



ulm university universität
uulm



$$E=mc^2$$



Energie für die Zukunft

Energiewandlung und Energiespeicherung

Stand: April 2011

Energieforschung an der Universität Ulm

In den vergangenen Jahrzehnten ist die Nachfrage nach Energie kontinuierlich gestiegen. Parallel dazu wurde klar, dass fossile Energiequellen zunehmend knapper werden und in absehbarer Zeit ganz versiegen werden. Bei anderen Energiequellen spielen Aspekte der Umwelt- und Klimabelastung eine zunehmende Rolle (Kohlekraftwerke) oder es ist die Frage der Endlagerung und Sicherheit (Atomenergie) nicht geklärt. In Europa ist zudem eine weitere Steigerung der Energiegewinnung durch Wasserkraft kaum möglich.

Trotz der politisch unterstützten Einführung regenerativer Energien, z. B. aus Windkraft, Solarthermie, Photovoltaik oder Biomasse, spielen auch langfristig folgende Fragen immer eine zentrale Rolle:

Wie kann die Energie primärer CO₂-neutraler Quellen (z. B. Sonnenenergie) genützt und vor allem in bezahlbare Energie umgewandelt werden?

Wie kann man diese Energie auch dezentral speichern und transportieren, um sie jederzeit und kontinuierlich nutzen zu können?

Die Universität Ulm erkannte frühzeitig den enormen Forschungsbedarf in dieser Thematik und stellte daher die Themen »Energie-wandlung und Energiespeicherung« konsequent in den Mittelpunkt ihrer Forschungsaktivitäten. Schwerpunkte der meist interdisziplinären Projekte bilden unmittelbar anwendungsbezogene Bereiche

wie Batterieforschung, Biokraftstoffe und Biogas, Brennstoffzellen, Organische Photovoltaik oder Wasserstoffgewinnung. Darüber hinaus bilden eine leistungsfähige Analytik gepaart mit Theorie und Simulation sowie Regelungstechnik weitere wichtige Bereiche für die Suche nach Lösungen der anstehenden, komplexen Herausforderungen.

Die enge Kooperation im Bereich der regenerativen Energien mit dem Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoffforschung (ZSW) und dem kürzlich gegründeten Helmholtz-Institut Ulm für Elektrochemische Energiespeicherung (HIU) unterstreicht nachhaltig die Bedeutung der Ulmer Forschungsaktivitäten zu den Themen nachhaltige Energieerzeugung, Energiespeicherung und Batterien/Elektromobilität. Mit

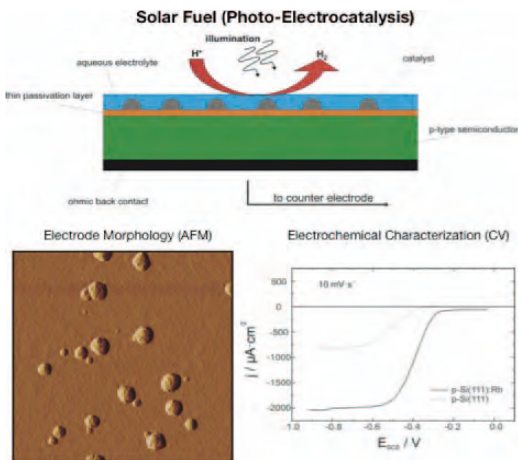
unserer Broschüre »Energie für die Zukunft« möchten wir Ihnen unsere breit gefächerten Forschungsarbeiten vorstellen. Wenn Sie Interesse gefunden und Fragen haben oder eine Diskussion mit uns wünschen, würden wir uns über einen Austausch oder ein persönliches Gespräch sehr freuen.

Peter Bäuerle

Vizepräsident für Forschung
peter.baeuerle@uni-ulm.de



Batterien | Elektrochemie



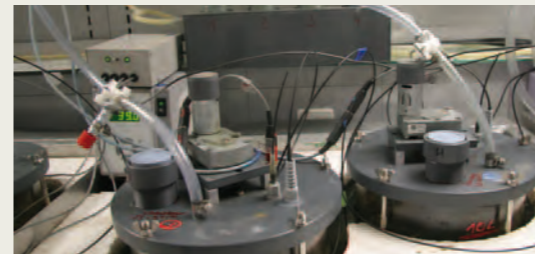
Experimentelle Arbeiten beschäftigen sich mit Grundlagen der Elektrochemie, im speziellen der mikroskopischen Struktur von Elektrode/Elektrolyt-Grenzschichten (z. B. in Batterien oder photoelektrochemischen Zellen) sowie ablaufenden Redox-Prozessen.

