

Bioenergie-Studie

Der Anbau von Energiepflanzen für die Produktion von Biokraftstoffen und Biogas hat in Deutschland in den vergangenen Jahren kontinuierlich zugenommen. Wegen ihres breiten Einsatzspektrums und der guten Speicherfähigkeit soll die Bioenergie nach den Plänen der Bundesregierung auch in Zukunft eine wichtige Rolle spielen. Mit der nun vorliegenden Studie steht die Nutzung der Bioenergie im Fokus einer umfassenden und kritischen Analyse.

In den vergangenen eineinhalb Jahren sind Expertinnen und Experten unterschiedlicher Disziplinen für die Leopoldina der Frage nachgegangen, wie Biomasse in Deutschland energetisch sinnvoll und klimaschonend genutzt werden kann. Die Studie „Bioenergie: Möglichkeiten und Grenzen“ analysiert die Verfügbarkeit und Verwendbarkeit von Biomasse in Deutschland, bietet einen Überblick über Technologien der Energieumwandlung und stellt darüber hinaus vielversprechende Ansätze zur Wasserstoffproduktion aus erneuerbaren Ressourcen vor. Sie ist in einer [Kurzfassung](#) (23 Seiten) und einer [Langfassung](#) (100 Seiten) erhältlich.

Im Folgenden wird im Wesentlichen auf den ersten Teil der Studie „Verfügbarkeit und Nachhaltigkeit von pflanzlicher Biomasse als Energiequelle“ eingegangen.

Definition

Bioenergie ist Energie, die aus nicht-fossiler pflanzlicher und Algen-Biomasse stammt, wozu auch Holz gehört. Energetisch genutzt werden kann Biomasse direkt durch Verbrennung oder nach vorheriger Umwandlung in Bioethanol, Biodiesel, Biogas, Wasserstoff oder Synthesegas. ‚Biofuels‘ sind flüssige oder gasförmige Brennstoffe produziert aus Biomasse für Transportzwecke.

Hintergrund

Ein Hauptmotiv für die Verwendung von Bioenergie ist es, die CO₂-Emissionen zu reduzieren: Fossile Brennstoffe werden durch Bioenergie ersetzt, in der Hoffnung, dadurch den anthropogenen Klimawandel zu mildern. Bioenergie wird häufig als CO₂-neutral eingestuft, da bei der Bildung von Biomasse durch Photosynthese prinzipiell genauso viel CO₂ assimiliert wird wie bei der Verbrennung freigesetzt wird.

Dabei wird allerdings nicht berücksichtigt, dass der Kohlenstoff-Kreislauf eng verbunden ist mit den Nährstoff-Kreisläufen von Stickstoff, Phosphor, Schwefel, Metallen und Wasser, die neben Kohlenstoff alle auch Bestandteile von Biomasse sind und für deren Photosynthese nötig sind. Wann immer pflanzliche Biomasse erzeugt wird, werden diese Nährstoffe gebraucht. Wann immer Biomasse wiederkehrend aus einem Ökosystem entfernt oder deren Bildung durch menschliche Eingriffe beschleunigt wird, müssen diese Nährstoffe durch Düngung nachgeliefert werden. Düngung führt allerdings zur Emission von Stickstoff-basierten Treibhausgasen (THG), die ein viel höheres Erwärmungspotenzial als CO₂ haben. Die Annahme, Bioenergie sei CO₂-neutral, lässt zudem häufig außer Acht, dass die Biomasse in Wäldern Kohlenstoff enthält, der im Laufe von Jahrzehnten oder sogar Jahrhunderten assimiliert wurde. Dieser Kohlenstoff wird zum Teil freigesetzt, wenn mehr Holz geerntet und verbrannt wird als nachwächst. Eine komplette Kohlenstoff-Kreislauf-Analyse muss auch die CO₂-Kosten berücksichtigen, die beim Verbrauch von fossiler Energie in der landwirtschaftlichen Produktion von Biomasse und in den Umwandlungsprozessen zu Bioethanol, Biodiesel oder Biogas entstehen. In einigen Fällen sind diese Kosten so hoch, dass sie die THG-Einsparungen aufheben, die durch eine geringere Verwendung von fossilen Brennstoffen erzielt werden.



