

# Biomasse - ökologisch und sozial verträglich

Dipl.-Ing. Dirk Wolters, Wuppertal Institut für Klima Umwelt Energie, Wuppertal

Dipl.-Geogr. Andrea Beste, Stiftung Ökologie und Landbau, Bad Dürkheim

## Biomasse - ökologisch und sozial verträglich

“Die energetische Biomassennutzung bietet der heimischen Industrie in Hessen ein zukunftssträchtiges Betätigungsfeld in einem noch größtenteils unerschlossenen Wachstumsmarkt“. Das ist das Fazit eines Workshops "Energie aus Biomasse", der am 12. November in Hanau stattfand. Die Nutzung erneuerbarer Energieträger hat in den letzten Jahren vor dem Hintergrund weltweit wachsender Energienachfrage und der damit verbundenen Umweltprobleme erheblich an Bedeutung gewonnen. Neben den Energieträgern Sonne und Wind bietet die Biomassennutzung eine attraktive Alternative für das Ziel einer nachhaltigen Energieversorgung.

Bioenergien liegen jedoch im Gegensatz zu Wind und Sonne in vielfältiger Form vor und stammen, auch wenn es sich immer um organisches Material handelt, aus unterschiedlichsten Bereichen (s. Abb. 1) und können in alle Aggregatzustände (gasförmig, flüssig, fest) umgewandelt werden.

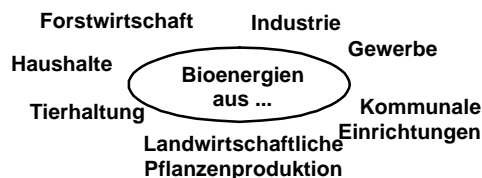


Abbildung 1: Potentielle Biomassevorkommen

Für die meisten Bereiche herrscht Übereinstimmung, dass die ökologischen Auswirkungen vorteilhaft sind. Im Rahmen der Forst- und v.a. der Landwirtschaft stellt sich die Lage jedoch komplexer und weniger eindeutig dar. Der vorliegende Beitrag bezieht sich ausschließlich auf den letzten Bereich, und hier wiederum in erster Linie auf die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion.

Durch die energetische Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen ergibt sich eine direkte Verknüpfung zwischen zwei Themenfeldern, die nach klassischer Einteilung zunächst wenig miteinander zu tun haben: Energie und Landwirtschaft. In Bezug auf den Energiebereich sind die ökologischen Auswirkungen oft kommuniziert (Stichwort Klimaveränderungen), dass aber auch durch die aktuelle Form der Landwirtschaft erhebliche ökologische Schäden und soziale Probleme entstanden sind, soll im Folgenden kurz skizziert werden.

Innerhalb der letzten 50 Jahre hat sich die Landwirtschaft in Deutschland erheblich gewandelt. Positiv ist dabei zu verbuchen, dass die Erträge und die Versorgungssicherheit deutlich gestiegen sind. Um die Ertragssteigerung von rund 50 % zu erreichen, war und ist jedoch ein erheblicher Aufwand notwendig. So gehen die Steigerungen einher mit einer spezifischen Vervierfachung des Energieeinsatzes, mit einer Verfünffachung des Stickstoffdüngereinsatzes, einer Verzehnfachung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes sowie des Importvolumens von Futtermitteln. Die Auswirkungen der Landwirtschaft sind dementsprechend vielfältig und, so muss leider konstatiert werden, problemreich. In Auszügen bedeutet dies:

In Deutschland sind u.a. aufgrund von Unterbodenverdichtung und mangelnder bodenbiologischer Aktivität die Böden erheblich gefährdet. Beispielsweise ist ein Abtrag fruchtbaren Ackerbodens von 8 t/(ha\*a) festzustellen. Dieser Wert entspricht der sechsfachen Neubildungsrate. Bereits heute werden bei 10 % des Grundwassers die Grenzwerte überschritten, zwei der Hauptverursacher sind Pflanzenschutzmittel und Nitrate aus mineralischen Düngern. Durch Ammoniakemissionen hat der Sektor Landwirtschaft einen Anteil von rund 10 % am anthropogenen Treibhauseffekt. Und schließlich sind aufgrund der Ausräumung der Kulturlandschaft und der Artenarmut auf den Feldern rund 50 % der Wildtiere und 35 % der Pflanzenarten in Deutschland gefährdet.

