



Energieforschung und -technologie

in Bayern



IMPRESSUM

Herausgeber:

Bayerische Energieagentur ENERGIE INNOVATIV
im Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie
Postanschrift: 80525 München
Hausadresse: Prinzregentenstraße 24 | 80538 München
Telefon: 089 2162-0
Fax: 089 2162-2760
E-Mail: info@energie-innovativ.de
Internet: www.energie-innovativ.de

Konzeption, Text, Gestaltung und Realisation: FLAD & FLAD Communication GmbH, Heroldsberg bei Nürnberg, www.flad.de
Als Grundlage zur Texterstellung der Broschüre diente das Rahmenkonzept „Bayerische Allianz für Energieforschung und -technologie“.
Download unter www.energie-innovativ.de/fileadmin/Web-Dateien/Dokumente/technologie/Rahmenkonzept.pdf

Druck: Joh. Walch GmbH & Co. KG, Augsburg
Gedruckt auf PEFC-zertifiziertem Papier

Stand: April 2013

Inhalt

	Seite
Vorwort	5
<hr/>	
10 Fragen/10 Antworten	6
<hr/>	
Standort Bayern	8
<hr/>	
1 Energiebereitstellung	10
<hr/>	
2 Energieeffiziente Gebäude und Betriebe	22
<hr/>	
3 Speicher	32
<hr/>	
4 Netze	40
<hr/>	
5 Querschnittsthemen	46
<hr/>	
Projektüberblick	54

Hinweise:

Diese Broschüre wendet sich an Frauen und Männer gleichermaßen. Auf eine durchgehend geschlechtsneutrale Schreibweise wird zugunsten der besseren Lesbarkeit des Textes verzichtet. Zudem wird darauf hingewiesen, dass es in Bayern neben den dargestellten Beispielen zahlreiche weitere erfolgreiche Projekte gibt.

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

der Umbau der Energieversorgung ist eine der zentralen Herausforderungen unserer Generation. Die Intensivierung der Forschung und die Entwicklung neuer Energietechnologien spielen eine entscheidende Rolle für das Gelingen dieses Vorhabens.

Hierfür wollen wir künftig Forschung und Entwicklung in den Bereichen Energieerzeugung und -bereitstellung, Energieeinsparung und effizientere Anwendung von Energie in Gebäuden ebenso wie in Produktionsprozessen, Innovationen bei Netzen und Infrastrukturen sowie verbesserte und innovative Speichertechnologien gezielt und verstärkt fördern.

Die Bayerische Staatsregierung hat in ihrem Energiekonzept „Energie innovativ“ die besondere Bedeutung von Energieforschung und -technologie hervorgehoben. Ausgehend von einer Bestandsaufnahme der bayerischen Kompetenzen im Energiebereich hat eine eigens eingesetzte Expertenkommission aus Wissenschaft

und Wirtschaft das Rahmenkonzept „Bayerische Allianz für Energieforschung und -technologie“ erarbeitet, das die zentralen Themenbereiche aufzeigt (Download unter www.energie-innovativ.de/fileadmin/Web-Dateien/Dokumente/technologie/Rahmenkonzept.pdf). Gleichzeitig legt es die Grundlagen für die bayerische Energieforschung und -technologieentwicklung in den nächsten zehn Jahren. Auf dieser fachlichen Basis fördert die Bayerische Staatsregierung prioritäre Projekte zu vorrangigen Forschungsthemen in der ganzen Bandbreite der Energieforschung und -technologieentwicklung. Die vorliegende Broschüre stellt eine Auswahl dieser Projekte vor.

Diese Broschüre zeigt, wie Forschung und Entwicklung in Bayern auf vielfältige Weise einen wichtigen Beitrag zum Gelingen der Energiewende leisten. Gleichzeitig gibt sie einen Einblick in das breite Spektrum der bayerischen Energieforschungs- und -technologielandschaft und die dort vorhandenen Kompetenzen.



Martin Zeil
Bayerischer Staatsminister
für Wirtschaft, Infrastruktur,
Verkehr und Technologie



Dr. Wolfgang Heubisch
Bayerischer Staatsminister
für Wissenschaft, Forschung
und Kunst



Dr. Marcel Huber
Bayerischer Staatsminister
für Umwelt und Gesundheit



Helmut Brunner
Bayerischer Staatsminister
für Ernährung, Landwirtschaft
und Forsten

10 Fragen



10 Antworten



1 Welchen Herausforderungen stellt sich die bayerische Energiepolitik?

Auch unter den Vorzeichen eines beschleunigten Umbaus der Energieversorgung auf Erneuerbare Energien behalten die energiepolitischen Ziele Bayerns – Versorgungssicherheit, Bezahlbarkeit und Umweltverträglichkeit – ihre Gültigkeit. Umweltverträglichkeit bedeutet insbesondere ein Festhalten an den ehrgeizigen bayerischen Klimazielen. Versorgungssicherheit und bezahlbare Energiepreise sind für die Bürgerinnen und Bürger ebenso unverzichtbar wie für bayerische Unternehmen, damit diese auch künftig international wettbewerbsfähig sein können.

2 Welche Bedeutung haben Energieforschung und -technologie für die Energiewende?

Die Energiewende in Bayern lässt sich nur erreichen, wenn bei den Energietechnologien höhere Wirkungsgrade, eine verbesserte Marktfähigkeit sowie erhebliche Kostensenkungen erzielt werden. Aufgabe der Energieforschung ist es, bestehende Verfahren und Materialien zu optimieren, aber auch ganz neue Ansätze zu entwickeln. Hierbei muss die gesamte Wertschöpfungskette der Energieversorgung – Bereitstellung, Anwendung, Speicherung und Verteilung – betrachtet werden. Nicht vergessen werden

darf auch, dass technische und organisatorische Lösungen in einem komplexen Umfeld mit sozialen, politischen, wirtschaftlichen und kulturellen Wechselbeziehungen beurteilt und umgesetzt werden müssen.

3 Entfaltet die Energieforschung auch eine wirtschaftliche Hebelwirkung?

Von der angewandten Energieforschung und -technologieentwicklung gehen erhebliche Marktchancen für bayerische Unternehmen auf nationalen und internationalen Märkten aus, die künftig in diesem Bereich drastisch wachsen werden.

4 Welche Ziele verfolgt das Rahmenkonzept „Bayerische Allianz für Energieforschung und -technologie“?

Es zeigt auf der Basis einer Bestandsaufnahme der bayerischen Kompetenzen im Energiebereich die für Bayern zentralen Handlungsansätze in der Energieforschung und -technologie auf. Es stellt fünf Schwerpunkte mit insgesamt 27 Forschungsfeldern in den Mittelpunkt: Erstes Forschungs- und Entwicklungsthema sind vor allem Technologien zur Bereitstellung Erneuerbarer Energien.

Gleichzeitig benötigt ein ganzheitliches Konzept Lösungen, welche die Effizienz der Energieanwendung erhöhen. Angesichts der dezentralen und oft wenig planbaren Bereitstellung von Energien aus erneuerbaren Quellen stehen außerdem Entwicklungen im Mittelpunkt, die Stromangebot und -nachfrage zusammenführen. Hierfür sind sowohl leistungsstarke Speichertechnologien als auch neue Technologien für Stromnetze gefragt. Die „Querschnittsthemen“ schließlich verbinden die einzelnen Fachthemenbereiche, z. B. über Umweltbegleitforschung oder Ressourcenmanagement.

5 Auf wessen Expertise gründet sich das Rahmenkonzept?

Die Staatsministerien für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie sowie für Wissenschaft, Forschung und Kunst haben unter Beteiligung der Staatsministerien für Umwelt und Gesundheit sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten eine hochrangige Expertenkommission aus Wissenschaft und Wirtschaft eingesetzt.



6 Welche strukturelle Stärkung des Standorts Bayern wird angestrebt?

Die landesweiten Kompetenzen sollen sowohl gebündelt und vernetzt als auch gezielt und nachhaltig gestärkt und ausgebaut werden: Rund um den Energie Campus Nürnberg sowie im Umfeld der Technischen Universität München liegen die beiden herausragenden Zentren der Energieforschung und -entwicklung in Bayern. Durch eine enge Kooperation mit allen außeruniversitären Forschungs- und Ressortforschungseinrichtungen, forschenden Unternehmen und Hochschulen aus ganz Bayern soll das Netz aller Fachkompetenzen im Energiebereich gestärkt und ausgebaut werden.

7 Was ist das „Bayerische Konzept für Forschung und Technologieentwicklung im Energiebereich“?

Das Konzept konzentriert sich mit einem Maßnahmenpaket auf die Themengebiete mit den größten Erfolgchancen für Bayern und baut im Sinne des Rahmenkonzepts auf den vorhandenen Kompetenzen und Stärken in Forschung und Wirtschaft auf. Es ist auf eine Laufzeit von zehn Jahren angelegt (2012–2021) und folgt einem zeitlich gestaffelten Vorgehen, bei dem kurzfristige sowie mittel- und längerfristige Effekte für die Energiewende berücksichtigt werden. Mit diesem Einstieg in die Konkretisierung des Rahmenkonzepts „Bayerische Allianz für Energieforschung und -technologie“ nimmt Bayern eine Führungsrolle in Deutschland ein. Eine Auswahl von Maßnahmen ist in dieser Broschüre dargestellt. Das Rahmen-

konzept ist zum Download verfügbar unter www.energie-innovativ.de/fileadmin/Web-Dateien/Dokumente/technologie/Rahmenkonzept.pdf.

8 Welche staatlichen Finanzmittel sind im Konzept vorgesehen?

Den Staatsministerien für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, für Wissenschaft, Forschung und Kunst, für Umwelt und Gesundheit sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten wurden im Nachtragshaushalt für das Jahr 2012 knapp 66 Mio. Euro zur Verfügung gestellt. Mit dem Doppelhaushalt 2013/2014 werden derzeit Finanzmittel von rund 193 Mio. Euro zur Förderung zugewiesen. Die Finanzplanung sieht bis zum Jahr 2016 Finanzmittel von rund 433 Mio. Euro vor.

9 Welche Themen behandeln die wichtigsten Projekte und Initiativen des Konzepts?

Unter „Energiebereitstellung“ werden Projekte der Wind- und Wasserkraft, Solar- und Kraftwerkstechnologie und Kraft-Wärme-Kopplung aufgeführt. Weiterhin gibt es Projekte zur Effizienzsteigerung von Biogasanlagen, biogenen Festbrennstoffen und zur Erforschung von Biokraftstoffen. Mehr Energieeffizienz in Gebäuden und bei Produktions- und Dienstleistungsprozessen soll unter anderem mittels innovativer Elektronik im Zusammenspiel von Erzeugung, Verbrauch und Speicherung und durch neue Ansätze zur Rückgewinnung von Energie erreicht werden. Speichertechnologie wird in einem technologieübergreifenden Zentrum für die Erforschung von stationären Batteriesystemen



weiterentwickelt. Es wird dort zudem an Wasserstoff- und Redox-Flow-Technologien gearbeitet. Neue Technologien für Stromnetze erforscht man im Zentrum für sicheres Energiemanagement sowie über Technologieverbünde zum Thema „Smart Grids“. Unter „Querschnittsthemen“ fallen Maßnahmen der (Umwelt-) Begleitforschung, zum Ressourcenmanagement sowie die Stärkung der Forschungsinfrastruktur in den Energietechnologien.

