

# Erhalt von Naturschutzgrünland durch eine dezentrale energetische Verwertung

Zwischenergebnisse des Modellprojekts PROGRASS

MICHAEL WACHENDORF, DETLEV MÖLLER, LUTZ BÜHLE, FRANK HENSGEN,  
BENJAMIN BLUMENSTEIN

**Der steigende globale Energieverbrauch und die zunehmende Verknappung fossiler Rohstoffe erfordern dringend die Entwicklung von nachhaltigen und umweltfreundlichen Energieangeboten. Die Nutzung von Biomasse stellt einen möglichen Weg dar, um zu einer nachhaltigen Entwicklung der Energiewirtschaft und zur Reduktion der Treibhausgasemissionen beizutragen.**

Die Stärke der Biomassenutzung ist ihre neutrale CO<sub>2</sub>-Bilanz sowie die Speicherefähigkeit der Energie, die eine bedarfsangepasste Nutzung der biogenen Energieträger zulässt und keiner Angebotsfluktuation unterworfen ist. Allerdings können der Anbau bestimmter Pflanzenkulturen und deren nachfolgende Verarbeitung signifikante Treibhausgasemissionen und weitere negative Umweltauswirkungen (Bodenerosion, Nährstoffaustrag und verminderte Bodenfruchtbarkeit) nach sich ziehen. Darüber hinaus konkurriert der Anbau von Energiekulturen (Mais, Raps und Getreide) mit der Nahrungsmittelproduktion.

Im Gegensatz dazu basiert der PROGRASS-Ansatz auf der energetischen Nutzung von Biomassen von extensiv genutztem Grünland. Diese Grünlandflächen sind als außerordentlich wertvoll und schützenswert für den Erhalt der Biodiversität in der europäischen Flora-Fauna-Habitatrichtlinie anerkannt worden. Der Artenreichtum dieser Flächen ist allerdings ernsthaft bedroht durch die reduzierte extensive Nutzung – hervorgerufen durch abnehmenden Viehbestand und Beweidung.

Um einer Verbuschung entgegenzuwirken, müssen die Flächen weiterhin extensiv beerntet werden, damit die Biodiversität an diesen Standorten erhalten werden kann.

An dieser Stelle setzt das PROGRASS-Projekt an und verbindet die energetische Verwertung von bisher ungenutztem Grünlandschnitt mit der gleichzeitigen Erhaltung und Erhöhung der Biodiversität auf europäischen Naturschutzflächen.

## Schutz von Grünlandhabitaten

Europäische Grünlandflächen haben einen Umfang von 90 Millionen Hektar und stellen mindestens ein Drittel der gesamten Landwirtschaftsfläche dar. Sie reichen von Feuchtwiesen über Steppevegetationen und Vegetationstypen gemäßigten Klimas (in Nord- und Nordwest-Europa) bis hin zu wüstenähnlichen Pflanzengesellschaften in Südost-Spanien. Sie haben sowohl ökologische als auch soziale Funktionen. Die Abnahme landwirtschaftlicher Aktivität (Beweidung) führte in der Vergangenheit zu einer fortschreitenden Verringerung dieser ökologisch wertvollen, extensiv genutzten Grünlandflächen durch zunehmende Verbuschung und damit Reduktion der Artenvielfalt. Aus ökologischem und sozio-politischem Interesse wird in Europa gegenwärtig versucht, die fortschreitende Abnahme der Grünlandflächen (in Höhe von 12,8 % in den Jahren 1990 bis 2003) aufzuhalten. Die EU-Politik ist durch die Finanzierung von agrar-ökologischen Maßnahmen und Projekten (LIFE+Programm) direkt oder indirekt auf

Grünlandhabitats ausgerichtet. Das Ziel von PROGRASS ist es, mit einem nachhaltigen Konzept zum Erhalt dieses Naturschutzgrünlandes beizutragen durch

- eine regelmäßige extensive Nutzung der Flächen und die
- energetische Verwertung der Biomasse durch das innovative IFBB Konzept.

