

Die Rolle der Bioenergie für das Strom-Wärme-System



IZES gGmbH
Prof. Frank Baur
baur@izes.de

Fraunhofer IWES
Dr. Bernd Krautkremer
bernd.krautkremer@
iwes.fraunhofer.de

DLR
Dr. Antje Wörner
Antje.Woerner@dlr.de

Aufgrund der spezifischen Ressourcen-/Potenzialsituation in Deutschland werden die hohen EE-Anteile im künftigen Energiesystem langfristig vor allem von den fluktuierend einspeisenden Energiequellen (FEE) Wind und Sonne erzielt werden. Bioenergie trägt derzeit zwar in einem signifikanten Maße zur regenerativen Stromerzeugung bei, ist aber potenziell limitiert und wird auch für Anwendungen in „alternativen“ spezifischen Kraftstoffsektoren benötigt.

Wind-onshore und Photovoltaik werden daher mittel- bis langfristig zu den prägenden Systemsäulen. Die FEE werden dann ergänzt von vielfältigen Flexibilitätsoptionen zur Überbrückung von kurz-, mittel- und langfristig vorhandenen Angebotslücken sowie von Anlagen zur Erbringung sonstiger Systemdienstleistungen.

Der Wärmemarkt wird sich nach derzeitiger Einschätzung durch den weiteren Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung, die stärkere Verbreitung elektrischer Wärmepumpen und die gemeinsame Optimierung von Strom-, Gas- und Wärmenetzen immer stärker mit dem Stromsektor verzahnen. Mit zunehmender Energieeffizienz wird der Wärmemarkt zugleich auch mittel- bis langfristig, zumindest im Gebäudesektor, signifikant schrumpfen.

Erschwerend kommt hinzu, dass sich die Biomassenutzung in der öffentlichen Wahrnehmung und im politischen Diskurs zumindest teilweise in schwierigem Fahrwasser befindet.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, welche Rolle die Bioenergie in der künftigen Strom- und Wärmeversorgung langfristig einnehmen kann und soll. Dabei müssen folgende Dimensionen beachtet werden:

- **Stoffliche Dimension:** hier insbesondere der Diskurs zu Flächenverfügbarkeiten für Anbaubiomasse im Spannungsfeld der Nutzungskonkurrenzen, des Nahrungsmittelangebotes sowie der Biodiversität.
- **Technische Dimension:** neben den zukünftig zu erwartenden Lernkurveneffekten sowie möglichen Effizienzgewinnen durch integrierte technische Konzepte stellt sich hier insbesondere die Frage nach der mittel- bis langfristigen Zuordnung von Biomassen zu spezifischen technischen Nutzungen (u. a. Treibstoffsektor, KWK, bedarfsgerechte Stromerzeugung, Systemdienstleistungen)

- **Energiewirtschaftliche Dimension:** Der angestrebte Umbau der Energieversorgung in Deutschland wird die Rationalität des Energiesystems verändern. Daher würde eine reine Fixierung auf den Strompreis bei der Bioenergie zu einer nicht sachgerechten Einschätzung führen (mittlere Einspeisevergütung 2012: 17,5 ct/kWh). Denn dabei blieben zusätzliche Effekte unberücksichtigt wie der „Wert“ einer bedarfsgerechten Einspeisung, die Wirkung der Bioenergie im Wärmemarkt im Hinblick auf eine stärkere Verzahnung von Strom- und Wärmebereitstellung (u. a. Beitrag zur Erreichung der KWK-Ziele) sowie die durch das EEG bereits induzierten bzw. potenziell leistbaren Impulse im Bereich des landwirtschaftlichen Klimaschutzes (z. B. Gülle), der Abfallwirtschaft, der Entwicklung ländlicher Räume. Insofern ist bei der Bioenergie (im Vergleich zu anderen EE) in einem weitaus größeren Maße eine systemische Betrachtung einzufordern, welche das gesamte Wirkungsspektrum abdeckt und auf dieser Grundlage ergänzende ökonomische Effekte aufzeigt.
- **Gesellschaftspolitische Dimension:** Insbesondere bei Anbaubiomassen zeigen zunehmende Akzeptanzprobleme die Notwendigkeit für partizipative Planungsprozesse sowie für eine stärkere kommunale/regionale Planungsverantwortlichkeit im Sinne einer Flächensensibilisierung.

Bedarfsgerechte Stromerzeugung durch Biogas

Auf der Grundlage einer Modellierung von Residuallasten für ein 100% EE-Szenario leitet Fraunhofer IWES einen Bedarf ab zum Ausgleich von Defiziten elektrischer Energie in einer Größenordnung von 45 TWh pro Jahr bzw. 50 GW (siehe [Abbildung 1](#)).

