

ENERGYNEWS

Newsletter des KIT-Zentrums Energie

Ausgabe 1|2009

Zukunftssichere Konzepte
für die Verbrennung

Bioenergie und Welternährung

Autos als Energiespeicher

Dezentrale Energieumwandlung
in Gebäuden

Bewertende Exergieanalyse

Maßgeschneiderte Blankets
für die Kernfusion

High Performance
Light Water Reactor

Marktmacht auf dem
deutschen Strommarkt?

Inhalt

- 3 Editorial
- 4 Viel Energie für die Energieforschung –
Interview mit Geschäftsstellenleiter Dr. Wolfgang Breh
- 6 Zukunftssichere Konzepte für die Verbrennung
- 8 Bioenergie und Welternährung
- 10 Autos als Energiespeicher
- 12 Dezentrale Energieumwandlung in Gebäuden –
ökonomisch und ökologisch sinnvoll
- 13 Im Land der aufgehenden Sonne – Bericht eines Studenten
Bewertende Exergieanalyse
- 14 Maßgeschneiderte Blankets für die Kernfusion
- 16 High Performance Light Water Reactor –
ein Reaktorkonzept der 4. Generation
- 18 Marktmacht auf dem deutschen Strommarkt?
- 20 KIT Stabsabteilung Innovation – aus Ideen werden Produkte
- 22 Deutsch-Französischer Workshop „Energiewirtschaft und Nachhaltigkeit“;
KIT Workshop „Energiesystemanalyse“
- 23 Deutsch-Türkischer Workshop „Nachhaltige Energie“

Impressum

Herausgeber: KIT-Zentrum Energie

Redaktion: Dr. Sibylle Orgeldinger

Koordination: Dr. Wolfgang Breh (wolfgang.breh@kit.edu)

Gestaltung, Layout: Wilfrid Schroeder, Bernd Königsamen, Eva Geiger

Druck: Karl Elser Druck GmbH, Mühlacker

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Die Kooperation von Forschungszentrum Karlsruhe GmbH und Universität Karlsruhe (TH)

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH

Hermann-von-Helmholtz-Platz 1

76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Universität Karlsruhe (TH)

Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe

KIT-Zentrum Energie, Geschäftsstelle, Telefon +49 7247 82- 5540

September 2009

Editorial



Dr. Peter Fritz



Professor Dr. Hans-Jörg Bauer

Als „Jahr der Energie“ wird das Wissenschaftsjahr 2010 in Deutschland einen besonderen Schwerpunkt setzen. Das KIT ist nicht nur für dieses Ereignis bestens gerüstet. Schließlich gilt es, Antworten auf die drängenden Fragen der Zukunft zu finden, von denen viele mittel- oder unmittelbar mit der Bereitstellung und Nutzung von Energie zusammenhängen.

Der Zusammenschluss von Forschungszentrum und Universität Karlsruhe zum KIT schafft Synergien, wie sie wohl an keinem anderen deutschen Standort erzielbar sind. Mit nahezu 8000 Mitarbeitern und rund 19000 Studierenden setzt das KIT, getragen von den drei Säulen Forschung, Lehre und Innovation, seine Schwerpunkte in den naturwissenschaftlich-technischen Disziplinen. Das KIT-Konzept bildete die wesentliche Voraussetzung dafür, dass Karlsruhe als eine von drei Universitäten bereits in der ersten Runde der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder erfolgreich war. Alle für den Zusammenschluss erforderlichen Rahmenbedingungen sind nun erfüllt, so dass die Fusion zum 1. Oktober 2009 rechtswirksam wird – ein in der deutschen Hochschul- und Forschungslandschaft bis jetzt einzigartiger Vorgang.

Das KIT richtet zur thematischen Profilierung und strategischen Planung seiner Forschung KIT-Zentren und KIT-Schwerpunkte ein. Beispielhaft für diese Einrichtungen ist das zum 1. Januar 2008 gegründete KIT-Zentrum Energie. Mit etwa 1100 Mitarbeitern und einem Ge-

samtbudget von 200 Millionen Euro stellt es die größte Einrichtung des KIT dar. Der Aufbau des KIT-Zentrums Energie, dessen Arbeitsbereiche sich in sieben fachliche Topics gliedern, wie auch die in Teilbereichen bereits realisierte Verzahnung mit den Erfordernissen und Zielen der Lehre haben auf nationaler und internationaler Ebene lebhaftes Interesse geweckt. Vor diesem Hintergrund kann und muss es unser Ziel sein, Karlsruhe zu einem führenden Standort der Energieforschung in Europa und auf der ganzen Welt zu machen. Die anerkannte Expertise der am KIT tätigen Forschergruppen ermöglicht nicht nur Spitzenforschung in ausgewählten Themenbereichen, sondern bildet eine ausgezeichnete Basis für die Entwicklung ganzheitlicher Energiekonzepte. Der vorliegende Newsletter vermittelt aktuelle Einblicke in die Projekte und Aktivitäten des KIT-Zentrums Energie.

Allen im KIT-Zentrum Energie aktiven Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern wünschen wir für die anstehenden Aufgaben von ganzem Herzen Erfolg und kreative Freude an der gemeinsamen Arbeit für die große Sache Energie.

Dr. Peter Fritz,
Vorstand für Energie und Innovation
des KIT

Professor Dr. Hans-Jörg Bauer,
Wissenschaftlicher Sprecher des
KIT-Zentrums Energie



Dr. Wolfgang Breh

Viel Energie für die Energieforschung

Interview mit Geschäftsstellenleiter Dr. Wolfgang Breh

Im Gebäude 435 des KIT-Campus Nord, Tür an Tür mit der Programmleitung Energie, Umwelt und Atmosphäre, befindet sich die Geschäftsstelle des KIT-Zentrums Energie. Welche Aufgaben sie wahrnimmt, erklärt Geschäftsstellenleiter Dr. Wolfgang Breh.

Herr Dr. Breh, was macht die Geschäftsstelle des KIT-Zentrums Energie?

Breh: Sie gibt beispielsweise diesen Newsletter heraus, der alle interessierten Leser über neue Entwicklungen im KIT-Zentrum Energie informiert. Wissenschaft braucht Öffentlichkeitsarbeit. Neben dem Newsletter erarbeitet die Geschäftsstelle Broschüren, Presseinformationen und Präsentationen zu Projekten und Aktivitäten in Forschung, Lehre und Innovation.

Öffentlichkeitsarbeit ist aber nur eine von vielen Aufgaben...

Breh: Ganz allgemein unterstützt die Geschäftsstelle die Aktivitäten des Zentrums, besonders die Arbeit des Lenkungsausschusses. Dieses leitende Gremium des KIT-Zentrums Energie, dem der Zentrumsvorstand, die Sprecher der sieben Topics sowie die Leiter der Energieprogramme des KIT-Campus Nord angehören, ist verantwortlich für die fachliche Koordination. Es erarbeitet die strategische Planung und Weiterentwicklung der Energieforschung, kontrolliert die Verteilung der Mittel und resümiert vorliegende Evaluationen. Hauptansprechpartner der Geschäftsstelle sind der Zentrumsvorstand Dr. Peter Fritz, der wissenschaftliche Sprecher Professor Dr. Hans-Jörg Bauer sowie die sieben Topicsprecher.

Wie sieht diese Zusammenarbeit konkret aus?

Breh: Der Lenkungsausschuss trifft sich zu regelmäßigen Sitzungen, üblicherweise

vier Mal im Jahr. Die Geschäftsstelle ist für die Vor- und Nachbereitung dieser Sitzungen zuständig. Dazu organisiert sie einen Jour fixe mit Vorstand und wissenschaftlichem Sprecher, die auch die aktuelle Situation erörtern und Anfragen behandeln. Eine weitere Aufgabe der Geschäftsstelle ist, den Empfang von Delegationen aus dem In- und Ausland vorzubereiten.

Die Geschäftsstelle des KIT-Zentrums Energie besteht seit November 2008. Was waren die wichtigsten Projekte in den ersten Monaten?

Breh: Bereits im November haben wir für die TU9 – German Institutes of Technology einen Workshop zum Thema „Sustainable Energy“ in Gebze bei Istanbul organisiert. TU9 ist der Verband der neun führenden Technischen Universitäten in Deutschland. An dem Workshop nahmen Wissenschaftler und Industrievertreter aus Deutschland und der Türkei teil.

Im Dezember 2008 haben wir einen Antrag auf Anschubfinanzierung einer Exzellenzcluster-Initiative an das Land Baden-Württemberg gestellt. Der Antrag wurde inzwischen rückwirkend zum 1. Oktober 2008 genehmigt. Es geht darum, für die nächste Runde der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder den Antrag für einen Exzellenzcluster zur Energieforschung vorzubereiten. Im Herbst 2011 werden wir den eigentlichen Antrag einreichen. Der geplante Exzellenzcluster wird sich mit der intelligenten Vernetzung auf und zwischen den Ebenen Wandlung, Speicherung, Verteilung und Verwendung von Energie in einer Region befassen. Besonders geht es darum, innovative Informations- und Kommunikationstechnologien auf der Verteilungsebene zu integrieren. Das KIT-Zentrum Energie hat die Initiative angeschoben, die Geschäftsstelle hat die Koordination übernommen und wesentlich zum Erfolg des Antrags beigetragen.

Verraten Sie auch, womit Sie sich aktuell befassen?

Breh: Derzeit koordiniert das KIT im Rahmen der neuen EU-Initiative EIT (European Institute of Innovation and Technology) den Antrag auf eine KIC, das heißt Know-



Dr. Peter Fritz, Leiter des KIT-Zentrums Energie, und Dr. Karl-Friedrich Ziegahn, Sprecher des Topics „Erneuerbare Energien“.

ledge and Innovation Community, zum Thema „Sustainable Energy“. Insgesamt sind drei solche KICs zur länderübergreifenden engen Zusammenarbeit von Universitäten, Forschungseinrichtungen und Industrieunternehmen ausgeschrieben. Das Konzept beruht wesentlich auf dem Wissensdreieck Forschung – Lehre – Innovation. An KIC „Sustainable Energy“ sind Partner aus ganz Europa beteiligt. Das KIT koordiniert nicht nur den Antrag, sondern bewirbt sich auch darum, eines der sechs geplanten Colocation-Center in diesem KIC zu werden. Die Leitung liegt bei Dr. Fritz, Professor Bauer und Dr. Karl-Friedrich Ziegahn, dem Programmleiter Energie, Umwelt und Atmosphäre. Hauptsprechpartner auf der Arbeitsebene ist die Geschäftsstelle des KIT-Zentrums Energie. Diese Arbeit ist äußerst zeitaufwendig und bringt viele Reisen mit sich.

Verfügen Sie über Erfahrungen mit Kooperationen über große räumliche Entfernungen hinweg?

Breh: Ja. Das KIT hat im Bereich Energie und Klima bereits 2007 das EU-Pilotprojekt SUCCESS (Searching Unprecedented



Der wissenschaftliche Sprecher Professor Dr. Hans-Jörg Bauer.

ZUR PERSON

Wolfgang Breh studierte Geologie an der Universität Karlsruhe (TH) und promovierte am Lehrstuhl für Angewandte Geologie. Seine Dissertation verfasste er über ein Thema aus der Hydrogeologie: die Sanierung von geringmächtigen Grundwasserleitern. Von 2001 bis 2007 arbeitete er am Forschungszentrum Umwelt (FZU) der Universität und war in der Geschäftsstelle für die wissenschaftliche Projektkoordination verantwortlich. Bereits in den Jahren 2006 und 2007 unterstützte er Professor Dr. Hans-Jörg Bauer bei der Koordination der Energieforschung – zunächst an der Universität, dann zunehmend am KIT.

Das Zusammenwachsen von Universität und Forschungszentrum Karlsruhe zum KIT begleitete Dr. Wolfgang Breh von 2007 bis Oktober 2008 aktiv als Modulkordinator Forschung und Innovation im KIT-Büro. Dabei betreute er sämtliche Teilprojekte zur Gründung von KIT-Zentren und KIT-Schwerpunkten und zur Ausarbeitung des KIT-Kompetenzportfolios. Von Juni bis Oktober 2007 wirkte er zusätzlich als Projektassistent für das am 1. Januar 2008 gegründete KIT-Zentrum Energie. Am 1. November 2008 übernahm er die Leitung der neu eingerichteten Geschäftsstelle. Dr. Wolfgang Breh lebt in Karlsruhe, ist verheiratet und Vater von vier Kindern.



Der Lenkungsausschuss des KIT-Zentrums Energie.

Cooperations on Energy and Climate to Ensure Sustainability) initiiert und koordiniert. Dabei handelte es sich um den Vorläufer des oben erwähnten KIC. Das Pilotprojekt diente dazu, effiziente Wege der Zusammenarbeit von Wissenschaft und Industrie in europaweiten Forschungsverbänden zu erarbeiten. Das heißt, dass es weniger um die wissenschaftlich-technischen Fragen an sich ging. Vielmehr galt es, neue Kooperationsstrukturen zu schaffen, neue Instrumente der Koordination und Steuerung zu erproben. Die dabei gewonnenen Erfahrungen fließen nun in die Konzeption des KIC „Sustainable Energy“ ein.

Das Interview führte Sibylle Orgeldinger

Zukunftssichere Konzepte für die Verbrennung

Energie für Verkehr, Kraftwerkstechnik und industrielle Prozesse ist thermische Energie auf hohem Druck- und Temperaturniveau. Darüber hinaus sind, besonders im Straßen- und Luftverkehr, Primärenergieträger von hoher Energiedichte unverzichtbar. Wichtigste Form der Energieumwandlung ist und bleibt daher die Verbrennung. Fossile Energieträger oder synthetische Brennstoffe vergleichbarer Energiedichte lassen sich auch längerfristig nur schwer substituieren. Das KIT-Zentrum Energie ist an zahlreichen größeren nationalen und internationalen Verbundforschungsvorhaben zur Energieumwandlung beteiligt. Eines von ihnen ist der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft eingerichtete Sonderforschungsbereich (SFB) 606 „Instationäre Verbrennung – Chemische Reaktionen, Transportphänomene, technische Systeme“.