10 Wie garantiert das Rahmenkonzept die ausreichende Flexibilität für zukünftige Entwicklungen?

Energieforschung und -technologie unterliegen einer starken Dynamik. Dementsprechend soll die Expertenkommission das Rahmenkonzept „Bayerische Allianz für Energieforschung und -technologie“ laufend anpassen und mindestens alle drei Jahre fortschreiben. ●

Standort **BAYERN**

Forschungspower für die Energiewende

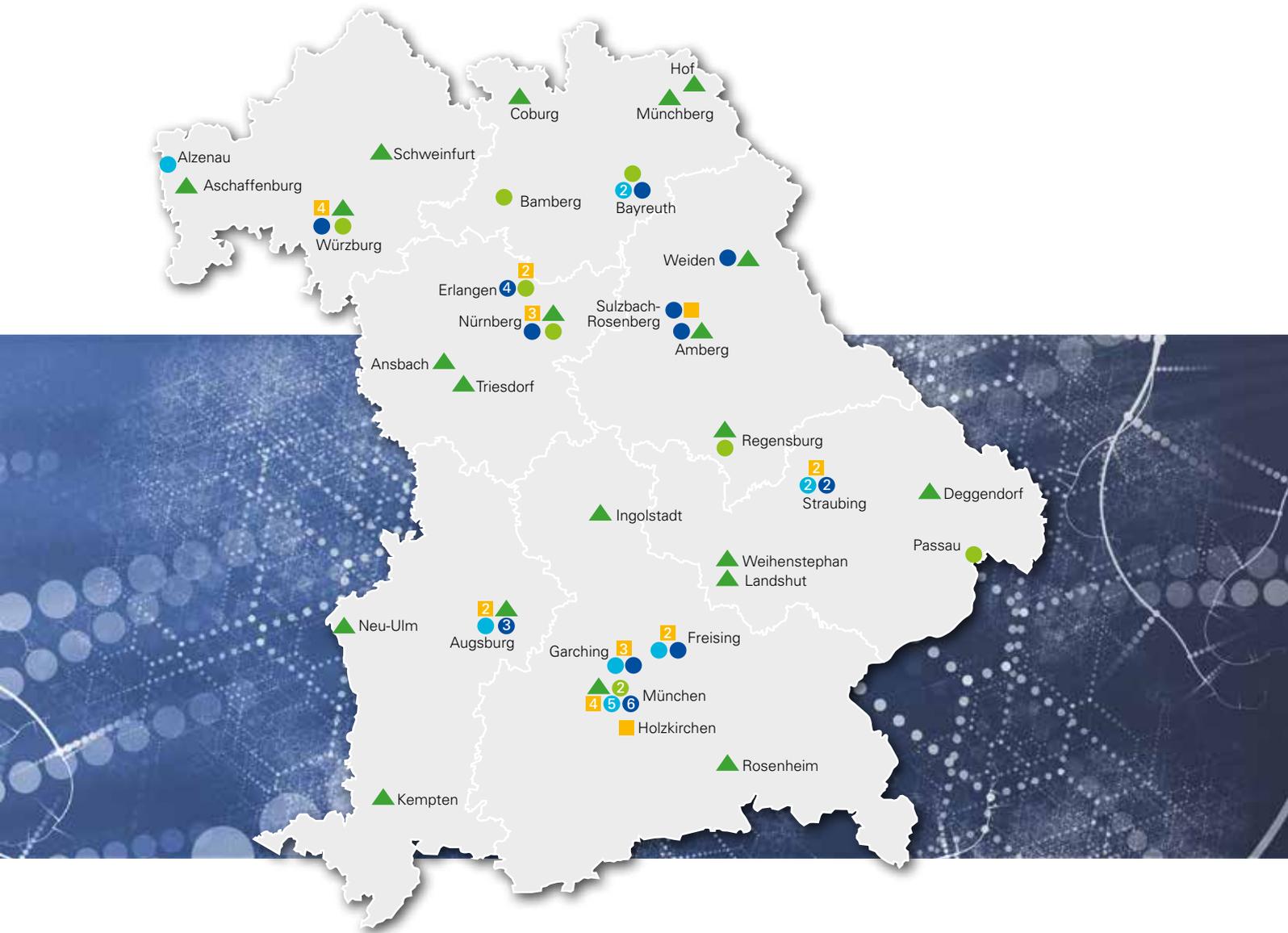
Mit der Energiewende stellt sich Bayern der Herausforderung, die Energieversorgung zügig umzubauen – hin zu einem 50 Prozent-Anteil Erneuerbarer Energien am Stromverbrauch. Auf dem Weg dorthin sind zahlreiche Hürden zu nehmen. Dies wird nur durch verstärkten Einsatz innovativer Energietechnologien und einer intensiven Energieforschung zu schaffen sein.

Der Ausstieg aus der Kernenergie ist beschlossene Sache. Im Jahr 2022 wird auch in Bayern das letzte Kernkraftwerk vom Netz gehen. Der Anteil Erneuerbarer Energien wie Solarenergie, Windkraft oder Bioenergie soll in Bayern bis zum Jahr 2021 auf 50 Prozent des Stromverbrauchs gesteigert werden. Dieser Umbau darf aber nicht zu Lasten einer sicheren, bezahlbaren und umweltverträglichen Energieversorgung gehen. Es ist nicht damit getan, einfach nur die Anzahl von Anlagen zur Erzeugung Erneuerbarer Energien zu erhöhen, da diese mit den aktuellen technologischen Möglichkeiten keine ausreichende gesicherte Leistung bieten.

Eine stark auf Erneuerbare Energien gegründete Energieversorgung wird einen weit dezentraleren Charakter haben als bisher und erfordert daher andere Stromnetzstrukturen. Künftig müssen viele Wind- und Solaranlagen miteinander koordiniert und auf die

Energienachfrage abgestimmt werden. Die unregelmäßige Verfügbarkeit der „Erneuerbaren“ macht zudem neue Speicher, Übertragungs- und Regeltechniken nötig. Da Bayern außerdem an seinem Ziel festhält, die energiebedingten CO₂-Emissionen weiter deutlich zu reduzieren, haben auch Energieeffizienz und -einsparung eine große Bedeutung.

Zur Bewältigung dieser Aufgabe sind technologische Sprünge erforderlich, die nur mit erheblichen Investitionen in die Energieforschung und neue Energietechnologien zu erreichen sind. Mit einer leistungsstarken und ausdifferenzierten Forschungslandschaft aus Wissenschaftseinrichtungen – Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen – und forschenden Unternehmen verfügt Bayern über beste Voraussetzungen, die Hürden auf dem Weg in eine nachhaltige Energiezukunft erfolgreich zu bewältigen. ●



● **Standorte der im Bericht beschriebenen Projekte** (S. 15–53)

● **Standorte der Projekte aus der Gesamtübersicht** (S. 54–55)

Einrichtungen für Forschung und Entwicklung in Bayern:

● **Staatliche Universitäten** in Bayern

Universität Augsburg, Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Universität Bayreuth, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU), Technische Universität München (TUM), Universität Passau, Universität Regensburg, Julius-Maximilians-Universität Würzburg

▲ **Staatliche Hochschulen für angewandte Wissenschaften (HAW)** in Bayern

Hochschule Amberg-Weiden, Hochschule Ansbach, Hochschule Aschaffenburg, Hochschule Augsburg, Hochschule Coburg, Hochschule Deggendorf, Hochschule Hof, Hochschule Ingolstadt, Hochschule Kempten, Hochschule Landshut, Hochschule München, Hochschule Neu-Ulm, Georg-Simon-Ohm-Hochschule Nürnberg (GSO), Hochschule Regensburg, Hochschule Rosenheim, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Hochschule Würzburg-Schweinfurt

■ **Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen** in Bayern

Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP), Garching, Energie Campus Nürnberg (EnCN), Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Straubing, Fraunhofer-Gesellschaft, München, Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (IIS), Erlangen, Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie (IISB), Erlangen, Fraunhofer-Institut für Silicatiforschung (ISC), Würzburg, Fraunhofer-Institut für Systeme der Kommunikationstechnik (ESK), München, Fraunhofer-Institut für Sichere Informations-Netze (SIT), München, Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV), Freising, Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP), Institutsteil Holzkirchen, Forschungs- und Entwicklungszentrum Elektromobilität in Garching (Fraunhofer ICT) und Würzburg (Fraunhofer ISC), Projektgruppe des Fraunhofer-Instituts für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (IGB) in Straubing, Projektgruppe des Fraunhofer-Instituts für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU) in Augsburg „Ressourceneffiziente mechatronische Verarbeitungsmaschinen“, Fraunhofer-Einrichtung für Modulare Festkörper-Technologien (EMFT), München, Bayerisches Zentrum für angewandte Energieforschung (ZAE Bayern), Fraunhofer UMSICHT, Institutsteil Sulzbach-Rosenberg, Süddeutsches Kunststoffzentrum (SKZ), Würzburg, fortiss GmbH, Garching, Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FFE), München, bifa Umweltinstitut GmbH, Augsburg, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

② Mehrere Projekte der gleichen Kategorie sind durch Zahlen in den Symbolen gekennzeichnet.

1

ENERGIE- BEREITSTELLUNG

Stroh zu Gold spinnen – was für eine märchenhafte Vorstellung! Und doch gar nicht so weit von der Realität entfernt. Denn neueste Verfahren sind in der Lage, aus Stroh und anderen Agrarreststoffen zwar kein Gold, aber gleichwohl wertvolle Energie zu gewinnen. Biomasse hat heute einen wichtigen Anteil an den in Bayern genutzten Erneuerbaren Energiequellen, neben Wind-, Wasserkraft und Solarenergie. Bis 2021 soll „grüner Strom“ gut die Hälfte am bayerischen Stromverbrauch ausmachen.





GRÜNE ENERGIE für den Freistaat

Der Umbau der bayerischen Energieversorgung ist in vollem Gange

Der Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie ist beschlossene Sache. Im Jahr 2022 wird das letzte Kernkraftwerk Bayerns vom Netz gehen. Gleichzeitig sollen Erneuerbare Energiequellen wie Wind-, Wasserkraft, Solarenergie, Biomasse und Geothermie bis 2021 die Hälfte des bayerischen Stromverbrauchs decken. Ohne konventionelle Energieträger wird es noch länger nicht gehen. Um den Energieumstieg sicher, bezahlbar und umweltverträglich zu gestalten, kommt der Forschung und Entwicklung eine wesentliche Rolle zu. Es gilt, immer leistungsfähigere und kostengünstigere Technologien zur Energieerzeugung zu entwickeln.

Ein Schwerpunkt der Forschung liegt z. B. auf der Photovoltaik. Aufgrund der relativ hohen Sonneneinstrahlung sowie seiner Forschungsinfrastruktur ist Bayern dafür prädestiniert, innerhalb Deutschlands hier eine führende Rolle einzunehmen. Und darüber hinaus: Schon heute ist Bayern führend im Ausbau der Photovoltaik und produziert mehr Photovoltaikstrom als die gesamten USA. Im Jahr 2021 sollen 16 Prozent des Stroms aus Photovoltaik erzeugt werden. Es müssen erhebliche Kostensenkungen durch die Optimierung bestehender beziehungsweise Entwicklung neuer Solarzellentechniken erreicht werden.

Neue Ansätze sind z. B. Photovoltaik-Anlagen der dritten Generation, wie „organische Photovoltaik“ oder Hybridtechnologien aus organischen und anorganischen Materialien. Diese basieren etwa auf halbleitenden Kunststoffen und kommen ohne kostenintensive und seltene chemische Elemente, wie sie in Dünnschicht-solarzellen verwendet werden, aus. Aber auch die Photovoltaik-Technologien der ersten und zweiten Generation wie Silizium-Wafer und Dünnschicht-solarzellen müssen in ihrer Ressourcen- und Energieeffizienz sowie den Produktionsverfahren verbessert werden.

Auch beim zweiten Verfahren zur Nutzung von Sonnenenergie, der Solarthermie, besteht Forschungsbedarf. Ansätze sind hier unter anderem die Entwicklung neuer Materialien und Materialkombinationen für Sonnenkollektoren sowie neue Konzepte zur Kombination solarthermischer Energie mit bestehenden Kraftwerkskonzepten.

**Nachwachsende Rohstoffe:
Biomasse**

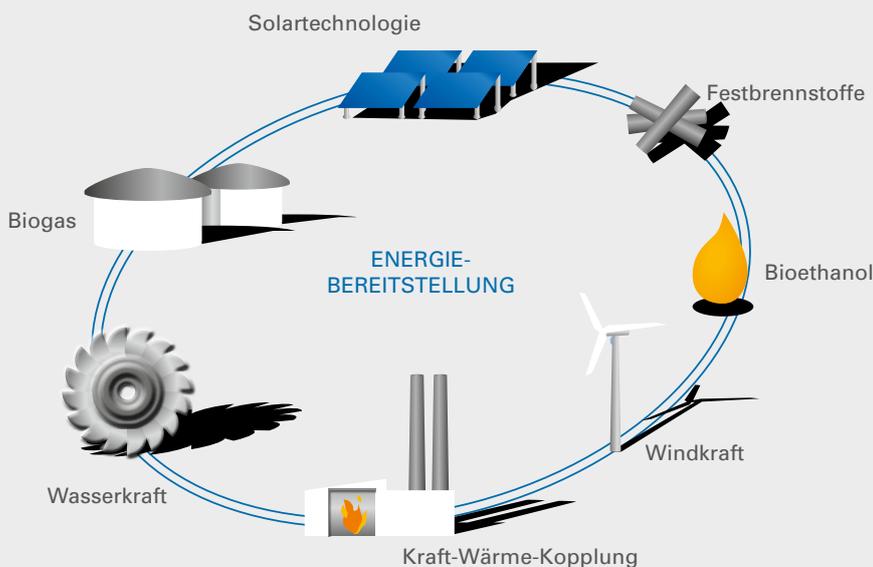
Verglichen mit anderen Bundesländern ist Bayern besonders von seinen ländlichen Regionen und der Landwirtschaft geprägt. Der Biomasse, dieser im wahrsten Sinne des Wortes „nachwachsenden“ Energiequelle, kommt daher eine besondere Bedeutung zu. Bereits heute ist sie eine wichtige Energiequelle nicht nur für Strom, sondern auch für Wärme und Kraftstoff. Ihr Beitrag soll bis 2021 auf bis zu 10 Prozent des Primärener-

gieverbrauchs steigen. Wie möglichst viel Energie aus Pflanzen gewonnen werden kann, ist daher ein zentraler Forschungsgegenstand. Ein Weg dazu ist die Verwendung von Biomasse in Kraft-Wärme-Kopplungs-(KWK-)Anlagen.

