ENERGYNEWS

Newsletter des KIT-Zentrums Energie

Ausgabe 1|2012

Ohne Energie läuft nichts –
Tag der Mobilität am KIT

Stabiles Stromnetz mit
erneuerbaren Energien

Die Energiewende
aus Verbrauchersicht

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

www.kit.edu

Inhalt

3 Editorial

4 Ohne Energie läuft nichts – Tag der Mobilität am KIT

6 KA-RaceIng – Studierende bauen energieeffiziente Rennwagen

8 What-IF – Energieversorgung und Gerechtigkeit zwischen den Generationen

9 Einblick gewinnen, Fragen stellen, Vorschläge einbringen: Bürgerwerkstatt am KIT

10 Dampf für grüne Kohle

12 Energiewende mit Erdwärme

14 Stabiles Stromnetz mit erneuerbaren Energien

16 Supraleitende Komponenten für die Energienetze von morgen

18 Weiße Zertifikate für Energieeffizienz

20 Nukleare Sicherheitsforschung am KIT – Nach der Reaktorkatastrophe in Japan

22 Die Energiewende aus Verbrauchersicht

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: Karl Elser Druck GmbH, Mühlacker

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

März 2012

Titelfoto: Ein KIT-Wasserstoffbus: Zwischen den KIT-Standorten Campus Nord (ehemaliges Forschungszentrum Karlsruhe), Campus Süd (ehemalige Universität Karlsruhe) und Campus Ost (ehemalige Mackensen-Kaserne) verkehren zwei Shuttle-Busse mit regenerativ erzeugtem Wasserstoff. Die umweltfreundlichen Busse fahren dank ihres seriellen Hybridantriebs mit Brennstoffzellen als Stromlieferant ohne Abgasemissionen.

Editorial

Dr. Peter Fritz

Professor Dr. Hans-Jörg Bauer

Die Energieforschung bildet eine wichtige Grundlage für unsere zukünftige Gesellschaft. Insbesondere in der jüngeren Vergangenheit hat es Entwicklungen gegeben, die zu einem allmählichen Umdenken auf nationaler wie auch auf internationaler Ebene führen. Neue Technologien, knappe Ressourcen, Klimawandel und Globalisierung sind die Hauptfaktoren, die auch auf die künftige Ausrichtung der Energieforschung Einfluss nehmen. Gleichzeitig verschieben sich die Aufgabenschwerpunkte zunehmend in Richtung einer überregionalen Betrachtungsweise. Am Karlsruher Institut für Technologie wird diesen Entwicklungen Rechnung getragen, etwa durch Stärkung der Aktivitäten in den Bereichen der Speicher/Netze oder der erneuerbaren Energien. Parallel werden die internationalen Kooperationen, bilateral oder in Form von Netzwerken, gezielt verstärkt, wie beispielsweise in der Knowledge and Innovation Community (KIC) „InnoEnergy". Dabei kommen auch Aspekte zum Tragen, Entwicklungen nicht nur einseitig auf Forschung, Lehre oder Innovation auszurichten, sondern sie vielmehr kohärent zu organisieren. Ein weiteres wichtiges Element ist die Betrachtung von Energieerzeugung und -nutzung in Verbindung mit dem Mobilitätssektor, der ebenfalls in der Phase einer Wandlung steht, wie etwa bei den Entwicklungen im Bereich der Elektromobilität.

Die vorliegende Auflage stellt einen Querschnitt aus aktuellen Arbeiten des KIT-Zentrums Energie dar, in denen zahlreiche der oben angesprochenen Aspekte eine wichtige Rolle spielen. Allen Autoren danken wir an dieser Stelle herzlich für ihre Beiträge und ihr Engagement.

Wir wünschen Ihnen eine spannende Lektüre!

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

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

Ohne Energie läuft nichts – Tag der Mobilität am KIT

„Die Zukunft der Mobilität“ lautete das Motto des Tags der offenen Tür 2011 am KIT. Und weil Mobilität ohne Energie undenkbar ist, durfte das KIT-Zentrum Energie nicht fehlen. Dabei gab es Energieforschung zum Ansehen, Anfassen und Nachfragen.

Mehr als 25 000 Besucherinnen und Besucher kamen am Samstag, 2. Juli 2011, auf das Gelände des neuen KIT Campus Ost, um „die Zukunft der Mobilität“ hautnah zu erleben. Dort warteten fast 80 Akteure – Forscherinnen und Forscher, Infrastruktureinrichtungen des KIT, Partnerinstitutionen und Sponsoren – mit Ausstellungen, Vorführungen und Angeboten zum Mitmachen auf.

Zentren, Institute und Sonderforschungsbereiche präsentierten Exponate rund um die Themen Materialien, Energiequellen und Energiespeicher, Antriebs- und Fahrwerksysteme, Entwicklungsverfahren und Produktionstechnik, Fahrzeugkonzepte, Infrastrukturen, Fahrzeug- und Verkehrsführung, Logistik und mobile Gesellschaft. Dabei waren Erkenntnisse der Grundlagenforschung ebenso vertreten wie Ergebnisse der angewandten Forschung und konkrete Produkte. Mehr als 40 innovative Fahrzeuge waren zu besichtigen, darunter Elektroautos und Fahrzeuge mit Hybridantrieb; elf Fahrzeuge waren bei Vorführungen zu erleben.

17 Vorträge beleuchteten das Thema Mobilität aus verschiedenen Perspektiven – verständlich und anschaulich. Daneben gab es ein abwechslungsreiches Bühnenprogramm und Aktivitäten für Kinder. Der Tag der offenen Tür 2011 des KIT war Programmbaustein des Automobilsommers des Landes Baden-Württemberg; das Konzept wurde vom baden-württembergischen Wirtschaftsministerium ausgezeichnet und gehörte zu den Gewinnern des Ideenwettbewerbs für den Automobilsommer.

Jede Form der Mobilität benötigt Energie. Dieses Thema war am Tag der Mobilität durchweg präsent. In einem eigenen Zelt präsentierte das KIT-Zentrum Energie seine Aktivitäten und stellte aktuelle Projekte vor; Wissenschaftler beantworteten Fragen der Besucher. Mit seinen rund 1 100 Mitarbeitern bildet das KIT-Zentrum Energie eines der größten Energieforschungszentren in Europa. Technik- und naturwissenschaftliche, wirtschafts-, geistes- und sozialwissenschaftliche sowie rechtswissenschaftliche Kompetenzen

Das KIT-Zentrum Energie präsentierte sich in einem eigenen Zelt auf dem Gelände des neuen KIT Campus Ost.

Besucherinnen und Besucher aller Altersgruppen informierten sich über aktuelle Projekte der Mobilitäts- und Energieforschung.

Auf lebhaftes Interesse traf das bioliq®-Konzept, das es ermöglicht, aus Restbiomasse hochwertige Designerkraftstoffe herzustellen.

bündeln sich im KIT-Zentrum Energie, um den Energiekreislauf ganzheitlich zu betrachten: Die Arbeit des KIT-Zentrums Energie gliedert sich in die sieben Topics Energieumwandlung, Erneuerbare Energien, Energiespeicherung und -verteilung, Effiziente Energienutzung, Fusionstechnologie, Kernenergie und Sicherheit sowie Energiesystemanalyse.

Beim „Tag der Mobilität" stellte das KIT-Zentrum Energie unter anderem das bioliq®-Konzept vor: Aus biogenen Reststoffen, beispielsweise Stroh, entstehen in einem mehrstufigen Prozess hochwertige Kraftstoffe für Diesel- und Ottomotoren. Die Ausgangsstoffe eignen sich weder als Nahrungs- oder Futtermittel, noch beanspruchen sie zusätzliche Anbauflächen – Nutzungskonkurrenz ist damit ausgeschlossen. Ein weiterer Vorteil des bioliq®-Konzepts ist, dass der erste Schritt, die Schnellpyrolyse, sich in dezentralen Anlagen ausführen lässt. So entsteht aus der Restbiomasse, die räumlich weit verteilt anfällt und einen niedrigen Energiegehalt hat, ein energiereiches Zwischenprodukt, das sich wirtschaftlich über große Strecken transportieren und in zentralen Anlagen weiterverarbeiten lässt.

Wolfgang Breh

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

Das Elektroauto „KIT11e“ auf der Rennstrecke in Turin.

KA-RaceIng – Studierende bauen energieeffiziente Rennwagen

Das Thema Energie bewegt auch Studierende des KIT. So baut das Team KA-RaceIng selbstständig Rennwagen und startet damit bei internationalen Wettbewerben. Bei der „Formula Electric & Hybrid Italy“, erreichte KA-RaceIng den ersten Platz in der Klasse Elektrofahrzeuge.

Schnell sein ist nicht genug: Bei den „Formula Student“-Wettbewerben siegen die Fahrzeuge mit dem besten Gesamtpaket aus Konstruktion, Performance, Finanzplanung und Verkaufsargumenten. Energieeffizienz ist ein wichtiges Kriterium. Für den „KIT11e“ war das Abschneiden in der Disziplin „Energy Efficiency“ denn auch mit entscheidend für den Gesamtsieg. Bei der „Formula Electric & Hybrid Italy“ im Herbst 2011 in Turin erwies sich der Formelwagen aus Karlsruhe als der energieeffizienteste und belegte Platz eins in der Klasse Elektrofahrzeuge.

Entwickelt, gebaut und gefahren wurde der „KIT11e“ von KA-RaceIng, einem 2006 gegründeten Team von Studierenden des KIT: Jedes Jahr entwickeln, bauen und fahren rund 60 Studierende verschiedener Fachrichtungen – von Maschinenbau über Elektrotechnik bis hin zum Wirtschaftsingenieurwesen – selbstständig je ein Fahrzeug für die internationalen Wettbewerbe „Formula Student Combustion“ für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor und „Formula Student Electric“ für Fahrzeuge mit Elektroantrieb.

„Engineered Excitement“ ist das Motto des Teams. KA-RaceIng umfasst mehrere Unterteams, die sich jeweils bestimmten Aufgaben widmen: Die technischen Teams Antriebsstrang, Monocoque, Elektronik, Elektrischer Antrieb, Fahrwerk und Motor konstruieren und bauen die Rennwagen; weitere Teams sind für Finanzen und Projektmanagement verantwortlich; das Team Marketing kümmert sich um Öffentlichkeitsarbeit, Eventplanung sowie Akquise und Betreuung von Sponsoren. Als universitäres Team kann KA-RaeIng auf gute Kontakte zu den Instituten des KIT zurückgreifen.

2011 erlebte KA-RaceIng seine bisher erfolgreichste Saison: Der Verbrenner „KIT11“ fuhr bei der „Formula Student Austria“ auf den fünften Platz, bei der „Formula Student Germany“ auf den neunten Platz. Bei der „Formula Student Italy“ und der „Formula Student Hungary“ erreichte „KIT11“ sogar jeweils den zweiten Platz. Das Elektroauto „KIT11e“ kam bei „Formula Student Electric“ in Hockenheim auf den fünften Platz und holte mit dem ersten Platz bei der „Formula Electric & Hybrid Italy“ zum ersten Mal in der Geschichte von KA-RaceIng einen Gesamtsieg nach Karlsruhe. Auf den zweiten Platz kam das Team der Universität Stuttgart, der dritte Platz ging an das Team der TU München. Insgesamt nahmen acht Teams aus Deutschland und Ungarn in der Klasse Elektrofahrzeuge des Wettbewerbs auf dem IVECO Testgelände in Turin teil.

Der Wettbewerb umfasste acht Disziplinen: die statischen Disziplinen Technik, Kosten und Präsentation sowie die dyna-

mischen Disziplinen Gesamtperformance, Agilität und Handling, Energieeffizienz, Beschleunigung und Kurvenfahren. In der wichtigsten statischen Disziplin „Design-Event", in der es um die technischen Bereiche ging, belegte KA-RaceIng mit dem „KIT11e" den ersten Platz. In den Disziplinen „Cost Event" und „Business Plan Presentation" erreichten die Karlsruher jeweils Platz zwei. Der „KIT11e" überzeugte aber auch auf der Rennstrecke: Beim „Autocross" sicherte er sich mit der schnellsten Zeit nicht nur den ersten Platz, sondern auch die beste Startposition in der Disziplin „Endurance" über 22 Kilometer, in der er dann auf Platz drei fuhr. In der Disziplin „Acceleration" war der „KIT11e" zweitschnellstes Fahrzeug; beim „Skid Pad" erreichte er Platz drei und in der Disziplin „Efficiency" Platz eins.

Derzeit bereitet KA-RacIng sich auf den ersten Wettbewerb des Jahres 2012 vor: Im Mai wird das Team beim „Formula SAE Michigan" auf dem Michigan International Speedway in den USA starten. Dieser ist der größte „Formula Student" Wettbewerb und zugleich der älteste – er findet seit über 30 Jahren statt. Das Karlsruher Team hat dafür seinen bewährten Rennwagen „KIT11" im Detail geprüft, komplett zerlegt und wieder zusammengebaut. Ergebnis: Der Motor ist in einem Top-Zustand – beste Aussichten für die neue Saison.

