




Einblicke 2010

Journal zur Umweltforschung in Baden-Württemberg



Schwerpunkt Klima und Energie

 Umweltforschungsprojekte in Baden-Württemberg:

Forschung und Entwicklung – aktuelle Projektförderung – Kontakte.





TITEL	Einblicke 2010– Journal zur Umweltforschung in Baden-Württemberg
HERAUSGEBER	Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg (UVM) Postfach 103439, 70029 Stuttgart, www.uvm.baden-wuerttemberg.de Tel. 0711/126-2780, Fax 0711/126-2880, presse@uvm.bwl.de LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 100163, 76231 Karlsruhe, www.lubw.baden-wuerttemberg.de Tel. 0721/5600-0, Fax 0721/5600-1456, Poststelle@lubw.bwl.de Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Projektträger Karlsruhe Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen, www.ptka.kit.edu/bwp/ Tel. 07247/82-5191, Fax: 07247/82-3929, bwp@ptka.kit.edu
REDAKTION	Prof. Dr. Günther Turian, UVM, Referat 24 Forschung, Umwelttechnik, Ökologie Manfred Lehle, LUBW, Referat 21 Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung Peter Fendrich, EcoText International PartG, Stuttgart
TITELBILD	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR)
LAYOUT/LEKTORAT	EcoText International PartG Hermannstr. 5, 70178 Stuttgart, www.ecotext.de Tel. 0711/615562-0, Fax 0711/615562-20, redaktion@ecotext.de
DRUCK	NINO Druck GmbH Im Altenschemel 21, 67435 Neustadt/Wstr. Tel.: 06327/9743-0 Fax: 06327/9743-3, www.ninodruck.de Gedruckt auf Recyclingpapier
BEZUG	Die Broschüre ist gedruckt oder als Download im PDF-Format kostenlos erhältlich bei der LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Postfach 100163, 76231 Karlsruhe, www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/6638/
VERTEILERHINWEIS	Diese Informationsschrift wird von der Landesregierung Baden-Württemberg im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Unterrichtung der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern während eines Wahlkampfes zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Das gilt für alle Wahlen. Missbräuchlich ist insbe- sondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass diese als Parteinahme der Herausgeber zu Gunsten einzelner po- litischer Gruppen verstanden werden könnte. Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informa- tionsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist es jedoch den Parteien, diese Informa- tionsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.
STAND	August 2010, 1. Auflage
COPYRIGHT	Der Nachdruck ist – auch auszugsweise – nur mit Zustimmung des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg mit Quellenangabe und Überlassung von Beleg- exemplaren gestattet.



PROLOG		FLÄCHE	
Umweltforschung aktuell		Innen- vor Außenentwicklung	
Vorwort von Ministerin Tanja Gönner	4	Analyse von Bebauungsplänen der Innenentwicklung	29
KLIMA UND ENERGIE		NACHHALTIGKEIT	
Strom aus Abwärme		Gemeinden fit für die Zukunft	
Einsatz thermischer Energiespeicher bei Verstromung diskontinuierlicher Abwärme	5	Elemente nachhaltiger Entwicklung kleiner Kommunen in Baden-Württemberg	30
Wärmespeicher im Test		RUNDBLICK	
Stabilitätsuntersuchung von Sorptionsmaterialien für die Wärmetransformation	8	Flächenmobilisierung	
Speicherpotenzial ausreizen		Das länderübergreifende Modellprojekt Raum + AKTIV	31
Schichtspeicher zur Effizienzsteigerung von Adsorptionswärmepumpen	10	Partnerschaft für Siedlungsentwicklung	
Auf dem Weg ins Wasserstoff-Zeitalter		NABU und Kommunen gehen neue Wege in der Kommunikation	31
Können Brennstoffzellen-Heizgeräte auch mit regenerativ erzeugtem Wasserstoff betrieben werden?	12	Themenfeld erweitert	
Gute Performance		Untersuchung aller organischer Böden und deren Wechselwirkung mit Klimagasen im neuen BWPLUS-Themenfeld	32
Neuartige Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzelle entwickelt	15	Blutsaugern auf der Spur	
Robust, kompakt und effizient		Neue BWPLUS-Ausschreibung zur Ökologie von Zecken als Überträger von Krankheitserregern in Baden-Württemberg	32
Engler-Bunte-Institut arbeitet an konkurrenzfähigen Erdgas-Brennstoffzellen	17	PROJEKT-ÜBERSICHT	
Ein Leuchtturm für den Bodensee		Einblicke in die Umweltforschung	
Forscher arbeiten an der Vision eines „emissionsfreien Tourismus“	19	Aktuell geförderte Umweltforschungsprojekte	33
Mit Mais und Co. das Klima retten?		Aktiv in Sachen Umweltforschung	
Treibhausgasbilanz nachwachsender Rohstoffe	20	Ansprechpartner bei Fragen rund um die Umweltforschung im Land	35
Szenarien zur NaWaRo-Bewertung			
CO ₂ vermeiden, Natur schützen und Geld verdienen, geht das?	22		
Umweltverträglicher Klimaschutz?			
Energiepflanzen auf dem Prüfstand	25		
KLIMAWANDEL			
Folgen des Klimawandels			
„Wir stehen am Anfang der Herausforderung!“	27		

Umweltforschung aktuell

Vorwort von Ministerin Tanja Gönner

Liebe Leserin, lieber Leser,



Ministerin Tanja Gönner

KONTAKT

Ministerium für Umwelt, Naturschutz
und Verkehr Baden-Württemberg
Pressestelle
Kernerplatz 9, 70182 Stuttgart
Tel.: 0711/126-2780
Fax: 0711/126-2880
presse@uvm.bwl.de
www.uvm.baden-wuerttemberg.de

vor Ihnen liegen die „Einblicke 2010“, die über den Stand und die aktuellen Schwerpunkte der anwendungsorientierten Umweltforschung des Landes informieren. Die Umweltforschung des Landes Baden-Württemberg ist ein wichtiges Element eines wirksamen Umweltschutzes und einer erfolgreichen Umweltpolitik. Ihre Ergebnisse liefern wissenschaftlich fundierte Grundlagen für umweltpolitische Entscheidungen.

Seit vielen Jahren befasst sich unsere Umweltforschung auch mit dem Themenfeld Energie. Die neue Ausgabe der Einblicke mit dem Schwerpunkt Energie wandeln und speichern unterstreicht die ungebrochene Aktualität und Bedeutung dieses Themas. Wie können wir uns in Zukunft nachhaltig, also wirtschaftlich, umwelt- und sozialverträglich mit Energie versorgen? Nicht erst seit Deutschland das Jahr 2010 zum Wissenschaftsjahr der Energie ausgerufen hat, erweist sich diese Frage als eine der zentralen Menschheitsfragen der kommenden Jahrzehnte.

Klar ist: Wir müssen den Anteil der erneuerbaren Energien konsequent erhöhen und die verfügbare Energie im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung sparsamer und effizienter nutzen. Was brauchen wir dazu? Wir brauchen neue Wege der Energieumwandlung, der Erzeugungs- und Verbrauchssteuerung von Strom und Wärme, der Energiespeicherung und der Energieverteilung, die die traditionellen Verfahren zukunftsfähig ergänzen. Von der Umweltforschung erwarten wir weiterhin wertvolle Beiträge, auch um die wirtschaftlichen Chancen, die dieser Bereich bietet, zu erschließen. Das Magazin berichtet über den gegenwärtigen Stand und die Ergebnisse unserer Projekte in den Themenfeldern thermische Energiespeicher, Brennstoffzellen und Biomasse. Das ist nicht nur für Unternehmen, sondern auch für Hausbesitzer und Bauherren interessant.

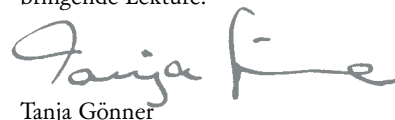
Ein Beitrag dieser Ausgabe befasst sich mit dem aktuellen Stand unseres 2007 gestarteten Modellprojekts „Kommunen auf dem Weg zu einer zukunftsfähigen nachhaltigen Kommunalentwicklung“. Ich bin überzeugt: Maßnahmen mit dem Ziel einer nachhaltigen

Entwicklung, die auf Veränderungen setzen, haben nur dann dauerhaften Erfolg, wenn die Akteure vor Ort sie mittragen und – besser noch – aktiv daran mitwirken. Wir haben uns daher entschlossen, die Gelegenheit zu nutzen und unser sehr erfolgreiches Modellprojekt um einige Elemente zu ergänzen. Ich freue mich, dass wir die Gemeinden Aspach, Illnensee und Seckach gewinnen konnten, diesen Weg gemeinsam mit uns fortzusetzen; so gewinnen wir auch für die zahlreichen anderen engagierten Gemeinden weitere übertragbare Erkenntnisse zur nachhaltigen Kommunalentwicklung.

Wir lenken den Fokus der Umweltforschung des Landes aber auch wieder auf zwei neue aktuelle Themenfelder. Einerseits wollen wir dringend erforderliche Grundlagen für den klima- und umweltverträglichen Umgang mit organischen Böden, insbesondere Mooren, erarbeiten lassen. Denn diese Böden sind nicht nur gewichtige Größen im Klimasystem, sondern auch wertvolle Standorte für den Erhalt der Artenvielfalt. Das zweite neue Thema sind Zecken. Diese Spinnentiere sind oft Überträger von Krankheitserregern, und sie breiten sich bei uns im Land zunehmend aus, mutmaßlich verstärkt durch den Klimawandel. Wir wollen Erkenntnisse gewinnen, die es uns ermöglichen, besser als bisher mit diesem wachsenden Problem umzugehen, das breite Teile unserer Bevölkerung betrifft. Zu beiden Themen gibt Ihnen das vorliegende Magazin den aktuellen Sachstand.

Wie immer enthalten auch die „Einblicke 2010“ darüber hinaus in kompakter Form Informationen zu weiteren aktuellen Projekten der Umwelt- und Nachhaltigkeitsforschung des Landes sowie einen Überblick über alle laufenden Vorhaben.

Ich wünsche Ihnen eine anregende und gewinnbringende Lektüre.



Tanja Gönner

Ministerin für Umwelt, Naturschutz und Verkehr
des Landes Baden-Württemberg

Strom aus Abwärme

Einsatz thermischer Energiespeicher bei Verstromung diskontinuierlicher Abwärme

Abwärme aus industriellen Prozessen wird bisher nur teilweise genutzt. Wärmespeicher sollen Schwankungen bei Temperatur und Leistung ausgleichen, damit die Turbinen zur Verstromung wirtschaftlicher arbeiten können.

Ein großer Teil der Energie, die für industrielle Prozesse benötigt wird, geht bisher als Abwärme ungenutzt an die Umgebung verloren. Um die Energieeffizienz zu steigern, setzte man bisher hauptsächlich vier verschiedene Maßnahmen ein:

- Rückführung der Abwärme in den Produktionsprozess,
- Einspeisung von Abwärme in ein Nahwärmenetz,
- Antrieb von Kältemaschinen,
- Einsatz chemischer Wärmepumpen.

Bei all diesen Maßnahmen erleichtern es thermische Speichersysteme, Abwärme zu nutzen, indem sie Schwankungen im Abwärmeangebot ausgleichen. Energieeffizienz verlangt immer, Abwärme möglichst als Wärme zu nutzen. Im Prozess selbst scheidet dieser Weg häufig aus, weil die Temperatur nicht ausreicht. Oder die Einspeisung in ein Fernwärmenetz ist nicht wirtschaftlich, da keine ausreichende Übereinstimmung mit dem Wärmebedarf besteht.

Ziele der Studie

Als Alternative bietet sich in diesen Fällen an, Abwärme zu verstromen. Wissenschaftler des Deutschen Zentrums für Luft und Raumfahrt untersuchten gemeinsam mit den Stadtwerken Esslingen im Rahmen einer Studie die Möglichkeiten in dieser Richtung. Die Bearbeiter setzten sich zum Ziel, möglichst kompakte, dezentrale Energieumwandlungsmodule zu entwickeln. Sie umfassen die drei thermischen Teilprozesse Wärmeübertragung, Speicherung und den thermischen Kreisprozess zur Umwandlung von Wärme in mechanische Energie (vgl. Graphik S. 6).

Für den Kreisprozess boten sich den Experten verschiedene Optionen: Sie betrachteten ORC-Systeme (Organic Ranking Cycle) sowie Dampf- und Stirlingmotoren. Im Rahmen der Studie untersuchten sie industriell angewandte, thermische Speicher, die entweder Wärme fühlbar speichern oder mit einem Phasenwechsel verbundene Energieänderungen nutzen.

Verstromung mit Vorteilen

Thermische Speicher bieten zur Verstromung von Überschusswärme aus industriellen Prozessen einige Vorteile:

- Geringe Rückkopplung auf den Prozess, aus dem die Abwärme stammt;
- Potenzielle Eigennutzung oder Einspeisung des Stroms;
- der Einsatz standardisierter Module ist möglich.

Mit dem Ziel, die Ergebnisse auf möglichst viele Anwendungen übertragen zu können, identifizierten die Wissenschaftler drei unterschiedliche Grundfälle von diskontinuierlichen Abwärmeströmen. Industrielle Prozesse können einem dieser drei Grundfälle zugeordnet werden.



PROJEKT

EVA – Thermische Energiespeicher zur Verstromung diskontinuierlicher Abwärme

Projektlaufzeit:
07/2008 bis 12/2009

KONTAKT

Dr.-Ing. Wolf-Dieter Steinmann
Institut für Technische Thermodynamik, Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt e.V. (DLR)
wolf.steinmann@dlr.de
www.dlr.de

PARTNER

René Schulte
Stadtwerke Esslingen GmbH und Co. KG
rschulte@swe.de
www.swe.de

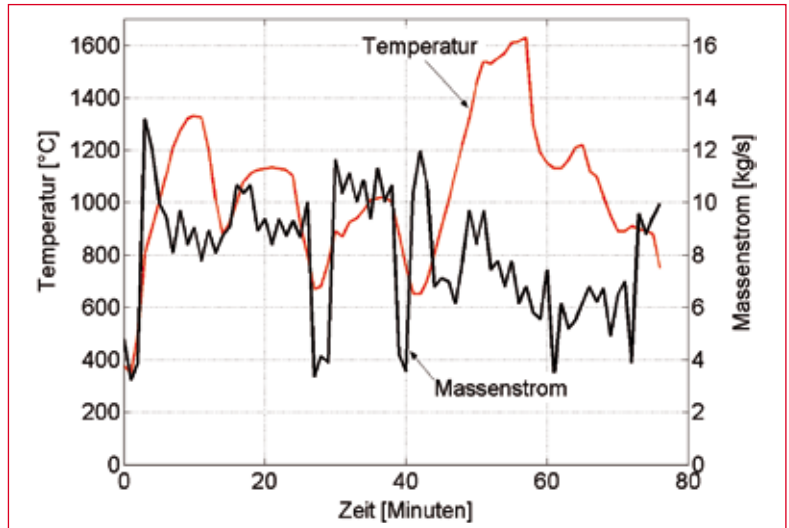
Speichertechnik für industrielle Abwärme: Feststoffspeicher mit Beton als Speichermedium und integriertem Parallelrohr-Wärmeübertrager, entwickelt von DLR in Kooperation mit Ed. Züblin AG. Betriebstemperatur bis 400 Grad, im Bild unten noch ohne äußere Isolation

Bilder: DLR



Lichtbogenofen in Gröditz mit stark schwankenden Abgas-Temperaturen
Bild: Wikimedia/Dt, Fotothek

Rechts: Beispielhafter Temperaturverlauf und Massenstrom der Abgase eines Lichtbogenofens
Graphik: DLR



Prinzipschema einer speicherunterstützten Verstromung diskontinuierlicher Abwärme. Im Kreisprozess wandelt ein Generator (G) Wärme in mechanische Energie um.

Beim ersten Grundfall schwankt die thermische Leistung, wogegen die Temperatur der Abwärme immer oberhalb der Maximaltemperatur des thermischen Kreisprozesses liegt.

Lichtbogenofen

Als Anwendungsbeispiel für diesen Fall diente der Abgasstrom aus einem Lichtbogenofen, in dem Stahlschrott eingeschmolzen wird. Weltweit sind mehr als 1.200 Lichtbogenöfen im Einsatz, in Deutschland liegt der Anteil dieser Öfen an der Rohstahlproduktion bei 30 Prozent – mit steigender Tendenz.

Die Schwankungen im Abgasmassenstrom eines Lichtbogenofens sind so ausgeprägt (vgl. Graphik), dass der direkte Betrieb einer Turbine kaum möglich ist. Temperatur- und Leistungs-extreme würden zu starken Material-

belastungen führen. Fachleute empfehlen ein Speichersystem mit einer Salzsäure als Speichermedium, um diese Schwankungen auszugleichen. Mithilfe eines solchen Systems kann die Abwärme eine Dampfturbine mit einer Leistung von 2,8 Megawatt (MW) antreiben. An den Gesamtkosten macht das Speichersystem dabei weniger als fünf Prozent aus.

Zementwerk

Beim zweiten Grundfall schwankt die Temperatur der Abwärme um den Maximalwert, der für den Betrieb der Turbine erforderlich ist. Der Speicher soll hier vor allem die Temperatur stabilisieren, um den Wirkungsgrad zu sichern und die Abwärmeenergie möglichst vollständig auszunutzen. Als Beispiel betrachteten die Wissenschaftler ein Zementwerk, bei dem

eine ORC-Turbine die Abluft eines Klinkerkühlers nutzt.

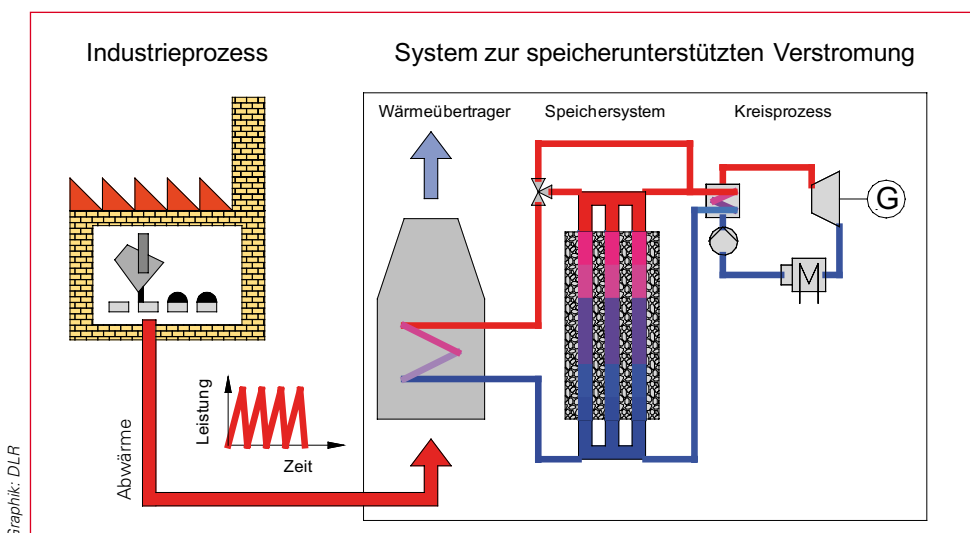
Ein Latentwärmespeicher ist in einen Thermoöl-Kreislauf integriert und begrenzt die Temperaturschwankungen. Der Speicher ist dabei so angeordnet, dass er von der Abluft durchströmt wird, bevor diese in einen Abhitzeessel eintritt. Das Thermoöl durchströmt den Kessel, nimmt Wärme auf und gibt sie anschließend wieder an den Speicher ab. Dadurch reicht bei gleicher mittlerer Leistung eine günstigere 1,2-MW-Turbine anstelle einer 2,4-MW-Turbine aus, und die Kosten des Speichers liegen deutlich unterhalb der eingesparten Kosten für die Turbine.

Abkühlprozesse

Im dritten Grundfall fällt die Temperatur der Abwärme kontinuierlich ab. Ein derartiger Verlauf ist charakteristisch für Abkühlprozesse thermischer Massen. Als Beispiel für diesen Fall betrachteten die Wissenschaftler einen elektrisch beheizten Ofen. Der Speichereinsatz ist bei Abkühlprozessen insbesondere dann attraktiv, wenn eine beschleunigte Abkühlung erfolgen kann. Die Nutzung der Abwärme ist über einen breiteren Temperaturbereich möglich und die Turbine gibt eine höhere Leistung ab.

Ergebnisse

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass der Einsatz thermischer Spei-



Graphik: DLR

FORSCHUNGSSCHWERPUNKT

Energiespeicher effizienter nutzen

Der Forschungsschwerpunkt „Thermische Energiespeicher“ umfasst Projekte zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Erprobung neuer Technologien und Materialien.

Die Wärmeerzeugung verschlingt mehr als jede zweite Kilowattstunde Energie in Deutschland. Gemäß den Zahlen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie aus dem Jahr 2007 lag der Anteil der Industrie am Endenergiebedarf bei 29 Prozent und betrug etwa 734.000 Gigawattstunden (GWh). Als Vergleich: Die Beleuchtung benötigt bescheidene zwei Prozent der gesamten Energie.

Fachleute sehen insgesamt große Einsparpotenziale in der Wärmeerzeugung und der Wärmespeicherung und entsprechend große Möglichkeiten für den Klimaschutz und für den Umgang mit steigenden Energiepreisen. Deshalb unternimmt das Land Baden-Württemberg vielfältige Anstrengungen, um technische, wirtschaftliche und ökologische Verbesserungen in diesem Bereich voranzubringen. Konkret ist das Thema „Thermische Energiespeicher“ einer der Schwerpunkte im „Baden-Württemberg Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung“ (BWPLUS). Ziele sind, sowohl Wärmeenergie effizienter zu nutzen als auch klimaschädliche Kohlenstoffdioxid-Emissionen zu vermindern.

Beispielhaft werden auf den Seiten 5 bis 11 drei Projekte aus diesem Schwerpunkt vorgestellt:

- Das Projekt „EVA“ umfasst die effizientere Speicherung und Weiternutzung von Abwärme aus industriellen Prozessen, die häufig zeitlich in der Temperatur oder der Leistung schwanken. Geeignete Energiespeicher sollen diese Schwankungen ausgleichen und bisher ungenutzte Wärme für eine möglichst wirtschaftlich arbeitende Verstromung bereitstellen.
- Im Projekt „StabiSorp“ untersuchen Wissenschaftler am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) verschiedene Speichermaterialien, inwieweit sie sich für den Sorptionsprozess in thermisch angetriebenen Wärmepumpen eignen. Sind die Wärmepumpen Teil einer Anlage zur Raumnutzung, müssen die Materialien Belastungen durch mehrere Zehntausend Zyklen innerhalb ihrer Lebensdauer unbeschadet überstehen.
- In der theoretischen Studie „StratiSorp“ beschäftigen sich Wissenschaftler am Fachgebiet Strömungsmaschinen der Universität Karlsruhe mit dem Sparpotenzial von Wärmespeichern, die Teile eines Wärmepumpenzyklus sind. Kern der Analysen ist ein neu entwickelter Schichtspeicher, der mit geringen Temperaturdifferenzen betrieben wird und zu einer deutlich höheren Leistung der Wärmepumpe führen soll.

