

Die Nutzung von überschüssigem Grünland als Energieressource

Potenziale und Wirtschaftlichkeit am Beispiel Baden-Württemberg

von Christine Rösch, ITAS

Grünland, das infolge von Veränderungen in der Tierhaltung keine Verwendung mehr als Futterlieferant hat, kann im Prinzip zur Energieversorgung genutzt werden. In dem abgeschlossenen Forschungsprojekt „Energie aus dem Grünland – eine nachhaltige Entwicklung?“ wurde analysiert, welchen Beitrag überschüssiges Grünland zur Energieversorgung in Baden-Württemberg leisten kann, ob dezentrale Verfahren zur Nutzung von Grünland als Energiequelle wirtschaftlich sind und wie diese bei ganzheitlicher Betrachtung auf Basis des am ITAS entwickelten integrativen Nachhaltigkeitskonzepts einzuordnen sind. In diesem Beitrag werden die Ergebnisse zu den Energiepotenzialen von Überschussgrünland und zur Rentabilität der Verfahren dargestellt.

1 Einleitung

Grünland ist in vielen Kulturlandschaften Deutschlands ein prägendes Landschaftselement. Wiesen und Weiden tragen zur Wertschöpfung in der Landwirtschaft bei und fördern aufgrund ihrer Attraktivität für Erholungssuchende den Tourismus. Gleichzeitig schützen sie Boden und Grundwasser und sind wichtige Lebensräume für Tiere und Pflanzen. Die traditionelle Form der Grünlandnutzung – die Verfütterung von Grassilage¹ oder Heu an Rinder – ist aufgrund züchterischer und technischer Fortschritte in der Milchviehhaltung und des Strukturwandels in der Landwirtschaft seit längerem rückläufig. In urbanen Gebieten wird dieser Trend durch einen ansteigenden Pferdebestand teilweise aufgefangen. In ländlichen Gebieten gibt es für überschüssiges Grünland – abgesehen von der Heuerzeugung für den überregionalen Markt oder extensiven Tierhaltungsformen – dagegen keine alternativen Nutzungsperspektiven. Vor diesem Hintergrund und angesichts steigender Energiepreise und der Förderung Erneuerbarer Energieträger

durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) führte das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) im Auftrag des Ministeriums für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg eine regional differenzierte Abschätzung des Grünlandüberschusses durch. Es wurde analysiert, wie sich der Grünlandüberschuss bis 2015 in Baden-Württemberg entwickeln wird und welche Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit von unterschiedlichen Verfahren zur energetischen Nutzung von Grünland zu erwarten sind.

2 Vorgehensweise

Die Abschätzungen zum aktuellen und zukünftigen Umfang an überschüssigem Grünland in Baden-Württemberg basieren auf dem tier- und leistungsspezifischen Grundfutterbedarf aller Raufutter verzehrenden Tiere². Anhand landkreisspezifischer Erträge und futterspezifischer Energiegehalte wurde der dafür erforderliche Umfang an Grünland (z. B. Wiesen und Mähweiden) ermittelt und mit dem aktuellen Bestand an Grünland abgeglichen. Die Berechnungen wurden mit den Angaben zum Grünlandüberschuss verglichen, die über zwei Umfragen bei den 35 Ämtern für Landwirtschaft, Landschafts- und Bodenkultur in Baden-Württemberg erhoben worden waren. Hierdurch sollten Hinweise auf abweichende Einschätzungen gewonnen und die Validität der Projektergebnisse verbessert werden.

Zur Ermittlung des Energiepotenzials von überschüssigem Grünland wurden verschiedene Prozessketten zur energetischen Nutzung von Grünlandaufwuchs betrachtet. Daneben wurde auch der Anbau von Energiepflanzen auf Grünland, das in Ackerfläche umgewandelt wurde, betrachtet. Analysiert wurde der Anbau von Mais und von Kurzumtriebspappeln. Diese beiden Kulturpflanzen liefern hohe Biomasserträge mit guten Eigenschaften für eine energetische Nutzung, weisen aber unterschiedliche Bewirtschaftungsintensitäten auf, die differenzierte Auswirkungen auf ökonomische und ökologische Kriterien erwarten lassen.