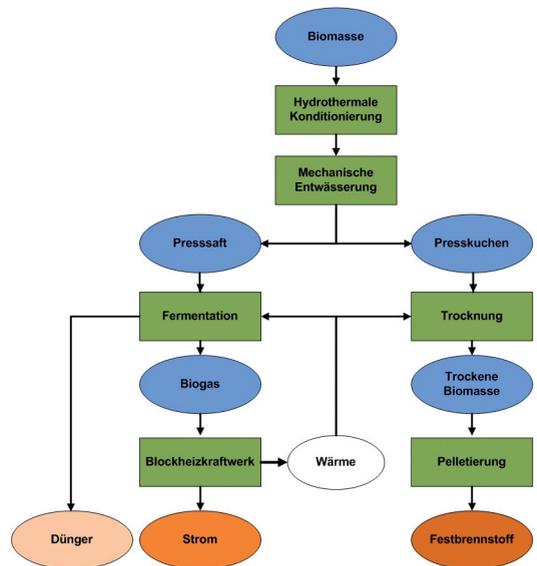
Im Rahmen des PROGRASS-Projekts wurden auf 18 Versuchsflächen in den Partnerregionen in Deutschland, Wales und Estland interdisziplinäre Forschungsarbeiten durchgeführt. Die Flächen wurden nach der Maßgabe ausgewählt, die charakteristischen Pflanzengesellschaften in den Regionen abzubilden und damit einen umfassenden Überblick über die Vegetationstypen auf geschützten NATURA 2000 Grünlandflächen zu erhalten. Auf diese Weise wird die europaweite Übertragbarkeit im Hinblick auf die geschützten Vegetationen und deren ökologischen und energetisch-technischen Eigenschaften gewährleistet. Die deutschen Flächen befinden sich in den Mittelgebirgslagen des Vogelsbergs, die walisischen in dem westlichen Teil von Ceredigion und die estnischen im Flachland Zentrallands.

Die wissenschaftlichen Arbeiten beschäftigen sich mit der Produktivität und der Qualität der Grünland-Biomassen. Untersucht wurde beispielsweise der Einfluss einer geänderten Bewirtschaftungsweise auf die Biodiversität; insbesondere, wie eine angepasste Nutzung durch extensive Mahd und Bergung der Biomasse die Vielfalt geschützter Pflanzenarten steigert. Desweiteren wurden die Verbrennungseigenschaften der Biomassen in Quantität und Qualität untersucht, um das technische und wirtschaftliche Potenzial der von den Naturschutzflächen geernteten Biorohstoffe einschätzen zu können.

## Technik

Biomasse von extensiv bewirtschaftetem Grünland zeichnet sich durch einen hohen Gehalt an Lig-

nozellose und Mineralstoffen aus. Diese Inhaltsstoffe führen zu Problemen sowohl in der konventionellen Ganzpflanzenvergärung zu Biogas als auch bei der Heuverbrennung. Das technische IFBB-Konzept (Integrierte Festbrennstoff- und Biogasproduktion aus Biomasse) zielt demgegenüber auf die Trennung der Grünlandsilage in eine Feststofffraktion für die Verbrennung und eine Flüssigphase für die Biogasproduktion ab. Die Ausschwemmung von Mineralstoffen und leicht vergärbaren Substanzen in den Presssaft verbessert maßgeblich die Brennstoffeigenschaften des Presskuchens und macht den Presssaft zu einem ausgezeichneten Substrat für die Biogaserzeugung.



Verfahrensablauf:

- Wassermischung der Silage bei 40 °C
- Auftrennung der gemischten Biomasse mittels Schneckenpresse in eine feste, als Brennstoff nutzbare faserhaltige Fraktion (Presskuchen) und eine flüssige, biologisch leicht umsetzbare Fraktion (Presssaft) für die Biogas- und Stromerzeugung
- Biogasproduktion aus der Presssaftvergärung und Biogasverstromung im Blockheizkraftwerk



- Trocknung des Presskuchens durch die Abwärme des BHKWs und Bereitstellung eines Brennstoffs mit verbesserten Verbrennungseigenschaften im Vergleich zu unbehandelten Halmgutbrennstoffen
- Vermeidung ungenutzter Abwärme durch ganzjährige Presskuchentrocknung
- Nutzung des Gärrestes als wertvollen Dünger

