

# **Optimierte Konzepte für den Anbau und die energetische Nutzung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen**

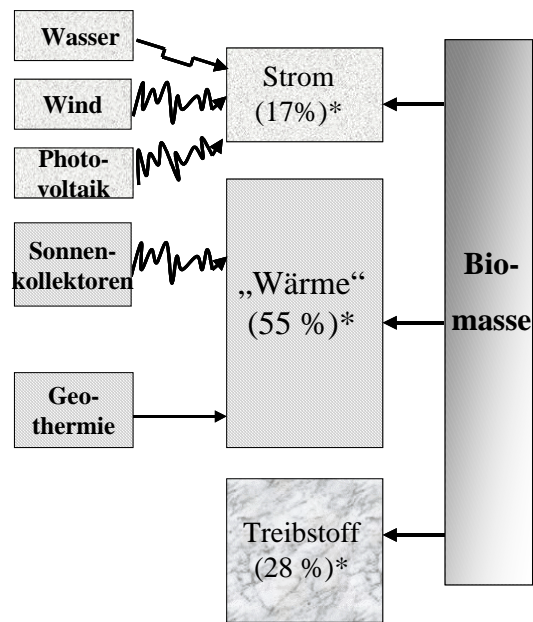
Prof. Dr. Konrad Scheffer

Institut für Nutzpflanzenkunde der Universität Kassel /Witzenhausen

## **1. Einleitung**

Der Energieträger Biomasse wird in den kommenden Jahrzehnten den größten Beitrag zu einer solaren Energiewende leisten. Für die BRD schätzen wir das energetisch nutzbare Potential auf mindestens 20 % vom derzeitigen Energieverbrauch und sein Anteil erhöht sich entsprechend dem Umfang an Energiesparmaßnahmen. Die Bereitstellungs- bzw. Gestehungskosten der Biomasse liegen zwischen 1 Cent/kWh für Abfallstoffe wie Gülle und Stroh und maximal 2 Cent./kWh für Energiepflanzen. Damit steht der Energieträger Biomasse preisgünstiger als Heizöl und Erdgas zur Verfügung. Mit kostengünstigen und effizienten Konversionstechniken wird die Energiegewinnung aus Biomasse mit zusätzlicher Unterstützung durch das Gesetz zur Förderung erneuerbarer Energien (EEG) in den kommenden Jahren eine gewaltige Entwicklung erfahren.

Während mit Wind, Wasser und Photovoltaik nur Strom produziert werden kann, der bei uns nur 17 % des Endenergieverbrauches ausmacht, ist die als Biomasse gespeicherte Sonnenenergie in alle Energieformen umwandelbar. Dies soll mit Abb.1 verdeutlicht werden, wobei die Form der Pfeile die Angebotsschwankungen charakterisiert.

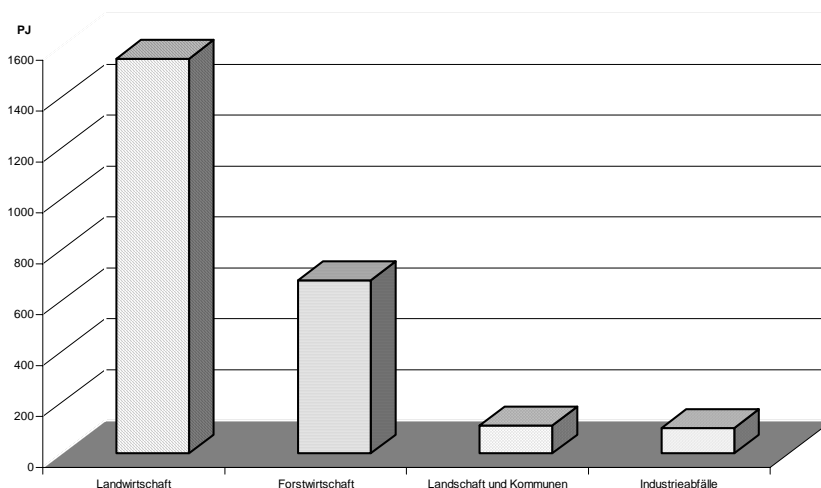


\* Anteil am Endenergieverbrauch

**Abb. 1:** Verfügbarkeit erneuerbarer Energieträger und Anteile einzelner Energieformen am Endenergieverbrauch in Deutschland