In dezentralen landwirtschaftlichen Hof- oder Gemeinschafts-Biogasanlagen (100 bis 500 kW_{el}³) sowie in kleineren Feuerungsanlagen zur Deckung des Eigenbedarfs (30 bis 90 kW_{FWL}⁴) werden die Bioenergieträger in

nutzbare Energie (Strom oder Wärme) umgewandelt. Die im Projekt betrachteten Verfahren sind auf dem Markt verfügbar, aber unterschiedlich weit entwickelt und erprobt. Die Nassfermentation von Grassilage in Kombination mit Maissilage und Gülle ist ein praxisrelevantes Verfahren. Die Trockenfermentation ist ebenfalls marktreif, aber der Einsatz von Heu und Maissilage noch wenig erforscht. Die thermische Nutzung von Heu in Form von Pellets oder Ballen ist bislang nur wenig untersucht worden. Deshalb musste bei den Berechnungen teilweise auf Angaben aus der Strohverbrennung zurückgegriffen werden.

3 Ein Viertel des Grünlands ohne Nutzung

Die Berechnungen zeigen, dass in Baden-Württemberg gegenwärtig rund 135.000 ha und damit 21 % der gesamten Grünlandfläche keine Verwertung mehr in der Tierhaltung finden. Dieser Überschuss wird bis zum Jahr 2015 auf rund 167.000 ha oder 26 % der Grünlandfläche anwachsen. Beide Umfragen bei den Landwirtschaftsämtern bestätigen die Validität und Größenordnung der Berechnungen. Die Schätzungen der zweiten Umfrage (mit einer Beteiligung von 26 Kreisen) liegen sogar um 17 % niedriger

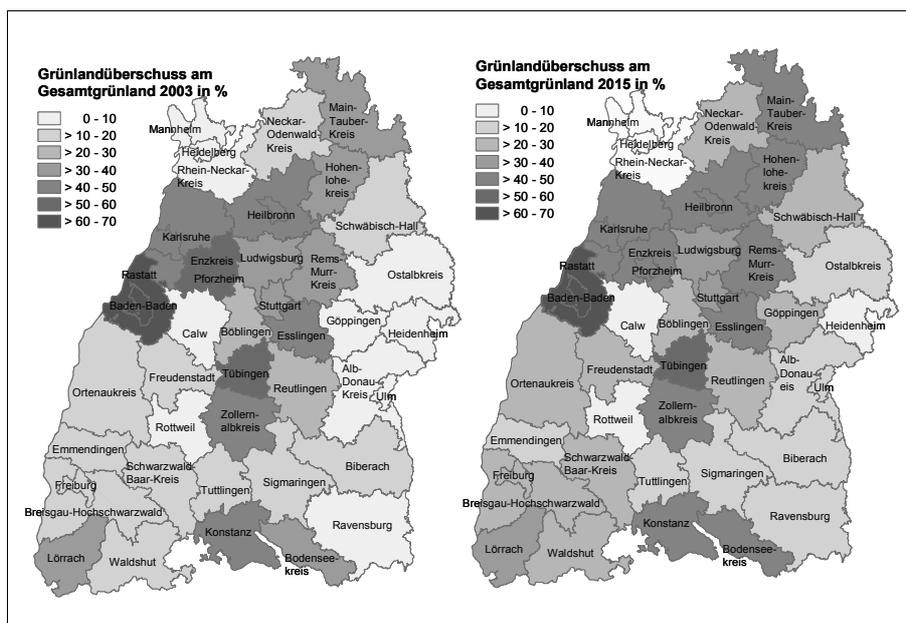
als die für diese Kreise berechnete Überschussfläche. Der Vergleich der Berechnungen für 2003 und 2015 zeigt, dass 50 % des Anstiegs beim Grünlandüberschuss auf nur fünf Landkreise im Osten Baden-Württembergs (Göppingen, Schwäbisch-Hall, Ostalbkreis, Alb-Donau-Kreis und Ravensburg) entfallen. Kreise in der Mitte und im Nordwesten Baden-Württembergs, die bereits jetzt geringe Milchviehbestände aufweisen, zeigen dagegen nur geringfügige Veränderungen im Grünlandüberschuss (Abb. 1).