Peter Streiff



Bild: DLR

Latentspeichermodul für Dampf bei 100 bar, Leistung 700 kW, Speicherkapazität 700 kWh. Für Testzwecke an ein Dampfkraftwerk bei Carboneras in Spanien angeschlossen

cher die Verstromung industrieller Abwärme vereinfacht und damit die Wirtschaftlichkeit verbessert. Die Anwendungsgebiete liegen zunächst vor allem im Bereich der energieintensiven Industriebereiche wie beispielsweise bei der Herstellung von Eisen, Stahl und Baustoffen. Hier lassen sich Prozesse identifizieren, die eine Verstromung von Abwärme im Megawatt-Bereich erlauben. Insbesondere auch aufgrund der hohen Anzahl von Betriebsstunden können Investitionskosten erwartet werden, die unter den entsprechenden Kosten von regenerativen Energieerzeugungssystemen liegen. Da diese Branchen vor allem in den Schwellenländern ein hohes Wachstum aufweisen, ist in der speicherunterstützten Verstromung auch eine Exporttechnologie zu sehen. Vorteilhaft ist bei der

Integration thermischer Speicher in Industrieanlagen eine Mehrfachnutzung: Der Speicher kann dabei nicht nur für die Verstromung von Abwärme genutzt werden, sondern unterstützt beispielsweise auch die Gebäudebeheizung durch Abwärme.

Im Rahmen der Studie untersuchten Mitarbeiter der Stadtwerke Esslingen außerdem das Potenzial für die speicherunterstützte Verstromung bei Großkunden. Als Basis untersuchten sie die Kundenbedürfnisse bei der Einführung neuer Technologien zur verbesserten Abwärmenutzung. Sie empfehlen, die Installation eines Energiespeichers im Rahmen eines Anlagencontractings durchzuführen, um eine möglichst optimale Integration in den industriellen Prozess zu erreichen.

Peter Streiff

Wärmespeicher im Test

Stabilitätsuntersuchung von Sorptionsmaterialien für die Wärmetransformation

Die energetische Nutzung des Sorptionsprozesses im Wärmespeicher oder in der thermisch angetriebenen Wärmepumpe steht kurz vor dem Markteintritt. Wissenschaftler testen verschiedene Sorptionsmaterialien auf ihre Langzeitstabilität.

PROJEKT

StabiSorp – Hydrothermale Stabilitätsuntersuchungen von Sorptionsmaterialien und Verbundsystemen zur Wärmespeicherung und -transformation

Projektlaufzeit:
7/2008 bis 08/2010

KONTAKT

Dr. Stefan Henninger
Fraunhofer-Institut für Solare
Energiesysteme (ISE)
stefan.henninger@ise.fraunhofer.de
www.ise.fraunhofer.de

Links: Abkühlungsphase (blaue Leuchten) am Zyklusmessstand zur hydrothermalen Belastung von Verbundproben in drei unabhängig voneinander schaltbaren und thermostatisierten Vakuumkammern.

Rechts: Testaufbau zu Langzeit-Stabilitätsuntersuchungen von Verbundproben mit zeolith-artigem Sorptionsmaterial

Bilder: Fraunhofer ISE

Für den Einsatz in thermochemischen Wärmespeichern ist eine physikalische Eigenschaft von Sorptionsmaterialien besonders entscheidend: Einerseits können sie im Winter Feuchtigkeit aufnehmen und dabei Wärme abgeben, was man als Adsorption bezeichnet. Andererseits können sie im Sommer bei der so genannten Desorption überschüssige Wärme – beispielsweise von Solarkollektoren – unter Wasserabgabe langfristig speichern. Thermochemische Wärmespeicher bieten gegenüber konventionellen Depots in Form eines Wassertanks eine höhere Speicherdichte. Außerdem bleibt die Energie über Jahre fast verlustfrei gespeichert.

Der Sorptionsprozess lässt sich auch in thermisch angetriebenen Wärmepumpen für die Raumheizung nutzen. Hierbei müssen die Materialien die thermische Belastung von mehreren Tausend Zyklen innerhalb der Lebensdauer des Systems unbeschadet überstehen.

Bisher befinden sich viele Anwendungen, bei denen Sorptionsmaterialien

zum Einsatz kommen, noch im Entwicklungsstadium.

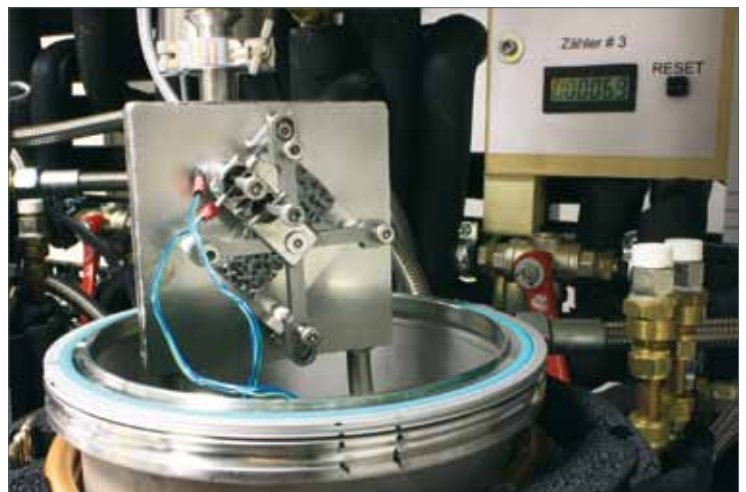
Projektziel und erste Testreihen

Im Rahmen des Forschungsschwerpunkts „Thermische Energiespeicher“ untersuchte Dr. Stefan Henninger mit seinem Team am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) unterschiedliche Speichermaterialien und Verbundsysteme, die sich für den Sorptionsprozess eignen. Ziel des Projekts war festzustellen, welche Materialien sich für den Einsatz in einem Wärmespeicher oder in einer Wärmepumpe für die Raumheizung eignen. Die Untersuchungen fanden im kleinen Maßstab statt. Das Projekt dient zum einen der grundlagenorientierten Materialforschung. Zum anderen kommt es dem Interesse von Unternehmen entgegen, die Entwicklungen an der Systemtechnik und der Auslegung einer Wärmepumpe und der dazu passenden Peripherie voranzutreiben. In ersten Testreihen standen die reinen Sorptionsmaterialien im Vordergrund, die die Wissenschaftler auf hydro-

thermale Belastungen und Exposition gegenüber Schadgasen untersuchten. Diese Kurzzyklentests umfassten jeweils bis zu 50 aufeinanderfolgende Ad- und Desorptionsphasen. Die Bearbeiter erhitzen die Proben unter konstanten Feuchtebedingungen abwechselnd auf 140 Grad Celsius und kühlten sie daraufhin auf 20 Grad Celsius ab. Die entscheidende Messgröße war dabei die Massenzunahme beziehungsweise Wasseraufnahme.

Sorptionsmaterialien

Als Materialien verwendeten die Experten beispielsweise Silicagele, Zeolithe, Aluminophosphate sowie Vertreter der neuen Materialklasse der metallorganischen Gerüstmaterialien. Silicagel, auch Kieselsäuregel genannt, ist ein farbloses amorphes Siliciumdioxid von gelartiger, gummiartiger bis fester Konsistenz. Es eignet sich als Gelier- oder Trockenmittel. Zeolith ist ein natürliches Silikat-Mineral, das auch synthetisch hergestellt werden kann. Es wird beispielsweise als Ionenaustauscher zur Wasserenthärtung oder in industriellen Katalysatoren verwendet.

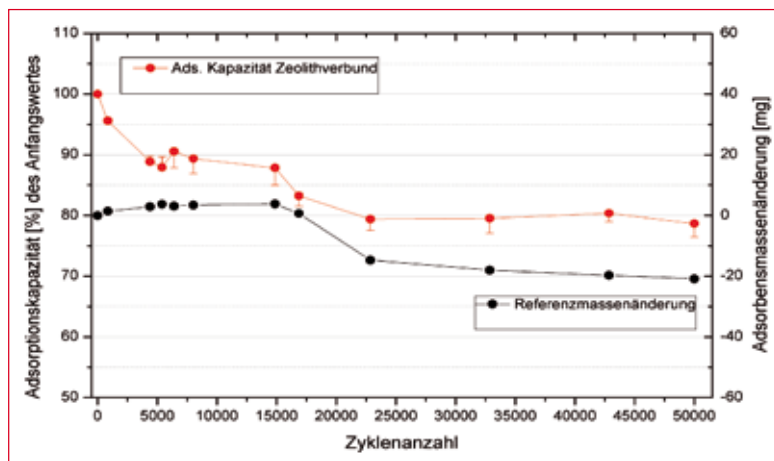


Aluminophosphate (AlPO) und Silica-Aluminophosphate (SAPO) sind eng mit den Zeolithen verwandt. Die noch sehr junge Klasse der metallorganischen Gerüstmaterialien, auch Koordinationspolymere genannt, zeichnet sich durch sehr hohe spezifische Oberflächen und Porenvolumen aus.

Alle Sorptionsmaterialien haben eine große innere Oberfläche, die sie stark wasseranziehend macht. Zeolithe können beispielsweise bis etwa 40 Prozent ihres Trockengewichts an Wasser speichern, das sie beim Erhitzen wieder abgeben. Einige Materialien zeigten in den Untersuchungen bereits nach wenigen Zyklen deutlich verschlechterte Sorptionseigenschaften und schieden für den weiteren Verlauf aus. In den nächsten Testreihen unterzogen die Wissenschaftler einige der zunächst stabilen Materialien einer Schadgasanalyse. Dabei ließen sie Kohlendioxid in den Messraum einströmen und untersuchten die verringerte Adsorptionskapazität der Materialien.

Verbundmaterialien im Langzeittest

Um die Materialbelastungen in einer Adsorptionswärmepumpe realitätsnah simulieren zu können, testeten die Wissenschaftler verschiedene Verbundmaterialien, so genannte Komposite, auf ihre Beständigkeit. Denn je nach Zyklendauer in der Anwendung und dem Jahresnutzungsgrad einer Wärmepumpe gehen Fachleute von mindestens 50.000 Zyklen während der angestreb-



Verlauf der Adsorptionskapazität und der Adsorbiermasse einer Kompositprobe auf Zeolith-Basis
Graphik: Fraunhofer ISE

ten Lebensdauer aus. Die Komposite haben den Vorteil, dass sie sich besser an Wärmetauscherflächen ankoppeln lassen – mit dem Effekt eines deutlich effizienteren Sorptionsprozesses.

Der Ablauf einer Langzeittestreihe besteht prinzipiell aus zwei Schritten, die wiederholt durchgeführt werden: Zum einen ist dies die hydrothermale Belastung der Probe in der auf schnelle Temperaturwechsel ausgelegten Zyklentestapparatur. Zum anderen findet vor der Belastung sowie in festgelegten Abständen mittels Thermogravimetrie eine Gleichgewichtsbestimmung statt, um Änderungen in der Adsorptionskapazität zu dokumentieren.

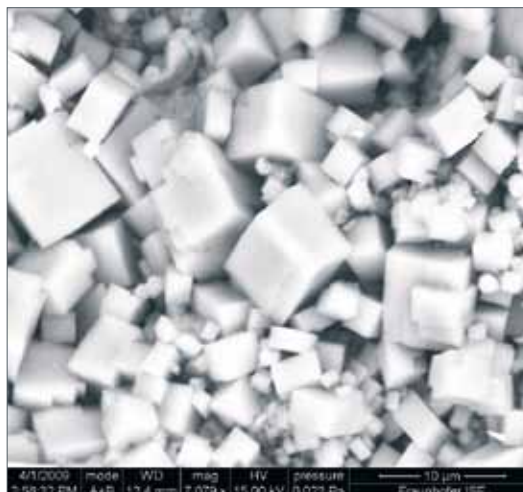
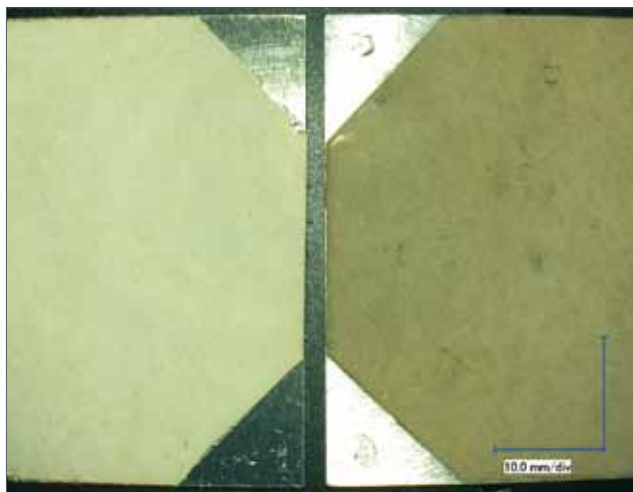
In der Zyklentestapparatur wird die Probe innerhalb eines Zyklus in drei Minuten von 25 Grad Celsius auf 120 Grad aufgeheizt und wieder auf 25 Grad abgekühlt. Die Probe befindet sich hierbei in einer reinen Wasserdampf-atmosphäre von zwölf Millibar. Die Gleichgewichtsbestimmung er-

folgt bei den Temperaturstufen 20, 60, 95 und 140 Grad, wobei der Messpunkt bei 140 Grad als Referenzpunkt dient.

Ergebnisse

Für die Testreihe zur Langzeitstabilität steht inzwischen am Fraunhofer ISE eine geeignete Anlage zur Verfügung. Die Messungen zeigen, dass die Adsorptionskapazität bei einigen Kompositproben sinkt, während gleichzeitig auch die Referenzmasse ab etwa 10.000 Zyklen abnimmt (vgl. Graphik). Daraus schließen die Wissenschaftler auf eine Änderung der chemischen und kristallinen Eigenschaften der Kompositproben. Die Empfehlung der Wissenschaftler: Wer beispielsweise eine Wärmepumpe plant, sollte diesen als Degradation bezeichneten Kapazitätsverlust unbedingt berücksichtigen. Aus Sicht der Forscher eignen sich die getesteten Materialien dennoch für die geplanten Adsorptionsanwendungen.

Peter Streiff



Links: Komposite vor dem Test (links) und nach Ablauf von 50.000 Zyklen
Rechts: Zeolithe mit einer Größe von 1 bis 10 µm
Bilder: Fraunhofer ISE

Speicherpotenzial ausreizen

Schichtspeicher zur Effizienzsteigerung von Adsorptionswärmepumpen

Kern eines neuartigen Systemkonzepts für Adsorptionswärmepumpen ist ein Schichtspeicher. Die temperaturgesteuerte Ein- und Ausschichtung der Wärmeträgerflüssigkeit führt zu einer höheren Arbeitszahl der Wärmepumpe. Ein Basispatent ist angemeldet.

PROJEKT

StratiSorp – Neuartiges Schichtspeichersystem zur Effizienzsteigerung von Adsorptionswärmepumpen und -kältemaschinen

Projektlaufzeit: 7/2008 bis 11/2010

KONTAKT

Dr. Ferdinand Schmidt
 Fachgebiet Strömungsmaschinen (FSM)
 Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
 Campus Süd
 schmidt@kit.edu
 www.fsm.kit.edu/srg

Die steigenden Energiekosten, erhöhte Anforderungen an die Energieeffizienz in Wohngebäuden sowie das gestiegene Umweltbewusstsein haben die Nachfrage nach Wärmepumpen in den letzten Jahren deutlich erhöht. Während Kompressionswärmepumpen am Markt etabliert sind, steckt die Adsorptionstechnologie für diesen Bereich noch im Entwicklungsstadium.

In einer Adsorptionswärmepumpe verdampft ein Kältemittel – in diesem Projekt Wasser – und nimmt so Umweltwärme auf. Der Wasserdampf wird an der Oberfläche eines Feststoffs – beispielsweise Zeolith – adsorbiert. Dieser Vorgang setzt Wärme auf einem höheren Temperaturniveau frei. Nach der Sättigungsphase des Zeoliths wird in der Desorptionsphase das Wasser wieder aus dem Feststoff ausgetrieben. Dies geschieht mit der Unterstützung einer externen Wärmequelle (vgl. Graphik 1).

Im Rahmen des Projekts „StratiSorp“ untersuchten Wissenschaftler der Forschungsgruppe Energie- und Gebäudetechnologie am Fachgebiet Strömungsmaschinen des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) die verbesserte energetische Nutzung der Sorptionsprozesse.

Patent angemeldet

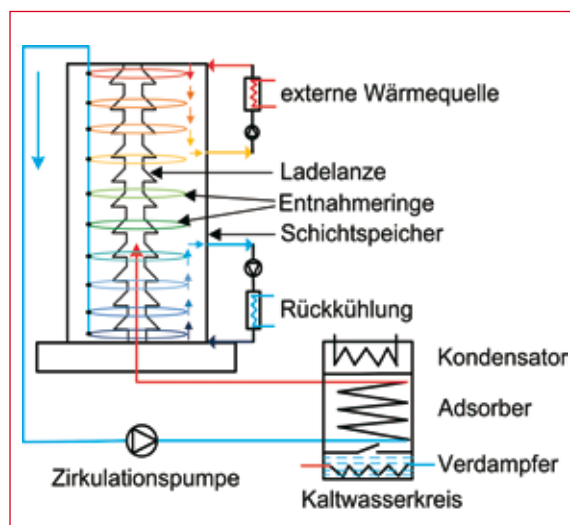
Ziel des Projekts ist die detaillierte Bewertung eines neuartigen Systemkonzepts für Adsorptionswärmepumpen, das auf der Integration eines Schichtspeichers in den Wärmepumpenzyklus basiert. Die Wissenschaftler untersuchen das System für Antriebswärmequellen im Temperaturbereich von 150 bis 300 Grad Celsius, beispielsweise für Gasbrenner, konzentrierende Solarkollektoren oder für Abwärme von Mikrogasturbinen.

Der neu konzipierte Schichtspeicher ermöglicht eine gezielte temperaturgesteuerte Einschichtung und Ausschichtung

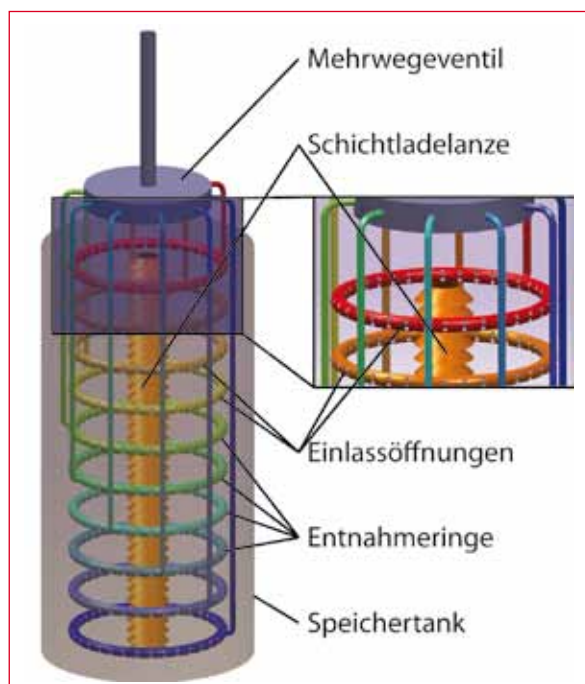
der Wärmeträgerflüssigkeit, um den Adsorber während des gesamten Zyklus mit geringen Temperaturdifferenzen betreiben zu können. Vorteil dieses Konzepts ist eine gute interne Wärmerückgewinnung, die gegenüber dem Stand der Technik zu einer deutlich höheren Arbeitszahl der Wärmepumpe führt. Die Arbeitszahl bezeichnet hier das Verhältnis zwischen erzeugter Wärmeleistung und der eingesetzten Antriebswärme. Bereits in der Vorbereitungsphase des Projekts meldeten die Wissenschaftler um Dr. Ferdinand Schmidt ein Basispatent auf das System an.

System optimiert

Um das neuartige Systemkonzept zu optimieren, veränderten die Wissenschaftler in ihrem Modell sowohl den Aufbau des Schichtspeichers und das Adsorber-Material als auch das Wärmeträgerfluid (Thermoöl oder Wasser). Der Speicher enthält ein Mehrwege-



Graphik 1: Schema einer Adsorptionswärmepumpe mit Schichtspeicher



Graphik 2: Modell eines thermischen Schichtspeichers mit Entnahmeringen für temperaturselektive Ein- und Ausschichtung des Fluids

Bilder: Karlsruher Institut für Technologie (KIT)/FSM



ventil sowie mehrere Entnahmeringe mit Einlassöffnungen. Eine Ladelanze erlaubt die temperaturselektive Einschichtung von Fluid in den Speicher. Die Entnahmeringe ermöglichen die Wiederverwendung dieses Fluids bei verschiedenen Temperaturen, je nachdem, welche Temperatur gerade benötigt wird (vgl. Graphik 2 und 3).

Als Adsorber-Materialien kommen ökologisch unbedenkliche Zeolithe zum Einsatz, deren Name sich aus dem Griechischen als „siedender Stein“ ableitet. Sie können in ihren Mikroporen große Mengen Dampf aufnehmen und durch Adsorption binden.

Die Modellrechnungen zeigen, dass sich der Zeolith 13X bei den im Projekt vorgesehenen Prozesstemperaturen besonders gut zur internen Wärmerückgewinnung eignet. Dies zeigt der Vergleich der Wärmekurven zweier Zeolithe (vgl. Graphik 4): Die Überlappung zwischen der jeweils bei einer bestimmten Temperatur im Adsorptionshalbzyklus abgegebenen und der im Desorptionshalbzyklus benötigten Wärme sollte möglichst groß sein: Er entspricht der zwischen den Halbzyklen zurückgewinnbaren Wärme. Aus thermodynamischer Perspektive wäre Wasser ein besonders geeignetes Wärmeträgerfluid: Seine hohe thermische Kapazität erlaubt geringe

Massenflüsse und reduziert damit die hydraulische Pumpenergie; außerdem ist es kosteneffizient und umweltfreundlich. Noch wichtiger aber ist für die thermodynamische Effizienz die hohe Wärmeleitfähigkeit, die eine sehr gute Wärmeübertragung im Adsorber ermöglicht. Leider kann Wasser bei über 100 Grad Celsius nur unter erhöhtem Druck flüssig gehalten werden. Dabei ist dann die Betriebssicherheitsverordnung zu berücksichtigen, was die Kosten erhöht. Als Alternative betrachteten die Wissenschaftler die Verwendung von Thermoöl, das auch oberhalb von 100 Grad Celsius und bei Umgebungsdruck flüssig bleibt. Allerdings ist die Wärmeleitfähigkeit im Vergleich etwa um den Faktor sechs geringer. Ein zusätzlicher Aufwand gegen Leckagen ist erforderlich und auch in der Anschaffung verursacht Thermoöl höhere Kosten.