Der SFB (Sprecher: Professor Dr. Henning Bockhorn) fokussiert auf die wichtigsten Technologien zur Verbrennung von fossilen oder synthetischen biogenen Brennstoffen in Verbrennungsmotoren, Gasturbinen und technischen Feuerungen. Bei Diesel- und Ottomotoren konzentriert sich die technische Entwicklung auf die Kraftstoff-Direkteinspritzung. Bei stationären und mobilen Gasturbinen zeigt der vorgemischte, magere Betrieb erhebliches Potenzial zur Verringerung der Stickoxid- und Rußemissionen. Bei technischen Feuerungen mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen stellen die gestufte Verbrennung in Drallflammen hoher Energiedichte und die homogene Verbrennung die zukunftssträchtesten Konzepte dar.

In solchen Verbrennungseinrichtungen ist die Verbrennung prinzipiell instationär.

Dabei sind unterschiedliche Zeitskalen dominant: Wegen der turbulenten Strömungszustände unter technischen Bedingungen spielen die turbulenten Zeitmaße die wesentliche Rolle. Sie liegen in der Größenordnung 10^{-5} bis 10^{-3} Sekunden beziehungsweise 1 kHz bis 100 kHz im Frequenzbereich. In Verbrennungsmotoren sind den instationären turbulenten Bewegungen makroskopische Instationaritäten in Form der Kolbenbewegung mit Zeitskalen von 10^{-2} Sekunden oder 100 Hz überlagert. Die Zeitskalen für die turbulente Flammenausbreitung und Brennstoffaufbereitung in technischen Feuerungen liegen in der gleichen Größenordnung. In Brennkammern von Gasturbinen und anderen technischen Brennkammern schließlich treten makroskopische Instationaritäten auf einer Zeitskala in der Größenordnung von 100

Hz als Brennkammerschwingungen beziehungsweise auf Zeitskalen bis zu einigen kHz als Verbrennungslärm auf.

Die Zeitskalen der unterschiedlichen chemischen Reaktionen bei der Verbrennung reichen von Mikrosekunden bis in den Sekundenbereich. Entscheidend bei der technischen Verbrennung sind Wechselwirkungen von turbulenten Schwankungen, instationärer Kolbenbewegung, Flammenausbreitung und Brennstoffaufbereitung, Brennkammerschwingungen oder Verbrennungslärm sowie unterschiedlichen chemischen Reaktionen. Sie beeinflussen Zünd- und Löschvorgänge und Flammenstabilisierung bei magerer, vorgemischter Betriebsweise, Flammenausbreitung und Einfluss von Turbulenz auf die Flammenausbreitung sowie Anregung von Turbulenz und Strömungsinstabilitäten, Brennstoffaufbereitung, Wärmeübertragung und Mischung in instationären Strömungen, Schadstoffbildung und Kopplung von Energiefreisetzung und Strömung (Thermoakustik) in instationären Mischungsfeldern.

Kurz- und mittelfristiges Ziel des SFB ist, das Verständnis von instationären Phänomenen bei der technischen Verbrennung zu erweitern, um zukunftssichere Verbrennungskonzepte zum Durchbruch zu verhelfen. Dabei sollen auch Modelle, die in Entwicklungswerkzeuge für technische Verbrennungseinrichtungen eingehen, physikalisch abgesichert werden. Die in der bisherigen Arbeit des SFB entwickelten diagnostischen Werkzeuge und numerischen Verfahren eröffnen neue Zugänge zum Thema.

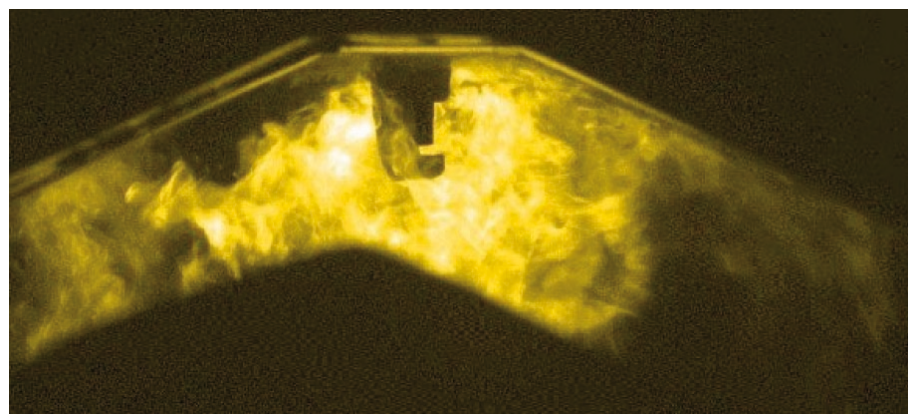


Abbildung 1: Visualisierung der Strahlausbreitung des Brennstoffs und Verbrennung im Zylinder eines optisch zugänglichen direkt einspritzenden Ottomotors.

Für die Gemischbildung und Verbrennung in Verbrennungsmotoren mit Direkteinspritzung ist das transiente Verhalten des Einspritzstrahls wesentlich. Die Arbeiten im SFB zeigten deutlich, dass dabei die zeitliche und räumliche Interaktion von polydispersen, dichten Sprays dominiert; siehe auch Abbildung 1. Der Wärmeübergang auf die Brennraumwände und Kolben in Verbrennungsmotoren beeinflusst wesentlich den Wirkungsgrad und stellt gleichzeitig ein Maß der Strukturbelastung dar. Für die homogene Verbrennung liegen umfangreiche Untersuchungen zur Bestimmung des Wärme-

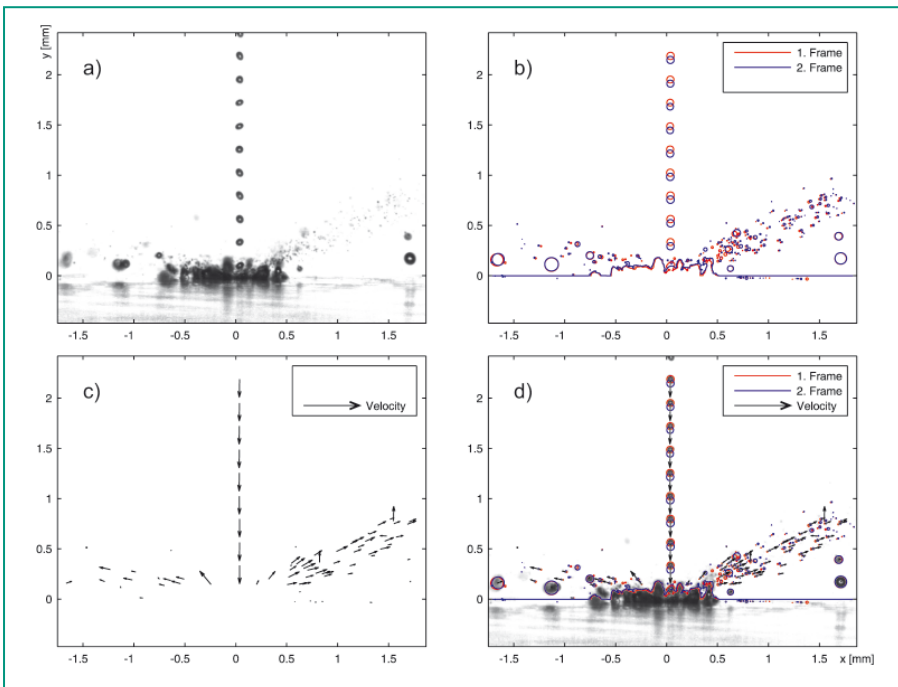


Abbildung 2: Wechselwirkung eines Tropfensprays mit einer heißen Wand.



Abbildung 3: Laserdiagnostik zur Untersuchung turbulenter Drallflammen.

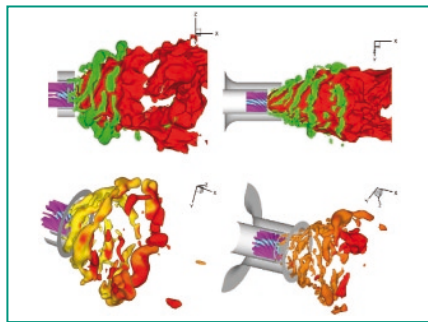


Abbildung 4: Numerische Simulation von selbsterregten Brennkammerschwingungen bei turbulenten verdrallten Flammen.

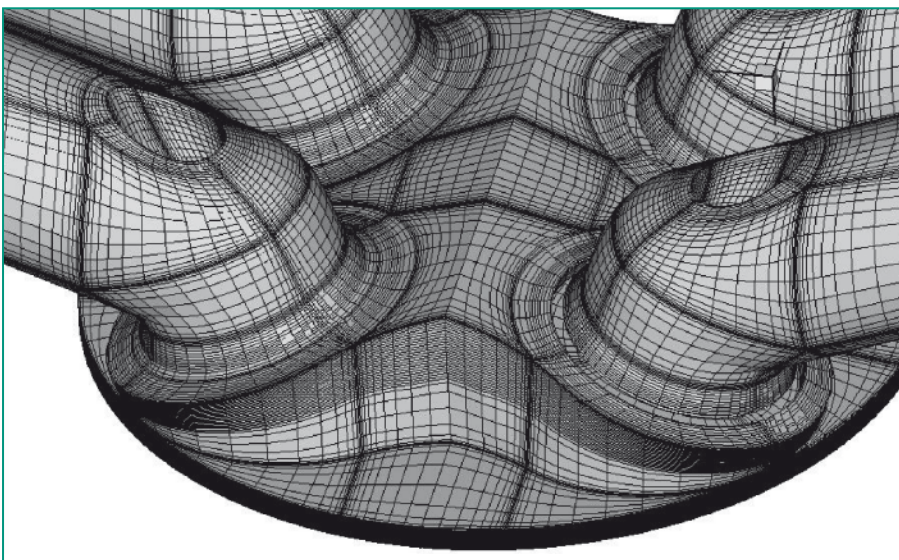


Abbildung 5: Numerisches Gitter zur Simulation des Verbrennungsablaufs in einem Dieselmotor.

übergangs mit meist empirischen Ansätzen zur Beschreibung dieses Prozesses vor. Für genauere Aussagen sind die zeitliche und räumliche Interaktion von polydispersen, dichten Sprays sowie die Wechselwirkung zwischen instationärer Strömung, instationärer Flamme und Wand genauer zu analysieren; vergleiche Abbildung 2.

Eine Stabilisierung der Flamme in modernen Gasturbinenbrennkammern oder technischen Brennkammern erfolgt häufig durch Drallströmungen und/oder Pilotflammen; siehe auch Abbildung 3. Neuere Untersuchungen zeigen, dass gerade in solchen Konfigurationen instationäre Wirbel und die dadurch bedingten Turbulenzstrukturen zur Anregung von Verbrennungsschwingungen führen. Diese Mechanismen wurden im Rahmen des SFB identifiziert und durch numerische Simulationen verifiziert. Nun gilt es, die Grundlagen für die Vorhersage solcher Instabilitäten zu entwickeln; siehe auch Abbildung 4.

Die Interaktion von Turbulenz und chemischer Reaktion ist auch für die Zündung sowie die Flammenausbreitung in technischen Verbrennungseinrichtungen entscheidend. Ein Schwerpunkt des SFB bleibt die experimentelle und numerische Untersuchung der Zündung in technischen Verbrennungseinrichtungen. Im Fokus steht besonders die numerische Simulation der Verbrennung; vergleiche Abbildung 5.

Langfristige Vision des SFB 606 ist und bleibt, ein grundlegendes Verständnis von Verbrennung, chemischen Reaktionen, Stoff- und Wärmeübertragung sowie deren Kopplung in instationären Geschwindigkeits-, Temperatur- und Druckfeldern in ein- oder mehrphasigen Strömungen zu entwickeln sowie Entwicklungswerkzeuge für technische Verbrennungseinrichtungen in Form von Modellen beziehungsweise numerischen Verfahren bereitzustellen.

Henning Bockhorn

Weitere Infos:

Professor Dr.-Ing. Henning Bockhorn
Engler-Bunte-Institut –
Bereich Verbrennungstechnik
Telefon +49 721 608-2570
E-Mail
henning.bockhorn@vbt.uni-karlsruhe.de



*Sprit aus Stroh und anderen Reststoffen:
Das am KIT entwickelte bioliq®-Konzept zur
Herstellung von Biokraftstoffen vermeidet die
Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion.*

Bioenergie und Welternährung

Ein „Entweder-oder“ gibt es nicht: Die Menschheit mit Nahrung, Trinkwasser, Baustoffen und Energie zu versorgen, stellt insgesamt eine elementare Aufgabe dar. Die Nahrungsmittelproduktion benötigt Energie ebenso wie Industrieprozesse, Bauen und Wohnen, Transport und Logistik. Effizientere Nahrungsmittelerzeugung und höhere Energieeffizienz haben dazu geführt, dass auf der ganzen Welt, besonders aber in den Industrieländern, die gleiche Bodenfläche heute ein Vielfaches an Menschen ernährt wie noch vor wenigen Jahrhunderten. Produktivitätszuwachs, globaler Handel und logistische Infrastruktur, Informationsnetze und Kapital sowie neue Technologien waren und sind dafür unabdingbar.

Biomasse als universelle Ressource für Nahrung und Energie

Biomasse ist gespeicherte Sonnenenergie und lässt sich vergleichsweise leicht lagern und transportieren. Daher spielt sie in der Entwicklungsgeschichte der Menschheit eine wichtige Rolle. Als

nachwachsender Rohstoff lässt sie sich vielfältig nutzen: primär als Nahrungsmittel, aber auch stofflich, werkstofflich oder als hochwertige Energiequelle. Öle, Fette, Holz, Fasern und Wirkstoffe werden schon seit langem verwendet; Forschung und Industrie haben neue Verwertungs- und Anwendungsmöglichkeiten eröffnet sowie weitere Quellen wie etwa Algen erschlossen. Dabei gewinnen auch Biotechnologie und Gentechnik immer mehr an Bedeutung.

Die Welternährungslage erfordert eine rationelle und effiziente Nahrungsmittelproduktion. Dennoch ist Biomasse als erneuerbare Ressource unverzichtbar. Aus Sicht der Forschung darf die weitere Entwicklung von technischen Potenzialen der Biomasse keineswegs wegen aktueller Preisturbulenzen am Nahrungsmittelmarkt eingeschränkt werden. Vielmehr muss die Konkurrenz zwischen Nahrungsmittelproduktion und stofflicher oder energetischer Nutzung von Biomasse nachdrücklich vermindert und letztlich beseitigt werden. Dabei geht es vor allem

um Aspekte der Nachhaltigkeit. So sind Auswirkungen auf die Umwelt wie Beeinträchtigungen der Biodiversität, Boden-degradation oder regionale Klimaeinflüsse durch veränderte Landnutzungen zu berücksichtigen und zu verringern.

