



Wir initiieren Kreisläufe  
für Natur + Wirtschaft in Hessen

## Biomasseforschung in Hessen



Foto: Canakris - www.fotolia.com

### Aus dem Inhalt

Der Anbau von Energiepflanzen und deren Konversion zu marktrelevanten Produktlinien lässt große Entwicklungspotenziale erkennen. In vielen Bereichen besteht allerdings noch erheblicher Forschungsbedarf. Entsprechend intensiv werden die unterschiedlichsten Aufgabenschwerpunkte an den hessischen Hochschulen, Universitäten und Forschungseinrichtungen bearbeitet.

Das Spektrum in Forschung und Lehre reicht von pflanzenbaulichen und pflanzenzüchterischen Arbeiten an den Universitäten Kassel und Giessen über die genetische Optimierung von Hefen und Enzymen, die u. a. zur Erzeugung von Bioethanol eingesetzt werden können (Universitäten Frankfurt und Marburg) bis hin zur Bearbeitung spezieller Fragestellungen bei der Biogaserzeugung (Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET), FH-Giessen Friedberg). Insbesondere die anwendungsnahe Erforschung und Entwicklung von Elektro- und Systemtechnik für die Nutzung Erneuerbarer Energien und die Dezentrale Energieversorgung sind Forschungsschwerpunkte beim ISET. Das Energy Center an der Technischen Universität Darmstadt bearbeitet wissenschaftliche und technologische Grundlagen für eine ganzheitliche und nachhaltige Energiewirtschaft.

Die gezielte Erforschung und Weiterentwicklung zukunftsreicher Technologien kann nur im Verbund umgesetzt werden, das facettenreiche Aufgabenfeld Biomasse und Bioenergie erfordert eine enge Zusammenarbeit unterschiedlicher Fachdisziplinen. In diesem Sinne treibt das Kompetenzzentrum HessenRohstoffe (HeRo) e.V. den Aufbau eines „Forschungsnetzwerkes Biomasse“ in Hessen voran. Mit den im Folgenden vorgestellten Institutionen bietet die hessische Forschungslandschaft hervorragende Voraussetzungen zur Bewältigung der anstehenden Zukunftsaufgaben.

U N I K A S S E L  
V E R S I T Ä T

## Universität Kassel Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften

**Prof. Dr. Michael Wachendorf**

E-Mail: [mwach@uni-kassel.de](mailto:mwach@uni-kassel.de)

[www.agrar.uni-kassel.de/pfb](http://www.agrar.uni-kassel.de/pfb)

Steinstraße 1  
37213 Witzenhausen

Tel. +49 (0) 561 804-1552  
Fax +49 (0) 561 804-1556

### ■ Tätigkeits- und Geschäftsfelder sowie Aktivitäten

Mit dem Ziel, einen Beitrag zu einer nachhaltigen Energieversorgung zu leisten, befassen sich eine Reihe von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern unterschiedlicher Fachgebiete der Universität Kassel mit Themen zur Energieversorgung aus Biomasse.

Das sehr breite Spektrum von themenbezogenen Fragestellungen in Lehre, Forschung und Entwicklung reicht von der Erzeugung nachwachsender Rohstoffe als Biomasse bis hin zur energetischen Umsetzung und Nutzung. In diesem Rahmen wird an der Universität Kassel in ca. 25 Fachgebieten an folgenden Forschungsfeldern zum Thema Biomasse und deren energetischen Nutzung gearbeitet.

#### ▶ **Neue Energiepflanzen**

Suche, Aufbau und Prüfung von Basismaterial aus den genetischen Ressourcen von einjährigen, mehrjährigen sowie Dauerkulturen für die Nutzung als „Energiepflanze“.

#### ▶ **Grünlandnutzung**

Bioenergetische Nutzung des Dauergrünlandes – ökologische und soziale Konsequenzen einer neuen Technologie.

#### ▶ **Dauerkulturen**

Bewertung von Einjahreskulturen im Vergleich zu mehrjährigen Kulturen bzw. Dauerkulturen im Bezug auf Ertrag und Kohlenstoff-(C) bzw. Nährstoff-Speicherung in Boden und Pflanze sowie deren Dynamik im Boden.

#### ▶ **Bodenfruchtbarkeit**

Experimentelle Untersuchungen und Modellierung der Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf die Kohlenstoff-(C) und Nitrat-(N) Dynamik von Ackerflächen unter tropischen und temperaten Bedingungen.

#### ▶ **Gasnutzung**

Energetische Nutzung von Bio- und Pyrolysegas.

#### ▶ **Abwärmenutzung**

Ausschöpfung der nutzbaren regenerativen Prozesswärme sowie des hohen Wärmerückgewinnungspotenzials und deren Optimierung.

#### ▶ **Integrierte Systeme**

• Systemgestaltung und -bewertung integrierter Energieversorgungskonzepte.

#### ▶ **Rahmenbedingungen**

Systemanalytische, agrarwissenschaftliche, philosophische, ethische, soziale, ökonomische, raum- und landschaftsplanerische sowie rechtliche Rahmenbedingungen der Innovationsprozesse für den bioenergetischen Ausbau.