Aber die heutige Bewirtschaftungsform hat nicht nur ökologische, sondern auch soziale Probleme hervorgerufen. Durch den Preisdruck fühlten sich Landwirte, ähnlich anderer Wirtschaftssektoren, gezwungen möglichst stark zu rationalisieren. Verstärkter Maschineneinsatz, automatisierte Ver- und Entsorgungsanlagen in der Tierhaltung sowie zunehmender Einsatz chemischer Produktionsmittel haben neben anderen Aspekten in den letzten 50 Jahren zu einem Rückgang der Beschäftigtenzahl um 70 % geführt.

Diesem Rückgang steht die Hoffnung entgegen, dass durch die energetische Verwertung von Biomasse ein "zukunftssträchtiges Betätigungsfeld" (s.o.) in der Land-, Forst- und Abfallwirtschaft, bei Planern, in Ingenieurbüros und bei Anlagenbauern entsteht und dadurch Arbeitsplätze gesichert oder neu geschaffen werden. Dies kam auch in der "Internationalen Agrartechnik-Konferenz" in Potsdam (11./12. Nov. 99) zum Ausdruck, wo eine Agrartechnik gefordert wurde, die "eine konkurrenzfähige und umweltverträgliche Agrarproduktion bei möglichst hoher Beschäftigung garantieren" sollen. Insbesondere werden auch alternativen Einkommensmöglichkeiten wie der Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energieträger "eine bedeutende Rolle" zugewiesen. Dass die heutige Ressourcen intensive aber Arbeitskraft extensive Landwirtschaftsform diesem Ziel quasi per Definition nicht gerecht werden kann, bleibt außen vor.

### **Umwelt- und sozialverträgliche Energiepflanzen**

Aufgrund o.g. Probleme scheidet daher ein Fortführen der heutigen Bewirtschaftungsform aus. Die einzige **heute** bekannte **und praktizierte** Strategie zur Problemlösung stellt der ökologische Landbau als bislang ressourcenschonendste und umweltverträglichste Form der Landbewirtschaftung dar, der zudem weitaus arbeitsintensiver ist. Bisherige Potentialabschätzungen zur möglichen energetischen Verwertung von Bioenergien gingen jedoch entweder vom konventionellen Landbau aus oder genügen nur unzureichend wissenschaftlichen Anforderungen. In einer Untersuchung (Wolters 1999) sollte daher geklärt werden, ob die Einführung eines flächendeckend ökologischen Landbaus und ein gleichzeitiger Anbau von Energieträgern auf landwirtschaftlichen Flächen in Deutschland vereinbar sind und welche Energiepotentiale sich daraus ergeben.

In der Landwirtschaft stehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten der Biomassenutzung zur Verfügung: der Anbau von Energiepflanzen und die Nutzung von Reststoffen. Die Nutzung tierischer Exkremente ist in jeder Hinsicht als positiv zu beurteilen **solange der Nährstoffausgleich gewährleistet ist** und wurde somit in die Potentialberechnung aufgenommen. Den Hauptbestandteil der Untersuchung stellt die Diskussion über die Möglichkeiten dar, mittels speziellem Energiepflanzenanbau Bioenergie zu gewinnen. Eine Reihe von Kulturen wurden in Zusammenarbeit mit Pflanzenbauinstituten nach einem eigens entwickelten und an öko-systemaren Zusammenhängen orientierten Kriterienraster analysiert.

