

ENERGYNEWS

Newsletter des KIT-Zentrums Energie

Ausgabe 1|2013



**Impulse für die
Zukunft der Energie**

**Windstrom
planbar machen**

Energie aus Mikroalgen

Inhalt

3	Editorial
4	Impulse für die Zukunft der Energie
6	Verbrennungsinstabilitäten in Brennkammern
8	Unter Hochdruck
10	Windstrom planbar machen
12	Lösungen für eine energieeffiziente Stadtentwicklung
14	High-Fidelity-Reaktorsimulationen
15	Flüssigmetalle als Kühlmittel
16	Energie aus Mikroalgen – eine Systemanalyse
18	Wird der Strom knapp?
20	Energie studieren
22	Promovieren mit Energie
23	Wissenschaftliche Weiterbildung für die Wirtschaft

Impressum

Herausgeber: KIT-Zentrum Energie

Redaktion: Dr. Sibylle Orgeldinger

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

Gestaltung, Layout: Wilfrid Schroeder, Bernd Königsamen, Heike Gerstner

Druck: Systemedia GmbH, Wurmberg

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Universität des Landes Baden-Württemberg und
nationales Forschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft

Campus Nord

Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Campus Süd

Kaiserstraße 12
76131 Karlsruhe

KIT-Zentrum Energie, Geschäftsstelle
Telefon +49 721 608-25540

September 2013

Titelbild:

Übergabe eines Gasturbinen-Modells von Siemens an das KIT. An dem Schnittmodell der SGT5-8000H können Studierende den Aufbau und die Funktionsweise einer modernen Gasturbine nachvollziehen. Das Foto zeigt Dr. Leif Wiebking, University Liaison Manager bei Siemens (vorne links) und Professor Hans-Jörg Bauer, Wissenschaftlicher Sprecher des KIT-Zentrums Energie (vorne rechts). (Foto: Jana Mayer, KIT)

Editorial



Dr. Peter Fritz

„Impulse für die Zukunft der Energie“: Unter diesem Titel richtete das KIT-Zentrum Energie seine Jahrestagung 2013 als Doktorandensymposium aus. In Vorträgen und auf Postern präsentierten Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler ihre Projekte einem interessierten Publikum. Die Themen stammten aus allen sieben Topics des KIT-Zentrums Energie: Energieumwandlung, Erneuerbare Energien, Energiespeicherung und -verteilung, Effiziente Energienutzung, Fusionstechnologie, Nukleare Entsorgung und Sicherheit sowie Energiesystemanalyse.

Bedeutung innehat, bildet die Qualifizierung des wissenschaftlichen Nachwuchses einen wesentlichen Faktor im Wettbewerb der Wissens- und Technologiestandorte. Eine sichere, bezahlbare und umweltverträgliche Energieversorgung gehört zu den großen Aufgaben der Gegenwart und Zukunft – nicht nur in Deutschland, das sich mit der Energiewende ehrgeizige Ziele gesetzt hat, sondern in ganz Europa und weltweit. Das KIT räumt der Förderung des Forschungsnachwachses einen besonderen Stellenwert ein. So wird die Jahrestagung des KIT-Zentrums Energie künftig jedes zweite Jahr als Doktorandensymposium stattfinden und jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ein hochkarätiges Forum bieten.

Wir wünschen Ihnen interessante Einblicke bei der Lektüre der EnergyNews!

Dr. Peter Fritz,
Vizepräsident für Forschung
und Innovation des KIT

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



Professor Dr. Hans-Jörg Bauer

Auch die EnergyNews präsentieren in dieser Ausgabe aktuelle Projekte von Nachwuchsforschern. Tagung und Newsletter zeigen das breite Spektrum der Forschung und das hohe Niveau des wissenschaftlichen Nachwuchses am KIT-Zentrum Energie und an der KIT School of Energy. Bei uns finden Studierende, Promovierende und Postdoktoranden ein exzellentes Umfeld: spannende Themen, hervorragende fachliche Betreuung, die einzigartige Verbindung von universitärer Forschung, Großforschung und Innovation sowie ein dichtes interdisziplinäres Netzwerk.

Gerade in der Energieforschung, die eine hohe wirtschaftliche und gesellschaftliche

Impulse für die Zukunft der Energie

Als Doktorandensymposium gestaltete das KIT-Zentrum Energie seine Jahrestagung 2013. Die Beiträge des Forschernachwuchses bewiesen hohe fachliche Kompetenz und Kreativität. Eine Podiumsdiskussion befasste sich mit Karrieremöglichkeiten nach der Promotion.

„Wenn es um Energieforschung geht, soll auch künftig Karlsruhe zuerst genannt werden.“ Mit diesen Worten leitete der Vizepräsident für Forschung und Innovation des KIT, Dr. Peter Fritz, die Jahrestagung 2013 des KIT-Zentrums Energie am 13. Juni ein. Dr. Fritz gab einen Überblick über die Energieforschung am KIT, die sich mit einem breiten Spektrum von Optionen für eine nachhaltige Energieversorgung beschäftigt. Im Hinblick auf den Umbau des Energiesystems in Deutschland liegen Prioritäten in den Bereichen Erneuerbare Energien, Energieeffizienz sowie Energiesysteme, -speicher und -netze. Besondere Relevanz besitzt die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses.

Dass das KIT-Zentrum Energie und die KIT School of Energy dafür bestens aufgestellt sind, zeigte die Tagung unter dem Titel

„Impulse für die Zukunft der Energie“, bei der junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ihre Projekte in Vorträgen und auf Postern präsentierten. Im Austausch mit erfahrenen Forschern und anderen Doktoranden über Fachgrenzen hinweg ergaben sich viele interessante Gespräche.

Die Keynote Address hielt Professor Thomas Wetzel, der am Institut für Thermische Verfahrenstechnik (TVT) und am Institut für Kern- und Energietechnik (IKET) des KIT forscht und lehrt. Mit der Frage „Deutschland wendet, was machen die anderen?“ betrachtete er das Thema „Energiekonzepte“ aus einer weiter gefassten Perspektive. Anhand der Analyse „Energy Technology Perspectives 2012“ der Internationalen Energie-Agentur (IEA) legte Thomas Wetzel dar, was erforderlich ist, um die Erderwärmung

bis 2050 auf zwei Grad zu beschränken. Das Energiekonzept der Bundesregierung orientiert sich am Ziel dieses sogenannten Zwei-Grad-Szenarios. Anschließend berichtete Wetzel über Ausgangslage, Ziele, Maßnahmen und Bedeutung verschiedener Länder wie USA, Brasilien, Russland, Indien und China im Energie- und Klimaschutzbereich.

Aus sämtlichen Topics des KIT-Zentrums Energie – Energieumwandlung, Erneuerbare Energien, Energiespeicherung und -verteilung, Effiziente Energienutzung, Fusionstechnologie, Nukleare Entsorgung und Sicherheit sowie Energiesystemanalyse – kamen die Beiträge der Promovierenden. Der Geschäftsführer des KIT-Zentrums Energie, Dr. Wolfgang Breh, moderierte das Programm aus kurzen Vorträgen mit anschließenden Fragen und Antworten. Über Verbrennungsinstabilitäten in Einzel- und Mehrfachbrennersystemen und ihre Entstehung sprach Christian Kraus vom Engler-Bunte-Institut, Bereich Verbrennungstechnik (EBI-VBT).

Alexandra-Gwyn Paetz vom Lehrstuhl für Energiewirtschaft des Instituts für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP) befasste sich mit den Potenzialen zur Lastverschiebung, die intelligente Haushaltsgeräte und Elektrofahrzeuge in Haushalten bieten. Wie Paetz darlegte, sind die meisten Anwendungen hinreichend flexibel und eignen sich damit zur Lastverlagerung. Allerdings können dabei plötzlich neue Lastspitzen entstehen. Dies erfordert Überlegungen zur Tarifgestaltung. Eine integrierte Methode zur ICT-unterstützten Steigerung der Energieeffizienz in der Fertigung stellte Hendro Wicaksono vom Institut für Informationsmanagement im Ingenieurwesen (IMI) vor.

Über ein innovatives Verfahren, durch die thermische Zerlegung von Methan Wasserstoff zu produzieren, ohne dabei den Ausstoß von CO₂ zu verursachen, referierte Michael Plevan vom Institut für Kern- und Energietechnik (IKET). Jan Hoffmann vom Institut für Angewandte Materialien – Angewandte Werkstoffphysik (IAM-AWP) erörterte Design, Produktion und Applikation von neuen Werkstoffen für die Solarenergieumwandlung.



Ein Forum für junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bot die Jahrestagung 2013 des KIT Zentrums Energie.



Alexandra-Gwyn Paetz stellte ihre Untersuchungen zum Lastmanagement mit intelligenten Haushaltsgeräten und Elektrofahrzeugen vor.



KIT-Vizepräsident Dr. Peter Fritz gab einen einleitenden Überblick über die Energieforschung am KIT.

Die Materialien lassen sich auch in der Fusionstechnologie einsetzen.

Über die Optimierung organischer Tandemsolarzellen sprach Kontantin Glaser vom Lichttechnischen Institut (LTI). Maren Lepple vom Institut für Angewandte Materialien – Angewandte Werkstoffphysik (IAM-AWP) widmete sich den thermodynamischen Aspekten von Kupferoxiden als Elektroden für Lithium-Ionen-Batterien. Melanie Mangang, ebenfalls vom IAM-AWP, erörterte Möglichkeiten, die Energiedichte, Leistungsdichte und Lebensdauer von großformatigen Lithium-Ionen-Zellen durch Lasermodifikation von Elektrodenmaterialien zu erhöhen.

Welche Bedeutung Fortschritte bei Daten zu Spaltproduktausbeuten und radioaktivem Zerfall für die Reaktorphysik besitzen, legte Kilian Kern vom Institut für Neutronenphysik und Reaktortechnik (INR) dar. Aleksandar Ivanov, ebenfalls vom INR, sprach über die Anwendung des gekoppelten Code-Systems MCNP-SUBCHANFLOW in der Reaktorphysik. Urbane Wärmeinseln im Untergrund deutscher Städte waren Thema des Vortrags von Kathrin Menberg vom Institut für Angewandte Geowissenschaften (AGW). Gebäudekeller, Abwasserkanäle, Fernwärmeleitungen, Kühlwassereinleitungen sowie Sonneneinstrahlung auf versiegelte Flächen sind mögliche Quellen für solche Wärmeinseln. Diese bringen unter anderem ein erhöhtes Potenzial für die oberflächennahe Geothermie mit sich. Niklas Mundhenk, ebenfalls vom AGW,



Professor Thomas Wetzel hielt die Keynote Address über Energiekonzepte weltweit.

berichtete über experimentelle Untersuchungen zu Korrosion und Scaling in Geothermalsystemen. Mit mikrokalorimetrischen Messungen zur Entropieänderung bei der elektrochemischen Lithium-bulkabscheidung befasste sich Matthias Schmid vom Institut für Physikalische Chemie (IPC).

Wie ein Leben nach der Promotion aussehen kann, zeigte eine von der Koordinatorin der KIT School of Energy, Dr. Julia Johnsen, moderierte Podiumsdiskussion über „Energie und Beruf“. Dabei sprachen Dr. Alexander Colsmann,

Gruppenleiter Organische Photovoltaik am Lichttechnischen Institut (LTI) des KIT, und Dr. Joachim Manns, Kraftwerksleiter des EnBW Rheinhafen-Dampfkraftwerks Karlsruhe, über Voraussetzungen und Anforderungen einer Tätigkeit in der Forschung oder in der Industrie. In einem Punkt stimmten beide überein: Wesentlich ist das Interesse am Thema. Colsmann sprach von einem „Feuer für das Forschungsgebiet“, Manns von einer „Tätigkeit, mit der man sich identifiziert und an der man wächst“.

Sibylle Orgeldinger

Weitere Infos:

Dr. Wolfgang Breh
KIT-Zentrum Energie
Geschäftsführer
Telefon +49 721 608-25540
E-Mail wolfgang.breh@kit.edu

Verbrennungsinstabilitäten in Brennkammern

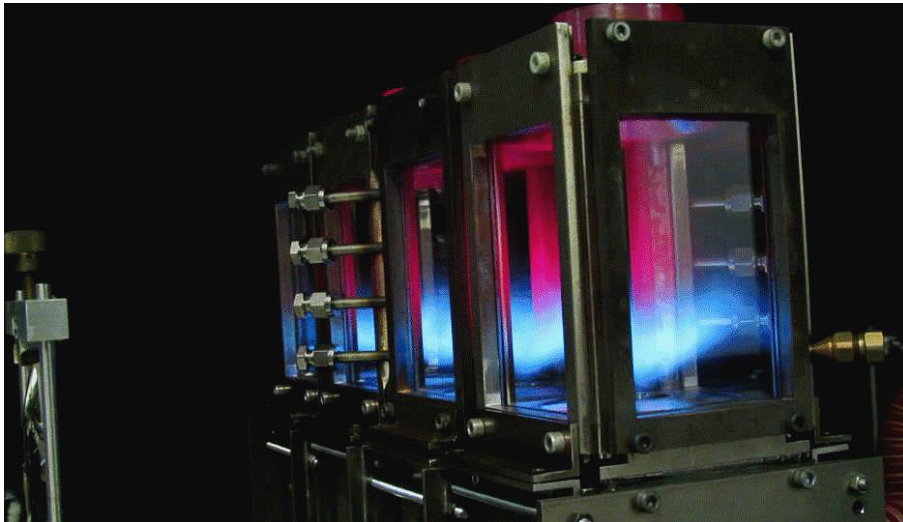
Flexibilität, Effizienz, schnelles Hochfahren, großer Betriebsbereich und geringer Schadstoffausstoß – moderne Gaskraftwerke müssen hohe Anforderungen erfüllen. Wichtig ist eine stabile Verbrennung. Forscher des KIT-Zentrums Energie untersuchen, wie Instabilitäten zustande kommen.