Verfügbarkeit von Biomasse

Die Menge nachwachsender Biomasse in einem Land wird durch die Nettoprimärproduktion (NPP) bestimmt. Das ist die Menge an Pflanzenbiomasse, die jährlich auf einer definierten Fläche heranwächst. In Deutschland bestehen ungefähr 30 Prozent des Landes aus Wald, 34 Prozent aus Feldern und 24 Prozent aus Wiesen und Weiden; die verbleibende Fläche von 12 Prozent wird für Infrastruktur genutzt. Die gesamte NPP auf deutschem Boden beträgt bis zu 210 Millionen metrische Tonnen pro Jahr, von denen zwischen 130 und 160 Millionen Tonnen C oberirdisch produziert werden, inklusive Blätter, Stängel und Früchte. Von der oberirdischen Biomasse werden vom Menschen jährlich etwa 14 Millionen Tonnen C als Holz aus Wäldern und 53 Millionen Tonnen C als Biomasse von Feldern und Wiesen geerntet, wobei zusätzlich etwa 20 Millionen Tonnen C als Stroh auf den Feldern anfallen. Etwa 20 Millionen Tonnen C als Biomasse werden jährlich von Nutztieren abgeweidet. Zusammen sind das etwa 75 Prozent der oberirdischen NPP, die direkt oder indirekt von den Menschen in Deutschland vereinnahmt werden.

Die in Deutschland jährlich geernteten 53 Millionen Tonnen Biomasse von Feldern und Wiesen werden zu über 90 Prozent für menschliche Nahrungsmittel, für Tierfutter und für industrielle Produkte verwendet. Weniger als 10 Prozent stehen als Energiequelle zur Verfügung – im Wesentlichen pflanzliche Reste, mit einem Brennwert von weniger als $0,2 \times 10^{18}$ J. Das entspricht weniger als 1,5 Prozent des deutschen Primärenergie-Verbrauchs. Energiekosten für die Produktion von Düngemitteln, Pestiziden und Maschinen sowie für Pflügen, Säen, Ernte und Transport tragen weiter dazu bei, das Bioenergie-Potenzial der gewinnbaren Biomasse zu vermindern.

Von den jährlich etwa 20 Millionen Tonnen C als Stroh verbleiben 13 Millionen Tonnen auf den Feldern für die Humusbildung und 4 Millionen Tonnen werden als Streu in der Tierhaltung benötigt. Nur die verbleibenden 3 Millionen Tonnen mit einem Brennwert von etwa $0,1 \times 10^{18}$ J (< 1 Prozent des Primärenergieverbrauchs) stehen für Energiezwecke zur Verfügung. Und selbst die nur eingeschränkt, da Ackerböden in der EU-25 seit geraumer Zeit jährlich etwa 3 Prozent ihres Kohlenstoffs verlieren und deshalb mehr Stroh auf den Feldern bleiben müsste.

2010 wurde ungefähr 7 Prozent des deutschen Primärenergie-Verbrauchs durch die energetische Nutzung von Biomasse und erneuerbaren Abfällen gedeckt. Das war allerdings nur durch erhebliche Importe von Biomasse möglich. Ohne Importe hätten weniger als 3 Prozent des Primärenergie-Verbrauchs durch in Deutschland gewachsene Biomasse nachhaltig abgedeckt werden können.

Biomasse-Importe

Wie Deutschland sind auch die meisten anderen EU-25-Länder auf Netto-Importe von Biomasse angewiesen. Durch diese Importe beanspruchen diese Länder Pflanzenwachstum außerhalb ihrer Grenzen in einem Ausmaß von etwa 30 Prozent der heimischen NPP. Die meisten Netto-Importe stehen im Zusammenhang mit Nutztierfütterung. Wenn weniger heimische Biomasse für energetische Zwecke genutzt würde, wären weniger Importe nötig.

Weltweit wird immer mehr Biomasse benötigt, um die wachsende Weltbevölkerung ausreichend mit Nahrung zu versorgen und den Hunger zu bekämpfen. Dies dürfte die Verfügbarkeit von Biomasse in vielen der Länder mindern, aus denen Deutschland zurzeit noch Biomasse und Biomasse-Produkte importiert. Aus der Sicht der Autoren der Studie ist es wenig wahrscheinlich, dass in Zukunft die Ernteerträge in gleicher Weise steigen werden, wie die Weltbevölkerung bei steigendem Lebensstandard wächst.

Biomasse und Ernährung

In Deutschland nehmen Menschen im Durchschnitt etwa zwei Drittel ihrer Nahrungskalorien in Form von pflanzlichen Produkten (Kartoffeln, Früchte, Getreide, Gemüse etc.) und etwa

ein Drittel in Form von tierischen Produkten (Fleisch, Eier- und Milchprodukte etc.) zu sich. Für die Herstellung pflanzlicher Nahrung werden jährlich etwa 10 Millionen Tonnen C als pflanzliche Biomasse geerntet. Zum Füttern der Tiere müssen jährlich mehr als 60 Millionen Tonnen C als pflanzliche Biomasse aufgebracht werden, wovon 20 Millionen Tonnen C ge- weidet werden.

