurden. Für die Perspektive eines Substrat produzierenden Landwirtes stellt sich die Frage nach der effektivsten Verwertung der vorhandenen Fläche. Entscheidungsrelevant für sind hier die variablen Produktionskosten (inklusive fixer Maschinenkosten) und Leistungen, die durch die Direkt- und Arbeiterledigungskostenfreie Leistung (DAKfL) ausgedrückt werden (Schroers & Sauer, 2011). Die Maschinenkosten wurden dabei aus dem KTBL-Feldarbeitsrechner entnommen (KTBL, 2016). Für den Betreiber einer Biogasanlage stellt sich hingegen die Frage, wie das Substrat möglichst kostengünstig bezogen werden kann. Deshalb wurde als zweiter betriebswirtschaftlicher Indikator die Kosten pro Einheit Methan mit aufgenommen.

Des Weiteren wurde ein Indikator für die Ökosystemdienstleistungen (ÖL) dargestellt, der eine integrative Bewertung von vier Einzelindikatoren enthält. Die Einzelindikatoren sind jeweils mit anerkannten Ökosystemmodellen auf der Basis von empirisch am Standort erhobener Daten kalkuliert und betreffen Indikatoren für die Kriterien Humusbilanz, Nitrataustrag, Treibhausgasemission und Brutvogelindex (Glemnitz et al. 2016). Der dritte übergeordnete Indikator, die Ressourceneffizienz (RE), stellt die Effizienz der eingesetzten Energie unter der Verwendung des „Energy Return on Investment“ (EROI) der erzeugten Energie gegenüber (Peter et al., 2017).

Die beschriebenen Parameter bilden im Folgenden die Grundlage für eine standardisierte integrative Gesamtbewertung der getesteten Anbausysteme, die eine Abwägung zwischen den betriebswirtschaftlichen und ökologischen Zielstellungen über Indikatorwerte auf Basis der Zuordnung zu Quartilen zulässt. Die Indikatorwerte können numerisch oder in einem vereinfachten Ampelsystem, wie von Glemnitz et al. (2015) gezeigt, dargestellt werden. Hier wurden für die Ergebnisdarstellung beide Systeme verwendet, da am Ampelwert direkt die qualitative Aussage erkennbar ist, während der numerische Wert eine Aussage zur quantitativen Stellung der Fruchtfolgen im Vergleich liefert. Der Ampelwert wird hier mit den Symbolen (+) für Werte im 4. Quartil (überdurchschnittlich), mit (o) für Werte im 2. und 3. Quartil sowie (-) für Werte im 1. Quartil (unterdurchschnittlich) der Wertemenge dargestellt.

### 3 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Standorte Bernburg, Dornburg und Werlte in Tabelle 1 vorgestellt.

Am Standort **Bernburg** spielen vor allem die Fruchtfolgeglieder Mais sowie Sorghum in Hauptfruchtstellung einerseits in Bezug auf die DAKfL eine tragende Rolle und andererseits weisen sie durch eine hohe Methanausbeute besonders geringe Methanentstehungskosten auf. Folglich erhält die Maisselbstfolge FF06 in Bezug zur BA und RE die beste Indikatorbewertung, während ÖL negativ bewertet ist. Die Sorghumselbstfolge (FF08) erhält hingegen eine durchgehend positive Indikatorbewertung, wobei der deutliche quantitative Abstand zu FF 06 bei den Indikatoren ÖA und RE auffällt. Zweikulturnutzungssysteme (FF07 und FF09) fallen durch ihre negative Indikatorbewertung auf.

Die höhere Bewirtschaftungsintensität wirkt sich negativ auf alle Indikatoren aus. Die mit positiven ÖL belegte Ackerfutterfruchtfolge 05 zeigt aus ähnlichen Gründen einen negativen Indikator RE. Hier ist der Einsatz der Ressourcen durch die mehrschnittige Bewirtschaftung besonders hoch, während die Energieausbeute als eher mittelmäßig einzustufen ist. Am Standort **Dornburg** zeigt sich diesbezüglich ein differenzierteres Bild. Hier ist die Ackerfutterfruchtfolge FF04 bei allen Indikatoren mit positiven Werten belegt und gleichzeitig die Fruchtfolge mit der höchsten DAKfL am Standort. Zwar besteht hier bei BA und RE eine deutliche Differenz im Indikator zur Maisselbstfolge FF07, jedoch ist die Differenz deutlich geringer ausgeprägt als in Bernburg. Die Differenz im Indikator BA ist vor allem mit den höheren Methanentstehungskosten begründet, die durch die mehrschnittige Bewirtschaftung in Verbindung mit geringeren Methanausbeuten relativ zu Mais zustande