Die Energiewende zielt darauf, den Anteil erneuerbarer Energien erheblich zu steigern. Doch nicht alle regenerativen Quellen sind gleichmäßig verfügbar – Sonne und Wind schwanken zeit- und witterungsbedingt. Um die Schwankungen auszugleichen, werden geeignete Speicher entwickelt, diese sind derzeit

Verbrennungsinstabilitäten den Betriebsbereich ein und machen die Reduzierung der Schadstoffemissionen problematisch. Verbrennungsinstabilitäten entstehen aufgrund von Rückkopplungen zwischen Schwankungen der Wärmefreisetzung und des Drucks in der Brennkammer, bedingt beispielsweise durch Schwan-

Bei den Experimenten dient den Forschern am EBI-VBT ein modularer Erdgas-Drallbrenner als Versuchs Brenner. Er lässt sich als Einzel- oder Mehrfachbrennersystem aufbauen. Mikrofone nehmen die Druckschwingungen in der Brennkammer auf. Eine High-Speed-Kamera registriert die OH*-Chemilumineszenz, das Eigenleuchten der Flamme im Bereich um 315 Nanometer. Ausgewählte Betriebspunkte werden mithilfe des Verfahrens Large-Eddy-Simulation und der Software Open-FOAM simuliert.

Im Experiment haben die Forscher am Einzelbrenner zwei Betriebspunkte mit einer thermischen Leistung von 25 kW und 30 kW verglichen. Der Volumenstrom der Luft ist bei beiden Betriebspunkten gleich; die Erhöhung der thermischen Leistung erfolgt durch eine Erhöhung des Brennstoffstroms. Der Vergleich der beiden Betriebspunkte zeigt eine Verschiebung der dominanten Frequenz der Brennkammerschwingungen von 410 Hz mit einer



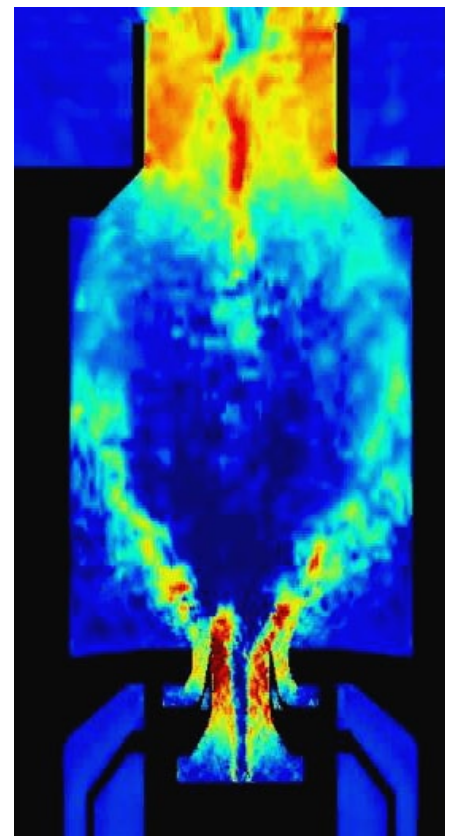
Aufbau des Versuchs Brenners.

jedoch noch nicht ausreichend vorhanden. Daher ist es erforderlich, Lücken in der Versorgung über konventionelle Kraftwerke zu schließen, beispielsweise über moderne Gaskraftwerke. Die Energiewende stellt hohe Anforderungen an solche Kraftwerke: Sie sollen sich flexibel mit verschiedenen Brennstoffen betreiben lassen, bei Bedarf schnell auf die benötigte Leistung hochfahren, einen großen Betriebsbereich bei hoher Effizienz besitzen und möglichst wenig Stickstoffoxide und andere Schadstoffe ausstoßen.

Beim Betrieb von Gaskraftwerken ist es wichtig, eine stabile Verbrennung zu gewährleisten. Instabilitäten können starke Druckschwingungen in Brennkammern hervorrufen. Diese Druckschwingungen wiederum können Gasturbinenkomponenten beschädigen. Außerdem schränken

kungen des Volumenstroms der Verbrennungsluft, durch Schwankungen des Brennstoffstroms oder durch Wirbelstrukturen in der Brennkammerströmung.

Wissenschaftler am Engler-Bunte-Institut, Bereich Verbrennungstechnik (EBI-VBT), des KIT erforschen „Verbrennungsinstabilitäten in Brennkammern mit Einzel- und Mehrfachbrenneranordnung“ anhand von Experimenten und Simulationen. Ziel ist, die komplexen physikalischen Vorgänge, die zu Verbrennungsinstabilitäten führen, besser zu verstehen. Wegen der komplexen Zusammenhänge ist es schwierig, Verbrennungsinstabilitäten beim Design von Gasturbinenbrennkammern genau vorherzusagen. Im Betrieb auftretende Verbrennungsinstabilitäten zu beseitigen, ist wiederum ziemlich aufwendig.



Ergebnis der Large-Eddy-Simulation des Einzelbrenners bei 25 kW: vertikale Geschwindigkeitskomponente (Momentanbild).

Amplitude von 380 Pa bei 25 kW auf 750 Hz mit einer Amplitude von 780 Pa bei 30 kW.

An einem Mehrfachbrenner, der insgesamt vier Brenner in Reihe umfasst, haben die Wissenschaftler die beiden entsprechenden Betriebspunkte mit einer thermischen Leistung von 100 kW und 120 kW verglichen. Der Vergleich zeigt eine nur geringe Verschiebung der dominanten Frequenz der Brennkammerschwingungen von 393 Hz bei 100 kW auf 410 Hz bei 120 kW; die Änderung der Amplitude fällt jedoch erheblich aus – von 49 Pa bei 100 kW auf 900 Pa bei 120 kW. Damit ergibt der Vergleich zwischen Einzel- und Mehrfachbrenner eine ähnliche dominante Frequenz der Druckschwingungen am Einzelbrenner bei 25 kW und am Mehrfachbrenner bei 100 kW, jedoch bei einer signifikant größeren Amplitude am Einzelbrenner. Die dominante Frequenz der Druckschwingungen am Einzelbrenner bei 30 kW und am Mehrfachbrenner

bei 120 kW ist unterschiedlich, bei einer größeren Amplitude am Multibrenner.

Die dominanten Frequenzen der Schwankungen der OH*-Chemilumineszenz entsprechen bei allen Betriebspunkten denen der Druckschwingungen. Die Schwankungen der Wärmefreisetzung korrelieren mit den Druckschwankungen in der Brennkammer. Wie eine nähere Betrachtung der 400-Hz-Schwingung am Mehrfachbrenner bei 120 kW zeigt, macht eine phasengelockte Mittelung der High-Speed Aufnahme der OH*-Chemilumineszenz die 400-Hz-Schwingung sichtbar: ein starkes Pulsieren der Flamme ist zu erkennen.

Überdies haben die KIT-Wissenschaftler den Einzelbrenner bei 25 kW in einer Simulation nachgebildet. Die Druckschwingungen der Simulation stimmen relativ gut mit den Werten aus dem Experiment überein. Die Ergebnisse der Simulation lassen darauf schließen, dass die Flamme

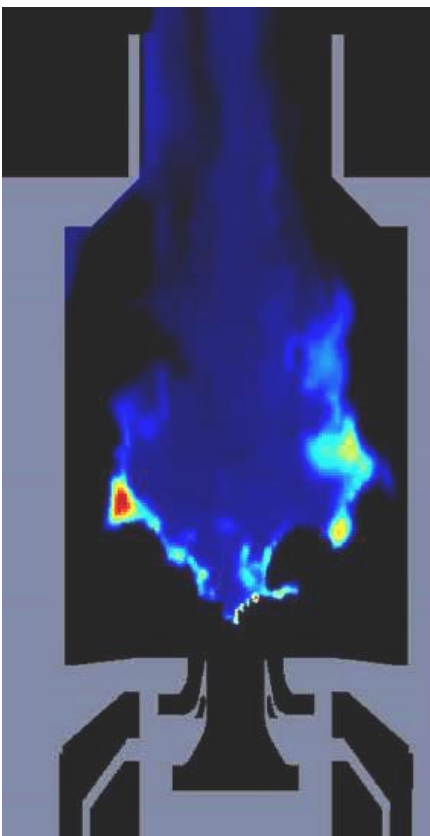
über den oszillierenden Brennstoffstrom auf die Druckschwingungen in der Brennkammer zurückwirkt. Wie das berechnete Geschwindigkeitsfeld zeigt, besteht ein stark instationäres Strömungsfeld in der Brennkammer.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass eine genaue Modellierung des Systemverhaltens häufig nur für einfache Brennersysteme möglich ist. Um die Zusammenhänge bei komplexer aufgebauten Systemen zu erkennen und Gesetzmäßigkeiten zu bestimmen, bedarf es weiterer Forschung.

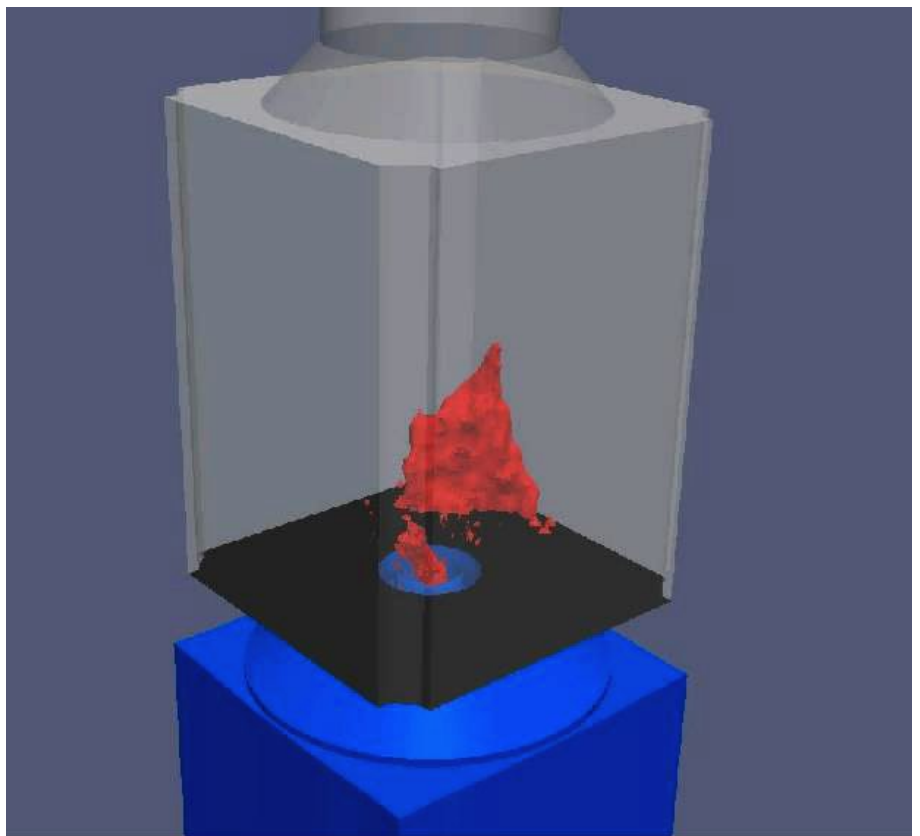
Henning Bockhorn
Christian Kraus

Weitere Infos:

Christian Kraus
Engler-Bunte-Institut
Bereich Verbrennungstechnik (EBI-VBT)
Telefon +49 721 608-44233
E-Mail christian.kraus@kit.edu



Ergebnis der Large-Eddy-Simulation des Einzelbrenners bei 25 kW: OH*-Chemilumineszenz (Momentanbild).



Large-Eddy-Simulation des Einzelbrenners bei 25 kW (Momentanbild einer Isofläche des Drucks).

Die bioliq®-Anlage am KIT Campus Nord: Aus Stroh und anderen biogenen Reststoffen entstehen hochwertige Kraftstoffe. (Foto: Markus Breig)



Unter Hochdruck

Wenn es um Energie aus Biomasse geht, spielt die Hochdruck-Flugstromvergasung eine zentrale Rolle. Ein Projekt am KIT-Zentrum Energie befasst sich in der Grundlagenforschung mit der Geschwindigkeit, mit welcher der Brennstoff im Flugstromreaktor unter hohen Drücken umgesetzt wird.

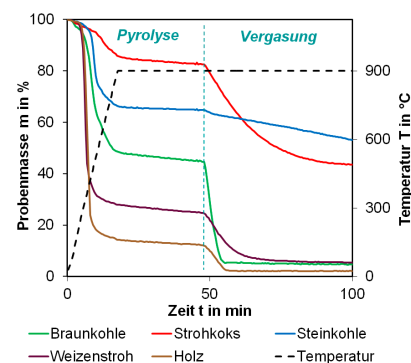
Die Hochdruck-Flugstromvergasung dient der energetischen und stofflichen Nutzung von Biomassereststoffen sowie von niederwertigen fossilen Rohstoffen. Bei dem Verfahren wird der Brennstoff – fest, suspendiert oder flüssig – im Flugstrom bei kurzen Verweilzeiten sowie hohen Reaktortemperaturen und -drücken mit einem gasförmigen Vergasungsmittel zu Synthesegas umgesetzt.

Die Flugstromvergasung wird unter anderem großtechnisch bei der Vergasung von Vakuumrückstand aus der Erdölverarbeitung zur Bereitstellung von Synthesegas in der chemischen Industrie eingesetzt. Auch bei den derzeit weltweit geplanten und aktuell gebauten Anlagen zum Vergasen von Brennstoffen sind Flugstromreaktoren im Vergleich zu anderen Technologien am weitesten verbreitet.

Bei dem am KIT entwickelten mehrstufigen bioliq®-Prozess, in dem aus biogenen Reststoffen, beispielsweise Stroh, hochwertige Kraftstoffe für Diesel- und Ottomotoren entstehen, bildet die Hochdruck-Flugstromvergasung die zweite Stufe: Strohkokspartikel werden zusammen mit dem auf der ersten Prozessstufe erzeugten Pyrolyseöl als Suspension in den Vergaser eingebracht und zu einem teerfreien Synthesegas umgesetzt. Nachgeschaltet wird das Synthesegas zu Kraftstoff synthetisiert. Hohe Drücke im Vergasungsreaktor ermöglichen größere Synthesegaskapazitäten bei gleichbleibender Reaktorgröße und machen eine teure Komprimierung des Produktgases für nachgeschaltete Syntheseprozesse überflüssig.