Bei der KWK werden gleichzeitig Strom und Wärme erzeugt. Ist entsprechender Wärmebedarf vorhanden, kann mit dieser Kopplung der nachwachsende Energieträger Holz sehr effizient genutzt werden. Ein innovatives Verfahren wäre auch die Herstellung von Biogas aus Biomasse mittels thermochemischer Vergasung. Dieses könnte zu Erdgasqualität aufbereitet werden und einen Teil der Gasversorgung übernehmen. Angesichts der hohen Kosten und der anspruchsvollen technologischen Umsetzung ist hier eine weitere Erforschung und Entwicklung notwendig.

Ein zweiter Weg ist die Nutzung von Biomasse-Energieträgern der zweiten Generation. Dies sind Agrarreststoffe wie Stroh und Landschaftspflegematerial wie das gemähte Gras aus Straßenrandbepflanzungen uvm. Dieser Ansatz hat den entscheidenden Vorteil, dass neue Rohstoffquellen erschlossen werden können und die Nutzung von Biomasse weiter ausgedehnt werden kann. Ein Meilenstein bei der Entwicklung dieser Verfahren ist Deutschlands größte Zellulose-Ethanol-Anlage in Straubing, die im Sommer 2012 in Betrieb genommen wurde. Durch den Einsatz eines optimierten Fermentationsorganismus ist es hier gelungen, aus Agrarreststoffen bis zu 50 Prozent mehr Bioethanol zu produzieren als bei herkömmlichen Verfahren. ▶

Automatisiertes Liquid Handling im Rahmen der Erforschung biogener Kraftstoffe



Forschungsprojekte zur Energiebereitstellung haben verschiedenste Energieträger und -technologien im Fokus.





Halle der Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft in Oberrach

Energie aus Wasser- und Windkraft

Die bayerischen Flüsse und Seen sind Touristenmagnete und beliebte Naherholungsgebiete. Sie dienen aber auch der Gewinnung und dem Speichern von Energie. Traditionell ist Bayern das Land mit den meisten Wasserkraftwerken. Bis 2021 sollen bis zu 17 Prozent der Stromerzeugung aus Wasserkraft stammen. Insgesamt finden sich in Bayern etwa 4.200 Wasserkraftanlagen, die teilweise seit mehr als 80 Jahren Strom liefern. Einige davon könnten durch eine Modernisierung und Nachrüstung eine deutliche Leistungssteigerung erfahren. Neue Konzepte für Flusskraftwerke, die den Fischabstieg und die Bewegung von Sedimenten besser berücksichtigen, sollen insbesondere an bisher nicht genutzten Wehranlagen eingesetzt werden. Neue Turbinenentwicklungen, wie In-Stream-Turbinen, können die fließende Welle schonend, nämlich ohne Aufstau nutzen.

Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht vor allem bei der Schaffung geeigneter Speicherkapazitäten. Sie sollen einen Ausgleich schaffen zur schwankenden Einspeisung von Strom

aus Wind- und Sonnenenergie. Hier besonders gefragt sind die technisch ausgereiften Pumpspeicherkraftwerke, für die neue konfliktarme Standorte in Bayern gesucht und erkundet werden.

Ausbaufähig ist die Nutzung der Windenergie in Bayern: Bis 2021 soll bis zu einem Zehntel des Strombedarfs in Bayern von Windkraftanlagen gedeckt werden. Deren Effizienz muss durch die Entwicklung neuer Generatoren stark verbessert werden. Ein Schlüssel zur Wettbewerbsfähigkeit sind effiziente Windkraftanlagen verschiedenster Leistungsklassen. Gleichzeitig sollte das Potenzial für Kleinwindkraftanlagen untersucht werden.

Optimierung konventioneller Energiegewinnung

Bis der bayerische Strombedarf überwiegend durch erneuerbaren Strom gedeckt werden kann, wird es noch etwas dauern. Parallel dazu wird die Stromerzeugung aus Kernenergie gedrosselt und ab 2022 ganz wegfallen. Um diese Lücke zu schließen, müssen mittelfristig auch konventionelle Kraftwerke errichtet werden. Bayern setzt dabei auf Erdgas, einen relativ klimafreundlichen fossilen Brennstoff.

Besonders effizient sind Gas- und Dampf-Kraftwerke (GuD). Durch neue Turbinenschaufeldesigns, eine Erhöhung des Verdichtermassenstroms und eine optimierte Verbrennung soll ihr Wirkungsgrad bis 2022 auf mindestens 65 Prozent gesteigert werden. Handlungsbedarf besteht bei der Flexibilität von GuD-Kraftwerken, deren Dampfturbine nicht einfach schnell gestartet und wieder gestoppt werden kann.

Potenzial für dezentrale Energieversorgung: Kraft-Wärme-Kopplung

Verfahren der KWK können einen erheblichen Beitrag zu einer wirtschaftlichen und dezentralen Energieversorgung leisten. Durch die gleichzeitige Bereitstellung von Strom und Wärme sparen sie bis zu 40 Prozent Primärenergie ein. In Form von Fernwärme wird dieses Verfahren in Großstädten bereits intensiv genutzt. Ausbaufähig ist dagegen der Einsatz von kleinen dezentralen KWK-Anlagen wie Blockheizkraftwerken, gerade auch in der Industrie.

Auch hier steht die Steigerung der Energieeffizienz im Mittelpunkt der Forschungsbestrebungen. Lässt sich die Energieerzeugung durch den Zusammenschluss mehrerer Einzelanlagen und das Einbinden thermischer Speicher flexibilisieren? Ein vielversprechender Ansatz ist auch der Einsatz von Brennstoffzellen bei KWK-Anlagen. Sie haben aufgrund von geringen Emissionen und einem hohen Wirkungsgrad attraktive Marktpotenziale. ●

Bioethanol aus Stroh – die clevere Perspektive

Bioethanol, das heute dem Benzin beigemischt wird, wird überwiegend aus Mais, Weizen, Zuckerrüben oder Zuckerrohr gewonnen. Da diese Pflanzen aber auch zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion verwendet werden, entsteht eine Konkurrenzsituation um Rohstoff und Anbauflächen. Einen Lösungsansatz dieser „Teller-Tank-Problematik“ stellt die sunliquid® Technologie der Firma Clariant dar. Mittels eines innovativen biotechnologischen Verfahrens werden hier nicht die stärkehaltigen Teile der Pflanze wie Weizen- oder Maiskörner verarbeitet, sondern das nach der Ernte zurückbleibende Stroh oder andere Agrarreststoffe. Das dabei entstehende Zellulose-Ethanol gilt als Bioethanol der 2. Generation.

Dazu werden die cellulosehaltigen Pflanzenbestandteile zunächst durch Enzyme zu Zucker umgesetzt, der dann in einem Vergärungsprozess zu Ethanol wird. Zusätzlich kann auch die in den Pflanzen reichlich vorhandene Hemicellulose genutzt werden, so dass mit der sunliquid® Technologie

bis zu 50 Prozent mehr Ethanol produziert werden kann als mit herkömmlichen Verfahren. Im Sommer 2012 ging in Straubing die sunliquid® Demonstrationsanlage mit einer Produktionskapazität von bis zu 1.000 Tonnen Zellulose-Ethanol pro Jahr in Betrieb. Sie stellt den letzten Schritt vor der Realisierung industrieller Anlagen im großen Maßstab dar.



Im Labor im Münchner Biotech & Renewables Center der Clariant

Die Gesamtkosten des Projektes belaufen sich auf insgesamt 28 Mio. Euro (16 Mio. für den Bau der Anlage und 12 Mio. für die begleitende Forschung). Zu den Forschungskosten steuern der Freistaat Bayern und der Bund jeweils 5 Mio. Euro bei. Eine lohnende Investition, denn die sunliquid® Technologie birgt große Potenziale gerade für Bayern mit seinen landwirtschaftlich geprägten Regionen. Bis zu 60 Prozent des anfallenden Strohs könnten so zu Zellulose-Ethanol umgewandelt werden. Hochgerechnet auf ganz Europa ließen sich damit rund 25 Prozent des prognostizierten europäischen Benzinverbrauchs im Jahr 2020 decken¹. Und auch das Klima würde profitieren, denn das Zellulose-Ethanol erzielt gegenüber Benzin bis zu 100 Prozent an CO₂-Einsparungen.

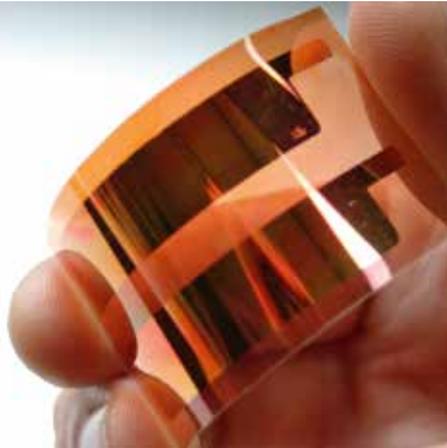


Projekt		Demonstrationsanlage zur Produktion von Bioethanol der 2. Generation	
Forschungsgegenstand	Produktion von Bioethanol aus Agrarreststoffen		
Forschungsziel	Nutzung von Biomasse, die nicht in Konkurrenz mit der Nahrungs- und Futtermittelproduktion steht, verbesserte Deckung des Benzinverbrauchs mit Bioethanol		
Projektverantwortlicher	Prof. Dr. Andre Koltermann Clariant Biotech & Renewables Center www.sunliquid.de		
geplante Laufzeit	2013–2015	Fördermittel	20 Mio. EUR (siehe Hinweis * S. 55)

Kontakt:
www.sunliquid.de

¹ Quelle: Benzinverbrauchsprognose, Bloomberg New Energy Finance, 2010

Mehr Kraft aus der Sonne



Solarzelle auf flexiblem Substrat

Projekt Solar Technologies Go Hybrid	
Forschungsgegenstand	Neue Konzepte zur Umwandlung von Sonnenenergie in elektrischen Strom und nicht-fossile Brennstoffe
Forschungsziel	Weiterentwicklung von Verfahren der Photovoltaik und der Bindung von Sonnenenergie in Form von chemischer Energie; Transfer der Forschungsergebnisse in die universitäre Lehre
Projektverantwortliche	Prof. Dr. Frank Würthner, Julius-Maximilians-Universität Würzburg (2013) Prof. Dr. Dirk M. Guldi, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) (2014) www.soltech-go-hybrid.de
geplante Laufzeit	2012–2016
Fördermittel	50,55 Mio. EUR (siehe Hinweis * S. 55)

Photovoltaikanlagen auf bayerischen Dächern sind ein inzwischen vertrautes Bild. Dennoch lässt sich die Sonnenenergie mit den etablierten Technologien derzeit noch nicht effizient genug nutzen. Neue Wege erforschen daher Chemiker und Physiker im neuen Verbundprojekt „Solar Technologies Go Hybrid“ an den Universitäten Bayreuth, Erlangen-Nürnberg, Würzburg sowie der Technischen Universität und der Ludwig-Maximilians-Universität in München.

Im Fokus stehen dabei neue Konzepte zur Umwandlung von Sonnenenergie in elektrischen Strom und in Brennstoffe: Neben der Photovoltaik-Forschung sollen Techniken zur Bindung von Sonnenenergie in Form von chemischer Energie vorangebracht werden. Ein Beispiel dafür ist die Spaltung von Wasser in Sauerstoff und den energiereichen Brennstoff Wasserstoff – umweltverträglich nach dem Vorbild der pflanzlichen Photosynthese.

Für das Projekt richten die fünf Universitäten gut ausgestattete Laboratorien ein, sogenannte Key Labs. Diese werden jeweils in bestehende Forschungszentren mit internationaler Reputation integriert. Die neuen Labore

werden sich in ihren Forschungsschwerpunkten ergänzen und intensiv untereinander vernetzen. In Nordbayern steht die Erforschung organischer Materialien im Mittelpunkt: In



Photokatalytische Wasserstoffherzeugung durch Belichtung von Nanokristallen

Bayreuth befasst man sich mit Polymeren, in Erlangen mit Nanoröhren und anderen Materialien aus Kohlenstoff, und in Würzburg mit kleinen Molekülen, die sich zu größeren Funktionseinheiten zusammenlagern. Die beiden Münchener Universitäten erforschen anorganische Materialien und hybride anorganisch-organische Nanosysteme.

Dieses Verbundprojekt stärkt die bayerische Forschungsinfrastruktur, denn von einem Großteil des Fördergeldes können alle Beteiligten in ihren Laboratorien Messplätze zur Erforschung neuartiger Materialien und Energieumwandlungskonzepte einrichten. Ungefähr die Hälfte der Fördersumme ist für Neubauten in München und Würzburg vorgesehen.

Die Aktivitäten des Netzwerkes werden darüber hinaus auch in die Lehre an den Universitäten einfließen, sodass das Verbundprojekt in Forschung und Lehre einen wichtigen Beitrag zur Energiewende in Bayern leistet.