kommt. An diesem Beispiel zeigt sich deutlich der Einfluss des Standortes auf die Kulturen und das Erfordernis, diesem Faktor besondere Beachtung zu schenken. Am Standort Dornburg sollte zudem berücksichtigt werden, dass Getreide-GPS als Fruchtfolgeglied generell eine hohe DAKfL generieren kann (FF02 und FF06), die Gesamtbewertung wird jedoch von den übrigen Fruchtfolgegliedern beeinflusst. Eine genauere Prüfung von Getreide GPS als Fruchtfolgebestandteil scheint deshalb lohnenswert.

**Tabelle 1: DAKfL der Fruchtfolgen, Methanentstehungskosten und Indikatoren betriebswirtschaftliche Attraktivität (BA), Ökosystemdienstleistungen (ÖL) und Ressourceneffizienz (RE).**

Fruchtfolgen	Fruchtfolgeglieder								MittelwertD AKfL. [€/ha]	Methan- entstehungs- kosten [€/m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> ]							
		1	2	3	4	5	6	7			BA	ÖL	RE				
01	FA	WGer Haupt-Fr. (GPS)	SuGr So.-Zw.Fr. (GPS)	Mais Haupt-Fr. (GPS)	WTrit Haupt-Fr. (GPS)	Phac So.-Zw.Fr. (Gd)	WWei Haupt-Fr. (Korn)		Bernburg Dornburg	583 na	0,6 na	(+) x	0,32 na	(o) x	-0,11 na	(+) x	0,21 na
	Stell. / Nutz.							Werlte	na	na		x	na	x	na	x	na
02	FA	Sorghum b. Haupt-Fr. (GPS)	WRog Wi.-Zw.Fr. (GPS)	Mais Zweit-Fr. (GPS)	WTrit Haupt-Fr. (Korn)	WWei Haupt-Fr. (Korn)			Bernburg Dornburg	520 480	0,87 0,67	(o) (o)	-0,16 -0,11	(o) (o)	0,06 -0,19	(o) (o)	-0,47 -0,59
	Stell. / Nutz.							Werlte	285	0,89		(o)	0,09	(o)	0,08	(o)	0,13
03	FA	Mais Haupt-Fr. (GPS)	WRog Wi.-Zw.Fr. (GPS)	Sorghum b. Zweit-Fr. (GPS)	WTrit Haupt-Fr. (GPS)	EinWeiGr So.-Zw.Fr. (GPS)	WWei Haupt-Fr. (Korn)		Bernburg Dornburg	379 313	1,12 1,30	(-) (-)	-0,92 -1,41	(-) (-)	-0,15 -0,36	(-) (o)	-0,35 -0,53
	Stell. / Nutz.							Werlte	294	1,15		(-)	-0,55	(o)	-0,29	(o)	0,20
04	FA	SGer Haupt-Fr. (GPS)	LuzGr Untersaat (k.Ernte)	LuzGr Haupt-Fr. (GPS)	LuzGr Haupt-Fr. (GPS)	WWei Haupt-Fr. (Korn)			Bernburg Dornburg	486 818	0,51 0,54	(o) (+)	0,25 0,98	(+) (+)	1,09 1,12	(o) (+)	0,15 0,88
	Stell. / Nutz.							Werlte	247	0,98		(-)	-0,24	(+)	0,60	(-)	-1,83
05	FA	HaMisch Haupt-Fr. (GPS)	WTrit Haupt-Fr. (GPS)	WRap Haupt-Fr. (Korn)	WWei Haupt-Fr. (Korn)				Bernburg Dornburg	446 499	0,68 0,52	(o) (o)	-0,05 0,15	(+) (o)	0,56 0,06	(-) (o)	-0,65 -0,48
	Stell. / Nutz.							Werlte	58	0,79		(o)	-0,21	(+)	0,50	(-)	-1,07
<b>Regionalf Fruchtfolgen Bernburg</b>																	
06	FA	Mais Haupt-Fr. (GPS)	Mais Haupt-Fr. (GPS)	Mais Haupt-Fr. (GPS)	WWei Haupt-Fr. (Korn)				Bernburg	1.083	0,38	(+)	1,59	(o)	-0,12	(+)	2,06
	Stell. / Nutz.																
07	FA	WRog Wi.-Zw.Fr. (GPS)	Mais Zweit-Fr. (GPS)	WRog Wi.-Zw.Fr. (GPS)	Mais Zweit-Fr. (GPS)	WRog Wi.-Zw.Fr. (GPS)	Mais Zweit-Fr. (GPS)	WWei Haupt-Fr. (Korn)	Bernburg	640	1,13	(o)	-0,27	(-)	-0,55	(o)	-0,20
	Stell. / Nutz.																
08	FA	SorHybride Haupt-Fr. (GPS)	SorHybride Haupt-Fr. (GPS)	SorHybride Haupt-Fr. (GPS)	WWei Haupt-Fr. (Korn)				Bernburg	748	0,45	(-)	0,83	(-)	0,34	(-)	0,77
	Stell. / Nutz.																
09	FA	WRog Wi.-Zw.Fr. (GPS)	WRog Zweit-Fr. (GPS)	WRog Wi.-Zw.Fr. (GPS)	Sorghum Zweit-Fr. (GPS)	WRog Wi.-Zw.Fr. (GPS)	Sorghum Zweit-Fr. (GPS)	WWei Haupt-Fr. (Korn)	Bernburg	161	1,43	(-)	-1,60	(o)	-0,03	(-)	-1,51
	Stell. / Nutz.																
<b>Regionalf Fruchtfolgen Dornburg</b>																	
06	FA	Ha Haupt-Fr. (GPS)	er Haupt-Fr. (GPS)	er Haupt-Fr. (GPS)	WRap Haupt-Fr. (Korn)	WWei Haupt-Fr. (Korn)			Dornburg	434	0,55	(o)	-0,07	(-)	1,50	(-)	-0,72
	Stell. / Nutz.																
07	FA	Mais Haupt-Fr. (GPS)	Mais Haupt-Fr. (GPS)	Mais Haupt-Fr. (GPS)	WWei Haupt-Fr. (Korn)				Dornburg	776	0,37	(+)	1,09	(o)	-0,23	(+)	1,95
	Stell. / Nutz.																
08	FA	Topi Haupt-Fr. (Kr)	Topi Haupt-Fr. (Kr)	Topi Haupt-Fr. (Kr u. Knolle)	WWei Haupt-Fr. (Korn)				Dornburg	276	0,25	(o)	-0,08	(+)	0,96	(-)	-1,19
	Stell. / Nutz.																
<b>Regionalf Fruchtfolgen Werlte</b>																	
07	FA	Mais Haupt-Fr. (GPS)	WTrit Haupt-Fr. (Korn)	WGer Haupt-Fr. (GPS)	WWei Haupt-Fr. (Korn)				Werlte	214	0,68	(+)	0,44	(o)	-0,30	(o)	0,01
	Stell. / Nutz.																
08	FA	Mais Haupt-Fr. (Korn)	WWei Haupt-Fr. (GPS)	WRog Haupt-Fr. (GPS)	WWei Haupt-Fr. (Korn)				Werlte	154	0,65	(+)	0,37	(o)	0,27	(o)	-0,25
	Stell. / Nutz.																

