

## Ist Biomasse klimaneutral und nachhaltig?

Von der auf die Erde eingestrahlten Sonnenenergie werden derzeit nur ca. 0,1 % auf der Erde längerfristig gespeichert. Über 99,9 % davon speichert die Natur selbst über die Photosynthese in Form von Biomasse. Aus dieser Biomasse werden derzeit weltweit aber „nur“ ca. 10 % des Primärenergiebedarfs gedeckt.

Das scheint steigerbar zu sein. Bei genauer Betrachtung stellt die Biomasse jedoch global gesehen kein zusätzlich nutzbares regeneratives Energiepotenzial dar. Denn Biomasse ist nicht notwendigerweise klima- und umweltfreundlicher als fossile Energieträger.

### Die begrenzenden Faktoren für Biomasse als Energiequelle

Energie aus Biomasse wird vor allem durch 3 Faktoren begrenzt:

- den Mangel an verfügbaren Flächen
- die notwendigen Wachstumsbedingungen
- das Überschreiten der nachhaltig produzierten Mengen.

#### Der Mangel an verfügbaren Flächen

Schon von Natur aus ist der größte Teil (ca. 70 %) der Landmassenoberfläche der Erde für den Pflanzenanbau nicht nutzbar (Wüsten, Gebirge, zu tiefe Temperaturen in polaren Regionen, Versalzung usw.).

Hinzu kommt, dass die verstärkte Rodung von Wäldern zum Anbau von Nutzpflanzen (Futterpflanzen wie Soja, oder sog. Energiepflanzen wie Mais und Ölpalmen) weltweit zur Versteppung und Verwüstung führt (siehe die nachfolgenden Beispiele).

Die Konkurrenz Lebensmittelpflanze gegen Energiepflanze führt zu negativen Auswirkungen auf die Struktur der Landwirtschaft. In Brasilien, einem der größten Agrarproduzenten der Welt, führten der Zuckerrohranbau zur Bioethanologewinnung und der Sojaanbau zur Futtermittelproduktion dazu, dass Brasilien in 2015 vom Lebensmittelexporteur zum Importeur wurde. Dazu kommt, dass für den Sojaanbau große Urwaldflächen gerodet wurden, was zusätzlich das Klima negativ beeinflusst.

#### Die notwendigen Wachstumsbedingungen

Hoher Trinkwasserverbrauch zur Bewässerung, Mensch und Umwelt vergiftende Herbizide, Fungizide und Pestizide sowie Treibhausgas freisetzende Düngung ( $N_2O$ ) sind beim Anbau von Energiepflanzen wie Mais und Raps ebenfalls eine Schranke, die gegen eine Ausweitung des Anbaus von Energiepflanzen spricht. Will man Energiepflanzen weiterhin anbauen, wären die Alternativen nur solche, die weitgehend ohne Düngen und Spritzen auskommen.

#### Mangelnde Nachhaltigkeit bezüglich der Treibhausgasemission

Da eine Pflanze beim Wachsen genauso viel  $CO_2$  verbraucht, wie bei ihrem Verbrennen freigesetzt wird, ist Biomasse als Energiequelle im Idealfall klimaneutral. Selbst wenn die Pflanze nicht direkt verwendet werden kann, sondern noch zusätzliche  $CO_2$ -emittierende Verarbeitungsschritte nötig sind, ist der Einsatz dieser Pflanzen in der Regel bzgl. der  $CO_2$ -Bilanz immer noch klimaschonend. Beispiele hierfür wären Ölpalme und Raps und ihre Verarbeitung zu Biodiesel, oder Mais zur Herstellung von Biogas. Diese Pflanzen binden beim Wachsen fast genauso viel  $CO_2$ , wie bei Verarbeitung und Verbrauch wieder freigesetzt wird.

Doch betrachtet man nicht nur diese CO<sub>2</sub>-Bilanz, sondern alle Treibhausgase, wie z. B. das zusätzliche CO<sub>2</sub> aus der Brandrodung, N<sub>2</sub>O aus der Düngung und die Belastung der Umwelt durch Spritzmittel, ist die Klima- und Umweltbilanz sehr oft negativ. (N<sub>2</sub>O, das durch Düngung mit mineralischem Stickstoffdünger, aber auch aus Gülle entsteht, ist als Treibhausgas 310-mal wirksamer als CO<sub>2</sub>).