Aktuelle Entwicklungen könnten dazu führen, dass der Grünlandüberschuss zukünftig sogar noch höher ausfallen wird als im TA-Projekt berechnet. Zum einen könnte die seit Juli 2007 reformierte Milchquotenregelung dazu führen, dass in Baden-Württemberg weniger Milch erzeugt wird als angenommen.⁵ Außerdem ist der Pferdebestand den neusten Erhebungen zufolge rückläufig, während in den Berechnungen von einem weiteren Anstieg ausgegangen wurde.

4 Eignung zur Energiegewinnung

Inwieweit Baden-Württembergs Grünland für die Energiegewinnung geeignet ist, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Dazu zählen die

Abb. 1: Anteil der überschüssigen Grünlandflächen am Gesamtgrünland auf Kreisebene in den Jahren 2003 (links) und 2015 (rechts)



Quelle: Eigene Berechnungen

Größe der nutzbaren Gesamtfläche, die Lage dieser so genannten Überschussflächen, die Qualität des Grünlandaufwuchses oder die Qualität des Bodens. Im Einzelnen erbrachte das Projekt „Energie aus dem Grünland – eine nachhaltige Entwicklung?“ folgende Ergebnisse:

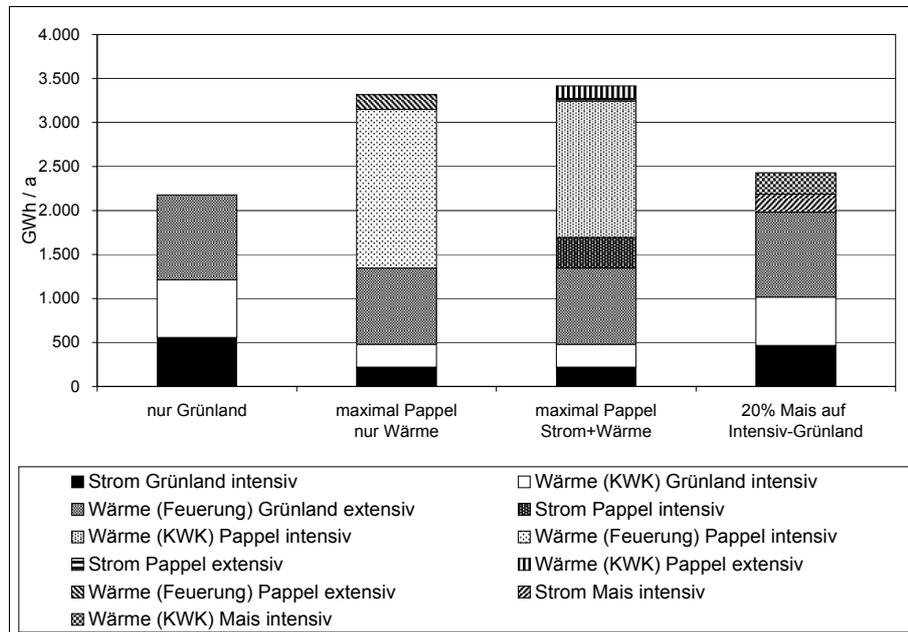
- Rund 79.000 ha bzw. 47 % des überschüssigen Grünlands sind in Baden-Württemberg zur Produktion von Grassilage für Biogasanlagen nutzbar. Hierzu zählen zum einen Flächen, die zuvor für die Milchviehfütterung bereits intensiv genutzt wurden. Zum anderen handelt es sich bei rund der Hälfte dieser Fläche um Grünland mit hoher Artenvielfalt oder um Streuobstwiesen. Diese Flächen müssten für eine Grassilageproduktion intensiver bewirtschaftet werden als dies bislang der Fall ist.
- Über ein Drittel bzw. 39 % der Überschussflächen, die zur Produktion von Biogassubstrat geeignet sind, befinden sich in den Landkreisen Zollernalb, Bodensee, Ravensburg, Konstanz und Schwäbisch Hall.
- Eine Verwertung des Grünlandaufwuchses als Festbrennstoff wäre auf rund 70.000 ha bzw. 42 % des Überschussgrünlands möglich. Bei fast der Hälfte dieser Flächen wiederum handelt es sich um Streuobstwiesen, bei gut einem Viertel um Hangflächen mit 25 bis 35 % Neigung. Fast die Hälfte (46 %) dieser Flächen befindet sich in zehn Landkreisen, davon ein bedeutender Teil als Streuobstwiesen im Albvorland.
- Für rund 18.000 ha bzw. 11 % der überschüssigen Grünlandflächen bieten die Verfahren zur Energiegewinnung aus technischen und wirtschaftlichen Gründen keine Nutzungsalternative. Im Wesentlichen handelt es sich hierbei um Steillagen mit mehr als 35 % Hangneigung. Die Flächen befinden sich überwiegend im südlichen Schwarzwald, die Hälfte davon in den Kreisen Breisgau-Hochschwarzwald, Lörrach und Ortenaukreis. Ob auf diesen Problemflächen eine Verwilderung verhindert und eine Offenhaltung gewährleistet werden kann, erscheint angesichts der Verringerung der Flächenprämien für die Bewirtschaftung steiler Hanglagen im Rahmen des neuen Marktlastungs- und Kulturlandschaftsausgleichs (MEKA III) fraglich.