Sibylle Orgeldinger

Die Wettbewerbsfahrzeuge von KA-RaceIng: der Verbrenner „KIT11" und das Elektroauto „KIT11e".

Weitere Infos:
www.ka-raceing.de

Die „Formula Electric & Hybrid Italy" fand auf dem IVECO Testgelände in Turin statt.

„Was geschieht, wenn …?“ – Energieversorgung und Gerechtigkeit zwischen den Generationen

Mit „Energy and its Role in an Intergenerational Fair Society“ befassten sich rund 40 Experten aus ganz Europa am 14. Februar 2012 bei der „What-IF“-Konferenz am KIT. „What-IF“, eine junge internationale Non-Profit-Organisation, betrachtet wesentliche gesellschaftliche Herausforderungen unter intergenerationellem Aspekt. Sie stellt die Frage „Was geschieht, wenn … wir weitermachen wie bisher, Ressourcen ausbeuten, Schulden anhäufen?“, und gibt eine Antwort: „IF“ steht für „Intergenerational Fairness“. Das KIT, mit dem KIT-Zentrum Energie eine der größten Energieforschungseinrichtungen in Europa, erwies sich als idealer Gastgeber für die Konferenz zum Thema Energie. Mitveranstalter war das europäische Energiekonsortium KIC InnoEnergy.

Weitergabe der „What-IF“-Fackel: What-IF-Mitbegründerin Milena Stoycheva, der Wissenschaftliche Sprecher des KIT-Zentrums Energie, Professor Hans-Jörg Bauer, und KIT-Präsident Professor Eberhard Umbach (von links). Das Dokument symbolisiert die internationale Dimension von What-IF und das Engagement der Veranstalter.

KIT-Präsident Professor Eberhard Umbach nannte wesentliche Aufgaben, vor denen Forschung und Entwicklung für ein nachhaltiges Energiesystem stehen: kostengünstigere und damit wettbewerbsfähige Technologien für erneuerbare Energien; effiziente und flexible Lösungen zur Speicherung und Verteilung; Integration in intelligente Netze. Gefragt seien die Kompetenzen von Ingenieur- und Naturwissenschaftlern, Informatikern, aber auch Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlern. Als Leiter der Konferenz fungierte der Wissenschaftliche Sprecher des KIT-Zentrums Energie, Professor Hans-Jörg Bauer. Die Eröffnungsrede hielt Ministerialdirigent Martin Eggstein vom baden-württembergischen Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft. MEP Professorin Maria da Graça Carvalho sagte in einer Videobotschaft aus dem Europäischen Parlament, die EU müsse die Ausgaben für Forschung und Entwicklung steigern, besonders im Energiebereich.

What-IF-Präsident Professor Matteo Bonifacio erörterte in seiner Rede (vertretungsweise vorgetragen von What-IF-Mitbegründerin Milena Stoycheva) die Herausforderungen der Zukunft vor dem Hintergrund steigender Lebenserwartung und zunehmender Verstädterung aus der Perspektive intergenerationeller Fairness. Das Spannungsverhältnis zwischen Generationengerechtigkeit und globaler Gerechtigkeit sprach TOTAL-Forschungschef Jean-François Minster an: Über Gerechtigkeit zwischen den Generationen zu sprechen, bedeute auch, an die gegenwärtig Ärmsten in der Welt zu denken. Unternehmerisches Lernen im Austausch zwischen den Generationen behandelte Professorin Lesley Hetherington von der University of Aberdeen.

Welche Optionen stehen für die Energieversorgung im 21. Jahrhundert offen? Um diese und weitere Fragen ging es bei einer Podiumsdiskussion unter Leitung von Dr. Karl-Friedrich Ziegahn, Chief Science Officer (CSO-5) des KIT und Vorsitzender des Aufsichtsrats von KIC InnoEnergy. Der KIT-Vizepräsident für Forschung und Entwicklung, Dr. Peter Fritz, plädierte dafür, in Forschung und Entwicklung alle Energieträger zu betrachten, die komplette Kette der Nutzung einzubeziehen und den gesamten Aufwand an Ressourcen zu berücksichtigen. Die Notwendigkeit einer integrierten Forschung, die den Energienutzer einbezieht, betonte der Leiter des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des KIT, Professor Armin Grunwald. Jean-Claude Perraudin von der französischen Energiebehörde CEA erläuterte die französische Position zu Kernenergie und nuklearer Entsorgung. Die damit verbundenen Aufgaben erstreckten sich über viele Generationen. Was die Bedeutung von Generationengerechtigkeit in verschiedenen Kulturen betrifft, wies die Direktorin des ZAK | Zentrum für Angewandte Kulturwissenschaft und Studium Generale des KIT, Professorin Caroline Robertson-von Trotha, auf den gegenwärtigen raschen Wandel von Institutionen hin, der ein Nebeneinander verschiedener Strukturen bedinge. What-IF-Mitbegründerin Milena Stoycheva plädierte für eine längerfristige Sichtweise in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Die Konferenz am KIT zeigte, dass es innovativer Lösungen bedarf, die heute tragfähig und morgen ausbaufähig sind. Das KIT-Zentrum Energie und das europäische Konsortium KIC InnoEnergy erarbeiten solche Lösungen für das gegenwärtige und zukünftige Energiesystem.

Sibylle Orgeldinger

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

Einblick gewinnen, Fragen stellen, Vorschläge einbringen: Bürgerwerkstatt am KIT

Die Bundesregierung hat den Ausstieg aus der Kernenergie und die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien beschlossen. Daraus ergeben sich viele Fragen, die jeden Einzelnen betreffen: Wie verwirklichen wir den Umbau des Energiesystems? Welche Veränderungen kommen auf uns zu? Welche Einschränkungen sind wir bereit mitzutragen, damit der Umbau gelingt? Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit die erforderlichen Technologien auch von den vor Ort Betroffenen unterstützt werden? Welchen Themen soll sich die Energieforschung heute und morgen verstärkt widmen?

Um „Energietechnologien für die Zukunft" ging es bei einer Bürgerwerkstatt, die das KIT Ende Juli 2011 zusammen mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) in Karlsruhe ausrichtete. Interessierte Bürgerinnen und Bürger diskutierten mit Experten des KIT und anderer Einrichtungen über Themen rund um die Energieversorgung der Zukunft. Die Themen reichten von erneuerbaren Energien bis zu neuen Möglichkeiten der Energiespeicherung, vom Konzept variabler Stromtarife über den Ausbau der Wasserkraft am Rhein bis hin zu der Frage, wie sich energetische Sanierungen und Denkmalschutz miteinander vereinbaren lassen.

Die Bürgerwerkstatt begann mit der Begrüßung durch den Chief Science Officer 5 des KIT und Leiter der Umwelt- und Energieprogramme, Dr. Karl-Friedrich Ziegahn, und drei Impulsreferaten von den Experten Dr. Ziegahn, Dr. Dirk Vogeley, Geschäftsführer der Karlsruher Energie- und Klimaschutzagentur (KEK), und Nico Storz, Geschäftsführer des fesa e.V. Daran schlossen sich eine Diskussion und die Arbeit in Gruppen an. Jeder Gruppe stand ein Experte als Gesprächspartner zur Verfügung. Bürgerinnen und Bürger hatten Gelegenheit, ihre Fragen zu stellen, ihre Erwartungen und Bedenken vorzubringen. Zum Abschluss formulierten die Teilnehmer eigene Empfehlungen zum Umbau der Energieversorgung und zur Vermeidung von Zielkonflikten.

Ihr Vorschläge fließen ein in den vom BMBF initiierten Bürgerdialog „Energietechnologien für die Zukunft". Unter dem Motto „Einblick gewinnen. Mitreden" hat das BMBF ein Forum für den offenen, transparenten Austausch der Bürgerschaft mit Wissenschaft, Wirtschaft und Politik geschaffen. Der Bürgerdialog knüpft an die Empfehlungen der Ethikkommission „Sichere Energieversorgung" und den politischen Entscheidungsprozess der Bundesregierung an. Er ist auf insgesamt vier Jahre angelegt und wird im Internet sowie in regionalen Veranstaltungen überall in Deutschland geführt. Abschließend werden die Ergebnisse in einem Bürgerreport festgehalten, der an Verantwortliche aus Politik, Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft übergeben wird. Das KIT und das KIT-Zentrum Energie unterstützen das Anliegen des BMBF und bieten immer wieder Plattformen – Diskussionen, Ausstellungen, Tage der offenen Tür – an, die Einblicke in die Arbeit von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern vermitteln und den wechselseitigen Austausch zwischen Forschung und Gesellschaft fördern.

Wolfgang Breh

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

Dr. Dirk Vogeley, Geschäftsführer der Karlsruher Energie- und Klimaschutzagentur (KEK).

Dr. Karl-Friedrich Ziegahn, Chief Science Officer 5 des KIT.

Dampf für grüne Kohle

Aus Stroh, Holzresten oder Obstschalen wird in kurzer Zeit ein braunkohleähnliches Produkt – möglich macht es das am KIT-Zentrum Energie entwickelte „Biomass Steam Processing“ (BSP). In einer Pilotanlage optimieren Forscher am Engler-Bunte-Institut, Bereich Verbrennungstechnik, die Dampfkonditionierung von Biomasse.

Angesichts der knapper werdenden fossilen Ressourcen und des fortschreitenden Klimawandels steigt das Interesse an Energieträgern aus Biomasse. Der Einsatz von kohlehydratbasierten biogenen Reststoffen, wie Stroh, Holzreste, Grasschnitt, Obstschalen oder Klärschlamm, vermeidet die Konkurrenz zur Nahrungsmittelherstellung. Biomasse weist häufig einen hohen Feuchtegehalt sowie einen hohen Anteil an chemisch gebundenem Wasser auf. Daraus resultiert ein niedriger massebezogener Energiegehalt.

Um die Energiedichte von Biomasse zu erhöhen, sind verschiedene Verfahren verfügbar. Abhängig von Parametern wie Temperatur, Druck, Verweil- oder Reaktionszeit und Biomasseanteil lassen sich dabei feste, flüssige oder gasförmige kohlenstoffhaltige Stoffe gewinnen. Generell gilt: Mit steigender Schärfe der Reaktionsbedingungen, vor allem Temperatur und Reaktionszeit, nimmt die Tendenz zur Gasbildung zu, und es entstehen kleinere organische Moleküle.

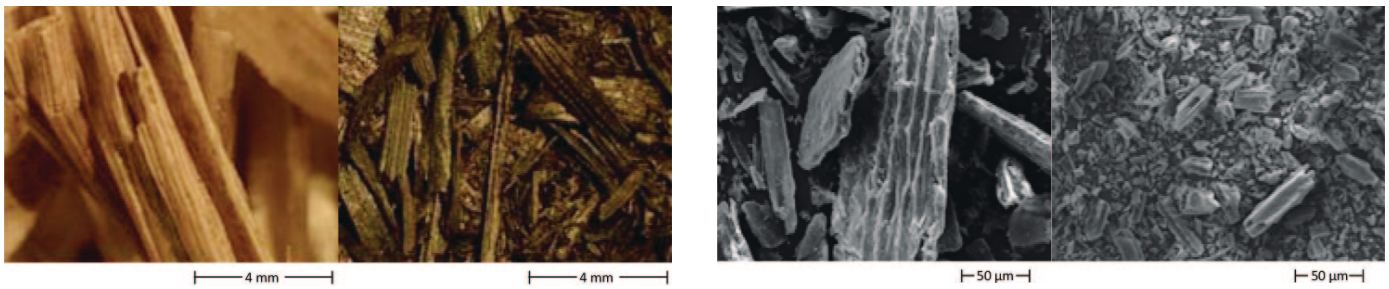
Kohlenstoff stellt einen vielfältig einsetzbaren effektiven Energiespeicher dar. Verfahren zur Konditionierung von Biomasse, die auf Kohlenstoff als Feststoff abzielen, treffen auf wachsendes Interesse. Bei der sogenannten Karbonisierung wird der Kohlenstoffanteil der Einsatzbiomasse durch thermische Behandlung in Inertgasatmosphäre (Pyrolyse) oder mit Hilfsstoffen wie heißem, flüssigem Druckwasser (hydrothermale Karbonisierung; Hydrothermal Carbonisation – HTC) gewonnen.