## 2. Biomasseaufkommen und energetische Nutzung

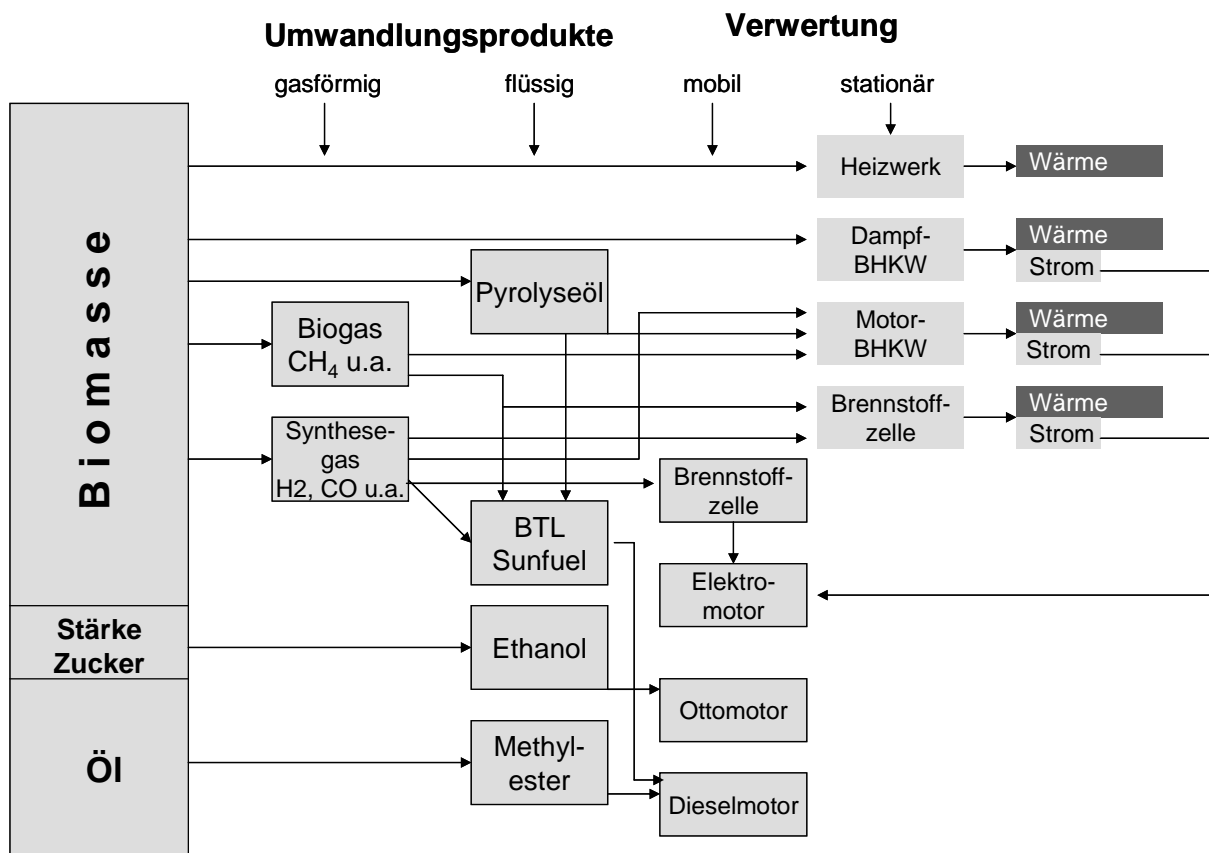
Wie Abb. 2 zeigt, verfügt die Landwirtschaft über das größte Potenzial an energetisch nutzbarer Biomasse, wobei jedoch zu diesem Potenzial die über Fermentation nutzbaren Güllemengen nur ca. 5 bis maximal 10 % beitragen können.