Biomasse – insbesondere Biogas/Biomethan – ist aufgrund seiner Eigenschaft als chemischer Speicher in besonderem Maße in der Lage, die erforderlichen Systemdienstleistungen und Ausgleichsleistungen (Stunden, Tage, saisonal) zu leisten. Im Hinblick auf die dabei erreichbaren Kapazitäten lag der Ausbau im Jahr 2012 im Biogassektor bei ca. 22 TWh bzw. ca. 3,2 GW. Perspektivisch ist unter Berücksichtigung der Flächenverfügbarkeit ein weiterer Ausbau – z. B. gemäß BEE-Szenario – bis 2020 auf ca. 32 TWh pro Jahr möglich (BEE, 2012).

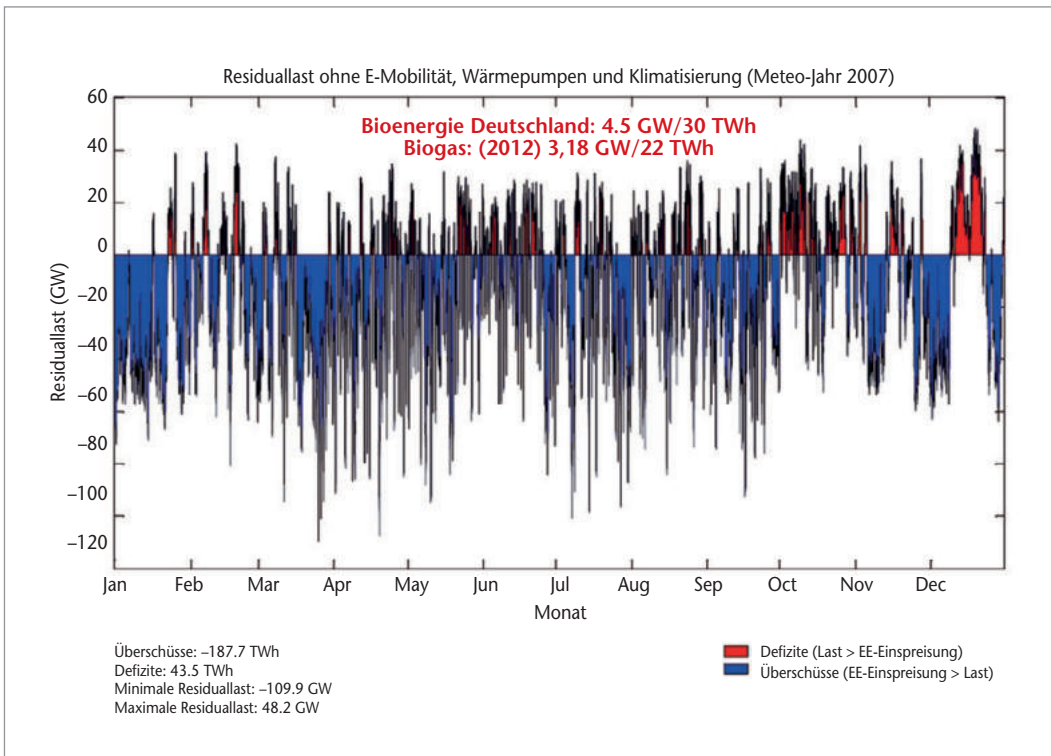


Abbildung 1
Residuallast für ein 100 % EE-Szenario
 (Quelle: Fraunhofer IWES, 2013)