Sowohl Pyrolyse als auch HTC erfordern lange Reaktionszeiten, um hohe Kohlenstoffanteile zu erreichen. So wird bei der Pyrolyse die Biomasse für viele Stunden bis Tage auf rund 450 °C gehalten.
Bei der HTC sind mit etwa acht bis 24 Stunden bei 180 bis 240 °C die Reaktionszeiten etwas kürzer und die Temperaturen niedriger; der verfahrenstechnische Aufwand ist allerdings durch das flüssige, heterogene Reaktionsmedium und den anzuwendenden Druck erheblich höher. Zudem wirkt das Reaktionsmedium durch Chlorsalze der Biomasse und organische Säuren, die im Prozess gebildet werden, äußerst korrosiv, was hohe Anforderungen an das Material der Reaktoren stellt. Vorteilhaft bei der HTC ist die Möglichkeit, feuchte Biomasse einzusetzen. Dabei lassen sich äußerst variable Strukturen erreichen (vergleiche EnergyNews 1/2011, S. 12–13).

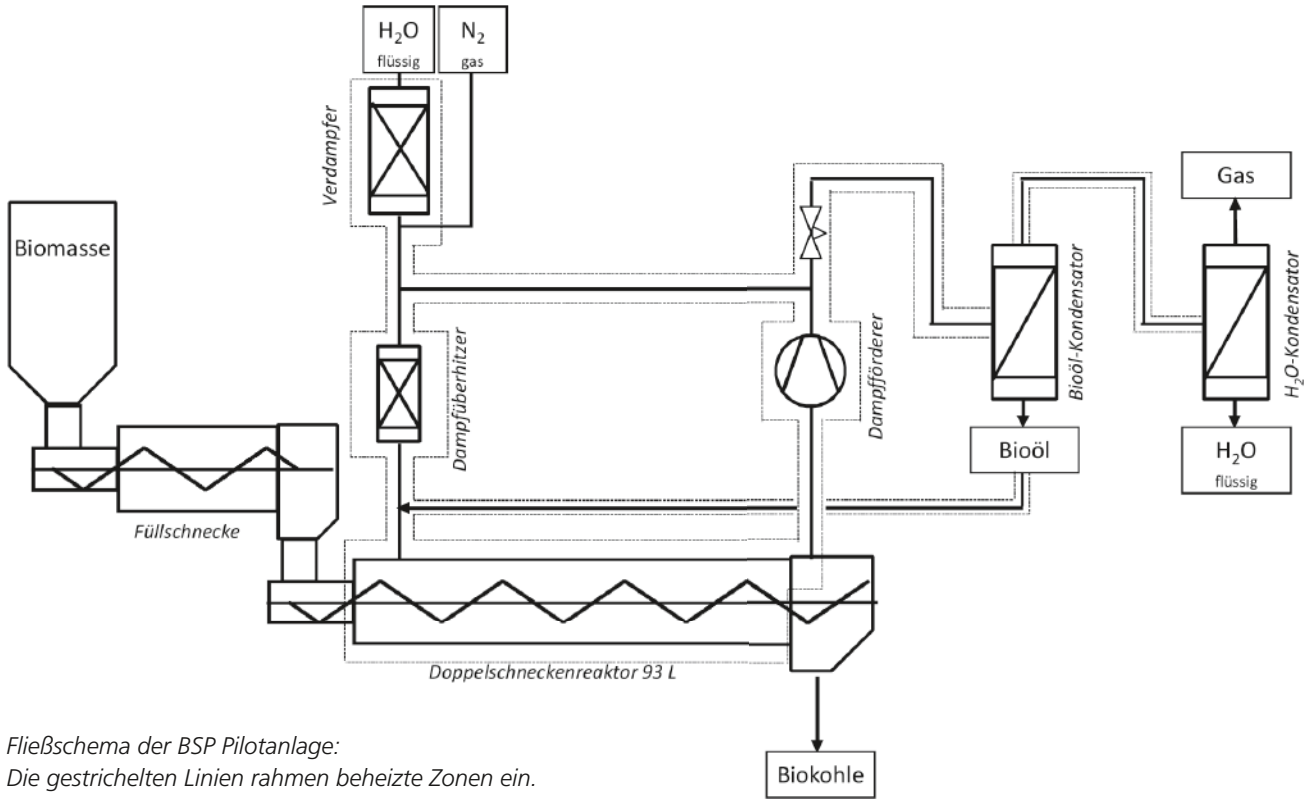
Um die verfahrenstechnischen Nachteile der HTC und der Pyrolyse zu umgehen, untersucht eine Gruppe von Forschern am Engler-Bunte-Institut, Bereich Verbrennungstechnik, des KIT im Projekt „Green Coal“ eine alternative Methode – die atmosphärische Dampfkonditionierung. Beim „Biomass Steam Processing“ (BSP) wird der Einsatzstoff unter Atmosphärendruck mit Wasserdampf bei Temperaturen zwischen 250 °C und 400 °C für Minuten bis wenige Stunden behandelt. Dabei entsteht mit wesentlich geringerem verfahrenstechnischen Aufwand als bei der HTC und bei viel kürzeren Reaktionszeiten als bei der Pyrolyse braunkohleähnliche Biokohle. Auch sind die BSP-Reaktionsbedingungen besser beherrschbar, und die Biokohlen-Elementarzusammensetzung ist variabel. Die Projektgruppe erforscht das BSP mit Modellbiomassen und realen Biomassen wie Stroh, Holz, Gras und Orangenschalen theoretisch und experimentell. Als Messtechniken setzen die Wissenschaftler unter anderem mehrere Laborreaktoren vom Gramm- bis zum Kilogramm-Maßstab ein. Mechanistische Erkenntnisse gewinnen sie beispielsweise anhand von Thermogravimetrie, Spektroskopie, Gasanalyse, Flüssigkeitsanalyse, Elementaranalyse, Heizwertbestimmung und Elektronenmikroskopie.

Der Heizwert von unbehandeltem Stroh oder Holz liegt bei circa 12 bzw. 18 MJ/kg; typische Heizwerte von Braunkohlen liegen bei circa 28 bis 30 MJ/kg. Die KIT-Forscher gewinnen durch BSP bei rund 350 °C und einer Reaktionszeit von nur 75 Minuten braunkohleähnliche Biokohlen, wobei typischerweise 40 bis 60 Prozent des Kohlenstoffs im Festkörper zu finden sind. Zwar weisen diese Biokohlen mit 21 bis 26 MJ/kg etwas niedrigere Heizwerte als typische HTC-Produkte (25 bis 28 MJ/kg) auf. Dafür aber sind die Verfahrensparameter bedeutend günstiger. Auch lassen sich gewisse Strukturparameter und Reaktionsmechanismen besser einstellen.

Ein wichtiger Aspekt ist die Energiebilanz, die das Aufheizen sowie das Verdamp-

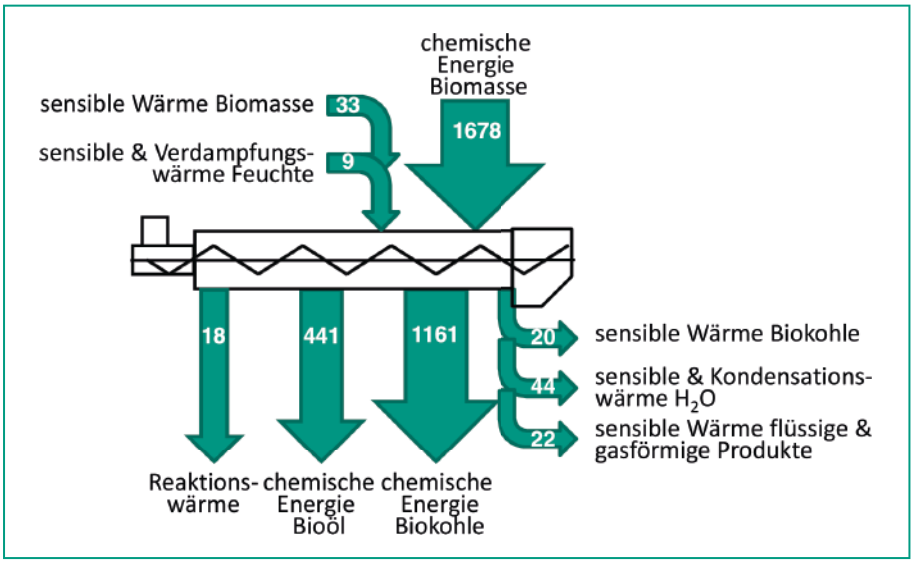


Licht- und elektronenmikroskopische Aufnahmen von unbehandeltem Stroh (jeweils links) und dem BSP-Produkt bei 325 °C für 1,9 Stunden (jeweils rechts).



Fließschema der BSP Pilotanlage:
Die gestrichelten Linien rahmen beheizte Zonen ein.

fen oder Abkühlen der Biomasse, der anhaftenden Feuchte, der Asche und der gasförmigen und flüssigen Reaktionsprodukte umfasst. Bei einem typischen BSP-Experiment mit Holzpellets bei einer Einsatzmasse von 100 g, einer Reaktionszeit von 1,9 Stunden und einer Temperatur von 300 °C finden sich beispielsweise etwa 69 Prozent der eingesetzten chemischen Energie in der Biokohle. Ein weiterer Teil findet sich in der kondensierten Phase. Zusätzlich sind etwa drei Prozent der eingebrachten chemischen Energie zum Aufheizen von Biomasse und Feuchtigkeit auf Reaktionstemperatur aufzubringen, wobei die Bereitstellung des frischen Dampfes ausgeklammert ist. Das aus den Kohlehydraten eliminierte Wasser und kleinere organische Fragmente, beispielsweise Hydroxymethylfurfural, wirken sich dagegen dank ihrer sensiblen Wärme und der Kondensationswärme positiv auf die Energiebilanz aus.



Energiebilanz des BSP für 100 g Holzpellets bei 300 °C und einer Verweilzeit von 1,9 Stunden, angegebene Energiemengen in kJ. (Die Daten der flüssigen Produkte sind durch Hydroxymethylfurfural angenähert.)

Die KIT-Forscher untersuchen die technische Umsetzung von BSP in einer Pilotanlage mit einem Umsatz von rund 20 kg Biomasse pro Stunde. Derzeit arbeiten sie daran, den Durchsatz zu erhöhen und die Ausbeute durch Rückführung des bei höherer Temperatur kondensierenden Bioöls und der kohlenstoffhaltigen Dampfphase weiter zu steigern. Die Methode lässt sich dank ihrer Einfachheit problemlos in mobilen Anlagen einsetzen, sodass Bioabfälle unmittelbar dort, wo sie anfallen, kostengünstig und energetisch sinnvoll zu Kohle verarbeitet werden können. Das Verfahren ist zum Patent angemeldet. Gefördert wird das Projekt mit Mitteln der EnBW Energie Baden-Württemberg AG.

Dirk Reichert
Henning Bockhorn

Weitere Infos:
Professor Dr. Henning Bockhorn
Engler-Bunte-Institut
Bereich Verbrennungstechnik (EBI-VBT)
Telefon +49 721 608-42571
E-Mail henning.bockhorn@kit.edu

Energiewende mit Erdwärme

Die Geothermie besitzt großes Potenzial für eine nachhaltige Energieversorgung. Am KIT bündeln sich Kompetenzen, welche die komplette Prozesskette einer sicheren, generationengerechten und umweltverträglichen Nutzung der Erdwärme abdecken.

Um die Energiewende zu verwirklichen, gilt es, sämtliche Potenziale zu nutzen. Die Geothermie kann bei der nachhaltigen Versorgung mit Strom und Wärme eine zentrale Rolle spielen: Sie ist grundlastfähig, das heißt, es bedarf keiner Ersatzkraftwerke und keiner großen Stromspeicher, um Zeiten ohne genügend Sonne und Wind auszugleichen. Geothermie ist vor Ort verfügbar; ihre Nutzung benötigt nur wenig Platz an der Oberfläche, sodass eine Nutzungskonkurrenz weitgehend ausgeschlossen ist. Die Erschließung der heimischen Energiequelle Geothermie macht von Importen unabhängig, spart fossile Ressourcen ein und vermeidet Treibhausgasemissionen. Bereits heute ist die oberflächennahe Geothermie bis etwa 150 Meter Tiefe zum Heizen und Kühlen von Gebäuden weit verbreitet. Bei der tiefen Geothermie, welche die höheren Temperaturen in tieferen Erdschichten nutzt, handelt es sich hingegen um eine relativ junge Technologie. Angesichts der technischen Herausforderungen bedarf es einer systematischen Forschung und Förderung.

Die Forschung am KIT setzt, unterstützt von großen Industriepartnern, Akzente für eine nachhaltige, das heißt sowohl generationengerechte als auch umweltverträgliche Nutzung der tiefen Geothermie. Zahlreiche Institute des KIT sind mit der Thematik befasst. Am Institut für Angewandte Geowissenschaften (AGW), besonders an dem von der EnBW AG geförderten Lehrstuhl für Geothermie und dem von der Herrenknecht AG gestifteten Lehrstuhl für Technische Petrophysik sowie in der Abteilung Hydrogeologie, decken die Arbeiten das gesamte Spektrum von der Grundlagenforschung bis hin zu großmaßstäblichen Experimenten ab.