- Elektrochemische Grenzschichten
 - Elektrokatalyse (bzw. Photo-Elektrokatalyse)
- Einrichtung: Institut für Elektrochemie
<http://www.uni-ulm.de/index.php?id=12457>

Zukünftige Mobilität und erneuerbare Energien erfordern neue Energiespeichersysteme. Wir bilden die komplette Wertschöpfungskette von Batteriematerialien bis zur fertigen Zelle ab, prüfen Akkumulatoren unter extremen Bedingungen und stellen fest, wie sicher, langlebig und qualitativ hochwertig sie sind.

- Batteriecharakterisierung, Sicherheitstests und thermische Untersuchungen
 - Zellfertigungstechnologie, Materialforschung und Analytik
- Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)
<http://www.zsw-bw.de>

Biokraftstoffe | Biogas



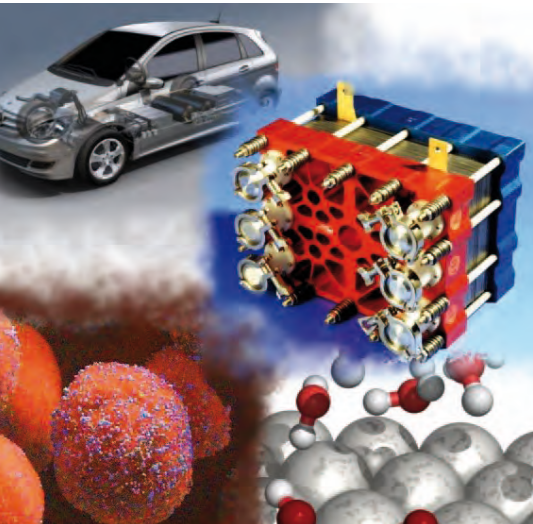
Biobutanol ist ein für herkömmliche Verbrennungsmotoren geeigneter Biokraftstoff mit ähnlichen Charakteristika wie Benzin und deutlich besseren Eigenschaften gegenüber dem bislang verwendeten Bioethanol.

- *Clostridium acetobutylicum*: Verbesserung der Butanol-Ausbeute durch Metabolic Engineering.
- Institut für Mikrobiologie und Biotechnologie
<http://www.uni-ulm.de/index.php?id=7869>

Die Biogaserzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen steht oft in Konkurrenz zur Lebensmittelversorgung. Unsere Forschung beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit der Energiegewinnung aus Reststoffen. Dabei stehen die Prozessstabilität und die mikrobielle Gemeinschaft im Vordergrund.

- Stabilisierende Wirkung von pflanzlichen Oberflächen und Biofilmträger
 - Fermentation von Grüngut, Landschaftspflegematerial und Biomüll
- Institut für Systematische Botanik und Ökologie
<http://www.uni-ulm.de/index.php?id=31144>

Brennstoffzellen (BZ)



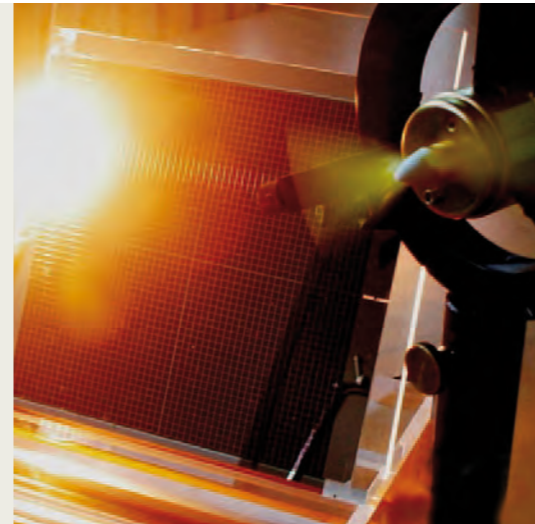
Untersucht werden Grundlagen der für die Anwendung in Niedertemperatur-BZ (NBZ) wesentlichen elektrochemischen Reaktionen und Prozessen. In Zusammenarbeit mit institutionellen/industriellen Anwendern entwickeln wir Strategien zur Optimierung der Prozesse und Materialien.