Dabei stellte sich heraus, dass insbesondere Öllein sehr positiv zu bewerten ist, da die Ansprüche überwiegend gering und die Einflüsse auf den Standort positiv zu bewerten sind. Sonnenblumen weisen wie der Öllein sehr gute Einflüsse auf den Standort auf, besitzen allerdings hohe Ansprüche an Klima und Standort. Kartoffeln und Getreide (hier: Triticale) werden als eingeschränkt empfehlenswert beurteilt, **da ihr Fruchtfolgeanteil im ökologischen Landbau ohnehin schon hoch und somit keine zusätzliche Fruchtfolgeauflockerung möglich ist**, wobei Getreide geringere Ansprüche aufweist als die Kartoffel. Raps und vor allem Mais bilden mit Abstand das Schlußlicht der untersuchten Früchte, **da ihre Ansprüche hoch sind, die Auswirkungen auf den Standort mittel bis negativ und eine hohe Anfälligkeit hinzukommt. Sie** werden aus der weiteren Betrachtung ausgeklammert. An dieser Stelle ist bereits ein deutlicher Unterschied zur bisherigen Diskussion zu erkennen, wo insbesondere Raps einen wichtigen Stellenwert einnimmt, **da seiner Anfälligkeit im konventionellen Anbau synthetisch-chemisch begegnet werden kann**. Allerdings soll auch erwähnt werden, dass auf einer Reihe von Höfen in Deutschland durchaus auch Raps gut integriert werden könnte. Insofern ist immer auch der Einzelfall entscheidend. Für die Dauerkulturen Miscanthus und Kurzumtrieb können aufgrund der unzureichenden Kenntnisse im Ökolandbau noch keine abschließenden Beurteilungen vorgenommen werden.

### **Szenarien**

Die mittel- und langfristige Entwicklung des Sektors Landwirtschaft ist von vielen Faktoren abhängig und somit heute nur begrenzt voraussagbar. Da aufgrund praktischer Umstellungsaspekte ein langfristiger Zeitraum betrachtet werden muss (gewählt wurde bis 2050), sind diese Unsicherheiten in die Untersuchung zu integrieren. Es handelt sich also bei den Berechnungsvariablen nicht um statische Größen, sondern mit Hilfe von systematischen Zukunftsanalysen und der Anwendung der Szenariotechnik wurden Ergebnisse unter verschiedenen Annahmen ermittelt.

Ausgehend von der heutigen Situation wurden mehrere Szenarien gerechnet, von denen hier nur eines präsentiert wird. Bevor die Ergebnisse geschildert werden, seien zunächst einige Basisannahmen

genannt: Um eine Konsistenz mit anderen Studien zu erhalten, wird die prognostizierte Bevölkerungsentwicklung der Enquete-Szenarien zugrunde gelegt (IBS 1995). Der Pro-Kopf-Kalorienverbrauch bleibt über den gesamten Betrachtungszeitraum konstant - auch wenn er aus ernährungsphysiologischer Sicht deutlich geringer sein könnte. Die heutige landwirtschaftliche Nutzfläche beträgt 17,3 Mio. ha und bleibt während des Betrachtungszeitraums unverändert. Importe sind im Bereich der Nahrungsmittel (Reis, Kaffee u.a.) unberücksichtigt geblieben, während bei der Betrachtung des Futtermittelverbrauchs darauf verzichtet wird. Der gesamte Futtermittelbedarf soll daher durch heimische Flächen gedeckt werden. Auch auf Nahrungs- und Futtermittelexporte wird verzichtet. Somit ergibt sich resultierend, abgesehen von nicht in Deutschland wachsenden Kulturen, eine Versorgung mit ausschließlich heimisch erzeugten Nahrungsmitteln. Für die Ergebnisse stellt diese deutschlandzentrierte Betrachtungsweise den ungünstigsten Fall dar, da Deutschland zu den am dichtest besiedelten und bewirtschafteten Ländern in Europa gehört, in Nachbarländern also zum Teil wesentlich größere Potentiale bestehen.

### Szenario 'Öko-Landbau zukünftig'

Im Rahmen des Betrachtungszeitraums ist mit deutlichen Ertragssteigerungen zu rechnen, denn der Ökolandbau ist erst knapp 80 Jahre alt und Forschung und Entwicklung wurde jahrzehntelang vernachlässigt. Da es jedoch schwierig ist, diese genau vorauszusagen, wurden verschiedene Varianten gerechnet, die auf Abschätzungen des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und verschiedener Institutionen der ökologischen Landwirtschaft beruhen. In diesem Artikel werden nur die Ergebnisse für die kleinste Ertragssteigerung vorgestellt, also auch hier erneut der schlechteste Fall.