Attraktive Arbeitszahlen

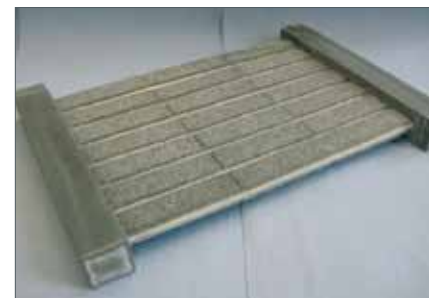
Die Ergebnisse der Systemsimulationen zeigen, dass die Arbeitszahlen für das Hochtemperaturesystem mit Thermoöl und Zeolith 13X etwas geringer sind als die Vorergebnisse erwarten ließen. Dies resultiert insbesondere aus den im Vergleich zu Wasser schlechteren Wärmeübertragungseigenschaften von Thermoöl: Der Vorteil des hohen Wär-

merückgewinnungspotenzials kann so kaum ausgenutzt werden.

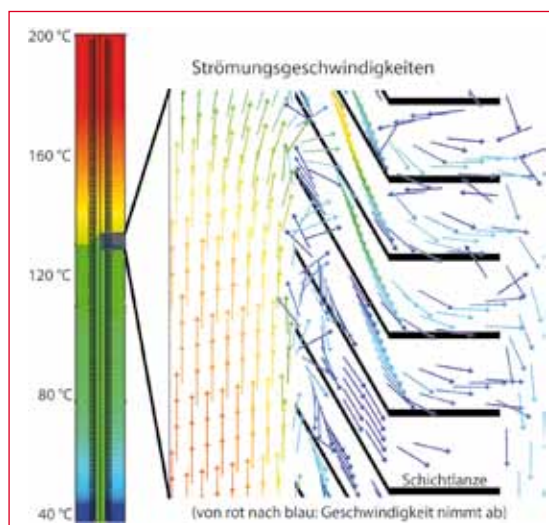
Hingegen eignet sich für Anwendungen mit geringeren Antriebstemperaturen bis etwa 130 Grad Celsius das System mit Wasser als Wärmeträgerfluid. Diese Temperatur liegt nahe an den Antriebstemperaturen der ersten marktverfügbaren Gaswärmepumpen für den kleinen Leistungsbereich bis 15 Kilowatt. Sie erreichen eine Jahresarbeitszahl von etwa 1,2.

Die Wissenschaftler am KIT sehen für diesen Temperaturbereich deutliches Verbesserungspotenzial: Das StratiSorp-System mit Wasser als Wärmeträgerfluid erreicht in den Systemsimulationen mit modifizierten Y-Zeolithen sehr attraktive Arbeitszahlen, die im Bereich von etwa 1,5 bis 1,8 liegen. Die Höhe ist abhängig vom Betriebspunkt und von der Systemauslegung. Dieser niedrige Temperaturbereich eignet sich auch für die Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung und die solare Kühlung, weil hier nur geringe Antriebstemperaturen zur Verfügung stehen. Zu diesen Anwendungen sind Kooperationen mit Industriepartnern geplant.

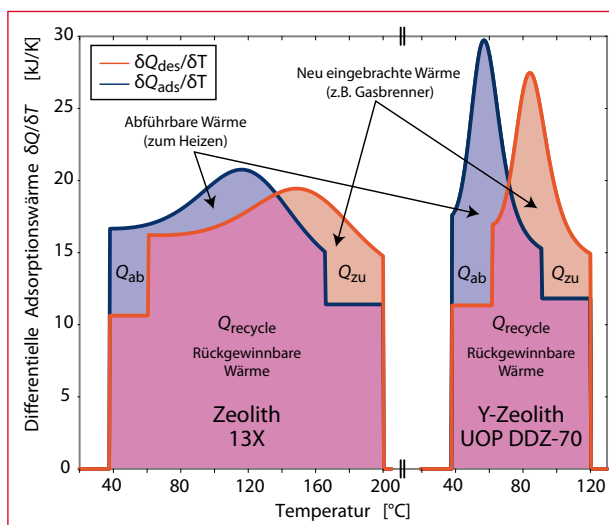
Peter Streiff



Wärmetauscher mit aufgebrachtem Zeolith
Bild: Fraunhofer ISE



Graphik 3: Schichtspeicher (links) mit zentraler Ladelanze (schwarz). Die Farben zeigen die Temperaturen im Speicher. In der Lanze strömt Fluid mit 130 °C ein (grün). Es schichtet sich entsprechend seiner Temperatur ein. - Vergrößerung (rechts) dieses Bereichs: Die Pfeile zeigen die Richtung und den Betrag der Strömungsgeschwindigkeiten (rot: groß, blau: klein), schwarz sind die Elemente der Ladelanze.



Graphik 4: Differentielle Wärmekurven der Zeolithe 13X und UOP DDZ-70. Dargestellt ist das Adsorptions- und Desorptionsverhalten bei materialangepassten Temperaturbereichen. Die roten Kurven zeigen die bei der Desorption benötigte differentielle Wärme, die blauen die bei der Adsorption freierwerdende. Die Flächen unter den Kurven entsprechen den jeweils umgesetzten Wärmemengen. Die Überlappung der Flächen entspricht der rückgewinnbaren Wärme.

Bilder: Karlsruher Institut für Technologie (KIT)/FSM

Auf dem Weg ins Wasserstoff-Zeitalter

Können Brennstoffzellen-Heizgeräte auch mit regenerativ erzeugtem Wasserstoff betrieben werden?

Die „Vision Brennstoffzelle“ nähert sich ihrer Realisierung. Zahlreiche Brennstoffzellen-Heizgeräte laufen derzeit im Testbetrieb. Versorgt werden sie mit Erdgas. Drei Stuttgarter Forschungsinstitute haben nun demonstriert, dass es auch ohne fossile Brennstoffe geht.

PROJEKT

Betrieb eines 4-kWe-PEM-Brennstoffzellensystems mit regenerativen Brennstoffen

Projektlaufzeit:
10/2006 bis 3/2009

KONTAKT

Dr. Michael Specht
Zentrum für Sonnenenergie-
und Wasserstoff-Forschung
Baden-Württemberg (ZSW),
Stuttgart
michael.specht@zsw-bw.de
www.zsw-bw.de

Prof. Dr.-Ing. Oliver Sawodny
Institut für Systemdynamik,
Universität Stuttgart
oliver.sawodny@isys.uni-
stuttgart.de
www.isys.uni-stuttgart.de

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Niekem
Institut für Chemische Verfahr-
renstechnik, Universität Stuttgart
ulrich.niekem@icvt.uni-stuttgart.de
www.icvt.uni-stuttgart.de

Blick auf die System-
steuerung des Demon-
strations-Brennstoffzell-
ensystems, das am ZSW
vom Erdgasbetrieb auf den
Brennstoff Dimethylether
(DME) umgestellt wurde

Bilder: ZSW

Erdgas gilt als ideale Brücke auf dem Weg ins Wasserstoff-Zeitalter: Es besteht zu 90 Prozent aus der wasserstoffreichen Verbindung Methan (CH_4). Und Erdgas kommt heute schon dorthin, wo zukünftig Brennstoffzellen-Heizgeräte stehen sollen – in Deutschlands Heizungskeller. Einziger Nachteil, der die Ökobilanz trübt: Erdgas ist ein fossiler Brennstoff, der nicht endlos zur Verfügung steht. Dennoch kommen erdgasbetriebene Brennstoffzellen-Blockheizkraftwerke bei ihrer gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung auf hohe elektrische und thermische Wirkungsgrade. Rund 60 Prozent der eingesetzten Primärenergie werden in Nutzwärme, rund 30 Prozent in Strom umgewandelt.

Zu einer nachhaltigen Energietechnik werden Brennstoffzellen jedoch erst, wenn auch der Wasserstoff aus regenerativen Quellen stammt. An dieser Frage arbeiteten das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW),

das Institut für Chemische Verfahrenstechnik (ICVT) und das Institut für Systemdynamik (ISYS) im Rahmen des vom Land initiierten Programms „Herausforderung Brennstoffzelle“ zweieinhalb Jahre lang.

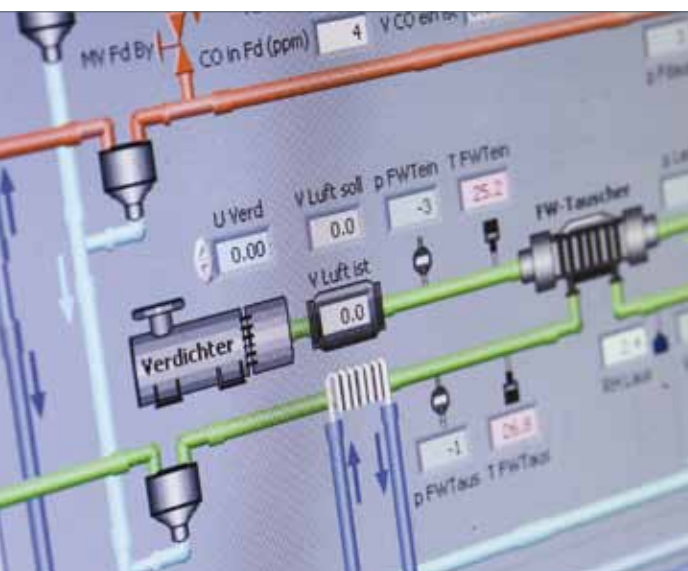
Demonstrationsanlage made in Stuttgart

Im ZSW steht eine ursprünglich mit Erdgas betriebene PEM-Brennstoffzellen-Demonstrationsanlage mit vier Kilowatt elektrischer Leistung (siehe Kasten S. 13). „Diese Anlage haben wir für den Einsatz von regenerativen Brennstoffen umgerüstet. Wir konnten nachweisen, dass damit ein zuverlässiger Betrieb mit einer noch besseren Klimabilanz möglich ist“, fasst Dr. Michael Specht vom ZSW zusammen. Am Anfang stand jedoch die Wahl des passenden Wasserstoffträgers. Die Auswahl an regenerativen Medien reichte von aus Biomasse gewonnenem Methanol, Ethanol und Dimethylether (DME) über Pflanzenöl und Biodiesel

bis zu synthetischen Kohlenwasserstoffen. Auswahlkriterien waren unter anderem der einfache Umgang sowie der Aufwand, mit dem aus den chemischen Verbindungen ein möglichst reines und wasserstoffreiches Prozessgas gewonnen werden kann. Ohne eine solche vorgeschaltete Reformierung funktioniert normalerweise keine PEM-Brennstoffzelle. Denn dieser mit maximal 160 Grad arbeitende Zellentyp ist auf ein sehr sauberes Prozessgas angewiesen, damit die hochempfindlichen Katalysatoren keinen Schaden nehmen. Diese Katalysatoren auf den Elektroden beschleunigen die chemische Reaktion in einer PEM-Brennstoffzelle.

Reformversuche

Zum Projekt gehörte somit auch der Test verschiedener Reformer und Katalysatoren. Der am ZSW verwendete FLOX[®]-Reformer von WS Reformer arbeitet bei über 700 Grad. Vor dem Eintritt in die Niedertemperatur-Brennstoffzelle muss das Brenngas



entsprechend abgekühlt werden. Außerdem kam ein am ICVT entwickelter Faltreformer zum Einsatz. Dessen Vorzüge erläutert Institutsleiter Prof. Dr.-Ing. Ulrich Niekien: „Unser Faltreformer erlaubt niedrigere Betriebstemperaturen und erweitert damit das Spektrum der Einsatzbedingungen.“ Bei den Katalysatoren-Tests ging es vor allem darum, möglichst langlebige zu identifizieren, um die Wartungsintervalle des Gesamtsystems zu verlängern und gleichbleibend hohe Wirkungsgrade zu sichern.

Neben der Brennstoffzelle und dem Reformier spielt auch das Management des Gesamtsystems eine entscheidende Rolle, also Regelung und Betriebsführung. Die Basis dafür waren vom ICVT erstellte mathematische Modelle für die Reformierungsstufe. Im Rahmen des Verbundprojekts wurden zusammen mit dem ISYS auf die regenerativen Brennstoffe zugeschnittene Betriebskonzepte und -strategien erarbeitet.

Ausgehend von der gewünschten Wärmeleistung errechnet die Steuerung die Menge an Wasserdampf und Brenngas, die im Reformier zu einem für die Brennstoffzelle geeigneten Brenngas reagieren. „Wir haben das Regelungstool im realen Versuchsbetrieb weiterentwickelt. Dabei musste sich das Systemmanagement auf den Wechsel vom Volllast- zum Teillastbetrieb einstellen und auf die Alterungseffekte



Strom und Wärme als Ergebnis der elektrochemischen Reaktion in einer Brennstoffzelle. Bild: Initiative Brennstoffzelle

Brennstoffzellen: Typen und Einsatzbereiche

Brennstoffzellen erzeugen Wärme und Strom nicht über eine Verbrennung, sondern mittels einer **elektrochemischen Reaktion**. Dabei wird der Anode Wasserstoff, der Kathode Sauerstoff zugeführt. Beide Elektrodenräume sind durch einen Elektrolyten getrennt. Mithilfe eines Katalysators werden die Wasserstoffmoleküle in positiv geladene Protonen und negativ geladene Elektronen aufgespalten. Die Elektronen wandern über den geschlossenen Stromkreis zur Kathode – es entsteht ein **Stromfluss**. Damit eine ausreichend hohe Spannung entsteht, werden mehrere Zellen zu sogenannten Brennstoffzellen-„Stacks“ (Stapeln) in Reihe geschaltet. Die Protonen wandern durch den Elektrolyten und vereinigen sich auf der Kathodenseite mit Sauerstoff und den Elektronen aus dem äußeren Stromkreis zu Wasserdampf. Bei

der Reaktion wird zudem **nutzbare Wärme** frei. Brennstoffzellen gibt es in Größenordnungen vom kleineren Kraftwerk bis zur Bordstromversorgung von Wohnmobilen. Dabei kommen verschiedene Zellentypen zum Einsatz, die nach ihrer Betriebstemperatur und dem eingesetzten Elektrolyten unterschieden werden: Für die Hausenergieversorgung werden **Niedertemperatur-Brennstoffzellen des Typs PEM** (Elektrolyt Polymer-Membran; Arbeitstemperatur 80 bis 160 Grad) oder Hochtemperatur-Brennstoffzellen des Typs SOFC (Elektrolyt Zirkonoxidkeramik; Arbeitstemperatur 600 bis 1.000 Grad) eingesetzt. Portable Anwendungen nutzen zudem **Direkt-methanol-Brennstoffzellen des Typs DMFC** (Elektrolyt Kunststoffmembran; Arbeitstemperatur 80 bis 130 Grad).



Hier wird der Reformier vor der Integration in das Gesamtsystem getestet. Bilder: ZSW

Callux-Testanlage in einem Kindergarten in Oberderdingen. Installiert ist eine mit Erdgas betriebene SOFC-Brennstoffzelle von Hexis, die die Wärme-Grundlast des Gebäudes abdeckt und gleichzeitig Strom erzeugt. Für die Wärme-Spitzenlast ist ein integriertes Gas-Brennwertgerät zuständig.

Bilder: Callux



Herausforderung Brennstoffzelle – für Forschung und Industrie

Im Vergleich zur herkömmlichen, getrennten Wärme- und Stromerzeugung sparen Brennstoffzellen-Heizgeräte 25 bis 35 Prozent CO₂ ein. Neben den hohen elektrischen und thermischen Wirkungsgraden arbeiten sie außerdem leise und vibrationsfrei. Und sie unterstützen das Konzept einer dezentralen Stromerzeugung in kleinen Einheiten.

Derzeit befinden sich Brennstoffzellen-Heizgeräte zwar schon im Alltags-Testbetrieb, sei es im Heizungskeller oder als Antrieb von Pkws und Bussen. Dennoch besteht nach wie vor ein immenser Forschungsbedarf: Die einzelnen Komponenten müssen perfektioniert werden, das Gesamt-

system muss kompakter, leichter, langlebiger und kostengünstiger werden, bevor die Aggregate konkurrenzfähig zu etablierten Heizungs- und Antriebssystemen sind. Erst wenn diese Konkurrenzfähigkeit erreicht sein wird, sind Brennstoffzellen marktreif. Experten gehen davon aus, dass dies frühestens Mitte des Jahrzehnts der Fall sein wird. Im Rahmen des 2008 gestarteten **Callux**-Projekts werden in den nächsten Jahren bundesweit insgesamt 800 Brennstoffzellen-Heizgeräte unter Alltagsbedingungen installiert, betrieben, gewartet und weiterentwickelt. Alle Akteure sind in die Feldtests eingebunden: Hersteller, Energiewirtschaft, Fachhandwerk und nicht zuletzt die Forschung. Das Zent-

rum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) koordiniert die Projekte. Weitere Infos: www.callux.net

Politische Unterstützung erfährt die Brennstoffzellen-Technologie in Form des **Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie** (NIP). Auch das Callux-Projekt wird aus diesem Topf gefördert.

Herausforderung Brennstoffzelle war der Titel des Forschungsprogramms des Landes Baden-Württemberg, über das 2006 bis 2009 insgesamt sieben Projekte gefördert wurden. Auf den Seiten 12 bis 18 werden drei dieser Projekte vorgestellt.

der Komponenten reagieren“, erläutert ISYS-Projektleiter Prof. Dr.-Ing. Oliver Sawodny. Beide Situationen hat die Regelung erfolgreich gemeistert. Damit sorgt sie für einen gleichbleibend effizienten Betrieb über die Lebensdauer des Brennstoffzellen-Systems. Außerdem wird die Bedienung durch den Nutzer bzw. Fachhandwerker vereinfacht.

Konkurrenzfähige Brennstoffe

Unter den getesteten regenerativen Energieträgern machte schließlich Dimethylether (DME) das Rennen. Das ungiftige, leicht entzündliche Gas kann beispielsweise aus der Vergasung von Biomasse hergestellt werden. Handhabung und Lagerung von DME sind laut Projektleiter Specht so unkompliziert

wie beispielsweise bei Flüssiggas. Im Vergleich zu den ebenfalls geeigneten Methanol und Ethanol gab die einfachere Dampfreformierung den Ausschlag pro DME. So können beispielsweise kommerziell erhältliche Katalysatoren verwendet werden, und das Gesamtsystem ist weniger komplex aufgebaut. Regenerative Rohstoffe für den Energieträger DME stehen in Baden-Württemberg in großer Menge zur Verfügung, da neben speziell angebaute Biomasse auch Reststoffe wie Stroh oder Restholz genutzt werden können.

Vom BHKW zum Lkw

Die Demonstrationsanlage erzielte elektrische Wirkungsgrade zwischen etwa 28 und 30 Prozent. Mit diesen

mit Erdgas-Systemen vergleichbaren Werten eröffnen sich für eine DME-betriebene PEM-Brennstoffzelle Perspektiven im stationären und im mobilen Einsatz. Das System kann in Form kleiner Haus-Blockheizkraftwerke (Mikro-BHKW) zur Strom- und Wärmeversorgung eingesetzt werden. Und da DME auch in Dieselmotoren verbrannt werden kann, wäre auch die Bordstromversorgung von Lkws ein möglicher Einsatzbereich. DME würde in diesem Fall auf herkömmliche Weise den Lkw-Motor antreiben sowie über eine Brennstoffzelle Strom zum Beispiel für eine Kühlanlage gewinnen – und dies deutlich effizienter als über die Lichtmaschine.

Stefan Kriz



Gute Performance

Neuartige Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzelle entwickelt

Eine schnelle Aufheizphase sowie die effektive Abfuhr der Verlustwärme stellen in vielen Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzellen noch immer die größte Herausforderung dar. Mit dem Einsatz einer Heatpipe in die Bipolarplatten eines Brennstoffzellen-Stapels ist den Wissenschaftlern des Instituts für Mikrosystemtechnik (IMTEK) und des Fraunhofer ISE in Freiburg ein effizientes Wärmemanagement von Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzellen gelungen.

PEM-Brennstoffzellen (siehe Kapitel S. 13) gelten als Favoriten bei der Erzeugung elektrischer Energie insbesondere für mobile Anwendungen. Ein Trend bei der Weiterentwicklung dieses normalerweise bei 80 bis 160 Grad arbeitenden Brennstoffzellentyps besteht darin, die Arbeitstemperaturen zu erhöhen. Dies würde die Toleranz gegenüber Kohlenmonoxid-Verunreinigungen erhöhen, und es könnte auf ein spezielles Wassermanagement verzichtet werden. Gleichzeitig besteht die Herausforderung darin, eine schnelle Aufheizphase zu ermöglichen sowie die hohe Verlustwärme effektiv abzuführen.

Arbeitstemperaturen von 160 bis 180 Grad sowie ein effizientes Wärmemanagement haben sich die Forscher der beiden Freiburger Institutionen zum Ziel gesetzt. Gleichzeitig sollte der neu entwickelte Brennstoffzellen-Stapel möglichst Material sparend und langlebig konstruiert sein.

Die Heatpipe macht's

Das entscheidende Bauteil, mit dem die gesteckten Ziele schließlich erreicht wurden, ist eine in den Brennstoffzellen-Stack eingebaute Heatpipe. Heatpipe heißt wörtlich übersetzt „Wär-

merohr“. Bei der Entwicklung dieser innovativen Wärmeüberträger mussten zahlreiche Faktoren berücksichtigt werden, die vom hohen Innendruck über die möglichst gute Wärmeleitfähigkeit bis hin zu den Produktionskosten reichten. Die Wärmezufuhr in der Startphase und die Nutzwärmeabfuhr im Betrieb erfolgen über ein Arbeitsfluid innerhalb der Heatpipe.

Das Funktionsprinzip (siehe Graphik): Die von der Brennstoffzelle (linke Seite) erzeugte Wärme lässt das Arbeitsfluid in der Heatpipe auf der Wärmeseite verdampfen. Der Druckunterschied zwischen den beiden Enden der Heatpipe führt zu einem sehr schnellen Transport von der heißen Verdampfungs- zur kühleren Kondensationszone (rechte Seite). Dort gibt der Dampf seine latente Wärme ab und kondensiert. Mittels Kapillarkräften kehrt der kondensierte Dampf durch speziell strukturierte Kanäle gekühlt zur Wärmequelle zurück, wo der Verdampfungs-/Kondensationszyklus wieder von vorne beginnt. Dieser Prozess lässt sich ebenso gut umkehren und somit für die Startphase nutzen, um der Brennstoffzelle Wärme zuzuführen. Bevor die Neuentwicklung gebaut und am Fraunhofer ISE unter verschiedenen Betriebsbedingungen getestet wurde,

standen unter der Leitung von Dr. Claas Müller am IMTEK der Universität Freiburg Entwicklungsarbeiten und Simulationsrechnungen auf dem Programm. Hier stellte sich unter anderem die Frage, ob konventionelle Kupfer-Heatpipes oder eine neuartige, vollständig integrierte Silizium-Heatpipe eingesetzt werden sollen.