Sustainable BioEconomy

Im KIT und seinen Schwestereinrichtungen der Helmholtz-Gemeinschaft arbeiten Forscher an Strategien der Sustainable BioEconomy: Dies bedeutet zukunftsfähige und langfristig umsetzbare Biomassennutzung entlang der gesamten Kette von der Erzeugung bis zur Verwertung. Dabei ermitteln die Karlsruher Wissenschaftler ökonomische, ökologische und soziale Auswirkungen. Ihre Arbeiten beruhen auf den folgenden Grundsätzen:

- Ethische und ökologische Bedingungen sind unbedingt zu beachten; das heißt:
 - Konkurrenz zur Nahrungsmittelerzeugung ist zu vermeiden,

- Bedrohung der Biodiversität, etwa durch Rodungen und Monokulturen, ist auszuschließen,
- Auswirkungen auf Boden-, Luft- und Wasserhaushalt sind zu minimieren.
- In der Gesamtsystemanalyse müssen Nettoenergieertrag und Minderung von Treibhausgasemissionen sich über Lebenswegbilanzen belegen lassen.
- Wasser ist als limitierende Ressource der Biomasseproduktion zu beachten.
- Bodenqualität und Stoffbilanzen sind zu beobachten und zu bestimmen – besonders Kohlenstoff, Mineralstoffe, Düngung und Pestizide.
- Neue Biomassequellen, beispielsweise Algen, sind zu nutzen.
- Der Fokus liegt auf Technologien der zweiten Generation für Biokraftstoffe und Chemikalien (basierend auf Cellulose) – einschließlich Wasserstoff aus grüner Biomasse.
- Die Syntheseleistung der Natur ist zu nutzen, um hochwertige Stoffe zu gewinnen.

- Biotechnologie ist einzusetzen, um die Biomasseproduktion zu optimieren.

Da immer nur ein Teil einer Pflanze oder eines Tieres sich zur Ernährung eignet, lassen die übrigen Teile sich als Kohlenstoffträger stofflich und energetisch nutzen. Heute steht dabei die Erzeugung von Wärme und Elektrizität im Vordergrund. Langfristig gilt es jedoch, Biomasse zur Substitution von fossilen Ressourcen vor allem für chemische Grundstoffe, hochwertige Wirkstoffe, industrielle Werkstoffe und chemische Energieträger mit hoher Energiedichte zu nutzen. Mittelfristig wird Biomasse vor allem für Kraftstoffe verwendet werden, da diese aus technischen Gründen auf die hohe Energiedichte von Kohlenwasserstoffen angewiesen sind.

Neue Technologien zur Konversion biogener Reststoffe

Verfahren zur Herstellung chemischer Grundstoffe und Synthesekraftstoffe auf der Basis biogener Reststoffe werden derzeit weltweit entwickelt. Mit seiner bioliq®-Prozesskette und einer Anlage im halbindustriellen Maßstab auf dem Campus Nord steht das KIT international mit an der Spitze: Stroh und andere Reststoffe werden durch Pyrolyse und Vergasung zu Synthesegas und weiter zu Methanol umgewandelt, aus dem sich chemische Grundstoffe oder hochwertige Synthesekraftstoffe gewinnen lassen. Das Verfahren ist zweistufig: Die Schnellpyrolyse (Stufe 1) lässt sich dezentral durchführen und erzeugt ein Biomassekonzentrat von hoher Energiedichte, welches sich ökonomisch und energetisch sinnvoll auch über längere Strecken transportieren lässt. Dieses dem Rohöl ähnliche Zwischenprodukt ist universell verwendbar – in Kraftwerken, zur Kraftstoffproduktion oder in Bioraffinerien. Seine Weiterverarbeitung kann an zentralen Standorten (Stufe 2) erfolgen. Ähnliche Vorteile bieten am KIT entwickelte Verfahren zur Herstellung von Ethanol aus Holzabfällen sowie die Nutzung von Algen und Mikroalgen.

Handlungsempfehlungen

Aus Sicht unserer Forschung ergeben sich folgende Empfehlungen:

- Die Herstellung von Kraftstoffen aus Biomasse mit Technologien der ersten Generation (basierend auf pflanzlichen Ölen und Zuckern) ist an nachhaltige Landbewirtschaftung, Wassermanagement sowie Vermeidung von Monokulturen, Urwaldrodungen und Bodendegradation zu binden.
- Die energetische und technische Nutzung von Biomasse hat strengen Nachhaltigkeitskriterien zu genügen; dazu gehören geeignete Pflanzen, Anbauflächen und Anbauformen.
- Die erste Generation der Verwertungstechnologien ist als Brücke für die folgenden Generationen unverzichtbar.
- Forschung und Entwicklung benötigen mittelfristig verlässliche Perspektiven. Am Tagespreis einzelner Nahrungsmittel orientierte Aktionen sind nicht sinnvoll.
- Die Arbeiten zu Technologien der zweiten Generation sind rascher voranzutreiben. Deutschland besitzt dabei eine internationale Spitzenposition, die jedoch zunehmend unter Wettbewerbsdruck gerät.
- Die öffentliche Diskussion zur Biomassenutzung bedarf dringend der Differenzierung und Versachlichung durch Information.
- Neben einem Welternährungskonzept brauchen wir ein Weltenergiekonzept; beide stehen in enger Wechselwirkung.
- Biomasseproduktion ist verstärkt als Koppelproduktion von Nahrungsmitteln und industriell nutzbaren Rohstoffen zu betrachten, deren Effizienz durch erhebliche Forschungsanstrengungen zu steigern ist.
- Für die Produktion von nicht zur Ernährung geeigneter Biomasse sind neue Anbauflächen zu erschließen.

Karl-Friedrich Ziegahn

Weitere Infos:

Dr.-Ing. Karl-Friedrich Ziegahn
 Topic-Sprecher Erneuerbare Energien im
 KIT Zentrum Energie
 Telefon +49 7247 82-8590
 E-Mail kfz@umwelt.fzk.de



Blick auf die Schnellpyrolyse-Stufe der bioliq®-Anlage auf dem KIT-Campus Nord.

Autos als Energiespeicher

Elektrofahrzeuge bringen regenerative Energien voran. Die Autos lassen sich als dezentrale Energiespeicher einsetzen und in ein intelligentes Stromnetz integrieren. So gleicht Elektromobilität Lastschwankungen aus und ermöglicht innovative Netzdienstleistungen.

Eine Million Elektroautos sollen im Jahr 2020 auf den deutschen Straßen rollen; 2030 sollen es bereits fünf Millionen sein – so sieht es die Bundesregierung in ihrem Entwicklungsplan zur Elektromobilität vor. Mithilfe staatlicher Förderungen sollen Automobilhersteller, Hochschulen und Forschungseinrichtungen in Deutschland künftig eine international führende Rolle bei der Entwicklung der Elektromobilität übernehmen. Auch die USA, Japan und China investieren verstärkt in die Einführung von Elektrofahrzeugen.

Der Umstieg auf elektrische Antriebe zielt darauf, in Zukunft die Abhängigkeit von Erdölimporten zu vermindern und gleichzeitig die Emission von Treibhausgasen zu reduzieren. Bereits mit dem heutigen Strommix aus fossilen und regenerativen Quellen stoßen Elektrofahrzeuge weniger CO₂ aus als Fahrzeuge mit konventionellen Verbrennungsmotoren. Langfristig ist beabsichtigt, den zusätzlichen Bedarf an elektrischer Energie durch die Aufladung der Fahrzeuge mit Strom aus regenerativen Quellen zu decken. So lässt sich eine CO₂-neutrale Klimabilanz erreichen.

Dabei stellt sich allerdings die Schwierigkeit, dass Energie aus regenerativen Quellen wie Sonne und Wind im Allgemeinen zeitlich nicht dem tatsächlichen Stromver-

brauch entsprechend umgewandelt werden kann. Anders als bei konventionellen Quellen fluktuiert die Umwandlung dieser regenerativen Energien abhängig von natürlichen Bedingungen. Die daraus erwachsenden Nachteile lassen sich jedoch deutlich vermindern, wenn Elektroautos als steuerbare Verbraucher intelligent ins Stromnetz integriert werden. Zusätzlich lässt sich gerade nicht benötigte regenerative Energie in den Batterien der Fahrzeuge zwischenspeichern und ins Netz rückspeisen, sobald der Verbrauch wieder ansteigt. Die Fahrzeuge als dezentrale elektrische Energiespeicher in einem so genannten Smart Grid zu nutzen, birgt enormes Potenzial für innovative Wege der Netzbetriebsführung. Wird die Aufladung der Fahrzeuge in einem Netz koordiniert, lässt sich die Netzlast zu Schwachlastzeiten erhöhen. Umgekehrt lassen Spitzenlasten sich durch eine Rückspeisung aus den Fahrzeugbatterien ins Netz reduzieren.

Bei der ersten Generation von Elektrofahrzeugen lädt sich die Batterie ungesteuert über den privaten Hausanschluss oder auch an einer öffentlichen Ladestation am Niederspannungs-Verteilnetz auf. Sobald das Fahrzeug mit dem Netz verbunden ist, beginnt die Aufladung. Sie endet, wenn die Batterie vollständig auf-

geladen ist. Neben der Kapazität und dem aktuellen Ladezustand der Batterie ist es hauptsächlich die Netzanschlussleistung, welche die Ladedauer bestimmt. Eine einphasige Ladung an einer Haushaltssteckdose kann mehr als zehn Stunden lang dauern. Mit einem stärkeren

Netzanschluss ist eine schnellere Ladung innerhalb von wenigen Stunden möglich; innovative Batterietechnologien lassen kurze Ladezeiten von nicht mehr als 15 Minuten erhoffen. Allerdings belastet eine höhere Ladeleistung das Stromnetz zusätzlich. Wenn Elektrofahrzeuge zunehmend häufiger genutzt werden, kann eine ungesteuerte Aufladung bei stark beanspruchten Netzen zu Netzengpässen führen und schlimmstenfalls sogar Betriebsmittel überlasten.

Es ist damit zu rechnen, dass sich die ungesteuerte Aufladung von Elektrofahrzeugen in einem Netzabschnitt zu bestimmten Zeiten stark häuft – in einem Wohngebiet beispielsweise am späten Nachmittag oder am Abend, wenn die Fahrzeugnutzer nach Hause kommen. Je nach Netzanschlussleistung entstehen dadurch Lastspitzen im Verteilnetz, die sich auf die Mittelspannungsebene übertragen. Abbildung 1 veranschaulicht ein Szenario mit hoher Gleichzeitigkeit in einem Ortsnetz mit rund 100 Hausanschlüssen. Das Diagramm zeigt den ursprünglichen Netzlastgang im Vergleich zum Lastgang, der sich bei einer ungesteuerten Aufladung von 20 Fahrzeugen ergibt.

Deutlich ist die Zunahme ausgeprägter Lastspitzen zu erkennen. Langfristig empfiehlt es sich daher, die Aufladung der Fahrzeuge je nach Netzzustand zu steuern. Abbildung 2 stellt die Integration der Elektroautos in ein intelligentes Verteilnetz dar. Bei diesem Konzept kommunizieren die Fahrzeuge mit einer zentralen Steuereinheit im Netzabschnitt, die zusätzlich die Leistungsflüsse über Messstellen im Netz überwacht. Die Fahrzeuge sind durch die intelligente Integration bidirektional ans Netz angebunden. Dies ermöglicht eine Rückspeisung aus der Fahrzeugbatterie ins Netz.

Zur Untersuchung der intelligenten Integration von Fahrzeugen in das Netz dient eine eigens entwickelte Simulationsumgebung, die das Fahrverhalten der Autos abbildet. Heutige Integrationskonzepte gehen davon aus, dass Fahrzeugnutzer die benötigte Fahrenergie künftig vor Antritt der Fahrt buchen, und zwar direkt aus dem Fahrzeug heraus oder online per Webinterface. Wenn die in einem Netz-

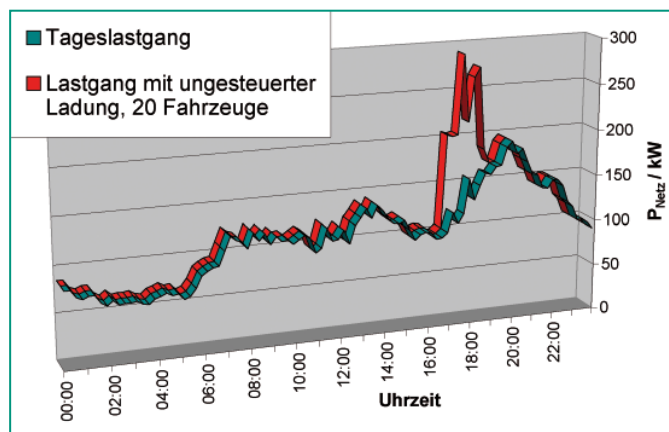


Abbildung 1: Ungesteuerte Aufladung von 20 Fahrzeugen.