Parallel dazu ist anzunehmen, dass das Umwelt- und Gesundheitsbewußtsein in der Bevölkerung zunimmt. Die daraus resultierende Veränderung von Konsumgewohnheiten wurde in der Szenarioanalyse gekoppelt mit unterschiedlichen Varianten der Produktivitätssteigerung. Es wird davon ausgegangen, dass in den nächsten 50 Jahren eine Reduzierung des Fleischkonsums um rund 50 % stattfinden wird. Einerseits erscheint dies eine starke Veränderung zu sein, andererseits liegt der durchschnittliche Fleischkonsum<sup>1</sup> auch dann noch deutlich über den aus gesundheitlichen Gründen empfohlenen Werten. Um den Kalorienverbrauch pro Kopf gleich zu belassen, müssen im Gegenzug mehr pflanzliche Lebensmittel angebaut werden.

Die Flächenbindung für die Lebensmittelerzeugung liegt unter diesen Voraussetzungen bei 11, 8 Mio ha, so dass im Jahr 2050 unter den gegebenen Annahmen 6,5 Mio ha für den Anbau von Energiepflanzen zur Verfügung stünden. Aufgrund der Variation des Fleischkonsums ist erkennbar, dass dieser einen enormen Einfluß auf die Flächenpotentiale besitzt. Würde der Konsum gleichbelassen, verminderte sich die freie Fläche auf 1,1 Mio ha. Bei der heutigen Produktivität wäre es sogar unmöglich für Deutschland, seine eigene Bevölkerung zu ernähren. **Dies bestätigt die bekannte Tatsache, dass** der Fleischkonsum in Deutschland eindeutig zu hoch ist, wenn wir uns nachhaltig versorgen wollen.

### Mengen- und Energiepotentiale

Für dieses Szenario lassen sich nun die Mengen- und Energiepotentiale berechnen, dafür notwendige Werte sind Tabelle 1 zu entnehmen. Zusätzlich werden die durch die Viehhaltung möglichen Biogaspotentiale bestimmt.

Tab. 1: Eingangswerte zur Energiepotentialberechnung aus Energiepflanzen

	Massenertrag in t/ha	Ölertrag in kg/t Erntegut	Ethanolertrag in kg/t Erntegut	Heizwert in MJ/kg	Energieaufwan d in %*
Getreide	11			14,3	10,2
Miscanthus	14			17,2	13,1
Kurzumtrieb	12			17,9	7,1
Raps		407		35,8	41,3
Öllein		400		35,8	40
Sonnenblume		550		35,8	40
Kartoffeln			102	27,0	80

\* Der Energieaufwand für die Umwandlung in Endenergie.

<sup>1</sup> Er liegt dann bei rund 500 g pro Woche nur für Rind- und Schweinefleisch, alle anderen Sorten (wie Huhn) sind noch hinzuzurechnen.

Mit Hilfe dieser Werte lassen sich die in Abbildung 2 dargestellten Energiepotentiale berechnen. Diese sind nicht additiv zu verstehen, sondern schließen einander aus. Möglich ist natürlich auch eine Mischung der Kulturen im zeitlichen Verlauf.