Auf jeden Fall negativ wird die Klimabilanz, wenn mehr Biomasse verbraucht wird, als im selben Zeitraum nachwachsen kann.

So ist beispielsweise in vielen Regionen weltweit bei Holz diese Nachhaltigkeit schon längst nicht mehr gegeben. Dies wäre nur der Fall, wenn man das Holz in sog. „Schnellumtriebswäldern“ (schnell wachsende Pappeln und Weiden) auf ehemaligen Brachflächen erzeugen würde (siehe Foto unten).



Abb. 1: Weitgehend klima- und umweltfreundliche Energiepflanzen

Collage erstellt von Dr. Michael Huber unter Verwendung der Bilder:

Chinaschilf: Von User:MarkusHagenlocher - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=697164>

Hanf: Credit: Acrocynus | Acrocynus | License: CC-BY-SA-3.0-migrated GFDL

Weiden Pappeln: Von Lignovis GmbH - Eigenes Werk, CC-BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=43266976>

## Wann ist der Anbau von Energiepflanzen sinnvoll?

Sinnvoll ist der Abbau von Energiepflanzen nur unter folgenden Bedingungen:

- Keine Konkurrenz zu Lebensmittelpflanzen
- Ausschließlich Nutzung von Brachland, ohne Rodung von Wäldern
- Klimaneutralität über die gesamte Kette von Anbau bis Verbrauch
- Keine Belastung von Mensch und Umwelt durch Pestizide, Fungizide und Herbizide (u. a. Trinkwasserbelastung)
- Keine Bodenzerstörung durch Erosion oder Versteppung

Klima- und Umweltbelastung durch die wichtigsten Energiepflanzen					
Pflanze, Frucht	Rohstoff	Verfahren bzw. Verwendung	Produkt	Stickstoffbedarf, (Ursache für Treibhausgas N <sub>2</sub> O)	Einsatz von Herbiziden, Fungiziden, Pestiziden
Zuckerrübe, Kartoffel, Getreide, Mais	zucker- und stärkehaltige Pflanzenteile	Vergärung zu Ethanol	Treibstoff, („Bioethanol“, Kraftstoffzusatz)	hoch	hoch
Zuckerrohr	zucker- und stärkehaltige Pflanzenteile	Vergärung zu Ethanol	Treibstoff, („Bioethanol“, Kraftstoffzusatz)	hoch	gering
Rapssaat, Sonnenblumenkerne	öhlhaltige Pflanzenteile	Pressen, Extrahieren, Umesterung	Treibstoff („Biodiesel“, Kraftstoffzusatz)	hoch	hoch
Ölpalmen	öhlhaltige Pflanzenteile	Pressen, Extrahieren, Umesterung	Treibstoff („Biodiesel“, Kraftstoffzusatz)	mittel	hoch
Jatropha	öhlhaltige Pflanzenteile	Pressen, Extrahieren, Umesterung	Treibstoff („Biodiesel“, Kraftstoffzusatz)	mittel	gering
Stroh	Hackschnitzel	Verbrennung	Wärme und evtl. Strom	null	null
Miscanthus (Chinaschilf, Elefantengras)	Hackschnitzel	Verbrennung	Wärme und evtl. Strom	gering	gering
Hanf	Hackschnitzel	Verbrennung	Wärme und evtl. Strom	gering	gering
Bäume, Sträucher	Stückholz, Hackschnitzel, Pellets	Verbrennung	Wärme und evtl. Strom	gering	gering
Grasschnitt, pflanzliche Abfälle	zerkleinerte Teile	anaerobe Vergärung zu Methan („Biogas“)	Strom und Wärme (Verbrennung in Gasturbinen, Motoren)	gering	gering
Mais, Getreide, Zuckerrübe	zerkleinerte Teile	anaerobe Vergärung zu Methan („Biogas“)	Strom und Wärme (Verbrennung in Gasturbinen, Motoren)	hoch	hoch

Quellen zu dieser Tabelle. u. a. Schlipf; Handbuch der Landwirtschaft; Website der Lehr- und Forschungsstationen der Universität Bonn; Website der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft; Datenbanken der FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations).