Ein Forschungsprojekt am Engler-Bunte-Institut, Bereich Chemische Energieträ-

ger – Brennstofftechnologie (EBI ceb), ist darauf ausgerichtet, die Geschwindigkeit, mit welcher der Brennstoff im Flugstromreaktor unter hohen Drücken umgesetzt wird, zu untersuchen. Die Ergebnisse sollen dazu beitragen, die grundlegenden Vorgänge während des Prozesses noch besser zu verstehen. In dem Projekt „Untersuchungen zur Reaktionskinetik bei der Hochdruckflugstromvergasung“ geht es vor allem um Synthesequalität, Ausbrand des Feststoffs und Prozesseffizienz. Reaktionstechnisch spielt im Vergaser die Reaktion des festen Kohlenstoffs aus



Thermogravimetrische Analyse diverser fossiler und biogener Brennstoffe.

dem Brennstoff mit Wasserdampf und mit Kohlenstoffdioxid die vorherrschende Rolle, denn diese Vorgänge laufen im Vergleich zu anderen Prozessschritten relativ langsam ab. Die benötigte Verweilzeit des Brennstoffs im Reaktor und damit die Reaktorgröße sind also direkt mit der Geschwindigkeit der Vergasungsreaktionen verknüpft. Diese Vergasungsgeschwindigkeit wird neben den Betriebsbedingungen und der Konzentration des Vergasungsmittels vor allem durch die Reaktivität des Brennstoffs sowie dessen chemische und physikalische Eigenschaften beeinflusst.

Im Zentrum des Projekts steht die Charakterisierung von Festbrennstoffen nach ihren für die Vergasung relevanten reaktionstechnischen Eigenschaften bei erhöhtem Druck. So wird zum Beispiel Strohkokk eingesetzt, der sich in Aschegehalt, Struktur und Reaktivität deutlich von konventionellen Brennstoffen wie Kohlen unterscheidet. Zur Bestimmung der Reak-

Zudem lassen sich Aussagen über den Flüchtigengehalt und den Aschegehalt der Probe treffen. Für diese Analyse sind größtenteils Geräte verfügbar, die bei atmosphärischem Druck arbeiten.

Das EBI ceb des KIT besitzt seit diesem Jahr ein Alleinstellungsmerkmal im Bereich der thermogravimetrischen Analysen: eine Hochdruck-Magnetschwebwaage für thermogravimetrische Analysen unter technisch relevanten Bedingungen bis 40 bar. An der Anlage lässt sich der Druckeinfluss auf die Vergasungskinetik fester Brennstoffe quantifizieren. Dabei lassen sich sowohl Kohlenstoffdioxid als auch Wasserdampf zur Vergasung sowie Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff zur Untersuchung der hemmenden Wirkung der Synthesegas-komponenten einsetzen.

Die in dem Projekt gewonnenen Daten liefern einen wichtigen Beitrag zur Arbeit

vergasern für eine große Bandbreite von Einsatzstoffen und Produkten zu entwickeln.

Die Grundlagenarbeiten am EBI ceb des KIT sind über das Institut für Technische Chemie, Abteilung Vergasungstechnologie (ITC vgt), des KIT auch in die Programmorientierte Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft eingebunden: Im Rahmen der Programme „Rationelle Energieumwandlung und -nutzung“ (REUN) und „Erneuerbare Energien“ (EE) werden in dem bei Umgebungsdruck betriebenen Technikumsvergaser REGA (Research Entrained-flow GASifier) Brennstoff Suspensionen aus Biomasse umgesetzt; dabei wird die Abhängigkeit der Synthesegasqualität von Prozessparametern und Brennstoffspezifikationen bewertet.

An den Laboranlagen des EBI ceb nehmen die Forscher darüber hinaus Messungen für das KIC InnoEnergy

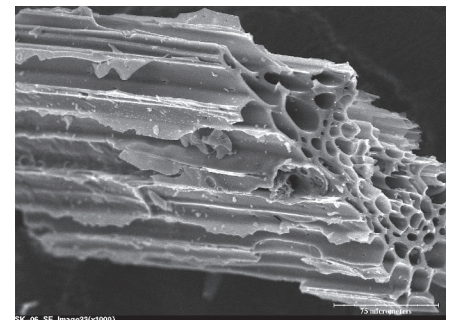


Magnetschwebewaage zur Hochdruck-Thermogravimetrie. Die einzigartige Anlage ermöglicht es, den Druckeinfluss auf die Vergasungskinetik fester Brennstoffe zu quantifizieren.

tivität von festen Brennstoffen setzen die KIT-Forscher vorwiegend die sogenannte thermogravimetrische Analyse ein: Der Brennstoff wird in einem mit einer Präzisionswaage verbundenen Tiegel in einer definierten Vergasungsatmosphäre bei Temperaturen bis zu 1 200 Grad Celsius umgesetzt. Während der Umsetzung wird der Massenverlust durch die Reaktion des Kohlenstoffs im festen Brennstoff mit dem gasförmigen Vergasungsmittel als Funktion der Zeit aufgezeichnet.

des Helmholtz Virtual Institute for Gasification Technology (HVIGasTech), das von der Helmholtz Gemeinschaft gefördert wird. In HVIGasTech arbeiten nationale und internationale Partner mit breit gefächerten Kompetenzen im Bereich der thermochemischen Brennstoffumwandlung zusammen.

Ziel von HVIGasTech ist, ein Simulationswerkzeug zur Auslegung und Maßstabvergrößerung von technischen Flugstrom-



Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme eines Strohkokspartikels. Strohkokk unterscheidet sich in Aschegehalt, Struktur und Reaktivität deutlich von konventionellen Brennstoffen.

Innovationsprojekt „Extended Gasifier Technologies“ (xGaTe) vor, in dem es um die effiziente und wirtschaftliche Nutzung von beispielsweise nasser Biomasse durch hydrothermale Carbonisierung in Vergasungsverfahren geht.

Thomas Kolb
Andreas Müller

Weitere Infos:

Andreas Müller
Engler-Bunte-Institut
Bereich Chemische Energieträger –
Brennstofftechnologie (EBI ceb)
Telefon +49 721 608-43682
E-Mail a.mueller@kit.edu

Windstrom planbar machen

Um gerade nicht benötigten Strom großtechnisch zu speichern, eignen sich Vanadium-Redox-Flow-Batterien. Diese müssen fachgerecht an Windkraftanlagen und an das Netz angebunden werden.

Die regenerativen Quellen Sonne und Wind liefern nicht immer genau so viel Energie, wie gerade nachgefragt wird. Neben der Anpassung des Nutzerverhaltens und dem Ausbau des Netzes lassen sich die Schwankungen durch die großtechnische Speicherung von elektrischer Energie in stationären Batterien ausgleichen. Dabei verspricht die sogenannte Vanadium-Redox-Flow (VRF)-Technologie viele Vorteile.

Bei der VRF-Batterie ist der eigentliche Energiespeicher vom übrigen System

getrennt. Hauptkomponenten sind zwei große Tanks, zwei Pumpen und eine Serienschaltung von Batteriezellen, Batteriestack genannt. Die Tanks enthalten den Elektrolyten, in dem die elektrische Energie elektrochemisch gespeichert wird. Als Elektrolyt nutzt die VRF-Technologie in Schwefelsäure gelöstes Vanadium. Die Größe der Tanks bedingt den Energieinhalt der Batterie, die Größe und die Anzahl der Batteriestacks die Leistung. Somit sind Energieinhalt und Leistung unabhängig voneinander skalierbar. Weiterhin tritt bei der VRF-Batterie keine Selbstent-

ladung auf, da die beiden Elektrolyten räumlich getrennt voneinander gelagert werden. Eine solche Batterie übersteht voraussichtlich mehr als 10 000 Zyklen, das heißt Lade- und Entladevorgänge.

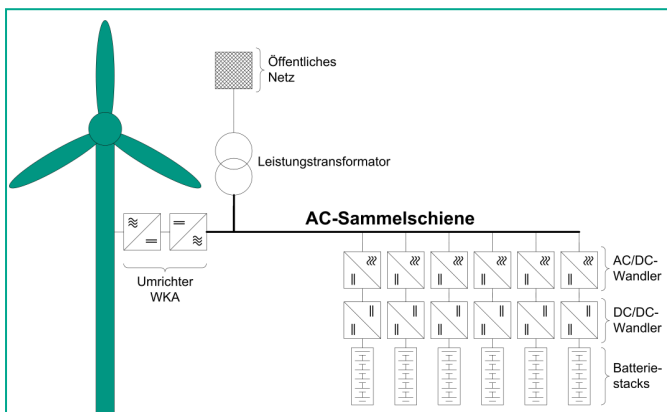
Eine Batterie liefert immer eine Gleichspannung (DC). Daher lässt sie sich nicht einfach mit dem Stromnetz verbinden, in dem fast immer Wechselspannung (AC) anliegt. Außerdem ändert sich die Batteriespannung mit dem Ladezustand und der Belastung. Die Anpassung der Spannung an das öffentliche Netz übernimmt das sogenannte Energiewandlungssystem (EWS). Dieses untersuchen Forscher am Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik (IEH) des KIT. Mit der Vanadium-Redox-Flow-Technologie befassen sich Wissenschaftler am Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (ICT) in Pfinztal bei Karlsruhe. Dieses plant den Aufbau einer 2MW/20MWh VRF-Batterie. Zwischen dem IEH des KIT und dem Fraunhofer ICT findet ein reger Austausch statt.

Wichtigste Komponente des EWS ist der AC/DC-Umrichter. Dieser übernimmt die Umwandlung der Gleichspannung in die meist dreiphasige Wechselspannung. Am IEH untersuchen Forscher die gängigen Schaltungen für AC/DC-Umrichter auf ihre Eignung in einem EWS für VRF-Batterien. Eine weitere Komponente könnte ein DC/DC-Umrichter sein, der die Batteriegleichspannung vor der Umwandlung in eine Wechselspannung erhöht. Zu Erhöhung der Wechselspannung lassen sich klassische Leistungstransformatoren einsetzen.

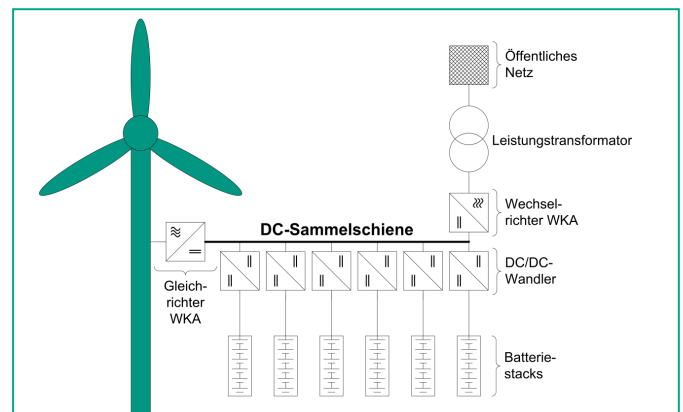
Da eine einzelne VRF-Batteriezelle nur zwischen 1,3 V und 1,6 V liefert, müssen viele Batteriezellen in Serie geschaltet werden, damit beim Laden und Entladen mit großen Leistungen nicht zu große Ströme fließen. Am Fraunhofer ICT bilden rund 30 Batteriezellen einen Batteriestack mit einem Spannungsbereich zwischen 39 V und 48 V. Eine Serienschaltung von mehr als 30 Zellen ist derzeit noch problematisch, weil der flüssige Elektrolyt, der parallel durch alle Batteriezellen fließt, jeweils alle positiven und alle negativen Pole miteinander verbindet. Bedingt durch die elektrische Leitfähigkeit des



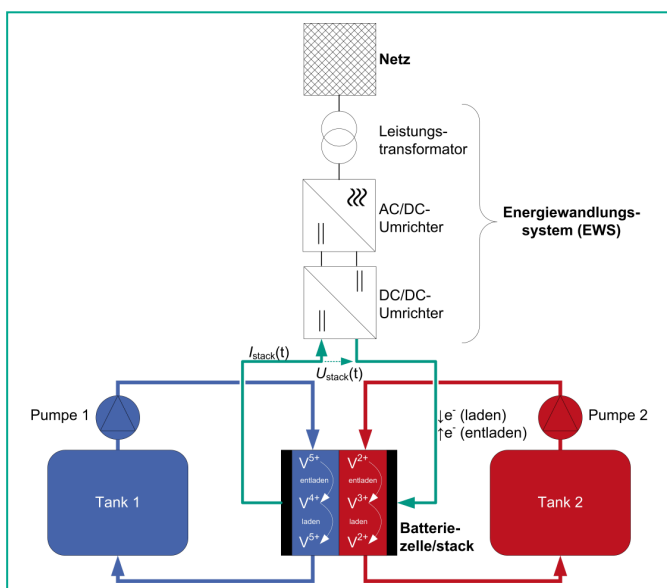
Windkraftanlagen liefern unregelmäßig Strom. Mithilfe von stationären Energiespeichern lassen sich Schwankungen ausgleichen.



Konventioneller Anschluss.



Anschluss an den DC-Kreis der Batterie.



Vanadium-Redox-Flow-Batterie mit Energiewandlungssystem.

Elektrolyten fließen während des Betriebs innerhalb des Batteriestacks sogenannte Streuströme, die den Wirkungsgrad der Batterie verringern. Je mehr Zellen in einem Stack direkt seriell verschaltet sind, desto größer die dadurch bedingten Verluste. Es ist jedoch möglich, mehrere Stacks in Serie zu schalten, um die Spannung an den Klemmen des Batteriesystems weiter zu erhöhen. Im hydraulischen Kreis, der alle diese Stacks versorgt, fließen ebenfalls Streuströme, die jedoch, bedingt durch die längeren Rohrleitungen, besser beherrschbar sind. Insgesamt gilt: Je höher die Systemspannung der Batterie, desto weniger Komponenten benötigt das EWS und desto kleiner sind die zu übertragenden Ströme, was wiederum zu geringeren Verlusten führt. Vom EWS aus gesehen sollten also möglichst viele Batteriezellen und -stacks in Serie geschaltet werden, von der Batterie aus gesehen möglichst wenige. Wissenschaftler am IEH arbeiten daran, den optimalen

Kompromiss für beide Komponenten zu finden.

Konventionell besteht das EWS meist aus einer Kombination eines DC/DC-Umrichters und eines AC/DC-Umrichters. Neben dieser Variante erforschen Wissenschaftler am IEH derzeit zwei weitere: Zum einen untersuchen sie, ob auf den DC/DC-Umrichter verzichtet werden kann. Der AC/DC-Umrichter muss dann direkt die an den Batterieklemmen anliegende Gleichspannung in die Netzspannung umwandeln. Das bedeutet, dass er auf die kleinste Spannung ausgelegt werden muss, die beim Entladen der beinahe leeren Batterie anliegt. Höhere Spannungen kann der Umrichter problemlos in die gewünschte Wechselspannung umwandeln. Zum anderen untersucht das IEH eine dritte Variante, die besonders auf die Installation der Batterie in der Nähe einer Windkraftanlage ausgerichtet ist.

