

Das Fachgebiet „Grünlandwissenschaft und Nachhaltende Rohstoffe“ stellt sich vor

Prof. Dr. Michael Wachendorf

FACHGEBIET GRÜNLANDWISSENSCHAFT UND NACHWACHSENDE ROHSTOFFE,
UNIVERSITÄT KASSEL

1. Überblick

Seit seiner Neugründung im Jahre 2005 verantwortet das Witzenhäuser Fachgebiet Forschung und Lehre in den Bereichen Grünlandwissenschaft und Nachhaltende Rohstoffe. Es ist in der Lehre in die Bachelor- und Masterprogramme des Fachbereiches Ökologische Agrarwissenschaften eingebunden, wirkt aber auch im Kasseler MSc-Programm „Regenerative Energien und Energieeffizienz (RE²)“ und im MSc-Studiengang „Sustainable International Agriculture“, der von den Universitäten Göttingen und Kassel gemeinsam angeboten wird.

Neben seiner spezifischen, disziplinären Forschungsarbeit trägt das Fachgebiet zu übergeordneten Themenstellungen innerhalb trans- und interdisziplinärer Forschungsverbünde bei:

- Securing the conservation of NATURA grassland habitats with a distributed bioenergy production (www.prograss.eu)
- Exploring mechanisms underlying the relationship between biodiversity and ecosystem functioning (www.the-jena-experiment.de)
- Klimawandel zukunftsfähig gestalten. Klimaanpassungsnetzwerk für die Modellregion Nordhessen (www.klimzug-norhessen.de)
- Bioenergie-Regionen stärken (<http://best-forschung.uni-goettingen.de>)
- Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen unter den verschiedenen Standortbedingungen Deutschlands (<http://www.eva-verbund.de/home.html>).

Das Fachgebiet ist über den Fachbereich hinaus organisatorisch eingebunden in das

- International Center for Development and Decent Work (www.uni-kassel.de/einrichtungen/icdd/home.html)
- Competence Centre for Climate Change Mitigation and Adaptation (CliMA) (www.uni-kassel.de/uni/umwelt/clima.html)
- European Institute of Innovation and Technology (<http://eit.europa.eu>).

Inhaltliche Schwerpunkte der Forschungsarbeit des Fachgebietes liegen auf den Gebieten

- der störungsfreien, sensorischen Messverfahren in der Futterproduktion
- umweltgerechter Anbausysteme von Energiepflanzen
- der energetischen Verwertung von Material des Extensivgrünlands und der Landschaftspflege,

die im Folgenden kurz vorgestellt werden sollen.

2. Störungsfreie, sensorische Messverfahren in der Futterproduktion

Für ein optimiertes Management im Grünland sind weitreichende Informationen über den Zustand des Aufwuchses sowie seine Entwicklung während der Vegetationsperiode unerlässlich. Darunter fallen unter anderem Kenntnisse über den aktuellen Trockenmasseertrag, die Futterqualität und die Bestandeszusammensetzung. Von einer Vielzahl technischer Verfahren zur Erfassung von Pflanzenbeständen werden im Fachgebiet die Spektroskopie (Ertrag, Futterqualität), die Ultraschalldistanzmessung (Bestandeshöhe, Ertrag) und die Bildanalyse (Leguminosenanteil) seit einigen Jahren experimentell auf ihre Eignung in Leguminosengras-Gemengen untersucht. Biewer et al. (2009a, 2009b) erreichten mit hyperspektralen Signaturen mittlere bis sehr hohe Schätzgüten insbesondere bei leguminosenspezifischen Gemengen für Ertrag ($R^2=0.74-0.95$), ME ($R^2=0.62-0.70$), RP ($R^2=0.83-0.9$) und ADF ($R^2=0.59-0.75$) statisch unter Feldbedingungen gemessen. Mit einem technisch weniger aufwändigen Ultraschallsensor konnten über die Messung von Bestandeshöhen Erträge je nach Leguminosenart in Güten von $R^2=0.75-0.86$ in binären Leguminosengras-Gemengen geschätzt werden. Verbunden mit dem Leguminosenanteil kann über den Leguminosenertrag das Potential der N-Fixierleistung ermittelt werden. Hierfür ist die Erfassung von Leguminosenanteilen im Bestand notwendig, die Himstedt et al. (2009, 2011) über bildanalytische Verfahren mit Schätzgüten von $R^2 > 0.9$ erreichten bei einem Fehler von 3 – 6 % der Ertragsanteile.