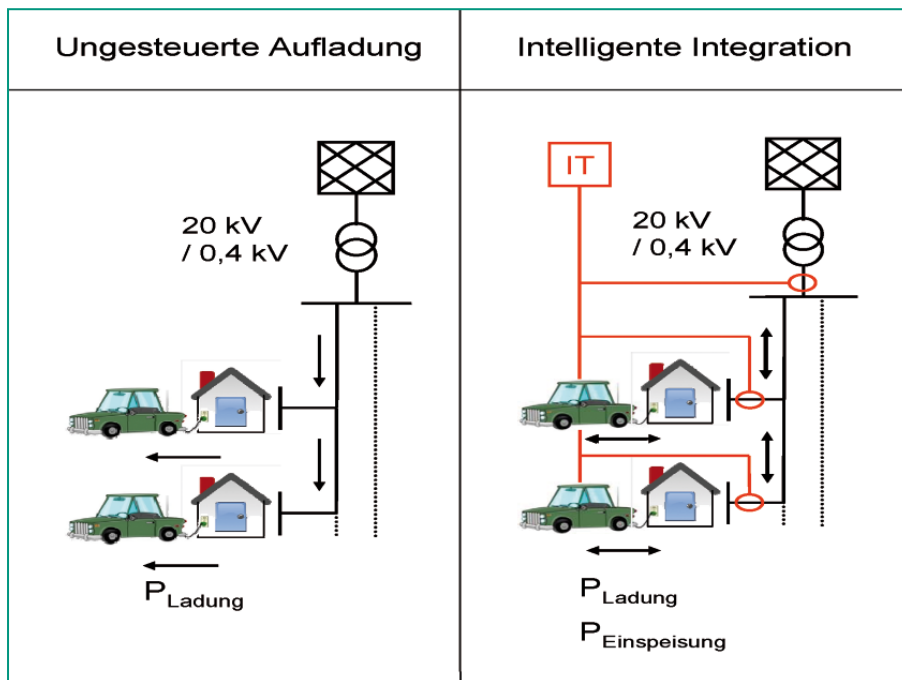


Abbildung 2: Ungesteuerte Aufladung gegenüber intelligenter Integration.

abschnitt zuständige Steuereinheit weiß, wie viel Energie benötigt wird, kann sie die Fahrenergieladung in diesem Netzabschnitt koordinieren. Die Gleichzeitigkeit bei der Aufladung der Fahrzeuge und die auftretende Gesamtlast im Netz werden dadurch reduziert. In diesem Szenario wird die Ladung in die Schwachlastzeit am frühen Morgen gelegt.

Zusätzlich zur gesteuerten Aufnahme von Fahrenergie sollen die Fahrzeuge eine Lastvergleichmäßigung bewirken. Dies geschieht durch Zwischenspeicherung nicht benötigter Energie aus den Fahrzeugbatterien. Je nach Ladezustand und Verfügbarkeit ihrer Batterie werden die

einzelnen Fahrzeuge im Netz angewiesen, Ladeleistung aus dem Netz aufzunehmen oder aber ins Netz rückzuspeisen. In dem in Abbildung 3 dargestellten Szenario soll eine Gleichlast von 120 kW erzeugt werden. Wie der resultierende Lastgang zeigt, können die Fahrzeuge die Gleichlast fast den ganzen Tag über aufrechterhalten. Erst abends gegen 21 Uhr reicht die gepufferte Energie nicht mehr aus, um die Lastspitzen zu glätten.

In einer weiteren Simulation, dargestellt in Abbildung 4, wurden in dem betrachteten Netz Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 40 kWp installiert, was etwa acht größeren Dachanlagen

entspricht. Die Einstrahlungswerte und die Verbraucherwerte stammen vom selben Tag und basieren auf realen Messungen im Februar 2008. Die größte regenerative Einspeisung geschieht zur Mittagszeit, wodurch die ursprüngliche Last gesenkt wird. Die Photovoltaik-Einspeiseleistung wird von der Simulationsumgebung auf die Fahrzeuge verteilt und von diesen bis zum Abend zwischengespeichert.

Bei Erreichen einer Grenzleistung von 140 kW weist das System die Fahrzeuge an, die Netzlast durch Rückspeisen zu senken. Der resultierende Lastverlauf zeigt, dass die Spitzenlasten sich durch Rückspeisen beinahe vollständig abbauen lassen.

Die Ergebnisse dieser Simulationen lassen erkennen, welches Potenzial der intelligente Einsatz von Elektroautos für das Stromnetz birgt: Künftig könnten die Fahrzeuge über ihre Funktion als reine Fortbewegungsmittel hinaus wesentlich zur Nutzung regenerativer Energien und zur Optimierung der Netzbetriebsführung beitragen.

Ulrich Reiner
Thomas Leibfried

Weitere Infos:

Professor Dr.-Ing. Thomas Leibfried
Institut für Elektroenergiesysteme und
Hochspannungstechnik
Telefon +49 721 608-2520
E-Mail leibfried@ieh.uni-karlsruhe.de

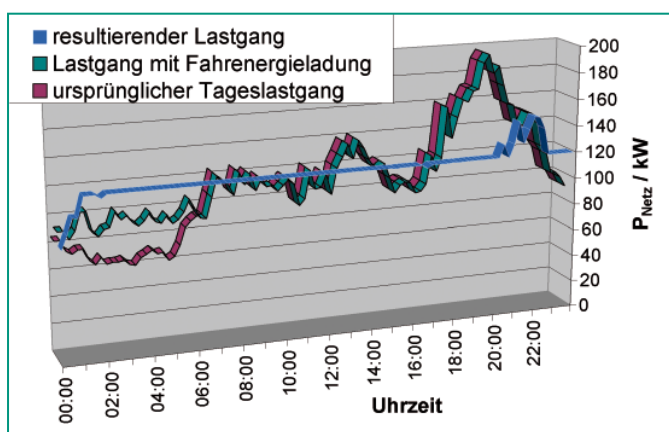


Abbildung 3: Intelligente Integration – Fahrenergieladung und Lastvergleichmäßigung.

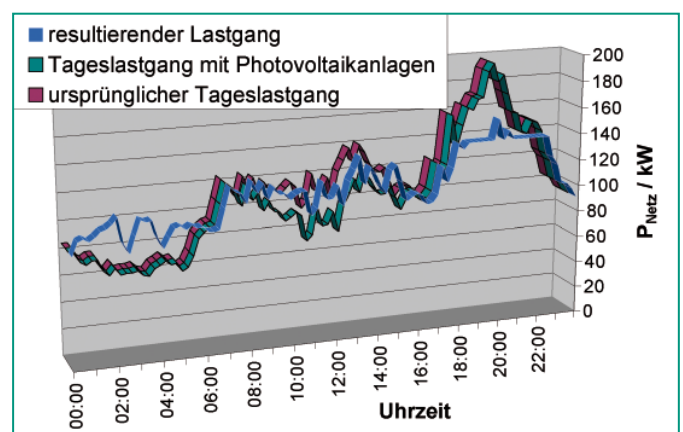


Abbildung 4: Intelligente Integration – Fahrenergieladung und regenerative Zwischenspeicherung.

Dezentrale Energieumwandlung in Gebäuden – ökonomisch und ökologisch sinnvoll

Wie sieht der optimale Mix aus zentralem Energiebezug und dezentraler Energieumwandlung in Gebäuden aus? Mit dieser Frage haben sich Forscher am Institut für Informationswirtschaft und -management (IISM) des KIT in zwei Fallstudien befasst. Im einen Fall ging es um zwei Bürogebäude, im anderen Fall um einen Komplex von sieben Gebäuden. Im Fokus der Studien standen Möglichkeiten, den Energiebezug zu optimieren und die Energieeffizienz der Gebäude zu erhöhen. Die im Rahmen einer Vorstudie für das E-Energy Projekt „Minimum Emission Regions“ (MEREGIO) ausgeführten Fallstudien beweisen: Investitionen in energieeffiziente Technologien wirken sich nicht nur unter ökologischen Aspekten günstig aus – sie bringen auch unter Beachtung wirtschaftlicher Kriterien deutliche Vorteile.

Modell berechnet optimalen Mix

Für die Untersuchungen setzten die Forscher das vom Lawrence Berkeley National Laboratory eigens zu diesem Zweck entwickelte „Distributed Customer Adoption Model“ (DER-CAM) ein und passten es an die deutschen Rahmenbedingungen an. Um den optimalen Mix der Energieversorgungsarten zu berech-

nen, ist es erforderlich, jährliche Lastprofile der zu untersuchenden Gebäude in stündlicher Auflösung zu sammeln sowie alle potenziell installierbaren dezentralen Energieumwandlungstechnologien anhand ihrer spezifischen Investitions- und Betriebskosten zu charakterisieren. Schließlich müssen in dem Modell auch die Energietarife für Strom- und Gasbezug hinterlegt werden, da diese als Alternative zur dezentralen Energieumwandlung in Betracht zu ziehen sind.

Auf der Basis dieser Daten lässt sich errechnen, mit welcher Kombination aus dezentraler Energieumwandlung und zentralem Energiebezug die geringsten jährlichen Energiekosten für das Gebäude oder den Gebäudekomplex zu erzielen sind.

Die beiden Fallstudien beschäftigten sich mit den KfW-Gebäuden in Frankfurt/Main sowie einen Komplex von sieben Gebäuden auf dem Campus Nord des KIT. Dabei konnte das Team des IISM auf detaillierte Strom- und Wärmelastgangdaten zurückgreifen, die für die vergangenen Jahre jeweils in stündlicher Auflösung aufgezeichnet und vom Fachgebiet Bauphysik und Technischer Ausbau (fbta) beziehungsweise von den Standortdiens-

ten des KIT-Campus Nord bereitgestellt worden waren.

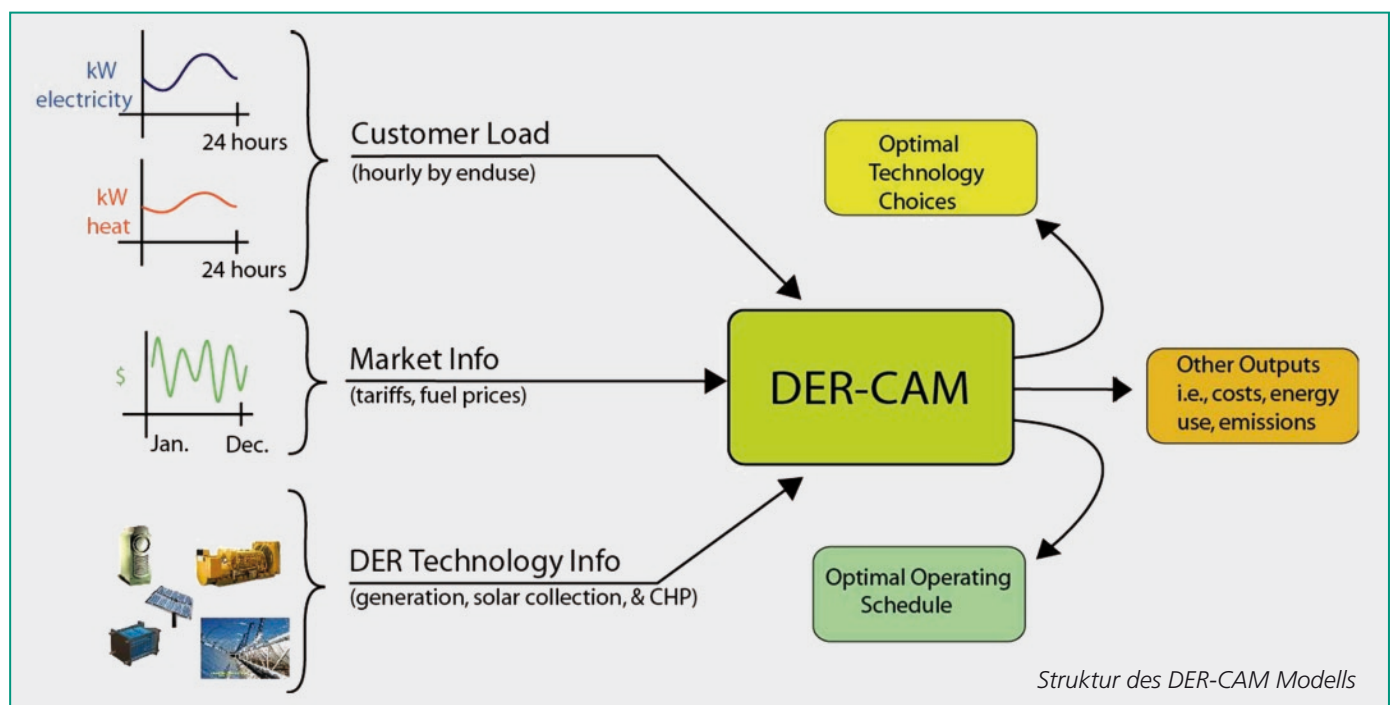
13 Prozent Energiekosten eingespart

Beide Studien haben ergeben, dass sich die Energieumwandlungskosten durch eine teilweise dezentralisierte Strom- und Wärmeerzeugung optimieren lassen. In beiden Fällen erwies sich die Installation von gasbetriebenen Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen als finanziell deutlich günstiger als der getrennte Bezug von Strom und Gas – etwa 13 Prozent der jährlichen Energiekosten lassen sich dadurch einsparen. Zum reinen Kostenaspekt tritt der Aspekt der Klima- und Ressourcenschonung hinzu: Dank der höheren Gesamtenergieeffizienz der Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen lässt sich der Primärenergieeinsatz um rund 20 Prozent reduzieren.

Alexander Schuller

Weitere Infos:

Alexander Schuller
Institut für Informationswirtschaft und -management
Telefon +49 721 608-8387
E-Mail schuller@iism.uni-karlsruhe.de





Markus Wetzel (rechts) mit Professor Yasushi Saito.

Im Land der aufgehenden Sonne – Bericht eines Studenten

„So eine Chance ergibt sich nur einmal“ dachte ich mir, als mir der Betreuer meiner Diplomarbeit, Professor Dr. Matthias Kind, die Möglichkeit zu einem sechswöchigen Aufenthalt in Japan bot. Nur drei Wochen später begann ich meine Arbeit am Research Reactor Institute der Kyoto University.

Der Japanaufenthalt beruhte auf einer Kooperationsvereinbarung zwischen der Fakultät für Chemieingenieurwesen des KIT und der Graduate School of Energy Science der Kyoto University. Beide Einrichtungen kooperieren seit vielen Jahren. Im Rahmen dieser Kooperation kam jüngst Professor Yasushi Saito aus Kyoto zu einem 18-monatigen Forschungsaufenthalt an das Institut für Thermische Verfahrenstechnik des KIT. Er forscht gemeinsam mit Professor Kind zum Wärmeübergang von siedendem CO_2 .

Im Rahmen dieser Forschung war es Ziel meiner Arbeit, den Einfluss von Kältemaschinen-Öl auf den Wärmeübergang beim Strömungsverdampfen von CO_2 zu vermessen. Öl vermindert die Kühlleistung und somit die Energieeffizienz von mit CO_2 betriebenen Kältemittelkreisläufen

deutlich. Eine genaue Kenntnis dieses Effektes ist für die sichere Auslegung von Kältemaschinen wichtig. Während meines Aufenthalts in Japan half mir Professor Saito mit seinem umfassenden Wissen dabei, mich zügig in diese herausfordernde Thematik einzuarbeiten. Über diesen Erfolg hinaus ermöglichte mir der Aufenthalt auch, eine faszinierende Kultur kennenzulernen – und neue Freundschaften zu schließen.