Entwickelt, optimiert und getestet werden BZ und Anwendungs-Systeme. Im Fokus stehen Fahrzeugantriebe, stationäre und portable Anwendungen. Das Know-how umfasst die Wertschöpfungskette von den Grundlagen bis zur Integration von BZ-Komplettsystemen.

- O₂-Reduktion in NBZ – Grundlegendes, Pt-arme bzw. Pt-freie Kathodenkatalysatoren
 - Oxidation organischer Brennstoffe in Direktoxidations-BZ – Grundlegendes und Reaktionsoptimierung
- Institut für Oberflächenchemie und Katalyse
<http://www.uni-ulm.de/index.php?id=2630>

- BZ: Materialien und Komponenten, Modellierung und Verfahren
 - BZ-Stacks, BZ-Systeme, Anwendungen und Brennstoffzellen-Testzentrum
- ZSW
<http://www.zsw-bw.de>

Organische Photovoltaik

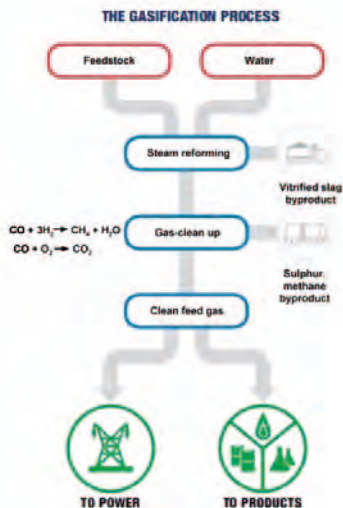


Die **Organische Photovoltaik** ist eine Zukunftstechnologie, die mit Hilfe von synthetisch hergestellten organischen Farbstoffen und halbleitenden Polymeren die sehr kostengünstige Produktion von flexiblen, großflächigen Modulen durch Druckverfahren erlauben soll.

- Synthese und Entwicklung von neuartigen Farbstoffen und organischen Halbleitern für Anwendungen in der Organischen Elektronik und Photovoltaik
 - Charakterisierung und Analytik von organischen Halbleitern und Materialien
- Institut für Organische Chemie II und Neue Materialien
<http://www.uni-ulm.de/index.php?id=4409>



Wasserstoffproduktion und Wasserstoffreinigung



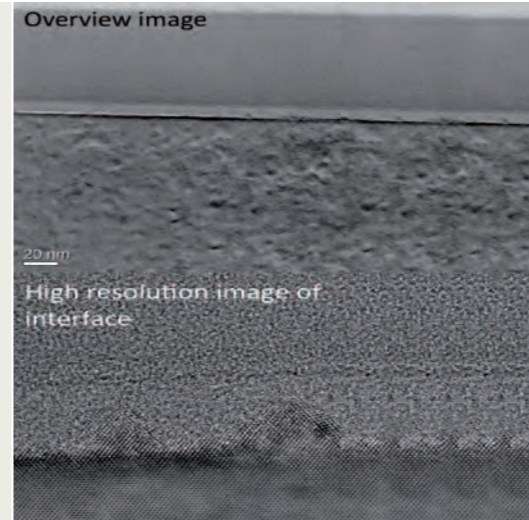
Das Institut beschäftigt sich u. a. mit der katalytischen Produktion von Wasserstoff. Dabei kommen Rutheniumkomplexe zum Einsatz, die nach Lichtanregung bei Anwesenheit von Triethylamin in Acetonitril katalytisch Wasserstoff produzieren.

Um Vergiftung des Anodenkatalysators zu vermeiden, muss CO aus Brenngasen für Niedertemperatur-Brennstoffzellen entfernt werden. In Zusammenarbeit mit institutionellen/industriellen Anwendern führen wir grundlegende Untersuchungen zur katalytischen Entfernung von CO aus realistischen Brenngasen durch.