Rütteltisch: Dieses Experiment veranschaulicht Sandverflüssigung, Entkopplung und die Resonanz von Bauteilen. (Exponat des Landesforschungszentrums Geothermie)

Die Abteilungen Geothermie und Technische Petrophysik des AGW bauen zudem gemeinsam das Landesforschungszentrum Geothermie (LFZG) für Baden-Württemberg mit Sitz am KIT auf. Als fachlich unabhängige Einrichtung vom Land eingesetzt, fördert das LFZG fächerübergreifend die Forschung, Lehre, Ausbildung und Technologieentwicklung rund um die Erdwärme. Baden-Württemberg bietet besonders günstige geologische Bedingungen für die tiefe Geothermie. So liegt im Oberrheingraben die Temperatur schon in einer relativ geringen Tiefe von 3 000 Metern bei etwa 160 Grad Celsius. Das LFZG koordiniert die Forschungsaktivitäten im Land, stellt Informationen für die breite Öffentlichkeit bereit, berät Bürger, Behörden, Politik und Wirtschaft auf der Grundlage der aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse.

In der obersten Erdschicht – der Erdkruste – steigt die Temperatur um etwa 30 Grad Celsius pro Kilometer Tiefe. Allein die in den obersten 3 000 Metern gespeicherte Wärme entspricht dem 20 000-Fachen des gegenwärtigen weltweiten Energiebedarfs. Dank ihres hohen Nutzungsgrads trägt die Geothermie vergleichsweise kostengünstig dazu bei, das Netz zu entlasten: Das Verhältnis der erzeugten Leistung zur installierten Leistung liegt weltweit bei über 70 Prozent. Durch gezielte Auswahl der Standorte und durch optimierte Bohr- und Kraftwerkstechnik kann die Erdwärme zu einem wichtigen Bestandteil im Energiemix der Zukunft werden. Um das enorme Potenzial der Geothermie zu erschließen, bedarf es einer konsequenten Förderung und einer systematischen Weiterentwicklung der Technologien durch Forschungseinrichtungen und Industrieunternehmen.

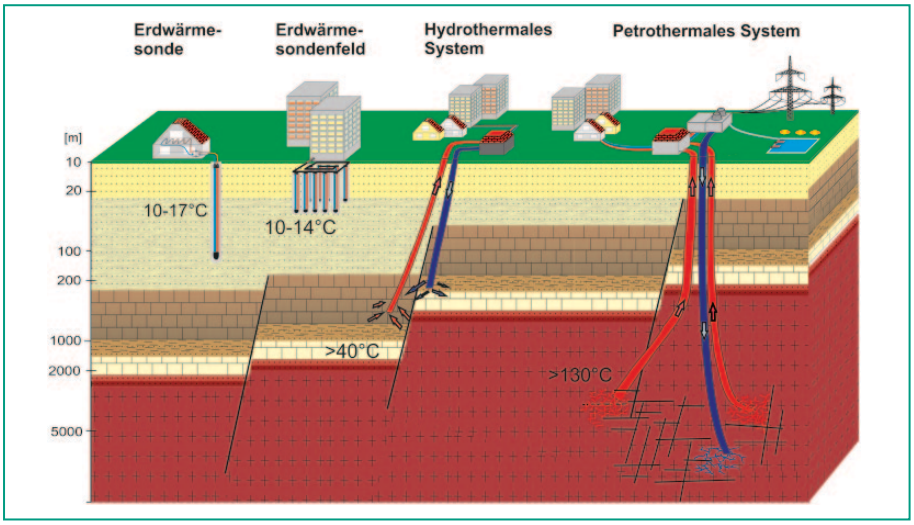
Das KIT bietet als Verbindung von Universität und Großforschungseinrichtung ideale Voraussetzungen, um die gesamte

Prozesskette von der Untersuchung des Untergrunds bis zur Kraftwerkstechnologie abzudecken. Im Zentrum stehen unter anderem hydraulische Fragen: Es geht darum, die Wärme im Untergrund möglichst effizient zu nutzen, die Fließbewegungen des Wassers – entweder durch den Porenraum des Gesteins oder durch von Natur aus vorhandene Risse im Untergrund – zu optimieren und den Fließwiderstand möglichst gering zu halten. Eine zentrale Bedeutung besitzt auch die Sicherheit von Geothermieanlagen. Die Karlsruher Forscher arbeiten an objektivierten Methoden, um Risiken – etwa durch induzierte Seismizität – zu erfassen und einzugrenzen.

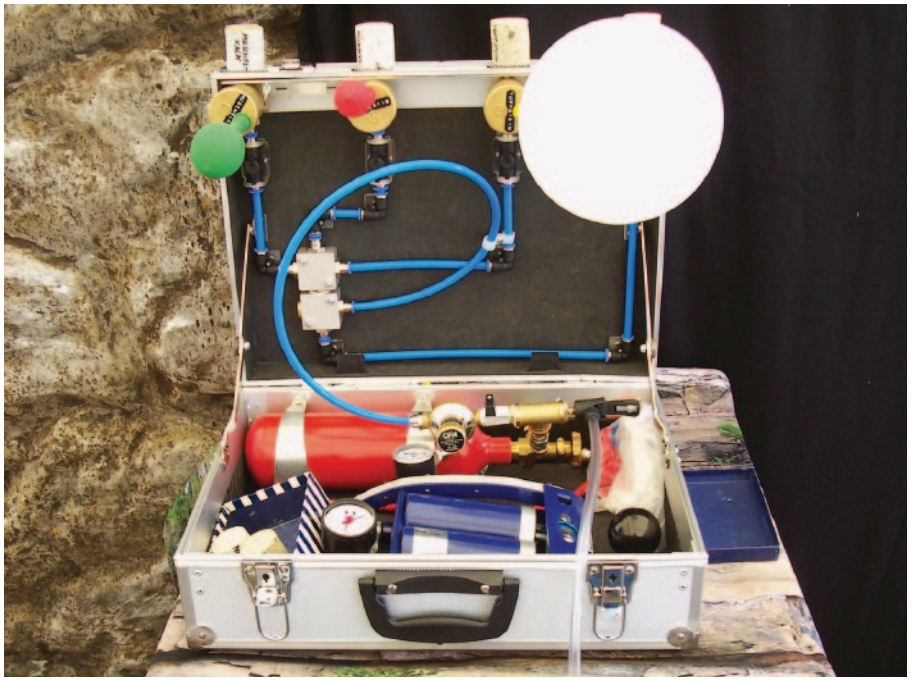
Experimente im Maßstab 1:1 dienen dazu, Wechselwirkungen zwischen Anlagen und Umwelt zu untersuchen. Dazu verfügen die Wissenschaftler am KIT unter anderem über einen Bohrlochsimulator. In einem stillgelegten Bergwerk im Schwarzwald entsteht das „GeoLaB", ein Geothermielabor, in dem Forscher Stimulationsprozesse direkt untersuchen und sichtbar machen. Das KIT ist auch Koordinator des von der EnBW AG und dem Bundesumweltministerium geförderten Verbundprojekts LOGRO (Langzeitbetrieb und Optimierung eines Geothermiekraftwerks in einem geklüftet-porösen Reservoir im Oberrheingraben): Im Umfeld des Geothermiekraftwerks Bruchsal untersuchen Wissenschaftler gezielt die Wechselwirkungen zwischen einem komplexen Georeservoir des Buntsandsteins und einem Kraftwerk im Langzeitbetrieb. Das aus einer Tiefe von rund 2 500 Metern geförderte, ca. 120 Grad Celsius heiße Thermalwasser aus einem geklüftet-porösen salinaren Grundwasserleiter wird dabei in einem geschlossenen Doublettensystem nach dem Wärmetauscher eines angeschlossenen Kraftwerks in einer Tiefe von rund 1 800 Metern wieder in dieselbe Gesteinsformation injiziert. Die Forscher untersuchen besonders das Zusammenspiel von Kraftwerk und Thermalwasserkreislauf und die Langzeitstabilität des Thermalwasserkreislaufs nach hydraulischen, hydrochemischen und thermischen Kriterien.

Besonderen Wert legt das KIT schließlich auf Ausbildung und Schulung – über Studiengänge am KIT, an der Hector School of Engineering and Management sowie innerhalb des europäischen Konsortiums KIC InnoEnergy, aber auch über Workshops für Vertreter von Genehmigungsbehörden und Wirtschaftsunternehmen und Informationsveranstaltungen für die breite Öffentlichkeit. Intensiv genutzt wird auch das Beratungsangebot für Behörden.

Frank Schilling
Thomas Kohl



Formen der Erdwärmenutzung: Erdwärmesonden ziehen die Wärme mithilfe einer Wärmeträgerflüssigkeit aus dem Boden. Die hydrothermale Geothermie greift auf natürlich vorhandenes Thermalwasser zurück; die petrothermale Geothermie nutzt die natürliche Wärme heißen Gesteins, das unter hohem Druck eingepresstes Wasser erhitzt.



Permeabilitätsexperiment: Eine Luftpumpe pumpt Luft durch Gesteinsproben, die sich in dichten Kartuschen befinden. Am Ausgang jeder Kartusche ist ein Luftballon befestigt, der je nach Permeabilität des Gesteins mehr oder weniger aufgeblasen wird. (Exponat des Landesforschungszentrums Geothermie)

Weitere Infos:
Professor Dr. Frank Schilling
Professor Dr. Thomas Kohl
Institut für Angewandte Geowissenschaften (AGW)
Telefon +49 721 608-44731
(Schilling – Abteilung Petrophysik)
Telefon +49 721 608-45222
(Kohl – Abteilung Geothermie)
E-Mail frank.schilling@kit.edu,
thomas.kohl@kit.edu

Stabiles Stromnetz mit erneuerbaren Energien

Der Ausbau regenerativer Energien erfordert neuartige Konzepte, um das Stromnetz stabil zu halten. Forscher des KIT arbeiten an einem innovativen modellbasierten Regelungskonzept, mit dem sich der genaue Zustand des Netzes erfassen und im Störfall sofort stabilisieren lässt.

Die Stabilität des heutigen elektrischen Energiesystems basiert auf einem Gleichgewicht zwischen der verbrauchten und der von Kraftwerken erzeugten elektrischen Energie. Dabei sind die Übertragungsnetzbetreiber in Deutschland verpflichtet, mithilfe von Regelleistung genügend Reserven für Lastabweichungen vorzuhalten. Das künftige Stromversorgungssystem wird verstärkt auf fluktuierende erneuerbare Energien wie Sonne und Wind zurückgreifen. Diese begünstigen Instabilitäten im Stromnetz, die sich beispielsweise in Frequenzschwankungen äußern können. Damit steigen die Anforderungen an Stabilitätshaltung und Netzführung deutlich. Der Bedarf an schnell regelbaren Kraftwerken sowie an neuartigen Konzepten zur Stabilitätshaltung nimmt zu. Durch geeignete Netzregelungsverfahren müssen die heutigen Kraftwerksstrukturen an die neuen Gegebenheiten angepasst werden.

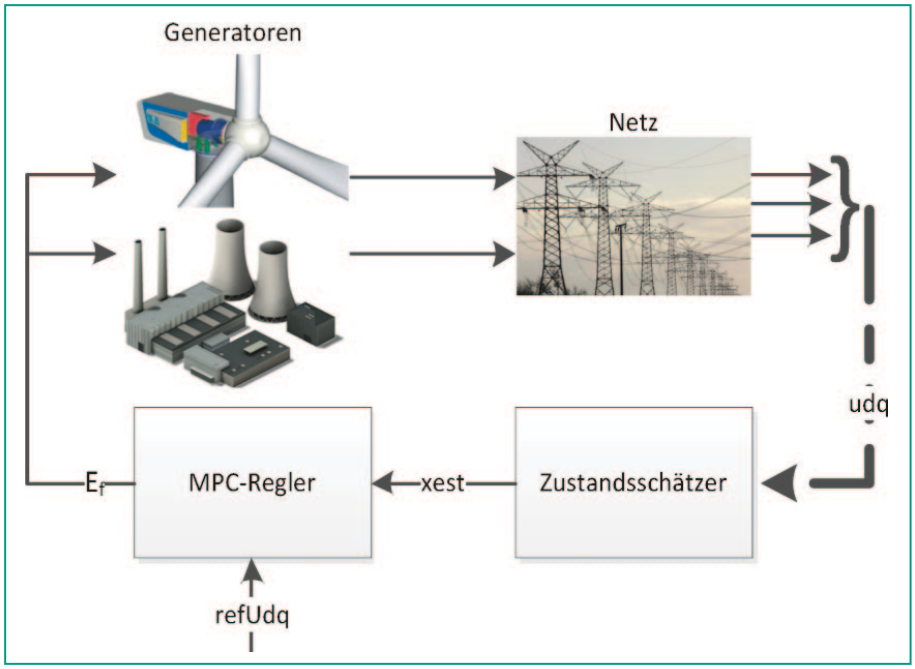
„Das elektrische Energiesystem mit seinen Verbrauchern und Erzeugern muss deutlich flexibler werden, um der schwankenden regenerativen Erzeugung folgen zu können", erklärt Professor Thomas Leibfried, Leiter des Instituts für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik (IEH) des KIT. Am IEH untersuchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, wie genau sich diese Herausforderung meistern lässt. Dabei berücksichtigen sie die technischen Restriktionen des Energiesystems, von Kraftwerken und von steuerbaren Verbrauchern, ebenso wie die Möglichkeiten der Elektromobilität – Elektrofahrzeuge besitzen erhebliches Potenzial als dezentrale Speichereinheiten für die fluktuierend eingespeisten Energien.