### **Beispiel: Europa, Indonesien und Paraguay**

Betrachtet man nicht nur die Klimabilanz, schlagen beim Anbau und bei der Verarbeitung von Biomasse vor allem die Umweltbelastungen wie Überdüngung, Versauerung und die Erosion des landwirtschaftlich genutzten Bodens negativ zu Buche. Wenn Süßwasserknappheit und die Versteppung und Verwüstung großer Gebiete derzeit weltweit zunehmen, ist dies nur teilweise durch die Klimaänderung bewirkt. Wesentlich verstärkt werden diese Phänomene durch die Abholzung und Brandrodung der Regenwälder, inzwischen vor allem zum Anbau von Zuckerrohr und Ölpflanzen für die Gewinnung von Bioalkohol und Biodiesel als „regenerative“ Treibstoffe.

### **Europa**

In Europa und vor allem auch in Deutschland führen der vermehrte Raps- und Maisanbau durch die Stickstoffdüngung zu vermehrter Emission des extrem starken Treibhausgases Distickoxid ( $N_2O$ ). Abgesehen davon ist durch die Stickstoffdüngung bereits auf 27 % der Fläche Deutschlands das Grundwasser ungeeignet zur Trinkwassergewinnung. Und das Trinkwasser in Deutschland überschritt 2015 in bereits 40 % der Fälle die EU-Grenzwerte für Nitratbelastung. 2015 enthielt in Deutschland zudem bei 70 % der Bevölkerung der Urin Spuren des Herbizids Glyphosat.

### **Indonesien**

In Indonesien wurden riesige Urwaldflächen für den Anbau von Ölpalmen brandgerodet. Die in den alten, großen Bäumen eines Regenwalds gespeicherte Menge an  $CO_2$  und  $H_2O$  ist jedoch so groß, dass das bei der Rodung freigesetzte  $CO_2$  durch das Wachstum der Ölpalmen nicht kompensiert werden kann. So hat in 2015 Indonesien durch die Brandrodung mehr  $CO_2$  freigesetzt als der gesamte  $CO_2$ -Ausstoß Deutschlands. Zusätzlich führt die Brandrodung von Regenwaldflächen zu einer extremen Luftverschmutzung durch Ruß und andere gesundheitsschädliche Abgase wie Stickoxide, Aerosole oder Dioxine. So bildete sich im Herbst 2015 eine 300 km große Rauch- und Smog-Wolke, die bis Singapur und Malaysia reichte und dort u. a. zur temporären Schließung von Schulen zwang.

### **Paraguay**

In Paraguay sind durch die Rodung für Sojaanbau und Rinderzucht vom ursprünglichen vor 50 Jahren noch vorhandenen Urwald nur noch ca. 30 % erhalten, vom küstennahen Regenwald sogar nur noch 13 %. Abgesehen von der durch die Rodung verschlechterten Klimabilanz hatte das noch weitere extrem negative Folgen. Da nun das Wasser-Rückhaltevermögen des Waldes fehlt, kommt es bei starken Regenfällen zu Überschwemmungen und zum Abspülen der Humusschicht, in trockeneren Perioden zu völliger Austrocknung. Dies bewirkt eine Verschlechterung des lokalen Klimas sowie verstärkte Erosion. Es kommt zu fortschreitender Versteppung und Verwüstung. So lohnt sich bereits heute der Sojaanbau in Paraguay vielerorts nicht mehr.

## **Holz – gutes oder schlechtes Beispiel für Energie aus Biomasse?**

Anfang 2017 gab die FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) bekannt, dass zwischen 2010 und 2013 jährlich 5,2 Millionen Hektar Waldfläche weltweit verloren gehen. Nach wie vor würden viele Waldgebiete weltweit nicht nachhaltig bewirtschaftet. Wie wir an den Beispielen Indonesien, Paraguay und Brasilien gesehen haben, liegt das zum größten Teil an der Rodung von Urwäldern, um stattdessen Energiepflanzen oder Futtermittel anzubauen. In Nordamerika, Australien oder Mitteleuropa hat man sich dagegen schon länger einer nachhaltigen Fortwirtschaft verschrieben. Größere Waldrodungen finden hier in der Regel nicht mehr statt und es wächst zumindest formal soviel Wald nach wie geschlagen wird. Ob diese Nachhaltigkeit immer noch gilt, kann besonders gut am Beispiel Deutschland untersucht werden, wo der Holzverbrauch

für Heizzwecke im Rahmen der Umstellung auf regenerative Energien in den letzten 15 Jahren enorm gestiegen ist.