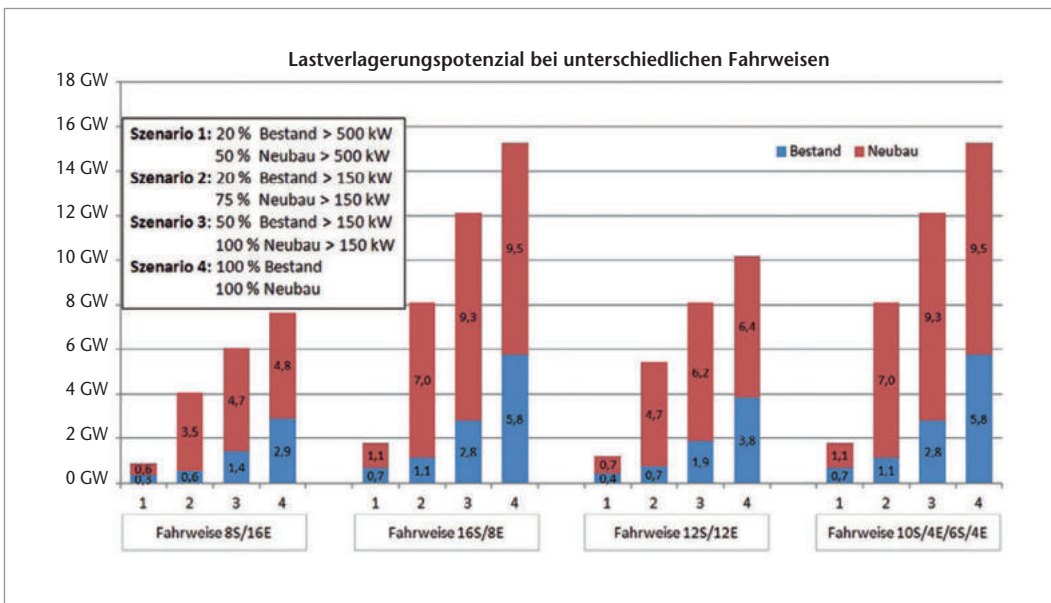


Abbildung 2
Lastverlagerungspotenzial Biogas bei unterschiedlicher Fahrweise
 (Quelle: IZES, 2013)

Während somit im Bereich der Jahresarbeit signifikante Anteile des erforderlichen Ausgleichsbedarfes durch Biogas geleistet werden können, stellt sich die Situation bei der Leistung etwas anders dar. Um hier ebenfalls zu relevanten Beiträgen zu kommen, sind Modifikationen im Anlagenbetrieb im Sinne einer Flexibilisierung sowohl bei Bestands- als auch bei Neuanlagen erforderlich. Dies kann im Bestand insbesondere durch die Erhöhung der installierten Leistung (zusätzliches BHKW bzw. Austausch des alten durch ein neues, größeres BHKW) im Zusammen-

hang mit der Einrichtung eines Biogasspeichers (und ggf. Wärmespeichers) umgesetzt werden. Diesbezüglich stehen demnächst unter Berücksichtigung einschlägiger Amortisationszeiträume Biogas-BHKW mit einem Stromerzeugungspotenzial von 7,97 TWh bei ca. 1.300 MW zum Austausch bzw. zur Erneuerung an (im Zeitraum 2006 bis 2009 realisierte Anlagen).

Wird zudem ein weiterer Ausbau gemäß BEE-Szenario unterstellt, ergeben sich unter Berücksichtigung unterschiedlicher Anteile an flexibilisierten Anlagen

sowie unterschiedlicher Fahrweisen die in [Abbildung 2](#) dargestellten Lastverlagerungspotenziale bei Biogasanlagen. Demnach reicht die Bandbreite für das Lastverlagerungspotenzial von 0,9 GW (Fahrweise 8 h Speicherung/16 h Einspeisung; Szenario 1: Flexibilisierung von 20 % der Bestandsanlagen > 500 kW und 50 % des Zubaus > 500 kW) bis 15,3 GW (Fahrweise 16 h Speicherung/8 h Einspeisung; Flexibilisierung aller Anlagen).

Die zur Aktivierung dieser Potenziale anfallenden Zusatzkosten resultieren im Wesentlichen aus den erforderlichen Investitionen (Zubau BHKW, Gas-/Wärmespeicher, Steuerung, etc.) sowie den ggf. höheren Betriebsaufwendungen. Gemäß den bisherigen Erfahrungen lassen sich spezifische Mehraufwendungen in einer Größenordnung von 2–4 ct/kWh ableiten. Im Kontext der in [Abbildung 2](#) ausgewiesenen Szenarien ergeben sich daraus für Deutschland – je nach Umsetzungsgrad – Gesamtkosten in einer Größenordnung von ca. 90–2.200 Mio. Euro.

Eine Option stellt auch die Biogasaufbereitung zu Biomethan dar, bei der potenziell das Gasnetz als Speicher genutzt werden kann. Hier besteht Untersuchungsbedarf, inwieweit höhere Effizienzen erreicht werden können, indem z. B. Biogas-Bestandsanlagen über Rohbiogasnetze zur Erzielung wirtschaftlich tragfähiger Aufbereitungskapazitäten gebündelt werden (Anlagenpooling).