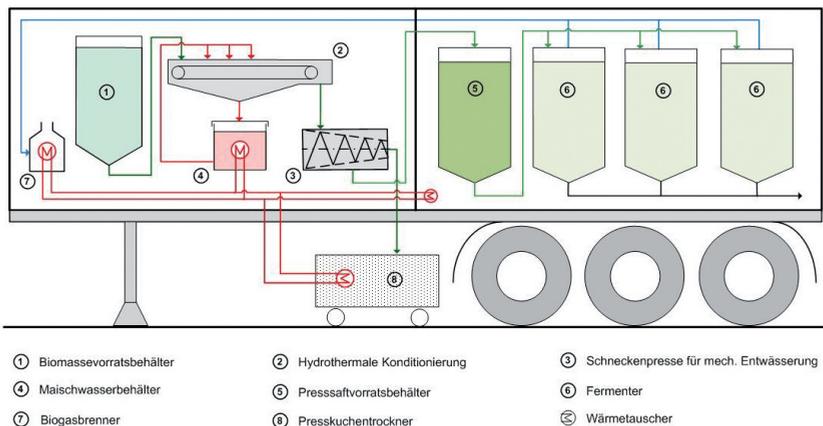
Herzstück des PROGRASS-Projekts ist eine mobile Modellanlage, die neben den Forschungsarbeiten auch Demonstrationszwecken dient. Im Rahmen von PROGRASS werden zahlreiche Führungen, Workshops und Informationsveranstaltungen

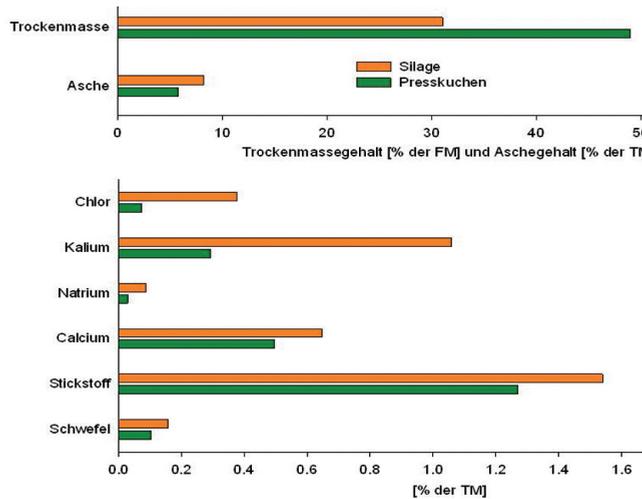
in den drei Partnerländern durchgeführt, um Landwirte, Wissenschaftler, Akteure aus Politik und Verwaltung und die Öffentlichkeit regional und überregional über das Projekt zu informieren. Die Modellanlage wurde so ausgelegt, dass sie in zwei genormten Containern in Europa transportiert werden kann.

Der Prototyp umfasst alle wesentlichen Komponenten der IFBB-Technik. Die Vorbehandlung der Silage erfolgt durch eine Wassermischung (Hydrothermale Konditionierung; Perkolationsystem) bei 40 °C. Im Anschluss daran wird die Maische mit Hilfe einer Schneckenpresse mechanisch entwässert. Der dabei entstehende Presssaft wird im zweiten Container in drei Festbettfermentern mit einem Volumen von jeweils 1,3 m<sup>3</sup> bei einer Temperatur von 37 °C und unter anaeroben Bedingungen zu Biogas vergoren. Das Biogas wird in einem Brenner verbrannt und die dabei entstehende Wärme zum Erhitzen des Maischwassers, zur Beheizung der Fermenter sowie zum Trocknen des Presskuchens genutzt. Die Pelletierung des Presskuchens erfolgt extern.

Technische Daten des Prototyps:

- Verarbeitungskapazität: 400 kg Silage pro Tag
- Brennstoffproduktion: 90 kg TM pro Tag
- Biogasleistung: 7 kW





## Zwischenergebnisse

### Brennstoffeigenschaften

Die ersten Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen mit dem IFBB-Prototyp zeigen, dass die Wassermaischung und anschließende mechanische Entwässerung zu einer deutlichen Verbesserung der Brennstoffeigenschaften führt. Der Trockenmassegehalt der Silage kann um 20 % erhöht werden; Wärmebedarf und Trocknungsaufwand werden deutlich verringert. Durch das Abpressen werden die Gehalte von sämtlichen Inhaltsstoffen, die für die Verbrennung schädlich sind, reduziert. Im Besonderen werden Kalium und Chlor, die für die Ascheerweichung und Korrosion verantwortlich sind, zu großen Teilen ausgewaschen. Die Ascheerweichungstemperatur erhöht sich auf ca. 1200 °C und auch der Brennwert steigt über 18,5 MJ/kg Trockenmasse. Schwefel- und Stickstoffgehalte werden ebenfalls reduziert. Erste Abbrandversuche deuten darauf hin, dass das Verbrennungsverhalten der Grünlandbrennstoffe auf dem Niveau von Hackschnitzeln liegt.