### **Verheizt man in Deutschland nur Holz, das nachwächst?**

In Deutschland ist die Nachfrage nach Holz in den letzten Jahrzehnten stark angewachsen. Nach den Angaben der Holzverarbeitenden Industrie lag der jährliche Verbrauch deutschlandweit bei 136 Millionen Raummeter Holz. Davon stammen aber nur ca. 60 Millionen aus Deutschland selbst. Etwa 35 Mio. konnten durch Papierrecycling aufgefangen werden. Es ergibt sich eine Differenz von 41 Millionen Raummeter, die für Möbel und für Brennholz importiert werden mussten. Ursache für den hohen Verbrauch ist also neben der Nachfrage der Bau- und Papierindustrie vor allem der steigende Brennholzbedarf. Jedes Jahr werden in Deutschland rund 70 Millionen Kubikmeter Holz in Hackschnitzel- und Kohlekraftwerken, vor allem aber in privaten Kamin- und Pelletöfen verheizt. Rechnet man mit einem realistischen Verbrauch von drei Raummeter Brennholz pro Feuerstätte und Jahr, dann landet fast die Hälfte der Holzernte in privaten Kaminen und Öfen. Es muss also Brennholz aus waldreichen Ländern importiert werden, z. B. aus Polen, der Ukraine, Rumänien und Bulgarien.

Die Zunahme der Holzernte in diesen Ländern betrug zwischen 2000 und 2010:

- Polen + 34 %
- Ukraine + 29 %
- Bulgarien + 109 %

Dazu kommt noch Holz aus Sibirien und Weißrussland. Die ökologischen Folgen für die Waldgebiete dieser Länder sind bedenklich. Zwischen den Jahren 2000 und 2010 nahm die Fläche der Waldeinschläge (gerodeter Flächen) in Osteuropa um circa 23 % zu, in Südeuropa sogar um mehr als 70 %.

### **Wie nachhaltig kann Forstwirtschaft bei so großer Nachfrage noch sein?**

In einer Pressemitteilung der deutschen „Arbeitsgemeinschaft Rohholzverbraucher e. V.“ von Anfang 2013 heißt es, dass trotz Rohstoffknappheit die Nachhaltigkeit der Waldbewirtschaftung in Deutschland nicht gefährdet sei. Zwischen 75 und 85 Mio. m<sup>3</sup> würden jedes Jahr nachhaltig in deutschen Wäldern geerntet. Der Holzentnahme stehe ein Zuwachs von jährlich etwa 120 Mio. m<sup>3</sup> gegenüber. Wald werde also weiter nachhaltig bewirtschaftet, da weniger Holz entnommen wird als nachwächst. Doch in derselben Mitteilung heißt es dann auch, dass es so nicht weitergehen kann, da sonst die Nachhaltigkeit gefährdet sei.

Eine Studie des Bundes für Naturschutz aus dem Jahr 2013 nennt einige Gründe für ein verlangsamtes Waldwachstum:

- Bereits jetzt zu großer Nährstoffentzug:  
Mit jeder Holzernte werden dem Wald Nährstoffe entzogen. In nährstoffärmeren Standorten der Mittelgebirge wird das Angebot bereits knapp.
- Zu hohe Stickstoffeinträge verschlechtern Waldgesundheit:  
Die Zufuhr von Stickstoff (Stickoxide aus Kraftwerken, Verkehr und Landwirtschaft) führt zu Kalium-, Magnesium- und Phosphormangel in den Waldböden.
- Nährstoffverluste durch Kompletterverwertung des Holzes.  
Früher wurde nur das Stammholz entnommen, Äste, Zweige und Rinde wurden liegen gelassen und verrotteten zu nährstoffreichem Humus. Heute wird dieses „Kleinholz“ als Heizmaterial zu gut verkäuflichen Hackschnitzeln verarbeitet. Die Humusschicht schwindet.

Hinzu kommt, dass die in Deutschland weit verbreiteten Monokulturwälder aus Fichten und Kiefern durch den Klimawandel zusätzlich belastet sind. Sie werden anfälliger für Schädlinge, Windbruch und Waldbrände, und auch der Zuwachs wird durch Trockenperioden stark abgebremst.