Markus Wetzel

Weitere Infos:

Professor Dr.-Ing. Matthias Kind
 Institut für Thermische Verfahrenstechnik
 Telefon +49 721 608-2390
 E-Mail matthias.kind@tv.t.uni-karlsruhe.de

Bewertende Exergieanalyse

Ob Apparat oder Maschine, Prozess oder Verfahren oder gar eine Zusammenschaltung von Prozessen und Verfahren in Gebäuden und urbanen Strukturen – mit der Exergieanalyse, einem thermodynamisch begründeten Werkzeug, lässt sich die Energieeffizienz eines Systems quantitativ beurteilen. Die Analyse verdeutlicht, an welchen Stellen des Systems noch Optimierungspotenzial in Bezug auf Energieeffizienz besteht. Dieses Potenzial zu nutzen, ist allerdings nur dann sinnvoll, wenn der wirtschaftliche Nutzen die Kosten übersteigt. Mithin bedarf es einer ökonomisch bewertenden Exergieanalyse.

Der Exergieverlust eines Verfahrens ergibt sich aus Energie- und Entropieströmen, die sich technisch nicht nutzen lassen. Ein Verfahren ist besonders energieeffizient, wenn der Exergieverlust minimiert ist. Die theoretischen Hintergründe der Exergieanalyse sind bekannt. Allerdings sind die analytischen und numerischen Werkzeuge mittlerweile deutlich weiterentwickelt worden. Komplexe Systeme werden heute mit all ihren stofflichen und energetischen Daten vollständig am Rechner simuliert. Die Integration der Exergieanalyse in diese Simulationstools steht noch am Anfang.

In einem gemeinsamen Projekt erfassen und bewerten die Chemieingenieure Professor Dr. Matthias Kind und Professor Dr. Karlheinz Schaber mit dem Bauphysiker Professor Andreas Wagner aktuelle Methoden der Exergieanalyse und der Ermittlung der Kosten von Maßnahmen zur Reduzierung des Exergieverlustes. Darauf wird ein übergreifendes Forschungs- und Entwicklungs-Vorhaben am KIT aufbauen, welches darauf zielt, ein breit einsetzbares und skalenübergreifendes Tool zur bewertenden Exergieanalyse zu erarbeiten. Dieses Tool sollte sich sowohl zur energetischen Beurteilung von Gebäuden und urbanen Strukturen als auch zur energetischen Optimierung von Prozessen und Verfahren einsetzen lassen.

Matthias Kind

Maßgeschneiderte Blankets für die Kernfusion

Wenn ITER, der europäische Experimental-Fusionsreaktor, 2018 in Betrieb geht, sollen fertige Test Blanket Module verfügbar sein. Mit deren Entwicklung befasst sich ein Konsortium von Forschungseinrichtungen unter Federführung des KIT. Das erste Projekt, gefördert von der europäischen Agentur Fusion for Energy, ist im Februar dieses Jahres gestartet.

In Cardarache/Frankreich entsteht derzeit der Experimentalreaktor ITER (lateinisch iter – der Weg). Dieser Fusionsreaktor wird der erste sein, der zehnmal so viel Energie gewinnt, wie für die externe Plasmaheizung aufzuwenden ist. ITER, ein gemeinsames Projekt der Partner Europäische Union, Russische Föderation, Japan, China, Südkorea, Indien und USA, erfordert eine grundlegende Neuorientierung des europäischen Fusionsprogramms. Künftig werden die europä-

schen Fusionslabors ihre Arbeiten stärker an den Erfordernissen von ITER ausrichten müssen. Das Programm FUSION des KIT ist auf diese Entwicklung gut vorbereitet und hat sie im Wesentlichen bereits vorweggenommen.

Eine wesentliche Komponente des europäischen Fusionsprogramms ist es, Brutblanket-Konzepte für einen Fusionsreaktor zu erarbeiten und zu verifizieren. Das Blanket, welches das Plasma als äußere

Hülle umschließt, erfüllt drei Aufgaben: Es wandelt die Neutronenenergie aus der Fusionsreaktion in nutzbare Wärme um, es erbrütet den Brennstoff Tritium durch das Einfangen von Neutronen in Lithium, und es schirmt die supraleitenden Magnete gegen Neutronen- und Gammastrahlung ab. Thermische Effizienz und Leistungsdichte des Blankets bestimmen Leistung und Wirtschaftlichkeit eines Fusionsreaktors entscheidend mit.

In Europa verfolgt die Fusionsforschung vorrangig zwei Brutblanket-Konzepte: das „Helium Cooled Pebble Bed“ (HCPB) und das „Helium Cooled Lithium Lead“ (HCLL). Beide Konzepte sollen in so genannten Test Blanket Modulen (TBM) im Experimentalreaktor ITER erprobt werden. Das auf dem Campus Nord des KIT angesiedelte Programm FUSI-

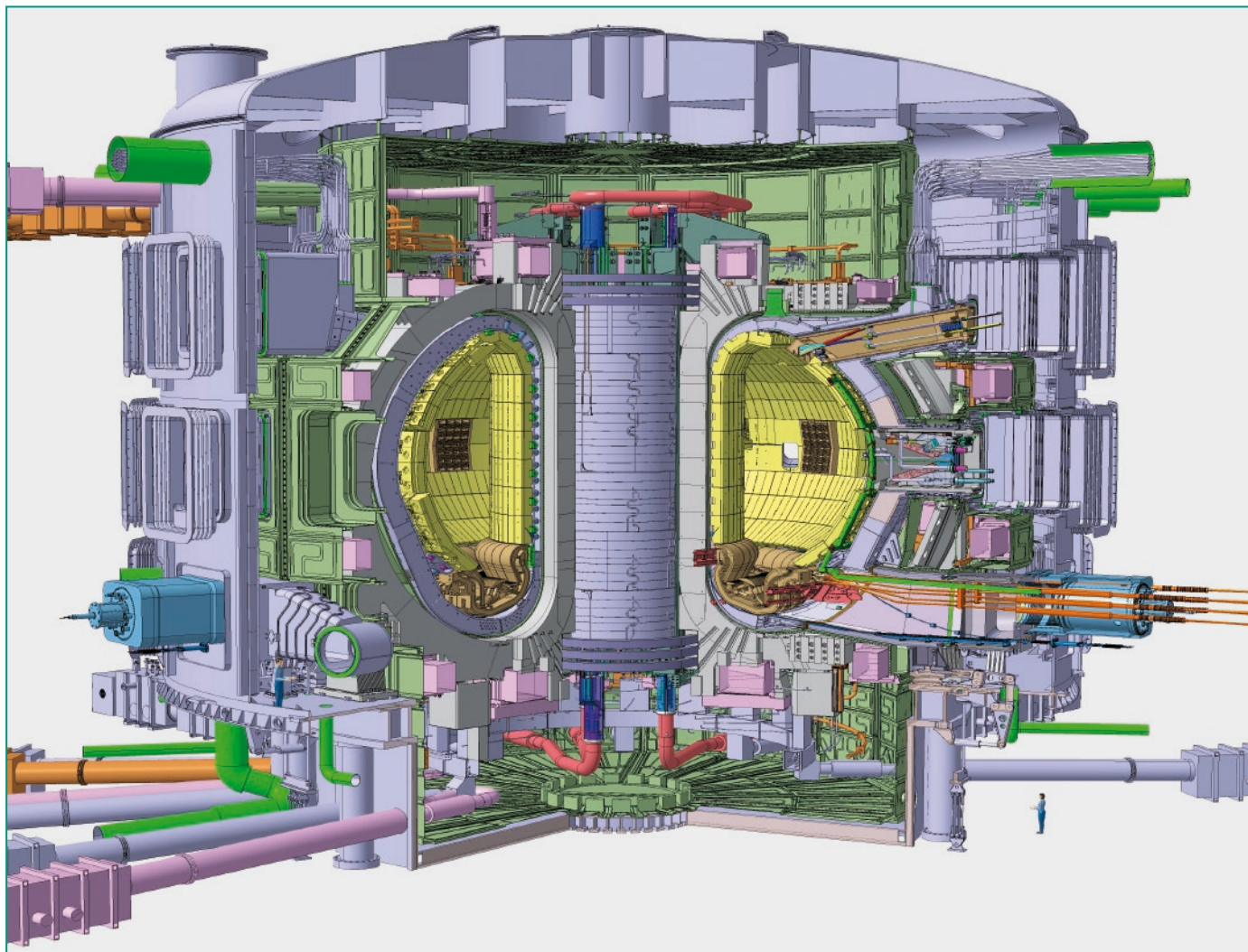


Abbildung 1: Blick in den Fusionsreaktor ITER. Das Blanket ist gelb markiert.

ON trägt zu einzelnen Bereichen des HCLL-Konzepts bei, widmet sich jedoch hauptsächlich dem HCPB-Konzept und wirkt federführend bei dessen Konzeption und Entwicklung. Diese Test Blanket Module werden für die Gegebenheiten in ITER entworfen, die im Vergleich zu einem geplanten Demonstrationsreaktor (DEMO) geringere Leistungen, dafür aber pulsierenden Betrieb, ein größeres Leistungsspektrum und starke mechanische Belastungen durch häufig zu erwartende Plasmaabbrüche bedingen. Darüber hinaus zielt die Auslegung darauf, dass physikalische Leitgrößen, besonders Maximaltemperaturen, trotz kleinerer Leistungen in ITER vergleichbar sind, so dass das gemessene Verhalten als repräsentativ gelten kann.

Anhand einer Serie von vier verschiedenen Test Blanket Modulen wollen die Forscher elementare Charakteristika und Funktionen des Blankets testen. Diese sind:

- Widerstandsfähigkeit gegen elektromagnetische Kräfte während eventueller Disruptionen,
- neutronisches Verhalten und Tritiumbrutrate, einschließlich einer Bilanzierung des Tritiums,
- Thermomechanik der Schüttbetten,
- Erzeugung und Abfuhr von Energie auf einem attraktiven Temperaturniveau,
- Betrieb des gesamten TBM-Systems, das unter anderem aus Kühlkreislauf und Tritiumspülkreis besteht und sich großenteils weit entfernt vom Blanket außerhalb des Reaktorbehälters befindet.

Die Tests sollen die schrittweise Inbetriebnahme von ITER berücksichtigen – vorgesehen sind etwa fünf Jahre bis zum Vollbetrieb.

Das TBM-Programm zielt darauf, rechtzeitig zum Start von ITER im Jahr 2018 Test Blanket Module als fertige Komponenten bereitzustellen. Zwischen der Auslegung und der Betriebsgenehmigung sind folgende Schritte erforderlich:

- detaillierte Auslegung und Konstruktion,
- Untersuchung kritischer technologischer Einzelfragen wie Kühlmittelverteilung und Fertigung,

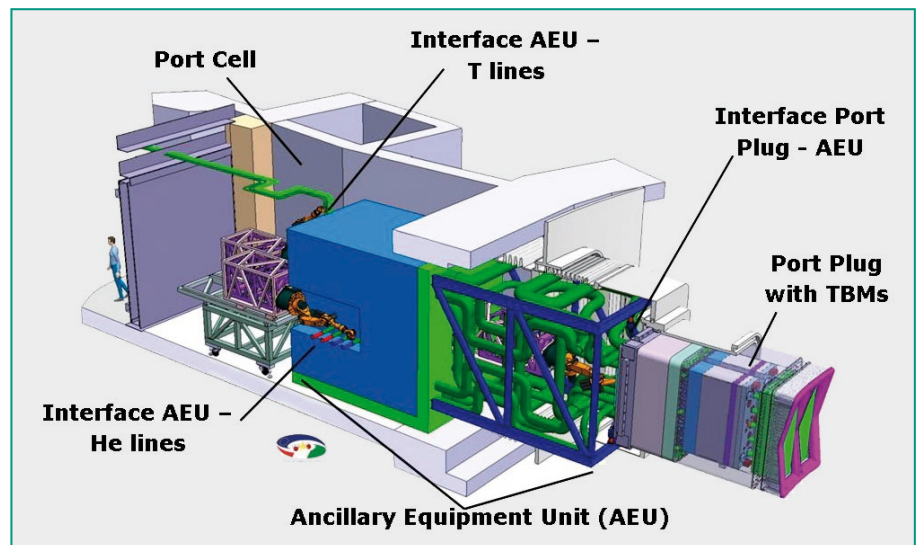


Abbildung 2: Einbindung des Test Blanket Moduls in ITER (rechts; hellgrün): Das komplexe System dient unter anderem dazu, das für die Fusionsreaktion erforderliche Tritium zu erbrüten.

- Demonstration der ausgewählten Fertigungsverfahren,
- Bau von Mock-ups, das heißt Modellen, im Maßstab bis 1:1,
- Mock-up-Tests von hydraulischen Eigenschaften und mechanischer Stabilität,
- technische Abnahmetests.

Das KIT hat früh erkannt, dass das bisherige europäische TBM-Programm in eine projektorientierte Struktur überführt werden muss, um zu gewährleisten, dass alle für Entwurf, Realisierung, Prüfung und rechtzeitigen Einbau der Test Blanket Module in ITER erforderlichen Arbeiten effizient koordiniert und zuverlässig ausgeführt werden. Daher bemühte sich das KIT seit längerem, gemeinsam mit den anderen beteiligten europäischen Fusionslabors eine geeignete Konsortialstruktur zu etablieren. Ergebnis dieser Bemühungen ist das im November 2008 unterzeichnete „Consortium Agreement“ des „Consortium for the European Test Blanket Module Systems for ITER“ (TBM-CA).

Partner sind, neben dem als Konsortialführer fungierenden KIT, das Commissariat à l'énergie atomique (CEA)/Frankreich, das Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)/Spanien, die Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente (ENEA)/Italien, das Nuclear Research Institute (NRI)/Tschechien und das Research

Institute for Particle and Nuclear Physics (RMKI)/Ungarn. Dieser Zusammenschluss, der für die gesamte Laufzeit des TBM-Programms von rund zehn Jahren gilt, besitzt Pilotcharakter für alle Verbünde von EURATOM-Assoziationen im Hinblick auf Beiträge zu ITER.