**Abb. 2:** Schätzung des verfügbaren Energiepotenzials an Biomasse in PJ aus verschiedenen Herkunftsbereichen

Daher wird der Anbau von Energiepflanzen eine immer bedeutendere Rolle spielen. Über Co-Fermentation von Silomais, Gras oder Futterrüben, angebaut auf Stilllegungsflächen, liegen erste Erfahrungen vor. Die Fermentation von Biomasse zu Biogas ist gegenwärtig die am weitesten ausgereifte Technologie zur Strom- und Wärmeerzeugung. Allerdings gibt es noch verschiedene weitere Konversionsverfahren, wie Abb. 3. zeigt.

Als Gas steht in naher Zukunft auch Synthesegas über den Weg der Vergasung bzw. Pyrolyse zur Verfügung. Der Prozess der Synthesegasgewinnung wird technisch beherrscht, allerdings fehlen noch kostengünstige Verfahren der Gasreinigung, um Motoren für den Betrieb von Blockheizkraftwerken (BHKW) eine lange Laufzeit zu sichern. Eine Alternative zum Motor-BHKW kann allerdings auch das Stirlingmotor-BHKW darstellen, für dessen Betrieb eine Gasreinigung nicht erforderlich ist. Neue Konzepte der Treibstoffproduktion bestehen in der Veredelung von Pyrolyseöl oder Pyrolysegas über die Fischer-Tropsch-Synthese zu synthetischem Treibstoff mit den Bezeichnungen BTL (Biomass to Liquid) oder Sunfuel. Mit diesem, dem herkömmlichen Dieselmotor überlegenen Treibstoff soll ein Beitrag zu mehr Treibstoff-Versorgungssicherheit geleistet werden. Das Potenzial wird auf bis zu 50 % geschätzt.



**Abb. 3:** Möglichkeiten der Umwandlung und Verwertung von Biomasse als Energieträger

Bei der Wahl der geeigneten Technik einer dezentralen Energieversorgung mit dem wichtigen Ziel, Landwirten eine zusätzliche Einkommensperspektive zu eröffnen, müssen ökologische und ökonomische Kriterien berücksichtigt werden. Gleiches gilt auch für den Anbau der Energiepflanzen.

Bei der **Biogastechnik** kann der Nettoenergiegewinn aus Biomasse verfahrensbedingt nur ca. 50 % betragen. Einerseits verbleiben ca. 30 % der Biomasse unvergoren im Gärrückstand, andererseits werden ca. 50 % der BHKW-Wärme für die Beheizung des Fermenters benötigt. Ein weiterer großer Nachteil der Biogastechnik sind die hohen Investitionskosten, die unter keinen Umständen durch Primitivtechnik, wie z.B. den Verzicht auf einen gasdichten Nachgärbehälter gesenkt werden dürfen, weil dann keine Gewähr für die Vermeidung von Biogasemissionen gegeben ist. Werden 6 % des Biogases in die Atmosphäre abgegeben, wird auf Grund der gegenüber CO<sub>2</sub> 22mal größeren Klimawirksamkeit des Methans Biomasse zu einem Treibhauseffekt steigenden Energieträger. Eine Förderung solcher Biogasanlagen über das EEG und durch Zuschüsse widerspricht in solchen Fällen den staatlichen Bemühungen um die Reduzierung von Treibhausgasen und müsste unterbleiben.

Für alle brennbaren Stoffe hat die **Synthesegastechnik** die größere Zukunft. Mit ihr kann die Biomasse zu 80 bis 90 % in nutzbare Energie umgewandelt werden. Die Investitionskosten werden nach Expertenmeinung deutlich unter denen von Biogasanlagen liegen. Darüber hinaus wird der Betrieb von Brennstoffzellen mit Wasserstoff sowohl im stationären Bereich als auch nach Umwandlung in Methanol im mobilen Bereich auf dieser Technologie beruhen (vgl. Abb. 3).