#### ▶ **Gesellschaftliche Akzeptanz**

Akzeptanzkriterien bei Veränderung der alltäglichen Lebenspraxis und Wirtschaftsweise sowie des Landschaftsbildes und der Landschaftsnutzung bezogen auf die unterschiedlichen Akteursgruppen bei verstärkter Nutzung von Bioenergie.

Weitere Themenschwerpunkte sind in der Diskussion.

Orientiert an diesem Themenspektrum, das sich zu drei zentralen Kompetenzfeldern zusammenfassen lässt,

- ▶ Ökologischer Anbau / Auswirkungen
- ▶ Systemtechnik/Technikentwicklung und
- ▶ Gesellschaftliche Rahmenbedingungen/Akzeptanz

wird im Forschungsfeld Biomasse der Universität Kassel interdisziplinär den folgenden Fragen wissenschaftlich nachgegangen und nach Antworten und Lösungen gesucht.

**a)** Wie verträgt sich ein umfassender Anbau von Energiepflanzen mit Aspekten des Natur- und Umweltschutzes?

**b)** Welche Fragestellungen ergeben sich im Hinblick auf Biodiversität, Grüne Gentechnik und konventionelle Landwirtschaft? Wie wird die Konkurrenz zwischen Energie- und Nahrungsmittelerzeugung behandelt?

**c)** Wie kann es gelingen, eine weit reichende Akzeptanz für den umfassenden Anbau bei den unterschiedlichen Akteuren und Zielgruppen zu erreichen? Wie wird ein verändertes Landschaftsbild aufgenommen? Welche Entwicklungsbarrieren sind zu überwinden?

**d)** Wie lassen sich die erzeugten Energien in dezentrale und überregionale Versorgungsstrukturen einbinden? Welche Logistikfragen sind bei einem großflächigen Anbau zu behandeln? Wie lässt sich ein Energiemix in Form eines Hybridsystems aus erneuerbaren Energien mit und ohne Einsatz von fossilen Energieträgern weiter entwickeln?

**e)** Wie lassen sich die technischen Nutzungsverfahren im Hinblick auf die unterschiedlichen Verwertungsoptionen (Nah- und Fernwärme, Gas, Brennstoff, Kraftstoff) in Abhängigkeit von Rahmenbedingungen entwickeln?

**f)** Welche ökonomischen Chancen bietet der Ausbau dieser bioenergetischen regionalen Wertschöpfungskette? Welche strukturellen Effekte für die Landwirtschaft und das Handwerk können erwartet werden.

## ■ Strategie, Entwicklungsziele, Kooperationen

Die Universität Kassel beabsichtigt, den Schwerpunkt Nachwachsende Rohstoffe / Biomasse / bioenergetische Nutzung in Lehre, Forschung und Entwicklung weiter auszubauen und zu stärken. Damit will die Universität auch ihren Beitrag leisten, den Anteil an CO<sub>2</sub> neutralen Energieträgern am gesamten Energieverbrauch zur Linderung des Treibhauseffektes zu erhöhen.

In der Lehre wird die Thematik in etlichen Studiengängen der Universität Kassel bereits heute behandelt. Seit 01. April 00 wird ein Masterstudiengang „Regenerative Energien und Energieeffizienz“ angeboten, in dem Nachwachsende Rohstoffe als ein eigenes Modul (Studienfeld, etc.) einbezogen sind. Weitere neue Lehrangebote in diesem Bereich sind geplant.

Zum Thema Biomasse soll künftig sowohl die Grundlagen- als auch die anwendungsbezogene Forschung weiter verstärkt werden. Dazu sollen die Kooperationen sowohl mit fachlich benachbarten Forschungseinrichtungen (Universitäten, Fachhochschulen, hochschulfreie Forschungseinrichtungen etc.) als auch mit Anwendern, Trägerorganisationen, Beratungseinrichtungen, Industrie- und Handwerksbetrieben ausgebaut werden, um mit ihnen Antworten auf zentrale Zukunftsfragen der energetischen Nutzung von Biomasse aber auch für anwendungsbezogene Einzelfalllösungen zu finden.



André Thölkén – www.fotothek.com



## Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt Institut für Molekulare Biowissen- schaften

**Prof. Dr. Eckhard Boles**

E-Mail: [e.boles@bio.uni-frankfurt.de](mailto:e.boles@bio.uni-frankfurt.de)

Max-von-Laue-Str. 9  
60438 Frankfurt am Main

Tel. +49 (0) 69 798 29513

Fax +49 (0) 69 798 29527

## ■ Forschungsschwerpunkt

Die Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Eckhard Boles am Institut für Molekulare Biowissenschaften der J.W. Goethe-Universität Frankfurt forscht über die Umwandlung von Zuckern in hochwertige biobasierte Chemikalien mit Hilfe von Hefen. Dabei stehen sowohl anwendungsbezogene Forschung als auch reine Grundlagenforschung auf dem Arbeitsplan. Der Schwerpunkt der Arbeiten liegt auf der Vergärung von Zuckern zu Ethanol mit Hilfe von Hefen. Mittels Gärung produzierter Ethanol wird Bioethanol genannt und gilt als eine zukunftsträchtige erneuerbare Alternative als Autokraftstoff, der zudem deutlich weniger Kohlendioxid produziert als Benzin. In kleineren Mengen kann Bioethanol problemlos Benzin zugemischt und von normalen Ottomotoren gefahren werden, aber selbst bei der Verwendung in hohen Konzentrationen (E85 = 85 % Ethanol + 15 % Benzin) sind nur geringfügige Modifikationen am Auto erforderlich.