Kupfer oder Silizium?

Die Anforderungen an das Heatpipe-Material waren vielfältig: Es muss hochtemperatur- und korrosionsbeständig sein sowie bei den anvisierten Arbeitstemperaturen von 160 bis 180 Grad Wärme und Strom gleichermaßen gut leiten. Für konventionelle Heatpipes aus Kupfer sprach deren hervorragende Wärmeleitfähigkeit sowie das Wegfallen des Befüllvorgangs für das Arbeitsfluid. Zwar sind sie mit fünf Millimetern fünfmal so hoch wie die nur einen Millimeter messenden Silizium-Heatpipes. „Dadurch verringert sich aber auch der thermische Widerstand, sodass sich gegenüber Silizium eine um das Fünffache höhere Wärmeleistung transportieren lässt“, erläutert IMTEK-Projektleiter Dr. Claas Müller. Seine Erklärung, warum die Entscheidung der Projektverantwortlichen dennoch zugunsten

PROJEKT

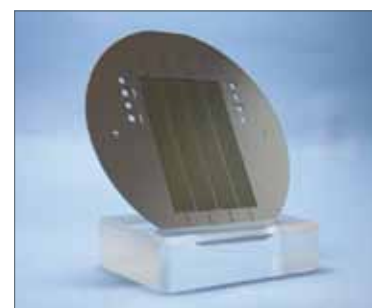
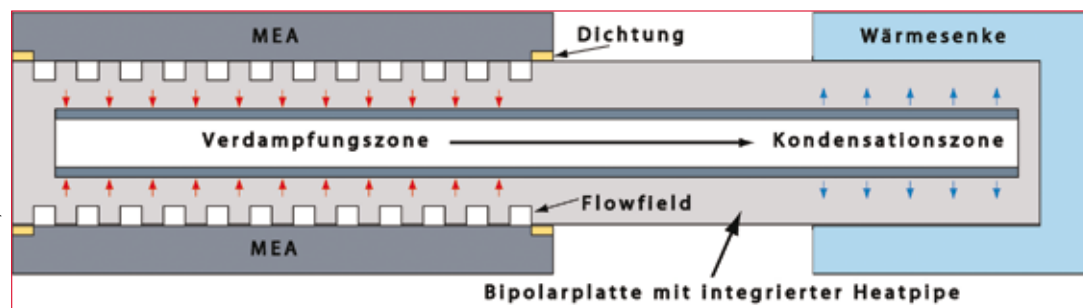
Hochtemperatur-PEM auf Basis funktionsintegrierter innovativer Komponenten zum Einsatz regenerativer Kohlenwasserstoffe in der Kraft-Wärme-Kopplung

Projektlaufzeit: 10/2006 bis 3/2009

KONTAKT

Dr. Claas Müller
Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK), Universität Freiburg
claas.mueller@imtek.uni-freiburg.de
www.imtek.uni-freiburg.de
Dipl.-Ing. Ulf Groos
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg
ulf.groos@ise.fraunhofer.de
www.ise.fraunhofer.de

Links: Aufbau einer Brennstoffzellen-Einheit mit integrierter Heatpipe. MEA = Membran-Elektroden-Einheit
Rechts: Heatpipes auf dem Silizium-Wafer.



Bilder: IMTEK/Fraunhofer ISE



Detail der Hochtemperatur-PEM-Testzelle. Auch Goldstifte kamen dabei zum Einsatz.

von Silizium fiel: „Grundsätzlich eignen sich beide Materialien. Wir hatten aber die Idee, die Heatpipes und auch die umgebenden Bipolarplatten aus demselben Material zu fertigen – eben Silizium. Dadurch erhält man ein vollständig integriertes System, und es lässt sich ein sehr guter Wärmeübergang zwischen den beiden Komponenten erzielen.“ Auch der Nachteil, dass im Gegensatz zu konventionellen Kupfer-Heatpipes ein separater Befüllvorgang für das Arbeitsfluid nötig ist, wurde in Kauf genommen. „Eine automatische Befüllung wäre vorteilhaft“, so Müller.

Prototyp im Test

Die am IMTEK gefertigten Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzellen mit Heatpipes und Bipolarplatten aus Silizium sowie einer Membran, die auf die hö-

heren Systemtemperaturen ausgelegt ist, wurden beim Projektpartner Fraunhofer ISE getestet. Projektleiter Ulf Groos sagt, worauf es dabei ankam: „Zum einen ging es darum, unterschiedliche Betriebsbedingungen durchzuspielen: verschiedene Temperaturen, Drücke und Gasflussraten, zum anderen, den Einfluss von Kohlenmonoxid im Reformatgas auf die Leistungsdichte der Brennstoffzelle zu untersuchen.“ Entscheidende Fragen bei den Messungen waren: Wie verteilen sich die Temperaturen in der Zelle? Und wie effizient verläuft die Auskopplung der Nutzwärme?

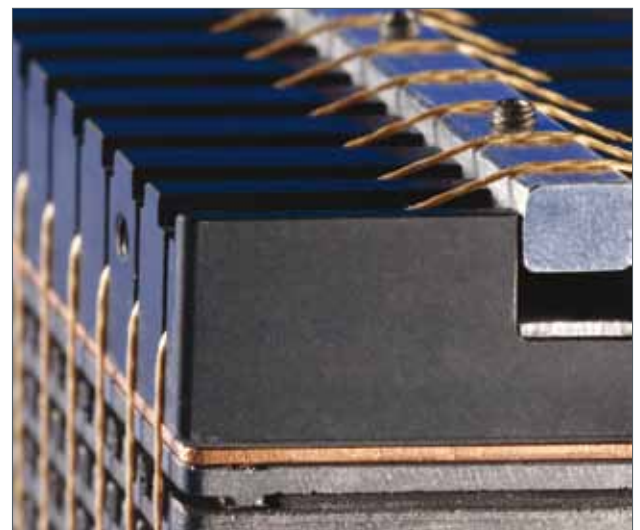
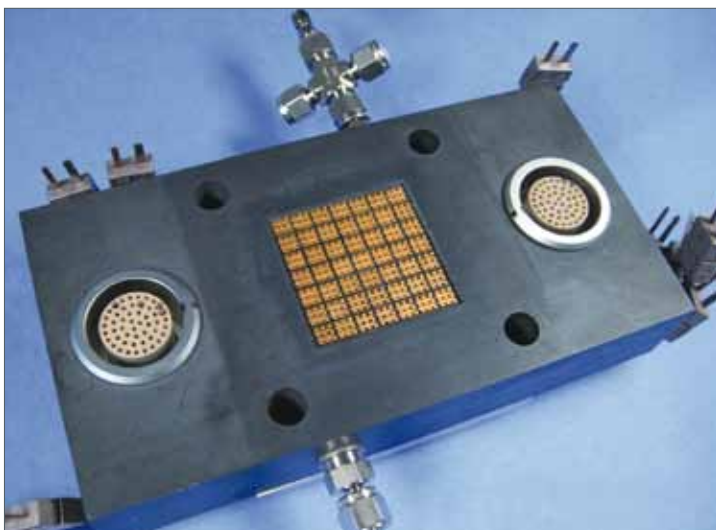
Die Forscher wollten darüber hinaus wissen, ob die Brennstoffzelle für ein wasserstoffreiches Gas aus biogenen Kraftstoffen wie etwa Bioethanol geeignet ist (vgl. hierzu das auf den Seiten 12f. beschriebene Projekt). Um dies zu

ermitteln, wurde an der Anode nicht nur reiner Wasserstoff zugeführt, sondern auch eine Wasserstoff-Kohlenmonoxid-Mischung in unterschiedlichen Konzentrationen. So konnte die Wirkung „unreiner“ Prozessgase auf die sensiblen Katalysatoren und Membranen der Brennstoffzelle untersucht werden.

Die beiden Projektpartner sind sich einig: „Wir haben die Ziele des Vorhabens erreicht. Die Testzelle hat sich als kompaktes, effizientes und robustes Modul erwiesen. Mithilfe der in die Bipolarplatte integrierten Heatpipe und der Umsetzung in Silizium ist ein sehr kompakter Aufbau bei gleichzeitig sehr guter Wärmeauskopplung möglich. Auch bei einem hohen CO-Gehalt im Reformatgas werden bei entsprechend hohen Temperaturen gute Leistungsdichten erzielt.“

Stefan Kriz

Links die Testzelle, wie sie im Fraunhofer ISE im Rahmen des Projekts verwendet wurde. Rechts der aktuelle Hochtemperatur-PEM-Brennstoffzellen-Stack, in dessen Entwicklung Projektergebnisse eingeflossen sind.



Bilder: IMTEK/Fraunhofer ISE

Robust, kompakt und effizient

Engler-Bunte-Institut arbeitet an konkurrenzfähigen Erdgas-Brennstoffzellen

Wenn in einigen Jahren die ersten Brennstoffzellen-Heizgeräte um die Gunst der Energieverbraucher werben, werden nur robuste, kompakte und vor allem effiziente Anlagen im Wettbewerb mit anderen Heiztechniken bestehen können. Der Verbesserung dieser drei Eigenschaften haben sich die Forscher um Professor Rainer Reimert gewidmet. Dabei konzentrierten sie sich auf erdgasbetriebene PEM-Brennstoffzellen, die bereits an der Schwelle zur Markteinführung stehen.

Wer mit Druck nicht umgehen kann, der verliert: Diese unter Sportlern gültige Binsenweisheit birgt auch bei der Brennstoffzellen-Forschung ein Körnchen Wahrheit. Denn wollen Brennstoffzellen-Heizgeräte ab etwa Mitte des Jahrzehnts ihren Anteil auf dem Heizungsmarkt erobern, dann muss ihre Technik reibungslos funktionieren. Und ein Ansatzpunkt für technologische Vereinfachungen und Verbesserungen ist eben der Druck, mit dem sich das Erdgas im Zuge seiner Aufbereitung zu einem wasserstoffreichen Brenngas durch das System bewegt. Genauer: die Verringerung des Druckverlustes.

Odyssee des Gases

Die verschlungenen Pfade des Erdgases vom Reformier zur Zelle beschreibt Projektleiter Prof. Dr.-Ing. Rainer Reimert so: „Mehrere Reaktoren und Wärme-

überträger zur schrittweisen Kohlenmonoxid-Entfernung, ein Mischer, einige Krümmer und Rohrbögen.“ Ein derart aufgebautes Reinigungssystem zwischen Reformier und erdgasbetriebener PEM-Brennstoffzelle dient dazu, aus dem Erdgas ein sauberes und wasserstoffreiches Brenngas für den eigentlichen Energiewandlungsprozess zu gewinnen. „Das Problem dabei ist, dass der Weg durch all diese Bauteile mit Druckverlusten verbunden ist. Und weil der Gasdruck im öffentlichen Erdgasnetz gerade mal 20 Millibar über dem Umgebungsdruck liegt, war bisher eine Vorverdichtung innerhalb des Brennstoffzellensystems obligatorisch“, erläutert Reimert. Diese Verdichtung benötigt wertvolle Energie, zumal die eingesetzten Kompressoren in den erforderlichen Leistungsbereichen nur geringe Wirkungsgrade aufweisen. Ein

solcher „parasitärer“ Energiebedarf verschlechtert die Gesamtenergiebilanz des Brennstoffzellensystems.

Für die Projektbearbeiter Markus Wolf und Gregor Worringer an dem Karlsruher Institut ergab sich aus diesen Zusammenhängen eine klare Konsequenz: Mit dem vorhandenen, geringen Gas-Überdruck muss möglichst haushälterisch umgegangen werden. Gegenstand des hier dokumentierten Forschungsprojekts war also die Frage, wie der Druckverlust bei der Gasaufbereitung verringert werden kann.

Mit konstantem Druck zum Erfolg

Anders als bei unter Druck stehenden Sportlern waren hier nicht feinfühliges Psychologie, sondern handfeste Physik und Chemie gefragt. Folgende Ansatzpunkte zum Umgang mit dem Druck

PROJEKT

Minimierung des Druckverlusts durch Optimierung der CO-Entfernungsstufe für eine stationäre PEM-Brennstoffzellenanwendung

Projektlaufzeit:
10/2006 bis 11/2009

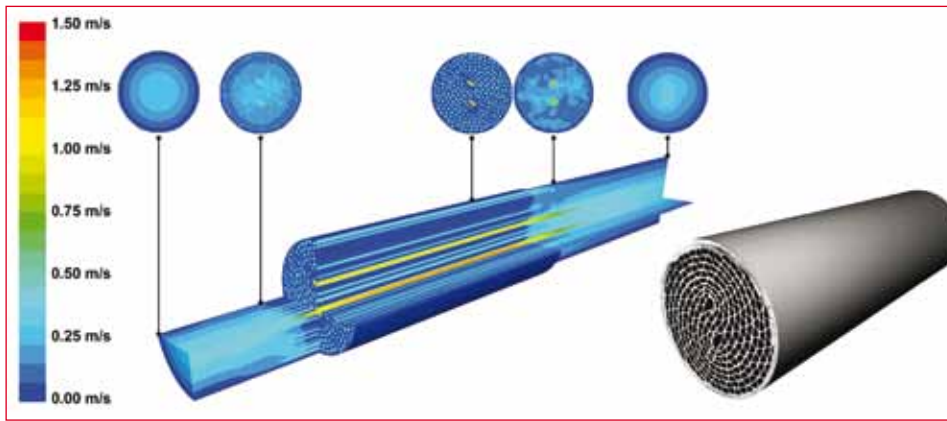
KONTAKT

Prof. Dr.-Ing. Rainer Reimert
Engler-Bunte-Institut (EBI),
Bereich Gas, Erdöl und Kohle,
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
rainer.reimert@kit.edu
www.ciw.kit.edu

Projektmitarbeiter Gregor Worringer justiert die Betriebsparameter der Brennstoffzelle – einmal direkt an der Laboranlage, einmal vom Schreibtisch aus.

Bilder: EBI





Beim Weg des Erdgases durch die Katalysatorwaben bleibt nur ganz wenig Druck auf der Strecke.

wurden im Rahmen des Forschungsvorhabens untersucht:

- Kleinere Reaktoren zur Erdgasreinigung: Voraussetzungen hierfür sind hoch aktive Katalysatoren sowie eine bessere Temperaturführung.
- Strukturierte Katalysatorträger statt Schüttungen: Der kontrolliertere Einsatz von Katalysatoren könnte den Druckverlust minimieren und gleichzeitig den Servicetechnikern beim Austausch der meist giftigen Katalysatoren die Arbeit erleichtern.
- Vereinfachung des Reinigungsprozesses: Die mehrstufige CO-Reinigung könnte von Kombi-Apparaturen ersetzt werden. Bei einem im gesamten Reformprozess ausgeglichenen Temperaturniveau wären Wärmeübertrager überflüssig. Aus allen Vereinfachungen ergibt sich zudem eine geringere Zahl an Rohrleitungen und Krümmern.

Ohne Feinwaschgang

Bei derzeit verfügbaren PEM-Brennstoffzellen darf die CO-Konzentration

100 ppm nicht überschreiten. Nach der Entschwefelung wird das Erdgas mit Dampf zu einem Rohbrenngas reformiert, danach wird der CO-Gehalt im Brenngas abgesenkt.

Das entwickelte und durch Simulationsrechnungen gestützte Konzept der vereinfachten CO-Entfernung basiert auf einem annähernd homogenen Temperaturverlauf. Dadurch können zwei CO-Entfernungsstufen zu einer zusammengefasst werden, und der Prozess kann auf zwei Wärmeübertrager verzichten.

Das Geheimnis der Waben

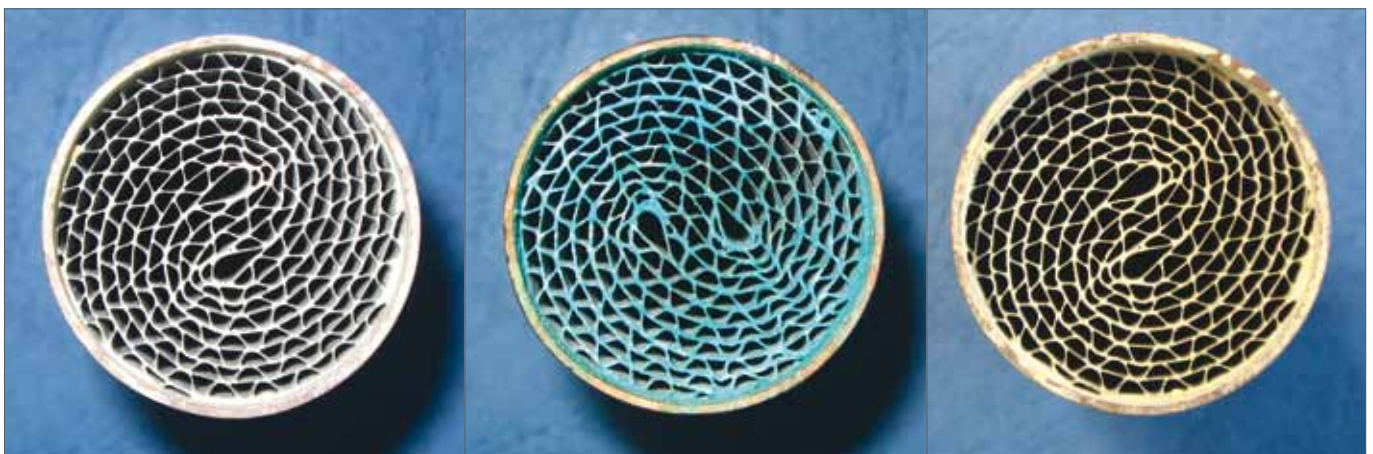
Entscheidend ist, dass das Ergebnis unter der Vereinfachung nicht leidet. Dies sollten Tests verschiedener Katalysator-Materialien in einer Laboranlage sicherstellen. Alle Katalysatoren wurden dafür auf metallische Waben aufgebracht. Gegenüber herkömmlichen Schüttungen von Katalysator-Kügelchen zeigten die klar strukturierten, wabenförmigen Reaktoren deutliche Vorteile: Die Wabenreaktoren erwiesen sich in Langzeitversuchen nicht nur als

sehr stabil. Sie minimierten auch den Druckverlust deutlich, und sie weisen eine bessere Wärmeleitfähigkeit auf. So kann die entstehende Reaktionswärme rasch abgeführt werden. „Wichtig sind gleichmäßige Kanaldurchmesser der Waben“, betont Projektleiter Reimert. „Denn die Verweilzeiten des Gases in den Kanälen sollten möglichst gleich sein.“ Ein weiterer Punkt: Da der direkte Kontakt mit Katalysatoren meist gesundheitsschädlich ist, sind bei den in Waben gebundenen Materialien im Vergleich zu losen Katalysatoren weniger aufwendige Schutzmaßnahmen nötig. Bei der Abstimmung der Temperaturen zwischen den beiden verbliebenen Reaktorstufen erwiesen sich 240 bis 260 Grad laut den Simulationsrechnungen als ideale Betriebstemperaturen. Strömt das Prozessgas mit 260 Grad vom Reformier in den Reaktor, kann dessen Volumen um rund 30 Prozent geringer ausfallen – ein weiterer Mosaikstein zur Minimierung der Druckverluste. „Weniger als vier Millibar Druckverlust in der gesamten Kohlenmonoxid-Entfernungseinheit“ hat das Team um Rainer Reimert erzielt. Damit kann auf die energieintensive Vorverdichtung verzichtet werden. Mit vielen Einzelmaßnahmen wurde somit das Projektziel erreicht: ein einfacher aufgebautes Reinigungssystem, das allein mit dem Druck arbeitet, der vom Erdgasnetz zur Verfügung gestellt wird. Viele Einzelmaßnahmen, die in der Summe zur besseren Wettbewerbsfähigkeit von PEM-Brennstoffzellen-Heizgeräten führen können.

Stefan Kriz

Mit verschiedenen Katalysatoren beschichtete Wabenträger

Bilder: EBI



Ein Leuchtturm für den Bodensee

Forscher arbeiten an der Vision eines „emissionsfreien Tourismus“

Der Bodensee als öko-sensible und gleichzeitig wirtschaftsstarke Region eignet sich hervorragend als Standort für ein bundesweit ausstrahlendes Brennstoffzellen-Leuchtturmprojekt. Ab 2010 werden „Brennstoffzellen in Freizeitanwendungen“ erprobt. Initialzündung war das Landesprojekt „Brennstoffzellen für Boote und Leichtfahrzeuge in der Modellregion Bodensee“

Das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) fördert bundesweit „Brennstoffzellen-Leuchtturmprojekte“, in denen das Brennstoffzellen-Know-how gebündelt wird. NIP-Projekte erhalten bis zu 48 Prozent Förderung aus dem Innovationsprogramm. 2008 wurden erste Einzelprojekte im Leuchtturm gestartet; 2010 werden über das Landesprojekt neue Projekte hinzukommen und ihr Leuchtfeuer weit über die Bodensee-Region hinaus ausstrahlen. Entwickelt und unter Alltagsbedingungen erprobt werden Brennstoffzellen-Anwendungen für den Freizeitbereich und für den kommunalen Einsatz. Schwerpunkt ist die Energieerzeugung für die Bordstromversorgung von Campingfahrzeugen und für den Antrieb von Booten und Freizeitfahrzeugen.

Erfolgreiche Starthilfe

Ein Verbundprojekt des Landes hat 2009 das Fundament des Leuchtturms gebaut. In einem Teilprojekt soll

beispielsweise ein spezieller Brennstoffzellen-Bootsantrieb entwickelt und in einen leichten Schiffsrumpf aus Carbonfasern eingebaut werden. Dabei sollen marktreife Systeme sowie Entwicklungen von Start-up-Unternehmen zum Einsatz kommen. Auf diese Weise ließ sich auch das wichtigste Projektziel umsetzen, den Boden für das große Folgeprojekt zu bereiten. Die Öffentlichkeitsarbeit in der Bodensee-Region sowie in Freiburg und Ulm soll Unternehmen und Kommunen für die Brennstoffzellen-Technologie interessieren und diese in die Leuchtturm-Projektanträge einbinden.

Stromschachteln und Wasserstoff-Pedelecs

Teilweise gehen die beantragten Vorhaben nahtlos in die Leuchtturmprojekte über, so etwa bei der von der Ulmer Brennstoffzellen-Manufaktur (UBZM) hergestellten „Stromschachtel“: Dieses modulare Brennstoffzellensystem soll bei den Ulmer Stadtwerken zwei Sonderfahrzeuge, drei bis fünf portable

Stromerzeuger, zwei bis drei Klein-Elektrofahrzeuge und ein Boot auf der Donau mit umweltfreundlicher Energie versorgen. In Freiburg werden 16 Brennstoffzellen-Fahrräder im privaten Postzustelldienst und in der Stadtreinigung erprobt. Der Antrieb der Cargo-Bikes wird von Direktmethanol- und PEM-Brennstoffzellen unterstützt (siehe Kasten S. 13).