- Katalytische Wasserstoffproduktion
Institut für Anorganische Chemie I
<http://www.uni-ulm.de/index.php?id=13102>

- Entfernung von CO aus H₂-reichen Brenngasen mittels Wassergas-Shift Reaktion und Selektiver Oxidation von CO
- Selektive Methanisierung von CO in CO₂- und H₂-reichen Brenngasen für Brennstoffzellen in stationären Anwendungen
Institut für Oberflächenchemie und Katalyse
<http://www.uni-ulm.de/index.php?id=2630>

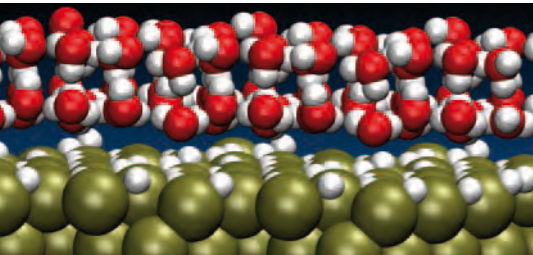
Elektronenmikroskopie



Die analytische Elektronenmikroskopie (EM) ermöglicht die ortsaufgelöste Bestimmung der chemischen Probenzusammensetzung bis zu einzelnen Atomen. Im Forschungsbereich »Neue Energiematerialien« können so z. B. die lokalen Änderungen der Li-Verteilung innerhalb von Li-basierten Batteriematerialien während der Lade- und Entladevorgänge bestimmt werden. Bei Dünnschichtsolarzellen ist die Charakterisierung der elektrisch aktiven Bereiche möglich. Die analytische EM ist auch für die Untersuchung und das Verständnis völlig neuer Materialklassen wie Graphene, Nanoröhren und Fullerene unerlässlich.

- Untersuchungen neuer Energiematerialien zur Energiespeicherung
 - Untersuchung neuartiger Konzepte für Solarzellen
 - Grundlegende Untersuchungen an Nanokohlenstoffen (Graphene, Nanoröhren, Fullerene)
 - Entwicklung neuartiger Mikroskopietechniken zur Abbildung strahlsensitiver Materialien
- Zentrale Einrichtung Elektronenmikroskopie, AG Materialwissenschaftliche Elektronenmikroskopie
<http://www.uni-ulm.de/index.php?id=5469>

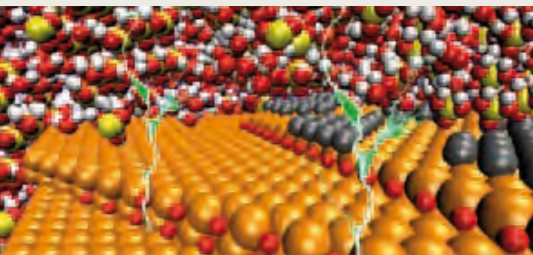
Theorie | Simulation



Im Institut für Theoretische Chemie werden Elementarprozesse der elektrochemischen Energiespeicherung und -wandlung auf atomarer Ebene mit ab initio Methoden untersucht, um dadurch zur Verbesserung von Brennstoffzellen und Batterien beizutragen.

- Struktur der elektrochemischen Elektroden-Elektrolyt-Grenzfläche
- Beschreibung elektrokatalytischer Prozesse und Reaktionen

Institut für Theoretische Chemie
<http://www.uni-ulm.de/index.php?id=20035>



Die theoretischen Simulationen am Institut für Elektrochemie fokussieren auf ein fundamentales Verständnis elektrochemischer Systeme. Unter Verwendung multiskaliger Methoden werden die Prozesse in energie-relevanten Anwendungen (z. B. Batterien) auf molekularer Ebene untersucht.

- Grundlagen der Elektrochemie
 - Simulation der Prozesse in energie-relevanten Systemen
- Institut für Elektrochemie
<http://www.uni-ulm.de/index.php?id=12457>

Regelungs- und Optimierungstechnik



Innovative Regelungs- und Optimierungsverfahren sind Kernelemente für einen energieeffizienten Betrieb technischer Systeme. Neben der Entwicklung dieser Verfahren spielen die Modellierung, Analyse und Simulation der üblicherweise komplexen technischen Systeme eine wichtige Rolle. Anwendungsfelder sind u. a. alternative Antriebe und Betriebsstrategien im Automobilbereich, auch in Verbindung mit der Fahrzeug-Umfelderfassung und Situationserkennung für zukünftige Fahrerassistenz- und Sicherheitssysteme.