Große Windkraftanlagen sind meist über eine Kombination aus einem AC/DC- und einem DC/AC-Umrichter an das Netz angeschlossen. Dies liegt daran, dass sich das Windrad bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten unterschiedlich schnell dreht, was wiederum bedeutet, dass der Generator der Windkraftanlage Spannungen unterschiedlicher Frequenz liefert. Da die Netzfrequenz immer gleich bleibt, muss die Generatorspannung zunächst in eine Gleichspannung (Gleichrichter) und dann in die 50-Hz-Netzspannung (Wechselrichter) umgewandelt werden. Theoretisch ist es möglich, die Batterie zwischen Gleich- und Wechselrichter zu schalten, also mit dem Punkt in der Windkraftanlage zu verbinden, an dem wie an der Batterie Gleichspannung anliegt. Das EWS der Batterie besteht dann nur noch aus einem DC/DC-Umrichter, der die veränderliche Gleichspannung der Batterie an die feste Gleichspannung des Umrichters der Windkraftanlage anpasst.

Für den Aufbau der drei Varianten betrachten die Wissenschaftler jeweils verschiedene Spannungsebenen und verschiedene Schaltungstopologien für die Umrichter. Sie modellieren alle Komponenten, um das für die VRF-Batterie optimale EWS zu finden, was Wirkungsgrad und Betriebssicherheit betrifft.

Sebastian König

Weitere Infos:

Sebastian König
Institut für Elektroenergiesysteme und
Hochspannungstechnik (IEH)
Telefon +49 721 608-42514
E-Mail sebastian.koenig@kit.edu

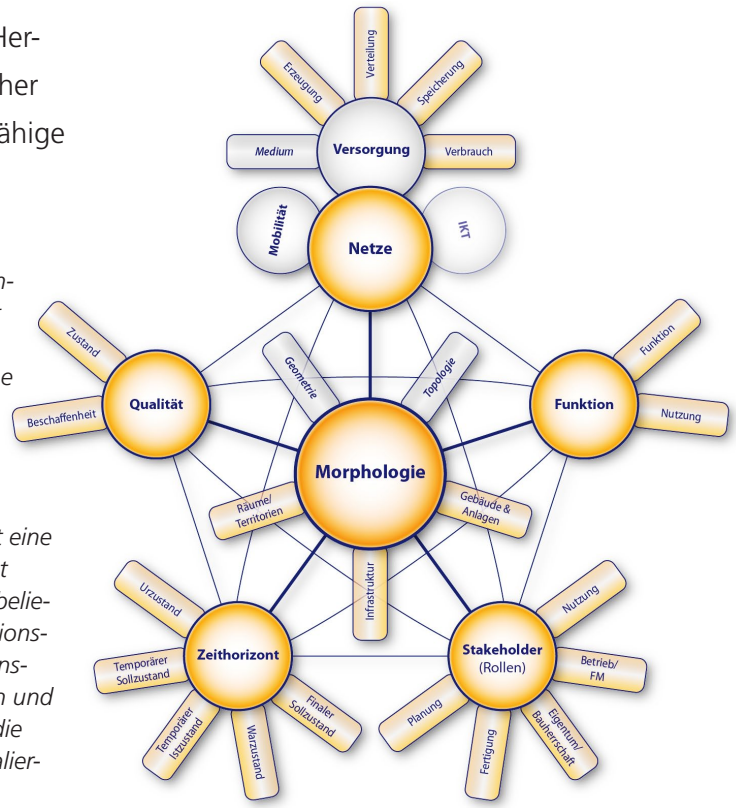
Lösungen für eine energieeffiziente Stadtentwicklung

Nachhaltige Kommunalplanung bringt komplexe Herausforderungen mit sich. Am KIT entwickeln Forscher ein integriertes Informationsmodell, das eine tragfähige Wissensgrundlage für alle Beteiligten bereitstellt.

Deutschland hat sich ambitionierte Ziele für den Klimaschutz gesetzt, unter anderem eine Reduktion aller nationalen CO₂-Emissionen gegenüber dem Jahr 1990 um 80 Prozent bis 2050. Um diese Ziele zu erreichen, bedarf es nicht nur innovativer Technologien zur Energieumwandlung, -speicherung und -verteilung, sondern auch einer signifikanten Verminderung des Energiekonsums. Bundes- und landespolitische Instrumente allein reichen dazu nicht aus; etwa 43 Prozent des effektiven Energiekonsums entfallen auf den Gebäudesektor und damit primär unter die Zuständigkeit von Städten und Gemeinden. Dazu kommen der dezentralisierte Ausbau und Betrieb kommunaler Versorgungsnetze sowie nicht zuletzt der individuelle und der öffentliche Nahverkehr – rund zwei Drittel aller gefahrenen Personenkilometer entfallen auf Kurzstrecken bzw. den lokalen Stadtverkehr.

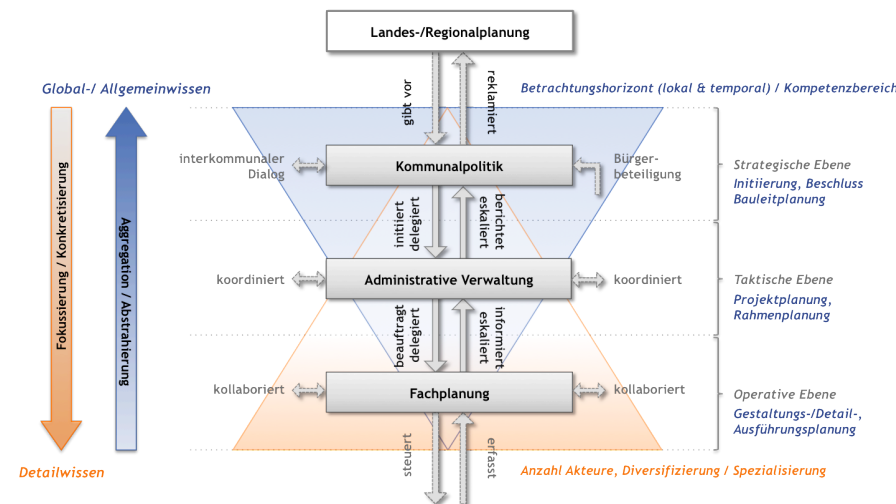
Die kommunalen Gebietskörperschaften sind damit maßgeblich gefordert. Trotz zunehmenden Handlungsdrucks auf die Kommunen blieben die notwendigen Initiativen und strategischen Weichenstel-

Das ISIS-Systemmodell gliedert sich in unterschiedliche Bezugsdimensionen und Aspekte. Der modulare Aufbau erlaubt eine hohe Flexibilität durch nahezu beliebige Kombinations- und Assoziationskonstellationen und gewährleistet die langfristige Skalierbarkeit.



lungen jedoch vielerorts bisher aus oder waren nicht zielführend. Dies liegt daran, dass die Haushaltslage häufig prekär ist, aber auch daran, dass die Stadt- und Raumplanung nach energetischen Kriterien sich inhaltlich und organisatorisch äußerst komplex darstellt und eine prospektive Nachhaltigkeitsbewertung sich als schwierig erweist. Um langfristig wirksame Konzepte zu entwickeln, zu be-

werten und umzusetzen, sind integrative Methodiken und Werkzeuge erforderlich, die alle kontextuell relevanten Aspekte der dynamischen, wechselwirkenden sowie hochgradig emergenten Systeme Stadt und Energie(fluss) einbeziehen. Dies bereitet vor allem kleineren Kommunen häufig erhebliche Schwierigkeiten; sie verfügen schon deshalb, weil ihre politischen und administrativen Organe weniger differenziert sind, über weniger Spezialkompetenzen als größere Kommunen.

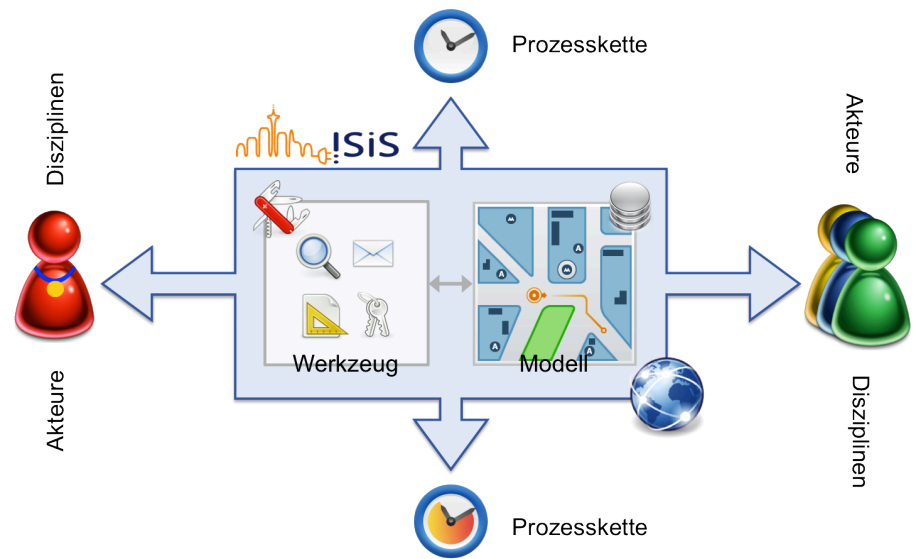


Die Systemik der Kommunalplanung erfordert unterschiedliche Sichten differenzierter Granularität auf den Planungsgegenstand und bedingt daher ein mehrstufiges hierarchisches Aggregationskonzept.

Eine lösungsneutrale Identifizierung der situativ zweckmäßigsten Handlungsfelder scheidet oft bereits in der planungseinleitenden Phase, weil keine geeignete Informationsgrundlage verfügbar ist. Lösungsgerechte Best Practices lassen sich aufgrund kommunalspezifisch heterogener Rahmenbedingungen hingegen nur selten eindeutig bestimmen und zielführend anwenden. Nicht vorhandene, unvollständige oder fehlerhafte Informationen zur lokalen Ausgangslage sowie unzureichende methodische und technische Unterstützung der Planungsprozesse und -akteure führen trotz positiver Absichten häufig zu falschen Zielsetzungen oder aktionistischen Maßnahmen.

Im Rahmen des vom Bundeswirtschaftsministerium geförderten Projekts „ISIS – Entwicklung eines integrierten semantischen Informationsmodells als Planungshilfsmittel“ entwickelt das Fachgebiet Building Lifecycle Management des KIT gemeinsam mit dem KIT-Institut für Angewandte Informatik (IAI) und der GEF Ingenieur AG ein mehrdimensionales und multiskaliges Informationsmodell für die energieeffiziente Stadtentwicklung. Das projektierte Modell basiert auf einer praxisbezogenen Analyse der Anforderungen an kommunales Informations- und Kommunikationsmanagement und soll bereits etablierte Fachmodelle in den zumeist kollaborativen sowie lokal und temporal verteilten Planungs- und Realisierungsprozessen mit ihren verschiedenen Schwerpunkten und Untergliederungen konsolidiert zusammenführen.

ISIS zielt darauf, allen planungsbeteiligten Disziplinen und Akteuren auf der strategischen, taktischen und operativen Ebene eine einheitliche und kollektive Wissensgrundlage zur Verfügung zu stellen. Mithilfe einer zentralen Datenbasis ließen sich prozessuale Informationsverluste, hervorgerufen durch Medienbrüche entlang der stark segmentierten kommunalplanerischen Kommunikationskette, künftig weitestgehend ausschließen. Der Ansatz einer ganzheitlichen Darstellung des Stadtsystems gestattet ferner auch ein langfristiges Monitoring kommunaler Energieeffizienz sowie die Generierung anforderungsspezifischer Fachsichten auf



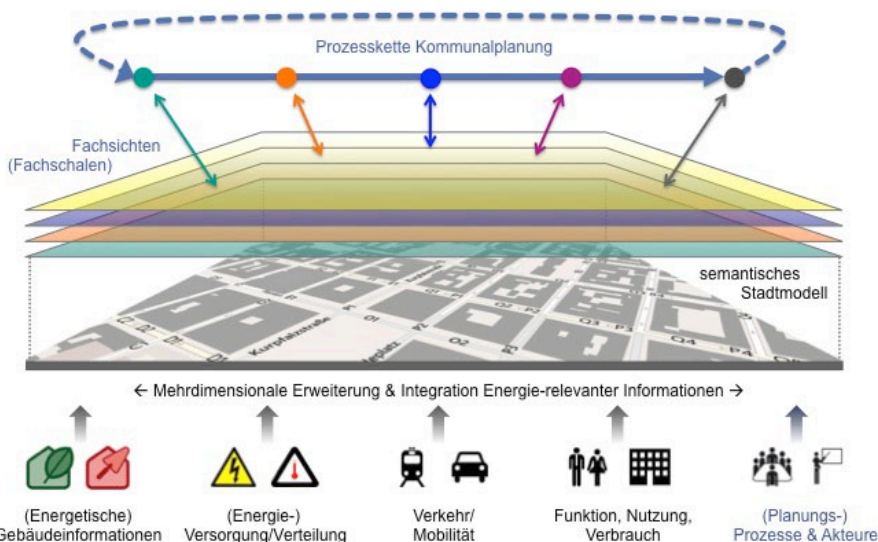
Eine fortlaufend modellbasierte Planung integriert alle Teilprozesse und Akteure sowie ihre spezifischen Informationsbedarf.

den Planungsgegenstand, ohne dabei durch isolierte Betrachtungen wichtige Wechselwirkungen auszublenden. ISIS soll relevante semantische Informationen zu kommunalen Energie- und Verkehrsflüssen abbilden, einschließlich der involvierten Stakeholder, soll die Informationen multikausal vernetzen sowie energetische Gebäudedaten aus Building Information Models (BIM) mehrstufig auf den urbanen Maßstab übertragen.