- Rund 55.000 ha Grünland könnten in Baden-Württemberg noch in Ackerfläche umgewandelt werden ohne gegen die Regelungen des Direktzahlungen-Verpflichtungsgesetzes⁶ zu verstoßen. Die Anpflanzung von Kurzumtriebspappeln wäre theoretisch auf der gesamten umwandlungsfähigen Grünlandfläche möglich. Dagegen wäre der Silomais-Anbau aufgrund seiner Anforderungen an Temperatur, Wasserversorgung und Bodenqualität nur auf circa 12.800 ha Grünland möglich.

5 „Grüner“ Energieertrag

Die Höhe des Beitrags, den überschüssiges Grünland zur Energieversorgung leisten könnte, hängt davon ab, in welchem Umfang Grünland „umgebrochen“ und für den Anbau von Energiepflanzen genutzt werden kann (Abb. 2). In der TA-Studie wurde unterstellt, dass bei vollständiger Nutzung des zur Biogaserzeugung geeigneten Grünlandaufwuchses circa 164 Mio. m³ Methan erzeugt werden können. Durch die Verstromung dieses Methans in Blockheizkraftwerken (unterstellter Wirkungsgrad: 34 %) könnten jährlich etwa 556 GWh_{el}⁷ gewonnen werden. Daneben würde Abwärme erzeugt, von der circa 655 GWh_{th} pro Jahr für Heizzwecke verfügbar wären. Durch die Verwendung der nicht zur Grassilageproduktion geeigneten Grünlandüberschussflächen zur Produktion von Heu als Festbrennstoff und dessen Nutzung in Kleinf Feuerungsanlagen könnte eine Wärmemenge von 909 GWh_{th} produziert werden. Mit der insgesamt von Biogas- und Kleinf Feuerungsanlagen erzeugten Wärme könnte 1,2 % des Endenergieverbrauchs für Wärme in Baden-Württemberg gedeckt werden. Der Stromertrag entspräche 0,75 % der baden-württembergischen Brutto-Stromerzeugung (Bezugsjahr: 2005).

Durch den maximal zulässigen Umbruch von Überschussgrünland und der darauf folgenden Erzeugung von Maissilage als Substrat für Biogasanlagen könnte der Stromertrag um 21 % und der Wärmeertrag um 8 % erhöht werden. Die Anpflanzung von Kurzumtriebspappeln und die Verfeuerung der Hackschnitzel in Heizkraftwerken würden zu einer Erhöhung des Stromertrags um 8 % führen und den Wärmeertrag um 75 % steigern.

Abb. 2: Energiepotenziale aus dem Grünlandüberschuss bei unterschiedlichen Nutzungsstrategien

Quelle: Eigene Berechnungen

Ein Vergleich mit den baden-württembergischen Ausbauzielen für Erneuerbare Energieträger verdeutlicht, dass diese Energiepotenziale nicht unerheblich sind: Über die energetische Nutzung von überschüssigem Grünland könnten circa 7 % des Ausbauzieles erfüllt werden, d.h. 7 % der Erneuerbaren Energieträger, die für die Stromproduktion in 2010 verwendet würden, wären aus Grünland gewonnen. Dies wären gut 25 % mehr als 2005. Zur Erreichung des Ausbauziels „Wärme aus Biomasse“ könnte das Überschussgrünland ohne Umbruch rund 15 % und bei maximalem Umbruch mit anschließender Pappelanpflanzung sogar rund 28 % beisteuern.