Die von der deutschen Bevölkerung jährlich durch Stoffwechsel verbrauchte Energie beträgt 330×10^{15} J, was dem Brennwert von etwas weniger als 9 Millionen Tonnen C in Biomasse entspricht. Tatsächlich werden aber mehr als 70 Millionen Tonnen C für die Ernährung be- nötigt. Die energetischen Verluste in der Nahrungsmittel-Produktions-kette sind daher enorm. Ein Grund dafür ist, dass der Zellulose-Anteil der Biomasse, der über die Hälfte betragen kann, nicht vom Menschen verwertet wird, und dass der Lignin-Anteil weder für Mensch noch Tier verdaulich ist. Der Hauptgrund dafür ist aber der hohe Konsum von tieri- schen Produkten. Die immensen Verluste entstehen durch den Stoffwechsel der Tiere und durch die jährliche Bildung von 10 Millionen Tonnen C Tierdung.

Die Nutztierhaltung ist mit Emissionen von Methan verbunden, das ein viel höheres Erwär- mungspotenzial als CO_2 hat. Eine Veränderung der menschlichen Ernährung hin zu weni- ger tierischer Nahrung würde weniger Biomasse für Tierfutter erfordern und es erlauben, Landwirtschaft weniger intensiv zu betreiben. Dadurch würden die mit der Landwirtschaft einhergehenden THG-Emissionen zurückgehen. Dies könnte wahrscheinlich stärker zur Milderung des Klimawandels beitragen, als es die meisten Bioenergie-Produktionen leisten können.

Vergleich der ‚Erneuerbaren‘

Die Strahlungsenergie der Sonne, die jährlich die terrestrische bewachsene Erdoberfläche (100×10^{12} m²) erreicht, beträgt etwa $0,5 \times 10^{24}$ J (ungefähr 170 W m²). Von dieser Ener- gie finden sich nur etwa 0,5 Prozent ($2,2 \times 10^{21}$ J) in der jährlich durch Pflanzen gebildeten Biomasse wieder. Die Effizienz der photosynthetischen Energieumwandlung ist daher sehr gering.

Photovoltaik, Solarthermie und Windturbinen haben eine meist zehnmal höhere Flächeneffi- zienz (W pro m²) als die pflanzliche Photosynthese. Diese Techniken benötigen sehr viel geringere Investitionen an fossilen Brennstoffen als die landwirtschaftliche Produktion von Biomasse: der Energy Return on Investment (gewonnene Energie geteilt durch investierte fossile Energie; EROI) beträgt bei Photovoltaik-Modulen bezogen auf die Elektrizität unge- fähr 7 und bei Windturbinen ungefähr 18, wogegen die Nutzung von Biomasse mit einem EROI von meist kleiner als 3 stark abfällt. Von den alternativen Energietechnologien trägt die aus Biomasse stammende Energie am wenigsten zur Reduktion von THG-Emissionen bei und hat finanziell den höchsten Preis je eingesparter Tonne CO_2 .

Obwohl die NPP eine sehr viel geringere Flächeneffizienz bei der Umwandlung von Son- nenenergie zeigt als Photovoltaik oder Windturbinen, hat sie den Vorteil, dass das Produkt der NPP (Biomasse sowie daraus hergestellte Brennstoffe) sich relativ leicht in großen Mengen und mit hoher Energiedichte für eine spätere Verwendung speichern lässt.

Empfehlungen

Die Förderung von Bioenergie sollte sich auf Formen beschränken, die weder zur Verknap- pung von Nahrungsmitteln führen noch deren Preise durch Wettbewerb um Land und Was- ser in die Höhe treiben. Darüber hinaus sollten diese Formen von Bioenergie keinen größe- ren negativen Einfluss auf Ökosysteme und Biodiversität haben und eine substanziell bes- sere Treibhausgas-Bilanz aufweisen als die fossile Energie, die sie ersetzen. Auch gilt es, die gesamte Breite der wertvollen Dienste zu respektieren, die Ökosysteme für die Öffent- lichkeit leisten. Bei Importen von Biomasse oder Biomasseprodukten sind auch all diese Aspekte zu berücksichtigen, da Importe die Probleme nicht beheben, sondern nur in andere Länder verlagern.

Ein durchaus signifikantes Bioenergiepotenzial lässt sich erschließen, indem die Nahrungsmittel- und Bioenergieproduktion kombiniert und dadurch optimiert wird. Beispiele hierfür sind die Verwendung von Mist und Gülle aus der Tierhaltung und der Einsatz von Lebensmittelabfällen und pflanzlichen Reststoffen. Allerdings gilt es darauf zu achten, dass von pflanzlichen Resten wie Stroh nur ein begrenzter Anteil für Bioenergiezwecke genutzt werden kann, da genügend Biomasse auf den Feldern verbleiben sollte, um die Bodenfunktionen zu erhalten. Zurzeit verlieren Ackerböden in Europa für den Erhalt ihrer Fertilität notwendigen Kohlenstoff in zu hohen Raten. In Zukunft ist es daher geboten, mehr pflanzliche Reste den Böden zurückzuführen.

Quelle: H&K aktuell 05./2013, Seite 1-3: Dr. Bertram Kehres (BGK e. V.)