In der abschließenden Phase des Projekts wird eine Software zur Handhabung des erweiterten semantischen Stadtmodells konzipiert und prototypisch implemen-

tiert. Dabei dient die Konvoi-Sanierung, bei der eine Reihe von ähnlichen Gebäuden gemeinsam projektiert und saniert wird, als beispielhaftes Anwendungsszenario. Diese Management-Plattform soll nicht nur Fachsichten auf den Planungsgegenstand generieren, sondern auch erweiterte Funktionen zur Modellanalyse, Konsistenzprüfung und individuellen Schnittstellen-Spezifikation bieten. Das entwickelte Systemmodell „Stadt+Energie“ soll schließlich so weit wie möglich in eine standardisierte Syntaxbasis überführt werden, um die technische Integration und Verbreitung in der Praxis zu gewährleisten. Dazu hat sich der freie OpenGIS-Standard „CityGML“ als am besten geeignet erwiesen.

Thilo Brüggemann
Petra von Both



Als kollektive Datenbasis im kommunalen Planungszyklus dient ein um kontextrelevante Informationen erweitertes semantisches Stadt-Informationsmodell.

Weitere Infos:

Thilo Brüggemann
Fachgebiet Building Lifecycle Management (BLM)
Telefon +49 721 608-42167
E-Mail thilo.brueggemann@kit.edu

Professorin Dr. Petra von Both
Fachgebiet Building Lifecycle Management (BLM)
Telefon +49 721 608-42166
E-Mail petra.vonboth@kit.edu

High-Fidelity-Reaktorsimulationen

Um die Sicherheit von Kernkraftwerken zu bewerten, ist es wichtig, die Dynamik des Reaktorkerns in Stör- und Unfallsituationen zu verstehen und zu beschreiben. Angemessene Simulationsprogramme zur Designoptimierung und Sicherheitsbewertung von Leichtwasserreaktoren erfordern fortschrittliche neutronenphysikalische und thermohydraulische Methoden, welche die wesentlichen Phänomene meist mechanistisch beschreiben. Was die Neutronenphysik betrifft, bieten Monte-Carlo-Methoden, die auf Zufallszahlen und Wahrscheinlichkeitsmathematik zurückgreifen, um die Wechselwirkung der Neutronen mit ihrer Umgebung zu beschreiben, sowie deterministische Transport-Ansätze, bei denen die Neutronentransportgleichung mithilfe verschiedener Näherungen numerisch gelöst wird, die besten Möglichkeiten.

Monte-Carlo-Methoden eignen sich hervorragend dazu, komplexe Kerngeometrien sowie die Energieabhängigkeit der Kernprozesse, wie Absorption, Streuung und Spaltung, in drei Dimensionen genau zu beschreiben. Zeitabhängige Lösungsansätze sowie Kopplungen mit Thermohydraulik-Methoden befinden sich noch in der Entwicklung, besitzen aber große Bedeutung, um das Reaktorverhalten unter realistischen Bedingungen zu beschreiben. Daran arbeitet die Gruppe Reaktorphysik und -dynamik (RPD) am Institut für Neutronenphysik und Reak-

tortechnik (INR) des KIT im Rahmen des High-Performance Monte Carlo Projekts (7. Rahmenprogramm EURATOM).

Die bis jetzt entwickelten deterministischen zeitabhängigen Transportlösungen, wie beispielsweise DYN3D-SP3, DYNSUB und TORT-TD/COBRA-TF, stellen einen wichtigen Fortschritt dar. Sie können jedoch ausschließlich den Reaktorkern als Teil des Reaktordruckbehälters beschreiben. Daher setzen sie die Kenntnis des Verhaltens des primären Kühlkreislaufs eines Leichtwasserreaktors voraus. Ein Projekt in der Gruppe RPD des KIT zielt darauf, multiphysikalische Lösungsansätze für die Reaktorsicherheit und -technik weiterzuentwickeln, um numerische High-Fidelity-Reaktorsimulationen zu ermöglichen, die auf den besten physikalischen Modellen basieren.

Das Projekt unter dem Titel „Methodische Weiterentwicklung von High-Fidelity Reaktorsimulation basierend auf Transportlösungen gekoppelt mit Unterkanal-Thermohydraulik-Methoden“ befasst sich vor allem mit der Erweiterung des High-Fidelity-Programmsystems DYNSUB, einer Kopplung des am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf entwickelten Neutronik-Moduls DYN3D-SP3 und des am KIT entstandenen Thermohydraulik-Moduls SUBCHANFLOW. Ziele sind höchste Genauigkeit bei der direkten Bestimmung von Sicherheitsparametern sowie vertret-

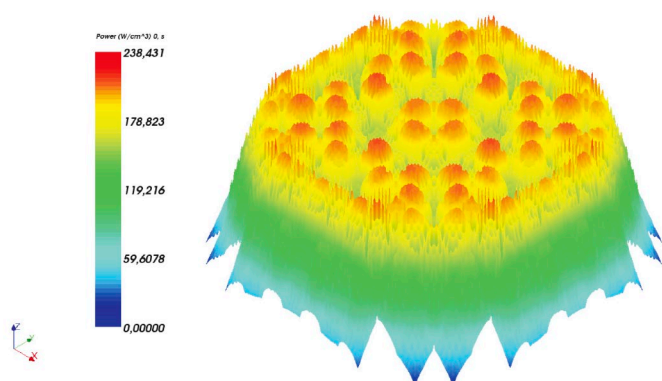
bare Rechenzeiten. Dazu werden unterschiedliche Ansätze für die Optimierung des Ressourcenverbrauchs von DYNSUB untersucht, um Ganzkernrechnungen mit Kopplung an Systemcodes, wie beispielsweise TRACE, zu ermöglichen.

Mit dem neu entwickelten System (zum Beispiel TRACE/DYNSUB) sollen High-Fidelity-Simulationen der gesamten Primärseite eines Leichtwasserreaktors möglich sein. Neben der Kopplung an sich wird auch ein Tool für die Nachbearbeitung und Aufbereitung der Rechenergebnisse entwickelt. Die mit dem neuen gekoppelten System erzielten Ergebnisse werden abschließend durch Code-zu-Code-Vergleich bzw. durch den Vergleich mit experimentellen Daten validiert. Bis jetzt hat der Vergleich mit anderen Codes eine hohe Übereinstimmung gezeigt. Das Projekt ist in das Forschungsvorhaben „Multiphysik-Methoden für die Sicherheitsbewertung“ des KIT Programms „Nukleare Sicherheitsforschung“ sowie in das EU Projekt NURES SAFE eingebettet.

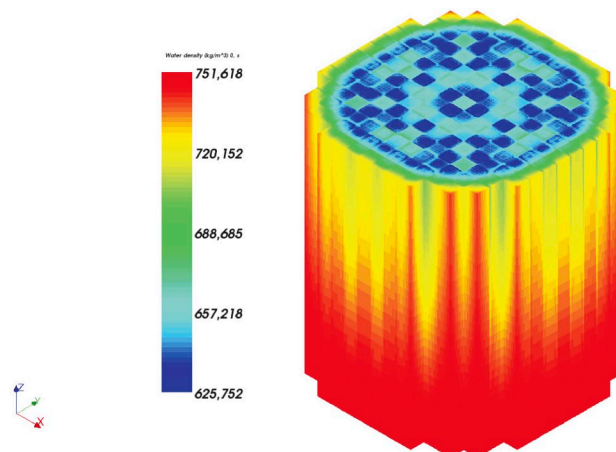
Miriam Däubler

Weitere Infos:

Miriam Däubler
Institut für Neutronenphysik und Reaktortechnik (INR)
Telefon +49 721 608-22995
E-Mail miriam.daeubler@kit.edu



Nominelle kumulierte Leistungsdichteverteilung am Beginn des Reaktorzyklus für einen Westinghouse-Druckwasserreaktor, ermittelt mit dem High-Fidelity-Programmsystem DYNSUB.

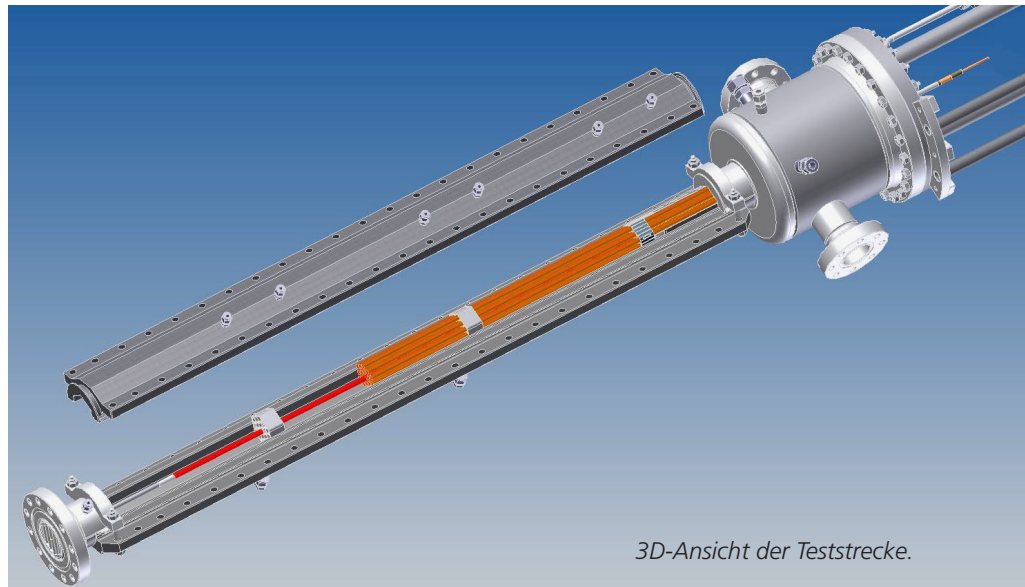


Entsprechende nominelle Verteilung der Kühlmitteldichte über den Reaktorkern, bestimmt mit dem High-Fidelity-Programmsystem DYNSUB.

Flüssigmetalle als Kühlmittel

Flüssige Metalle stellen ideale Kühlmedien für thermisch hoch belastete Oberflächen dar: Sie führen Wärme deutlich besser ab als andere Flüssigkeiten, lassen sich aber dennoch wie diese pumpen, durch Ventile regeln und durch Rohrleitungen transportieren. Mögliche Einsatzgebiete sind unter anderem konzentrierende solarthermische Kraftwerke, Transmutationsanlagen und elektronische Bauteile. Die Legierung Blei-Wismut wird schon bei 125 Grad Celsius flüssig. Sie ist unbrennbar und verdampft selbst unter Umgebungsdruck erst bei 1 670 Grad Celsius. Damit bietet sie ein hohes Maß an Sicherheit. Blei-Wismut eignet sich als Kühlmittel für „Partitioning and Transmutation (P&T)“, ein Verfahren zum Entschärfen nuklearer Abfälle: Die in abgebrannten Kernstäben enthaltenen Elemente werden chemisch voneinander abgetrennt (Partitioning) und anschließend in speziellen Transmutationsreaktoren mit schnellen Neutronen beschossen (Transmutation). Dadurch sinkt ihre Radiotoxizität erheblich. Bei P&T kann Blei-Wismut zum einen als Kühlmittel, zum anderen als Teil der Neutronenquelle dienen.

Um Kühlsysteme auf Flüssigmetallbasis sicher auszulegen, bedarf es einer gründlichen Untersuchung der Strömungs- und Wärmeübertragungsprozesse. Das Verständnis der Thermofluidynamik von flüssigen Metallen ist auch zur Optimierung weiterer technologischer Prozesse erforderlich, wie beispielsweise Siliziumschmelzen bei der Halbleiterherstellung, Schmelz-, Legierungs- und Gießprozesse in der Metallurgie oder Flüssigmetallbäder bei der Glasherstellung. Am Flüssigmetalllabor KALLA des KIT untersuchen Wissenschaftler die Wärmeübergänge an Flüssigmetalle anhand von Experimenten. Um den Wärmeübergang im Kern eines ADS-Reaktors (Accelerator Driven System), der zentralen Komponente einer Transmutationsanlage, modellhaft zu erforschen, haben sie eine Teststrecke mit einem skalierten Stabbündel aufgebaut: 19 Stäbe sind in gleichem Abstand in einem Sechskantrohr angeordnet. Die Stäbe werden von sogenannten Spacern in ihrer Position gehalten und können mit einer Leistung von insgesamt 450 kW elektrisch auf einer Länge von 870 Millimetern beheizt werden.

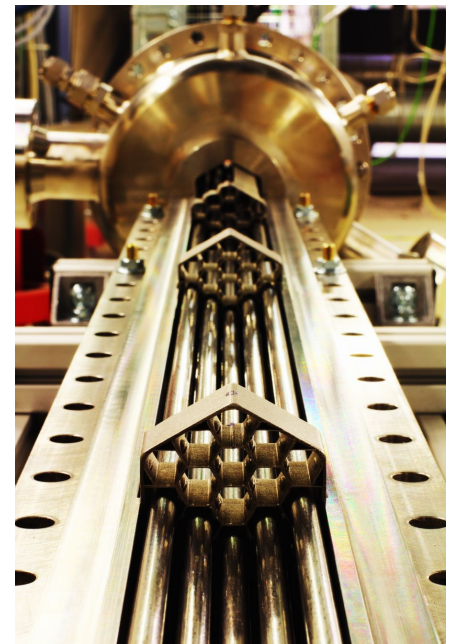


3D-Ansicht der Teststrecke.

Die Teststrecke ist in den am KALLA-Labor vorhandenen THEADES-Kreislauf eingebaut und wird bei Versuchen senkrecht von unten mit Blei-Wismut durchströmt. Ein Luftkühler mit 500 kW Leistung, Begleitheizungen an der gesamten Verrohrung des Kreislaufs und eine ausgetüftelte Regelung sorgen für eine konstante Einlaufemperatur. Die Spacer sind mit je zwölf Thermoelementen von je 0,25 Millimetern Durchmesser bestückt, die teils an den Stab herangebogen sind, um die Wandtemperaturen zu messen, teils mittig auf gleicher Höhe zwischen den beheizten Stäben entgegen der Strömung zwei Millimeter über den Spacer hinaus nach unten ragen, um die Unterkanaltemperaturen zu bestimmen, ohne die Strömung zu beeinflussen.

Mit dem Stabbündelexperiment tragen die Wissenschaftler nicht nur zur Sicherheitsbewertung der europäischen Transmutations-Pilotanlage MYRRHA (Multi-purpose hybrid research reactor for high-tech applications) bei, die in Mol/ Belgien entstehen soll. Die gewonnenen Ergebnisse werden auch zur Auslegung innovativer Komponenten für solarthermische Kraftwerke dienen, die sich durch Grund- und Regellastfähigkeit auszeichnen, das heißt durch thermische Zwischenspeicherung Sonnenenergie anforderungsgerecht in Strom wandeln.