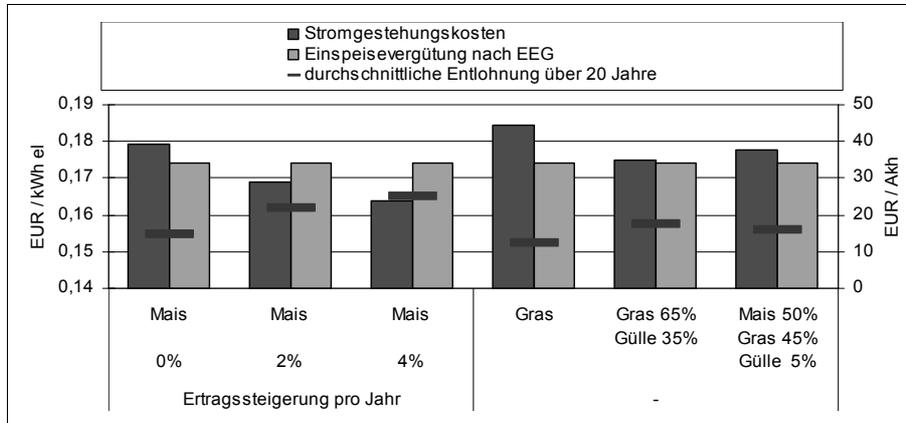
6 Wirtschaftlichkeit der Stromerzeugung aus Grassilage

Wie die Ergebnisse der im TA-Projekt durchgeführten einzelbetrieblichen Vollkostenanalysen über eine Nutzungsdauer von 20 Jahren zeigen, ist der Einsatz von Grassilage in Biogasanlagen über 500 kW_{el} wirtschaftlich, wenn das Substrat auf eigenen Flächen erzeugt wird und agrarpolitische Prämien (z. B. flächenbezogene EU-Prämie, Beihilfe für den Energiepflanzenanbau, Ausgleichzulage, Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsausgleich) in die Berechnungen einbezogen werden. Sensitivitätsanalysen belegen,

dass die Wirtschaftlichkeit durch Ertragssteigerungen bei Mais (2-4 % pro Jahr) deutlich verbessert werden könnte. Unter dieser Prämisse wäre die Stromgewinnung aus Maissilage auch in 100 kW_{el}-Anlagen rentabel (Abb. 3). Ertragszuwächse im Grünland, die zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit führen könnten, sind dagegen nicht zu erwarten. Mit Blick auf die in Baden-Württemberg seit 20 Jahren stagnierenden durchschnittlichen Silomaiserträge bleibt allerdings abzuwarten, ob die prognostizierten Ertragssteigerungen bei Mais in der Praxis realisiert werden können.

Die Wirtschaftlichkeit der Energieerzeugung aus Grassilage könnte auch über eine höhere Energieeffizienz der Anlage (z. B. durch Vermeidung von Methanemissionen oder Optimierung der Prozessbiologie) verbessert werden. In der ökonomischen Bilanz würde sich jedoch vor allem ein Verkauf der bei der Verstromung des Biogases anfallenden Wärme positiv bemerkbar machen: Würde die Hälfte der verfügbaren Wärme verkauft, könnten auch Biogasanlagen mit einer geringeren Leistung wirtschaftlich betrieben werden. Standorte für Biogasanlagen, die in einer Entfernung bis zu 2 km eine ganzjährige Wärmeabnahme durch Unternehmen oder Kommunen ermöglichen könnten, sind jedoch nicht überall vorhanden. Bei vielen Biogasanlagen beschränkt sich die

Abb. 3: Wirtschaftlichkeit und Arbeitsentlohnung über 20 Jahre beim Einsatz verschiedener Substrate in einer 100 kW-Biogas-Hofanlage (inklusive Prämien und Nutzung von 5 % der verfügbaren Wärme)



Quelle: Eigene Berechnungen

Wärmenutzung deshalb meist auf den Bereich des landwirtschaftlichen Anwesens und liegt bei nur wenigen Prozent der verfügbaren Wärme. Nur wenige Biogasanlagen können 50 % oder mehr der verfügbaren Wärme verkaufen (Göbel, Zörner 2006).