Im bestehenden europäischen Energienetz greifen die Regeleinrichtungen lediglich auf lokale Messwerte zurück. Die Algorithmen für die Kraftwerksregelung basieren somit nicht auf der Kenntnis des Netzzustands, sondern lediglich auf Spannungs- und Frequenzmessungen am Kraftwerk. Das System ist darauf ausgelegt, dass eine geringe Zahl von Kraftwerken den benötigten Strom produziert. Dadurch fließt im Regelfall die Energie von der Hochspannungsebene zur Mittel- und Niederspannungsebene. Das System bleibt überschaubar; die Stromversorgung lässt sich gut planen.

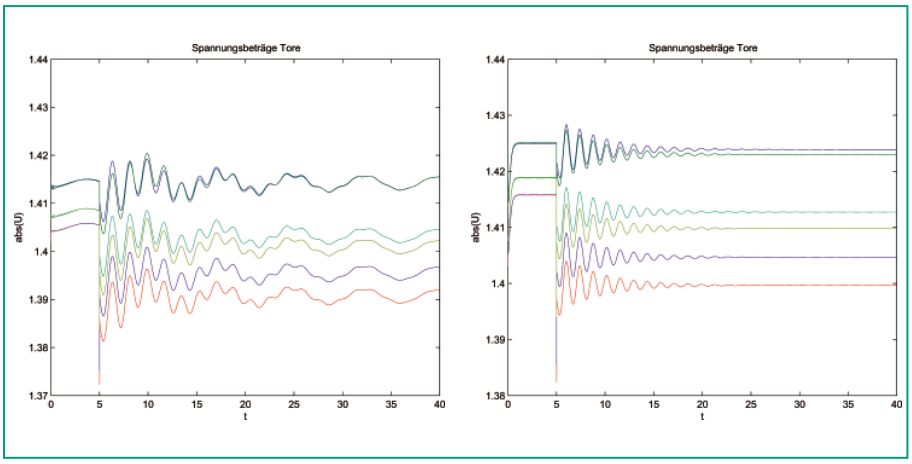
Mit der Einspeisung von regenerativen Energien jedoch werden Kraftwerke in das System integriert, die auf allen Netzebenen verteilt sind und abhängig von äußeren Gegebenheiten Strom produzieren. Daher bedarf es eines systemischen Wechsels in Planung und Regelung. Mit der Zunahme fluktuierender Stromerzeuger steigt auch der Bedarf an Verteilungsinfrastruktur, um die Energie zu den Lastzentren zu befördern. Das Volumen der Transporte von Offshore-Anlagen ins Landesinnere wächst ebenso wie das der Transporte über Landesgrenzen hinweg.

Durch dezentrale Anlagen und größere Netze werden die Systeme immer komplexer und sind besonders im Störfall nicht mehr mit konventionellen Mitteln handhabbar. Vielmehr bedarf es innovativer Mess- und Kommunikationseinrichtungen, um die Stromversorgung sicherzustellen. Die Erweiterung des UCTE-Netzes, in dem zahlreiche europäische Länder zusammengeschlossen sind, hat gezeigt, dass die Eigendämpfung des so entstehenden Verbundnetzes abnimmt. Damit wächst die Neigung zu einem aufschwingenden Verhalten, das einen Ausfall von großen Netzabschnitten nach sich ziehen kann.

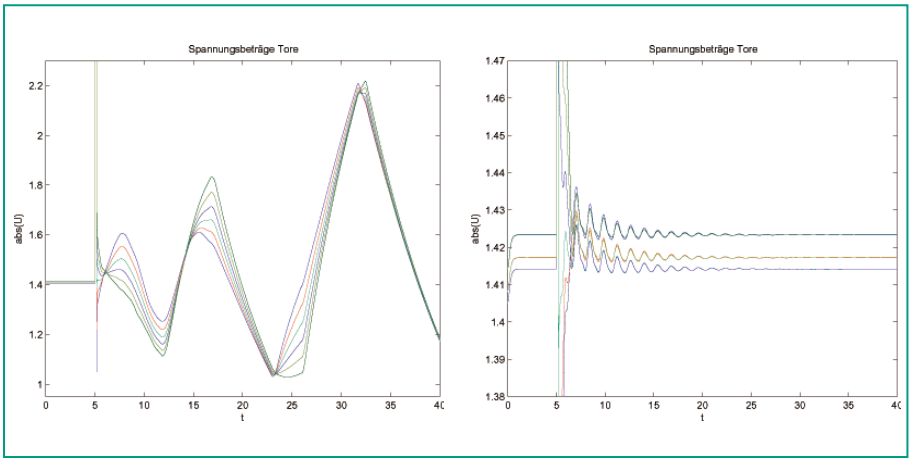
Am IEH des KIT gehen Forscher die Problematik analytisch an: Sie arbeiten an einem innovativen modellbasierten Regelungskonzept, das sich der Systemtheorie bedient. Dazu stellen sie ein Differenzialgleichungssystem auf, das Dynamik und Verkopplung des Gesamtsystems widerspiegelt. Der verstärkte Einsatz von Mess- und Kommunikationstechnik ermöglicht, jederzeit den genauen Zustand des Netzes zu erfassen und darüber hinaus das System im Störfall wieder in einen sicheren Zustand zu überführen. Mithilfe eines Modells entwerfen die Wissenschaftler einen Regelungsalgorithmus, der das Systemverhalten gezielt über die Stellgrößen beeinflusst. Die Kraftwerke werden als Stellgrößen aufgefasst, wo-



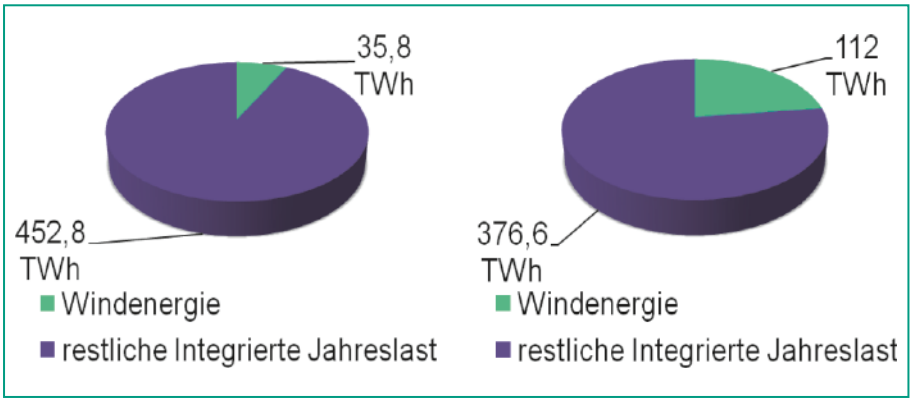
Schema des am KIT-Zentrum Energie entwickelten modellbasierten Regelungskonzepts.



Konventionelles Regelsystem ***Modellprädiktiver Regler (MPC)***
Simulation einer Laständerung von 2 MW/1 MVar auf 8 MW/4 MVar: Beim konventionell geregelten System oszilliert der Spannungsverlauf deutlich länger als beim MPC-geregelten System.



Konventionelles Regelsystem ***Modellprädiktiver Regler (MPC)***
Simulation eines Kurzschlusses: Mit der konventionellen Regelung kommt es zu einem gegenseitigen Aufschaukeln der Generatoren. Das MPC-geregelte System beherrscht den Kurzschluss.



Stand 2010 ***Ausbau 2020***
Die linke Grafik zeigt den Anteil der Windkrafterzeugung am Bruttostromverbrauch in Deutschland für das Jahr 2010 (Datenbasis: ÜNB, entsoe). Rechts ist der durch Skalieren dieser Eingangsdaten für 2020 prognostizierte Anteil dargestellt – Windkraft wird dann rund 20 Prozent des Strombedarfs decken.

durch das Betriebsverhalten kontrolliert wird; als Messgrößen dienen Spannungswerte des Netzes.

Das nichtlineare Modell zweier Synchrongeneratoren, verknüpft über ein Mittelspannungsnetz, wird über eine Modellprädiktive Regelung (MPC) kontrolliert. Als Messwerte dienen alle Knotenspannungen des Netzes. Sie fungieren als Eingangswerte, um die Zustandsgrößen zu ermitteln. Mit den geschätzten Zustandsgrößen kann die MPC das nichtlineare System so beeinflussen, dass die vorgegebenen Sollgrößen eingestellt werden.

Um den entwickelten Regelalgorithmus zu validieren, haben die KIT-Wissenschaftler ein Inselnetz mit zwei Generatoren und fünf Leitungen aufgebaut. Zur Prüfung der dynamischen Performance ist es erforderlich, das System einer großen Zustandsänderung zu unterziehen. Daher haben die Forscher die beiden in der Praxis relevantesten Ereignisse simuliert: einen dreiphasigen Kurzschluss sowie eine große Laständerung. Bei der Simulation berücksichtigen sie die in der Praxis auftretenden Stellgrößenbeschränkungen der Generatoren.

Zuerst erprobten die Wissenschaftler eine schlagartige Laständerung von 2 MW/ 1 MVar auf 8 MW/4 MVar. Als Zweites simulierten sie nach fünf Sekunden einen Kurzschluss von 200 ms. Ergebnis: Mit der konventionellen Regelung, die keine Kenntnis über das Gesamtsystem besitzt, sondern nur die lokale Klemmspannung regelt, kommt es zu einem gegenseitigen Aufschaukeln der Generatoren. Das per MPC geregelte System hingegen ist mit dem Modell und den Messwerten aller Klemmspannungen imstande, den Kurzschluss zu beherrschen. Das Modell berücksichtigt die Verkopplung der Generatoren über das Netz und kann damit Resonanzeffekte vorhersagen und vermeiden.

Matthias Kahl
Ulrich Reiner

Weitere Infos:
Ulrich Reiner
Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik (IEH)
Telefon +49 721 608-43065
E-Mail ulrich.reiner@kit.edu

Offener dreiphasiger Begrenzer: Ein supraleitender Strombegrenzer wirkt ähnlich wie eine Sicherung, ist jedoch beliebig oft auslösbar und automatisch wieder einsatzbereit.

Supraleitende Komponenten für die Energienetze von morgen

Energietechnische Anwendungen der Supraleitung, wie supraleitende Strombegrenzer und Kabel, können wesentlich zum erforderlichen Ausbau und Umbau der Energienetze beitragen und diese zuverlässiger, sicherer und effizienter machen. Am KIT-Zentrum Energie entwickeln Forscherinnen und Forscher solche neuartigen Netzkomponenten gemeinsam mit Industriepartnern.

Das Rückgrat einer zuverlässigen, sicheren und effizienten Stromversorgung sind die elektrischen Netze, die sich von der Energieumwandlung über die Energieübertragung bis zur Energieverteilung erstrecken. Bereits heute ist abzusehen, dass auf diese Netze zahlreiche neue Herausforderungen zukommen – schrittweise Erneuerung und weiterer Ausbau sind daher unumgänglich. Gründe dafür sind unter anderem, dass die vorhandenen Netze zunehmend altern, dass immer mehr schwankende regenerative Energien wie Sonne und Wind eingespeist werden und dass das Verbraucherverhalten sich wandelt. So wird vermehrt elektrische Energie nachgefragt, beispielsweise für Elektrofahrzeuge.

Supraleitende Komponenten können künftig einen wichtigen Beitrag zur anstehenden Erneuerung elektrischer Netze leisten. Entdeckt wurde das Phänomen der Supraleitung bereits 1911 von dem niederländischen Physiker Heike Kammerlingh Onnes: Einige Materialien zeigen keinen elektrischen Widerstand mehr, wenn sie unter eine bestimmte Temperatur – die sogenannte Sprungtemperatur – abgekühlt werden. Aber erst seit Karl Müller und Georg Bednarz 1986 die Hochtemperatur-Supraleitung entdeckten, ist eine wirtschaftlich sinnvolle Anwendung in Energienetzen möglich: Da Hochtemperatur-Supraleiter (HTS) im Vergleich zu Tieftemperatur-Supraleitern eine deutlich höhere Sprungtemperatur aufweisen, erlauben sie die Kühlung mit preiswertem flüssigen Stickstoff bei 77 K (–196 °C).