Thomas Wetzel
Simon Taufall



Modell eines Brennelements, das neun Brennstäbe aufnimmt.

Weitere Infos:

Professor Dr. Thomas Wetzel
Institut für Thermische Verfahrenstechnik (TVT)
Institut für Kern- und Energietechnik (IKET)
Telefon +49 721 608-46447
E-Mail thomas.wetzel@kit.edu

Energie aus Mikroalgen – eine Systemanalyse

Können Mikroalgen ökonomisch und ökologisch sinnvoll als regenerative Energiequelle dienen? Wissenschaftler des KIT-Zentrums Energie untersuchen die Lebenszyklen entsprechender Energieträger.

Wie grüne Pflanzen betreiben auch Mikroalgen Photosynthese, um mithilfe von Lichtenergie chemische Energie, das heißt Biomasse, zu erzeugen. Aus dieser lassen sich nicht nur hochwertige Rohstoffe und Futtermittel, sondern auch Energieträger wie Wasserstoff, Bioethanol, Biodiesel und Biogas gewinnen. Mikroalgen besitzen gegenüber anderen Bioenergielieferanten verschiedene Vorteile: Mit konzentriertem Kohlenstoffdioxid wachsen sie schnell. Sie benötigen keinen fruchtbaren Boden, da sie sich in geschlossenen Systemen, auch in Salz- oder Abwasser, kultivieren lassen. Sie weisen potenziell einen hohen Ölgehalt auf. Ernten lässt sich die ganze Zelle. Überdies sind Mikroalgen gentechnisch leicht veränderbar.

Aus Mikroalgen werden bereits Farbstoffe, Futter- und Nahrungsergänzungsmittel hergestellt. Inwieweit ist ihr Einsatz als regenerative Energiequelle ökonomisch und ökologisch sinnvoll? Damit befasst sich ein Projekt am Institut für Technik-

folgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des KIT. Die Systemanalyse unter dem Titel „Potenzielle Beiträge der Energieerzeugung mit Mikroalgen zu nachhaltiger Energieversorgung?“ untersucht die Lebenszyklen verschiedener Prozesse zur Mikroalgenkultivierung und Konversion der Algen in Energieträger. Das Bundesforschungsministerium fördert die Arbeit im Rahmen des Forschungsverbundvorhabens HydroMicPro. Die Ergebnisse sollen Entscheidungsträger in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft bei der Bewertung verschiedener Algentechnologien unterstützen.

Wichtigstes Kriterium: Die aus der Biomasse gewonnene Energie muss den Energieeintrag – ohne Sonnenenergie – in das System quantitativ übertreffen. Zum Energieeintrag gehört beispielsweise der zur Algenkultivierung, -ernte und -verarbeitung eingesetzte Strom, aber auch die Energie, die verwendet wird, um Anlagen und Hilfsstoffe bereitzustellen. Weitere

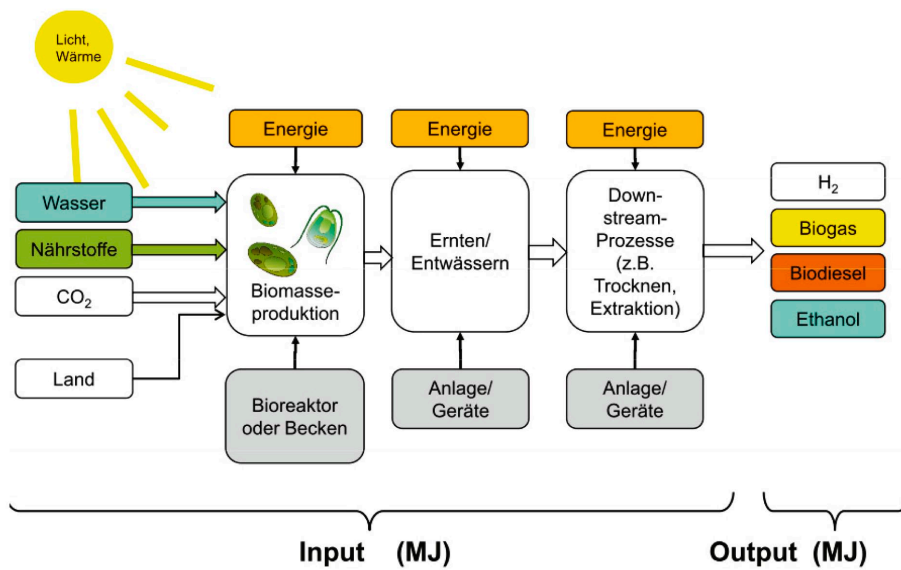
Kriterien zur Beurteilung von Algentechnologien sind Ressourcenverbrauch und Kosten. Schließlich sollen die Systeme möglichst wenig Trinkwasser und Düngemittel benötigen und möglichst wenig Schadstoffe freisetzen.

Im Rahmen der Systemanalyse entsteht ein stoffstrombasiertes Modell der Prozesse bei der Produktion verschiedener Energieträger aus Mikroalgen. Das Modell soll Prozessketten mit einer positiven Energiebilanz und geringen Auswirkungen auf die Umwelt identifizieren. Ebenso soll es eine Analyse der Kosten verschiedener Systeme zur Algenproduktion ermöglichen. Insgesamt sollen Schwächen, Stärken und Optimierungspotentiale verschiedener Prozessketten erkennbar werden. Das Modell wird mithilfe der Software umberto® erstellt, einem speziellen Programm zum Erstellen von Ökobilanzen.

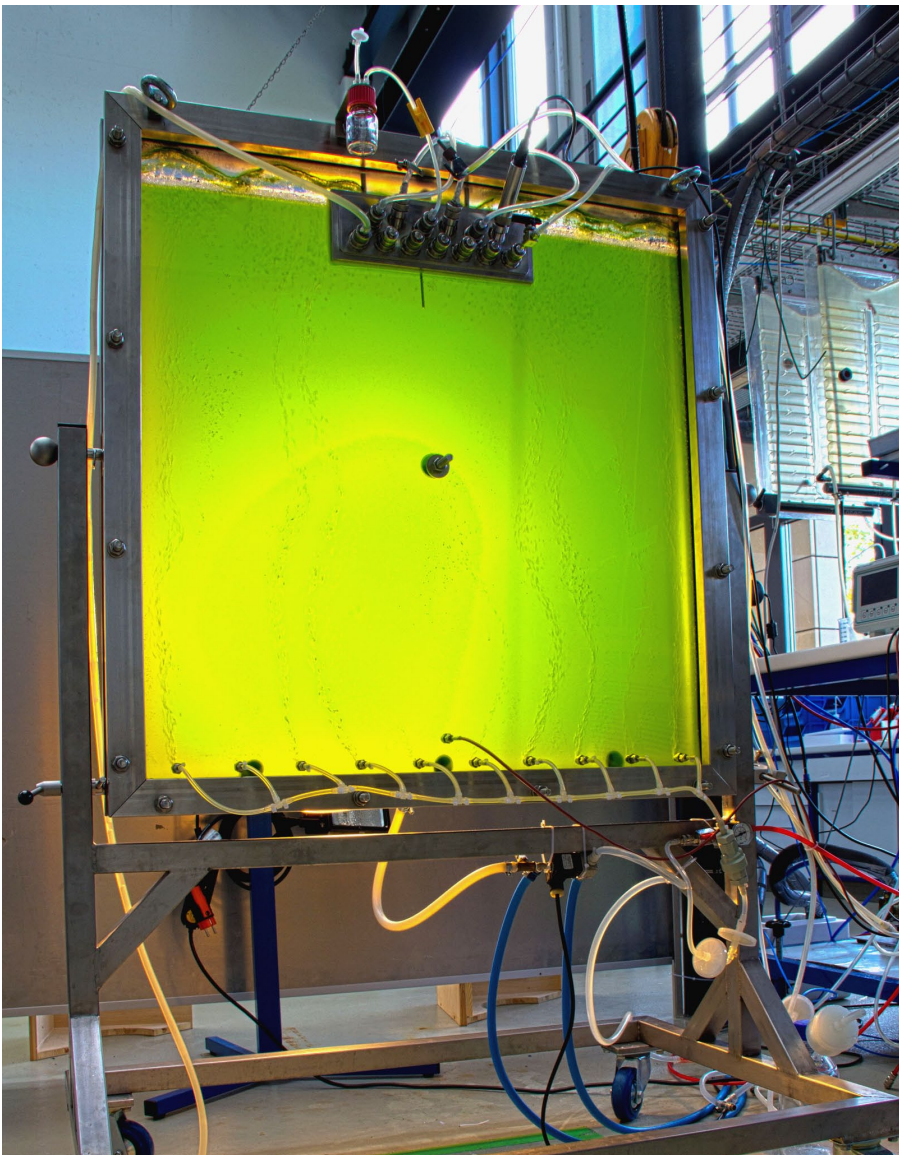
Die ersten Ergebnisse der Analyse zeigen: Die Produktion von Biogas erzielt eine bessere Energiebilanz als die Produktion von Wasserstoff und anschließende Produktion von Biogas. Den größten Anteil am Energieeintrag haben die Mischenergie und der Materialaufwand für den



Rohrphotobioreaktor.



Biomasse aus Mikroalgen: Modell der Erzeugung und Verarbeitung.



Plattenreaktor zum Züchten von Algenkolonien.

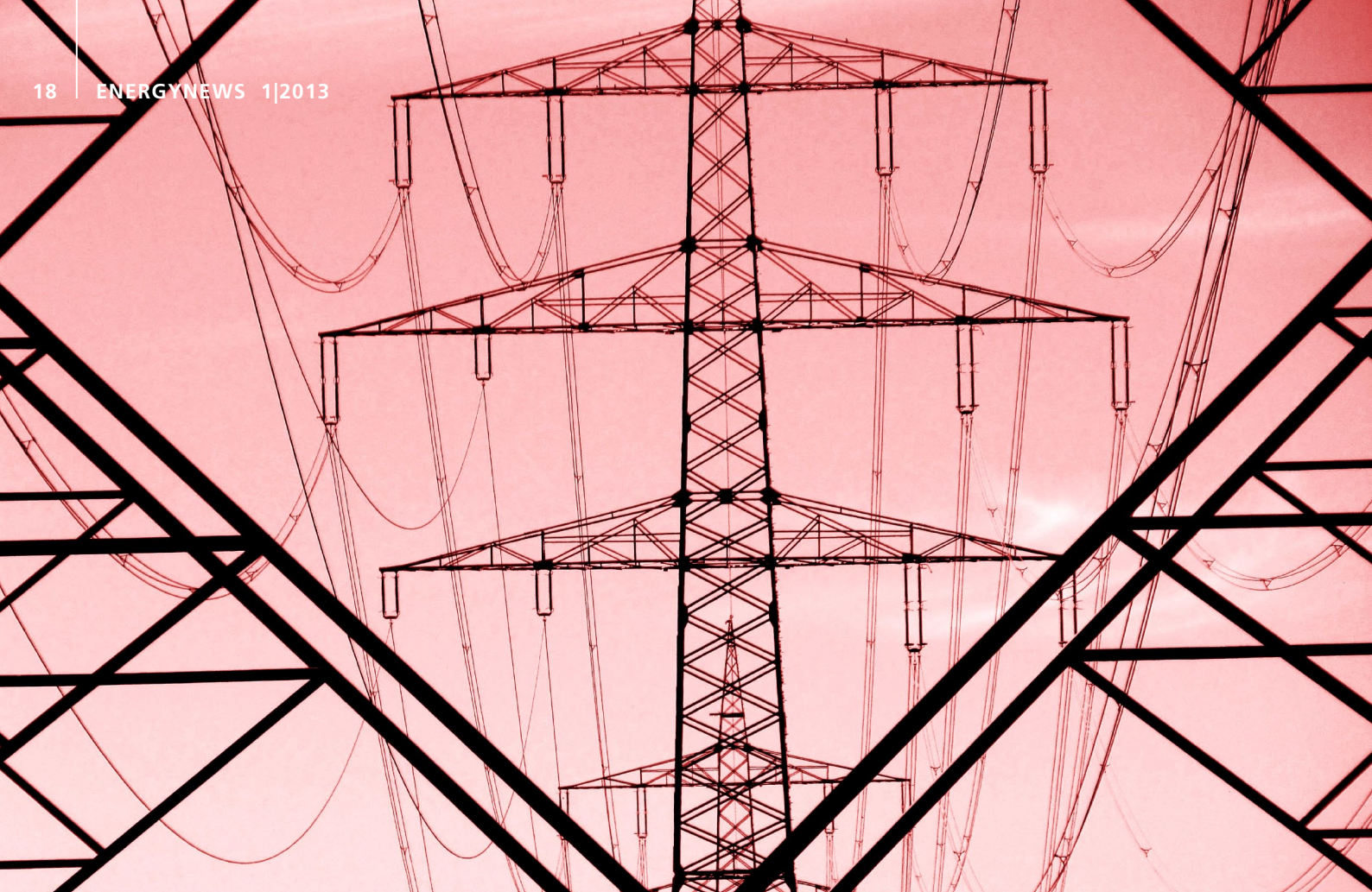
Bioreaktor, gefolgt von den Düngemitteln. Um eine positive Energiebilanz zu erzielen, muss erstens die Prozesstechnologie noch wesentlich verbessert werden, zweitens müssen die Algenstämme selbst optimiert werden. Beim derzeitigen Stand der Entwicklung ist der Prozess nur dann ökonomisch und ökologisch sinnvoll, wenn aus den Algen zusätzlich noch andere Produkte gewonnen werden, beispielsweise zur Abwasserreinigung, zur Nährstoffrückgewinnung, zur Fischfütterung oder für die chemische Industrie.

Die Systemanalyse wirft einige Punkte auf, die noch zu untersuchen und zu erörtern sind: Dazu gehört zum Beispiel, welche Anforderungen optimierte Bioreaktoren und Mikroorganismen erfüllen müssen. Wie können Ressourcen für die Kultivierung bereitgestellt werden? Weitere Fragen ergeben sich, wenn aus den Algen Energie und zusätzlich andere Produkte gewonnen werden: Kann Energie aus Restbiomasse gewonnen werden? Wenn ja, wie groß sind die Märkte für die jeweiligen Hauptprodukte? Ist es zweckmäßig, die Energiebereitstellung an andere Produkte zu koppeln, oder sollten mit optimierten Bioreaktoren direkt andere Algenprodukte hergestellt werden? Um diese Fragen zu beantworten, bedarf es weiterer Forschungsarbeiten.