Die vier neuen Anträge setzen auf wasserstoffbetriebene Brennstoffzellen. Diese erbringen elektrische Leistungen über zwei Kilowatt und können damit über die Bordstromversorgung und den Antrieb von Kleinstfahrzeugen hinaus eingesetzt werden. Zudem leisten zur Herstellung des Wasserstoffs auch erneuerbare Energien aus Biomasse, Wind, Sonne und Wasser ihren Beitrag.

Stefan Kriz



Ulmer Stromschachtel
Bild: UBZM



Roadshow in Friedrichshafen im Rahmen des Bodensee-Projekts: Präsentiert wird hier die Bordstromversorgung eines Wohnmobils mit einer Brennstoffzelle.

Bild: ZSW

PROJEKT

Brennstoffzellen für Boote und Leichtfahrzeuge in der Modellregion Bodensee – BodenseeProjekt

Projektlaufzeit:
3/2009 bis 1/2010

KONTAKT

Tiziana Bosa
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)
tiziana.bosa@zsw-bw.de
www.zsw-bw.de

Weitere Projektpartner:
Dr. Bernhard Schaible
dbs Consult, Allmersbach im Tal

Prof. Dr. Ferdinand Panik
Hochschule Esslingen

Sebastian Wider
Sebastian Wider – Engineering Services (SWES)

Dr. Thomas Aigle
Weiterbildungszentrum Brennstoffzelle Ulm e.V.

Mit Mais und Co. das Klima retten?

Treibhausgasbilanz nachwachsender Rohstoffe

Wie stark der Anbau von Pflanzen als nachwachsende Rohstoffe in Zukunft durch die Politik gefördert wird, hängt auch davon ab, inwieweit diese dazu beitragen, Klimagase zu reduzieren. Doch die Berechnung ist alles andere als trivial. Neben der CO₂-Speicherung spielt vor allem die mit dem Anbau verbundene Freisetzung von Stickstoff und Kohlenstoff eine Rolle. Kühl durchgerechnet, verliert manche Kohlendioxid aufnehmende Pflanze ihren Klima-Bonus.

PROJEKT

Wissenschaftliche Kurzdarstellung zur Treibhausgasbilanz nachwachsender Rohstoffe

Projektlaufzeit:
9/2009 bis 6/2010

KONTAKT

Prof. Dr. Klaus Butterbach-Bahl
Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU), Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
klaus.butterbach-bahl@kit.edu
www.kit.edu

Dr. Ludwig Leible
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
leible@kit.edu
www.itas.fzk.de

WEB-LINK

<http://www.itas.fzk.de/deu/lit/2010/buaa10a.pdf>

Wer berechnen möchte, welche Maßnahme besonders gut geeignet ist, Treibhausgase zu reduzieren, muss ein ganzes Bündel an Einflussgrößen im Auge behalten – das geben Professor Klaus Butterbach-Bahl und Dr. Ludwig Leible in ihrer Studie zur Treibhausgasbilanz nachwachsender Rohstoffe gleich zu Anfang zu bedenken.

Gar zu leicht geht bei der Beschäftigung mit einer Maßnahme jedoch der Blick für Alternativen verloren. So ist der Wirkungsgrad des Verfahrens wesentlich, mit dem der Rohstoff in Energie umgewandelt wird. Auch durch die Frage, mit wie viel Tonnen Pflanzenmasse sich welche Menge an fossilen Energieträgern konkret ersetzen lässt, kommt man einer wichtigen Größe, der Vermeidung von treibhausrelevanten

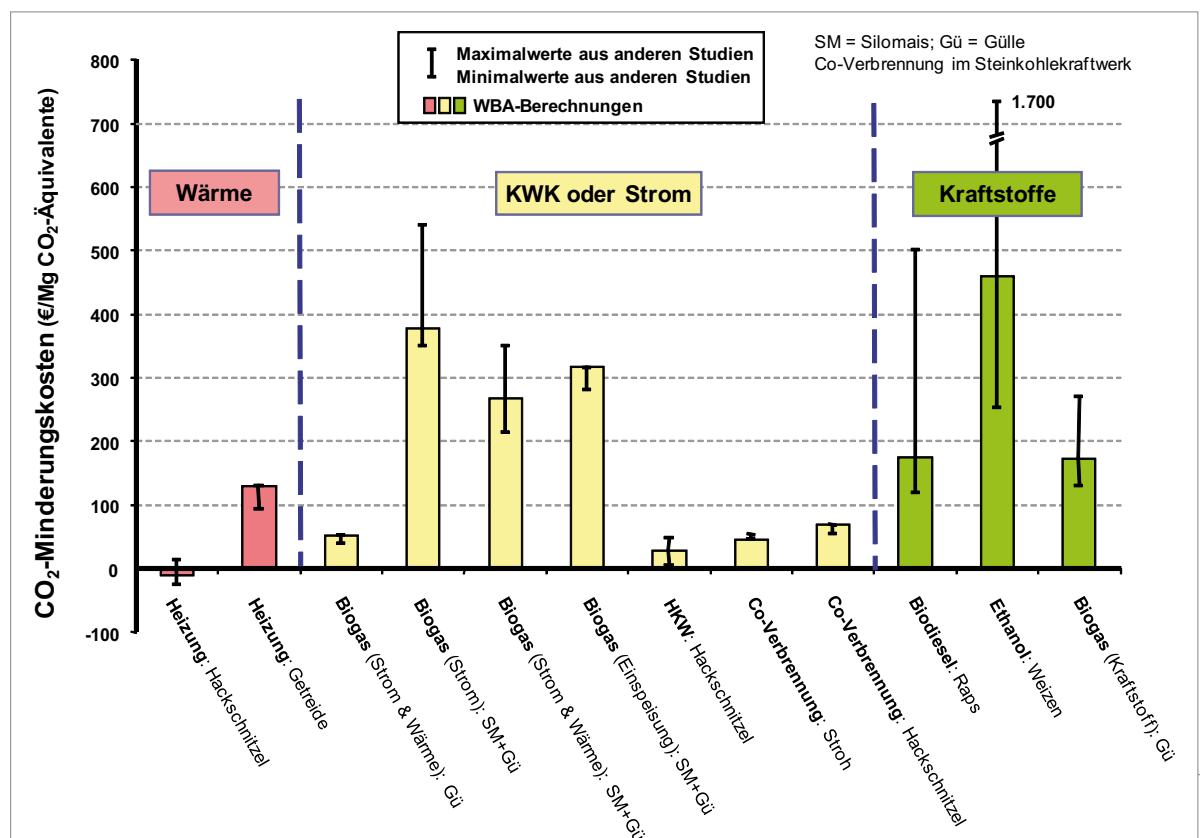
Emissionen näher. Mit in die Rechnung spielen bei allem auch die Kosten für die Produktion von nachwachsenden Rohstoffen, verglichen etwa mit der Erstellung und dem Betrieb einer Solaranlage. Als entscheidende Frage bleibt zuletzt, wie sich die gleiche Menge an Treibhausgasen günstiger einsparen lässt. Denn es reicht eben nicht aus, lediglich die Kohlendioxidbilanz ins Auge zu fassen, führen die Wissenschaftler vom Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Atmosphärische Umweltforschung (IMK-IFU) und vom Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des KIT in ihrer Studie aus.

Kraft-Wärme-Kopplung vorn

Als besonders interessant erweisen sich Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen

(KWK-Anlagen). Diese Anwendung schneidet unter anderem im Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats für Agrarpolitik (WBA) von 2008 in Sachen CO₂-Minderungskosten bei Weitem am besten ab (s. Graphik). Allerdings nur, wenn „Abfallstoffe“ wie Gülle und Stroh oder Holzhackschnitzel zum Einsatz kommen. Der Einsatz von Mais führt – auch wegen des zur Zeit des Gutachtens vorherrschenden hohen Agrarpreisniveaus – zu hohen CO₂-Minderungskosten, auch beim Einsatz in KWK-Anlagen.

Ebenfalls günstig ist die Verbrennung von Stroh und anderen Rest- und Abfallstoffen aus der Landwirtschaft in Kraftwerken. Butterbach-Bahl und Leible empfehlen in ihrer Studie darum, besonders den Bereich der energetischen Nutzung von Rest- und



CO₂-Minderungskosten (KWK = Kraft-Wärme-Kopplung)

Graphik: WBA (2008), Zimmer u. a.

Abfallstoffen aus organischem Material zu fördern. Im Ergebnis trägt die Wärmebereitstellung mit ausgewählten nachwachsenden Rohstoffen am meisten, die Kraftstoffbereitstellung aus Biomasse gemessen an den CO₂-Minderungskosten am wenigsten bei, um das Treibhausklima zu mindern.

Die Autoren der Studie weisen auf die bislang häufig angewendete „vereinfachte Betrachtungsweise“ bei der Berechnung der Klimawirksamkeit der Biomasse-Produktion hin. Ein Beispiel dafür ist der globale Stickstoffkreislauf, der sich in den letzten 200 Jahren nahezu verdoppelt hat. Nach Annahmen des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) wird rund ein Prozent des ausgebrachten Stickstoffs in Form von Lachgas (N₂O) wieder in die Luft emittiert. Und Lachgas ist ein Gas, das 310-fach klimawirksamer ist als CO₂. Hinzu kommt, dass gerade die Größe der Emissionen an N₂O noch unsicher ist. Andere Quellen geben teilweise sogar Werte für die N₂O-Emissionen von bis zu drei Prozent und darüber an. Träfe dies zu, könnte die Gesamt-Treibhausgasbilanz der gängigen Bioenergiepflanzen wie Mais, Raps oder Zuckerrüben negativ ausfallen.

Energieeffizienz in Theorie und Praxis

Der Nettoenergieertrag je Flächeneinheit (ha) muss laut Butterbach-Bahl, Leible und weiteren Mitarbeitern der Forschungsgruppe in die Berechnungen zur Bewertung von nachwachsenden Rohstoffen in Betracht gezogen werden. So wurde zum Beispiel für das mehrjährige Schilfgras *Miscanthus* eine reale Energieausbeute von Sonnenlicht von maximal zwei Prozent gefunden – wenig im Vergleich zur theoretisch möglichen Umsetzung von Sonnenlicht in Biomasse von zehn Prozent. Moderne Photovoltaik-Anlagen schaffen im Vergleich dazu eben diese Zehn-Prozent-Marke inzwischen spielend. Wenn also nachwachsende Rohstoffe einen wesentlichen Beitrag zum

Energiemix leisten sollten, müssten erhebliche land- und forstwirtschaftliche Flächen zur Verfügung gestellt werden. Diese Flächen können jedoch oftmals nur durch Änderungen der Landnutzung an einem konkreten Standort zur Verfügung gestellt werden. Und dies führt dann zum nächsten Problem, den Landnutzungsänderungen.

Ein Beispiel macht in der Studie die Auswirkung auf die Bilanz der Klimagase deutlich: Würde etwa eine Palmölanlage auf ehemaligem Regenwaldboden realisiert, würde sich der Biodiesel bezogen auf die vermiedenen Klimagase erst nach 86 Jahren Nutzung lohnen. Wobei der gleiche Effekt eintritt, wenn hierzulande Flächen statt für Tierfutter für Energiepflanzen genutzt werden und die Tierfutterproduktion, etwa durch Bezug von Soja, ins Ausland – und damit unter Umständen auf wiederum ehemalige Regenwaldböden – verlagert wird.

Optimierungsbedarf

Doch das Autorenteam schüttet das Kind in Sachen nachwachsende Rohstoffe nicht mit dem Bade aus. Die Nutzung von Biomasse kann grundsätzlich sinnvoll sein, muss aber optimiert werden. Neben der verstärkten Ausrichtung auf die energetische Nutzung biogener Rest- und Abfallstoffe kann hierzu gerade auch der Rohstoff Holz



bei einer stofflichen und nachfolgenden energetischen Nutzungskaskade dazu einen Beitrag leisten. Insgesamt haben die Wissenschaftler mit ihrer Studie zahlreiche wunde Punkte aufgedeckt, die einerseits nahelegen, die bisherige Einschätzung der Treibhausgasbilanz womöglich zu revidieren, und andererseits zeigen, dass hier weiterer Forschungsbedarf besteht.

Iris Lehmann

Über zwei Meter hoch gewachsener Mais

Bild: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe FNR

Biogasanlage

Bild: Th. Stephan/BLE



Szenarien zur NaWaRo-Bewertung

CO₂ vermeiden, Natur schützen und Geld verdienen, geht das?

Biogasanlagen boomen, Wissenschaftler arbeiten an der Kraftstoffproduktion aus Pappeln, Weiden und anderen Hölzern. Doch wie viel Energie können Nachwachsende Rohstoffe (NaWaRo) tatsächlich liefern, und bei welchem Flächeneinsatz? Ist ihr Anbau ökonomisch sinnvoll und mit Naturschutzziele vereinbar? Eine Forschergruppe der Universitäten Hohenheim und Stuttgart will auf alle diese Fragen Antworten liefern.

PROJEKT

Nachwachsende Energieträger und Biodiversität: naturschutzbezogenen und ökonomische Entwicklung und Bewertung von Anbauszenarien (NawEnNat) Teile 1 und 2
Projektlaufzeit: 9/2007 bis 4/2010

KONTAKT

Dr. Elisabeth Angenendt
Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre
Universität Hohenheim
Elisabeth.Angenendt@uni-hohenheim.de
www.uni-hohenheim.de
Dr. Rüdiger Jooß
Institut für Landschaftsplanung und Ökologie (ILPO)
Universität Stuttgart
rj@ilpoe.uni-stuttgart.de
www.ilpoe.uni-stuttgart.de

Derzeit wachsen Energiepflanzen auf zwei der 16,9 Millionen Hektar der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Deutschland; Tendenz steigend. Insbesondere im Osten Deutschlands, wo die großen Biogasanlagen stehen, zeigt sich jedoch auch die Kehrseite des Anbaus von Pflanzen zur Energiegewinnung: Meterhohe Maispflanzungen und junge Baumplantagen aus Pappeln und Weiden vermiesen den Spaziergängern die Fernsicht. Doch wenn sich der Anbau der wüchsigen Pflanzen tatsächlich rentiert, wenn er sich mit Umwelt und Natur verträgt und wenn er zudem noch hilft, den Ausstoß von Klimagasen zu reduzieren? Darf dann die mögliche Langeweile der Spaziergänger für oder gegen Anbau entscheidend sein? Ausschlusskriterium für den Anbau sein? Tatsache ist: Derzeit bestimmt aus Sicht der Landwirte vor

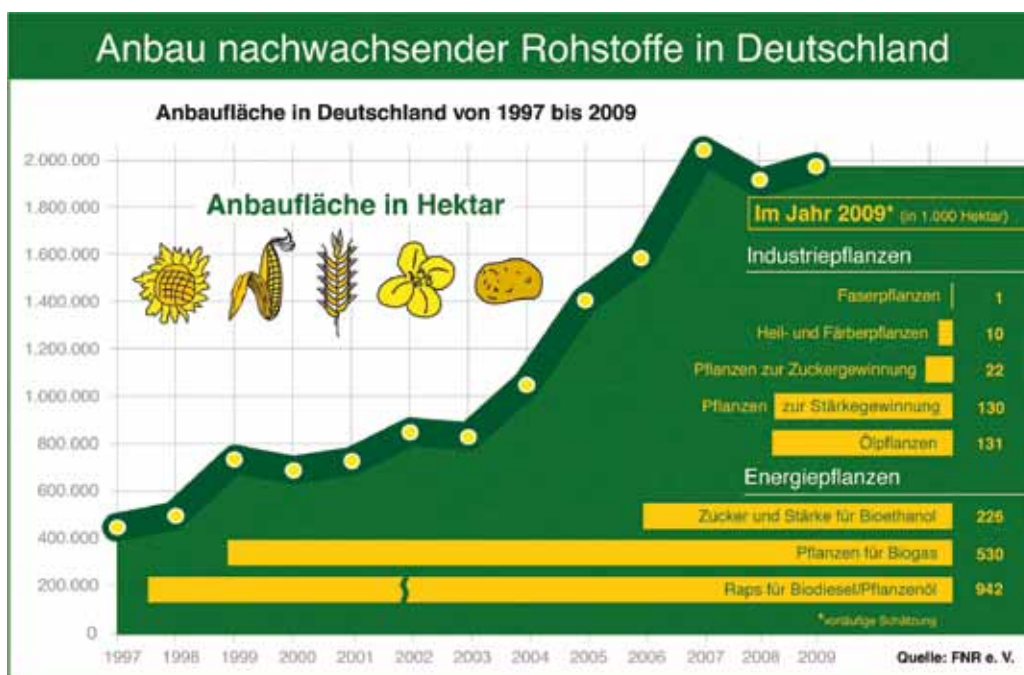
allem eine mögliche Förderung, ob und in welchem Umfang sie sich entschließen, Energiepflanzen anzubauen. Für die Entscheidung, in welchem Umfang der Anbau von Energiepflanzen bei uns sinnvoll, vertretbar und förderungswürdig ist, braucht die Politik fachlich fundierte Grundlagen.

Eine Forschergruppe der Universitäten Hohenheim und Stuttgart unter Leitung der Professoren Jürgen Zeddis und Giselher Kaule will in einem interdisziplinären Projekt mit Hilfe von Simulationsmodellen Szenarien mit unterschiedlichem Umfang des Biomasseanbaus entwerfen und diese betriebswirtschaftlich bewerten. Auf der Grundlage vorhandener und neu ermittelter Daten haben die Wissenschaftler mithilfe ausgewählter Modelle Szenarien und Vorschläge für Entwicklungsoptionen entworfen.

Die betrachteten drei grundlegenden Szenarien basieren auf unterschiedlichen Annahmen über den Umfang des künftigen Energiepflanzenanbaus und den Umfang von Maßnahmen mit positiven Wirkungen auf Natur und Umwelt. Rechtlich verbindliche Naturschutzmaßnahmen, wie beispielsweise extensive Nutzungen in gesetzlich geschützten Wiesenbiotopen, sind in allen Szenarien gesetzt. Über die gesetzlichen Anforderungen hinausgehende weitere Maßnahmen für den Naturschutz leiteten die Forscher aus den Flächenansprüchen gefährdeter Tierarten des Acker- und Grünlands ab.

Datengrundlage ist entscheidend

Jedes Simulationsmodell lebt von der Qualität der eingespeisten Daten. Wenn es um das Thema Landwirtschaft und Treibhausgase geht, liegen diese Informationen an vielen verschiedenen Stellen vor. Die Daten sind nach unterschiedlichen Methoden und Vorgaben erfasst und längst noch nicht vollständig. Aus einem vorhandenen Testbetriebsnetz haben die Wissenschaftler Buchführungsdaten mit ökonomischen Werten abgerufen und damit für das Jahr 2003 ein Referenzszenario berechnet. Zusammen mit den Zahlen der landwirtschaftlichen Regionalstatistik und weiteren Datenquellen konnten sie so das verwendete ökonomisch-ökologische Regionalmodell (EFEM = Economic Farm Emission Model) auf seine Plausibilität prüfen und für die Szenarientwicklung einsetzen. EFEM basiert auf statisch linearer Program-





mierung (LP) und ist ein Angebotsmodell. Das Modellergebnis wird durch die Optimierung einer Zielfunktion generiert. Hierbei wird unterstellt, dass die Betriebsorganisation unter den gültigen agrar- und umweltpolitischen Rahmenbedingungen sowie gegebenen Erzeuger- und Betriebsmittelpreisen so angepasst wird, dass der Gesamtdeckungsbeitrag maximiert wird. Die Preise für Input- und Outputfaktoren sind dabei von außen vorgegeben. Begrenzend wirken die Produktionskapazitäten der Modellbetriebe und die für das jeweilige Szenario-Jahr geltenden agrarpolitischen Rahmenbedingungen. Für die landesweiten Berechnungen haben die Wissenschaftler das Land in Gebiete gleicher natürlicher landwirtschaftlicher Ertragsfähigkeit unterteilt. Geologische, topographische und klimatische Gegebenheiten gaben hier den Ausschlag.

Die Forscher haben in die Simulationen auch Naturschutz-Maßnahmen integriert, die über die gesetzlichen Forderungen hinausgehen. Es handelt sich dabei um Nutzungsformen, die als naturschutzfachliche Aufwertungen be-

währt sind. Im Ackerland sind das beispielsweise Säume, Brachflächen oder der Anbau von Getreide mit größerem Reihenabstand. Dies bietet Kräutern Lebensraum und damit Insekten und Vögeln Nahrung und Schutz. Im Grünland sind dies extensive Nutzungen wie ein- bis zweimalige Mahd der Wiesen bei geringer Düngung. Solches fördert die Artenvielfalt der Wiesen und ermöglicht Wiesenbrütern eine ungestörte Aufzucht des Nachwuchses. Der Flächenumfang der Maßnahmen wurde



mit dem Ziel der Wiederausbreitung von ausgewählten „Zielarten“ bis zu ihrer Verbreitungssituation in den achtziger Jahren abgeleitet. Zielarten wie etwa der Kiebitz sind besonders empfindlich. Schutzmaßnahmen für diese Spezies kommen auch vielen weiteren, weniger sensiblen zugute – und damit der Artenvielfalt insgesamt.

Die Szenarien

Auf Grundlage aller erhobenen Daten haben Zeddies und Kollegen Modellszenarien entwickelt und die finanziellen Auswirkungen auf das Betriebsergebnis mit EFEM berechnet. Zunächst haben sie die aus dem Jahr 2003 stammende statistische Erfassung der landwirtschaftlichen Nutzungsstruktur für das Basismodell (Referenz_2003) herangezogen. Um die in jüngster Vergangenheit stark geänderten agrarpolitischen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen, hat man dann für dieses Basismodell und dessen betriebswirtschaftliche Analyse die prognostizierten Preise des Jahres 2015 eingesetzt (Business as usual, im Weiteren als BAU_2015 bezeichnet). In dieses Szenario geht demnach nur die geringe Bioenergienutzung des Jahres 2003 ein. Es enthält auch keine mehrjährigen Energiepflanzen wie die Grasart Miscanthus oder Kurzumtriebplantagen mit Weide und Pappel. Die „Biomasse“-Szenarien

Miscanthus: viel Biomasse auf kleinem Raum

Bild: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe FNR

Der Kiebitz braucht offene Landschaften

Bild: M. Bräunicke

integrieren dagegen in realitätsnahem, aber weit ausgedehntem Umfang neue Bioenergiepflanzen mit ihren jeweiligen Kosten und Erlösen in das Modell. Dies bedeutet, dass in diesen unterteilten Szenarien auf bis zu hundert Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) Bioenergiepflanzen angebaut werden können. Grünlandumbruch ist bis zur Grenze von fünf Prozent des Grünlandanteils möglich. Dies entspricht der Grenze der Cross-Compliance-Regelungen, bis zu der ein Umbruch ohne Genehmigung möglich ist. Der Grünlandschnitt kann für die Biogasproduktion genutzt werden. Auch alle weiteren rentablen Vertriebswege von der Biogasnutzung bis zur Strohverbrennung wurden einbezogen. Dabei gingen die Wissenschaftler von der Erfahrung aus, dass Landwirte das

dies knapp 30 Prozent). Im Ackerbau wurden verstärkt Maßnahmen wie erweiterte Drillreihenabstände im Getreide oder Gewässerrandstreifen ohne den Einsatz von Dünger und Pflanzenschutzmitteln integriert. Naturschutzrelevante finanzielle Förderungen durch das Marktentlastungsprogramm (MEKA) des Landes wurden in die Kalkulationen des Betriebsergebnisses einbezogen.