Partner:

Universität Bayreuth
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)
Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU)
Technische Universität München (TUM)
Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Kontakt:
www.soltech-go-hybrid.de

„Flexible Folien“ erzeugen schonend Energie

Wind- und Wasserkraft zählen zu den wichtigsten Erneuerbaren Energiequellen, die bereits heute intensiv genutzt werden und deren Bedeutung für die Energiegewinnung der Zukunft noch steigen wird. Die von

Wind beziehungsweise Wasser erzeugte mechanische Energie wird dabei von einem Rotor beziehungsweise einer Turbine „eingefangen“ und über einen Generator in elektrische Energie umgewandelt. Dieser

Vorgang erzeugt Lärm; außerdem stellen Windkraftanlagen und Stau-stufen einen Eingriff in das Land-schaftsbild dar und können Auswir-kungen auf die Tier- und Pflanzenwelt haben.



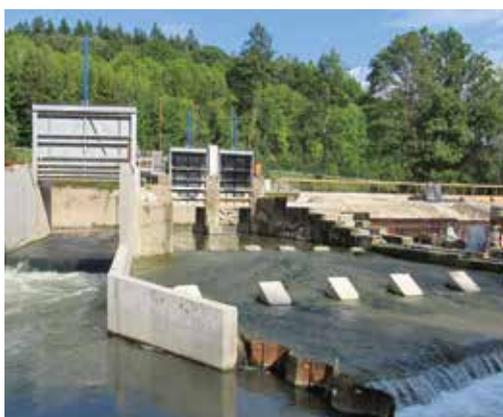
Projekt **DEGREEN – Elastomerbasierte Generatoren zur Gewinnung von elektrischer Energie**

Forschungsgegenstand	Wandlung von mechanischer Energie aus Wasser und Wind in elektrische Energie mittels Generatoren auf der Basis dielektrischer Elastomerfolien		
Forschungsziel	Effiziente Energiegewinnung unter weitgehender Vermeidung von Störungen der natürlichen Umwelt		
Projektverantwortlicher	Dr. Bernhard Brunner Fraunhofer-Institut für Silicatforschung (ISC), Würzburg www.isc.fraunhofer.de		
geplante Laufzeit	2012–2016	Fördermittel	8 Mio. EUR (siehe Hinweis * S. 55)

Energieerzeugung ohne herkömmliche Generatoren

Mit dem Projekt DEGREEN (Dielektrische Elastomer-Generatoren für Regenerative Energien) verfolgt das Center Smart Materials im Fraunhofer-Institut für Silicatforschung daher einen neuen Ansatz zur Energieerzeugung, der nicht auf herkömmlichen Generatoren beruht. Stattdessen sollen modular aufgebaute Dielektrische Elastomergeneratoren zum Einsatz kommen. Dielektrische Elastomere sind stark dehbare, beidseitig mit Elektroden beschichtete Folien, deren Leitfähigkeit auch unter hoher Dehnung erhalten bleibt. In diesem Bereich verfügt das Center Smart Materials über langjährige wissenschaftliche Expertise.

„Die Folie wirkt wie ein Kondensator, der durch Wind oder Wasser mechanisch gedehnt wird und über die damit verbundene Kapazitätsänderung elektrische Energie erzeugt“, erläutert Dr. Bernhard Brunner, Projektleiter DEGREEN.



Kleinkraftwerk als potentielle Versuchsstrecke für die DEGREEN-Stromgeneratoren

„Dieser Ansatz bietet die Möglichkeit, Energie unter weitgehender Vermeidung von Störungen der Umwelt zu erzeugen.“

Kontakt:
www.isc.fraunhofer.de

Außerdem zeichnet er sich durch einen flexiblen Aufbau, umweltfreundliche Materialien und eine hohe Energieeffizienz aus.“

Schlüssel zur Energieversorgung im ländlichen Raum

Ließe sich mit diesem Verfahren die Akzeptanz zur Nutzung von Wind- und Wasserkraft steigern, wäre dies der Schlüssel zur künftigen Energieversorgung in ländlichen Regionen. Im Projekt sind deshalb auch Kooperationen mit bayerischen Unternehmen, insbesondere aus der Region, geplant. Für den Freistaat Bayern ist die Förderung von DEGREEN somit ein wichtiger Beitrag, bayerische Unternehmen weiterhin als Innovations- und Technologietreiber zu positionieren.

Kraft-Wärme-Kopplung: Effizienzsteigerung im Fokus

Bei der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) werden gleichzeitig Strom und nutzbare Wärme erzeugt. Gegenüber konventionellen Verfahren spart dies ca. 30 bis 40 Prozent an fossiler Primärenergie. KWK-Anlagen wie Blockheizkraftwerke stellen Energie plan- und regelbar bereit. Sie eignen sich daher als ideale Ergänzung zur Stromerzeugung aus unregelmäßig zur Verfügung stehenden Erneuerbaren Energiequellen wie Wind oder Sonne. KWK-Anlagen sind ein wichtiger Baustein zur effizienten, wirtschaftlichen und dezentralen Energieversorgung.

Mit der weiteren Optimierung dieses Verfahrens beschäftigt sich das Kompetenzzentrum für Kraft-Wärme-Kopplung in Amberg-Weiden. Der Fokus liegt dabei vor allem auf einer möglichst effizienten Nutzung von Energie im großflächigen Einsatz, der damit verbundenen besseren Umweltverträglichkeit und der Entwicklung innovativer KWK-Technologien und Konzepte. Schwerpunkte im Bereich der industriellen KWK sind die Effizienzsteigerung durch Verstromung bisher ungenutzter Abwärme sowie neue Motorenkonzepte für Blockheizkraftwerke. Darüber hinaus werden

Zusammengeführt werden alle diese Ansätze im Handlungsfeld KWK-Systemtechnik, in dem die Vernetzung der unterschiedlichen KWK-Systeme untereinander und mit anderen Energiesystemen und -speichern untersucht werden soll. Ziel ist die Entwicklung neuer Auslegungs- und Regelungsstrategien, z. B. für das Zusammenspiel mit Solar- und Windkraftanlagen.

Alle Arbeiten erfolgen in enger Kooperation mit Partnern aus Forschung und Industrie, wie z. B. dem Zentrum für Energietechnik an der Universität Bayreuth, dem Fraunhofer UMSICHT, Institutsteil Sulzbach-Rosenberg, und dem Institut für Energietechnik an der Hochschule Amberg-Weiden. Für die Forschungsarbeiten stehen neben den Laboren der Hochschule Amberg-Weiden auch Prüfstände bei Projektpartnern sowie ein eigens konzipiertes Technikum auf dem Amberger Hochschulcampus zur Verfügung, das voraussichtlich 2014 den Betrieb aufnimmt.



Abgasmessung an einem Zündstrahl-Blockheizkraftwerk



Projekt		Kompetenzzentrum für Kraft-Wärme-Kopplung	
Forschungsgegenstand	Reduzierung klimaschädlicher Emissionen aus Kraft-Wärme-Kopplungs-(KWK-) Anlagen, Steigerung der Energieeffizienz von KWK-Anlagen, biogene Brennstoffe für KWK-Systeme, KWK-Systemtechnik, innovative Verfahren der KWK		
Forschungsziel	Möglichst effiziente Energienutzung durch Weiterverwertung der bei der Stromerzeugung anfallenden Abwärme		
Projektverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Markus Brautsch Hochschule Amberg-Weiden (HAW) www.haw-aw.de		
geplante Laufzeit	2012–2016	Fördermittel	5,23 Mio. EUR (siehe Hinweis * S. 55)

Kontakt:
www.haw-aw.de

Partner:
Zentrum für Energietechnik (ZET), Universität Bayreuth
Fraunhofer UMSICHT, Institutsteil Sulzbach-Rosenberg
Institut für Energietechnik (IfE) GmbH an der Hochschule Amberg-Weiden (HAW)
Energie Campus Nürnberg (EnCN), Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU),
Bavarian Hydrogen Center (BHC)

Wasserkraft im Einklang mit der Natur

Im Zuge der Energiewende soll der Anteil der Wasserkraft an der baye-
rischen Stromerzeugung von 15 auf
bis zu 17 Prozent steigen. Ziel ist es,
bis 2021 ca. 2 Milliarden Kilowattstun-
den im Jahr zusätzlich zu erzeugen
– und zwar unter größtmöglicher
Rücksichtnahme auf die Gewässer-
ökologie. Den größten Anteil an die-

sem Zuwachs werden die Moderni-
sierung und Nachrüstung bestehen-
der großer Wasserkraftanlagen aus-
machen. Die sogenannte „kleine
Wasserkraft“ (Kraftwerke mit einer
Leistung unter 1 Megawatt) soll im
Wesentlichen durch Neubauten an
bestehenden, noch nicht genutzten
Wehranlagen ausgebaut werden.



Wasserkraftanlage Gengenbach/
Kinzig

Projekt Forschungsschwerpunkt ökologisch innovative Wasserkraftanlagen			
Forschungs- gegenstand	Ausbau der Wasserkraft im Energiemix		
Forschungsziel	Erforschung und Etablierung von ökologisch möglichst verträglichen Wasserkraftnutzungs Konzepten		
Projekt- verantwortlicher	Dipl.-Ing. Gregor Overhoff Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG) www.stmug.bayern.de		
geplante Laufzeit	2012–2015	Fördermittel (siehe Hinweis * S. 55)	je 1 Mio. EUR (in 2012 und 2013), weitere Finanzierung offen

Um eine besonders gewässerverträg-
liche Art der Wasserkraftnutzung zu
etablieren, setzt die Bayerische Staats-
regierung dabei auf ökologisch inno-
vative Kraftwerkskonzepte, z. B. das
„Bewegliche Kraftwerk“, Fließge-
wässer-Kraftwerke, Schacht-Kraft-
werke und langsam drehende Turbi-
nenräder, z. B. die Very-Low-Head-
Turbine (VLH) oder die Wasser-
kraftschnecke. Sie reduzieren Umwelt-
auswirkungen in besonderem Maße
und tragen außerdem zur Etablierung
eines umweltschonenden technischen
Standards bei. Zudem wird bei Öko-
Wasserkraftanlagen der Geschiebe-
und Schwebstofftransport deutlich
weniger oder gar nicht behindert.
Auch der Fischabstieg wird durch
besondere Fischleiteinrichtungen an
den Turbineneinläufen vorbei oder

durch einen direkten Turbinendurch-
gang bei langsam drehenden Turbi-
nenrädern ermöglicht.

Im Rahmen des For-
schungsschwerpunkts
„ökologisch innovative
Wasserkraftanlagen“
sollen diese Wasser-
krafttechniken in der
Praxis getestet und ihre
Umweltverträglichkeit
durch begleitende ge-
wässerökologische Un-
tersuchungen verifiziert
werden. Eine Projekt-
partnerschaft mit Institutionen aus
der Wissenschaft ist angestrebt.
Erste konkrete Projekte wurden be-
reits im Laufe des Jahres 2012 auf-
gesetzt.



Wasserkraftschnecke an der Bochalter Aa, Leistung 50 kW

Kontakt:
www.stmug.bayern.de

Partner:
Wissenschaftliche Einrichtungen

Biogas hat noch mehr Potenzial

In Bayern gibt es rund 2.370 Biogasanlagen. Damit werden bereits heute 6 Prozent des Bruttostromverbrauchs in Bayern gedeckt. Rechnerisch könnte damit jeder fünfte Haushalt in Bayern mit Strom aus Biogas versorgt werden. Biogas kann sowohl in kleineren Anlagen als auch in Großanlagen nutzbar gemacht und entweder direkt

verstromt oder im Erdgasnetz zwischengespeichert werden. Mit einer gezielten Förderung von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten unterstützt das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten die Bemühungen, Biogas als regenerative und leicht speicherbare Energiequelle weiter auszubauen. Erfolg-

versprechende „Stellschrauben“ im Hinblick auf diese Effizienzsteigerungen gibt es entlang der gesamten Biogas-Prozesskette.

Kontakt:
www.lfl.bayern.de



Projekt Effizienzsteigerung bei Biogasanlagen (Wirkungsgradanhebung, Abwärmennutzung, Diversifizierung bei Energiepflanzen, neue Mikroorganismen, Speichertechniken)

Forschungsgegenstand Ausbau von Biogas als regenerative und leicht speicherbare Energiequelle

Forschungsziel Effizienzsteigerung, Verbesserung der bisherigen Prozesse und Diversifizierung der genutzten Substrate zur Vergärung

Projektverantwortlicher Ulrich Keymer
 Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
www.lfl.bayern.de

geplante Laufzeit	2012–2015	Fördermittel	13,35 Mio. EUR (siehe Hinweis * S. 55)
-------------------	-----------	--------------	---

Insgesamt wurden elf verschiedene Forschungsprojekte auf den Weg gebracht. Sie widmen sich dem Monitoring bestehender Anlagen, der Steigerung des Gasertrags während der Vergärung oder der Bewertung innovativer Blockheizkraftwerke unter Praxisbedingungen. Hierbei werden auch die Emissionen und das Entweichen von Methangas aus den Anlagen während der Produktion („Methanschlupf“) untersucht. Zur Steigerung der Effizienz müssen neben dem elektrischen auch der thermische Nutzungsgrad beziehungsweise der Gesamtnutzungsgrad der Biogasverwertung betrachtet werden. Darüber hinaus werden auch die Entwicklung und Erprobung von Latentwär-

mespeichern sowie intelligente Kraft-Wärme-Kopplung untersucht und zusammen mit landwirtschaftlichen Betrieben tragfähige Konzepte entwickelt.