### **Was bedeutet nachhaltige, naturnahe Forstwirtschaft?**

Heute werden in der Regel Wälder bei der Holzernte flächendeckend kahl geschlagen. Das ermöglicht den kostengünstigen Einsatz sog. Holzvollernter. Besonders lukrativ ist diese Ernte in relativ alten Wäldern mit bis zu 100 oder gar 200 Jahre alten hohen, dickstämmigen Tannen, Fichten, Buchen und Eichen. Das Argument, „es wächst ja wieder nach, was wir geschlagen haben“, stimmt nicht wirklich. Schließlich dauert es 100 Jahre, bis ein 100 Jahre alter Wald wieder nachgewachsen ist!

### **Eine nachhaltige, naturnahe Waldbewirtschaftung erfüllt folgende Kriterien:**

- **Gemischter Wald aus verschiedenen Nadel- und Laubholzarten, möglichst mit Unterholz.**  
Durch die Mischung standortangepasster Baumarten ist der Wald weniger schädlings- und windanfällig (Mischung von Flach- und Tiefwurzlern). Auch das Wasserspeichervermögen und der Abbau der schädlichen Stickoxide sind in der Regel besser.
- **Gemischter Wald aus Bäumen verschiedenster Altersstufen.**  
Die jungen Bäume wachsen sozusagen im Schutz der alten auf. Der Lichteinfall und damit das Wachstum durch Photosynthese verbessern sich. Gleichzeitig ist der Boden durch die kleinen Bäume und Sträucher gegen zu schnelle Verdunstung abgeschattet.
- **Keine Kahlschlagernte**  
Stattdessen gemischter Ausschlag in unterschiedlicher Häufigkeit nach Altersstufen. Vor allem junge Bäume sollten zur Auslichtung, d. h. zur Vermeidung wechselseitiger Behinderung, relativ oft geschlagen werden, mittelalte Bäume (je nach Baumart ca. 15 bis 30 Jahre) dagegen selten und alte Bäume (100 Jahre und mehr) extrem selten.

Laut Bundesumweltamt wurden im Jahr 2014 jedoch nur ca. 15 % der deutschen Wälder wirklich „naturnah“ bewirtschaftet.



Abb. 2: Kahlschlag im Bayerischen Wald.

Das Foto oben zeigt einen Kahlschlag im Bayerischen Wald, bei dem über 100-jährige Tannen gefällt wurden. An dieser Stelle wird nicht nachgepflanzt, sondern der Wald wird zum Entstehen eines „naturnahen Waldes“ sich selbst überlassen. Wie dasselbe Vorgehen an Windbruch- und Borkenkäferflächen bereits zeigte, wächst tatsächlich innerhalb von ca. 15 Jahren ein natürlicher Mischwald nach. Es dauert jedoch wieder über 100 Jahre, bis im nachgewachsenen Naturwald dieselbe CO<sub>2</sub>- und Wassermenge wie im abgeholzten Tannenwald gebunden ist.

### **Wie steht es um die Klimaneutralität und Umweltverträglichkeit anderer Energiepflanzen?**

#### **Beispiele: Biodiesel aus Raps**

Pflanzenöle, vor allem aus Raps, Ölpalmen, Sonnenblumen und Gebrauchtspeiseölen (Frittierfett), können relativ kostengünstig herkömmlichen fossilen Dieseltreibstoff ersetzen. Die Qualität der naturbelassenen Pflanzenöle wäre jedoch bezüglich Haltbarkeit und Wintertauglichkeit ungenügend, deshalb werden sie nachträglich chemisch in technisch besser nutzbare Stoffe umgewandelt. In vielen Regionen der Welt, auch in Deutschland, sind dafür inzwischen großtechnische Anlagen entstanden. Zur Biodieselerzeugung wird der bewährte Prozess der Umesterung von Fettsäureglyceriden im alkalischen Medium eingesetzt. Die verwendeten Öle sind Verbindungen der pflanzlichen Fettsäuren mit dem dreiwertigen Alkohol Glycerin. Diese Fettsäureester werden auch als Triglyceride bezeichnet. Biodiesel entsteht durch die Umesterung von Triglyceriden in Fettsäure-Methyl-Ester (FAME). Bei dieser Reaktion werden die Glycerinmoleküle durch jeweils drei Methanolmoleküle ausgetauscht. Es entstehen aus einem Triglycerid und 3 Methanolmolekülen ein Molekül Glycerin und 3 Moleküle Fettsäuremethylester. Als Nebenprodukt entsteht bei der Umesterung Glycerin.