Ethanol wird heutzutage vornehmlich durch Vergärung von Getreidestärke gewonnen. Wesentlich vielversprechender ist jedoch die Gewinnung aus pflanzlichen Abfallstoffen. Dafür steht mehr und billigeres Ausgangsmaterial zur Verfügung, dieses ist deutlich energieeffizienter zu produzieren, was zu einer erheblich verbesserten CO<sub>2</sub>-Einsparung führt, und es kommt zu keiner Konkurrenz zum Lebensmittelmarkt. Da jedoch normale Hefen nicht alle Zucker, die in pflanzlichen Abfallstoffen enthalten sind, vergären können, hat die Arbeitsgruppe von Prof. Boles mit molekularbiologischen Methoden Hefen gezüchtet, die 20-30 % mehr Ethanol aus pflanzlichen Abfällen produzieren können. Die Forschungsergebnisse werden zur Zeit in den Industriemaßstab übertragen.

Jedoch ist Bioethanol nur ein interessantes Produkt, das man mit Hilfe von Mikroorganismen aus pflanzlichen Abfallstoffen herstellen kann. Durch verschiedene fermentative Verfahren lassen sich daraus auch Biokraftstoffe der 3. Generation wie z.B. Biobutanol, synthetisches Biobenzin oder Isoprenoidkraftstoffe, oder auch andere Grund- und Feinchemikalien, Pharmaka, Biopolymere und Kunststoffe herstellen. Damit könnten diese biologisch hergestellten Produkte eines Tages einen Großteil der heutzutage aus Öl hergestellten Petrochemikalien ersetzen. Um hier kostengünstige und kompetitive Verfahren zu entwickeln, ist jedoch noch ein hoher Forschungsaufwand nötig. Auch in diesem Bereich arbeitet die Gruppe von Prof. Boles in engem Kontakt zur Industrie an neuen Verfahren und der Züchtung optimierter Mikroorganismen.



## Vom Abfall zum Kraftstoff

Neuer Hefetyp synthetisiert Biosprit aus Pflanzenabfällen

Sie können zwar nicht Stroh zu Gold spinnen, aber sie machen aus wertlosen pflanzlichen Abfällen hochwertigen Biokraftstoff. Die vielseitigen Hefezellen aus dem Labor unserer Frankfurter Arbeitsgruppe sind wahre Allesfresser. Während herkömmliche Hefe nur bestimmte Zuckerarten zu Ethanol vergären kann, zerlegt der hochgezüchtete Frankfurter Hefestamm auch schwer verdauliche Zucker, die in Weizenstroh, Maisresten, Holzfällern oder Sägespänen enthalten sind. Damit eröffnen sich der Produktion von nachwachsenden, umweltfreundlichen Biotreibstoffen völlig neue Perspektiven. War man bisher darauf angewiesen, hochwertige Nutzpflanzen wie Zuckerrohr, Mais, Getreide oder Zuckerrüben zur Gewinnung von Biokraftstoffen anzubauen, lassen sich nun auch billige und massenhaft anfallende Pflanzenabfälle nutzen. Möglich ist dies durch gentechnisch veränderte Hefen. Dank zusätzlicher Gene können sie Enzyme produzieren, die es ihnen erlauben, schwer verdauliche Zuckerarten in Ethanol zu vergären.

In einer Zeit immer knapper werdender fossiler Erdölressourcen und steigender Benzinpreise wird Bioethanol zu einer wichtigen alternativen Energiequelle. Auch die Umwelt profitiert von Biokraftstoffen wie Biodiesel, Pflanzenöl und Ethanol: Pflanzen wachsen prak-

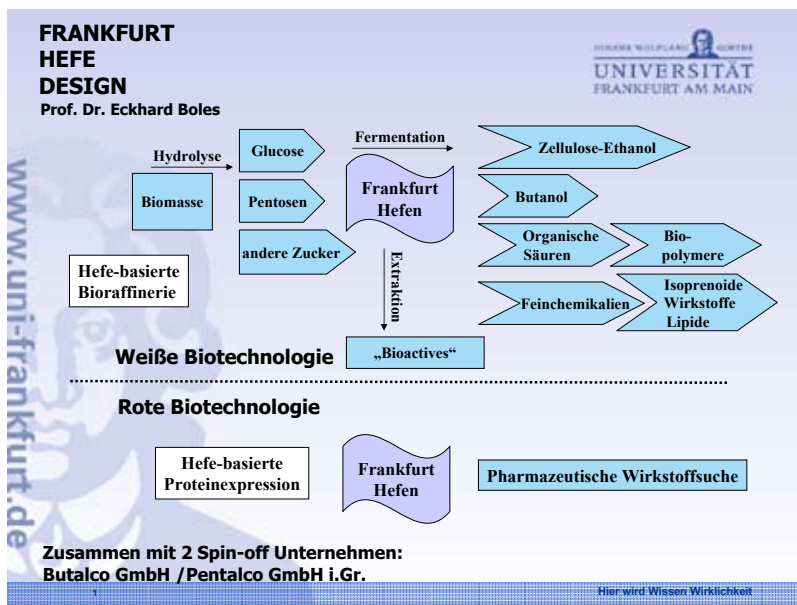
tisch unbegrenzt nach und verbrennen »sauber«, das heißt, es wird nur solches Kohlendioxid freigesetzt, das zuvor beim Pflanzenwachstum gebunden wurde. Auf diese Weise verhindert Biosprit eine weitere Verstärkung des Treibhauseffekts. Während Pflanzenöl und Biodiesel für Dieselmotoren geeignet sind, kann Bioethanol Benzin und Superkraftstoffe ersetzen. Bioethanol ist hinter Biodiesel zurzeit der am meisten genutzte biologisch hergestellte Autokraftstoff. Zulässig ist eine fünfprozentige Beimischung zu Ottokraftstoffen. Mittelfristig soll dieser Anteil steigen. So legt der Aktionsplan der Europäischen Union fest, den Anteil Biokraftstoff am gesamten Kraftstoffverbrauch bis zum Jahr 2010 auf 5,75 Prozent zu erhöhen. Als Technik der Zukunft gelten allerdings die so genannten Flexible-Fuels-Vehicles (FFV) – Fahrzeuge, die sowohl mit reinem Benzin fahren als auch mit einer Benzin-Ethanol-Mischung, die bis zu 85 Prozent Ethanol (E 85) enthalten kann. Die Fahrzeuge müssen dabei nur minimal modifiziert werden.