Die Gründung des TBM-CA hat sich bereits unmittelbar ausgezahlt. Das Konsortium bewarb sich erfolgreich um einen von der europäischen Agentur Fusion for Energy (F4E) ausgeschriebene 40-Prozent-Förderung eines Forschungs- und Entwicklungsprojekts für ITER. Am 19. Dezember 2008 unterzeichneten die Partner des TBM-CA die entsprechende Vereinbarung mit F4E. Das Projekt ist im Februar 2009 gestartet. Es handelt sich um das erste Forschungsvorhaben dieser Art, bei dem nicht eine einzelne Einrichtung, sondern eine ganze Gruppe ein Vertragsverhältnis mit F4E unterhält. Bei einer Laufzeit von 14 Monaten hat das Projekt ein Volumen von rund 6,2 Millionen Euro; die Fördersumme für das Konsortium beträgt rund drei Millionen Euro, davon rund 800 000 Euro für das KIT.

Lorenzo Boccaccini
Dirk Radloff

Weitere Infos:

Dr. Dirk Radloff
Programm FUSION
Telefon +49 7247 82-8750
E-Mail dirk.radloff@fusion.fzk.de

High Performance Light Water Reactor – ein Reaktorkonzept der 4. Generation

Weltweit arbeiten Forscher gemeinsam an einer neuen Generation von wirtschaftlichen und sicheren Kernreaktoren. Eines der Konzepte ist der High Performance Light Water Reactor (HPLWR), der höhere Wirkungsgrade bei niedrigeren Anlagenkosten verspricht. Das KIT koordiniert die europäischen Forschungsarbeiten zum HPLWR.

Wirtschaftliche, sichere und zuverlässige Kernreaktoren zu entwickeln, die eine nachhaltige Energieversorgung ermöglichen, dabei wenig Abfall erzeugen und ein geringes Risiko der Weiterverbreitung (Proliferation) von Spaltmaterial bergen – das ist das Ziel des „Generation IV International Forum“. Die Initiative wurde 2001 von zehn Nationen begründet, unter ihnen die USA, Kanada, Japan, Südkorea, Südafrika, Frankreich und die Schweiz. Später schlossen sich die EURATOM-Länder an; kürzlich traten

China und Russland dem Forum bei. Gemeinsam arbeiten die Mitglieder an Kernreaktoren der 4. Generation, die in 30 bis 40 Jahren als Weiterentwicklung der jetzigen Leichtwasserreaktoren eingesetzt werden können.

Aktuell untersuchen die Forscher in diesem weltweiten Programm sechs Reaktorkonzepte im Detail: Fortschrittliche Leichtwasserreaktoren mit überkritischen Dampfzuständen, analog zur Weiterentwicklung fossil gefeuerter Dampfkraft-

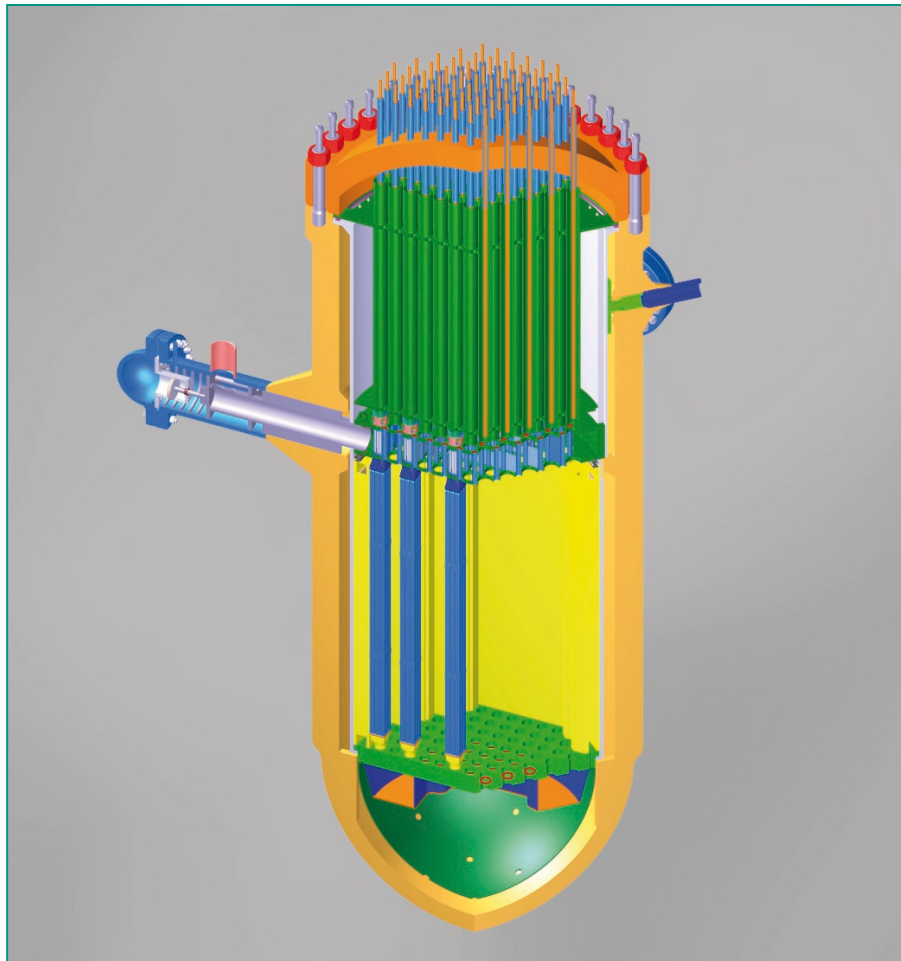


Abbildung 1: High Performance Light Water Reactor im Schnittbild.

Tabelle 1: Zieldaten des HPLWR

Thermische Leistung	2300 MWth
Brutto-Leistung	1046 MWeI
Netto-Leistung	1000 MWeI
Massenstrom	1179 kg/s
Netto Anlagenwirkungsgrad	43.5 %
Ziel Abbrand	60 MWd/kg
Neutronenspektrum	thermisch
Reaktor	
- Eintrittsdruck	25.0 MPa
- Eintrittstemperatur	280°C
- Austrittsdruck	24.0 MPa
- Austrittstemperatur	500°C
Reaktordruckbehälter	
- Höhe	14.3 m
- Innendurchmesser	4.46 m
- Wandstärke im zylindrischen Teil	0.45 m

werke, sollen höhere Wirkungsgrade bei niedrigeren Anlagenkosten ermöglichen als heutige Druckwasserreaktoren. Heliumgekühlte Hochtemperaturreaktoren, die neben Strom auch Prozesswärme bereitstellen können, setzen die Entwicklung des deutschen Kugelhaufenreaktors fort. Schnelle Reaktoren für eine nachhaltige Nutzung von Spaltmaterial, die mit Helium, Blei oder Natrium gekühlt werden, sollen Plutonium verwerten, ohne waffentaugliches Spaltmaterial zu erzeugen. Schließlich ist ein recht innovatives Konzept zu erwähnen, bei dem Spaltmaterial in flüssigem Salz gelöst wird, um kontinuierlich Spaltstoff zuzuführen und Spaltprodukte abziehen zu können.

Eines dieser sechs Reaktorkonzepte ist der High Performance Light Water Reactor (HPLWR), ein bei überkritischem Druck ($p > 22.1$ MPa) betriebener Leichtwasserreaktor der 1000MWeI-Klasse. In Europa sind die Forschungsarbeiten zum HPLWR in einem vom KIT koordinierten europäischen Projekt zusammengefasst, dem „High Performance Light Water Reactor – Phase 2“ (HPLWR Phase 2). Dieses wird



Abbildung 2: Erfolgreiche Werbung um Kerntechnik-Studierende auf der Hannovermesse 2009.

von der Europäischen Kommission kofinanziert. Es zielt darauf ab, die technische Machbarkeit des Konzepts zu bewerten und dessen Potenzial im zukünftigen Elektrizitätsmarkt einzuschätzen.

Das HPLWR Konzept basiert auf einem Reaktor mit einem Druckbehälter, ähnlich einem Druckwasserreaktor, der allerdings für einen höheren Druck von 25 MPa ausgelegt ist. Vorgesehen ist ein direkter Dampfkreislauf, vergleichbar mit dem eines Siedewasserreaktors, mit Hoch-, Mittel- und Niederdruckturbine, ähnlich wie bei einem kohlebefeuerten Kraftwerk. Die elektrische Leistung beträgt 1000 MWel; als Anlagenwirkungsgrad wird ein Wert von etwa 44 Prozent angestrebt. Das Speisewasser fließt in den Reaktordruckbehälter mit einer Temperatur von 280°C und wird im Kern um 220°C aufgeheizt, was zu einer Kernaustrittstemperatur von 500°C führt.

Wichtigster Vorteil des Konzepts ist eine signifikante Reduktion von Bauteilgrößen, was ein kleineres Gebäudevolumen ermöglicht und damit im Vergleich zu heutigen Kernkraftanlagen die Baukosten

senkt. Weiterhin sind dank des hohen Anlagenwirkungsgrads niedrigere Brennstoffkosten zu erwarten. Die Sicherheitseinrichtungen sollen mindestens denen heutiger Leichtwasserreaktoren entsprechen. Das ökonomische Ziel liegt bei 1000 €/kWel Baukosten der Anlage und bei Stromgestehungskosten von 3–4 Cent/kWh.

Abbildung 1 zeigt den Reaktordruckbehälter, Deckel, Eintritts- und Austrittsstutzen, oberes und unteres Mischungsplenum, Kontrollstabführungsrohre und beispielhaft drei Brennelement-Cluster, welche die drei Aufheizstufen „Verdampfer“, „Überhitzer 1“ und „Überhitzer 2“ wiedergeben. Die Gesamthöhe des Druckbehälters beträgt 14,3 Meter, der Innendurchmesser 4,46 Meter. Die Zieldaten des HPLWR Konzepts sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Im KIT sind es vor allem Studierende und Doktoranden, die während ihrer Ausbildung in enger Kooperation mit den Elektrizitätserzeugungsunternehmen sowie der Herstellerindustrie zur Ausarbeitung dieses innovativen Reaktorkonzepts beitragen. Da das Konzept auf einer

langjährigen Erfahrung mit Druck- und Siedewasserreaktoren aufbaut, vermittelt es den Nachwuchswissenschaftlern einerseits ein gründliches Verständnis der heutigen Reaktortechnik. Andererseits gilt es, Wege zur weiteren Verbesserung dieser Reaktoren zu erschließen und bis ins Detail zu untersuchen. Die in internationale Projekte und Kooperationen eingebundene Entwicklung des HPLWR stellt für Nachwuchskräfte eine spannende wissenschaftliche Aufgabe dar und bereitet sie praxisnah auf eine spätere berufliche Karriere in der Kerntechnik vor. Die weltweite Renaissance der Kernenergie eröffnet auch in Zeiten der Finanzkrise attraktive Perspektiven für junge Ingenieure.

Thomas Schulenberg
Jörg Starflinger

Weitere Infos:

Prof. Dr.-Ing. Thomas Schulenberg
Institut für Kern- und Energietechnik
Telefon +49 7247 82-3450
E-Mail thomas.schulenberg@iket.fzk.de
Internet www.hplwr.eu

Marktmacht auf dem deutschen Strommarkt?

Die Preise auf dem deutschen Strommarkt sind seit 2001 stark gestiegen. Daher wird häufig vermutet, dass Energieversorgungsunternehmen Marktmacht ausüben, indem sie Kraftwerkskapazitäten gezielt zurückhalten. Forscher am Lehrstuhl für Energiewirtschaft des Instituts für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion am KIT untersuchen mit dem agentenbasierten Simulationsmodell PowerACE, wie Marktmacht sich auswirken kann.

Seit der Liberalisierung der europäischen Strommärkte in den frühen 1990er Jahren wird in mehreren Ländern die Frage erörtert, ob die ehemals monopolistischen Stromversorger durch ihre meist nach wie vor marktbeherrschende Stellung Marktmacht ausüben. In Deutschland waren die Strompreise kurz nach der Liberalisierung stark gefallen. Bald darauf stiegen sie wieder, und zwar von durchschnittlich 24 €/MWh im Jahr 2001 auf 51 €/MWh im Jahr 2006. Dies entspricht einer Erhöhung um 113 Prozent. Im selben Zeitraum erhöhte sich der Gaspreis um 74 Prozent. Außerdem wurde 2005 mit der Einführung des europäischen Emissionshandels das ehemals freie Gut Emissionsrecht zu einem neuem, unter ökonomischen Aspekten zu bewertenden Produktionsfaktor.

Die regulierten Elektrizitätsmärkte waren durch beträchtliche Überkapazitäten gekennzeichnet gewesen. Diese wurden mit der Liberalisierung zügig abgebaut. Gleichzeitig kam es zu einer Konzentration der Energieversorgungsunternehmen (beispielsweise fusionierten PreussenElektra und Bayernwerk zu E.ON). So besaßen 2007 die vier größten Unternehmen etwa 80 Prozent der gesamten Umwandlungskapazitäten. Diese oligopolistische Struktur wird häufig öffentlich kritisiert. So führten einige Studien steigende Preise weniger auf den Anstieg der Brennstoffpreise und die Einführung des Emissionshandels zurück als vielmehr darauf, dass die Stromversorger Marktmacht ausüben.

Am Lehrstuhl für Energiewirtschaft des KIT haben Forscher das stündlich aufge-

löste agentenbasierte Simulationsmodell PowerACE (Agent-based Computational Economics) entwickelt. Es simuliert die relevanten Akteure des deutschen Strommarktes und die durch deren Interaktion bedingten stündlichen Strompreise. Anhand von PowerACE lässt sich unter anderem untersuchen, ob Marktmacht besteht und wie sie ausgeübt wird.

Die Modellierung der Marktteilnehmer als Agenten differenziert zwischen Endkunden, Energieversorgern, Erzeugern von Strom aus erneuerbaren Energiequellen, Netz- und Marktbetreibern. In der aktuellen Modellversion sind die großen Energieversorgungsunternehmen als einzelne Agenten, die Regionalversorger und die kleineren Stadtwerke sowie die industriellen Eigenversorger als je ein Agent abgebildet. Aufgrund der hohen Komplexität werden bei großen Energieversorgungsunternehmen sogar einzelne Funktionsbereiche wie Stromerzeugung, Stromhandel und Stromvertrieb als eigene Agenten modelliert. Der Agent Stromhändler kann mehrere Rollen einnehmen, indem er an verschiedenen Märkten handelt. Die derzeitige Version des PowerACE-Modells umfasst eine Strombörse (Day-Ahead Markt), verschiedene Regelenergiemärkte (Primär-, Sekundär- sowie Tertiärreserve), einen Forwardmarkt, einen Endkundenmarkt sowie einen Markt für CO₂-Emissionsrechte. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Märkte und die beteiligten Agententypen.