Biogasanlage in Schwandorf

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Diversifizierung der Gärsubstrate. Das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten bringt sich hier mit seinen Ressortforschungseinrichtungen intensiv in

die Weiterentwicklung ein und verstärkt die angewandte Forschung, um Alternativen zum Maisanbau auszuloten. Dies gilt vor allem in Bezug auf eine nachhaltige und klimafreundliche Optimierung der Fruchtfolgen und auf die Entwicklung von Alternativfruchtfolgen beziehungsweise -kulturen. Ziel ist es, das Spektrum etablierter Kulturpflanzen in der Agrarlandschaft um neue Energie- und Rohstoffpflanzen wie z. B. Sorghumhirse zu bereichern. So werden unter anderem mehrjährige Blühpflanzenmischungen erprobt, um Alternativen zu Silomais für Biogasbetreiber zu schaffen.

Partner:
 Technologie- und Förderzentrum (TFZ), Straubing
 Landesanstalt für Wein- und Gartenbau (LWG), Veitshöchheim

Mehr als nur Brennholz

Holz als Energieträger der Zukunft ist ein Forschungsthema, das weit über bayerische Landesgrenzen hinaus intensiv bearbeitet wird. Beispielsweise beschäftigt sich das internationale Verbundprojekt „Future Low Emission Biomass Combustion Systems“ mit richtungweisenden Maßnahmen zur Weiterentwicklung und Verbesserung der Verbrennungstechnologie. Im Vordergrund stehen dabei die Emissionsminderung durch Abgaskondensationseinrichtungen und sogenannte Sekundärmaßnahmen, wie der Einbau elektrostatischer Abscheider für Feinstaub. Denn je weniger seine Nutzung mit Emissionen verbunden ist und je effizienter das Holz genutzt wird, desto höher ist die gesellschaftliche Akzeptanz von Holz als nachwachsendem Energieträger. Daneben werden weitere Fragestellungen rund um das Thema biogene Festbrennstoffe systema-

tisch untersucht und die gewonnenen Erkenntnisse der Praxis zur Verfügung gestellt.

In diesem internationalen Forschungsprojekt arbeitet auch das Technologie- und Förderzentrum in Straubing mit. Es ist eine Ressortforschungseinrichtung des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Über weitreichende Erfahrung auf dem Gebiet der effizienten Erzeugung von Holz zur energetischen Nutzung verfügt außerdem die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft in Freising. Bereits vor mehreren Jahren hat sie ein bayernweites Versuchsnetz von sogenannten Kurzumtriebsplantagen (KUP) installiert. KUP erlauben eine schnelle, kostenextensive und ökologisch vor-

teilhafte Erzeugung von Holz zur energetischen Verwertung. Die Ergebnisse dieser Versuchsflächen sind von hoher Bedeutung und werden weiter fortgeführt.



Detail einer Pelletpresse

Partner:

Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF)



Projekt	Festbrennstoffe (Gewinnung, Qualitätssicherung, Normung, Emissionsverhalten)	
Forschungsgegenstand	Holz als nachwachsender Energieträger	
Forschungsziel	Produktion, energetische Nutzung und Verringerung verbrennungsbedingter Emissionen bei Holz	
Projektverantwortlicher	Dr. Hans Hartmann Technologie- und Förderzentrum (TFZ) www.tfz.bayern.de	
geplante Laufzeit	2012–2015	Fördermittel 6 Mio. EUR (siehe Hinweis * S. 55)

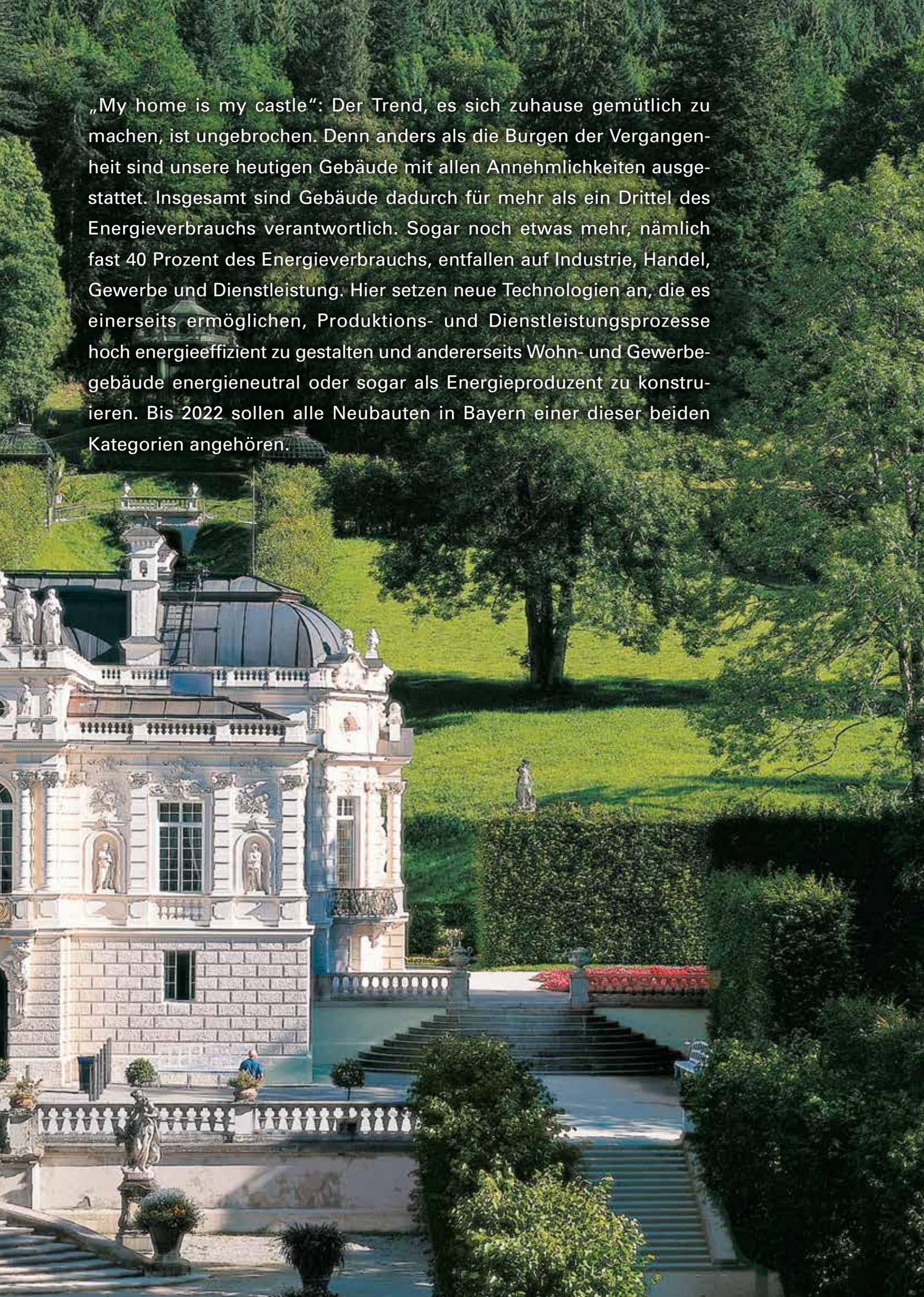
Kontakt:
www.tfz.bayern.de

2

ENERGIEEFFIZIENTE GEBÄUDE UND BETRIEBE



„My home is my castle“: Der Trend, es sich zuhause gemütlich zu machen, ist ungebrochen. Denn anders als die Burgen der Vergangenheit sind unsere heutigen Gebäude mit allen Annehmlichkeiten ausgestattet. Insgesamt sind Gebäude dadurch für mehr als ein Drittel des Energieverbrauchs verantwortlich. Sogar noch etwas mehr, nämlich fast 40 Prozent des Energieverbrauchs, entfallen auf Industrie, Handel, Gewerbe und Dienstleistung. Hier setzen neue Technologien an, die es einerseits ermöglichen, Produktions- und Dienstleistungsprozesse hoch energieeffizient zu gestalten und andererseits Wohn- und Gewerbegebäude energieneutral oder sogar als Energieproduzent zu konstruieren. Bis 2022 sollen alle Neubauten in Bayern einer dieser beiden Kategorien angehören.





DAS GANZE IST MEHR als die Summe seiner Teile

Energieeffizienz der Zukunft ist intelligent
und vernetzt

Gebäude zählen zu den größten Energieverbrauchern überhaupt. Hier gilt es, die erheblichen Energieeinsparpotenziale zu realisieren und Möglichkeiten der Energieerzeugung zu nutzen. Bereits heute sind Technologien vorhanden, die es ermöglichen, Gebäude als Passivhäuser zu konstruieren – also so, dass sie sich unter dem Strich „möglichst selbst mit Energie versorgen können“. Doch das ist noch nicht das Limit: Auch „Plus“-Energiehäuser sind technisch machbar. Sie produzieren mehr Energie als sie verbrauchen und fungieren damit gewissermaßen als „Energiequelle mit vier Wänden“.

Die Erzeugung von Waren und die Erbringung von Dienstleistungen bieten ebenfalls ein enormes Potenzial für eine effizientere Energienutzung. Gerade in energieintensiven Branchen bieten sich vielfältige Ansätze, die großen eingesetzten Energiemengen, so weit wie technisch möglich, sinnvoll wiederzuverwerten.

Neubauten alleine machen nur einen Ansatzpunkt bei der energetischen Optimierung von Gebäuden aus. Bestandsgebäude sind der aktuelle Schwerpunkt. Etwa 80 Prozent aller Gebäude sind älter als 20 oder 30 Jahre. Bereits heute wird durch die Standardsanierung eines Gebäudes aus den siebziger Jahren der Energieverbrauch in der Regel um die Hälfte reduziert. Technisch sind aller-

dings wesentlich größere Einsparpotenziale machbar. So gehen die Bemühungen der Entwickler dahin, technisch und wirtschaftlich tragfähige Lösungen zu finden, auch Bestandsbauten auf einen Passivhausstandard oder sogar Plus-Energiehausstandard anzuheben. Dies ist eine besondere Herausforderung insbesondere bei historisch wertvollen, denkmalgeschützten Gebäuden, die



Vom Energieverbraucher zum Energie-lieferanten dank moderner Technologie

Bestandsbauten bieten ein großes Potenzial für Energieeinsparungsmaßnahmen.



teilweise über Jahrhunderte „gewachsen“ sind und in denen unterschiedlichste Baumaterialien und konstruktive Verfahren eingesetzt wurden.

Aktuelle Schwerpunkte der Forschung sind beispielsweise bessere, langlebigere Dämmsysteme oder multifunktionelle Fassaden, die Sonnenschutz und Stromerzeugung kombinieren. Auch die Rückgewinnung von Lüftungswärme sowie eine er-

höhte Wärmedämmung durch neue Fensterlösungen oder bessere Solar Kollektoren spielen eine Rolle. Die zielgerichtete Überwachung und Steuerung von Wärme- und Luftströmen ist allerdings nur möglich, wenn im Haus die entsprechende informations- und kommunikationstechnische Infrastruktur vorhanden ist. Dies fängt schon bei der Entwicklung von Sensormaterialien an, welche die einwandfreie Funktion von Dämmma-

terialien (z. B. durch Kontrolle von Temperatur und Luftdichtheit) langfristig überwachen können. Ein weiteres Ziel der Forschung ist es, neue Konzepte zu entwickeln, welche die Gebäudehülle zur Stromerzeugung nutzen. Schließlich wird untersucht, wie die technische Gebäudeausrüstung – also z. B. Gas-Wärmepumpen oder saisonale Wärmespeicher – zu Effizienzsteigerungen beitragen kann. ▶

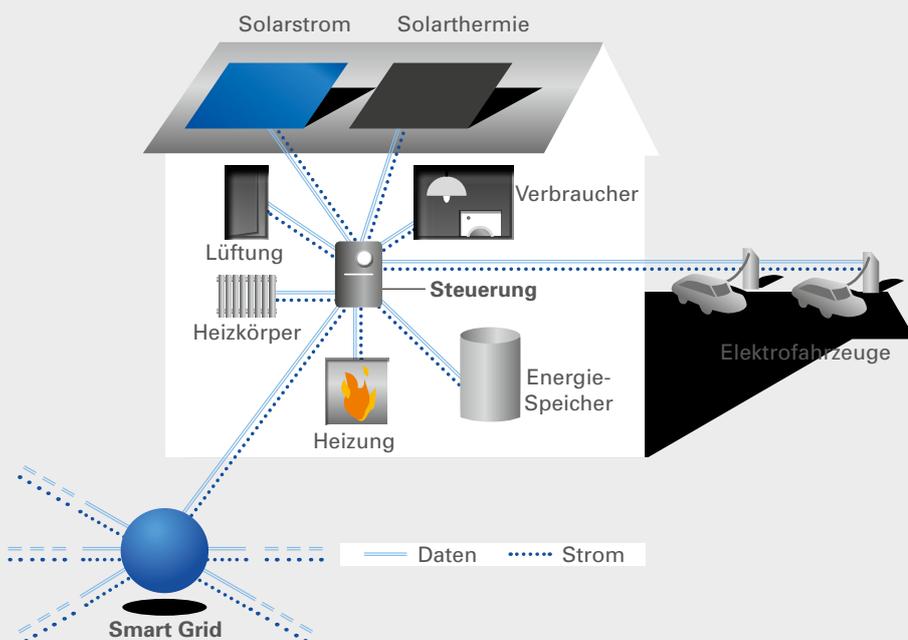
Intelligent vernetzt

Der Einsatz punktueller technischer Lösungen allein ist auch im Bereich des privaten Wohnens nicht ausreichend. Es gilt nicht nur, intelligente Methoden der Integration und Vernetzung dieser neuen Technologien in den Haushalt zu finden. Auch die ökonomischen, ökologischen und sozialen Anforderungen dieses Wandels müssen bewältigt werden. Wie dies gelingen kann, wird in einem

Nürnberger Pilotprojekt untersucht, in dem unterschiedliche Fakultäten und Industriepartner Lösungen und Produkte für die private Wirtschaft entwickeln, die in den kommenden Jahren in verschiedenen Musterwohnungen installiert und getestet werden.