Aktuelle Projekte befassen sich mit der Kombination verschiedener Sensordaten. So gibt es Hinweise auf eine deutliche Verbesserung der Schätzgüte bei gemeinsamer Verrechnung von Ultraschall-Bestandeshöhen und einfach zu messenden spektralen Vegetationsindices. Neben der Optimierung beschriebener Strategien gilt es die bisher eingesetzten Sensoren auf Weidesystemen unterschiedlicher Intensitäten und damit Beweidungsmuster zu evaluieren, was ab 2013 in einem DFG-Graduiertenkolleg zusammen mit der Universität Göttingen erfolgen wird.

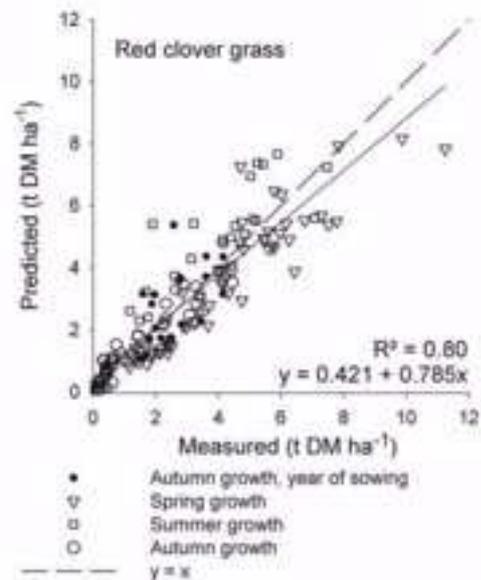


Abb. 1: Gegenüberstellung über Ultraschall-Bestandeshöhen geschätzter und gemessener Ertragsdaten eines Rotklee-gras-gemenges (aus: Fricke et al. 2011)



Abb. 2: 3D-Simulation der Bestandeshöhen eines mit Ultraschall überfahrenen Parzellenversuchs (aus: Fricke et al. 2011, verändert)

3. Umweltgerechte Anbausysteme von Energiepflanzen

Einhergehend mit der Zunahme von Biogasanlagen in der Landwirtschaft ist seit Jahren der Anbau von Energiepflanzen zur Verwertung in Biogasanlagen kontinuierlich angestiegen. Dabei nimmt der Silomais mit einem Anteil von ca. 80 % den größten Anteil ein, aufgrund hoher Biomasseerträge, intensiver züchterischer Bearbeitung und hoher Biogaserträge sowie guter Verwürbarkeit. Zugleich entstehen mit dem Maisanbau in herkömmlichen Anbausystemen häufig Umweltgefährdungen und Anbauprobleme wie Bodenerosion und Nährstoffauswaschung.

Die Fixierung auf den Mais könnte diese Probleme sowie die Zunahme von Schädlingen und Krankheiten verschärfen. Daher werden Alternativen im und zum Maisanbau untersucht, die einen ertragreichen und umweltgerechten Energiepflanzenanbau zum Ziel haben. Im Fokus steht dabei die intensive Beforschung und Weiterentwicklung von Zweikulturnutzungssystemen, die neben hohen Flächenerträgen durch zwei Ernten im Jahr eine erhöhte Biodiversität, ganzjährige Bodenbedeckung, eine Reduzierung der Bodenbearbeitung sowie einen ganzjährigen Nährstoffentzug erlangen (Graß und Scheffer, 2005; Heuser et al., 2007; Stülpnagel et al., 2008). Diese Anbausysteme beinhalten den kombinierten Anbau einer Winterung gefolgt von einer Sommerung im Laufe eines Jahres (Abb. 3).

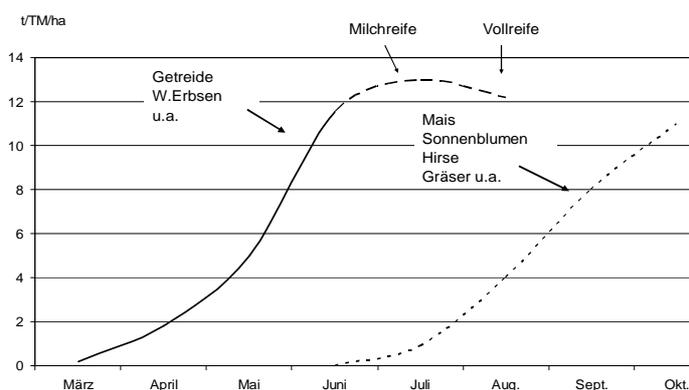


Abb. 3: Das Zweikulturnutzungssystem zur Energiepflanzenenerzeugung

Tab. 1: Ertragsvarianz als Faktor der Ertragsstabilität von Zweikultur- im Vergleich mit Hauptkulturnutzungssystemen (Nr. 1-3), Bandbreite von 7 Standorten über 3 Jahre (2006-2008). Je höher die Varianz, desto geringer die Ertragsstabilität, (Graß, 2012, unveröffentlicht).