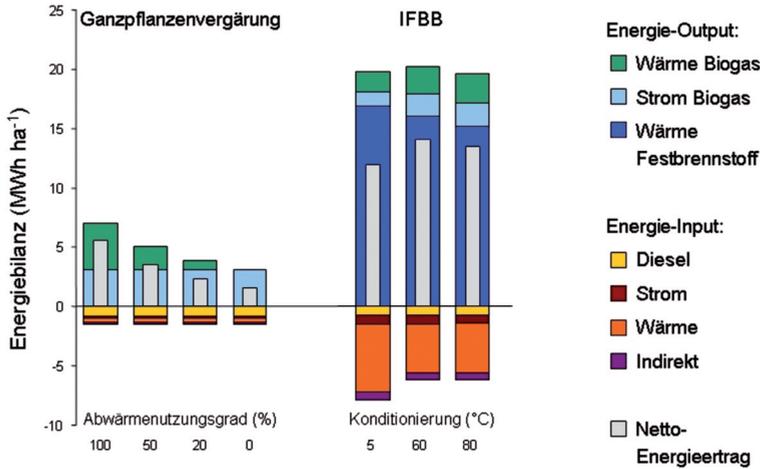
Die technischen Vorteile des IFBB Prozesses:

- Geringe Wetterabhängigkeit bei der Ernte durch Feuchtkonservierung (Silage)
- Ganzjährig gleichbleibende Auslastung der Bioenergieanlage

- Hohe Methanausbeuten bei der Presssaftvergärung durch hohe Abbaugrade der extrahierten organischen Substanz
- Effiziente, ganzjährige Nutzung der Abwärme für die Trocknung des Presskuchens
- Verbesserte Brennstoffeigenschaften des Presskuchens durch geringeren Mineralstoffgehalt und geringe Anforderungen an die Rauchgasreinigung
- Effizientes Nährstoffmanagement durch Rückführung der Gärreste

### Energiebilanz

Im Rahmen des Projekts wurden umfangreiche Untersuchungen des Ernteguts von den verschiedenen europäischen Grünlandstandorten in Bezug auf ihre Energiebilanz durchgeführt. Verglichen mit einer herkömmlichen Ganzpflanzenvergärung (Biogasanlagen, linke Säulen der Grafik) weist IFBB (rechte Säulen) aufgrund der vorwiegend thermischen Nutzung der faserhaltigen Biomasse eine signifikant bessere Energiebilanz auf. Dem höheren Energieeinsatz durch Trocknung und Mischen, der im unteren Bereich der Grafik dargestellt ist, steht eine dreifach höhere Energieausbeute im Vergleich zu konventionellen Biogasanlagen gegenüber (schmale graue Balken im oberen Bereich der Grafik). Neben der verbesserten Energiebilanz und Effizienz der energetischen Verwer-



zung ist beim IFBB-Verfahren vor allem aber auch hervorzuheben, dass der Festbrennstoff im Gegensatz zu Biogas leicht speicher- und transportfähig ist – ein Vorteil, der gerade vor dem Hintergrund der aktuellen energiepolitischen Diskussion von großer Bedeutung ist.

### Sozioökonomische Aspekte

In landwirtschaftlich ungünstigen Lagen stellt die dezentrale Energieerzeugung unter Verwendung von Extensivgrünland eine alternative Einkommensquelle für die ländliche Bevölkerung dar. Zudem kann der Schutz des für die Region typischen Landschaftsbildes – neben der Aufrechterhaltung wertvoller natürlicher Lebensräume – zu einer erhöhten touristischen Attraktivität beitragen. Im Rahmen von PROGRASS werden die komplexen sozio-ökonomischen Effekte von Kosten und Nutzen des PROGRASS-Ansatzes auf mikro-ökonomischer und regionaler Ebene bewertet. Die Kostenkalkulation von Grünlandkulturen aus dem Blickwinkel verschiedener Bewirtschaftungsformen, der ökonomische Vergleich von extensiven Landnutzungssystemen sowie Investitionsrechnungen zur IFBB-Anlage unterstützen die Identifikation geeigneter Bewirtschaftungsmöglichkeiten von Extensivgrünland. Auf der Basis von Experteninterviews im Vogelsberg und in Wales wurden Parameter identifiziert, die den Einführungspro-

zess des PROGRASS-Ansatzes in einer Region beeinflussen können:

- Verfügbarkeit und Ernteerträge von NATURA 2000 Grünland
- Erntefähigkeit der Flächen (Wetterbedingungen, Zugänglichkeit)
- Entfernung der Flächen zur Bioenergieanlage (Transportkosten)
- Einbindung der Interessengruppen (Landwirte, Verwaltung etc.)
- Innovationskraft der landwirtschaftlichen Praxis vor Ort
- Nutzungskonkurrenzen mit anderen Landnutzungssystemen um NATURA 2000 Grünland
- Verfügbarkeit von Pelletverbrennungsöfen, Nachfrage nach Graspellets

### Wirtschaftlichkeit des PROGRASS-Verfahrens

Investitionsrechnungen zeigen, dass die IFBB-Bioenergieanlage eine rentable Nutzung des Extensivgrünlands ermöglicht. Die Wirtschaftlichkeit wird insbesondere von den folgend aufgeführten Stell-schrauben maßgeblich beeinflusst:

- Preissteigerungsrate Festbrennstoffe
- Grünlanderträge
- Substratkosten

- Substratzusammensetzung
- Investitionskosten
- Arbeitskosten
- Transportkosten
- Anteil und Zinssatz Fremdkapital
- staatliche Fördermaßnahmen und Beihilfen (EU-Flächenprämie, Agrarumweltmaßnahmen)

Unter Beachtung regionaltypischer Voraussetzungen verdeutlichen die Berechnungen zu Landnutzungsalternativen und Anlageninvestition, dass der PROGRASS-Ansatz eine sinnvolle ökonomische Alternative darstellen kann, die zum Erhalt regionalwirtschaftlicher Strukturen und zum Schutz von Extensivgrünlandhabitaten beiträgt.

#### Profil einer IFBB-Anlage (Basis-Variante)

- Laufzeit der Anlage: 20 Jahre
- Thermische Leistung: 1,1 MW<sub>therm</sub>
- Elektrische Leistung: 50 kW<sub>el</sub>
- Flächenbedarf Extensivgrünland: 788 ha (bei 3 t TM/ha)
- Pellet-Produktion: 2200 t/Jahr
- Investitionskosten: ca. 1,7 Mio. €
- Gesamtkapitalrentabilität: 7,49 %
- Cash Flow positiv ab: 1. Jahr
- Ausschüttungsbeginn: 1. Jahr

Das Modellprojekt wird durch das LIFE+Programm der Europäischen Kommission über eine Laufzeit von 3,5 Jahren bis zum Juni 2012 gefördert.

#### Projektpartner:

- Universität Kassel, Fachgebiet Grünlandwissenschaft und Nachwachsende Rohstoffe und Fachgebiet Betriebswirtschaft, Witzenhausen

- Amt für den ländlichen Raum Vogelsbergkreis, Lauterbach
- Institute of Biological, Environmental and Rural Sciences (IBERS) Aberystwyth, Wales
- Estonian University of Life Sciences, Tartu, Estland
- Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Institut für Tierwissenschaften, Bonn
- Blended learning institutions' cooperative; blinc eG, Göttingen
- Bildung und Projekt Netzwerk GmbH, BUP-NET, Göttingen
- MAWERA/Viessmann Werke GmbH & Co. KG, Allendorf
- Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Wiesbaden

*Prof. Dr. Michael Wachendorf ist Fachgebietsleiter der Grünlandwissenschaft und Nachwachsende Rohstoffe an der Universität Kassel.*

*Prof. Dr. Detlev Möller ist Professor für Betriebswirtschaft an der Universität Kassel im Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften.*

*Lutz Bühle, Benjamin Blumenstein und Frank Hensgen sind Doktoranden der Ökologischen Agrarwissenschaften an der Universität Kassel.*

*Kontakt: Lutz Bühle, Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften, Fachgebiet Grünlandwissenschaft und Nachwachsende Rohstoffe, Steinstraße 19, 37213 Witzenhausen, [buehle@uni-kassel.de](mailto:buehle@uni-kassel.de), [www.prograss.eu](http://www.prograss.eu)*