Um zukünftig eine höhere Wärmenutzung bei Biogasanlagen zu erreichen, bedarf es finanzieller Anreize. Beispielsweise könnte der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)-Bonus im EEG von bisher 2 auf 3 Cent/kWh angehoben und gleichzeitig die Grundvergütung abgesenkt werden (BMU 2007). Darüber hinaus sollte über neue Konzepte der Biogasnutzung nachgedacht werden. Für größere Entfernungen zwischen Biogaserzeugung und Wärmebedarf könnte die Aufbereitung des Biogases zu einem Gas mit Erdgasqualität und dessen Einspeisung in das Erdgasnetz ein geeignetes Verfahren darstellen.⁸

7 Kurzumtriebspappeln sind bei steigenden Energiepreisen ökonomisch

Mit der thermischen Nutzung von Heu in Kleinfeuerungsanlagen kann bei den aktuellen Heizölpreisen unter Einbeziehung agrarpolitischer Prämien für extensive Grünlandbewirtschaftung in bestimmten Fällen ein Gewinn erzielt werden. Im Vergleich zu anderen Biobrennstoffen, die teilweise bessere Brennstoffeigenschaften haben (z. B. Holzpellets oder Stroh), stellt sich die Heuverbrennung dagegen wirtschaftlich ungünstiger dar. Bei weiter steigender Nachfrage nach Pellets aus Biomasse könnte jedoch auch der

Verkauf von Heupellets zur energetischen Nutzung ökonomisch interessant werden.

Die Verfeuerung von Pappelhacksnitzeln in betriebseigenen Heizanlagen (40 kW_{FWL}) führt bei einem Ersatz von Heizöl zu einer Einsparung von 270 Euro (bei einem Ertrag von 6 t TM pro Hektar und Jahr, Hanglage) bis zu 1.540 Euro (bei 10 t TM/ha und Jahr). Dies entspricht einer Gewinnspanne von 72 bis 685 Euro pro Hektar und Jahr. Ohne Vergütung der Arbeitszeit errechnet sich daraus eine Entlohnung von 20 bis 52 Euro pro Arbeitskraftstunde (Akh). Damit ist die Entlohnung über den Pappelanbau deutlich höher als über die Verwertung von Grassilage als Biogassubstrat (11 bis 38 Euro/Akh über 20 Jahre) oder die Heuverbrennung, die bestenfalls bei 6 Euro/Akh liegt bzw. sogar negativ ist. Der Verkauf von Pappelhacksnitzeln ist bei Preisen, wie sie 2006 im Durchschnitt erzielt wurden, allerdings nicht gewinnbringend. Dies könnte sich jedoch verändern, weil die Kosten zur Bereitstellung von Pappelhacksnitzeln durch den Anstieg der Flächenprämie sinken werden und bei weiter zunehmender Nachfrage nach Bioenergie höhere Preise für Pappelhacksnitzel zu erzielen sein dürften.

8 Resümee

Die dezentrale Nutzung von Grünlandaufwuchs in landwirtschaftlichen Biogas- bzw. Feuerungsanlagen – das haben auch Diskussionen auf den beiden Stakeholder-Workshops ge-

zeigt, die im Rahmen des Projektes durchgeführt wurden⁹ – stellen unter Berücksichtigung bestehender agrar- und energiepolitischer Förderungen und unter bestimmten Bedingungen lukrative Alternativen zur Milchviehhaltung und reinen Grünlandpflege dar. Die Anpflanzung von Kurzumtriebspappeln ist dabei das wirtschaftlichste der untersuchten Verfahren und kann aufgrund der hohen Biomasseerträge gleichzeitig die größten Beiträge zur Substitution fossiler Energieträger leisten. Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse und angesichts der Tatsache, dass die Grünlandumwandlung in gewissem Umfang zulässig ist, wird von den Autoren der Studie die Entwicklung eines Grünlandnutzungsplans empfohlen (Rösch et al. 2007, S. 4). Dieser sollte ausweisen, wo Grünland aus welchen Gründen (z. B. Artenvielfalt, Landschaftsbild) erhalten, verändert oder zur Energiepflanzenproduktion umgebrochen werden könnte. Zukünftig könnten auch andere Verfahren, wie die Nutzung von Grasschnitt als Substrat für Biomass-to-Liquid(BtL)-Anlagen oder Bioraffinerien interessant werden. Allerdings würde der Landwirt bei diesen großtechnisch ausgelegten Verfahren nur Rohstoffproduzent sein und damit nur einen kleinen Anteil der Wertschöpfung erhalten.