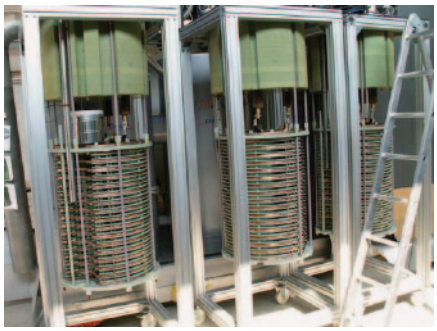
Die äußerst hohe Stromdichte von Supraleitern bei vernachlässigbarem Gleichstromwiderstand gestattet es, bekannte Komponenten wie Kabel, Generatoren und Transformatoren wesentlich kompakter, leistungsstärker und verlustärmer auszulegen. Neuartige Netzkomponenten wie der supraleitende Strombegrenzer und supraleitende magnetische Energiespeicher werden durch Supraleitung überhaupt erst möglich.

Ein supraleitender Strombegrenzer wirkt ähnlich wie eine Sicherung, welche die Höhe des Kurzschlussstroms signifikant begrenzt und dadurch die Netze sicherer und zuverlässiger macht. Im Unterschied zu herkömmlichen Sicherungen sind supraleitende Strombegrenzer jedoch beliebig oft ohne einen Ersatz auslösbar und automatisch wieder einsatzbereit. All diese Eigenschaften zusammen lassen sich bis jetzt nicht mit anderen Mitteln erreichen, was die hohe Attraktivität der Supraleitung und die zahlreichen Entwicklungen auf diesem Gebiet erklärt.

Am KIT entwickeln Forscherinnen und Forscher des Instituts für Technische Physik (ITEP) in enger Kooperation mit Industriepartnern neuartige supraleitende Netzkomponenten und haben dabei einige weltweit beachtete Erfolge

erzielt. Bereits 2004 begann im Rahmen eines Verbundprojekts der weltweit erste Netzbetrieb eines resistiven supraleitenden Strombegrenzers und lief mit großem Erfolg. Im Oktober 2011 erreichten die Entwickler einen weiteren Meilenstein: Der weltweit erste Netzbetrieb eines resistiven Strombegrenzers basierend auf den Hochtemperatur-Supraleitern der 2. Generation im Eigenbedarfsnetz eines Kraftwerkes begann.

Vor Kurzem startete ein neues Verbundprojekt mit dem Ziel, bis 2013 erstmals in Deutschland ein supraleitendes Kabel in der Innenstadt einer Großstadt zu verlegen und im realen Netzbetrieb ausgiebig zu testen. Das Kabel hat eine Leistung von 40 MVA bei einer Spannung von 10 kV und wird mit einer Länge von einem Kilometer die längste realisierte supraleitende Kabelstrecke sein. In Kombination mit dem Kabel wird ein supraleitender Strombegrenzer installiert.



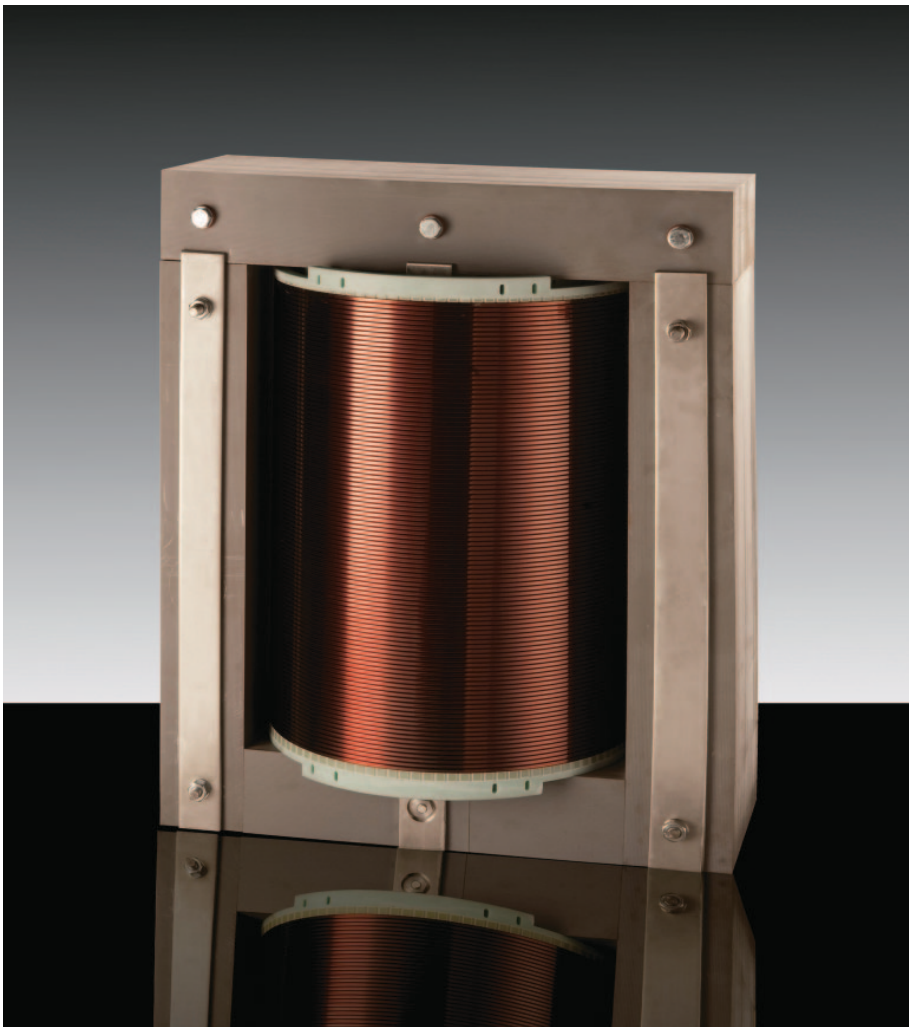
Ein 10 kV, 800 A resistiver Strombegrenzer-Einsatz von der Firma Nexans SuperConductors.

Die Forscherinnen und Forscher des ITEP arbeiten unter anderem daran, die supraleitende, strombegrenzende Komponente eines Strombegrenzers zu entwickeln. Auch klären sie wichtige Fragen der zuverlässigen elektrischen Isolation bei tiefen Temperaturen oder der Alterung der Komponenten durch Kurzschlüsse oder durch andere in der Praxis auftretende Belastungen. Bei der Entwicklung von supraleitenden Kabeln geht es vor allem um die Untersuchung verlustarmer, hochstromtauglicher Leiterkonzepte. Die mit dem Industriepartner entwickelten Leiterkonzepte lassen sich dabei in aufwendigen Finite-Elemente-Methode-Berechnungen simulieren. In einem noch aufzubauenden Teststand werden sie künftig vor allem praxisrelevanten Prüfungen unterzogen werden.

Insgesamt versteht sich das Institut für Technische Physik des KIT als nationales und internationales Kompetenzzentrum für technische Anwendungen der Supraleitung. Ausgehend von der Entwicklung großer supraleitender Magnete für die Fusion, begann das Institut bereits vor mehr als zehn Jahren, neuartige supraleitende Netzkomponenten zu entwickeln. Dank der Verbindung von Supraleitermaterialkenntnissen, Kryotechnikexpertise und Kenntnissen über Netzkomponenten sowie dank der teilweise einzigartigen Versuchsstände und des umfassenden Know-hows von Mitarbeitern besitzt das ITEP eine Alleinstellung auf diesem Forschungsgebiet.

Weltweit gab es in den vergangenen Jahren eine Vielzahl von Prototypen, besonders für supraleitende Strombegrenzer und Energiespeicher, die erfolgreich entwickelt und anschließend im Netz erprobt wurden. Bei Strombegrenzern hat der Industriepartner des ITEP bereits erste kommerzielle Anwendungen realisiert. 100 Jahre nach der Entdeckung der Supraleitung stehen damit erstmals energietechnische Anwendungen wie supraleitende Strombegrenzer und supraleitende Kabel an der Schwelle zur Kommerzialisierung. Diese Komponenten können Energienetze künftig deutlich zuverlässiger, sicherer und effizienter machen.

Mathias Noe
Wilfried Goldacker



Supraleitender strombegrenzender Transformatordemonstrator mit 60 kVA: Er funktionierte als Erster mit vollständiger Rückkühlung unter Nennstrom.

Weitere Infos:

Professor Dr. Mathias Noe
Dr. Wilfried Goldacker
Institut für Technische Physik (ITEP)
Telefon +49 721 608-23500 (Noe)
Telefon +49 721 608-24179 (Goldacker)
E-Mail mathias.noe@kit.edu
E-Mail wilfried.goldacker@kit.edu

Weiße Zertifikate für Energieeffizienz

Was tun unsere europäischen Nachbarn, um Energie einzusparen? Frankreich nutzt sogenannte Weiße Zertifikate, um Marktakteure zu verpflichten, Maßnahmen für mehr Energieeffizienz zu ergreifen. Was dieses umweltpolitische Instrument bewirkt, haben Forscher des KIT-Zentrums Energie untersucht.

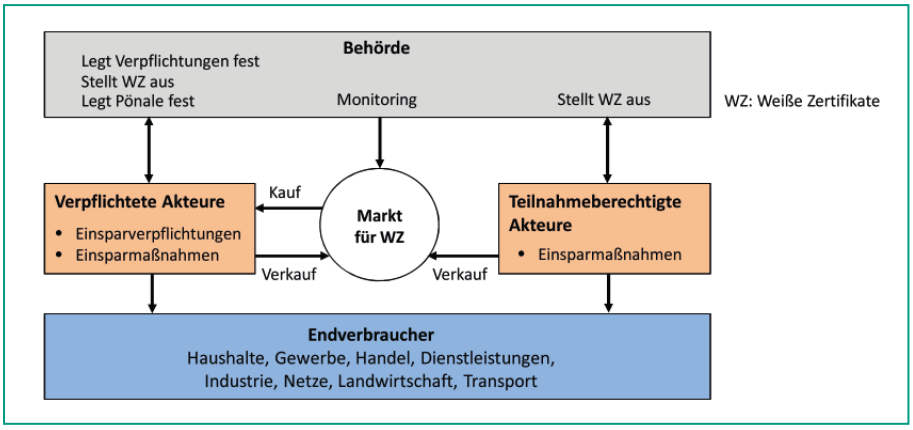
Akteure auf dem Energiemarkt, vor allem Versorger, werden verpflichtet, in festgelegten Zeiträumen bestimmte Mengen Energie in allen Endverbrauchersektoren einzusparen. Für das Erreichen der Ziele erhalten sie Energieeffizienzzertifikate, die sie auch an andere Akteure verkaufen können. Hat ein verpflichteter Marktteilnehmer nicht genug Zertifikate gesammelt, droht ihm eine Strafgebühr. So funktioniert das System der Weißen Zertifikate. Als umweltpolitisches Instrument sollen diese Zertifikate bestehende Gesetze und laufende Maßnahmen nicht ersetzen, sondern vielmehr ergänzen. Sie zielen darauf, aktuelle oder neu formulierte Energieeffizienzziele kostengünstig zu erreichen. Großbritannien, die belgische Region Flandern und Italien führten vergleichbare Instrumente 2002, 2003 und 2005 ein; Frankreich folgte 2006. Welche Erfahrungen Frankreich bis jetzt gesammelt hat, zeigen Sylvain Cail, Dr. Russell McKenna und Professor Wolf Fichtner vom Deutsch-Französischen Institut für Umweltforschung (DFIU) des KIT in ihrer Untersuchung „Environmental instruments to increase energy efficiency – experience with white certificates in France“ (In: Energieeffizienz – Tagungsband des VDI-Expertenforums „Energieeffizienz in den Städten und der Industrie von morgen“; KIT Scientific Publishing; http://digbib.ubka.uni-karlsruhe.de/volltexte/1000023676)

Foto: piu700/pixelio.de

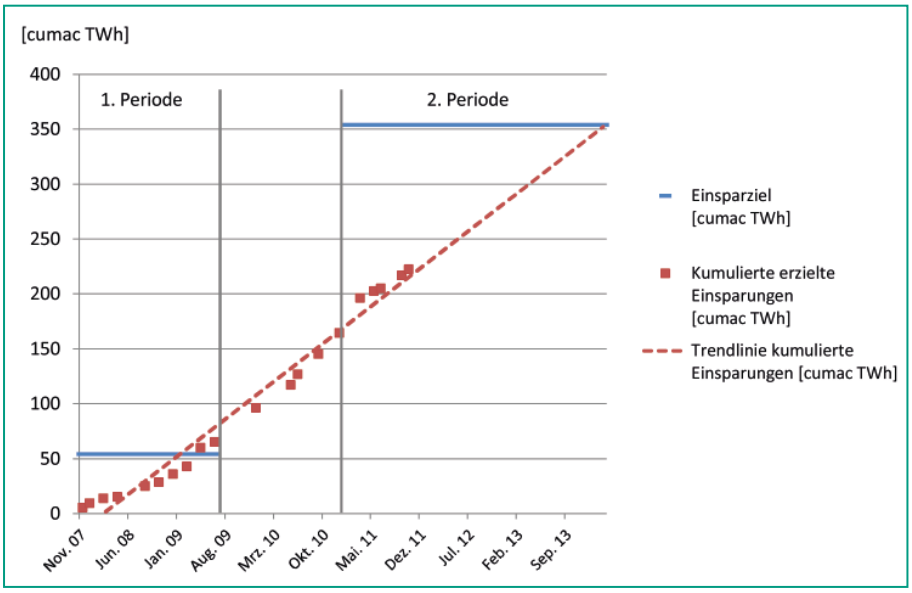
Das französische System der Weißen Zertifikate beruht auf der 2006 erlassenen EU-Richtlinie zur Endenergieeffizienz, die eine Einsparung von neun Prozent des jährlichen Verbrauchs bis 2016 vorsieht, sowie dem Französischen Energiegesetz vom Juli 2005, das die Errichtung eines Markts für Energieeffizienzzertifikate bestimmt und Einsparverpflichtungen für eine erste Periode von 2006 bis 2009 vorgibt. Rahmenbedingungen und Einsparverpflichtungen für eine zweite Periode von 2011 bis 2013 sind im „Loi Grenelle II“ vom Juli 2010 festgeschrieben. Ziel ist, große, aber noch unbestimmte Einsparpotenziale in Verbrauchersektoren, besonders in Haushalten, zu erschließen.