Aus Kosten- und Effizienzgründen wird zukünftig Biogas nur aus solchen Substraten gewonnen werden, die für eine Vergasung oder Pyrolyse nicht geeignet sind. Dies sind in erster Linie Gülle, Klärschlamm, Reste aus der Lebensmittelverarbeitung und der Bioabfall von Haushalten.

Eine weitere wichtige Funktion hat die Fermentationstechnik bei der Verwertung von Reststoffen aus der Aufarbeitung von feuchtkonservierter Biomasse zu Brennstoff, wie im folgenden beschrieben wird.

### 3. Anbau von Biomasse

Nach ökologischen und ökonomischen Kriterien muss die Biomasse auf dem Acker produziert werden. Tatsächlich bietet der Energiepflanzenanbau nach dem im folgenden beschriebenen Zweikultur-Nutzungssystem große Chancen einer Entlastung bewirtschafteter Ökosysteme. Diese liegen in:

- Erzielung hoher Flächenerträge mit geringem Energieaufwand,
- Schutz bzw. Erhöhung der Pflanzenartenvielfalt,
- Erhaltung genetischer Ressourcen,
- Verhinderung von Bodenerosion,
- Vermeidung von Nährstoff- und Pestizideinträgen in das Grundwasser,
- Bereitstellung brenntechnisch hochwertiger Brennstoffe.

Das neue Anbausystem beruht auf der Ernte von möglichst zwei Kulturen pro Jahr. Eine Zweifachnutzung wird möglich, da die Ausreife der Erstkulturen nicht abgewartet und somit Vegetationszeit für den Anbau einer Zweitkultur gewonnen wird. Die Zweitkultur wird nach der Ernte der Erstkultur ohne Bodenbearbeitung zwischen die Stoppeln gesät. Die Stoppeln der Vorfrucht bieten einen idealen Schutz vor Bodenerosion. Beispiele für überwinternde Kulturen sind die heimischen Getreidearten, des weiteren Raps und Rübsen, Futterpflanzen und Stickstoff fixierende Winterleguminosen. Als Folgekulturen können die hochproduktiven Pflanzen Mais, Hirse, Sonnenblumen, Hanf, Ölrettich und Gräser angebaut werden.

Artenvielfalt und Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen sind in beliebiger Vielfalt möglich. Da Reifetermine nicht abgewartet werden müssen, kann fast jede Form von Sorten- und Artenmischungen gewählt werden. An die Pflanzenarten werden keine besonderen Qualitätsansprüche gestellt. Damit erweitert sich das Spektrum der nutzbaren Herkünfte bis hin zur Nutzung vieler sonst nur in Genbanken aufgehobener pflanzengenetischer Ressourcen. Wie unsere Versuche mit Gerste und Weizen gezeigt haben, können alte Sorten einen höheren Gesamtertrag als moderne Sorten bringen. Ackerwildpflanzen (Unkräuter) sind für Kulturpflanzen nicht nur Konkurrenten um Standort, Wasser und Nährstoffe sowie Wirtspflanzen und Zwischenwirte für Krankheiten und Schädlinge, sondern auch mit ihren Blüten und Blättern Nahrungsgrundlage für viele Nützlinge eines Agrarökosystems. Sie sind somit Teil der Artenvielfalt, die angestrebt wird. Bei dem Zweikulturnutzungssystem und der thermischen Verwertung der Biomasseaufwüchse können im Gegensatz zu anderen Anbauverfahren und Verwertungsrichtungen die Ackerwildpflanzen weitgehend toleriert werden, weil diese Pflanzenarten einen Teil des Gesamtertrages ausmachen [4]. Neben Herbiziden scheidet auch die

Anwendung von Fungiziden und Insektiziden aus, weil bei früher Ernte Schaderreger wenig Ertragsverluste hervorrufen. Dieses Anbaukonzept mit seiner Artenvielfalt, wie in Abb. 4 dargestellt, ist nur dann zu realisieren, wenn die Biomasse feucht geerntet und feucht konserviert wird.