Theoretisch entsteht bei der Verbrennung von Biodiesel ähnlich viel CO<sub>2</sub>, wie beim Nachwachsen der Ölpflanzen verbraucht wird. In Wirklichkeit entsteht aber durch die Stickstoffdüngung der Pflanzen so viel klimaschädliches N<sub>2</sub>O, dass die Klimabilanz von Biodiesel negativ ist.

#### **Beispiel: Biogas aus Mais**

Als „Biogas“ wird im Allgemeinen ein Gemisch aus den Hauptkomponenten Methan und Kohlenstoffdioxid bezeichnet, welches in speziellen Biogasanlagen produziert wird. Gleichwertige Gase,

die aber als Nebenprodukte entstehen – wie Deponiegas in Mülldeponien oder Klärgas in der Kläranlage – werden manchmal auch unter diesem Begriff zusammengefasst. Chemisch gesehen ist Biogas identisch mit Faulgas, welches bei der anaeroben (sauerstofffreien) Vergärung von organischem Material entsteht. Obwohl auch andere Gase (beispielsweise Wasserstoff) biologischen Ursprungs sein können, werden diese nicht als Biogas bezeichnet.

Der wertgebende Anteil, der energetisch genutzt wird, ist vor allem das Methan. Daneben enthält Biogas je nach Ausgangsbedingungen geringe Mengen an Wasserdampf, Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Wasserstoff (H<sub>2</sub>), Stickstoff (Distickstoff N<sub>2</sub>) und Spuren von niederen Fettsäuren und Alkoholen. Biogas wird in Deutschland aufgrund der gesetzlich garantierten Vergütung bisher meist als Brennstoff für kleine Blockheizkraftwerke zur Stromerzeugung und zu Heizungszwecken genutzt. Prinzipiell kann gereinigtes Biogas auch ins Erdgasnetz eingespeist werden.

### **Biogas – Woraus?**

Kohlenhydrat- und zellulosehaltige organische Stoffe wie Mist, Gülle, Stroh, aber auch Getreide wie Mais und Weizen, werden unter Luftabschluss (anaerob) von bestimmten Bakterien zu Methan abgebaut. Das so erzeugte „Biogas“ kann direkt vor Ort mit Dieselmotoren oder Gasturbinen zur Erzeugung elektrischer Energie eingesetzt werden. Nach der Reinigung kann das Biogas auch in das öffentliche Gasnetz eingespeist werden. Soll der Prozess effizient laufen, müssen u. a. Konzentrationen, Temperaturen und pH-Wert sehr genau gesteuert werden. Inzwischen gibt es ausgereifte Technologien für Biogasanlagen aller Größenklassen.

### **Als Ausgangsstoffe für die technische Produktion von Biogas eignen sich:**

- **Vergärbare, biomassehaltige Reststoffe**  
wie Klärschlamm, Bioabfall oder Speisereste sowie Wirtschaftsdünger (Gülle, Mist)
- **Bisher nicht genutzte Pflanzen bzw. Pflanzenteile**  
z. B. Zwischenfrüchte, Grasschnitt oder Klee gras im Biolandbau
- **Gezielt angebaute Energiepflanzen**  
Weltweit vorherrschend ist Mais, in Asien wird z. T. auch Hirse und Reis verwendet.

### **Ist Biogas eine umwelt- und klimafreundliche Alternative?**

#### **Vorteile von Biogas**

- **Bewährte Technologie:**  
Die Erzeugung von Biogas ist eine bewährte Technologie, die z. B. bei der Erzeugung und Verwertung von Faulgas in fast allen großen Kläranlagen seit vielen Jahrzehnten eingesetzt wird.
- **Ideale Abfallverwertung**  
Wenn es ausschließlich aus organischen Abfällen wie Gülle und überschüssigem Grünschnitt von Gras und Zwischenfrüchten in absolut dichten Anlagen gewonnen wird und die Gärreste nicht konzentriert ausgebracht werden, ist Biogas umwelt- und klimaverträglich.
- **Rund um die Uhr verfügbar**  
Im Unterschied zu Wind und Sonne kann mit Biogas rund um die Uhr Strom erzeugt werden. Dies kann wesentlich zur Stabilität des Stromnetzes beitragen.