Variante	Ertragsvarianz
1) Mais (nach Senf)	4,1 – 23,4
2) Sonnenblumen (nach Senf)	1,1 – 25,0
3) Energieroggen	1,1 – 13,0
4) Roggen/Mais	3,5 – 11,8
5) Roggen/Sonnenblume	0,2 – 10,3
6) Roggen/Mais-Sonnenblumen	1,1 – 8,3
7) Wintererbse-Roggen/Mais	1,1 – 7,1
8) Wintererbse-Roggen/Sonnenblume	0,6 – 4,5
9) Wintererbse-Roggen/Mais-Sonnenblume	0,5 – 3,4

Dabei können sämtliche Pflanzenarten in unterschiedlichen –pflanzenbaulich sinnvollen- Kombinationen bis hin zum Mischanbau genutzt werden. In Untersuchungen über mehrere Jahre an sieben Standorten (Stülpnagel et al., 2008) wurde deutlich, dass Zweikulturnutzungssysteme besonders an eher ungünstigeren Standorten oft höhere Erträge als der herkömmliche Maisanbau erreichen. Zweikulturnutzungssysteme weisen gegenüber dem herkömmlichen Maisanbau in Hauptfruchtstellung eine höhere Ertragsstabilität auf (Tab. 1), was besonders vor dem Hintergrund der Zunahme von Wetterextremen infolge des prognostizierten Klimawandels von großer Bedeutung ist. Ferner werden Energiepflanzenanbausysteme speziell unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus geprüft (Graß et al., 2009; Klingebiel et al., 2011).

4. Energetische Verwertung von Material des Extensivgrünlands und der Landschaftspflege

Ausgehend von der Situation, dass große Flächen Extensivgrünlands in Deutschland und Europa keine oder nur noch eine eingeschränkte Verwertung finden, untersucht das Fachgebiet Möglichkeiten einer energetischen Nutzung. Im Zentrum steht die Beforschung des IFBB-Verfahrens (Integrierte Festbrennstoff- und Biogasproduktion aus Biomasse), in dem die Biomasse einer hydrothermalen und mechanischen Vorbehandlung unterzogen wird, deren Ziel es ist, mittels Maischung und anschließender Abpressung einen mineralstoffarmen Presskuchen zur Verbrennung und einen leicht vergärbaren Presssaft für die Biogaserzeugung herzustellen (Wachendorf et al., 2009). Untersuchungen in Deutschland, Estland und Wales zeigen, dass die Brennstoffqualität der Biomasse durch die Auswaschung der Mineralstoffe signifikant verbessert wird (Hensgen et al., 2012; Richter et al., 2010). Neben Grünlandbiomassen gilt dies auch für Abb. 5: Entwicklung des ADF-Gehaltes der Silage eines Extensivgrünlands im Frühjahrsaufwuchs und der Methanausbeute des daraus hergestellten IFBB-Presssaftes (nach Richter et al., 2011b)organisches Material kommunalen Grünschnitts (Hensgen et al., 2011). Die während der Vorbehandlung austretenden wasserlöslichen organischen Bestandteile der Biomasse weisen eine hohe Methanausbeute auf, die bis zu dem Doppelten der Ganzpflanzenvergärung betragen kann

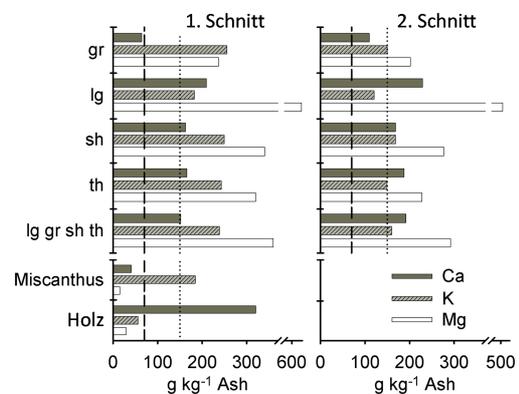


Abb. 4: Kalzium-, Kalium- und Magnesiumgehalte des Heus ungedüngter Grünlandbestände (Mittel der funktionalen Gruppen über 2 Jahre; gr=Gräser, lg=Leguminosen, sh=kleine Kräuter, th=große Kräuter) (nach Khalsa et al., 2012)