Bioethanol wird durch mikrobiologische Vergärung von Zuckern hergestellt, die in pflanzlichen Rohstoffen enthalten sind. Man gewinnt es heute weitgehend aus speziell dafür angebauten stärke- oder zuckerhaltigen Nutzpflanzen wie Zuckerrohr, Mais, Getreide oder Zu-

ckerrüben. Zur Vergärung verwendet man Hefen, die Zucker in Ethanol und CO<sub>2</sub> umsetzen können. Bei stärkehaltigen Rohstoffen sind vor der eigentlichen alkoholischen Gärung noch vorbereitende Schritte notwendig: So muss die Stärke durch spezielle Enzyme verflüssigt und anschließend verzuckert werden. Dieses Verfahren ist zwar ausreichend, um den derzeitigen Bedarf an Bioethanol zu decken. Langfristig wird es den steigenden Bedarf an Bioethanol aber nicht decken können, weil es zahlreiche Probleme aufwirft. Die nur begrenzt zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Anbauflächen, ökologische Probleme bei der notwendigen Intensivierung der Landwirtschaft



Forschung Frankfurt 1/2006



Die Hefe *Saccharomyces cerevisiae* wurde mit zahlreichen neuen Enzymen ausgestattet, um außer der Glucose auch die anderen in Pflanzenabfällen vorhandenen Zuckerarten Arabinose und Xylose zu Ethanol zu vergären.



## Institut für Solare Energieversorgungstechnik ISET e.V.

### Bereich Energetische Biomassenutzung

**Dr. Ing. Bernd Krautkremer**

E-Mail: [bkrautkremer@iset.uni-kassel.de](mailto:bkrautkremer@iset.uni-kassel.de)

Rodenbacher Chaussee 6  
63457 Hanau

Tel. +49 (0) 6181 582707  
Fax +49 (0) 6181 582702

## ■ Institut für Solare Energieversorgungstechnik ISET e.V.

Das ISET ist eine gemeinnützige Forschungseinrichtung und wurde 1988 als eingetragener Verein in der Form eines „An-Instituts“ der Universität Kassel gegründet. Neben dem Bereich Energetische Biomassenutzung gibt es noch die Programmbereiche Anlagentechnik und Leistungselektronik, Energiewandlung und Regelungstechnik sowie Information und Energiewirtschaft.

Das ISET befasst sich mit anwendungsorientierter Forschung und vorindustrieller Entwicklung auf dem Gebiet der Nutzung erneuerbarer Energie und der dezentralen Energieversorgungstechnik. Im Rahmen wissenschaftlicher Projekte und industrienaher Kooperationen werden vorwiegend elektro- und systemtechnische Fragestellungen bearbeitet. Hierbei konzentriert sich das Institut vorwiegend auf die Arbeitsgebiete Windenergie, Photovoltaik, Biomassenutzung, Hybridsysteme, Energiewandlung und -speicher sowie Energiewirtschaft. Einige Produkte der Forschungstätigkeit des ISET sind das Software-Tool ISET-LAB, zur Simulation von Bleibatterien, die ISET Alternative Power Library, eine universelle Modellbibliothek für die Simulation dezentraler Energieversorgungssysteme und das Windleistungs-Management-System WPMS, ein Windleistungsprognosesystem für eine optimierte Kraftwerkseinsatzplanung.