Anmerkungen

- 1) Silage ist durch Milchsäuregärung konserviertes hochwertiges Grünfütter für Nutztiere. Silage ist auch eine Konservierungsmethode für nachwachsende Rohstoffe als Energieträger für Biogasanlagen. Für diese Art der Konservierung sind grundsätzlich alle Grünfüttermittel geeignet: unter anderem Gras, Mais, Klee, Luzerne, Ackerbohnen, Hafer und Rübenblätter.
- 2) Mit „Raufutter“ wird Grünfüttermittel bezeichnet, das einen relativ hohen Rohfasergehalt aufweist. Die so genannten Raufutterfresser sind Tiere – Kühe, Pferde, Schafe –, die diese Pflanzen fressen und vor allem deren Zellwände (Zellulose) verdauen.
- 3) kWel – elektrische Leistung in Kilowatt
- 4) FWL – Feuerungswärmeleistung; ein auf den unteren Heizwert bezogener Wärmehalt des Brennstoffs, der einer Feuerungsanlage im Dauerbetrieb je Zeiteinheit zugeführt werden kann.
- 5) In den Berechnungen wurde von einem Milchquotenhandel innerhalb Baden-Württembergs ausgegangen. Inzwischen ist der Handel mit Milcherzeugungsrechten jedoch bundesweit (unterteilt in die zwei Handelsgebiete West und Ost) möglich. Beim ersten bundesweiten Handel mit Milchquoten am 2.7.2007 verkauften die Landwirte in Baden-Württemberg deutlich mehr Milchquote an Landwirte in anderen Bundesländern als zugekauft wurde. Dies hat einen sinkenden Bestand an Rindern und einen weiteren Rückgang des Bedarfs an Raufutter aus dem Grünland zur Folge.
- 6) Gesetz zur Regelung der Einhaltung anderweitiger Verpflichtungen durch Landwirte im Rahmen gemeinschaftsrechtlicher Vorschriften über Direktzahlungen (Direktzahlungen-Verpflichtungsgesetz), Artikel 2 des Gesetzes zur Umsetzung der Reform der gemeinsamen Agrarpolitik vom 21.7.2004, erschienen im Bundesgesetzblatt Jahrgang 2004 Teil I Nr. 38, ausgegeben zu Bonn am 26. Juli 2004.
- 7) Gigawattstunde (GWh) = 1 Milliarde Wattstunden = 10⁹ Wh (Energieverbrauchseinheit)
- 8) Die EnBW Energie Baden-Württemberg AG hat im Juni 2007 in Burgrieden die erste Biogas-Einspeisungsanlage in Baden-Württemberg errichtet. Sie soll im Frühjahr 2008 ihren Betrieb aufnehmen.
- 9) Workshops in Balingen (Zollernalbkreis) und Ravensburg.

Literatur

- Rösch, C.; Raab, K.; Skarka, J. et al., 2007: Energie aus dem Grünland – eine nachhaltige Entwicklung? Karlsruhe: Wissenschaftliche Berichte des Forschungszentrums Karlsruhe, FZKA 7333
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2007: Erfahrungsbericht 2007 zum Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) gemäß § 20 EEG. BMU-Entwurf. Kurzfassung vom 5.7.2007
- Göbel, A.; Zörner, W., 2006: Feldstudie „Biogasanlagen in Bayern“ im Auftrag des Kuratoriums Bayerischer Maschinenring- und Betriebshilfsringe e.V., Neuburg an der Donau

Kontakt

Dr. Christine Rösch
 Forschungszentrum Karlsruhe
 Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
 Forschungszentrum Karlsruhe
 Hermann-von-Helmholtz-Platz 1,
 76344 Eggenstein-Leopoldshafen
 Tel.: +49 (0) 72 47 / 82 - 27 04
 Fax: +49 (0) 72 47 / 82 - 48 06
 E-Mail: roesch@itas.fzk.de

«