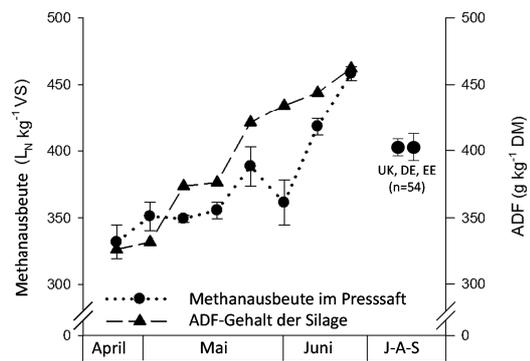


Abb. 5: Entwicklung des ADF-Gehaltes der Silage eines Extensivgrünlands im Frühjahrsaufwuchs und der Methanausbeute des daraus hergestellten IFBB-Presssaftes (nach Richter et al., 2011b)

(Bühle et al., 2012; Richter et al., 2009). Interessanterweise nimmt mit zunehmender Alterung des Grünlandbestandes sowohl die Brennstoffqualität als auch die Methan- ausbeute des Presssaftes zu (Richter et al., 2011a, b). Lebenszyklusanalysen zeigen, dass im Gegensatz zu traditionellen Verwertungsverfahren (Verfütterung, Mulchen, Kompostierung) eine thermische Verwertung deutlich geringere Treibhausgasemissionen verursacht (Bühle et al., 2012; Bühle et al., 2011). Wenngleich die Verbrennung von Heu bezüglich der Emissionen und der Energieeffizienz ähnlich günstig abschneidet wie die Verbrennung der IFBB-Brennstoffe, so ist zu erwarten, dass die geringere Brennstoffqualität des Heus erhebliche feuerungstechnische Probleme verursachen dürfte (Khalsa et al., 2012). Ökonomische Analysen identifizierten wesentliche Rahmenbedingungen, die für einen wirtschaftlichen Betrieb einer kommerziellen Anlage erfüllt sein müssen (Blumenstein et al., 2012).

Literatur

- Biewer, S., Fricke, T., Wachendorf, M., 2009a. Determination of dry matter yield from legume/grass swards by field spectroscopy. *Crop Science* 49: 1927–1936.
- Biewer, S., Fricke, T., Wachendorf, M., 2009b. Determination of forage quality in legume–grass mixtures using field spectroscopy. *Crop Science* 49: 1917–1926.
- Blumenstein B., Bühle L., Wachendorf M., Möller D. (2012): Economic assessment of the integrated generation of solid fuel and biogas from biomass (IFBB) in comparison to different energy recovery , animal based and non-refining management systems. *Bioresource Technology*, 119, 312-323.
- Bühle L., Hensgen F., Donnison I., Heinsoo K., Wachendorf M. (2012): Life cycle assessment of the integrated generation of solid fuel and biogas from biomass (IFBB) in comparison to different energy recovery, animal-based and non-refining management systems. *Bioresource Technology*, 111, 230-239.
- Bühle L., Reulein J., Stülpnagel R., Zerr W., Wachendorf M. (2012): Methane yields and digestion dynamics of press fluids from mechanically dehydrated maize silages using different types of digesters. *Bioenergy Research*, 5, 294-305.
- Bühle L., Stülpnagel R., Wachendorf M. (2011): Comparative life cycle assessment of the integrated generation of solid fuel and biogas from biomass (IFBB) and whole crop digestion (WCD) in Germany. *Biomass and Bioenergy*, 35, 363-373.
- Fricke, T., Richter, F., Wachendorf, M. (2011): Assessment of forage mass from grassland swards by height measurement using an ultrasonic sensor. *Computers and Electronics in Agriculture* 79 (2011) 142–152.
- Graß R., Scheffer K. (2005): Alternative Anbaumethoden: Das Zweikulturnutzungssystem. *Natur und Landschaft* 9/10, S. 435-439.
- Graß R., Stülpnagel R., Kuschnereit S., Wachendorf M. (2009): Energiepflanzenanbau für die Biogas- erzeugung im Ökologischen Landbau. In: Mayer, J., Alföldi, T., Leiber, F., Dubois, D., Fried, P., Heckendorn, F., Hillmann, E., Klocke, P., Lüscher, A., Riedel, S., Stolze, M., Strasser, F., Van Der Heijden, M. und Willer, H. (Hrsg.) Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 11. – 13. Februar in Zürich, Band 1, 398-401.
- Hensgen F., Richter F., Wachendorf M. (2011): Integrated generation of solid fuel and biogas from green cut material from landscape conservation and private households. *Bioresource Technology*, 102, 10441-10450.
- Hensgen F., Bühle L., Donnison I., Fraser M., Vale J., Corton J., Heinsoo K., Melts I., Wachendorf M. (2012): Mineral concentrations in solid fuels from European semi-natural grasslands after hydro- thermal conditioning and subsequent mechanical dehydration. *Bioresource Technology*, 118, 332-342