Einsparziele sind für jede Energieart – Strom, Erdgas, Heizöl, Kälte, Flüssiggas, Kraftstoffe – und jeden Energieversorger abhängig von Verkaufsvolumina und deren Geldwerten vorgegeben. Wie viele Weiße Zertifikate ein Akteur erhält, hängt von der Quantität der eingesparten Energie ab, die kumuliert und diskontiert betrachtet wird. Dabei wird die pauschale kumulierte diskontierte Einsparung über die Dauer der Maßnahme in der Einheit „cumac kWh“ angegeben. Einem effizienten Kühlschrank mit einer jährlichen Einsparung von 100 kWh/a und einer Lebensdauer von zehn Jahren entspricht beispielsweise eine Einsparung von 843 cumac kWh.

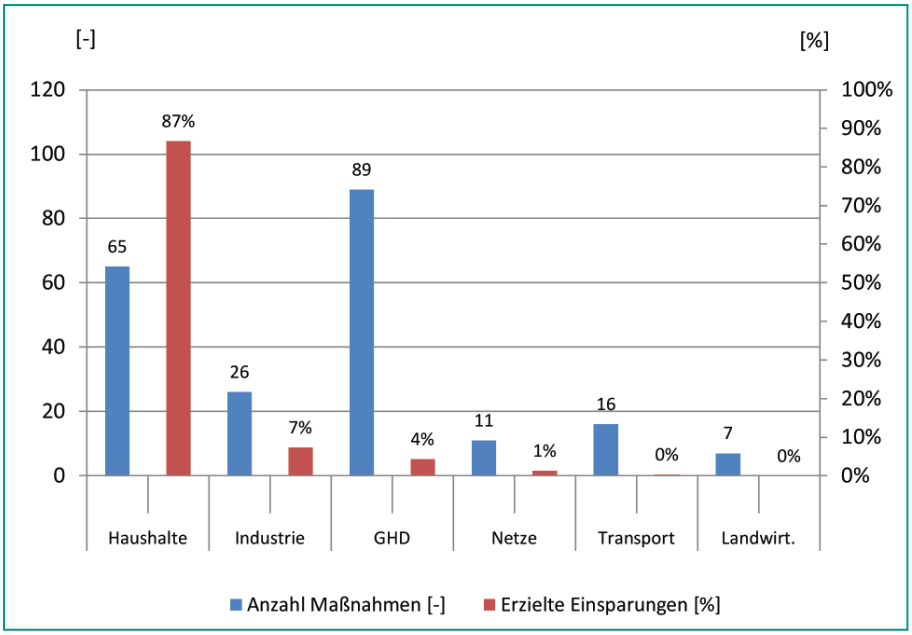
Ein kontinuierlich aktualisierter Katalog definiert mehr als 200 Standard-Einsparmaßnahmen für die Sektoren Haushalte, Industrie, Gewerbe – Handel – Dienstleistungen, Netze, Transport und Landwirtschaft. Jede Maßnahme ist durch eine Pauschaleinsparung charakterisiert. So bringt die Installation einer Haushaltswaschmaschine der Effizienzklasse A+ mit zehn Jahren Lebensdauer eine pauschale Einsparung von 130 cumac kWh. Für manche Maßnahmen variiert die Zahl der Zertifikate abhängig vom Klima der



Überblick über die Struktur des Markts für Weiße Zertifikate in Frankreich.



Kumulierte Energieeinsparungen und erwartete Entwicklung.



Anzahl existierender Maßnahmen und Verteilung der erzielten Einsparungen in der Periode 2006 bis 2009.

Region, wobei drei Klimazonen definiert sind. Die Strafgebühr für nicht erreichte Einsparziele am Ende jeder Periode liegt bei 0,02 Euro pro cumac kWh. Dadurch steht auch ein Höchstpreis für Weiße Zertifikate fest, und unangemessene Energiepreiserhöhungen sind weitgehend ausgeschlossen.

Für die erste Periode von 2006 bis 2009 betrug das Einsparziel 54 cumac TWh. Verpflichtet waren 42 Akteure für Strom, Erdgas, Kälte und Flüssiggas sowie 2 452 Akteure für Heizöl. Dazu kam eine große Zahl von teilnahmeberechtigten – potenziellen – Akteuren. Das Ziel wurde mit insgesamt eingesparten 65,2 cumac TWh übertroffen. 3,9 Milliarden Euro wurden in Energiesparmaßnahmen investiert; für die Endverbraucher ergab sich eine Energiekostenersparnis von 4,3 Milliarden Euro über die Gesamtdauer der Maßnahmen. Überdies erreichten die Maßnahmen eine jährliche Emissionsreduktion von 1,83 Millionen Tonnen CO_2. In Haushalten wurden über 86 Prozent der zertifizierten Energieeinsparungen erreicht; häufigste Maßnahmen waren die Installation eines Brennwertkessels oder eines Niedertemperatur-Heizkessels in Einfamilienwohnhäusern. Für die derzeit laufende zweite Periode von 2011 bis 2013 beträgt das Einsparziel insgesamt 345 cumac TWh. Verpflichtet sind 42 Akteure für Strom, Erdgas, Kälte und Flüssiggas und rund 2 200 Akteure für Heizöl. Dazu kommen rund 40 Akteure für Kraftstoffe. Der Markteintritt für nicht verpflichtete Akteure ist in dieser Periode eingeschränkt. Das Ausschließen von kleineren Akteuren soll die administrativen Kosten senken. Bereits jetzt zeichnet sich ab, dass das Einsparziel wiederum übertroffen werden sollte.

Sylvain Cail

Weitere Infos:
Sylvain Cail
Deutsch-Französisches Institut für Umweltforschung (DFIU)
Lehrstuhl für Energiewirtschaft
Telefon +49 721 608-44482
E-Mail sylvain.cail@kit.edu

Fernhantiertes Arbeiten mit radioaktivem Material in sogenannten Heißen Zellen.

Foto: Coerten

Nukleare Sicherheitsforschung am KIT – Nach der Reaktorkatastrophe in Japan

Nach den Ereignissen im japanischen Kernkraftwerk Fukushima Daiichi hat die Bundesregierung entschieden: Deutschland wird als erstes Industrieland der Welt innerhalb eines Jahrzehnts vollständig aus der Kernenergie aussteigen; 2022 wird der letzte Reaktor vom Netz gehen. Diesen Ausstieg gilt es so sicher wie möglich zu gestalten. Auch der Rückbau der stillgelegten Kernkraftwerke und die Endlagerfrage werden die Gesellschaft und somit auch die Forschung noch auf Jahrzehnte beschäftigen.

Der Ausstieg aus der Kernenergie darf daher nicht bedeuten, sich von den entsprechenden Kompetenzen zu verabschieden. In den Bereichen Reaktorsicherheit, Rückbau, Endlagerung, Strahlenschutz und Krisenmanagement, zur kritischen Begleitung internationaler Entwicklungen und zur kompetenten Bewertung der kerntechnischen Einrichtungen um Deutschland herum sind diese Kompetenzen weit über den deutschen Ausstieg hinaus gefragt. Daher hebt auch der Abschlussbericht der Ethikkommission „Sichere Energieversorgung" die Bedeutung kerntechnischer Forschung hervor. Eine enge Zusammenarbeit auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene ist dabei unerlässlich. Auch die nukleare Sicherheitsforschung am KIT richtet sich an den Herausforderungen des Kernenergieausstiegs aus. Es geht darum, die hohen Kompetenzen in den Bereichen Anlagensicherheit und Rückbau, Umgang mit radioaktiven Abfällen sowie Strahlenschutz zu erhalten.

Bei der Anlagensicherheit gilt es, die rechnerische Simulation spezieller Details, von Brennstäben und Brennelementen bis zu kompletten Reaktorkreisläufen, weiter zu verbessern, um unter anderem das zeitabhängige Verhalten dieser Systeme bei verschiedenen Betriebszuständen simulieren und die Sicherheitseigenschaften analysieren zu können. Dies gilt speziell auch für Auslegungsstörfälle, da sie der betrieblichen Genehmigung der Anlagen zugrunde liegen. Was auslegungsüberschreitende Störfälle und Notfallschutz betrifft, sind beim Reaktordruckbehälter (RDB) die Beurteilung möglicher Kühlbarkeits- und Rückhaltepotenziale, aber auch die Vorhersage eines eventuellen RDB-Versagens wichtige Forschungspunkte. Die Analyse von Fundamenterosion durch Corium-Schmelzen (MCCI) ist von erheblicher Relevanz, um das Risiko von schweren Störfällen zu bewerten. Wichtig ist, Containment-Konzepte hinsichtlich unterschiedlicher Versagensmechanismen weiterzuentwickeln sowie die Rückhalte-

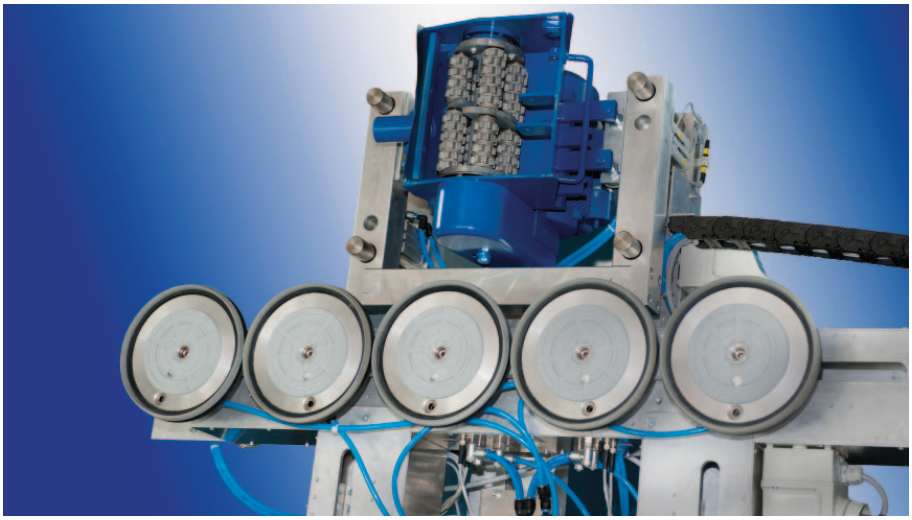
mechanismen für möglicherweise freigesetzte Spaltprodukte zu verbessern.

Im Rahmen des Vorsorgegebots haben Forscher am KIT das Echtzeit-Entscheidungshilfesystem RODOS (Real-time on-line decision support) entwickelt. Werden radioaktive Stoffe in die Umwelt freigesetzt, identifiziert RODOS Maßnahmen, die den größtmöglichen Schutz vor Strahlung und möglichen Strahlenschäden gewährleisten. Die mathematischen Modelle und komplexen IT-Systemarchitekturen von RODOS müssen stetig weiterentwickelt werden.

Beim Rückbau der deutschen Kernkraftwerke über Dekaden hinweg muss unter anderem die verfahrenstechnische Kette optimiert werden, um die anfallenden radioaktiven Abfallmengen sowie die Strahlenbelastung des Personals zu verringern. Dazu entwickelt das KIT neuartige Techniken, beispielsweise zur Dekontamination von Oberflächen oder zur Trennung von einzelnen Gebäudekomponenten unter schwierigen Umgebungsbedingungen.