FA = Fruchtart  
Stell. / Nutz. = Fruchtstellung und Nutzung  
GPS = Ganzpflanzersilage  
k.Ernte = Keine Ernte

BA = Betriebswirtschaftliche Attraktivität  
ÖL = Ökologische Leistungen  
RE = Ressourceneffizienz  
Zweit-Fr. = Zweitfrucht

Gd = Gründüngung  
Haupt-Fr. = Hauptfrucht  
So.-Zw.Fr. = Sommerzwischenfrucht  
Wi.-Zw.Fr. = Winterzwischenfrucht

(+) = 4. Quartil  
(o) = 2. und 3. Quartil  
(-) = 1. Quartil  
na. = Nicht vorhanden

Quelle: Eigene Berechnungen

Am Standort **Werlte** (durch Veredelungswirtschaft geprägt) spielen auf Ebene der Fruchtfolgeglieder in Bezug auf die DAKfL Mais und auch Getreide als GPS-Nutzung eine tragende Rolle. Bei den Indikatoren zeigt sich jedoch, dass keine Fruchtfolge eine durchgehend positive Indikatorbewertung erzielt sondern nur einzelne Indikatoren als positiv ausgewiesen werden. Besonders bei RE fällt auf, dass kein überdurchschnittlicher Wert ausgewiesen wird. Die Verwertung der eingesetzten Ressourcen ist somit bei allen Fruchtfolgen als suboptimal anzusehen, jedoch handelt es sich bei den Fruchtfolgen mit ungünstigstem Indikator RE gleichzeitig um jene, die einen positiven Indikator ÖL aufweisen.