Indem mittelfristig immer mehr Gebäude von Energieverbrauchern zu Energieerzeugern werden, können sie einen immer größeren Beitrag dazu

leisten, den Freistaat von Energieimporten unabhängig zu machen. Dies soll neben dem Einsatz von Effizienztechnologien durch die breite Anwendung von Photovoltaik und solarthermischen Anlagen erreicht werden. Energieüberschüsse können sowohl in das Verteilnetz eingespeist werden, als auch durch hauseigene chemische und physikalische Energiespeicher aufgenommen werden. Zusätzlich oder alternativ dazu kommt auch – eine entsprechende Schnittstelle vorausgesetzt – die Nutzung von Energieüberschüssen für die Elektromobilität in Frage.



Das vernetzte Haus

Forschungsbedarf besteht neben der gebäudeinternen Vernetzung und der Einbindung in ein sogenanntes „Smart Grid“ (mehr dazu im Kapitel „Netze“) auch bei der Entwicklung von Systemen, die Energieüberschüsse in Form von thermischer oder chemischer Energie aufnehmen (mehr dazu im Kapitel „Speicher“). Insgesamt kann von der Kombination des Gebäudes als Energielieferant und Energiespeicher (z. B. in Elektrofahrzeugen) ein bisher nicht erreichbarer Grad an Synergien erzielt werden.

Energieeffizienz in Produktion und Dienstleistung

Selbstverständlich muss die Betrachtung des Themas Energie in Gebäuden auch den gewerblichen Sektor umfassen. Neben den „Basisfunktionen“ wie Bereitstellung von Licht und Wärme kommt hier der Energiebedarf hinzu, der durch die jeweils branchenspezifischen Produktions- und Dienstleistungsprozesse entsteht. Immerhin verbraucht der Bereich Industrie, Handel, Gewerbe und Dienstleistung etwa 40 Prozent der Endenergie in Deutschland.

Um die Energieeffizienz industrieller Prozesse zu steigern, müssen sowohl die Anlagenkomponenten als auch die Prozesse optimiert werden. Ein erhebliches Potenzial liegt in einer optimierten Raumkühlung und der effizienten Nutzung von Ab- und Umgebungswärme. Hier ist einerseits die Zwischenspeicherung von Abwärme zu nennen, andererseits gehen die Anstrengungen dahin, Produktionsprozesse mit hocheffizienten Wärmerückgewinnungssystemen auszustatten. Ein weiterer Baustein in einer solchen energetischen Prozessoptimierung ist die umfassende Vernetzung aller Betriebsmedien (Druckluft, Kälte, Dampf, Wärme und Strom). Dies zielt darauf ab, die eingesetzte Energie weitgehend zu nutzen und Überschüsse zurückzugewinnen. Diese könnten dann sowohl innerbetrieblich als auch außerbetrieblich weiterverwendet werden. Eine zusätzliche Herausforderung besteht darin, dass in vielen industriellen Prozessen Abwärme auf sehr unterschiedlichen Temperaturniveaus anfällt. Diese kann z. B. durch Wärmetransformation wieder auf das benötigte Temperaturniveau gebracht und



Labor für Gleichstrom-Netztechnik (am Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie). In dem Labor wird das Verhalten lokaler Gleichspannungsnetze und die Integration in bestehende Gebäudeinfrastrukturen untersucht. Durch den Einsatz lokaler Gleichspannungsnetze können elektrische Wandlungsvorgänge vermieden beziehungsweise effizienter realisiert und damit wesentliche Einspareffekte erzielt werden.

in den Prozess zurückgeführt werden. Interessant sind solche Ansätze insbesondere in sehr energieintensiven Industriezweigen wie der metallverarbeitenden oder auch der Zementindustrie. Da (Ab)Wärmeenergie auch zur Bereitstellung von Kälte genutzt werden kann, ergeben sich hier interessante Perspektiven der energetischen Vernetzung verschiedener Unternehmen von Industrieparks (sogenanntes „District Cooling“).

Weil die im industriellen Bereich eingesetzten Strommengen teilweise erheblich sind, liegt auch hier ein großes Einsparpotenzial. So können in Rechnern, Industrieanlagen oder Versorgungsnetzen die Energieflüsse durch eine effiziente Leistungselektronik optimal geregelt und der

Energieverbrauch entsprechend minimiert werden.

Die geschilderten Herausforderungen und Lösungsansätze werden seit Sommer 2012 im Projekt „Green Factory Bavaria“ untersucht, in dem die Fraunhofer-Gesellschaft und acht bayerische Hochschulen zusammenarbeiten. In dieser Initiative treffen sich die Forschungskompetenzen aller für die energieeffiziente Produktion relevanten Fachgebiete wie Fertigungstechnik, Elektrotechnik, Informationstechnik oder Werkstoffkunde. An vier Hauptstandorten in den Modellfabriken dieses Projektes entwickeln sie gemeinsam Lösungen, die langfristig eine energieautarke Produktion zum Ziel haben. ●

Spitzenforschung für „Zuhause“

Zusammen mit Industrie und Verkehr sind die privaten Haushalte die größten Energieverbraucher in Deutschland. Neben der Erforschung und Entwicklung neuer Technologien ist vor allem das Energiesparbewusstsein der wichtigste Einflussfaktor, um den Energieverbrauch im Haushalt zu senken. Das E|Home-Center soll den Bürgern das dazu erforderliche Wissen vermitteln, Beratung zur Finanzierung leisten und nicht zuletzt den Anstoß für innovative Entwicklungen geben. In den Büros auf dem ehemaligen AEG Gelände in Nürnberg werden Produkte und Dienstleistungen vor allem für Energiemanagement, Komfort und Sicherheit sowie Infotainment für das private Wohnen entwickelt. Das Projekt ist fakultätsübergreifend, unter Beteiligung mehrerer Forschungseinrichtungen und verschiedener Unternehmen, organisiert. Voraussichtlich bereits 2014 werden erste Ergebnisse in verschiedenen Musterwohnanlagen zu sehen sein.

Transparenz im Wohnbereich, eine der wichtigsten Projektaufgaben, wird durch die intelligente Vernetzung und Integration aller wesentlichen Funktionen erreicht. Technologien und Methoden zur Optimierung des Ener-



E|Home-Einsatzbereiche

gieverbrauchs und zur Verbesserung der Lebensqualität spielen dabei eine zentrale Rolle.

Partner:

Lehrstühle der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)
 Professuren der Georg-Simon-Ohm-Hochschule Nürnberg (GSO)
 Energie Campus Nürnberg (EnCN)
 Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (IIS), Erlangen
 Zentrum für Leistungselektronik und Mechatronik am Fraunhofer-Institut für integrierte Systeme und Bauelemente-technologie (ZKLM), Nürnberg
 Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP), Valley
 Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern), Erlangen
 Sensoren für die Regelung von Gebäuden: Universität der Bundeswehr München, Sensorik und Mess-Systeme (EIT8.2), Prof. Dr. Christian Kargel
 Fraunhofer UMSICHT, Institutsteil Sulzbach-Rosenberg
 Cluster Energietechnik, Nürnberg
 Hochschule für angewandte Wissenschaften FH Ingolstadt, Institut für Angewandte Forschung, Prof. Dr. Peter Schuderer
 Zahlreiche Wirtschaftsunternehmen

Das E|Home-Center hebt sich von ähnlichen Forschungsprojekten durch die Kombination der folgenden drei Aspekte ab:

1. Besonderes Augenmerk liegt auf dem vorhandenen Wohnungsbestand. Hier wird das größte Potenzial für Energie- und Ressourcenschonung gesehen.
2. Durch die erwartete Technisierung ergeben sich auch soziale Anforderungen. Das E|Home-Center erforscht daher den Bedarf aufgrund von Trends (z. B. Landflucht, Singlehaushalte) und gesellschaftlichen Strukturen (z. B. Altersstruktur, Ausländeranteil oder Verhältnis Wohnungsbesitzer/Selbstnutzer).
3. Techniker, Ingenieure verschiedenster Fachbereiche, Soziologen und andere Wissenschaftler arbeiten an einem Standort zusammen – interdisziplinär und unabhängig von individuellen Interessen.

Das große Interesse der Kommunen, Unternehmen und Bürger am E|Home-Center lässt erwarten, dass bereits in wenigen Jahren die ersten marktreifen Produkte und Dienstleistungen verfügbar sein werden.



Kontakt:
www.ehome-center.com

Projekt E|Home-Center – bayerisches Technologiezentrum für ressourcenschonendes und intelligentes Wohnen

Forschungsgegenstand	Energieeinsparung im Haushalt
Forschungsziel	Integration und Schulung von Lösungen in den Bereichen Energiemanagement, Komfort & Sicherheit sowie Infotainment unter Berücksichtigung ökonomischer, ökologischer und sozialer Aspekte
Projektverantwortliche	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke, Dr. Gerhard Kleineidam Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) www.ehome-center.com
geplante Laufzeit	2012–2015
	Fördermittel 7,5 Mio. EUR (siehe Hinweis * S. 55)

Keimzellen für die Energiewende im Industriemaßstab

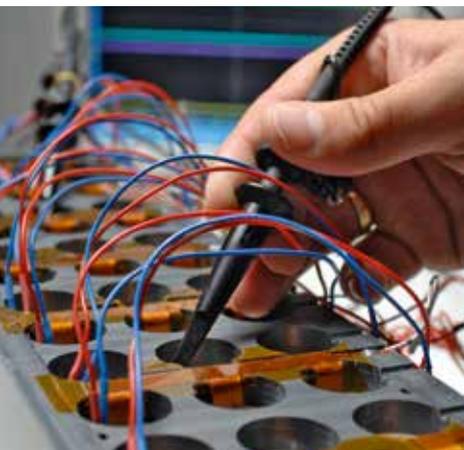
Grundidee des Projekts SEEDs ist der sofortige Einstieg in den Umbau der Energieversorgung durch Nutzung und Ausbau existierender Wachstumskeime (SEEDs – Smart Ecological Energy Domains) als Innovationsbeschleuniger. Dabei wird die Umsetzung einer nachhaltigen Energieerzeugung, -speicherung und -versorgung für Einheiten in der Größenordnung von Industrieanlagen demonstriert. Höchste Effizienz, Wirtschaftlichkeit sowie größtmögliche Versorgungs- und Stabilitätsautarkie stehen dementsprechend im Vordergrund.

Die Herausforderung an die Forschung und Entwicklung besteht in der Zusammenführung der Einzeltechno-

logien zu einem optimierten Gesamtsystem. Als erste Forschungs- und Demonstrationsplattform dient das Institutsgebäude des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie. Seine Leistungsklasse ist vergleichbar einem mittleren Industriebetrieb mit stark schwankenden Lasten, Spitzenlasten und erheblichem Sekundärenergiebedarf für Kälte und Druckluft. Fraunhofer-Institute sind zur Entwicklung und Demonstration von SEEDs ideal geeignet, da sie von ihrer Infrastruktur, dem Wartungspersonal, wie auch von ihrer Leistungsklasse (einige 100 kW bis einige MW) und ihren Belastungsprofilen sowohl den Büro-/Hausaspekt als auch den Industrie-/

Laboraspekt abbilden und damit alle Facetten unserer Energiewirtschaft abdecken. Eine Umsetzung ist mit moderatem Verwaltungsaufwand möglich und technische Expertise ist vorhanden.