Ein Schwerpunkt der nuklearen Sicherheitsforschung am KIT liegt auf dem Umgang mit radioaktiven Abfällen. Die Endlagerforschung hat grundlegende wissenschaftliche und technische Erkenntnisse erbracht. Allerdings müssen Forschung, Entwicklung, Aus- und Weiterbildung konsequent fortgesetzt werden, gerade was Endlagererrichtung und -optimierung, Endlagerbetrieb, Betriebs- und Langzeitsicherheit betrifft.

Die Langzeitsicherheit eines Endlagers lässt sich nicht allein durch technische Maßnahmen nachweisen. Vielmehr bedarf es des Verständnisses aller grundlegenden thermischen, hydraulischen, mechanischen, chemischen, radiologischen und biologischen Prozesse in einem Endlagersystem. Dies erfordert neueste analytische, spektroskopische und theoretische Methoden. So lassen sich belastbare thermodynamische und kinetische Daten für die Sicherheitsanalyse eines nuklearen Endlagers ermitteln, die nicht nur für einen bestimmten Standort gelten, sondern sich auch auf andere Endlagerformationen übertragen lassen. Diese grundlegenden Daten fließen in reaktive Transportmodelle ein, die teils neu zu entwickeln sind, um eine mögliche Radionuklidausbreitung für verschiedene



Autark arbeitender Manipulator für Dekontaminationsarbeiten – AMANDA.

Simulation der Wechselwirkung von Kernschmelze mit Beton in der MOCKA-Anlage (Metal Oxide Concrete interaction – Karlsruhe) am KIT-Campus Nord.

Endlagerkonzepte und Szenarien der jeweiligen Endlagerentwicklung beschreiben und bewerten zu können. Dies ermöglicht einen fundierten Sicherheitsnachweis über äußerst lange Zeiträume.

Eine Möglichkeit, das Langzeitrisiko endzulagernder hochradioaktiver Abfälle wesentlich zu verringern, stellen Partitioning und Transmutation (P&T) dar: Langlebige Radionuklide werden aus dem Abfall abgetrennt (Partitioning) und in speziellen Anlagen durch Neutronenreaktionen in stabile oder kurzlebige Isotope umgewandelt (Transmutation). Das Inventar an langlebigen radiotoxischen Radionukliden lässt sich dadurch um mehrere Größenordnungen reduzieren. Die Radiotoxizität der dann noch endzulagernden Abfälle wird unter Berücksichtigung von Prozessverlusten nach wenigen Jahrtausenden auf das Niveau des natürlichen Urans abgeklungen sein.

Der Schutz von Mensch und Umwelt ist Anliegen des Strahlenschutzes. Die Risiken beim Umgang mit ionisierender Strahlung sind zentrale Größen zur Bewertung aller Maßnahmen während der Restlaufzeit, der Stilllegung und des Rückbaus kerntechnischer Anlagen sowie für die sichere Entsorgung radioaktiver Abfälle. Daher gilt es, die messtechnische Erfassung von Strahlung weiter zu erforschen und zu entwickeln. Besonders wichtig ist, die Unterschiede bei der zeitlichen und räumlichen Verteilung einer Strahlendosis zu bewerten und dabei den Menschen als Einzelperson mit individuellen anatomischen und physiologischen Eigenschaften zu betrachten.

Th. Walter Tromm
Angelika Bohnstedt
Klaus Gompper

Weitere Infos:

Dr. Angelika Bohnstedt
Programm Nukleare Sicherheitsforschung
Sicherheitsforschung zur Nuklearen Entsorgung
Strahlenschutzforschung
Telefon +49 721 608-25525
E-Mail angelika.bohnstedt@kit.edu

Die Energiewende aus Verbrauchersicht

Technologien für mehr Effizienz und einen hohen Anteil regenerativer Energien sind in aller Munde. Um die Energiewende zu verwirklichen, bedarf es aber nicht nur eines Umbaus der Infrastruktur, sondern auch der Akzeptanz der Nutzer. Die Helmholtz-Allianz ENERGY-TRANS forscht an den Schnittstellen zwischen Energietechnik, Planungsverfahren und Verbraucherverhalten.

Strom kommt jederzeit aus der Steckdose, das Auto lässt sich nach Bedarf an der nächsten Tankstelle betanken – daran ist die Gesellschaft seit Jahrzehnten gewöhnt. Energie in Form von Strom, Gas oder Kraftstoffen ist zuverlässig und fast uneingeschränkt verfügbar. Die Energiewende wird Veränderungen mit sich bringen. Mancherorts zeigen sich bereits Konflikte um neue Stromtrassen, Windparks und Pumpwasserspeicherwerke. Innovative Infrastrukturen, wie intelligente Stromnetze, verlangen ein flexibleres Verhalten von den Verbrauchern. Inwieweit sind die Bürgerinnen und Bürger bereit, diese Veränderungen mitzutragen?

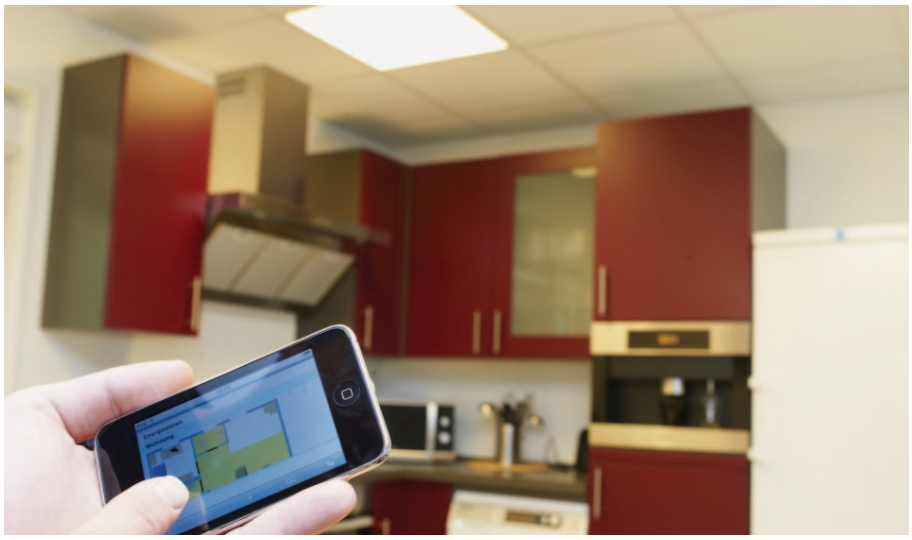
„Um zukünftige Energieinfrastrukturen zu erforschen und zu gestalten, benötigen wir mehr als die Entwicklung und Bereitstellung von technischen Innovationen. Notwendig sind auch ihre Einbettung in organisatorische, wirtschaftliche und kulturelle Kontexte und die Einsicht in soziale und individuelle Verhaltens- und Akzeptanzmuster. Nur auf dieser Basis lassen sich Strategien entwickeln, wie der Transformationsprozess effizient und sozialverträglich ausgestaltet werden kann", erklärt Professor Armin Grunwald, Leiter des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des KIT. Zusammen mit Professor Ortwin Renn, Direktor des interdisziplinären Forschungsschwerpunkts Risiko und Nachhaltige Technikentwicklung (ZIRN) der Universität Stuttgart, fungiert Armin Grunwald als Sprecher der neuen Helmholtz-Allianz „ENERGY-TRANS: Zukünftige Infrastrukturen der Energieversorgung. Auf dem Weg zur Nachhaltigkeit und Sozialverträglichkeit".

Der Problematik entsprechend verfolgt die Allianz einen interdisziplinären Ansatz: Psychologen, Ökonomen, Sozialwissenschaftler, Systemtheoretiker und Geisteswissenschaftler untersuchen gemeinsam mit Technologieexperten die Voraussetzungen und Bedingungen der Energiewende. ENERGY-TRANS begreift das Energiesystem als sozio-technisches System und betrachtet demgemäß sowohl die technisch-infrastrukturellen als auch die gesellschaftlichen Herausforderungen und Implikationen der Energiewende. Im Zentrum stehen die Wechselwirkungen zwischen Energieangebot, Speicherung und Verteilung auf der einen Seite und institutioneller Steuerung, Energienachfrage und gesellschaftlicher Akzeptanz auf der anderen Seite.

Damit Elektromobilität flächendeckend genutzt werden kann, bedarf es einer entsprechenden Ladeinfrastruktur.

Dabei widmen sich die Wissenschaftler vor allem der Nutzerseite, das heißt der Sicht des privaten, industriellen oder institutionellen Verbrauchers. Innovative Energieinfrastrukturen, ob Verteilungsnetze, Speicher oder Steuerungseinheiten, erfüllen nur dann ihren Zweck, wenn die Menschen sie akzeptieren und funktionsgerecht nutzen. So erfordert ein intelligentes Stromnetz – Smart Grid – eine enge Absprache zwischen Versorger und Kunde: Wie tief soll der Versorger beispielsweise in die Steuerung elektrischer Geräte in privaten Haushalten eingreifen können? Wenn sich die Beteiligten über solche Fragen nicht verständigen, drohen weitreichende Auseinandersetzungen, die sogar dazu führen können, dass neue Versorgungsmodelle abgelehnt werden.

Die Helmholtz-Allianz ENERGY-TRANS zielt nicht nur auf wissenschaftliche Erkenntnis, sondern auch auf handlungsorientiertes Wissen. Daher bezieht sie Entscheidungsträger aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft aktiv in ihre Arbeit ein. Schließlich geht es auch darum, der breiten Öffentlichkeit die komplexen Zusammenhänge im Energiebereich verständlich zu machen. Das KIT wirkt in der Allianz federführend. Als weitere Helmholtz-Zentren sind das Forschungszentrum Jülich, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) beteiligt. Dazu kommen die Universität Stuttgart, die Otto von Guericke Universität Magdeburg, die FU Berlin sowie das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung in Mannheim. ENERGY-TRANS startete im September 2011, ist auf insgesamt fünf Jahre angelegt und



Bedienung elektrischer Geräte via Smartphone: Die intelligente Steuerung des Haushalts erfordert eine enge Absprache zwischen Versorger und Kunde.

Um die Infrastrukturen der Energieversorgung und ihre gesellschaftliche Akzeptanz geht es in der Helmholtz-Allianz ENERGY-TRANS.

Einsicht in soziale Verhaltensmuster ist erforderlich, um die Energieinfrastrukturen der Zukunft zu gestalten.

besitzt ein Projektvolumen von 16,5 Millionen Euro. Die Helmholtz-Gemeinschaft fördert die Allianz bis 2016 mit insgesamt 8,25 Millionen Euro aus dem Impuls- und Vernetzungsfonds.

Ein Schwerpunkt der Arbeiten am ITAS des KIT widmet sich neuen Risiken, welche die Energiewende mit sich bringt. Innovative Technologien und neue Akteurskonstellationen machen das Energiesystem deutlich komplexer. So steigt mit dem Anteil fluktuierender Energien wie Sonne und Wind auch der Mess- und Steuerungsbedarf im Energienetz. Um Stabilität und Effizienz zu sichern, wird zunehmend Informations- und Kommunikationstechnologie ins Netz integriert. Sie muss vor unbefugten Eingriffen und Angriffen von außen geschützt werden, damit die Versorgungssicherheit gewährleistet ist. „Risiken und Regulierung" ist eins von fünf Forschungsfeldern der Allianz, denen insgesamt 17 Projekte zugeordnet sind. Das ITAS des KIT koordiniert die Felder „Risiken und Regulierung" sowie „Technisch-soziale Entwicklungen" und ist an weiteren Forschungsfeldern beteiligt.

So modellieren die Karlsruher Forscher Bedingungen und Auswirkungen der Energiewende für ausgewählte Regionen, untersuchen die Bedeutung der Erwartungsmuster von Technikentwicklern in Innovationsprozessen, betrachten die Wechselwirkungen zwischen sich wandelnden Kontrollstrukturen und systemischen Risiken. Das ITAS leitet überdies die Querschnittaktivität „Nachhaltigkeits-Monitoring", die unter anderem Kriterien zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Entwicklungen im Energiesystem bereitstellt. Schließlich arbeitet das Institut in Projekten mit, die Innovationsprozesse analysieren, energiebezogene Entscheidungs- und Verhaltensmuster in privaten Haushalten erforschen sowie die angewandten Foresight-Ansätze methodisch reflektieren.

Jens Schippl

Weitere Infos:
Jens Schippl
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Telefon +49 721 608-23994
E-Mail jens.schippl@kit.edu

KIT-Zentrum Energie

Leiter	Dr. Peter Fritz
Wiss. Sprecher	Prof. Dr.-Ing. Hans-Jörg Bauer
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 – Kernenergie und Sicherheit Dr. Thomas Walter Tromm

Sprecher Topic 7 – Energiesystemanalyse Prof. Dr. Armin Grunwald

Geschäftsführer Dr. Wolfgang Breh

www.energie.kit.edu