Ergebnis der Simulation

Grundsätzlich können die Szenarien in allen Spielarten miteinander kombiniert werden. Werden sie in ihrer radikalsten Zielrichtung berechnet, ergibt sich im Vergleich mit dem BAU_2015-Szenario folgendes Ergebnis: Das Biomasse-Szenario, bei dem die Option besteht, auf der gesamten LN Energiepflanzen

den Biomassenszenarien könnte der Deckungsbeitrag in Baden-Württemberg durchschnittlich um bis zu 240 Euro pro Hektar gesteigert werden. Wenn jedoch zehn Prozent der Ackerfläche für die Belange des Artenschutzes reserviert und extensive Nutzungen auf rund 50 Prozent des Grünlands ausgedehnt werden, steigt – für Baden-Württemberg betrachtet – der Deckungsbeitrag nur noch um maximal 160 Euro pro Hektar. Die Differenz zwischen der Deckungsbeitragssteigerung um 240 Euro pro Hektar und 160 Euro pro Hektar kann als Kosten für den Naturschutz betrachtet werden. In den Szenarien Biomasse und Biomasse-Naturschutz würde deutlich mehr Bioenergie bereitgestellt, als im Szenario BAU_2015, wobei sich die Bilanz in den verschiedenen Anbaugebieten stark unterscheidet.



Maisernte für die Energiegewinnung

Bilder: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe FNR

Risiko einer sehr langen Bindung an ein Produkt scheuen. Sie leiteten daraus die Annahme ab, dass maximal 30 Prozent der geeigneten Fläche eines Betriebes für mehrjährige Energiepflanzen wie Weide oder Pappel zur Verfügung gestellt werden. In den weiteren Szenarien wurden die Biomasse-Szenarien in Verbindung mit weiteren fachlich sinnvollen Naturschutzempfehlungen durchgespielt (Biomasse-Naturschutz). Dies bedeutet, dass zum Beispiel extensive Grünlandflächen mit geringer Düngung auf bis zu fünfzig Prozent des Grünlandes in das Naturschutzszenario eingehen (im Jahr 2003 waren

anzubauen, ergibt einen geringeren Anbau von Getreide, Zuckerrüben und Körnermais. Es würde aber über 70 Prozent mehr Silomais produziert werden. Vergleicht man die Biomasse-Naturschutz-Szenarien mit den reinen Biomasse-Szenarien, so unterscheiden sich diese gar nicht so sehr. Sowohl in der Biomasse- als auch in der Naturschutzvariante würde laut Simulationsmodell das betriebswirtschaftliche Ergebnis gegenüber dem BAU_2015-Szenario ansteigen. Ackerbauregionen würden stärker profitieren als Futterbauregionen, weil sie flexibler in den neuen Bereich einsteigen können. In

Maximal sechs Prozent des gesamten Primärenergieverbrauchs im Land könnten unter den getroffenen realitätsnahen ökonomischen Annahmen aus Energiepflanzenutzung bestritten werden – dann würden allerdings bis zu vierzig Prozent der Ackerflächen und bis zu fünfzig Prozent des Grünlandaufwuchses für die Erzeugung von Bioenergie verwendet. Gleichzeitig würde der Selbstversorgungsgrad mit Nahrungsmitteln sinken. In Baden-Württemberg liegt der Selbstversorgungsgrad für Getreide derzeit bei gut 50 Prozent, in ganz Deutschland bei 100 Prozent.

Iris Lehmann



Umweltverträglicher Klimaschutz?

Energiepflanzen auf dem Prüfstand

Wer Energie aus Energiepflanzen gewinnt, sollte gegenüber jenen, die fossile Energieträger nutzen, nicht nur Klimagase einsparen, sondern auch keine anderen Umweltschäden erzeugen. Andernfalls wäre eine Förderung mit öffentlichen Mitteln, die dem Klimaschutz dienen soll, kaum zu rechtfertigen. So befürchten nicht nur Klimaschützer, dass nicht sachgerechte Landnutzung oder Landnutzungsänderungen zum Anbau von Energiepflanzen deren Klimagasbilanz vermiesen und darüber hinaus die Bodenerosion und Nitratauswaschung verstärken könnten. Hohenheimer Bodenkundler gehen diesen Fragen auf den Grund und geben erste Antworten.

Energiepflanze ist nicht gleich Energiepflanze und Ackerstandorte unterscheiden sich beträchtlich voneinander. Wenn Landwirte zunehmend nachwachsende Rohstoffe erzeugen, verschieben sich dadurch auch noch die bisherigen Anbauflächen einzelner Fruchtarten. Die Folge: Erträge und Umweltwirkungen wechseln entsprechend stark. Was wie eine Binsenweisheit klingt, erschwert klare und einfache Empfehlungen. Doch eine nachhaltige Energiepolitik braucht genau solche wissenschaftlich abgesicherten Empfehlungen als Entscheidungsgrundlage. Deshalb entwickelten Ökonomen und Ökologen Energiepflanzen-Szenarien (siehe Seite 22f). Bodenkundler untersuchten Auswirkungen eines zunehmenden Anbaus von Energiepflanzen auf die Emissionen von Klimagasen und weitere Folgen für Böden in Baden-Württemberg.

Simulationsmodelle

Heute liegt ein Großteil der benötigten Daten für den Einsatz von Simulationsmodellen in Datenbanken vor. Daten aus der Bodenkartierung, dem digitalen Höhenmodell, zu Niederschlägen und Temperatur sowie zur Landnutzung in Baden-Württemberg aus dem Jahr 2003 haben Norbert Billen und Heike Bakara vom Institut für Bodenkunde an der Universität Hohenheim in SLISYS-BW (Soil and Land Resources Information System for Baden-Württemberg) eingegeben. Der eigentliche Prozessor von SLISYS-BW ist das Programm EPIC (Environmental Policy Integrated Climate). EPIC ist ein

Programm zur Modellierung von Anbaustrategien. Es berechnet auch den Kohlenstoff- und Stickstoffumsatz als Kohlenstoffdioxid (CO₂) oder als Lachgas (N₂O) sowie Erosion und Stickstoffauswaschung aus Böden. Den Kohlenstoffumsatz berechnet das Programm über die Änderungen des Humusvorrats im Boden. Die Lachgasemissionen werden indirekt über die Stickstoffumsetzungen in Böden berechnet. Insbesondere bei den N₂O-Emissionen bestehen jedoch nach wie vor erhebliche Unsicherheiten zur Größenordnung. Eine Validierung in Feldversuchen ist hier nur in teuren und aufwendigen Verfahren und auch dann nur temporär zu messen.

Bei ihren Berechnungen gingen die Bodenkundler von dem Referenzszenario 2003 (siehe Seiten 22ff) aus. In beiden darauf aufbauenden Zukunftsszenarien gab es auf der Ackerfläche keine

Beschränkung beim Anbau einjähriger Energiepflanzen wie Mais. Das Szenario 1 erlaubt jedoch den Anbau von mehrjährigen Energiepflanzen wie die Grasart Miscanthus oder Kurzumtriebsplantagen (KUP) mit beispielsweise Pappeln. Dies war im Szenario 1 auf maximal 30 Prozent der Ackerfläche möglich. Beim Szenario 2 setzten die Wissenschaftler nur einjährige Energiepflanzen ein. Die Fruchtartenanteile in der Fläche prognostizieren die Hohenheimer jeweils über betriebswirtschaftliche Kenngrößen mit einem agrarökonomischen Rechenmodell bei voraussichtlichen Preisen für das Jahr 2015.

Entscheidungshilfen für die Politik

Landesweit gesehen dürfte ein ausgeweiteter Energiepflanzenanbau bewirken, dass alle betrachteten abiotischen Umweltwirkungen zunehmen. Es stei-

PROJEKT

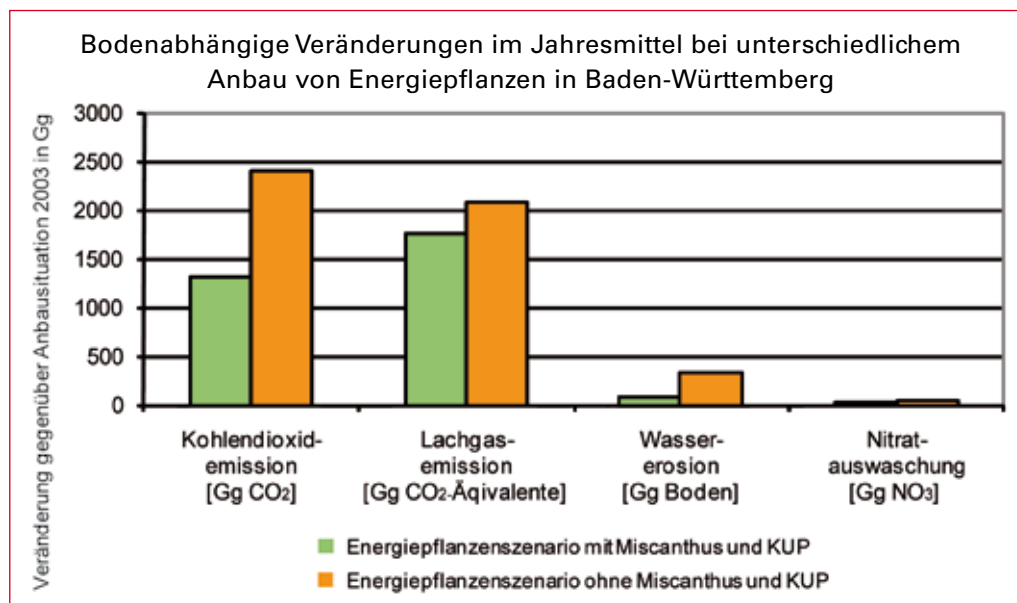
Schätzung der Produktionspotenziale für den Anbau von Energiepflanzen zur Reduktion der CO₂-Emissionen in BW und deren ökologische und ökonomische Bewertung.

Projektlaufzeit: 9/2007 bis 4/2010

KONTAKT

Prof. Dr. rer. nat. Karl Stahr, Institut für Bodenkunde und Standortlehre, Universität Hohenheim (IBS) kstahr@uni-hohenheim.de <https://bodenkunde.uni-hohenheim.de>

Jährliche Veränderung der abiotischen Umweltwirkungen eines ausgeweiteten Anbaus von Energiepflanzen auf der Ackerfläche Baden-Württembergs. Grün = mit mehrjährigen Energiepflanzen, orange = nur einjährige Energiepflanzen ohne mehrjährige Energiepflanzen. Gg = Gigagramm = 1.000 Tonnen; 1 g N₂O entspricht 310 g CO₂-Äquivalenten





Zur Messung der Klimagase kommen die Miscanthuspflanzen sechsmal täglich unter die Haube

Bild: N. Billen

gen also unter den realitätsnahen Annahmen sowohl die CO_2 -Emissionen durch Humusvorratsänderung sowie die Lachgasemissionen, aber auch die Bodenerosion durch Wasser und die Nitrat auswaschung. Die Wissenschaftler können mit den Ergebnissen der beiden unterschiedlichen Szenarien auch zeigen, dass – bei landesweiter Betrachtung – die negativen Umweltauswirkungen größer waren, wenn der Erzeuger nur einjährige Energiepflanzen wie Mais anbaut. Betrachten die Wissenschaftler dagegen nur das einzelne Feld mit Energiepflanzen, dann zeichnen sich positive Effekte insbeson-

dere durch den Anbau von Miscanthus und Kurzumtriebsplantagen ab. Ausschlaggebend für die Ergebnisse der Modellierung sind Landnutzungsänderungen und Intensivierungen auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen. Verstärkter Energiepflanzenanbau auf den Ackerflächen bewirkt, dass die Erzeuger einerseits die Produktion auf der zur Verfügung stehenden Ackerfläche intensivieren und andererseits auch zunehmend Grünland umbrechen. Die negativen Folgen sind steigender Lachgasausstoß als Resultat der gesteigerten Düngung und zusätzliche CO_2 -Emissionen, weil Mikroorganismen in um-

gebrochenen Böden Humus zügig mineralisieren. Letztlich summierten sich die Landnutzungsänderungen bei den Modellierungen, also die Ausweitung der Ackerfläche auf über 10 Prozent, meist zulasten der Grünlandfläche. Regional ließe sich die Situation verbessern, wenn die Bewirtschafter insbesondere den Anteil von mehrjährigen Energiepflanzen steigern würden. In der Region Rhein/Bodensee ließe sich beispielsweise eine Minderung der Erosion durch den prognostizierten Rückgang von Mais und Sommergetreide und der damit einhergehenden größeren Bodenbedeckung durch Pflanzen im Frühjahr erreichen. Demgegenüber ergab das Szenario mit einjährigen Energiepflanzen auch hier ein Plus an Erosion bei einer Zunahme von Mais und Sommergetreide.

Überprüfung vor Ort

Feldversuche auf einem Acker des Ihinger Hofes im Kreis Böblingen bestätigten die mit dem Modell EPIC erhaltenen Ergebnisse zum CO_2 -Haushalt. Die Forscher untersuchten dort Boden und Pflanzen sechsmal am Tag für zehn Minuten auf ihren CO_2 -Austausch. Eine Plexiglashaube deckt hierzu einen Quadratmeter Boden mit Energiemais, Getreide oder Miscanthus automatisch ab und ein Messgerät misst darunter jeweils den CO_2 -Gehalt. Dabei zeigte sich, dass das System Boden und Pflanze mit Miscanthus eher mehr klimaschädliches CO_2 aus der Atmosphäre entfernt als mit Mais. Aber auch beim Mais kann der Landwirt die Bilanz wesentlich verbessern, wenn er pfluglos wirtschaftet.

Ausblick

Beim Abschluss Symposium betonte Projektleiter Professor Karl Stahr die Bedeutung der Landnutzung als Faktor für die Bilanz der Klimagase. Auf Grünlandumbruch zu verzichten oder im Ackerbau pfluglos zu wirtschaften, entlaste das Klima.

Andreas Lehmann



Gepflügt oder nicht gepflügt? Eine wichtige Frage bei der Abschätzung, wieviel Kohlenstoff der Boden speichert.

Bild: A. Lehmann

Folgen des Klimawandels

„Wir stehen am Anfang der Herausforderung!“

Ob Hitzewellen, Hagel oder Sturm, ob Schädlingsbefall und Infektionskrankheiten, ob Boden-erosion und Veränderungen der Landschaft – der Klimawandel und seine Folgen können viele Gesichter haben. Mit dem Programm „Herausforderung Klimawandel Baden-Württemberg 2006 – 2010“ ließ das UVM untersuchen, mit welchen Folgen und Risiken fürs Land zu rechnen ist.

Das Forschungsprogramm „Herausforderung Klimawandel“ des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Verkehr ist seit kurzem abgeschlossen. Elf wissenschaftliche Einrichtungen haben in sechs interdisziplinären Verbundprojekten die Folgen und möglichen Risiken des Klimawandels für den Raum Baden-Württemberg untersucht. Insgesamt 2,8 Millionen Euro aus der Zukunftsoffensive IV flossen in das Programm. Die LUBW hat das Programm betreut.

Mehr Niederschläge im Winter, trockenere Sommer, heftige Stürme

Womit müssen wir nach den durchgeführten Klimasimulationen in Zukunft

rechnen? Bis zum Ende des Jahrhunderts sind extremer werdende Niederschlagsereignisse zu erwarten. Die Winter in Baden-Württemberg werden feuchter und wärmer. In Europa wird sich zukünftig die mediterrane sommertrockene Zone weiter nach Norden erstrecken. Auch Baden-Württemberg wird davon betroffen sein.

Die mittleren Niederschläge dürften sich bis Mitte des Jahrhunderts nur moderat verändern. Problematisch ist jedoch: Starkniederschlagsereignisse werden zunehmen, und die Niederschläge räumlich sehr ungleich verteilt sein. Stürme wie Vivian/Wiebke, Lothar und Kyrill werden auf einem ähnlich hohen Niveau wie bisher auftreten. Vor allem Nadelwälder auf ver-

FORSCHUNGSVORHABEN

1. ReSiPrec – Hochauflösende Simulationen künftiger Starkniederschläge
2. RESTER – Strategien zur Reduzierung des Sturmschadensrisikos für Wälder
3. PARC – Probabilistische Abschätzung regionaler Klimaänderungen
4. KLIBB – Auswirkungen des Klimawandels auf Biotope in Baden-Württemberg
5. Vektorübertragene Infektionen – Gefährdung durch Vektorübertragene Infektionen
6. Ambrosia – Einfluss klimatischer Faktoren und ihrer bisherigen sowie erwarteten Änderung bezüglich der Zunahme von Sensibilisierungen am Beispiel der Ambrosia-Pollen

BETEILIGTE EINRICHTUNGEN

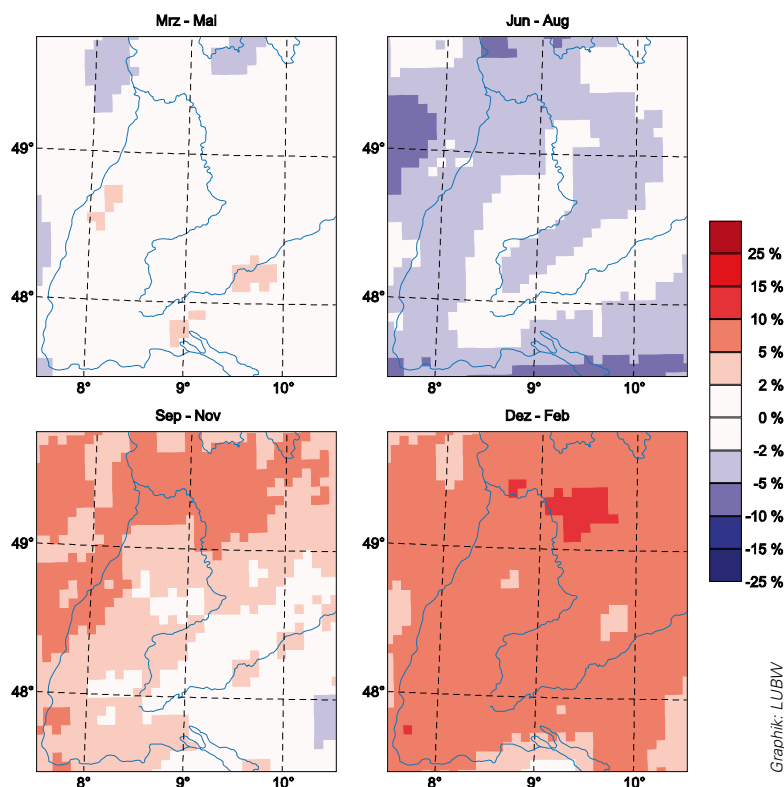
- Institut für Meteorologie und Klimaforschung des Karlsruher Institutes für Technologie (KIT)
- Meteorologisches Institut der Universität Freiburg
- Institut für Hydromechanik des Karlsruher Institutes für Technologie
- Meteorologisches Institut der Universität Bonn
- Climate & Environment Consulting GmbH, Potsdam
- Institut für Landespflege der Universität Freiburg
- Institut für Zoologie, Fachrichtung Parasitologie der Universität Hohenheim
- Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg
- Zentrum für Allergie und Umwelt (ZAUM), Klinikum rechts der Isar der TU München
- Deutscher Wetterdienst, Abteilung Medizin-Meteorologie
- Projektgruppe Biodiversität und Landschaftsökologie, Friedberg

Ansprechpartner: Dr. Kai-Achim Höpker, LUBW, kai.hoepker@lubw.bwl.de

sauerten, frischen bis feuchten Böden aus Sandstein werden darunter leiden.

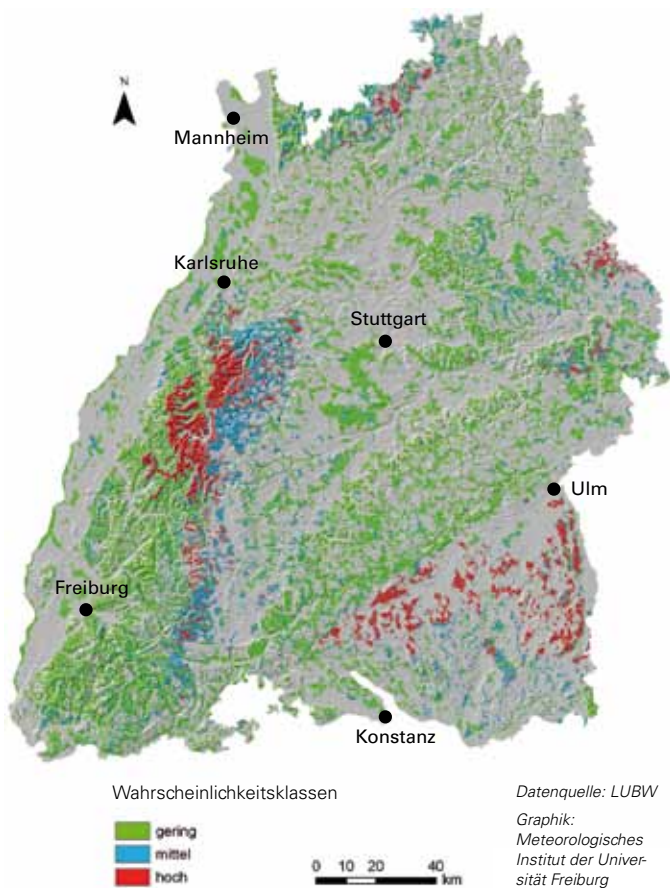
Klimawandel verstärkt Wiederbewaldung offener Kulturlandschaft

Wenn mehr Wasser verdunstet, weil die Temperaturen allgemein steigen, und Niederschläge vermehrt im Winter fallen, dann werden entsprechend den Wasserhaushaltsmodellen Standorte mit grundwasserbeeinflussten Böden und mit tiefgründigen grundwasserfernen Böden künftig sommers mehr oder weniger trockener. Was ändert sich für Standorte mit geringmächtigen Böden, wie diese für viele Trocken- und Magerbiotope (Trockenrasen, Halbtrockenrasen) charakteristisch sind? Voraussichtlich nicht viel, weil sie die zusätzlichen Winterniederschläge nicht speichern können. Diese heute schon relativ trockenen Standorte werden



Änderung des saisonalen klimatologischen Niederschlags zwischen den Perioden 1971-2000 und 2011-2040. Mittelwerte des CCLM-IMK-Ensembles.