Die Errichtung großer, leistungsfähiger Biogasanlagen lohnt sich für Vergasung von reinen Abfallstoffen in der Regel nicht. Gülle z. B. liefert im Vergleich zu Mais nur ca. 1/10 des Gasertrags. Deshalb werden über 90% aller Biogasanlagen in Deutschland mit Mais als Hauptbestandteil der zu vergärenden Biomasse betrieben. Das bringt allerdings die nachfolgenden Probleme mit sich.



## Nachteile von Biogas (aus Mais)

- **Treibhausgasentwicklung bei der Maiszwischenlagerung:**  
Da die mit Mais betriebenen landwirtschaftlichen Biogasanlagen auch außerhalb der Erntezeiten durchlaufen müssen, wird der geerntete Mais in der Regel auf Halde gelegt. Während der z. T. monatelangen Lagerzeit beginnt er zu gären und setzt die Treibhausgase  $\text{CO}_2$  und  $\text{CH}_4$  frei.
- **Klimabelastung durch Stickstoffdüngung von Mais:**  
Durch die bei Mais nötige Stickstoffdüngung entsteht so viel  $\text{N}_2\text{O}$  (als Treibhausgas 310-mal wirksamer als  $\text{CO}_2$ ), dass die Klimaneutralität des Biogases nicht mehr gegeben ist.
- **Umweltbelastung durch Spritzmittel:**  
Mais ist sehr anfällig für Schädlinge und Krankheiten, deshalb kommt es zur Belastung durch Herbizide, Pestizide und Bodenerosion beim Maisanbau.
- **Problematische Zwischenlagerung der Gärreste:**  
Die Vergärungsreste müssen vor der Entsorgung zwischengelagert werden. Diese Lager sind aus Kostengründen meist zu wenig gesichert. So kam es (Stand Ende 2014) z. B. in Bayern nach Angaben der Landesanstalt für Landwirtschaft in 657 von insgesamt 2.360 Biogasanlagen in den zurückliegenden zehn Jahren zu Störfällen, durch die naheliegende Bäche oder das Grundwasser verschmutzt wurden.
- **Entweichen des Treibhausgases  $\text{CH}_4$ :**  
Viele Biogasanlagen sind aus Kostengründen nicht völlig dicht konstruiert und setzen deshalb immer etwas  $\text{CH}_4$  frei, das als Treibhausgas 21-mal wirksamer ist als  $\text{CO}_2$ .
- **Wasser- und Luftbelastung beim Ausbringen der Vergärungsreste:**  
Die Ausbringung der Vergärungsreste auf Felder ist die übliche Entsorgung. Dabei kommt es jedoch in der Regel zur Überdüngung. Das Grundwasser wird durch Nitrat belastet und die Atmosphäre durch das Treibhausgas  $\text{N}_2\text{O}$ , das als Treibhausgas 310-mal wirksamer als  $\text{CO}_2$  ist.
- **Biogas aus Mais ist energetisch ineffizient:**  
Der Energieertrag von 1 ha Photovoltaikfeld ist 10-mal größer als der von 1 ha Maisfeld.
- **Biogas ist in der Regel unwirtschaftlich:**  
Abhängig von Anlagengröße, der verwendeten Biomasse und der geforderten Gasreinheit kostete Biogas in der Erzeugung im Jahr 2015 in Deutschland 12,0 bis 54,0 Cent/kWh. Das ist zwei- bis vierfach höher als Strom aus Photovoltaik- und Windkraftanlagen. Dieses Kostenverhältnis gilt auch für Mitteleuropa. In sonnen- und windreicheren Gegenden der Welt dürfte es sogar noch ungünstiger für Biogas aussehen, falls das Biogas nicht ausschließlich aus Abfallstoffen produziert wird. Im Unterschied zu Photovoltaik und Wind bestehen jedoch bei Biogas kaum noch Kostensenkungspotenziale.