Bioenergie im Wärmemarkt

Die EE (inkl. Umweltwärme, oberflächennahe Geothermie) leisten derzeit einen Anteil von ca. 10,2 % an der gesamten Wärmebereitstellung. Der Beitrag der Biomasse beträgt dabei ca. 90 %, wobei der Großteil davon über biogene Festbrennstoffe im Haushaltssektor erbracht wird (BMU, 2013). Obwohl die Preissteigerungen im Wärmesektor in den letzten Jahren wesentlich signifikanter als die im Stromsektor waren, sind die Zielsetzungen zum Einsatz der Bioenergie im Wärmemarkt – auch in den Szenarien von BMU, BMWi, WWF, etc. – vergleichsweise unscharf.

Ein weitreichender Konsens besteht darin, dass die Bioenergie eine Brückenfunktion übernimmt bis der Gebäudebestand weitestgehend saniert ist und der dann reduzierte Wärmebedarf – auch aus Gründen der Exergie – über andere Wärmeerzeugungsquellen (Umweltwärme, etc.) bedient werden kann. Dies wird wahrscheinlich bis Mitte dieses Jahrhunderts der Fall sein.

Bis dahin besteht jedoch – auch aus Sicht üblicher Refinanzierungszeiträume – ein dringender Handlungsbedarf, die vorhandenen Biomassen in effiziente Nut-

zungssysteme zu überführen. Der erforderliche Ausbau von Wärmenetzen ist jedoch angesichts der Vorlaufkosten vergleichsweise schwierig und bedarf zudem eines regionalen/kommunalen Planungsinstrumentariums (z. B. in Form von Wärmekatastern). Angesichts der derzeitigen Stagnation im Ausbau von Festbrennstoff-KWK-Anlagen liegt hier die Chance insbesondere in einer effizienteren Wärmeauskoppelung aus Biogas-Anlagen. Bei einer umfangreichen Optimierung ließen sich damit ungefähr ein Viertel der nationalen KWK-Ziele bis 2020 erfüllen.

Externe ökonomische Effekte der Bioenergie

Die Reduzierung der Bioenergie auf ihre Wirkung bei der Strompreisentwicklung berücksichtigt nicht alle ökonomischen Aspekte. Vielmehr hat der durch das EEG ausgelöste Impuls direkt oder indirekt zu relevanten Kostendämpfungseffekten in anderen Sektoren geführt. Das betrifft insbesondere den Agrarsektor, den Entsorgungssektor sowie den Forstsektor. Diese verfügen jeweils für sich über eigene Finanzierungsgrundlagen, welche – zumindest in Teilen und unter Berücksichtigung entsprechender Lesarten – durch energiewirtschaftliche Vergütungen insbesondere des EEG entlastet werden (siehe [Abbildung 3](#)). Den Kosten für die EEG-Umlage stehen daher viele Positionen – z. B. in der Landnutzung und der Ökologie – gegenüber, an denen die Öffentlichkeit entlastet wird, bzw. bei denen höhere Wertschöpfungseffekte erzielt werden.

Zum Beispiel trägt das EEG im Entsorgungssektor maßgeblich dazu bei, das gemäß § 8 Abs. 1 KrWG geforderte Hochwertigkeitsgebot auf der Basis von Biogasanlagen umzusetzen. Laut diesem Gebot ist die Verwertungsmaßnahme umzusetzen, welche die beste Option zum Schutz für Mensch und Umwelt darstellt – z. B. für den Bereich der Bioabfälle im Zusammenhang mit einer stofflich/energetischen Verwertung (diese müsste ansonsten über den Gebührenhaushalt finanziert werden).

In der Forstwirtschaft hat die Bioenergienutzung dazu beigetragen, dass die in der Vergangenheit oftmals defizitären öffentlichen Forstbetriebe mittlerweile positive Reinerträge erzielen.

Und im Agrarsektor hat insbesondere das EEG Impulse gesetzt, zur Entwicklung ländlicher Räume, zur Freisetzung von Mitteln im Hinblick auf eine nachhaltige Agrarförderung und zur Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen im Bereich der Landwirtschaft (z. B. Gülle), die ansonsten über den Agrarsektor hätten finanziert werden müssen.