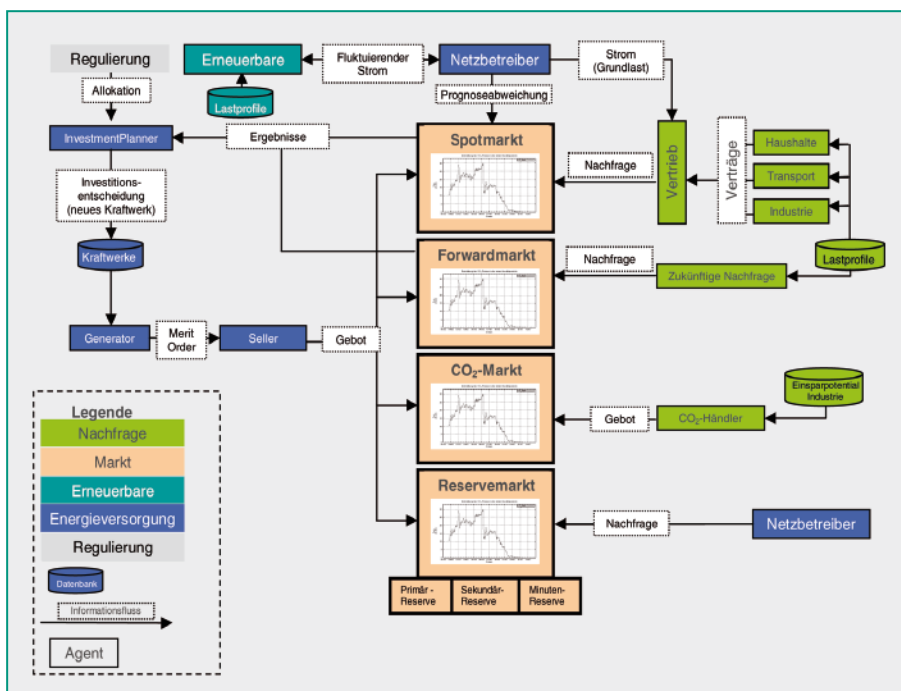


Abbildung 1: Struktur des Modells

Für die Analyse von Marktmacht in der Elektrizitätswirtschaft eignen sich vor allem der Residual Supply Index (RSI) und der Lerner Index (LI). Der RSI misst den Einfluss der Umwandlungskapazität eines Energieversorgers auf die gesamte Stromnachfrage, indem er die kumulierte Kapazität aller anderen Versorger in Relation zur Nachfrage setzt. Ein Indiz für strukturelle Marktmacht oder für die prinzipielle Möglichkeit, Marktmacht auszuüben, liegt dann vor, wenn der Index für mehr als fünf Prozent der Stunden eines Jahres unter 1,1 fällt. Sinkt dieser Wert für einen Versorger sogar unter 1,0, ist dessen Kapazität erforderlich, um die Nachfrage zu decken. Im Unterschied dazu stellt der LI ein Maß für die relative Abweichung des Marktpreises von den marginalen

Kosten dar und dient somit als Indikator für tatsächlich ausgeübte Marktmacht.

Das entwickelte Agentenmodell wurde für das durch gut funktionierenden Wettbewerb charakterisierte Jahr 2001 kalibriert und validiert. Zur Simulation der Jahre 2004 bis 2006 wurden die Modelleinstellungen übernommen; lediglich die Energieträgerpreise und der Kraftwerkspark wurden angepasst. Die Simulationen stimmen mit den realen Strompreisen der entsprechenden Jahre weitgehend überein.

Die Ergebnisse der Berechnung des RSI zeigen, dass strukturelle Marktmacht im deutschen Strommarkt prinzipiell existiert. Der Index liegt selbst bei Berücksichtigung potentieller Importkapazitäten für die beiden größten Versorger in mehr als fünf Prozent der Stunden jedes betrachteten Jahres unter 1,1 (Abbildung 3). Ergebnisse des LI für die Jahre 2004 bis 2006 zeigen (Abbildung 4), dass im Jahr 2004 mit hoher Wahrscheinlichkeit keine Marktmacht ausgeübt wurde – der Index übersteigt den Wert von vier Prozent auch in den Spitzenlastperioden nicht. Für die Jahre 2005 und 2006 fallen die Ergebnisse nicht ganz eindeutig aus. Im Durchschnitt beträgt der Wert fünf bis sieben Prozent, in Spitzenlastperioden aber steigen die Werte bis auf etwa zwölf Prozent an. Trotz eines gewissen Auslegungsspielraums bestätigt dies jedoch nicht, dass Marktmacht ausgeübt wurde.

Plausibler ist die Erklärung, dass die Umwandlungskapazitäten im Markt immer knapper werden. Die hohen Preise bilden

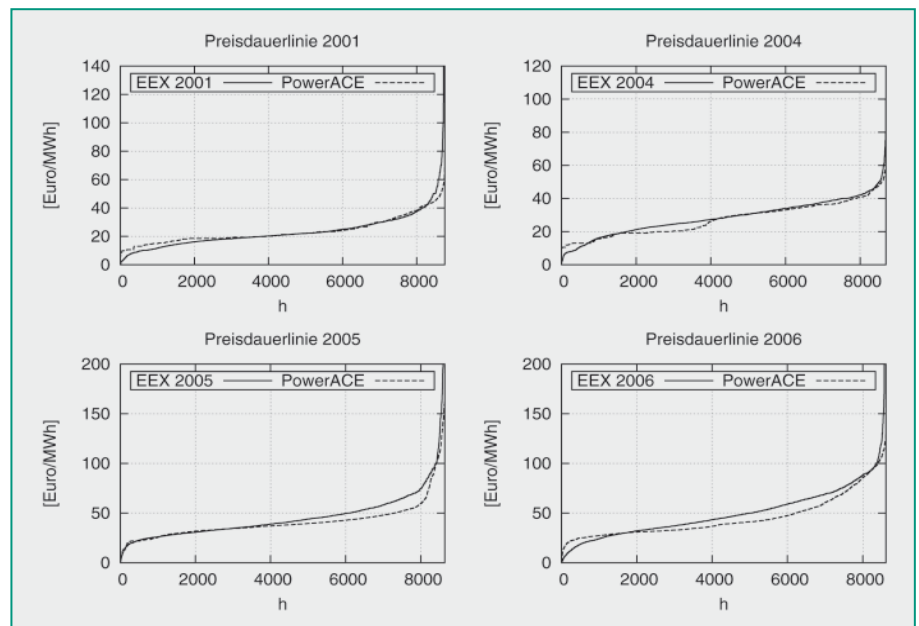


Abbildung 2: Preisdauerlinien realer Marktpreise (EEX) und der PowerACE-Simulation

einen Anreiz, neue Kraftwerke zu errichten, bevor die Kapazitäten nicht mehr ausreichen, um die Nachfrage zu decken. Dass für die nächsten Jahre einige neue Anlagen in Bau oder Planung sind, spricht dafür, dass dieser Investitionsanreiz funktioniert. Anschließend sollte der Lerner Index wieder fallen. Dann wird sich zeigen, ob die Märkte sich langfristig in einem Gleichgewicht befinden.

Das Forschungsprojekt PowerACE wurde 2004 bis 2007 von der VolkswagenStiftung im Bereich interdisziplinäre Umweltforschung gefördert. Übergeordnetes Ziel war, die Auswirkungen des CO₂-Emissionshandels und der verstärkten Einspeisung erneuerbarer Energien auf den liberali-

sierten Strommarkt zu untersuchen. Das PowerACE-Modell wird kontinuierlich weiterentwickelt und zur Untersuchung von verschiedenen energiewirtschaftlichen und -politischen Fragestellungen eingesetzt.

Massimo Genoese
Dominik Möst
Wolf Fichtner

Weitere Infos:

Professor Dr. Wolf Fichtner
Lehrstuhl für Energiewirtschaft
Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion
Telefon +49 721 608-4460
E-Mail wolf.fichtner@wiwi.uni-karlsruhe.de

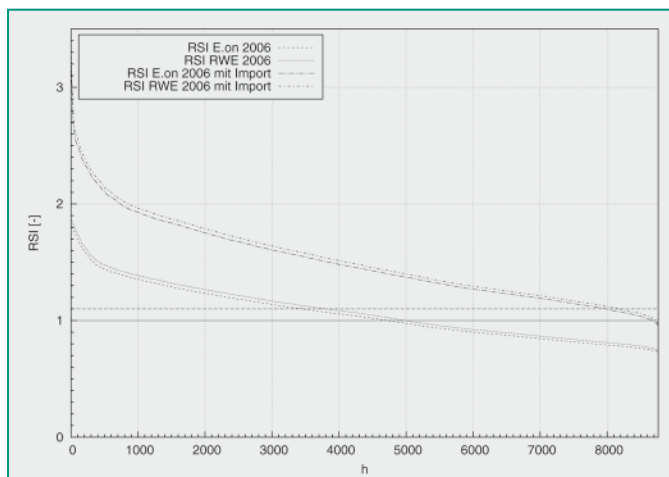


Abbildung 3: RSI für RWE und E.ON mit und ohne Berücksichtigung von freien Importkapazitäten

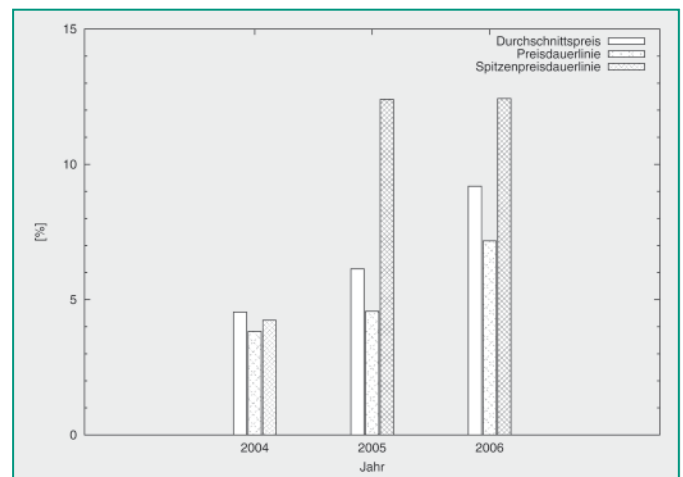


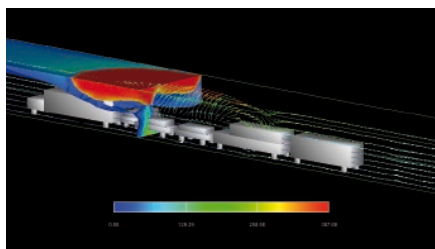
Abbildung 4: Entwicklung des Lerner-Index



Die Stabsabteilung Innovation des KIT nimmt jedes Jahr an rund zehn internationalen Industriemessen teil.

KIT Stabsabteilung Innovation – aus Ideen werden Produkte

„Die Forschungseinrichtungen müssen ihre Schubladen öffnen und ihre Technologien in die Industrie bringen.“ Was Bundespräsident Horst Köhler bei der diesjährigen Hannover Messe als wesentlich für Deutschlands wirtschaftliche Zukunft hervorhob, ist längst in die strategische Konzeption des KIT eingegangen: Neben Forschung und Lehre bildet Innovation die dritte tragende Säule. Es geht darum, Kommunikationswerkzeuge, Beratungsleistungen, interne Services und Qualifikationsmaßnahmen zu bündeln, um die Institute dabei zu unterstützen, marktreife Technologien zu identifizieren, zu schützen und schneller in den Markt



Spezielle Simulationsprogramme zur Wasserstoffsicherheit bietet die SIMAPS GmbH, ein Spin-off des KIT.

zu bringen. Zentraler Akteur und Partner der Institute in diesem Bereich ist die Stabsabteilung Innovation (SI) des KIT.

Ein Team von rund 20 Experten bietet verschiedene Leistungen entlang der Wertschöpfungskette an: von der Erfindungsmeldung und Patentierung über das Technologiemarketing und die Lizenzvergabe bis hin zur Beratung und Begleitung von Spin-offs. Die Stabsabteilung koordiniert auch die Beteiligungen des KIT als Gesellschafter an eigenen Spin-offs. Wie eine kürzlich erstellte Benchmarkstudie zeigt, kann sich die Abteilung mit ihren vielfältigen Kompetenzen und durchgängigen Leistungen durchaus mit den Technologietransferabteilungen großer international renommierter Forschungseinrichtungen wie der des Massachusetts Institute of Technology (MIT) messen.

Die Stabsabteilung Innovation des KIT kann auf langjährige Technologietransfer-Erfahrungen in der Helmholtz-Gemeinschaft zurückgreifen. Seit Ende 2008 arbeitet sie für das ganze KIT, das heißt Campus Nord (Forschungszentrum Karlsruhe) und Campus Süd (Universität

Karlsruhe). Bereits jetzt kümmert sie sich um sämtliche Erfindungsmeldungen aus dem KIT. Aktuell betreut SI rund 2 000 Schutzrechte weltweit und koordiniert etwa 300 Lizenzverträge mit jährlichen Einnahmen von mehreren Millionen Euro.

Intellectual Property als Basis für die Celitement GmbH

Der Erfolg vieler Unternehmen basiert wesentlich auf geistigem Eigentum (Intellectual Property – IP). Damit stellt IP-Schutz einen integralen Bestandteil des Innovationsprozesses dar. Am Anfang steht die Erfindung, die zu prüfen und eventuell zum Patent anzumelden ist. Wie komplex dieser Vorgang sein kann und welche Inhouse-Services SI anbietet, verdeutlicht beispielhaft die Ausgründung der Celitement GmbH.

Dieses Unternehmen fußt auf der Entwicklung und Herstellung einer neuen Familie von hydraulischen Verbindungen, das heißt Zementen. Ziel ist, die spezifischen CO₂-Emissionen und den Energieverbrauch bei der Zementherstellung signifikant zu reduzieren. Celitement®

eröffnet die Möglichkeit, den herkömmlichen Zement großenteils durch ein qualitativ hochwertiges nachhaltiges Produkt zu ersetzen. Dank der vorbereiteten Schutzrechtsbasis – nahezu weltweit – besitzt das Unternehmen Celitement die beste Grundlage für Erfolg am Markt.