Der Indikator BA zeigt am Standort Werlte, dass eine hohe DAKfL nicht zwingend mit einer hohen Indikatorbewertung einhergeht. In der Tendenz sind für den Standort FF07 und FF08 für die Biogassubstratproduktion am geeignetsten. Jedoch zeigt gerade der Standort Werlte, dass die Eignung einer Fruchtfolge stark von der Zielsetzung abhängt, und dass es nicht immer möglich ist, alle Bedürfnisse der involvierten Akteure zu befriedigen.

#### **4 Diskussion und Schlussfolgerungen**

Generell zeigt sich, dass die vorgestellte Methode zur Verwendung von standardisierten Indikatoren geeignet ist, um Indikatoren mit verschiedenen Einheiten zu aggregieren und Trade-Off-Beziehungen zwischen unterschiedlichen Zielstellungen zu identifizieren. Je nach Zielstellung am Standort kann so eine passende Fruchtfolge gewählt oder Steuerungselemente entwickelt werden um bestimmte Anbaukonzepte zu bevorzugen, z.B. um gewünschte Ökosystemdienstleistungen unter Aufwendung von anderen Ressourcen zu erhalten oder zu fördern.

Aus diesen Ergebnissen lassen sich Hinweise für Weiterentwicklung des Bioenergiepflanzenanbaus in den nächsten Jahren ableiten. Durch die Umstellung des EEG auf ein Ausschreibungssystem (Bundesrat, 2016, u.a. Art. 1 § 22 (4)) besteht die Notwendigkeit für die Betreiber von Neuanlagen, möglichst geringe Preise für den erzeugten Strom anbieten zu können. Da dies unmittelbar von den Kosten der Methanerzeugung abhängt, werden die Methanentstehungskosten als Wirtschaftlichkeitsindikator in den Fokus rücken. In Kombination mit der differenzierten regionalen Vorzüglichkeit der Anbausysteme erscheint es wahrscheinlich, dass die Biogasproduktion eine weitere räumliche Konzentration in den Regionen mit besonders günstigen Bedingungen für den Biogassubstratanbau erfahren wird, da dort besonders günstig Substrate zur Verfügung gestellt werden können. Jedoch lässt sich aus den Ergebnissen auch ableiten, dass einige Fruchtfolgen mit hohen ökologischen Leistungen (ÖL) an bestimmten Standorten wirtschaftlich tragfähig sind. Als Beispiel kann hier die Ackerfutterfruchtfolge (FF04) in Dornburg angeführt werden. Es bleibt demnach festzustellen, dass eine standortgerechte Fruchtfolgenzusammensetzung generell die Möglichkeit bietet, ökologische und ökonomische Zielstellungen zu erfüllen, wenn für beide Teilbereiche Kompromisslösungen gefunden werden und nicht der jeweilige Optimalzustand erreicht werden kann.

#### **Literatur**

- AURBACHER, J., KORNAZ, P. UND MÜLLER, J (2017): Entwicklung und vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands – Phase III (EVA III). Teilvorhaben 3: Ökonomische Begleitforschung (FNR FKZ: 22006212). Abschlussbericht. Gießen
- BUNDESRAT (2016): Beschluss des Bundesrates. Entschließung des Bundesrates zur Stärkung der Stromerzeugung aus Biomasse im EEG 2016. Drucksache 555/15 (B) [https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2015/0501-0600/555-15%28B%29.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2015/0501-0600/555-15%28B%29.pdf?__blob=publicationFile&v=1)
- GLEMNITZ, M., ECKNER, J., AURBACHER, J., KORNAZ, P., MÜLLER, J., HEIERMANN, M., PETER, C. (2015): Crop rotations as “cornerstone” of sustainable energy cropping – Integrative evaluation of their agronomic, ecologic, economic and resource efficiency effects, *Aspects of Applied Biology* 131, S. 117-128
- KTBL (2016): Feldarbeitsrechner. KTBL-Online Anwendung. [www.ktbl.de](http://www.ktbl.de)
- PETER, C., GLEMNITZ, M., WINTER, K., KORNAZ, P., MÜLLER, J. HEIERMANN, M., AURBACHER, J. (2017): Impact of energy crop rotation design on multiple aspects of resource efficiency. *Chemical Engineering & Technology* :n/a-n/a doi:10.1002/ceat.201600226
- SCHROERS, J. O. UND SAUER N. (2011): Die Leistung-Kostenrechnung in der landwirtschaftlichen Betriebsplanung. KTBL-Schrift 486. Darmstadt 2011