In SEEDs wird die ganze Kette der Energietechnik betrachtet und genutzt. Besonderes Augenmerk legt die Forschung auf die effiziente Verknüpfung der einzelnen Komponenten und Demonstratoren durch geeignete elektronische Schnittstellen zu einem – zumindest teilweise – autarken und regelungstechnisch stabilen Gesamtsystem. Dabei umfassen die Entwicklungsarbeiten die Demonstration von existierenden



Elektrische Speicher mit Batteriemangement

Projekt SEEDs – Wachstumskeime für ein energieautarkes Bayern	
Forschungsgegenstand	Umbau der Energieversorgung in Industrieanlagen
Forschungsziel	Umsetzung einer nachhaltigen Energieerzeugung, -speicherung und -versorgung für Einheiten in der Größenordnung von Industrieanlagen
Projektverantwortlicher	Dr. Richard Öchsner Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie (IISB) www.iisb.fraunhofer.de
geplante Laufzeit	2013–2017
	Fördermittel 23 Mio. EUR (siehe Hinweis * S. 55)

Kontakt:
www.iisb.fraunhofer.de



Leistungselektronik-Labor am Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie

Lösungen im vernetzten Gesamtsystem zur Bewertung der Systemtauglichkeit, den Nachweis der technischen Machbarkeit und die Entwicklung von

Demonstratoren im Hinblick auf eine mögliche Markteinführung. Hinzu kommen Vorlauforschung und Screening von neuen Technologien, Ansätzen und Lösungen sowie deren Erprobung.

Know-how-Transfer für „grüne Fabriken“



Partnerstandorte der
Green Factory Bavaria

Projekt Green Factory Bavaria – Demonstrations-, Lehr- und Forschungsplattform für die energieeffiziente Produktion

Forschungsgegenstand	Verringerung des Energiebedarfs bayerischer Unternehmen
Forschungsziel	Erforschung, Einrichtung und Betrieb von Lern- und Forschungsplattformen für den Know-how-Transfer in bayerischen Unternehmen

Projektverantwortliche	Augsburg: Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart Fraunhofer-Projektgruppe Ressourceneffiziente mechatronische Verarbeitungsmaschinen (RMV)	Bayreuth: Prof. Dr.-Ing. Rolf Steinhilper Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation
	München: Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh Technische Universität München (TUM) (<i>iwv</i>)	Nürnberg: Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) (FAPS)

geplante Laufzeit	2012–2016	Fördermittel	27 Mio. EUR
		(siehe Hinweis * S. 55)	

Kontakt:

www.greenfactorybavaria.net

Im Zuge des Umbaus der bayerischen Energieversorgung muss auch der Energiebedarf produzierender Unternehmen wesentlich reduziert werden. Um in der Industrie das erforderliche Wissen aufzubauen, wie der Energiebedarf in der Produktion ganzheitlich gesenkt werden kann, werden in Bayern unter anderem an den vier Hauptstandorten Augsburg, Bayreuth, Nürnberg und München Demonstrations-, Lern- und Forschungsplattformen installiert. In diesen können sowohl technische Lösungen als auch methodische Vorgehen abgebildet werden. In Schulungen und durch individuelle Beratungsleistungen erfahren Unternehmen, wie sie ihren Energiebedarf selbständig senken und kurz- wie mittelfristig Einsparungen erzielen können.

Darüber hinaus dienen die Green Factories als Plattformen, um in weiteren Forschungsarbeiten neue Lösungen zur Steigerung der Energieeffizienz zu entwickeln und zu validieren. An jedem Standort werden spezifische Schwerpunkte dargestellt,

wobei übergreifende Querschnittsthemen sowie gemeinsame Aktivitäten (z. B. Seminare, Workshops oder Fachmessen) sowohl den Informationsaustausch untereinander als auch mit der Industrie sicherstellen.

Die Green Factories bündeln die Forschungskompetenzen aller für die energieeffiziente Produktion relevanten Fachgebiete, wie Maschinenbau, Fertigungstechnik, Elektrotechnik, Informationstechnik, Verfahrenstechnik, Werkstoffkunde und Wirtschaftswissenschaften. Sie betrachten alle wesentlichen Energiearten, z. B. für Fertigungsprozesse, zur Montage, zur Beleuchtung, für die Informationsverarbeitung sowie für die Wärme-, Kälte- und Klimaregelung. Sie widmen sich der Energienutzung in der Produktion, in der Logistik und in der Verwaltung.

Mit klarem Fokus auf die Energieeffizienz in der Produktion und der bayernweiten, interdisziplinären Zusammenarbeit sollen die Green Factories Bayern zu einem international sicht-



Blick in eine der Green Factories

baren Forschungsverbund ausgebaut werden. Mit diesem einmaligen Konzept zur Gemeinschaftsforschung von Industrie und Hochschulen wird neben einer effizienten Forschungsarbeit insbesondere ein effektiver und schneller Transfer der Ergebnisse in die Wirtschaft garantiert.

Partner:

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU), Projektgruppe Ressourceneffiziente mechatronische Verarbeitungsmaschinen (RMV), Augsburg
Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Projektgruppe Prozessinnovation, Bayreuth

Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik (FAPS), Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)

Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (*iwv*), Technische Universität München (TUM)

Energieeffizienz in Unternehmen: Impulse für den Mittelstand

Das Programm BayINVENT ist ein wichtiger Baustein des Bayerischen Energiekonzepts „Energie Innovativ“, das den Umbau der Energieversorgung als Schlüsselaufgabe betrachtet. Das Forschungs- und Technologieprogramm soll zum einen die Erforschung, Entwicklung und Anwendung neuer Energien vorantreiben und zum anderen sollen neue Energieeinsparotechnologien entwickelt und erprobt werden.

Antragsberechtigt sind wirtschaftlich tätige Unternehmen – bevorzugt kleine und mittlere Unternehmen – mit Sitz oder Niederlassung im Freistaat Bayern, Kommunen, Zweckverbände und sonstige Personen des öffentlichen Rechts und Träger kirchlicher sowie anderer Einrichtungen.

Die Förderung erfolgt durch Zuschüsse von 20 bis 50 Prozent der zuwendungsfähigen Kosten des Vorhabens, je nach Marktnähe und Innovationsgrad.



Kontakt:
www.ptj.de



Projekt		Förderprogramm BayINVENT – Beispiel: Innovatives Biomasse-Kraftwerk zur Wärme- und Stromgewinnung der Firma Max Bögl	
Forschungsgegenstand	Energieeffizienz im produzierenden Gewerbe		
Forschungsziel	Hebung von Einsparungspotenzialen durch Umstellung auf energetische Biomassennutzung im Kraft-Wärme-Kopplungs-Betrieb		
Projektträger	Dr. Ralf Peter Projektträger Jülich, Bereich Unternehmen und Forschungseinrichtungen www.ptj.de		
geplante Laufzeit	2012–2016	Fördermittel (siehe Hinweis * S. 55)	81,6 Mio. EUR (gesamtes Fördervolumen)

Ein im Rahmen von BayINVENT gefördertes Forschungs- und Entwicklungsprojekt ist die hochinnovative Biomasse-Gasturbinenanlage im Kraft-Wärme-Kopplungs-Betrieb der Max Bögl Bioenergie GmbH. Während konventionelle Gasturbinen mit Erdgas betrieben werden, verfügt die

neuartige Gasturbine im Bögl-Werk Sengental über eine externe Feuerung, die überwiegend mit Hackschnitzeln gespeist wird.

Die Technologie basiert auf dem Verfahren der Kraft-Wärme-Kopplung, mit dem sowohl Strom als auch nutz-

henden Prozesswärme kann direkt die Asphaltmischanlage im erforderlichen Temperaturbereich von 530 °C beheizt werden. Anschließend wird die Restwärme zum Betrieb der Betonmischanlagen in das betriebliche Dampfnetz eingespeist.



Holzhackschnitzel als Energieträger

bare Wärme erzeugt werden. Bis zu 90 Prozent der eingesetzten Primärenergie können so ausgenutzt werden. Die Leistungserwartungen der Biomasse-Gasturbinenanlage liegen bei 2 Megawatt elektrischer Leistung und bis zu 9 Megawatt thermischer Leistung. Mit der bei der Stromerzeugung entste-

Das Vorhaben mit einer Gesamtlaufzeit von 36 Monaten wird wissenschaftlich vom Institut für Energietechnik in Amberg betreut. Für die veranschlagten zuwendungsfähigen Investitionsmehrkosten in Höhe von 4,78 Mio. Euro gewährt das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie einen zwanzigprozentigen Zuschuss in Höhe von 956.000,- Euro.

Neue Konzepte für alte Gemäuer

Nicht nur private Wohngebäude stehen in der Pflicht, ihren Beitrag zu Energieeinsparung und -effizienz zu leisten. Auch in öffentlichen Gebäuden, kirchlichen Einrichtungen und Baudenkmalern können durch energetische Sanierungsmaßnahmen große Potenziale erschlossen werden. Eine besondere Herausforderung stellen in diesem Zusammenhang historische Bauwerke wie Kirchen, Schlösser und Burgen dar. Eine Machbarkeitsstudie untersucht daher die Möglichkeiten zur Energieeinsparung, CO₂-Reduzierung und Ressourcenschonung in denkmalgeschützten Gebäuden an einem prominenten Beispiel: der Kaiserburg in Nürnberg.



Die Kaiserburg in Nürnberg – Modellprojekt für energetische Sanierung historischer Gebäude

Die Kaiserburg Nürnberg ist mit ihrem Baubestand kein „homogenes“ Untersuchungsobjekt. Durch die immer wieder veränderte und überformte Grundsubstanz, durch Zerstörung und Wiederaufbau im 20. Jahrhundert ist ein „gewachsenes“ Gebilde entstanden. Die einzelnen Gebäude und Räume unterliegen stark unterschiedlichen Nutzungsanforderungen und lagebedingten Einflüssen. So befinden sich z. B. innerhalb der Burganlage private Wohnräume der Burgverwaltung, Sozialwohnungen, Büroräume des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege, ein Burgmuseum, ein Museumsladen, eine Kasse und Veranstaltungsräume. Diverse Bauepochen bedingen ein breites Spektrum an Materialaufbauten und -eigenschaften.

Partner:

Bayerische Verwaltung der staatlichen Schlösser, Gärten und Seen

Die besondere Herausforderung des Modellprojekts besteht darin, in diesem komplexen Baubestand den Denkmalschutz mit Aspekten des Klimaschutzes, der Energieeinsparung und der Ressourcenschonung zu vereinbaren. Auch die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen ist ein wichtiges Kriterium. Beschritten wird hier ein neuer Weg, bei dem Technik und Gebäude nicht isoliert betrachtet werden. Vielmehr wird im Rahmen einer interdisziplinären Zusammenarbeit der Fachrichtungen Architektur und Maschinenbau/Versorgungstechnik nach Möglichkeiten gesucht, die sowohl hinsichtlich der Energieaspekte als auch der Nutzung und des Umgangs mit dem Denkmal vielversprechend sind.

Die Übertragbarkeit der Erkenntnisse und eine damit einhergehende Erschließung großer Energieeinsparpotenziale bei Burgen, Schlössern und ähnlichen Bauwerken ist das zentrale Anliegen des Vorhabens.