Technologiemarketing an der Schnittstelle von Wissenschaft und Wirtschaft

Informationen über neueste Erkenntnisse und Erfindungen der Wissenschaft kommen leider oft gar nicht erst in der Wirtschaft an. Durch Technologiemarketing verbessert SI den Informationsfluss in die Industrie. Die Abteilung kommuniziert die Kompetenzen aus der Forschung des KIT zielgruppengerecht an verschiedene Branchen. Ziel ist, potenzielle Partner anzusprechen und für eine Zusammenarbeit zu gewinnen. Dafür steht die Marke „Research to Business“ mit einem Technologiemagazin, einer Online-Technologiebörse und der Teilnahme an rund zehn internationalen Industriemessen im Jahr. Die Stabsabteilung Innovation leitet Anfragen potenzieller Partner gezielt an die betreffenden Institute weiter. (www.kit.edu/research2business)

Im Zuge einer erfolgreichen Marketingkooperation präsentierte SI gemeinsam mit dem Institut für Technische Physik und dem Institut für Kern- und Energietechnik des KIT auf der Hannover Messe 2009 die Themen Supraleitung und Wasser-

stoffsicherheit. Mit dabei war ein Spin-off von 2008, die SIMAPS GmbH. Diese Firma bietet maßgeschneiderte Studien zur Wasserstoffsicherheit, basierend auf speziellen Simulationsprogrammen.

KIT-Business-Club als exklusive Plattform

Unternehmen, die Mitglied im KIT-Business-Club sind, erhalten exklusiven Zugang zu den KIT Instituten und individuelle Betreuung durch eigens abgestellte Mitarbeiter, die sich auch als themen- und institutsübergreifende Moderatoren und Vermittler verstehen. Zu den Gründungsmitgliedern des KIT-Business-Clubs gehören Bosch, die Bayer AG und die EnBW AG. (www.kit.edu/kit-business-club)

Maßgeschneiderte Kooperations- und Lizenzverträge

Über individuelle Vereinbarungen mit branchenbezogenen Lizenzmodellen können Industrieunternehmen auch Nutzungsrechte an Forschungsergebnissen in Form von Schutzrechten, Urheberrechten oder Know-how des KIT erwerben. Sie sichern sich damit einen Wettbewerbsvorsprung durch Wissen und einen starken Partner. Eine fast 20-jährige Partnerschaft existiert beispielsweise mit der Bruker Biospin GmbH im Bereich der Supraleitung, Die Firma Bruker hat über Jahre nicht nur die jeweils neuesten Generationen von NMR-Spektrometern produziert,

sondern dem KIT-Campus Nord auch bis heute attraktive Umsatzlizenzen gebracht. Weitere Beispiele sind die Kooperationen mit der Lurgi GmbH zum bioliq®-Projekt am Institut für Technische Chemie und mit der Vötsch GmbH zur Mikrowellentechnologie am Institut für Hochleistungsimpuls- und Mikrowellentechnik. Die Stabsabteilung Innovation möchte Lizenzservices auch verstärkt am Campus Süd anbieten. Immerhin gehören Lizenzentnahmen weltweit zu den wichtigen Output-Kennzahlen der Forschungseinrichtungen.

Business Development – Ziel Spin-offs

Besonders vielversprechende Technologien mit klaren Alleinstellungsmerkmalen bieten sich als Gründungsprojekte an. In der Stabsabteilung Innovation des KIT finden Gründungsinteressierte Unterstützung von der ersten Idee bis zur Marktreife. SI bietet ein breites Spektrum von Services – von Strukturierung und Businessplanung über Beratung und Förderanträge bis hin zur Organisation einer KIT-Beteiligung. Auf dem Campus Nord kann darüber hinaus auch finanzielle Unterstützung aus dem Transfer-Fonds gewährt werden. Weitere Möglichkeiten ergeben sich aus der Einbindung der Stabsabteilung Innovation in ein starkes überregionales Kompetenznetzwerk.

Im Bereich Energie wurden in jüngerer Zeit folgende Gründungen gefördert: die bereits genannten Celitement GmbH und SIMAPS GmbH sowie die IONYS AG, die nachhaltige Bau- und Industriewerkstoffe produziert, und die Sensolute GmbH, die energieeinsparende Vibrationssensoren herstellt. Besonders bei der Neugründung der Celitement GmbH wurden neben der Akquisition eines Industriepartners als Mitgesellschafter alle notwendigen Schritte zur Gründung mit Beteiligung des Forschungszentrums Karlsruhe koordiniert. Darüber hinaus übernimmt das Business Development auch Managementaufgaben, um dieser Neugründung den bestmöglichen Start zu ermöglichen.

Jens Fahrenberg



Dr. Peter Stemmermann, Dr. Günter Beuchle, Dr. Krassimir Garbev, Uwe Schweike (alle Institut für Technische Chemie, Bereich Thermische Abfallbehandlung des KIT; vordere Reihe von links), Dr. Hendrik Möller (Bereichsleiter Firma Schwenk), Dr. Peter Fritz (Vorstand KIT), Gerhard Hirth (Geschäftsführer Firma Schwenk), Dr. Alexander Kurz (Vorstand KIT) und Dr. Hanns-Günther Mayer (SI des KIT; hintere Reihe von links) unterzeichnen den Vertrag zur Ausgründung der Celitement GmbH.

Weitere Infos:

Dr. Jens Fahrenberg
Stabsabteilung Innovation
Telefon +49 7247 82-5580
E-Mail jens.fahrenberg@kit.edu

Deutsch-Französischer Workshop „Energiewirtschaft und Nachhaltigkeit“

Endenergiebedarf und Treibhausgasemissionen um 20 Prozent vermindern, Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch auf 20 Prozent erhöhen – so lautet das vom Europäischen Rat formulierte umweltbezogene Dreifach-Ziel für das Jahr 2020. Dieses Ziel bildete den inhaltlichen Aufhänger für einen Deutsch-Französischen Workshop zu „Energiewirtschaft und Nachhaltigkeit“ am 29. und 30. Januar dieses Jahres in Karlsruhe. Organisatoren waren das Deutsch-Französische Institut für Umweltforschung (DFIU) des KIT und das französische Centre de Recherche en

Economie et Droit de l'Énergie (CREDEN) der Universität Montpellier I.

Das Erreichen des Dreifach-Ziels setzt technische Innovationen voraus und geht mit einer umfassenden Neustrukturierung des Energiemarkts einher. Langfristig sind bedeutende Veränderungen sowohl auf der Bedarfs- als auch auf der Versorgungsseite des europäischen Energiesystems zu erwarten. Der französische und der deutsche Energiesektor können grundlegend zu den europäischen Klimaschutzbestrebungen beitragen. Wesentliches Ziel des Workshops war, Vertreter

von Wissenschaft, Politik und Industrie aus Frankreich und Deutschland zusammenzubringen, um politische Faktoren und Instrumente, technische Entwicklungen und ökonomische Konsequenzen für die Energiesysteme zu erörtern. Das Programm umfasste Sektionen zu Nachhaltigkeit, Energieeffizienz und Klimaschutz, erneuerbaren Energien, Biomasse und Elektrizitätsmarkt.

Der Workshop, finanziell unterstützt vom KIT-Zentrum Energie und dem Büro für Hochschul- und Forschungskooperation Heidelberg, stieß mit rund 100 Teilnehmern auf große Resonanz. Er bildete den Auftakt zu einer Reihe von jährlichen deutsch-französischen Veranstaltungen, die wechselweise in Karlsruhe und Montpellier stattfinden sollen. Für Frühjahr 2010 ist in Montpellier ein Workshop zur Energiewirtschaft geplant.

Dominik Möst



Teilnehmer des deutsch-französischen Workshops.

Weitere Infos:

<http://www-dfiu.wiwi.uni-karlsruhe.de/workshop-energie>

KIT Workshop „Energiesystemanalyse“

Um fachübergreifenden Erfahrungsaustausch und Vernetzung ging es beim KIT-internen Workshop „Energiesystemanalyse“ am 27. November 2008. Organisatoren waren das Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP) und das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des KIT.

Zwölf Wissenschaftler des KIT, die Energiesysteme in ihrer Gesamtheit und unter wechselseitigen Einflüssen – etwa mit Rohstoffwirtschaft, Bauwirtschaft, Industrie oder Verkehr – betrachten, stellten ihre Arbeiten vor rund 70 fachkundigen Zuhörern vor. Die Beiträge befassten sich zum einen mit der Ausgestaltung von Energiesystemen und mit in die Zukunft gerichteten Prognosen, so genannten

Energiezukünften, zum anderen mit der Auslegung, Beschreibung oder Analyse eines technischen Systems, einer Technologie oder des Potenzials einer Technologie. Da der KIT-interne Work-



Vortragende beim Workshop Energiesystemanalyse

shop großen Anklang fand, sollen weitere Veranstaltungen zur Energiesystemanalyse folgen, und zwar mit stärkerem Fokus auf einzelne Themen oder ausgewählte Technologien.

Ein Tagungsband mit den Beiträgen des Workshops „Energiesystemanalyse“ erscheint im Universitätsverlag Karlsruhe.

Dominik Möst

Weitere Infos:

Dr. Dominik Möst
Lehrstuhl für Energiewirtschaft
Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion
Telefon +49 721 608-4689
E-Mail dominik.moest@wiwi.uni-karlsruhe.de



Die Teilnehmer des Workshops in Gebze bei Istanbul.

Deutsch-Türkischer Workshop „Nachhaltige Energie“

Von Biomasse bis Windkraft, von Smart Grid bis Energieeffizienz reichten die Themen des Deutsch-Türkischen Workshops „Nachhaltige Energie“ (Sustainable Energy) im November 2008 in Gebze bei Istanbul. Das KIT, vertreten durch den Leiter des Instituts für Thermische Strömungsmaschinen, Professor Dr.-Ing. Hans-Jörg Bauer, plante und organisierte den Workshop im Auftrag der TU9 German Institutes of Technology gemeinsam mit den türkischen Partnern des Marmara Research Center TÜBITAK-MRC (TÜBITAK-MAM)

Ziele dieser Veranstaltung waren, Kontakte zwischen deutschen und türkischen Institutionen zu etablieren und zu intensivieren, Möglichkeiten für weitere Kooperationen zu erkunden und nachhaltige Kooperationsstrukturen zu schaffen, weitere bilaterale Veranstaltungen vorzubereiten sowie Pilotstudien und Energieprojekte auf nationaler und europäischer Ebene zu planen. An dem Workshop vom 12. bis 14. November nahmen rund 70 Experten teil; rund die Hälfte von ihnen war aus Deutschland angereist.

Die insgesamt 60 Fachvorträge verteilten sich auf elf teilweise parallel laufende Sessions:

- Einführung in die Thematik „Nachhaltige Energie“;

- Photovoltaik;
- Solarthermie;
- Geothermie;
- Biomasse, Reststoffe, Biogas, Vergasung und fossile Brennstoffe;
- Virtuelle Kraftwerke, intelligente Stromnetze, Energiespeicherung;
- Brennstoffzellen und Wasserstofftechnologie;
- Energieeffiziente Gebäude und Energieeinsparung;
- Energiesystemanalyse;
- Windkraft und Wasserkraft;
- Finanzierungsmöglichkeiten.

Organisatoren wie Teilnehmer fanden ihre Erwartungen an den Workshop in hohem Maße erfüllt. Dies belegt auch die Auswertung eines Fragebogens, der den deutschen Teilnehmern nach der Veranstaltung zugeschickt wurde: Mehr als 80 Prozent der Befragten bewerteten den Workshop als „ausgezeichnet“ (12,5 Prozent) oder „gut“ (68,8 Prozent); die übrigen 18,8 Prozent bezeichneten ihn als „durchschnittlich“. Aus dem Workshop gingen zahlreiche Kontakte und neue Ideen für künftige Kooperationen hervor. Beispielsweise nahm ein Teilnehmer Biomasse-Proben direkt aus der Türkei nach Deutschland mit, um sie genauer zu untersuchen.

Die Zusammenarbeit mit dem Marmara Research Center TÜBITAK-MRC (TÜBITAK-

MAM), namentlich mit Professor Dr. Mustafa Tiris, war durchweg ausgezeichnet. Funktionalität und Ambiente der Tagungsstätte erwiesen sich als hervorragend. Dazu kam ein von der türkischen Seite organisiertes höchst attraktives Rahmenprogramm.

Der Erfolg des Workshops legt nahe, weitere Aktivitäten zu planen. Die Federführung dafür liegt allerdings bei den TU9, da von diesen die Initiative für den Workshop ausgegangen war. Bei der Planung einer Folgeveranstaltung wäre eine stärkere thematische Fokussierung anzustreben und wären parallele Sessions zu vermeiden. Ein weiterer Vorschlag ist der Einsatz von Incentives, um Kontakte sofort zu intensivieren oder Projektideen direkt umzusetzen (beispielsweise 3 000, 2 000 und 1 000 Euro für die besten drei Projektideen).

Wolfgang Breh

Weitere Infos:

Dr. Wolfgang Breh
KIT-Zentrum Energie –
Leiter der Geschäftsstelle
Telefon +49 7247 82-5540
E-Mail wolfgang.breh@kit.edu

www.mam.gov.tr/english/EE/index.html

KIT-Zentrum Energie

Leiter Dr. Peter Fritz

Wiss. Sprecher Prof. Dr.-Ing. Hans-Jörg Bauer

Sprecher Topic 1 – Energieumwandlung Prof. Dr.-Ing. Henning Bockhorn

Sprecher Topic 2 – Erneuerbare Energien Dr.-Ing. Karl-Friedrich Ziegahn

Sprecher Topic 3 – Energiespeicherung und -verteilung Prof. Dr.-Ing. Thomas Leibfried

Sprecher Topic 4 – Effiziente Energienutzung Prof. Andreas Wagner / Prof. Dr.-Ing. Matthias Kind

Sprecher Topic 5 – Fusionstechnologie Dr. Klaus Hesch

Sprecher Topic 6 – Kernenergie und Sicherheit Dr.-Ing. Joachim Knebel

Sprecher Topic 7 – Energiesystemanalyse Prof. Dr. Armin Grunwald

Leiter der Geschäftsstelle Dr. Wolfgang Breh