- Elektromobilität und Fahrerassistenz
 - Innovative energieoptimale Regelungsverfahren
 - Diagnose und Überwachung von Batterien und Brennstoffzellen
 - Modellierung und Regelung mechatronischer Systeme
- Institut für Mess-, Regel- und Mikrotechnik
<http://www.uni-ulm.de/index.php?id=3629>

Helmholtz-Institut Ulm für Elektrochemische Energiespeicherung (HIU)



Leistungsfähige und kostengünstige Batteriesysteme sind die Voraussetzung für die künftige Wirtschaftlichkeit der Elektromobilität. Auch um fluktuierende erneuerbare Energien wie Wind und Sonne ins Energiesystem zu integrieren, ist der Ausbau der Grundlagenforschung für eine zukunftsweisende Batterietechnologie unverzichtbar. Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) als Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft stellt sich dieser Herausforderung und gründete in Kooperation

mit der Universität Ulm zum 1. Januar 2011 das Helmholtz-Institut Ulm für Elektrochemische Energiespeicherung (HIU). Assoziierte Partner sind das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), ebenfalls Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft, und das Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW).

Helmholtz-Institut Ulm für Elektrochemische Energiespeicherung (HIU)
<http://www.hiu.kit.edu>

ZSW | WBZU



Mit den zur Neige gehenden fossilen Energiequellen ändern sich die Technologien für die Stromerzeugung und Mobilität. Beides wird zunehmend auf erneuerbaren Energien basieren. Neue, effiziente und intelligente Technologien für die Umwandlung und Speicherung von Strom werden unabdingbar: Brennstoffzellen und Batterien.

- Angewandte Forschung über die gesamte Wertschöpfungskette
 - Aus- und Weiterbildung von Fachkräften aus Industrie, Handwerk und Wissenschaft im Weiterbildungszentrum Brennstoffzelle Ulm e. V.
 - Energiespeicherung in Batterien und Superkondensatoren
 - Brennstoffzellenentwicklung und -herstellung, Modellierung und Simulation
- Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)
<http://www.zsw-bw.de>
<http://www.wbzu.de>

Studienangebote

Energy Science and Technology

Englisch sprachiger Masterstudiengang
Das internationale Master of Science Programm »Energy Science and Technology« wurde dazu entwickelt, nationalen und internationalen Studierenden eine qualifizierte Ausbildung in den wissenschaftlichen und technologischen Aspekten moderner Techniken im Umfeld der Themenbereiche Energiewandlung und Energiespeicherung zu vermitteln.

<http://www.uni-ulm.de/index.php?id=6675>

<http://www.uni-ulm.de/index.php?id=202>

Bachelor | Master Chemie

Die Universität Ulm bietet eine optimale Umgebung für ein erfolgreiches Chemiestudium. Ein attraktiver Mix aus Theorie und Praxis bietet neben einer fundierten chemischen Grundausbildung auch die Möglichkeit, sich individuellen Neigungen folgend in aktuellen Gebieten, wie z. B. der Energieforschung, zu spezialisieren.

studienberatung.chemie-wirtschaftschemie@uni-ulm.de

<http://www.uni-ulm.de/index.php?id=202>

Studienangebote

Bachelor | Master Physik

Die Ausbildung zum Physiker an der Universität Ulm umfasst wissenschaftsorientierte Bachelor- und Masterstudiengänge, die die volle Breite der experimentellen und theoretischen Grundlagen der Physik vermitteln und gleichzeitig eine Schwerpunktbildung entsprechend des Profils des Ulmer Fachbereichs zulassen.

gerold.brackenhofer@uni-ulm.de

<http://www.uni-ulm.de/index.php?id=202>

Advanced Materials

Englisch sprachiger Masterstudiengang
Das Internationale Master of Science Programm »Advanced Materials« ist ein interdisziplinärer Studiengang dessen Schwerpunkte in den Bereichen Nano- und Biomaterialien liegen. Er legt die Grundlagen für zukünftige Forschungen in diesen Bereichen. Kombiniert werden Themen der Bereiche Nano- und Biomaterialien mit Grundlagen der Materialwissenschaften, der Chemie, der Physik, der Biologie und der Medizin.

<http://www.uni-ulm.de/index.php?id=6764>

<http://www.uni-ulm.de/index.php?id=202>

**Sind Sie Interessiert?
Wenden Sie sich bei Fragen an uns!**

Dezernat I Forschung, Recht und Organisation

Forschung und Technologietransfer

Helmholtzstraße 16

89081 Ulm | Germany

Telefon: +49 (0)731 50-22010 oder 50-22011

E-Mail: forschung@uni-ulm.de

<http://www.uni-ulm.de/index.php?id=157>



ulm university universität
uulm



Zertifikat seit 2008
audit familiengerechte
hochschule