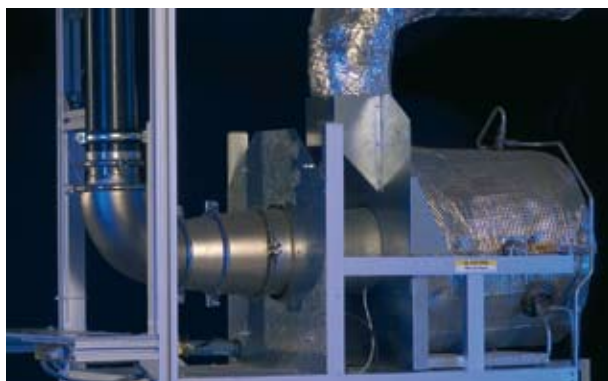
## ■ Programmbereich Energetische Biomassenutzung

Der 1995 am Standort Hanau gegründete Programmbereich Energetische Biomassenutzung des ISET befasst sich mit der Forschung und Entwicklung von innovativen Energiewandlungstechnologien zur Strom- und Wärmeerzeugung aus Biogas in dezentralen Anlagen. Im Rahmen der energiesystemtechnischen Ausrichtung finden Untersuchungen einzelner Anlagenkomponenten zur Optimierung des Gesamtsystems statt. Dabei werden vorhandene Technikpotentiale weiter ausgeschöpft und eine bedarfsgerechte Bereitstellung der Energie realisiert. Ein besonderes Interesse liegt hierbei auf der Verwendung neuer Energiewandlungstechnologien, wie z.B. Mikrogasturbine und Stirlingmotor.

Die Entwicklung von Messverfahren und Sensorik zur optimierten und automatisierten Betriebsführung von Biogassystemen sowie die Entwicklung von biogasgespeisten Mikrogasnetzen und entsprechender Gasaufbereitungssysteme stellen weitere Schwerpunkte der Forschungstätigkeit des Programmbereichs dar. Abgerundet wird das F&E-Angebot durch die wissenschaftliche Begleitung von Förderprojekten, die Erstellung von Studien sowie die Schulung und Weiterbildung im Rahmen der Ingenieurausbildung.



Konversionsaggregate



Mikrogasturbine

## ■ Forschungsschwerpunkte

Genetische Untersuchungen an pilzlichen Mikroorganismen

- ▶ Mikrobiologische Herstellung von Bio-Tensiden
- ▶ Einsatz von Mikroorganismen im Pflanzenschutz (Biocontrol)

### „Ionic Liquids“ – Energiespeichersysteme von morgen

Wir untersuchen in der Abteilung Genetik des Fachbereichs Biologie der Philipps-Universität Marburg die genetischen Grundlagen der Sekundärstoffbildung des Pilzes *Ustilago maydis*. Dieser Mikroorganismus zeichnet sich dadurch aus, dass er unter Stickstoffmangelbedingungen grosse Mengen von Glycolipiden ausscheidet, die als Biotenside wirken. Wir konnten in den letzten Jahren zwei Biosynthesegencluster identifizieren, die für die Produktion dieser interessanten Substanzen verantwortlich sind. Durch gentechnische Veränderungen konnten wir bereits das Produktspektrum verändern und auch die Ausbeute deutlich steigern. Damit eignet sich der Mikroorganismus *U. maydis* zur mikrobiellen Herstellung von Biotensiden und den davon abgeleiteten Substanzen wie z.B. bifunktionellen organischen Verbindungen aus nachwachsenden Rohstoffen aber auch anderen einfachen Kohlenstoffquellen.

Eines der beiden sezernierten Biotenside besitzt zusätzlich noch eine antibiotische Wirkung. Damit eignet sich *U. maydis* auch zum Einsatz in der biologischen Schädlingsbekämpfung (Biocontrol). Wir konnten bereits nachweisen, daß durch Einsatz von *U. maydis* Infektionen von Nutzpflanzen mit dem weitverbreiteten Erreger des Grauschimmels *Botrytis cinerea* verhindert werden können.

Unser Forschungsinteresse liegt in der biotechnologischen Veränderung des Sekundärstoffwechsels von *U. maydis*. Damit wird es möglich sein, neuartige Metabolite zu produzieren und die antagonistische Wirkung von *U. maydis* gegenüber anderen Mikroorganismen zu verbessern.



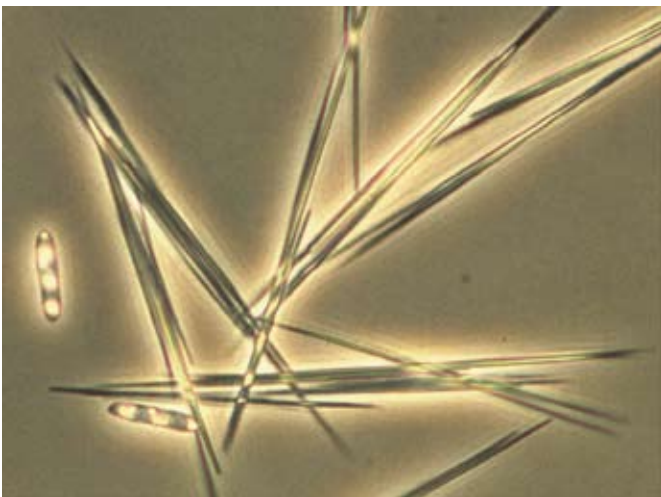
## Philipps-Universität Marburg Fachbereich Biologie

**Prof. Dr. Michael Boelker**

E-Mail: [boelker@staff.uni-marburg.de](mailto:boelker@staff.uni-marburg.de)

Karl-von-Frisch-Str. 8  
35032 Marburg

Tel. +49 (0) 6421 28 21536  
Fax +49 (0) 6421 28 28971



Bildung von Glycolipiden durch den Pilz *Ustilago maydis*



## Justus-Liebig-Universität Giessen

Fachbereich 09 Agrarwissenschaften,  
Ökotoxikologie und Umweltmanagement  
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