Annika Weiss

Weitere Infos:

Annika Weiss
 Institut für Technikfolgenabschätzung
 und Systemanalyse (ITAS)
 Telefon +49 721 608-26721
 E-Mail annika.weiss@kit.edu



Die Stromversorgungssicherheit in Deutschland ist hoch und soll es auch bleiben. (Foto: Rainer Sturm/pixelio.de)

Wird der Strom knapp?

Deutschland verfügt über eine hohe Sicherheit bei der Stromversorgung. Um dieses Niveau auch künftig zu halten, werden verschiedene Ansätze erörtert. Ein aktuelles Diskussionspapier zeigt Perspektiven.

Sichere Stromversorgung ist ein hohes Gut. Im internationalen Vergleich weist Deutschland ein außergewöhnlich hohes Niveau der Versorgungssicherheit auf. Allerdings ist umstritten, ob die gegenwärtige Gestaltung des Strommarkts dieses hohe Niveau auch künftig gewährleisten kann, zumal da der Anteil der erneuerbaren Energien in den kommenden Jahren erheblich steigen soll. Der bestehende Großhandelsmarkt ist ein sogenannter Energy-only-Market, an dem ausschließlich Strommengen gehandelt werden. Das heißt, vergütet wird nur gelieferte Energie. Dass von diesem Energy-only-Market ausreichend Anreize ausgehen, neue Kraftwerke zu errichten, bezweifeln viele. Die Diskussion dreht sich vor allem um die Integration von Kapazitätsmechanismen. Dabei handelt es sich um Instrumente, welche die Schaffung und Erhaltung von Kraftwerkskapazitäten zum Bereitstellen von Strom honorieren und damit den Be-

treibern Anreize vermitteln, die Stromversorgung zu sichern.

Ob ein solcher Kapazitätsmarkt sinnvoll ist und wie er konkret zu gestalten ist, darüber herrscht noch weitgehend Uneinigkeit. Dabei geht es unter anderem darum, wie die Kapazitätsmechanismen wirken sollen: umfassend, das heißt sämtliche Kraftwerke fördernd, oder aber selektiv, das heißt nur bestimmte Anlagen, meist Neubauten, bezuschussend. Als Beitrag zur aktuellen Kapazitätsmarktdiskussion in Deutschland haben Wissenschaftler am Lehrstuhl für Energiewirtschaft des Instituts für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP) des KIT und am Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI Karlsruhe das Papier „Perspektiven für die langfristige Entwicklung der Strommärkte und der Förderung Erneuerbarer Energien bei ambitionierten Ausbauzielen“ vorgelegt.

Wie die Autoren – Dogan Keles, Lea Renz und Wolf Fichtner vom KIT, Jenny Winkler und Frank Sensfuß vom Fraunhofer ISI – in dem Diskussionspapier darlegen, wird gesicherte Leistung in Deutschland kurzfristig nicht knapp werden. Denn durch die Novelle des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) lässt sich die Stilllegung von systemrelevanten Kraftwerken zumindest bis 2017 vermeiden. Dies kommt grundsätzlich einer strategischen Reserve gleich. Was die Höhe der künftig benötigten Kapazitäten betrifft, speziell den Bedarf ab 2020, kommen vorliegende Studien allerdings zu ganz unterschiedlichen Ergebnissen.

Die derzeitigen niedrigen Großhandelspreise für Strom, die geringere Deckungsbeiträge bedingen und Kraftwerksinvestitionen erschweren, lassen sich unter anderem durch bestehende Überkapazitäten und niedrige CO₂-Preise erklären. Damit sind sie nicht unbedingt als Zeichen für Marktversagen zu bewerten. Eine evolutionäre Weiterentwicklung des Energy-only-Markets zur Steigerung der Flexibilität erscheint durch geeignete Maßnahmen durchaus möglich. Dazu gehören beispiels-

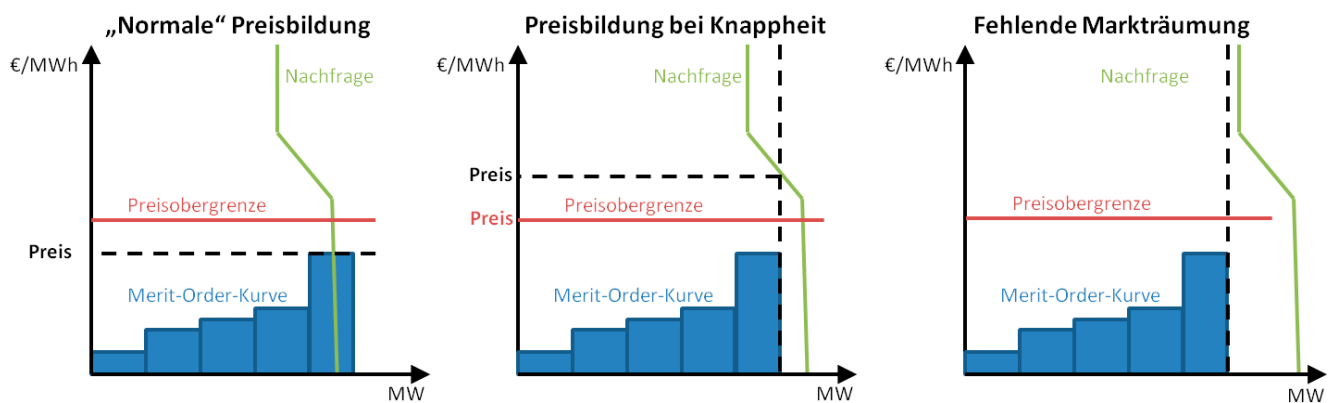
weise ein späteres Gate Closure – Zeitpunkt, bis zu dem Strom gehandelt werden kann – in den verschiedenen Märkten oder eine Ausweitung der Handelsvolumina am Spot- und Intraday-Market.

Zentrale Schwierigkeiten bei der Einführung von Kapazitätsmechanismen liegen in der korrekten Abschätzung des zukünftigen Kapazitätsbedarfs oder eines gegebenenfalls administrativ bestimmten Preises. Besonders selektive Kapazitätsmechanismen bergen Gefahren: Durch den Eingriff in den bestehenden Markt könnte dessen Steuerungswirkung reduziert werden und

die Einkommen für nicht erfasste Kraftwerke könnten sinken – eventuell auch bei Anlagen für erneuerbare Energien. Damit müsste der Mechanismus auf immer mehr Kapazitäten ausgedehnt werden. Zu beachten ist außerdem, dass rein national geplante Maßnahmen im Rahmen eines europäischen Strommarkts zu erheblichen Ineffizienzen und somit Mehrkosten führen können. Zusätzlich ergibt sich das Problem, dass umfassende Veränderungen des Strommarktdesigns Investoren verunsichern und zusätzlich Risikoaufschläge und Transaktionskosten mit sich bringen können.

Angesichts der im Diskussionspapier dargestellten noch bestehenden Unsicherheiten, der Herausforderungen beim Strommarktdesign und dessen Umsetzung sowie der möglichen unerwünschten Nebenwirkungen gelangen die Autoren zu dem Schluss, dass die Einführung eines Kapazitätsmechanismus zusätzlich zur jüngst beschlossenen EnWG-Novelle zum jetzigen Zeitpunkt verfrüht ist, zumal da Fehlentscheidungen erhebliche Kosten verursachen können. Die geschilderten Probleme zeigen, dass weitere Forschungen zum Thema dringend erforderlich sind.

Wolf Fichtner
Dogan Keles
Lea Renz



Preisbildung am Strommarkt.



Am Strommarkt wird derzeit nur gelieferte Energie vergütet.
(Foto: Uwe Schlick/pixelio.de)

Weitere Infos:

Dogan Keles
Institut für Industriebetriebslehre und
Industrielle Produktion (IIP)
Lehrstuhl für Energiewirtschaft
Telefon +49 721 608-44566
E-Mail dogan.keles@kit.edu

Studierende des Masterprogramms Energietechnik befassen sich mit den neuesten Entwicklungen im Energiebereich.

Energie studieren

Innovativ, interdisziplinär und international – das KIT bietet attraktive Masterstudiengänge im Energiebereich an. Der Fokus liegt auf der Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen für eine nachhaltige Energieversorgung.

Das KIT ist eine der weltweit größten Forschungs- und Lehreinrichtungen, verbindet die Stärken einer Universität und eines Forschungszentrums und verfügt über herausragende Kompetenzen in den Natur- und Ingenieurwissenschaften. Studierende erhalten eine intensive, forschungsorientierte Ausbildung und erwerben grundlegende Fähigkeiten, die erforderlich sind, um die komplexen Probleme des gegenwärtigen und zukünftigen Energiesystems zu identifizieren und nachhaltige Lösungen zu entwickeln.

Studierenden mit Bachelorabschluss stehen am KIT international ausgerichtete, interdisziplinär angelegte Masterstudien-

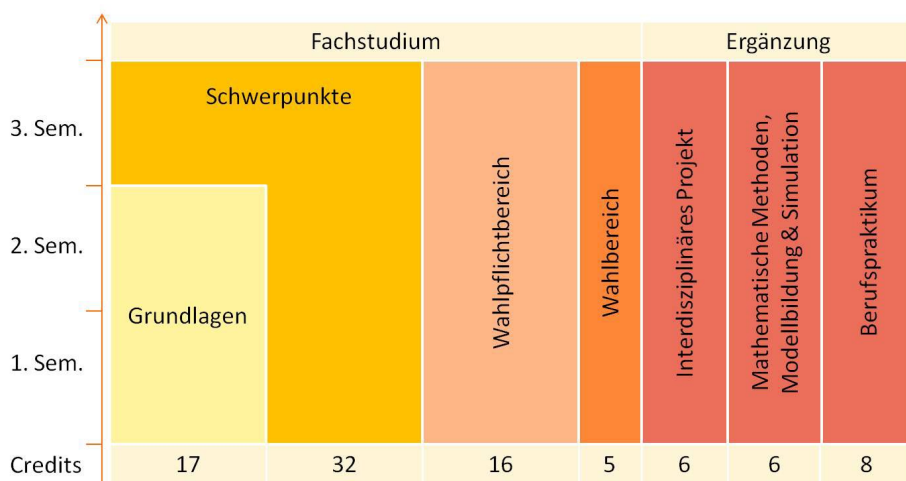
gänge im Bereich Energie offen. Der Fokus liegt auf der Entwicklung innovativer Produkte und Dienstleistungen für eine nachhaltige Energieversorgung. Die KIT School of Energy bietet in Kooperation mit Partnern aus Forschung und Industrie das Masterprogramm Energietechnik an. Im Rahmen des europäischen Unternehmens KIC InnoEnergy koordiniert das KIT das Masterprogramm ENTECH – Energy Technologies.

Masterprogramm Energietechnik

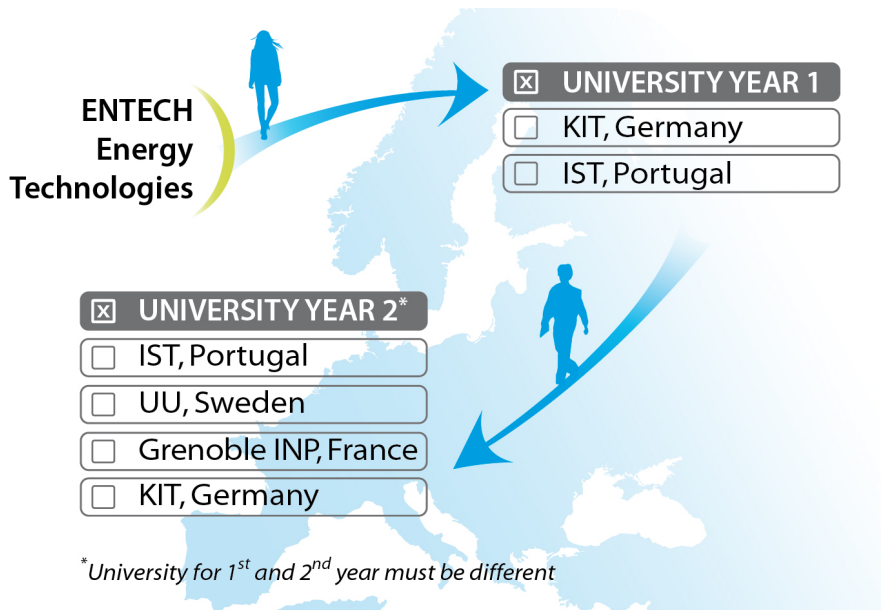
Das bilinguale Masterprogramm Energietechnik richtet sich an Studierende

mit einem Bachelorabschluss in Maschinenbau, Chemieingenieurwesen und Verfahrenstechnik oder Elektrotechnik und Informationstechnik. Mindestens 50 Prozent der Lehrveranstaltungen laufen auf Englisch. In enger Kooperation mit dem KIT-Zentrum Energie sowie externen Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft konzipiert, verbindet das Programm umfassende Lehre und tief greifende Forschung. Der Themenplan wird jedes Semester aktualisiert, um die neuesten Fragen und Entwicklungen im Energiebereich zu berücksichtigen. Ein enger Kontakt zu Unternehmen gewährleistet die praktische Anwendung des erworbenen Wissens. Zum Studienplan gehören die Mitarbeit in einem interdisziplinären Projekt und ein mindestens sechswöchiges Praktikum in Energieforschung oder Energiewirtschaft.