Einleitende Vorträge

- Heuser F., Stülpnagel R., v. Buttlar C., Wachendorf M. (2007): Systemversuch zum Zweikultur-Nutzungssystem auf sieben Standorten einem Multisite-Experiment, *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften*, 19, 198-199.
- Himstedt, M., T. Fricke, Wachendorf, M., 2009. Determining the contribution of legumes in legume/grass mixtures using digital image analysis. *Crop Science* 49: 1910–1916.
- Himstedt, M., T. Fricke, Wachendorf, M., 2011. The Benefit of Color Information in Digital Image Analysis for the Estimation of Legume Contribution in Legume-Grass Mixtures. *Crop Science* (accepted for publication).
- Khalsa J., Fricke T., Weisser W. W., Weigelt A., Wachendorf M. (2012): Effects of functional groups and species richness on biomass constituents relevant for combustion: results from a grassland diversity experiment. *Grass and Forage Science*, doi: 10.1111/j.1365-2494.2012.00884.x
- Klingebiel L., Stülpnagel R., Groß R., Wachendorf, M. (2011): Energiepflanzenanbau zur Biogaserzeugung im Ökologischen Landbau - Ergebnisse aus dem Versuch ÖKOVERS. In: Leithold G., Becker K., Brock C., Fischinger S., Spiegel A.-K., Spory, K., Wilbois K.-P. und Williges U. (Hrsg.) Beiträge zur 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 16. – 18. März in Gießen, Band 1, 229-232.
- Richter F., Fricke T., Wachendorf M. (2011a): Influence of sward maturity and pre-conditioning temperature on the energy production from grass silage through the integrated generation of solid fuel and biogas from biomass (IFBB): 1. The fate of mineral compounds. *Bioresource Technology*, 102, 4855-4865.
- Richter F., Fricke T., Wachendorf M. (2011b): Influence of sward maturity and pre-conditioning temperature on the energy production from grass silage through the integrated generation of solid fuel and biogas from biomass (IFBB): 2. Properties of energy carriers and energy yield. *Bioresource Technology*, 102, 4866-4875.
- Richter F., Groß R., Fricke T., Zerr W., Wachendorf M. (2009): Utilization of semi-natural grassland through integrated generation of solid fuel and biogas from biomass. II. Effects of hydrothermal conditioning and mechanical dehydration on anaerobic digestion of press fluids. *Grass and Forage Science*, 64, 354-363.
- Richter F., Fricke T., Wachendorf M. (2010): Utilization of semi-natural grassland through integrated generation of solid fuel and biogas from biomass. III. Effects of hydrothermal conditioning and mechanical dehydration on solid fuel properties and on energy and greenhouse gas balances. *Grass and Forage Science*, 65, 185-199.
- Stülpnagel R., von. Buttlar C., Heuser F., Wachendorf M. (2008): Evaluation of the Double-Cropping-System on Seven Sites in Germany – Results from two years: 16th European Biomass Conference & Exhibition. From Research to Industry and Markets. Valencia, 02. – 06. June 2008, Proceedings 79-83.
- Wachendorf M., Richter F., Fricke T., Groß R., Neff R. (2009): Utilisation of semi-natural grassland through an integrated generation of solid fuel and biogas from biomass I: Effects of hydrothermic conditioning and mechanical dehydration on mass flows of organic and mineral plant compounds, and nutrient balances. *Grass and Forage Science*, 64/2, 132-143.