Lehrstuhl für Pflanzenzüchtung - IFZ  
Prof. Dr. Dr. h.c. Wolfgang Friedt  
E-Mail: Wolfgang.Friedt@agrar.uni-giessen.de

Heinrich-Buff-Ring 26-32  
35392 Giessen

Tel. +49 (0) 641 9937 - 421  
Fax +49 (0) 641 9937 - 429

### Weitere laufende Arbeiten an der JLU-Giessen

Lehrstuhl für Pflanzenbau (Prof. B. Honermeier)

- Genotypenbezogene Untersuchungen zur Ertragsbildung und Biogasausbeute bei Mais

Lehrstuhl für landwirtschaftliche Betriebslehre (Prof. F. Kuhlmann)

- Ökonomische Betrachtung

Lehrstuhl für Phytopathologie (Prof. K.-H. Kogel)

- Arbeiten über biologischen Pflanzenschutz
- Arbeiten zur induzierten Krankheitsresistenz

## Entwicklung und Vergleich von optimierten Anbausystemen und geeigneten Winterweizensorten für die landwirtschaftliche Produktion von Energiepflanzen

Das Vorhaben besteht aus zwei Teilprojekten:

Bei dem ersten handelt es sich um einen **Systemversuch**, in dem die Biomasseleistung verschiedener Nutzungssysteme in Form eines Feldversuchs untersucht werden soll.

Das zweite Teilprojekt beinhaltet die **Züchtung von Winterweizen** auf Biomasseleistung.

### Teilprojekt 1

#### Systemversuch

- Biomasseproduktion
- Einkultur-Nutzung

Zweikultur-Nutzung

### Teilprojekt 2

#### Winterweizen-Züchtung

- Gesamtbiomasse-Ertrag
- Qualität: a) Biogas b) BTL

Genotypisierung von Weizensorten und Zuchtstämmen

## Teilprojekt 1 / Systemversuch: Versuchsplan

### Einkultur-Nutzung

1. Mais
2. Roggen (Energie)
3. Roggen (Brot)

### Zweikultur-Nutzung

Erstkultur	Zweitkultur
Roggen + Gerste	Amaranth + Mais + Sonnenblumen Sudangras Amaranth
Roggen + Erbsen	Hanf Mais Zuckerhirse Sonnenblumen
Roggen-Grünfutter	Mais + Sonnenblumen Mais Zuckerhirse Sonnenblumen
Rübsen	Mais + Sonnenblumen Mais Zuckerhirse Sonnenblumen Mais + Sonnenblumen

## Teilprojekt 2 / Züchtung von Winterweizen-Genotypen

Zeitplan

Jahr	Leistungsprüfungen	Kreuzungen	DH-Produktion u. Vermehrung	Beobachtungsprüfung der DH-Linien	Genotypisierung	Vorarbeiten Markerentwicklung
2005						
2006						
2007						
2008						

## Wissenschaftliche und Technologische Grundlagen für eine ganzheitliche und nachhaltige Energiewirtschaft

Das TUD Energy Center stellt als institutionalisiertes Forschungszentrum der TU Darmstadt unter Beteiligung von Industrieunternehmen und öffentlichen Institutionen den organisatorischen Rahmen dar, in dem Forschungsaktivitäten gefördert und bearbeitet werden. Es sollen Studenten und Fachleute im Beruf aus unterschiedlichen Disziplinen in dem breiten Kenntnisspektrum für eine ganzheitlich ausgelegte nachhaltige Energiewirtschaft aus- und fortgebildet werden. Es müssen abgesicherte und aussagekräftige Bewertungsverfahren entwickelt und angewandt werden, die eine unabhängige und glaubwürdige Bewertung der Energietechnologien in ihren Nachhaltigkeitsindikatoren erlaubt. Des Weiteren ist die Kommunikationslücke zwischen Wissenschaftlern, Entscheidungsträgern und der Bevölkerung zu schließen, so dass eine Energiepolitik mit Langzeitperspektive möglich wird. Aufgrund der Komplexität des Themas sind Erfolge nur zu erwarten, wenn die Organisation des Zentrums auf die Initiierung und Durchführung kooperativer Projekte und Aufgaben ausgerichtet ist. Dabei sollen jeweils unabhängige und selbstverantwortliche Experten in ihrem Feld zusammenarbeiten, wobei die Themen möglichst von Wissenschaftlern aus unterschiedlichen Disziplinen bearbeitet werden sollen.

Alle derzeitigen und zukünftigen energiebezogenen Forschungsaktivitäten der TU Darmstadt sollen im Energy Center zusammengeführt und dokumentiert werden

## Leitprinzipien

### Leitprinzip 1

Der Übergang zu einer nachhaltigen Energiewirtschaft erfolgt graduell ausgehend von stetig zu verbessernden klassischen Energietechnologien.

### Leitprinzip 2

Jede zukünftige Energiewirtschaft setzt die Integration unterschiedlicher Energietechnologien zu einem ökonomisch und ökologisch akzeptablen Energiemix voraus.

### Leitprinzip 3

Die Entwicklung und Implementierung regenerativer und nachhaltiger Energietechnologien erfolgt evolutionär unter Verwendung kybernetischer Optimierungsstrategien in der Kombination komplexer Netze unterschiedlicher Energietechnologien zu einer ganzheitlichen Energiewirtschaft.