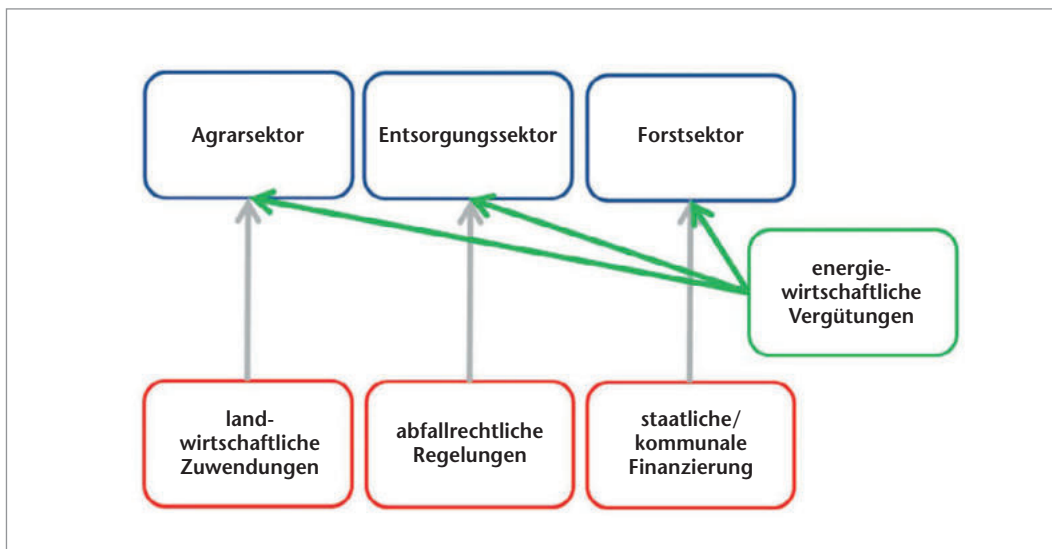


Abbildung 3

Externe ökonomische Effekte der Bioenergie

(Quelle: IZES, 2013)

Fazit und Ausblick

Im Hinblick auf die zukünftige Rolle der Bioenergie im Strom-Wärme-System lassen sich folgende Punkte zusammenfassen:

- Potenziell besteht derzeit kein Grund, an den bisherigen absoluten Festlegungen einschlägiger Szenarien (z. B. nach DLR, BEE, DBFZ, etc.) zu rütteln. Es kann somit nach wie vor ein möglicher Ausbaukorridor unterstellt werden, wobei über regionale Differenzierungen zu diskutieren ist.
- Klärungsbedarf besteht hinsichtlich der mittel- bis langfristigen Widmung von Agrarflächen für die Bereiche Mobilität, Biogas und Kurzumtriebsflächen.
- „Flexibilisierbarkeit“ und multifunktionale Nutzbarkeit sind die großen Vorteile der Bioenergie. Die Teilnahme der Bioenergie an den Märkten des Stromsektors ist kein Selbstzweck, sondern ein relevantes Instrument zur Gestaltung des zukünftigen Stromsystems. Die durch die Bioenergie in erbringbaren Systemdienstleistungen ermöglichen eine – zumindest anteilig – förderunabhängige Refinanzierung.
- Die zukünftige Rolle von Biomethan sowie von Biomasse im Wärmemarkt und im Kraftstoffsektor wird kontrovers diskutiert und bedarf dringend einer Klarstellung. Insbesondere ist die stärkere Verzahnung von Strom- und Wärmebereitstellung einzufordern, wobei ergänzende lenkende Effekte zur Realisierung von Wärmenetzen (z. B. Wärmekataster) erforderlich sind.
- Aus technischer Sicht hat die Bioenergie die im EEG geforderten Lernkurveneffekte erreicht. Dass sich dies nicht in dem erwünschten Maße in Kostensenkungen äußert, liegt insbesondere in der gegenläufigen Entwicklung der Brennstoffpreise begründet. Außerdem können einige wissenschaftliche Erkenntnisse (z. B. im Bereich der Anbaubiomasse) erst nach längeren Versuchsreihen in die Praxis überführt und wirksam werden. Gleichwohl liegt mittlerweile ein hohes Wissen vor, wie z. B. Biodiversitätsziele mit ökonomischen Anforderungen durch angepasste Fruchtfolgen und Anbaumischungen vereinbart werden können. Ebenso gibt es technische Fortschritte z. B. im Bereich der Vergasung, der Umsetzung effizienter integrierter Konzepte (u. a. hybride Anlagensysteme, Kaskadennutzungen) sowie der Bereitstellung der Systemdienstleistungen durch Bioenergieanlagen. Dieses Wissen gilt es nunmehr in den Markt zu überführen.
- Die Bioenergie erbringt abseits der reinen Strompreise in anderen Sektoren (z. B. Entsorgungs-, Land-, Forstwirtschaft) in einem signifikanten Maße ökonomische Effekte im Sinne einer Kostendämpfung, welche im Rahmen einer gesamtwirtschaftlichen Betrachtung zu ermitteln und zu berücksichtigen sind.