Graphik: LUBW



Sturmschadenswahrscheinlichkeiten in Baden-Württemberg nach dem Weights-of-Evidence-Verfahren (WofE) und Sturmwurfflächen durch den Sturm „Lothar“ im Nordschwarzwald



Bild: LUBW

Die Allergie auslösende Pflanze *Ambrosia artemisiifolia* breitet sich zunehmend aus.

voraussichtlich auch künftig nicht wesentlich häufiger austrocknen als heute auch. Anders die tiefgründigen grundwasserfernen Böden. Diese werden voraussichtlich trotz der größeren Winterniederschläge und damit eines größeren Bodenwasservorrats im Frühjahr zumindest zeitweise länger und tiefer austrocknen. Am stärksten auswirken werden sich die Veränderungen gemäß Zukunftsszenario auf grundwasserbeeinflusste Biotope. Dort ist zu erwarten, dass die Wasserstände voraussichtlich deutlich sinken werden.

Die meisten geschützten Biotope in Baden-Württemberg sind Elemente der Kulturlandschaft. Sie entwickeln sich unter dem derzeitigen Klima bei ungebremster Sukzession – ohne Pflege oder bei nicht ausreichenden Pflegemaßnahmen – in Richtung Wald, und die Schutzobjekte gehen hierdurch meist verloren. Dies wird auch unter den veränderten Bedingungen aufgrund des Klimawandels so bleiben; allerdings auf grundwasserbeeinflussten Standorten durch die Änderungen des Wasserhaushalts verstärkt, mit weiteren Auswirkungen wie Humusabbau. Auch unter zukünftig wärmerem und (sommer-)trockenerem Klima in Baden-Württemberg wird man, um der Wiederbewaldung zu begegnen, intensive Pflegemaßnahmen auf den meisten Offenlandbiotopen und weitere standortangepasste Maßnahmen in grundwasserbeeinflussten Gebieten brauchen, um diese zu erhalten.

Einschleppung von Krankheitserregern

Durch den Klimawandel verbessern sich auch bei uns die Lebensbedingungen für Pflanzen- und Tierarten aus südlichen Gefilden. Aber auch die Verbreitungsareale einheimischer Arten verändern sich. Auf dem Vormarsch sind beispielsweise Zecken, die wahrscheinlich von weiter steigenden Temperaturen profitieren. Sie können verschiedene Krankheitserreger übertragen. In den Untersuchungsgebieten konnte ein Befall von Zecken mit Rickettsien (Zecken-

stichfieber), nicht aber mit Coxiellen (Q-Fieber) festgestellt werden. Außerdem wurden im Südwesten von Baden-Württemberg Sandmücken gefunden, die Überträger für Leishmanien (Einzeller, die Leishmaniose verursachen) sein können. Durch den Import von Hunden aus dem Mittelmeerraum, die Leishmaniose infiziert sein können, nimmt die Gefahr zu, dass sich der Entwicklungskreislauf der Leishmaniose in Deutschland verstärkt und sich diese Infektion etabliert.

Ausbreitung von Allergie auslösenden Pflanzen

Auch die Beifuß-Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*), die ursprünglich aus Nordamerika kommt und Allergien auslösen kann, wird durch den Klimawandel begünstigt und breitet sich bei uns vermehrt aus. Die Pollenkonzentrationen sind in den beiden untersuchten Regionen niedrig und noch gelangen die meisten Pollen über Ferntransport aus Südfrankreich zu uns. Dennoch müssen im Zuge der Gesundheitsvorsorge Maßnahmen ergriffen werden, den Pflanzenbestand der Beifuß-Ambrosie schon jetzt deutlich zu reduzieren. Derzeit zeigt sich in Baden-Württemberg eine ähnliche Situation wie in Norditalien Mitte der 1990er Jahre mit geringen messbaren Pollenmengen. Dort wurden keine Gegenmaßnahmen ergriffen, die Ambrosie hat sich seither rasant in Norditalien ausgebreitet und ist dort mittlerweile von hoher allergologischer Relevanz.

Ausblick

Die Ergebnisse der Verbundprojekte zeigen, dass wir erst am Anfang der Veränderungen stehen. Dies gilt sowohl für die klimatischen Veränderungen, die sich ab der Mitte dieses Jahrhunderts noch intensivieren werden, als auch für die Auswirkungen auf Mensch und Umwelt.

Ausführliche Informationen zum Forschungsprogramm finden sich unter: www.herausforderung-klimawandel-bw.de/

Kai-Achim Höpker

Innen- vor Außenentwicklung

Analyse von Bebauungsplänen der Innenentwicklung

Stuttgarter Wissenschaftler analysierten über hundert Bebauungspläne, die zur Innenentwicklung im beschleunigten Verfahren durchgeführt wurden, und erarbeiteten einen Handlungsleitfaden für kommunale Planer.

Immer mehr Gemeinden Baden-Württembergs legen ihre Priorität zunehmend auf die Innenentwicklung, statt neue Baugebiete im Außenbereich zu planen. Mit einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung verfolgen sie das Ziel, die vorhandenen Siedlungsstrukturen zu stärken und naturnahe Lebensräume zu erhalten.

In der Absicht, die Innenentwicklung zu fördern, führte der Gesetzgeber zum 1. Januar 2007 den Paragraphen 13a ins Baugesetzbuch (BauGB) ein. Damit ist für Vorhaben im Siedlungsbereich eine vereinfachte und beschleunigte Bauleitplanung möglich. Kritiker des neuen Gesetzes weisen aber unter anderem auf die Gefahr hin, dass auch schutzwürdige, innerörtliche Flächen ohne vertiefende Umweltprüfung überplant werden könnten.

Praxisanalyse

Das Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung der Universität Stuttgart analysierte 137 repräsentativ ausgewählte Bebauungspläne in Baden-Württemberg und bewertete die Erfahrungen der Kommunen mit dem neuen Planungsinstrument. Die Untersuchungsergebnisse zeigten, dass im Durchschnitt 38 Prozent aller Bebauungspläne im beschleunigten Verfahren des § 13a BauGB durchgeführt wurden. In Städten über 50.000 Einwohnern ist es sogar fast die Hälfte. Die Resonanz auf das neue Instrument fiel bei den befragten Planern überwiegend positiv aus. Eine Befragung der kommunalen Planungsakteure zeigte allerdings, dass ein Großteil der Bebauungspläne auch ohne Existenz des § 13a BauGB aufgestellt worden wäre. Die Anreizwirkungen zugunsten einer

verstärkten Innenentwicklung bleiben somit vermutlich begrenzt. Weiterhin belegt die Untersuchung, dass zahlreiche der ausgewählten Bebauungspläne keine bauliche Nachverdichtung, Um- oder Wiedernutzung bereits besiedelter Flächen vorsehen.

Mit 45 Prozent diente der größte Teil der überplanten Fläche der Bestandssicherung (26 Prozent der Bebauungspläne). Kritisch zu bewerten ist, dass es sich bei immerhin 12 Prozent der Fläche (21 Prozent der Bebauungspläne)

Fälle waren vor allem in ländlichen Regionen zu finden, in denen der Anwendungsbereich des beschleunigten Verfahrens tendenziell großzügiger ausgelegt wird. Vor diesem Hintergrund erarbeitete das Institut einen Handlungsleitfaden, der sowohl Bürgermeister als auch Sachbearbeiter der kommunalen Planungsbehörden anspricht. Der Leitfaden soll sie in der rechtssicheren Anwendung des beschleunigten Verfahrens unterstützen.

Peter Streiff

PROJEKT

Nachhaltige Innenentwicklung durch beschleunigte Planung – Analyse der Anwendung von § 13a BauGB in baden-württembergischen Kommunen

Projektlaufzeit:
10/2008 bis 07/2010

KONTAKT

Prof. Dr.-Ing. Stefan Siedentop
Dipl.-Ing. Katharina Mohr
Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung (IREUS)
Universität Stuttgart
stefan.siedentop@ireus.uni-stuttgart.de
www.uni-stuttgart.de/ireus

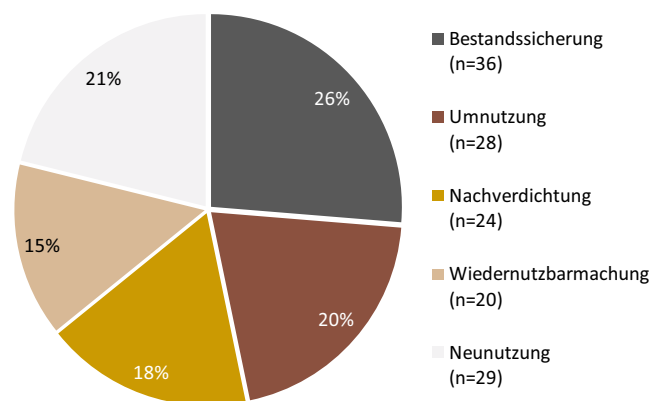


ne) um eine Überplanung zuvor nicht baulich genutzter Gebiete handelt. Zudem beurteilen die Wissenschaftler zehn Prozent aller Fälle als problematisch, bei denen die Kommunen schutzwürdige Flächen überplanten, ohne die ökologischen Auswirkungen der Planung transparent abzuwägen.

Handlungsleitfaden

Eine von Kritikern erwartete missbräuchliche Anwendung des Instruments war nur bei einer Minderheit der Kommunen zu beobachten. Kritische

Oben: Innerstädtische Brachfläche mit einer projektierten Bebauung
Unten: Plantypen der 137 untersuchten Bebauungspläne: Bei insgesamt 53 Prozent (farbig markiert) der untersuchten Bebauungspläne handelt es sich um Innenentwicklung im engeren Sinne. *Bild und Graphik: IREUS*



Gemeinden fit für die Zukunft

Elemente nachhaltiger Entwicklung kleiner Kommunen in Baden-Württemberg

Das Umweltministerium hat das im November 2007 gestartete Realexperiment gemeinsam mit den Modellkommunen Aspach, Illmensee und Seckach ergänzt. Zusätzliche Information sowie die qualifizierte Anwendung der Instrumente Öffentlichkeitsarbeit, „Projekt Check“ und Nachhaltigkeitsbericht sollen dazu beitragen, den Prozess vor Ort zu verselbständigen.

PROJEKT

Kommunen auf dem Weg zu einer zukunftsfähigen nachhaltigen Kommunalentwicklung

Projektlaufzeit:
2007 bis 2009
Projektergänzung:
2010 bis 2/2011

KONTAKT

Prof. Dr. Günther Turian
Daniela Klebsattel
Ministerium für Umwelt,
Naturschutz und Verkehr
Baden-Württemberg
Referat Forschung,
Umwelttechnik, Ökologie
guenther.turian@uvm.bwl.de

In einem seit November 2007 laufenden Projekt „Kommunen auf dem Weg zu einer zukunftsfähigen nachhaltigen Kommunalentwicklung“ konnte das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr gemeinsam mit Modellkommunen wertvolle Erkenntnisse über die Notwendigkeit, den Aufbau und die Anwendung von Strukturen und Verfahren für den Prozess einer nachhaltigen Kommunalentwicklung gewinnen.

Auch in kleineren Kommunen geht es

Das bisherige Projekt hat gezeigt:

- Der Aufbau bestimmter Strukturen wie Projektleitung, Institutionalisierte Zusammenarbeit, Anlaufstelle ist auch in kleineren Kommunen für den Start eines Prozesses erforderlich.
- Diesen Aufbau können auch kleinere Kommunen bewältigen. Er erfordert aber mehr Zeit, als nach den Erfahrungen in größeren Kommunen zu erwarten wäre.
- Auch in kleineren Kommunen ohne entsprechende Erfahrung ist es möglich, eine aktive Bürgerbeteiligung zu starten und diese in weiterführende Aktivitäten wie Arbeits-/Projektgruppen einzubinden.
- Bürgerbefragungen und große Auftaktveranstaltungen sind wichtige Elemente des Beginns.

- Geschulte Moderatoren aus der Bürgerschaft sind notwendig.
- Gute Öffentlichkeitsarbeit ist ein wesentliches Element Bürgerbeteiligungsverfahren zu verwirklichen. Sie ist in kleineren Kommunen oft entwicklungsbedürftig.
- Kenntnisse über Nachhaltigkeit und die zugehörige methodische Kompetenz sind für den Prozess einer nachhaltigen Kommunalentwicklung essenziell und sollten bei allen beteiligten Akteuren entwickelt werden.
- Sowohl für den Aufbau von Strukturen als auch für den Start von Verfahren der Bürgerbeteiligung erscheint zumindest in kleineren Kommunen und in frühen Phasen externe fachliche Unterstützung hilfreich.

Prozessverständnis, Öffentlichkeitsarbeit, Lernen durch Tun

Das Ministerium möchte gemeinsam mit den Modellkommunen in der Projektergänzung die Frage klären: Inwieweit und unter welchen Bedingungen können einige als wesentlich angesehene Elemente dazu beizutragen, erstens einen substanziellen Wissenszuwachs vor allem in den Bereichen Nachhaltigkeit und Klimaschutz zu erreichen, zweitens die Bürgerbeteiligung durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit und ergänzende Beteiligungsangebote auszu-

weiten und drittens die Methodenkompetenz in den Kommunen zu steigern?

Die wesentlichen Elemente der Projektergänzung in den Kommunen sind deshalb:

- Informationen zum Thema Nachhaltigkeit, Kommunalpolitik und Kommunalverwaltung der Modellkommunen, angeboten in zwei speziellen Workshops,
- Erarbeiten und Umsetzen einer Konzeption für die Öffentlichkeitsarbeit zum Nachhaltigkeitsprozess, unterstützt durch Experten,
- Überprüfen mindestens eines kommunalen Projekts, nach Wahl der Kommunen, auf Nachhaltigkeit mit Hilfe des Projekt-Checks der Bodensee-Agenda, unterstützt durch Moderatoren bzw. Experten,
- Erstellen eines ersten Nachhaltigkeitsberichts auf der Basis zur Verfügung gestellter Grundbausteine (Ist-Zustand).

Wie gut wird es in den Modellkommunen gelingen, die neu geschaffenen Strukturen zu stabilisieren, mit Lernen durch Tun die Beteiligungskultur zu entwickeln und den Prozess einer nachhaltigen Entwicklung zu verselbständigen? Die Ergebnisse des Projekts werden es zeigen. Es läuft noch bis Februar 2011.

Günther Turian





Flächenmobilisierung

Das länderübergreifende Modellprojekt Raum+ AKTIV

In dem 2009 abgeschlossenen Projekt Raum+ wurden grundlegende Informationen über nicht oder gering genutzte Flächenpotenziale im Ortsinnern von fünf Regionen in Baden-Württemberg, im Kanton Basel-Landschaft sowie in der länderübergreifenden Metropolregion Rhein-Neckar erhoben. Das Nachfolgeprojekt Raum+ AKTIV nimmt nun die konkrete Mobilisierung dieser Potenziale in den Blick. Gemeinsam mit neun Modellkommunen wollen die Bearbeiter beispielhafte Lösungsmöglichkeiten für die bauliche (Wieder-)Nutzung von Flächenpotenzialen im Innenbereich aufzeigen. Ausgewählt haben sie Flächen, die für

die gemeindliche Entwicklung wichtig, baulich jedoch schwierig umzusetzen sind und deshalb ein breites Spektrum unterschiedlicher Fachdisziplinen erfordern. Neben der Entwicklung städtebaulicher Ideen geht es vor allem darum, die betroffenen Grundstückseigentümer, Gemeindeverwaltungen und Fachbehörden einzubinden. Da sich Investoren nur mit klaren Aussagen zu Kosten und Risiken gewinnen lassen, werden auch Finanzierungsmodelle erarbeitet. Ein weiteres Element des Projekts ist die Entwicklung eines „Standortpotenzial-Checks“. Dieser soll die Kommunen bei der Abschätzung unterstützen,

welche Innenentwicklungspotenziale mit einem finanziell darstellbaren Aufwand realisierbar sind. Er beleuchtet alle relevanten Themenbereiche wie die städtebauliche Situation, die Erschließung sowie die Marktsituation. Er soll auch für andere interessierte Kommunen anwendbar sein. Initiiert wurde Raum+ AKTIV vom Verband Region Rhein-Neckar. Finanzielle Unterstützung leisten die Länder Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Hessen. Mit jeweils zwei Modellkommunen haben sich die Regionalverbände Mittlerer Oberrhein und Nordschwarzwald dem Projekt angeschlossen.

PROJEKT

RAUM+ AKTIV
 Projektlaufzeit:
 11/2009 bis 11/2011

KONTAKT

Hans-Peter Hege (Leitung)
 Verband Region Rhein-Neckar
 hans-peter.hege@vrrn.de
 Dr. Gerd Hager
 Regionalverband Mittlerer Oberrhein
 Dirk Büscher
 Regionalverband Nordschwarzwald

Beispielhafte Potenziale in Böchingen, Durmersheim, Nagold und Philippsburg.
 Bilder: Verband Region Rhein-Neckar



Partnerschaft für Siedlungsentwicklung

NABU und Kommunen gehen neue Wege in der Kommunikation

Wie wohnen wir heute und wie wollen wir in Zukunft leben? Wie können die Themen „Reduzierung des Flächenverbrauchs“ und „Stärkung der Innenentwicklung“ im öffentlichen Bewusstsein und im kommunalen Handeln von Klein- und Mittelstädten stärker verankert werden? Diese Fragen stellt das Projekt „Partnerschaften für eine nachhaltige Siedlungsentwicklung“ des Naturschutzbunds Deutschland (NABU).

Gemeinsam mit acht kommunalen Partnern (u. a. Tübingen und Hülffingen), die Teil eines Netzwerks werden, entwickelt der NABU hierfür maßgeschneiderte Kommunikationsstrategien. Zusammen werden neue Methoden erprobt, um die wesentlichen Botschaften einfach und ansprechend zu vermitteln. Denn der Nutzen einer flächensparsamen, auf Innenentwicklung konzentrierten Siedlungsentwicklung muss sich im Bewusstsein

von Politik, Verwaltung und Bürgern verankern. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), den beteiligten Ländern Baden-Württemberg, Niedersachsen und Rheinland-Pfalz sowie Kommunen und dem NABU finanzierte Projekt ist Teil des Schwerpunktes „Forschung für die Reduzierung der Flächeninanspruchnahme und ein nachhaltiges Flächenmanagement (REFINA)“ des BMBF.

PROJEKT

Partnerschaften für nachhaltige Siedlungsentwicklung
 Projektlaufzeit:
 10/2009 bis 09/2011

KONTAKT

Manuel Dillinger
 Nicola Krettek
 Naturschutzbund Deutschland – NABU e.V.
 Bundesgeschäftsstelle, Berlin
 manuel.dillinger@nabu.de
 nicola.krettek@nabu.de
 http://www.nabu.de/aktionen/undprojekte/flaechensparen/

Themenfeld erweitert

Untersuchung aller organischen Böden und deren Wechselwirkung mit Klimagasen im neuen BWPLUS-Themenfeld

Im April 2010 veröffentlichte das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr die Ausschreibung zum Themenfeld „Organische Böden, insbesondere Moore, als Quellen und Senken klimarelevanter Gase“. Zuvor hatte man den weiteren Forschungsbedarf zu Mooren und Klimagasen auf einem Workshop mit ausgewählten Experten intensiv diskutiert. Die Experten sprachen sich dafür aus, nicht nur Moore, sondern auch andere organische Böden bei der Ausschreibung zu berücksichtigen. Diesem Ratschlag ist das Ministerium gefolgt.

Als besonders Treibhausgas-relevant gelten Böden mit höheren Gehalten an organisch gebundenem Kohlenstoff. Deshalb hat der International Panel on Climate Change (IPCC) die Böden mit Gehalten an organischer Substanz über 12 Prozent in seine Klimaschutzberichterstattung aufgenommen.

Diese „Organischen Böden“ umfassen vor allem Moore, Anmoore und Anmoorgleye. Dort sind erhebliche Mengen an Kohlenstoff gespeichert. Je nach Nutzung und Bewirtschaftung geben sie diesen unter aeroben Bedingungen als CO₂ wieder ab. Weitere

klimarelevante Prozesse sind die Reduktion von Nitrat zu Lachgas (N₂O) und die Bildung von Methan (CH₄) aus dem gespeicherten Kohlenstoff unter anaeroben Verhältnissen.

Klimagase und Landnutzungen insbesondere auf Mooren sind Thema verschiedener Forschungsverbände in der Bundesrepublik. Deshalb fokussiert die Ausschreibung im Rahmen von BWPLUS (Baden-Württemberg-Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung) auf die Bedingungen und Situationen in Baden-Württemberg.

Blutsaugern auf der Spur

Neue BWPLUS-Ausschreibung zur Ökologie von Zecken als Überträger von Krankheitserregern in Baden-Württemberg

Wer hat nicht schon gefürchtet, von einem Zeckenbiss krank zu werden? Kein Wunder, denn Zecken sind Europas bedeutendste Überträger von Krankheitserregern, die für Menschen und Tiere gefährlich werden können. Besonders bekannt sind die Lyme-Borreliose und die Frühsommer-Meningoenzephalitis – kurz FSME. Experten erwarten gar mit der Klimaerwärmung bessere Bedingungen insbesondere auch für

neu eingewanderte und einwandernde Zeckenarten und Krankheiten aus südlichen Breiten.

Schutzempfehlungen beschränken sich indes bisher überwiegend auf die persönliche Vorsorge und Therapie. Dazu gehört der Gebrauch von Vergrämungsmitteln, sogenannter Repellents. Man kann sich gegen FSME impfen lassen. Bereits erfolgte frische Infektionen mit Borreliose lassen sich mit Antibiotika sehr gut bekämpfen. Warum gibt es

keine besseren Ratschläge, um sich vor Zeckenbissen und damit vor möglichen Infektionen und Krankheiten zu schützen? Der Grund ist: Man weiß noch zu wenig über die Ökologie der achtbeinigen Parasiten; also darüber, unter welchen Bedingungen wo überhaupt verschiedene Zeckenarten bei uns vorkommen können und wo oder wann die Dichte infizierter Zecken in Baden-Württemberg hoch oder gering ist. Das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr will diesen Wissensmangel beseitigen und wirbt dafür gezielt um anwendungsnahe Projekte im Forschungsförderprogramm BWPLUS.

Die Ausschreibung zur „Ökologie von Zecken als Überträger von Krankheitserregern in Baden-Württemberg“ finden Sie unter <http://www.ptka.kit.edu/bwp/202.php>.

KONTAKT

Dipl.-Ing. Silke Bohrmann
Tel.: 07247-82-5294
silke.bohrmann@kit.edu
Karlsruhe Institut für Technologie (KIT)
Projekträger Karlsruhe
Baden-Württemberg
Programme PTKA-BWP

Zecken können ihr Körpervolumen um ein Vielfaches erhöhen (links: Auwaldzecke, rechts: Holzbock).

Bilder: L. Kratzer,
K. Michel/Pixelio





Einblicke in die Umweltforschung

BWPLUS

Mit dem Förderprogramm BWPLUS (Baden-Württemberg Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung) fördert das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Projekte der anwendungsorientierten Umweltforschung, die für Baden-Württemberg in besonderem Maße relevant sind.