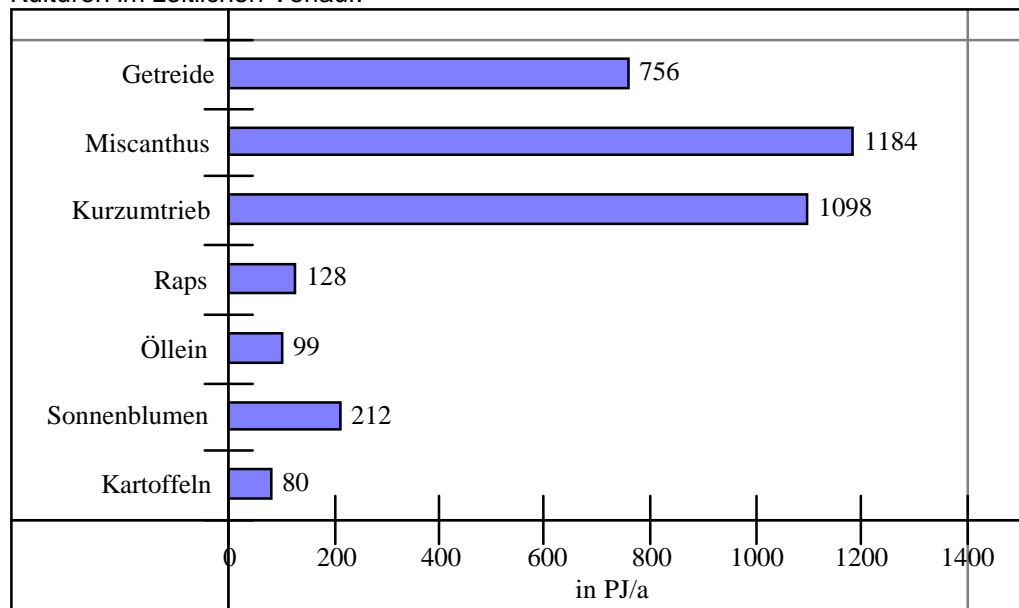


Abb. 2: Endenergiepotentiale durch Energiepflanzen

Zusätzlich läßt sich noch Energie aus der organischen Substanz gewinnen, welche bei der Nutztierhaltung anfällt, **wobei die Nährstoffrückführung auf den Acker nach der Biogasnutzung gewährleistet ist.** Für den untersuchten Fall ergibt sich ein Biogaspotential von 51 PJ/a. In Sensitivitätsbetrachtungen der wichtigsten Parameter stellt sich eindeutig heraus, dass die ausgewiesenen Potentiale eher am unteren Ende der Skala anzusiedeln sind, also den ungünstigsten Fall darstellen.

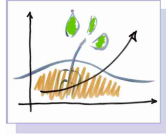
### Schlußfolgerung

Zusammenfassend läßt sich feststellen, dass im Falle einer geringen Produktivitätssteigerung bei veränderten Ernährungsgewohnheiten und dem **rechnungstechnisch angenommenen** Anbau von Getreide ein Biomasse- und Biogaspotential von jährlich über 800 PJ ergibt. Verglichen mit dem deutschen Endenergieverbrauch von 1995 entspricht dies einem Anteil von etwa 9 %. Unter Einbeziehung der heutigen forstwirtschaftlichen Potentiale ließe sich das Biomassepotential nochmal um 2 bis 3 Prozentpunkte steigern. Energieträger aus nachwachsenden Rohstoffen werden damit auch in Zukunft ein begrenztes Gut bleiben und sollten so effizient wie möglich verwendet werden. Dies bedeutet aber auch, dass die Umwandlung in flüssige Energieträger möglichst vermieden werden sollte, da hier erhebliche Umwandlungsverluste zu verzeichnen sind. Notwendig ist eine Konzentration der Forschungstätigkeiten auf die ökologische Landwirtschaft sowie auf die Verbesserung der Umwandlungswirkungsgrade in der gesamten Bioenergieträgerkette. Aber am **deutlichsten** ist vielleicht zu erkennen, welchen Einfluß unsere Lebensgewohnheiten auf das Potential und die Umweltverträglichkeit von Bioenergien besitzen.

### Literatur

Wolters, D.: Bioenergieträger im ökologischen Landbau - Möglichkeiten und Potentiale. Wuppertal-Paper Nr. 91, Wuppertal Institut, Wuppertal: 1999

**Kontakt:**



**Büro für Bodenschutz  
& ökologische Agrarkultur**

**Bodenschutz, Naturschutz,  
Regionale Vermarktung  
Beratung, Fortbildung, Analyse**

Dr. Andrea Beste  
Osteinstr. 14  
D-55118 Mainz  
Tel/Fax: +49 +6131-639901  
E-Mail: [A. Beste@t-online.de](mailto:A.Beste@t-online.de)  
Website: [www.gesunde-erde.net](http://www.gesunde-erde.net)

Aus dem Bodenschutz-Angebot:  
Seminare und Vorträge über:

- Bodenökologie
- Ökologische Bodenbewirtschaftung/-bearbeitung
- Bodenschutz
- Ökologischer Landbau
- Einführung in die Erweiterte und GÖRBING -Spatendiagnose und ihre Eignungsbereiche
- Professionelle Strukturqualitätsanalyse und Aggregatstabilitätstest