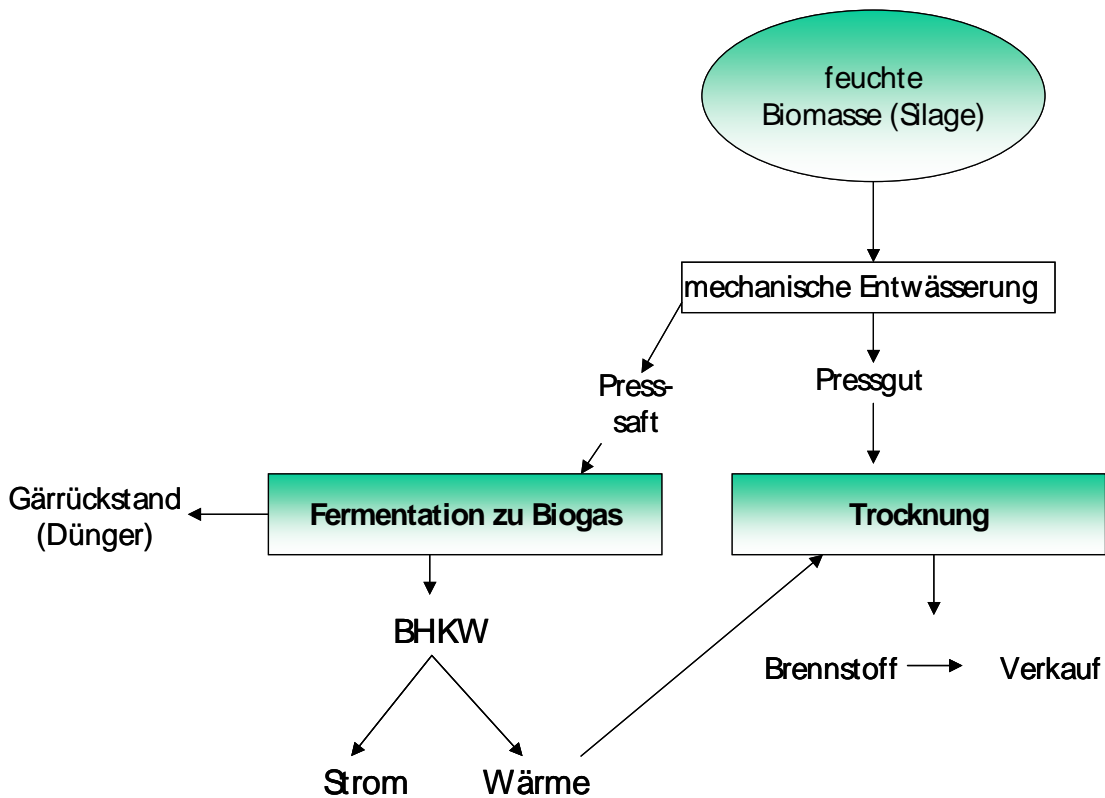
Die jährlichen Erträge an Trockenmasse liegen bei ausreichenden Niederschlägen und guter Bodenqualität um mindestens 50 % höher als bei konventionellem Anbau von Energiepflanzen wie Triticale. Die von uns erzielten Erträge von 20 bis 28 t TM/ha entsprechen einem Heizöläquivalent von ca. 8.000 bis 12.000 Liter/ha [7].