ERDWÄRME

FKZ Projekt	PHEW Z04E28001 geomatrix.bw, Teil 1: Ganzjährige Nutzung von Geothermie zum Heizen und Kühlen von Gebäuden
Laufzeit Einblick	01.09.2009 – 29.02.2012 Im Rahmen des Projektes soll die ganzjährige Nutzung von Erdsondenanlagen untersucht werden. Für die Untersuchungen steht eine 5-kW-Ammoniak/Wasser-Diffusionsabsorptionskältemaschine (DAKM) zur Verfügung. Darüber hinaus werden bereits vorhandene dreidimensionale Simulationsmodelle zur Berücksichtigung von Grundwasserströmungen erweitert. Als großtechnische Anwendung mit hohem Verbreitungspotenzial wird die ganzjährige Nutzung von Geothermie in der Lebensmittellogistik bearbeitet. Verbundprojekt mit Z04E28002 und Z04E28003
Institution Leitung	Hochschule für Technik Stuttgart Prof. Dr. Ursula Eicker ursula.eicker@hft-stuttgart.de
Internet	www.hft-stuttgart.de/Forschung/Egle-Institut
FKZ Projekt	PHEW Z04E28002 geomatrix.bw, Teil 3: Kosteneffiziente Messsysteme und Konzepte zur Überwachung oberflächennaher Erdwärmennutzung
Laufzeit Einblick	01.05.2009 – 31.10.2011 Um die Chancen der Erdwärmennutzung zu verbessern und das einhergehende Risiko für das Grundwasser zu minimieren, sollen im Rahmen des Projektes zum einen die nötige Messtechnik und zugehörige Konzepte für die kosteneffiziente Langzeitüberwachung des Untergrundes erarbeitet werden. Zum anderen soll auch die Basis für ein besseres Verständnis der zugrundeliegenden Prozesse geschaffen werden, vor allem, um potenzielle Beeinträchtigungen der Grundwasserqualität bereits in der Planungsphase von Anlagen fundiert einschätzen zu können. Verbundprojekt mit Z04E28001 und Z04E28003
Institution Leitung	Universität Stuttgart, Institut für Wasserbau, Stuttgart Dr. Jürgen Braun juergen.braun@iws.uni-stuttgart.de
Internet	www.iws.uni-stuttgart.de
FKZ Projekt	PHEW Z04E28003 geomatrix.bw, Teil 2: Prozessmodellierung und Chancenanalyse oberflächennaher Erdwärme in Baden-Württemberg
Laufzeit Einblick	01.09.2009 – 29.02.2012 Ziel des vorliegenden Vorhabens ist die Risiko- und Chancenanalyse für die Nut-

PHEW

Mit dem Forschungsprogramm „Herausforderung Erdwärme“ will das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr den wirtschaftlich und ökologisch sinnvollen Ausbau der Nutzung der oberflächennahen Erdwärme in Baden-Württemberg voranbringen sowie vorhandene Hemmnisse beseitigen.

Institution	Universität Tübingen, Zentrum für Angewandte Geowissenschaften (ZAG), Tübingen
Leitung	Dr. Philipp Blum philipp.blum@uni-tuebingen.de
Internet	www.ifg.uni-tuebingen.de/departments/zag/
FKZ Projekt	PHEW Z04E28006 Risikominimierung beim Einsatz von Wärmeträgerflüssigkeiten: Einfluss von Additiven und Temperatur auf Umweltverhalten und Abbaubarkeit im Untergrund
Laufzeit Einblick	01.04.2009 – 30.09.2011 Wärmeträgerflüssigkeiten enthalten mitunter nicht näher deklarierte Hilfsstoffe (Additive). In diesem Forschungsvorhaben sollen Hauptkomponenten der Additive durch eine Markterhebung identifiziert, deren Umweltverhalten (Sorption und Transport) quantifiziert sowie ihre Abbaubarkeit im Untergrund bestimmt werden. Außerdem wird untersucht, inwiefern Additive den Bioabbau von Glykolen beeinflussen und wie sich Temperaturschwankungen beim Betrieb von Erdwärmesonden auf den Bioabbau sowie die Aktivität der Mikroorganismen auswirken.
Institution	Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Zentrum für Angewandte Geowissenschaften (ZAG)
Leitung	Prof. Dr. Stefan Haderlein stefan.haderlein@uni-tuebingen.de
Internet	www.uni-tuebingen.de/zag/

FLÄCHE

FKZ Projekt	BWPLUS BWR28002 Nachhaltige Innenentwicklung durch beschleunigte Planung? – Analyse der Anwendung von § 13a BauGB in baden-württembergischen Kommunen
Laufzeit Einblick	01.10.2008 – 31.07.2010 Ob eine vereinfachte und beschleunigte Bauleitplanung für Innenentwicklungsvorhaben dem Ziel einer nachhaltigen städtebaulichen Entwicklung gerecht wird, ist umstritten. Ziel dieses Forschungsprojekts ist es, die bislang mit

EINZELPROJEKT

Mit der Förderung von Einzelprojekten reagiert das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr kurzfristig auf akute Fragestellungen.

FKZ = Förderkennzeichen

Institution	Universität Stuttgart, Institut für Raumordnung und Entwicklungsplanung (IREUS), Stuttgart
Leitung	Prof. Dr.-Ing. Stefan Siedentop stefan.siedentop@ireus.uni-stuttgart.de
Internet	www.uni-stuttgart.de/ireus/
FKZ Projekt	BWPLUS BWR 28003 – 28006 Praktiziertes Flächenmanagement in der Region Freiburg – Qualität und Service (PFIF) – Teil1 - 4
Laufzeit Einblick	01.10.2008 – 31.12.2010 Das Projekt umfasst den strategisch ausgerichteten und integrierenden Umgang mit Flächen (für Wohnen und Gewerbe) über administrative kommunale Grenzen hinaus. Mit der Anwendung innovativer Instrumente zur qualitativen und quantitativen Steuerung der Siedlungsentwicklung und durch die Zusammenführung bisher nicht kooperierender Akteure im Handlungsfeld Flächenmanagement und Innenentwicklung wird ein konkreter Beitrag zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme in einer Wachstumsregion geleistet.
Institution Leitung	Öko-Institut e.V., Freiburg Dr. Matthias Buchert m.buchert@oeko.de
Internet	www.oeko.de
Partner Leitung	Baader Konzept GmbH, Mannheim Dr. Sabine Müller-Herbers s.mueller-herbers@baaderkonzept.de
Internet	www.baaderkonzept.de
Partner Leitung	Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen, Institut für Stadt- und Regionalentwicklung, Nürtingen Prof. Dr. Alfred Ruther-Mehlis alfred.ruther-mehlis@hfwu.de
Internet	www.hfwu.de
Partner Leitung	Stadt Freiburg im Breisgau, Referat für Stadtentwicklung und Bauen, Integrierte Stadtentwicklung, Freiburg Stadtdirektor Norbert Schröder-Klings rsb@stadt.freiburg.de
Internet	www.freiburg.de
FKZ Projekt	BWPLUS BWU27005 Energetische und akustische Sanierung von Wohngebäuden – vom

LÄRM

FKZ Projekt	BWPLUS BWU27005 Energetische und akustische Sanierung von Wohngebäuden – vom
----------------	--



Altbau zum akustisch optimierten Passivhaus

Laufzeit 01.05.2008 – 30.09.2010
 Einblick Ziel des Projektes ist es, Optimierungspotenziale für das akustische Verhalten von Wohngebäuden im Zuge einer energetischen Sanierung hin zum Passivhaus-Standard zu untersuchen und für die Planung und Ausführung durch die Bauwirtschaft zu erschließen. Dabei werden alle thermisch und akustisch wirksamen Komponenten wie Dämmung der opaken Teile der Fassade, Fenster und die Lüftungseinrichtungen detailliert betrachtet und Lösungen in einem Leitfaden dokumentiert.
 Institution Hochschule für Technik, Stuttgart
 Leitung Prof. Dr. Ursula Eicker
 Internet www.hft-stuttgart.de/Forschung/Egle-Institut

FKZ BWPLUS BWU27006
 Projekt **Wirkungsbezogene Gesamtlärm-simulation und -bewertung: Entwicklung eines Auralisationsinstruments zur Bewertung von Lärm und Lärminderungsmaßnahmen**

Laufzeit 01.07.2008 – 31.12.2010
 Einblick Ziel des Vorhabens ist ein Echtzeit-Auralisationsinstrument mit repräsentativer Umgebungslärm-Datenbank und integrierter Simulation von Maßnahmen zur Lärminderung. Wesentlich dabei ist, dass einzelne Lärmarten (von Straßen- oder Schienenverkehr, Industrie, Freizeit etc.) interaktiv kombiniert werden können („Gesamtlärm“), da die Interaktion zwischen den verschiedenen Lärmarten und den Maßnahmen zu ihrer Minderung bisher nicht beschrieben werden konnte. Verbundprojekt mit BWU27007
 Institution Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart
 Leitung Dr.-Ing. Philip Leistner
 Internet www.ibp.fraunhofer.de/akustik

FKZ BWPLUS BWU27007
 Projekt **Wirkungsbezogene Gesamtlärmsimulation und -bewertung: Entwicklung eines standardisierten Bewertungssystems zur Evaluation von Lärm**

Laufzeit 01.07.2008 – 31.03.2012
 Einblick Ziel des Projektes ist die Erarbeitung eines standardisierten Bewertungssystems zur Evaluation von Lärm und Lärminderungsmaßnahmen sowohl anhand objektiver Leistungsparameter als auch subjektiver Beurteilungsparameter. Dazu werden standardisierte Verfahren entwickelt bzw. zusammengestellt und angepasst, die zum einen die Wirkung von Schall auf kognitive Prozesse, zum anderen seine subjektive Beurteilung durch den Menschen erfassen. Verbundprojekt mit BWU27006
 Institution Kath. Universität Eichstätt-Ingolstadt, Psychologie II, Professur für Arbeits-, Umwelt- und Gesundheitspsychologie, Eichstätt
 Leitung Prof. Dr. Jürgen Hellbrück
 Internet www.ku-eichstaett.de

FKZ BWPLUS BWU27008
 Projekt **Neuartige reaktive und aktive Abgasschalldämpfer zur Integration mit Partikelfiltern großvolumiger Diesel-**

motoren

Laufzeit 01.07.2008 – 31.12.2010
 Einblick Da sowohl Partikel- als auch Lärm-Emissionen von Dieselmotoren reduziert werden müssen, zielt das Projekt auf die Entwicklung integrierbarer Schalldämpferlösungen speziell für den kritischen tiefen Frequenzbereich. Im Vordergrund stehen reaktive und aktive Systeme, die zusätzlich an die anspruchsvollen Umgebungsbedingungen anzupassen sind. Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart
 Leitung Dr. Peter Brandstädt
 Internet www.ibp.fraunhofer.de/akustik

FKZ BWPLUS BWU27009
 Projekt **Schallschutzpflanzen – Optimierung der Abschirmwirkung von Hecken und Gehölzen**

Laufzeit 01.07.2008 – 31.10.2010
 Einblick In dieser Studie wird untersucht, welche Pflanzen sich für Schallschutzzwecke aus akustischer Sicht besonders eignen, wie sie gepflanzt werden sollten, welche Abmessungen eine Hecke besitzen sollte und wie sich weitere Einflussfaktoren wie Bewuchsdichte, Blattfläche, Form und Dicke der Blätter etc. auf die akustischen Eigenschaften auswirken. Anhand von Untersuchungen sollen Dämpfungs- und Absorptionskoeffizienten bestimmt, die Schallschutzwirkung optimiert und verlässliche Bemessungsgrundlagen für die Städte- und Landschaftsplanung bereitgestellt werden.
 Institution Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart
 Leitung Dr. Lutz Weber
 Internet www.ibp.fraunhofer.de/akustik

THERMISCHE ENERGIESPEICHER

FKZ BWPLUS BWE27003
 Projekt **Ganzheitliche Bewertung innovativer mobiler thermischer Energiespeicherkonzepte für Baden-Württemberg auf Basis branchen- und betriebsspezifischer Wärmebedarfsstrukturen**

Laufzeit 01.07.2008 – 31.12.2010
 Einblick Unter dem Begriff „Mobile Wärme“ werden verschiedene leitungsungebundene Systeme für die Speicherung und den möglichen Transport von Abwärme, vor allem industrieller Herkunft, zu externen Nutzern zusammengefasst. Zielsetzung des Forschungsprojekts ist die Bestimmung der technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Rahmendaten dieser verschiedenen Konzepte der Wärmespeicherung, bei denen es sich um das Thermoölverfahren, die Latentwärmespeichermedien und die Zeolithspeichertechnik handelt.
 Institution Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart
 Leitung Dr. Ulrich Fahl
 Internet www.ier.uni-stuttgart.de

FKZ BWPLUS BWE27004
 Projekt **StabiSorp: Hydrothermale Stabilitätsuntersuchungen von Sorptionsmaterialien und Verbundsystemen zur Wärmespeicherung und -transformation**

Laufzeit 01.07.2008 – 31.08.2010
 Einblick Im Rahmen des Projekts werden Sorptionsmaterialien und Verbundsysteme (Adsorbens/Trägerstruktur) für Wärmespeicher- und -transformationsanwendungen auf ihre hydrothermale und mechanische Stabilität im kleinen Maßstab untersucht.
 Institution Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg
 Leitung Dr. Stefan Henninger
 Internet www.ise.fraunhofer.de

FKZ BWPLUS BWE27008
 Projekt **KoWass – Entwicklung eines kombinierten Warmwasser-Sorptionswärme-Speichers für thermische Solaranlagen**

Laufzeit 01.09.2008 – 31.08.2011
 Einblick Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines kombinierten Warmwasser-Sorptionswärme-Speichers für thermische Solaranlagen zur Erhöhung der Effizienz des Speichers und zur Verbesserung der Versorgungssicherheit während Schlechtwetterperioden. Dies wird erreicht durch die Ergänzung des konventionellen Warmwasserspeichers durch eine quasi verlustfreie Wärmespeicherung mittels eines Sorptionswärmespeichers.
 Institution Universität Stuttgart, Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik, Stuttgart
 Leitung Dr. Henner Kerskes
 Internet www.itw.uni-stuttgart.de

FKZ BWPLUS BWE28001
 Projekt **ModSto – Entwicklung eines modularen Speichersystems für kostengünstige solarthermische Kombianlagen mit hohem solaren Deckungsanteil – Teil 1 + 2**

Laufzeit 01.10.2008 – 31.12.2011
 Einblick Ziel des Projektes ist die wirtschaftliche Realisierung eines modularen Speichersystems für kostengünstige solarthermische Kombianlagen. Durch das geplante Modulsystem verbessert sich wesentlich die Einbringbarkeit und Platzausnutzung gegenüber herkömmlicher Technik. Durch eine größere Speicherkapazität und reduzierte Wärmeverluste gegenüber einer herkömmlichen Mehrspeicherlösung sind größere solare Deckungsanteile möglich.
 Institution Consolar Solare Energiesysteme GmbH, Löffelbach
 Leitung Dr.-Ing. Ulrich Leibfried
 Internet www.consolar.de

FKZ BWE28002
 Laufzeit 01.10.2008 – 31.12.2010
 Universität Stuttgart, Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik, Stuttgart
 Leitung Dr.-Ing. Harald Drück
 Internet www.itw.uni-stuttgart.de

WEITERE FORSCHUNGSPROJEKTE

FKZ BWPLUS BWE28003
 Projekt **Natürliche Strahlenexposition der Bevölkerung in Baden-Württemberg: Hat die Nutzung von Erdwärme für Wohnhäuser einen Einfluss auf diese Exposition?**



Laufzeit	01.10.2008 – 30.09.2011
Einblick	Ziel des Projekts ist die Einschätzung einer möglichen zusätzlichen Strahlenexposition der Bevölkerung durch Ingestion und Inhalation von natürlich vorkommenden Radionukliden, die im Zusammenhang mit der Nutzung von geothermischer Energie zur Wärmegewinnung aus heute nicht unmittelbar zugänglichen geologischen Formationen an die Erdoberfläche verbracht werden.
Institution	Karlsruher Institut für Technologie, Campus Nord, Hauptabteilung Sicherheitsmanagement, Eggenstein-Leopoldshafen
Leitung	Christoph Wilhelm christoph.wilhelm@kit.edu
Internet	www.kit.edu
FKZ Projekt	BWPLUS BWK27009 Messung großskaliger Transportpfade im Bodensee als Basis für ein Modellsystem zur Schadstoffausbreitung: Drifterexperimente und Modellvergleich
Laufzeit	01.09.2007 – 31.08.2010
Einblick	Das großskalige Strömungsfeld spielt eine wesentliche Rolle für die Ausbreitung und die Verteilung von Substanzen im Bodensee. In dem Projekt wird die großskalige Zirkulation im Bodensee mit Hilfe von Driftkörpern experimentell gemessen und das Strömungsfeld mit 3-D-hydrodynamischen Modellen simuliert. Die Felddaten liefern eine empirische Basis für die Bewertung der Eignung der verschiedenen numerischen Modelle unter unterschiedlichen Umweltbedingungen und für das Krisenmanagement z. B. nach Unfällen mit gefährlichen Substanzen.
Institution	Universität Konstanz, Limnologisches Institut, Konstanz
Leitung	Prof. Dr. Frank Peeters frank.peeters@uni-konstanz.de
Internet	www.uni-konstanz.de/limnologie/
FKZ Projekt	BWPLUS BWU27003 Messungen der räumlichen Variabilität der Luftqualität in einem Ballungsraum mittels einer Straßenbahn
Laufzeit	01.09.2007 – 30.06.2011
Einblick	Mittels einer Straßenbahn als Messgeräteträger werden Immissionen ausgewählter gasförmiger und partikelförmiger Luftbeimengungen in einem urbanen Ballungsraum (Karlsruhe) in Baden-Württemberg untersucht. Ziel des Projektes sind die weitgehend automatisierten Langzeituntersuchungen der Luftqualität im Raum Karlsruhe.
Institution	Karlsruher Institut für Technologie, Campus Nord Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Eggenstein-Leopoldshafen
Leitung	Prof. Dr. Christoph Kottmeier christoph.kottmeier@kit.edu
Internet	www.kit.edu
FKZ Projekt	BWPLUS BWU26004 Leonberg 2005+: Wasserhaushalt qualifizierter Rekultivierungsschichten
Laufzeit	01.09.2006 – 31.08.2011
Einblick	Das Projekt befasst sich mit der Optimierung von Rekultivierungsschichten in Deponie-Oberflächenabdichtungssystemen. In vorangegangenen Vorhaben wurden auf der Deponie Leonberg (Landkreis Böblingen) zwei Großlysime-

terfelder eingerichtet und mit Bäumen bepflanzt. Das erste Feld enthält eine unverdichtet eingebaute Rekultivierungsschicht, das zweite zum Vergleich eine konventionell verdichtet eingebaute Variante. Das laufende Vorhaben hat zum Ziel, die Untersuchungen zum Wasserhaushalt und zur Boden- und Vegetationsentwicklung fortzuführen.

Institution Universität Freiburg, Institut für Landespflege, Freiburg
Leitung Prof. Dr. Werner Konold
werner.konold@landespflege.uni-freiburg.de
Internet www.landespflege-freiburg.de

FKZ
Projekt Einzelprojekt UVM24-3561/112
Kommunen auf dem Weg zu einer zukunftsfähigen nachhaltigen Entwicklung

Laufzeit 11/2007 – 2/2011
Einblick Gemeinsam mit den Modellkommunen Aspach, Illmensee, Schlierbach, Seckach und Tuttligen identifiziert das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg in einem Realexperiment die wesentlichen Strukturen, Verfahren, Inhalte und sonstigen Erfolgsfaktoren erfolgreicher Wege zu nachhaltigen Bürgerkommune.

Internet Institution Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart

Leitung Prof. Dr. Günther Turian
Daniela Klebsattel
guenther.turian@uvm.bwl.de
daniela.klebsattel@uvm.bwl.de

Internet www.uvm.baden-wuerttemberg.de

Institution Umweltforschungsinstitut Tübingen (Ufit), Tübingen

Leitung Helmut Bauer
ufitla21@aol.com

Institution Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu), Heidelberg

Leitung Markus Duscha
markus.duscha@ifeu.de

Internet www.ifeu.de

FKZ
Projekt L7529006
Literaturrecherche zum Thema Zecken und zeckenübertragene Krankheiten in Baden-Württemberg – Stand des Wissens

Laufzeit 01.07.2010 – 31.08.2010

Einblick Ziel dieser Literaturrecherche ist es, den Wissensstand über die Ökologie von Wirtszecken-pathogenen Systemen im Zusammenhang mit biotischen und abiotischen Umwelteinflüssen zu ermitteln. Der Schwerpunkt wird dabei in Baden-Württemberg liegen. Dadurch erhält man Informationen über die Bereiche, die bisher am wenigsten verstanden werden und die weitere Untersuchungen erfordern.

Institution Karlsruhe Institut für Technologie, Abt. Ökologie und Parasitologie, Karlsruhe

Leitung Trevor N. Petney
trevor.petney@bio.uka.de

Internet www.zoo.kit.edu

Aktiv in Sachen Umweltforschung

Ansprechpartner bei Fragen rund um die Umweltforschung im Land

Umweltforschungsförderung

Eine Übersicht über alle aktuellen Förderprogramme und weitere Informationen zur Umweltforschung Baden-Württemberg stellt das Umweltministerium auf seinen Internetseiten unter www.uvm.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/9277/ zur Verfügung.

Ansprechpartner:

Prof. Dr. Günther Turian

Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg

Referat Forschung, Umwelttechnik, Ökologie

E-Mail: guenther.turian@uvm.bwl.de

Projektbegleitung

Der Projektträger PTKA-BWP am KIT berät Antragsteller und begleitet die Zuwendungsempfänger bei der Durchführung ihrer Forschungsprojekte. Aktuelle Ausschreibungen, Hinweise für Antragsteller und alle Formulare können auf den Internetseiten des Baden-Württemberg Programms Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung (BWPLUS) abgerufen werden unter www.ptka.kit.edu/bwp/.

Ansprechpartner:

Karlsruher Institut für Technologie (KIT),

Projektträger Karlsruhe

E-Mail: bwp@ptka.kit.edu

Forschungstransfer

Die LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg fördert den Austausch zwischen Wissenschaft und Praxis. Informationen zum Forschungstransfer finden Sie im Internet unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/35988/. Hier können alle Journale zur Umweltforschung in Baden-Württemberg heruntergeladen werden. Über den Button „Fachinformationen“ erhalten Sie Zugang zum Fachdokumentendienst Umweltforschung mit allen Zwischen- und Schlussberichten laufender und abgeschlossener Umweltforschungsprojekte des Landes.

Ansprechpartner:

Manfred Lehle

LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
Referat 21 Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung

E-Mail: manfred.lehle@lubw.bwl.de