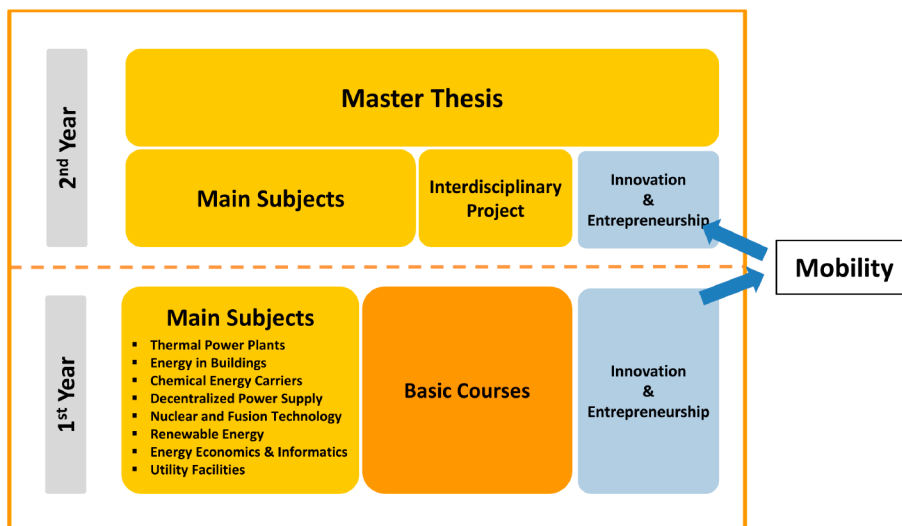
Da im Energiebereich zunehmend interdisziplinäre Ansätze gefragt sind, erstrecken sich die Inhalte über ein breites Spektrum: von Themen aus Natur- und Technikwissenschaften über wirtschaftliche, politische und rechtliche Aspekte bis hin zu Fragen der Nachhaltigkeit und Umweltverträglichkeit. Studierende befassen sich mit Grundlagen der Energietechnik, wie Thermodynamik, Stromerzeugung, elektrische Maschinen, Wärmeübertragung und Strömungslehre. Darüber hinaus können sie zwischen verschiedenen inhaltlichen Schwerpunkten wählen: erneuerbare Energien und Energiespeicherung, Wärmekraftanlagen, chemische Energieträger, dezentrale Energiebereitstellung und Netzintegration, Energiewirtschaft und Informatik, Nuklear- und Fusionstechnologie, Energieversorgungsbetriebe sowie Energie in Gebäuden.



Struktur des Masterprogramms Energietechnik.



Mobilität im Masterprogramm ENTECH.



Aufbau des Masterprogramms ENTECH.

Masterprogramm ENTECH – Energy Technologies

Das KIT bietet zusammen mit mehreren Partnern das englischsprachige Masterprogramm ENTECH – Energy Technologies an. Dieses bringt Studierende und Lehrende verschiedener ingenieurwissenschaftlicher Fachrichtungen zusammen. Entwickelt wurde der Studiengang im Kontext von KIC InnoEnergy. Das europäische Unternehmen KIC InnoEnergy treibt Innovationen im Energiesektor an und fördert ein nachhaltiges Energiesystem für Europa. Ziel sind marktfähige Technologien sowie die Aus- und Weiterbildung der Köpfe, die diese Technologien entwickeln.

Dafür bringt KIC InnoEnergy Unternehmen, Forschungs- und Bildungseinrichtungen zu Projektkonsortien zusammen und unterstützt diese Arbeit durch Investitionen in Ausbildungsprogramme, Innovationsprojekte sowie Geschäftsaufbau und Gründungen. Das KIT beteiligt sich als Partner an den Aktivitäten von KIC InnoEnergy.

In ENTECH kooperieren vier Universitäten: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Instituto Superior Técnico (IST)/Portugal, Uppsala University (UU)/Schweden, Grenoble Institute of Technology (INP)/Frankreich. Alle Universitäten arbeiten mit Industriepartnern zusammen. Für die

Studierenden ist Mobilität zwischen den Universitäten obligatorisch: Sie studieren das erste Jahr am KIT oder am IST, das zweite Jahr an einer anderen der vier Universitäten, je nach gewählten Schwerpunkten, und erwerben einen doppelten Masterabschluss.

ENTECH ist ein interdisziplinärer Studiengang für Studierende der Ingenieurwissenschaften, welche die Energietechnologien der Zukunft gestalten wollen. Eine umfassende Ausbildung in Ingenieurwissenschaften ermöglicht zahlreiche Spezialisierungen in der Energieindustrie. Die Studierenden erwerben ein breites, komplex vernetztes Wissen über Energietechnologien sowie spezialisierte Kenntnisse in Schwerpunktbereichen, beispielsweise in nachhaltigen Energien, dezentraler Energieversorgung und Netzintegration. Zu dieser exzellenten fachlichen Ausbildung kommen Kurse in Innovation und Unternehmertum, um die Teilnehmer für zukünftige Herausforderungen in der Energiewirtschaft fit zu machen. KIC InnoEnergy bietet den Studierenden zusätzlich ein Begleitprogramm zur Förderung von Schlüsselkompetenzen an.

Sibylle Orgeldinger

Weitere Infos:

Zum Masterprogramm Energietechnik

Dr. Julia Johnsen
KIT School of Energy
Telefon +49 721 47041-602
E-Mail julia.johnsen@kit.edu

Zum Masterprogramm ENTECH – Energy Technologies

Cornelia Schwenk
KIC InnoEnergy Germany
Telefon +49 721 47041-609
E-Mail:
cornelia.schwenk@kic-innoenergy.com

Promovieren mit Energie

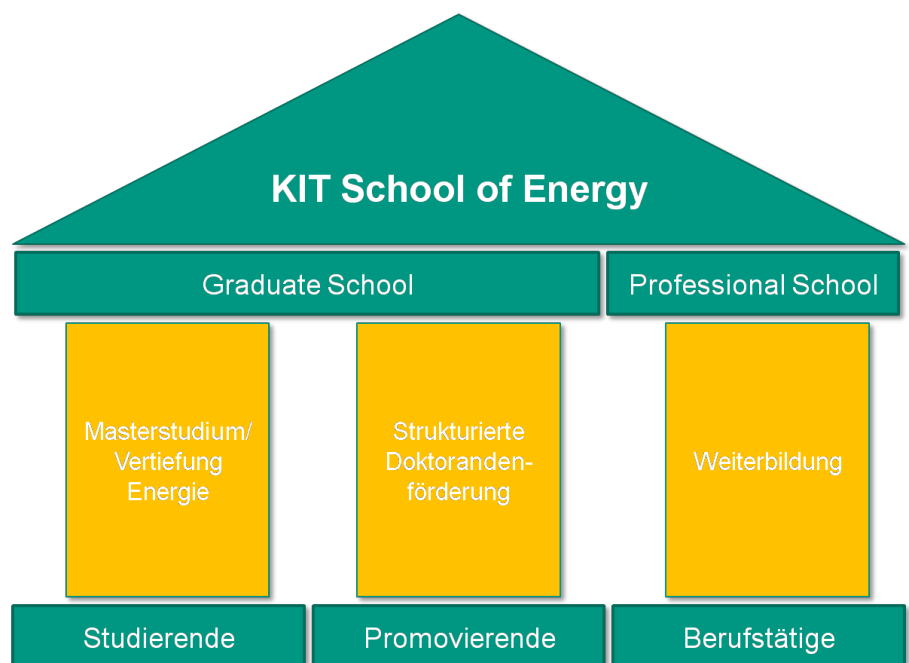
Nachwuchsforscherinnen und Nachwuchsforschern im Bereich Energie eröffnet die KIT School of Energy attraktive Möglichkeiten: Graduiertenkollegs bieten ein strukturiertes Programm für eine Promotion auf hohem Niveau. Dazu kommen Qualifizierungsangebote, die über die Grenzen einzelner Disziplinen hinausgehen. Wer am KIT über ein Thema aus dem Bereich Energie promoviert, erhält die Chance, Teil eines einzigartigen interdisziplinären Netzwerks von Wissenschaftlern zu werden.

Helmholtz Research School Energy-Related Catalysis

Dieses Graduiertenkolleg bildet Doktoranden mit verschiedenen technik- und naturwissenschaftlichen Fachhintergründen wie Chemie, Chemieingenieurwesen, Physik oder Materialwissenschaften aus. Katalyse ist eine Schlüsseltechnologie für die Energieversorgung der Zukunft, für effiziente Energieumwandlung, Biomasseverarbeitung und die nachhaltige Produktion von Heizbrennstoffen und Treibstoffen. Da die Katalysatorforschung auf physikalischen, chemischen und biologischen Grundlagen beruht und auf eine Reihe neuer technologischer Entwicklungen wie Informationstechnologie, Nanotechnologie, In-situ-Untersuchungen und Hochdurchsatzverfahren zurückgreift, ist das Programm interdisziplinär angelegt.

Helmholtz Research School on Energy Scenarios

An diesem Graduiertenkolleg sind neben dem KIT das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), die Universität Stuttgart sowie das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI beteiligt. Energieszenarien beschreiben zukünftige Entwicklungen von Energiesystemen. Zuverlässige Energieszenarien zu liefern, ist angesichts von wachsender Energienachfrage, Klimawandel, ökonomischen Krisen und weiteren Herausforderungen eine zunehmend komplexe Aufgabe. In dem Graduiertenkolleg erarbeiten internationale Doktoranden umfassende Kenntnisse über den Lebenszyklus von Energieszenarien. Sie untersuchen geschichtliche Aspekte, Konstruktion, Bewertung sowie den Einfluss der



Die KIT School of Energy richtet sich mit ihrem Angebot an Studierende mit Bachelorabschluss, Promovierende sowie Berufstätige.

Kommunikation von Szenarien auf Politik und Öffentlichkeit.

AREVA Nuclear Professional School (ANPS)

Die ANPS verbindet die speziellen Angebote in Nuklearwissenschaften und Ingenieurwesen am KIT mit der industriellen Erfahrung der AREVA GmbH in einem hochwertigen Ausbildungsprogramm. Ziel ist, die herausragende kerntechnische Kompetenz in Deutschland zu sichern. Das Programm umfasst Projektarbeiten an Instituten des KIT zu Druckwasserreaktoren, Siedewasserreaktoren und innovativen Leichtwasserreaktoren sowie Ausbildungskurse in Reaktorphysik,

Thermohydraulik, Werkstofftechnik und Festigkeit, Reaktorkonstruktion, Sicherheitstechnik und weiteren Bereichen.

Sibylle Orgeldinger

Weitere Infos:

Dr. Julia Johnsen
KIT School of Energy
Telefon +49 721 47041-602
E-Mail julia.johnsen@kit.edu

Wissenschaftliche Weiterbildung für die Wirtschaft

Ein nachhaltiger Umgang mit Energie lässt sich lernen – lebenslang. Dazu bietet die KIT School of Energy maßgeschneiderte Weiterbildungen für Unternehmen an. EnergyNews sprach mit der Koordinatorin der KIT School of Energy, Dr. Julia Johnsen.

EnergyNews: Warum wird es für Unternehmen immer wichtiger, in Weiterbildung rund um Energie zu investieren?

Johnsen: Ein wirtschaftlicher und nachhaltiger Umgang mit Energie gewinnt nicht nur in Deutschland und Europa, sondern auch weltweit ständig an Bedeutung. Dabei tragen Unternehmen eine besondere Verantwortung. Zugleich verschaffen sich Firmen wesentliche Wettbewerbsvorteile, wenn sie in innovative Technologien und Maßnahmen für mehr Nachhaltigkeit investieren. Unternehmen der Energiebranche stehen vor der Aufgabe, ihre Fach- und Führungskräfte wissenschaftlich fundiert zu qualifizieren, um die Entwicklung von Technologien und Märkten zu verfolgen, zu bewerten und zukunftsfähige Entscheidungen zu treffen. Essenziell dafür sind Weiterbildungen, die aktuelles Wissen vermitteln.

EnergyNews: Wie sind Weiterbildungen an der KIT School of Energy konzipiert?

Johnsen: In der Regel kommt ein Unternehmen mit einem spezifischen Thema auf uns zu. Wir konzipieren die entsprechende Weiterbildung maßgeschneidert in enger Kooperation mit dem Unternehmen. Dazu nehmen wir Kontakt zu Wissenschaftlern auf, die als Referenten infrage kommen, und erarbeiten gemeinsam mit diesen und den Unternehmensvertretern einen detaillierten Plan.

EnergyNews: Aus welchen Bereichen kommen die Themen?

Johnsen: Das Spektrum reicht von Einführungen in Betriebswirtschaftslehre oder Volkswirtschaftslehre für die Energiewirtschaft über die Vermittlung von Grundkenntnissen über erneuerbare

Energien, Energiesysteme oder Energiewirtschaft bis hin zu finanzmathematischen Methoden in der Energiewirtschaft und Optimierungsproblemen.

EnergyNews: Können Sie eine Weiterbildung beispielhaft beschreiben?

Johnsen: Kürzlich haben wir gemeinsam mit einem Partner aus der Industrie eine zweitägige Weiterbildung zum Thema „Zukunft der Energiewirtschaft“ entwickelt. Die einzelnen Module befassen sich mit energierechtlichen Rahmenbedingungen für die Entwicklung der Energiewirtschaft auf europäischer und deutscher Ebene, mit Märkten und Rahmenbedingungen, wobei es unter anderem um die Notwendigkeit und Wirkung von Kapazitätsmechanismen zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit gehen wird, um erneuerbare Energien, Speichertechnologien und dezentrale Energiebereitstellung. Den Abschluss bildet ein Block über sogenannte Smart Grids, das heißt intelligente Stromnetze, die sämtliche Akteure mithilfe von moderner Informationstechnologie integrieren, um Wandlung, Speicherung, Netzmanagement, Verteilung und Verbrauch zu koordinieren. Unsere Kurse sind jeweils für 15 Teilnehmer konzipiert; diese Gruppengröße eignet sich optimal für intensive Diskussionen und die Bearbeitung von Fallbeispielen in kleineren Gruppen. Da die Teilnehmer jeweils aus ein und demselben Unternehmen stammen, ist es möglich, auch unternehmensinterne Fragen in einem geschützten Raum mit einem Experten zu diskutieren – gerade dies schätzen unsere Partner sehr.

Das Gespräch führte Sibylle Orgeldinger.

Weitere Infos:

Dr. Julia Johnsen
KIT School of Energy
Telefon +49 721 47041-602
E-Mail julia.johnsen@kit.edu



Die Koordinatorin der KIT School of Energy, Dr. Julia Johnsen.

KIT-Zentrum Energie

Leiter Dr. Peter Fritz
Wiss. Sprecher Prof. Dr.-Ing. Hans-Jörg Bauer
Chief Science Officer (CSO-4) Dr.-Ing. Joachim Knebel
Chief Science Officer (CSO-5) Dr.-Ing. Karl-Friedrich Ziegahn

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. Thomas Wetzel
Sprecher Topic 5 – Fusionstechnologie Dr. Klaus Hesch
Sprecher Topic 6 – Nukleare Entsorgung und Sicherheit Dr. Thomas Walter Tromm
Sprecher Topic 7 – Energiesystemanalyse Prof. Dr. Armin Grunwald

Geschäftsführer Dr. Wolfgang Breh

www.energie.kit.edu