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

## Technische Universität Darmstadt Energy Center

**Prof. Dr. Ing. Rolf Katzenbach**

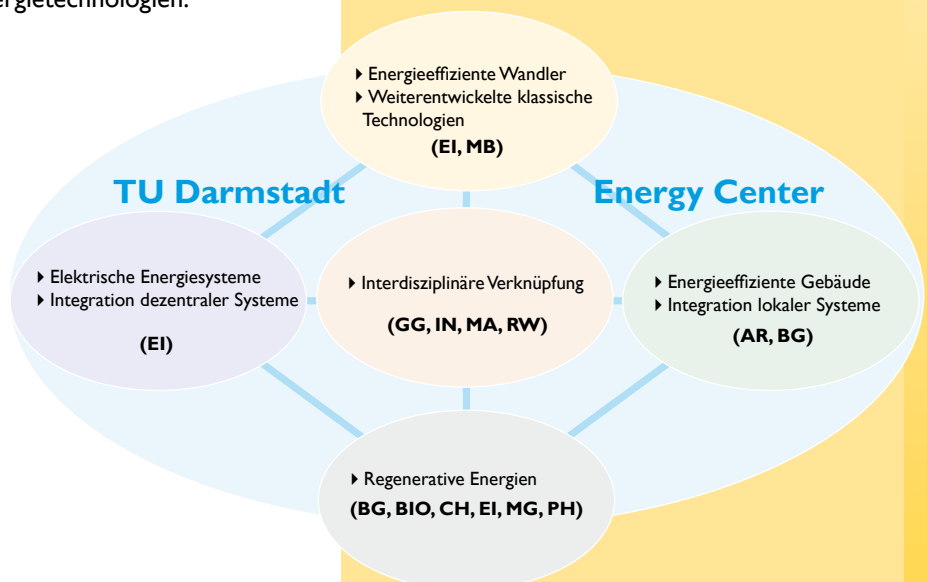
E-Mail: [katzenbach@geotechnik.tu-darmstadt.de](mailto:katzenbach@geotechnik.tu-darmstadt.de)

**Dr. rer.nat habil. Annette E. Götz**

E-Mail: [goetz@energycenter.tu-darmstadt.de](mailto:goetz@energycenter.tu-darmstadt.de)

Petersenstraße 13  
64287 Darmstadt

Tel. +49 (0) 6151 16 2149  
Fax +49 (0) 6151 16 6683



- Architektur (AR)
- Bauingenieurwesen und Geodäsie (BG)
- Biologie (BIO)
- Chemie (CH)
- Elektrotechnik und Informationstechnik (EI)
- Gesellschafts- und Geschichtswissenschaften (GG)
- Informatik (IN)
- Maschinenbau (MB)
- Material- und Geowissenschaften (MG)
- Mathematik (MA)
- Physik (PH)
- Rechts- und Wirtschaftswissenschaften (RW)



## Fachhochschule Gießen-Friedberg Institut und Labor für Siedlungswasserwirtschaft und anaerobe Verfahrenstechnik

**Prof. Dr.-Ing. Ulf Theilen**

E-Mail: [ulf.theilen@bau.fh-giessen.de](mailto:ulf.theilen@bau.fh-giessen.de)

Wiesenstraße 14  
35390 Gießen

Tel. +49 (0) 641 309-1836

Leitung des ANS-Fachausschusses  
„Energie aus Biomasse“

## ■ Durchführung von labor- und halbtechnischen Versuchen zur anaeroben Abwasser- und Abfallbehandlung

- ▶ Durchführung von Gasertragsversuchen (Batchversuche als Grundlage für weitergehende Untersuchungen, Durchlaufversuche im labor- und halbtechnischen Maßstab)

Einfluss folgender Parameter

- Sorte (z.B. Maissorte)
- Erntezeitpunkt
- Häcksellänge
- Einsatz anderer NawaRo's (z.B. „Energieweizen“)

- ▶ Stoffbilanzen
- ▶ Chemische Analysen von Einzelstoffen (z.B. Stickstoffverbindungen, Phosphat)
- ▶ Chemische Analysen von Summenparametern (z.B. CSB, AOX)
- ▶ Säurespektrum
- ▶ Analytik zur Prozessbegleitung sowie zur Prozessoptimierung
- ▶ Erstellen von Untersuchungsberichten mit Empfehlungen für weitere Maßnahmen

## ■ Beratung und Gutachten, Forschungsvorhaben

- ▶ Erstellung von Konzepten zur anaeroben Abwasser- und Abfallbehandlung
- ▶ Konzeptionierung von Biogasanlagen (landwirtschaftliche und industrielle)
- ▶ Nutzungsmöglichkeiten von Biogas
- ▶ Optimierung der Co-fermentation unterschiedlicher Substrate
- ▶ Begleitung von Planungs-, Realisierungs- und Inbetriebnahmephase
- ▶ Aufbau eines Betriebsbegleitungssystems, Überwachung relevanter Prozessparameter
- ▶ Erstellen von Gutachten über Funktionsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der zu realisierenden Biogasanlagen inkl. Risikoanalyse (auch zur Marktbearbeitung im Ausland)
- ▶ Durchführung von Untersuchungen zu Einflüssen verschiedener Prozessparameter auf den Betrieb der Biogasanlagen (z.B. Umwälzung mit verschiedenen Umwälzsystemen, auch Einsatz von CFD-Modellen)