#### **4. Lagerung , Aufarbeitung und Energieproduktion**

Die Grenze zwischen trockenen und feuchten Biomassen, die als Energieträger Verwendung finden sollen, ist ein Wassergehalt von 15 %. Biomassen mit einem Wassergehalt von 15%, der sich zur Ernte eingestellt hat oder durch Trocknung auf dem Feld herbeigeführt wurde, sind lagerstabil. Steigt der Wassergehalt über 15% und ist eine Trocknung nicht möglich, verrotten diese Biomassen unter Substanzverlust, Geruchsbildung, Gefahr der Selbstentzündung und Schadgasemissionen. Gegenwärtig können nur mit Hilfe von Milchsäurebakterien unter anaeroben Bedingungen, also in Form der in der Landwirtschaft zur Futterkonservierung praktizierten Silagebereitung, feuchte Biomassen in großen Mengen konserviert werden. Anaerobe Verhältnisse setzen hohe Verdichtung voraus. Daher muss das Material stark zerkleinert und ausreichend feucht (>50% Wassergehalt) sein. Nahezu alle nicht holzartigen Pflanzenarten sind auf diese Weise konservierbar.

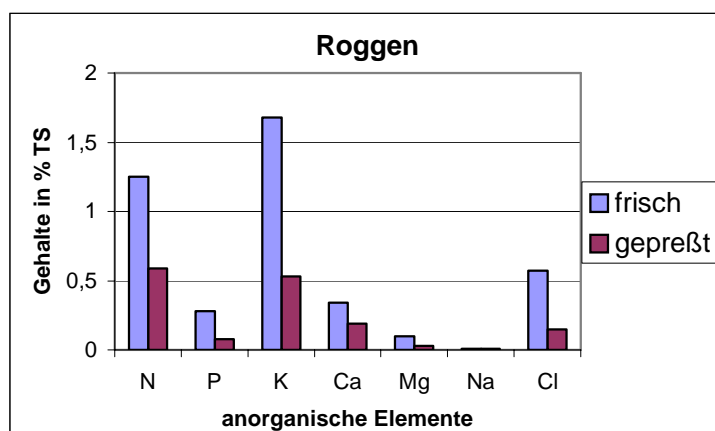
Einerseits fordern wir eine ökologisch verträgliche Produktion der Biomasse, andererseits müssen sich Chancen für Landwirte eröffnen, selbst Energie zu produzieren, um über zusätzliche Wertschöpfung bäuerliche Existenzen zu sichern. Die in Abb. 4 dargestellten Nutzungsmöglichkeiten der Feuchtbioasse stellen eine solche Chance dar.

Dieses Konzept wird auf dem „Bioenergiehof Obernjesa“ mit Unterstützung der VRD-Energie-Stiftung, Mannheim, umgesetzt. Durch mechanische Entwässerung der Silage entsteht ein leicht abbaubarer, organische Stoffe enthaltender Presssaft, der in der Biogasanlage vollständig verwertet wird. Das Pressgut mit einem Trockensubstanzgehalt von ca. 50 % wird mit der Abwärme des BHKW getrocknet und kann in unterschiedlich kompakter Form als Brennstoff verkauft werden.



**Abb. 4:** Nutzungswege für feuchtkonservierte Biomasse durch Kombination von Fermentation und Brennstoffproduktion

Mit der Entwässerung ist eine erhebliche qualitative Aufwertung des Brennstoffes verbunden, denn mit dem Wasser werden dem Brennstoff auch in ihm gelöste Mineralstoffe entzogen. Bis zu 50 % des in den Pflanzen enthaltenen Stickstoffs und 40 bis 80 % der übrigen Mineralstoffe werden aus dem Brennstoff entfernt. Damit vermindern sich u.a. durch Stickstoff bedingte NO<sub>x</sub>-Emissionen, durch Chlorid und Kalium hervorgerufene Korrosionsschäden. In Abb. 5 werden die Ergebnisse eines Pressversuches mit Roggen wiedergegeben.



**Abb. 5:** Reduzierung der Mineralstoffgehalte im Brennstoff durch mechanische Entwässerung.

Neben den ökologischen und ökonomischen Vorzügen des Anbaus und der energetischen Verwertung führt dieses Konzept zu einer zusätzlichen Wertschöpfung auf dem Bauernhof – ganz im Gegensatz zu solchen Verfahren, bei denen der Landwirt durch Verkauf von Getreide zur Ethanolerzeugung und Rapskörnern zur RME-Produktion in der Rolle des Rohstofflieferanten verbleibt.