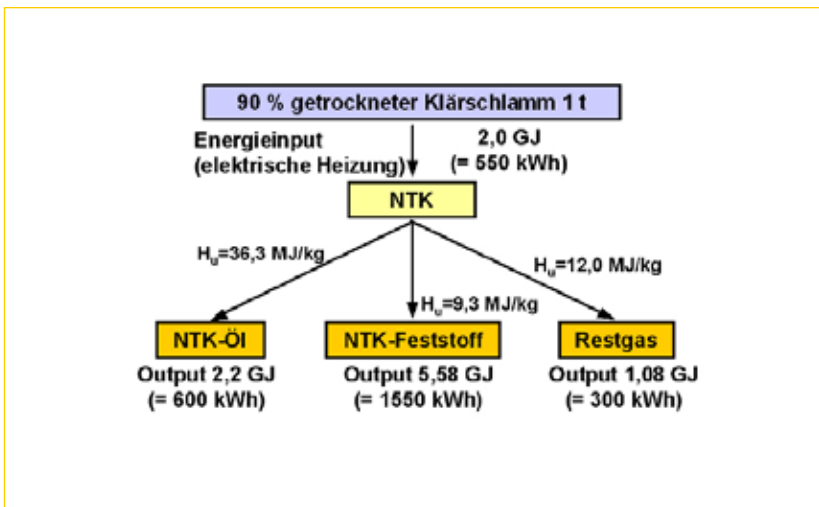
Aus Internet: [www.fh-giessen-friedberg.de/site/content/view/580/47/](http://www.fh-giessen-friedberg.de/site/content/view/580/47/)

## ■ Forschungsverbund für Biogasgewinnung

Mit neuartigen Methoden zur Biogaserzeugung befasst sich ein Forschungsprojekt des Labors für Siedlungswasserwirtschaft und anaerobe Verfahrenstechnik der FH Gießen-Friedberg. Es trägt den Titel „Einsatz und Optimierung von kontinuierlich arbeitenden Verfahren zur Trockenvergärung von Energiepflanzen“ und hat eine Laufzeit von zwei Jahren. Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz fördert die Arbeiten mit insgesamt rund 300.000 Euro. Das Forschungsvorhaben unter der Leitung von Prof. Dr. Ulf Theilen wird in Kooperation mit der Ingenieurgesellschaft Witzhausen Fricke & Turk GmbH bearbeitet. Ziel des Projekts ist es, kontinuierlich betriebene Trockenfermentationsverfahren zu erproben, die bei der Gewinnung von Biogas aus nachwachsenden Rohstoffen zum Einsatz kommen. Dabei geht es vorrangig um thermophile Vergärungsprozesse bei Temperaturen zwischen 50 und 55 Grad Celsius. Der Diplom-Geoökologe Rolf Liebeneiner und Diplom-Ingenieur Thomas Luthardt-Behle führen die labor- und halbtechnischen Untersuchungen an der Fachhochschule aus. Sie sollen Erkenntnisse darüber bringen, wie sich die Leistungsfähigkeit dieser Verfahren zur Biogaserzeugung steigern lässt. Außerdem soll dadurch die Tauglichkeit von bisher noch nicht nutzbaren Substraten nachgewiesen werden.

## Forschungsschwerpunkte

- ▶ Ökoeffiziente Niedertemperaturkonvertierung von Biomasse (Klärschlamm, Tiermehl, Rapspresskuchen) zu Energieträgern und Wertstoffen
- ▶ Aufwertung tierischer und pflanzlicher Fette durch Thermokatalyse
- ▶ Analytisch-wissenschaftliche Begleitung von Biogasanlagen



## Fachhochschule Gießen-Friedberg Labor für Entsorgungstechnik

**Prof. Dr. rer. nat. Ernst A. Stadlbauer**  
E-Mail: ernst.a.stadlbauer@mni.fh-giessen.de

**Dipl. Ing. (FH) Sebastian Bojanowski**  
E-Mail: sebastian.bojanowski@mni.fh-giessen.de

Wiesenstraße 14  
35390 Gießen

Tel. +49 (0)641 309 2322 -2336  
Fax +49 (0)641 309 2377



Das DBU-Projekt ermöglichte interessierten Studentinnen und Studenten Einblicke in praxisorientierte Forschung



Klärschlamm stellt mit der anfallenden Menge von 3 Mio. Tonnen Trockensubstanz pro Jahr ein Mengenproblem dar

Herausgeber: Kompetenzzentrum HessenRohstoffe (HeRo) e.V.  
Am Sande 20 • 37213 Witzenhausen  
info@hero-hessen.de • www.hero-hessen.de

Verantwortlich: Klaus Wagner, Geschäftsführer

Redaktion: Dr. Martin Hofmann, Referent Kurzumtriebsplantagen und Wissenschaft

Koordination: Monika Missalla, Referentin Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Grafik/Layout: Anja Neubauer

Druck: Grafische Werkstatt von 1980 GmbH, Kassel

Auflage: 5.000

Erscheinungstermin 8/08

Gefördert durch:

HESEN



Hessisches Ministerium  
für Umwelt, ländlichen Raum  
und Verbraucherschutz