Kontakt:

www.ohm-hochschule.de

www.stmug.bayern.de



Projektgruppe Klimaschutz durch Energiesparen

Teilprojekt

Machbarkeitsstudie zur energetischen Sanierung von denkmalgeschützten Gebäuden am Beispiel der Kaiserburg Nürnberg

Forschungsgegenstand

Energieeffizienz in Gebäuden

Forschungsziel

Energetische Sanierung von öffentlichen Gebäuden und Denkmälern

Projektverantwortliche

Prof. Dr. Nadja Letzel
Georg-Simon-Ohm-Hochschule
Nürnberg (GSO), Fakultät Architektur
www.ohm-hochschule.de

Michael Loch
Bayerisches Staatsministerium
für Umwelt und Gesundheit (StMUG)
www.stmug.bayern.de

geplante Laufzeit

2012–2013

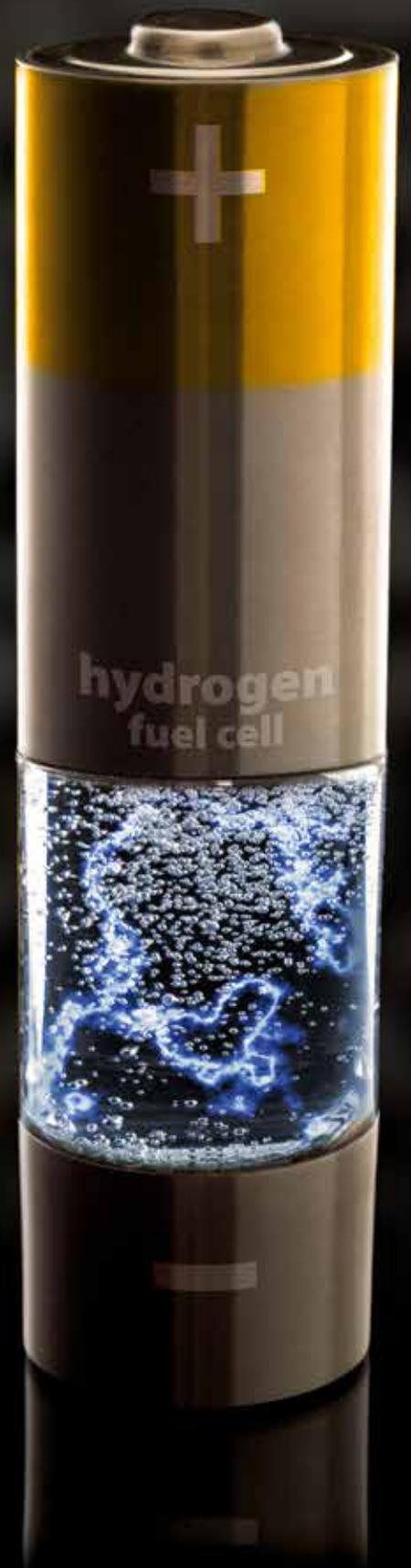
Fördermittel
(siehe Hinweis * S. 55)

75.000 EUR

3

SPEICHER

Erinnern Sie sich noch an das trommelnde Häschen aus der Fernsehwerbung? Die angepriesene Batterie verlieh ihm seine besondere Ausdauer. Auch die Energiespeicher der Zukunft müssen Ausdauer beweisen – aber dazu noch „Köpfchen“ und Flexibilität besitzen. Denn die Möglichkeit, überschüssige Energie zu speichern und bei Bedarf wieder abzugeben ist ein Schlüsselfaktor für das Gelingen der Energiewende. Nur so kann die Balance zwischen unregelmäßigen Erzeugungsmengen aus Erneuerbaren Energien und schwankendem Energiebedarf beim Verbraucher langfristig sichergestellt werden.







ENERGIE

in Balance

Speichertechnologien harmonisieren Angebot und Nachfrage der Erneuerbaren

Neben dem Umbau der Energiegewinnung selbst kommt der Entwicklung neuer Speichertechnologien eine entscheidende Bedeutung für das Gelingen der Energiewende zu. Die Energieinfrastruktur verändert sich im Zuge der Energiewende von einem stark zentralisierten hin zu einem weitgehend dezentralisierten System. Außerdem sind die regenerativen Energieträger Sonne und Wind sehr volatil, das heißt ihre Verfügbarkeit schwankt räumlich und zeitlich sehr stark. Um die Erzeugung und den Verbrauch von Energie zeitlich zu entkoppeln sind also Speicher vonnöten.

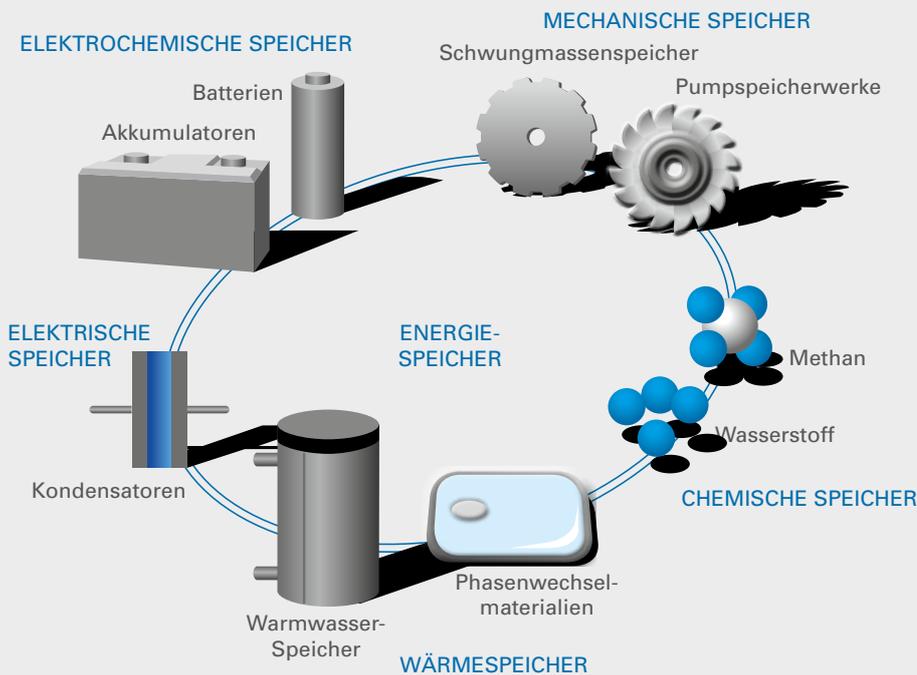
Für ein Gelingen der Energiewende muss ein breites Portfolio unterschiedlicher Speichertechniken entwickelt werden, die jeweils ganz verschiedene Anforderungen erfüllen. Dabei müssen einerseits unterschiedliche Größenskalen, andererseits sehr diverse Zeitskalen, von Sekunden bis Monaten abgedeckt werden. Je nach Anforderung kommen dabei verschiedene physikalische oder chemische Verfahren zum Einsatz.

Mechanische Energiespeicher – mal druckvoll, mal schwungvoll

Aufgrund geographischer Gegebenheiten ist Bayern für einen Zubau bei den Pumpspeicherwerken geeignet. Kaum ein anderes Land verfügt über ähnlich gute Voraussetzungen. Hier bieten sich sowohl Perspektiven für den Lastausgleich und den Regelenergiebedarf im bayernweiten Strom-

netz als auch für Anlagen mit regionaler Ausgleichsfunktion. Aufgrund ihrer sehr hohen Speicherkapazität und dem bisher von anderen Technologien nicht erreichten Wirkungsgrad großer Anlagen von bis zu 80 Prozent wird die Bedeutung von Pumpspeicherwerken im Zuge der Energiewende noch wachsen.

Ein anderer Ansatz nutzt statt der Lageenergie des Wassers komprimierte Luft: Regenerativ erzeugter Strom wird eingesetzt, um Luft unter hohem Druck beispielsweise in Salzstöcke zu pressen, welche dann im Bedarfsfall über eine Turbine wieder in Strom umgewandelt wird. Bis zur technischen Realisierung dieses Konzepts muss noch einiges an Forschungs- und Entwicklungsarbeit geleistet werden. Eine andere Form der dezentralen mechanischen Energiespeicherung



Verfahren zur Speicherung von Energie



Turbinenhalle im Pumpspeicherwerk Reisach

machen sich Schwungradspeicher zunutze, in denen z. B. ein massiver Rotor auf hohe Umdrehungszahlen gebracht wird. Die gespeicherte Energie kann dann in einem Zeitraum von Sekunden bis Minuten wieder abgerufen werden, entweder direkt als mechanische Energie oder zum Ausgleich kurzfristiger Netzstörungen.

Voltas und Faradays Erben: Elektrische und elektrochemische Speicher

Der klassische Blei-Säure-Akkumulator, den jeder von uns aus dem Auto kennt, wird zumindest noch für die nächsten Jahre eine der führenden Technologien der Speicherung von Strom bleiben. Alternative Verfahren sind zwar theoretisch bereits verfügbar, allerdings sind sie teilweise noch nicht alltagstauglich. Ein vielversprechender Ansatz im Bereich elektrischer Spei-

cher sind Kondensatoren mit sehr hoher Kapazität, sogenannte Superkondensatoren oder auch Supercaps. Sie verfügen über hohe Leistungsdichte und Lebensdauer. Dies macht sie insbesondere für Anwendungen interessant, bei denen Lade- und Entladevorgänge häufig und schnell (in der Größenordnung von Sekunden) erfolgen müssen. Entsprechend kommen sie vor allem für den mobilen Einsatz, beispielsweise im Bereich der Elektromobilität, in Frage.

Lithium-Ionen-Akkumulatoren, wie sie bereits seit einiger Zeit in elektronischen Geräten und auch in der Luftfahrt und Elektromobilität zum Einsatz kommen, zeichnen sich ebenfalls durch eine hohe Leistungsdichte aus. Als stationäre Speicher sind sie besonders geeignet, sehr schnell zu reagieren, wenn es darum geht, Frequenz-

schwankungen im Stromnetz abzuf puffern und Bedarfsspitzen auszugleichen (sogenanntes Peakshaving). Aufgrund der im Vergleich zu Pumpspeicherwerken geringen Kapazität sind sie für den dezentralen Einsatz beispielsweise in Verbindung mit Photovoltaikanlagen prädestiniert.

Ein besonders interessanter Ansatz für neue elektrochemische Speichertechnologien sind Redoxspeicher, die sich unter anderem durch einen hohen Wirkungsgrad auszeichnen. Ähnlich wie in einem Akkumulator wird auch hier elektrische Energie in chemische Energie verwandelt und im Bedarfsfall wieder als elektrische Energie abgegeben.

Der entscheidende Unterschied zu einem Akkumulator besteht darin,



dass Energiewandlung und Energiespeicherung räumlich getrennt sind. Dies eröffnet nicht nur die Möglichkeit einer flexiblen Skalierbarkeit (der Wandler kann im Vergleich zum Speicher verhältnismäßig klein gehalten werden), sondern auch Perspektiven, diese Redox-Flow-Technologie im Bereich der Elektromobilität einzusetzen. Mit der Entwicklung entsprechender Technologien und Materialien wie Elektroden beschäftigt sich z. B. das Bayerische Zentrum für Angewandte EnergieSpeicher-Technologien.

„Kraftstoffe“ für die Energiewende – Chemische Speicher

Von einer chemischen Speicherung wird immer dann gesprochen, wenn energiearme Stoffe in energiehaltige umgewandelt werden. Üblicherweise handelt es sich bei diesen chemischen Energieträgern um Wasserstoff, Methanol, „Energietragende Stoffe“ oder Methan. Die Nutzung dieser Energieträger findet seit langem statt – Erdgas z. B. besteht im Wesentlichen aus Methan – doch bei der Erzeugung besteht teilweise noch Forschungsbedarf.

Ein geradezu klassischer Ansatz der Umwandlung von elektrischer Energie in chemische Energie ist die Wasserzerlegung oder -elektrolyse, die wir aus dem Chemieunterricht kennen. Sie kommt z. B. in Frage, um überschüssigen Windstrom zu speichern. In einem nächsten Schritt kann dann ggf. die Umwandlung in Methan erfolgen, einen etablierten Energieträger mit bekannten Vorteilen: Eine gut ausgebaute Infrastruktur mit einer großen Speicherkapazität existiert

bereits in Form eines flächendeckenden Erdgasnetzes. Außerdem besitzt Methan eine hohe Energiedichte und sein Einsatzspektrum ist sehr breit – vom Einsatz zur Erzeugung häuslicher Wärme über den Betrieb von Gaskraftwerken bis hin zu entsprechenden Verbrennungsmotoren. Es ist angestrebt, in Zukunft sogenannten Überschussstrom zu wirtschaftlich vertretbaren Konditionen in Methan umzuwandeln. Überschussstrom wird aus den stark fluktuierenden Quellen Sonne und Wind erzeugt; die nachgefragte Strommenge ist zum Zeitpunkt der Stromerzeugung jedoch geringer als die produzierte Menge. Bis dieses Verfahren breit angewendet werden kann, besteht noch Forschungsbedarf, um z. B. effizientere Katalysatoren für die Umsetzung oder bessere Methoden für die Reinigung und Trocknung des erzeugten Methans zu entwickeln.

Dezentrale, lokale Energiespeicher könnten zukünftig auch auf Substanzen wie Ethylcarbazol basieren – in dieser Chemikalie lassen sich große Mengen Wasserstoff speichern und bei Bedarf wieder abgeben. Diese Eigenschaften machen diese Substanz auch als möglichen Energieträger für wasserstoffgetriebene Fahrzeuge interessant.

Die ganze Bandbreite der Technologien, die sich mit Wasserstoffherzeugung, -speicherung und -nutzung befassen, wird am Bavarian Hydrogen Center erforscht. In diesem bündeln insgesamt acht Professuren von vier bayerischen Hochschulen, ein Max-Planck- und ein Fraunhofer-Institut ihre Kompetenzen.

Von festen und flüssigen Phasen – Wärmespeicher

Die Speicherung von Wärme ist ein weiterer Baustein bei der Integration regenerativer Energien und zu einer effizienteren Energienutzung. Auch hier ist wieder ein weites Spektrum unterschiedlicher Technologien und Anforderungen im Spiel. Diese reichen von der Speicherung von Niedertemperaturwärme zur Warmwasserbereitung bis hin zu Hochtemperaturspeichern für die solarthermische Elektrizitätserzeugung, bei Speicherzeiträumen zwischen Stunden und Monaten. Neue Speichermaterialien – Phasenwechselmaterialien – eröffnen neue Möglichkeiten der Wärmespeicherung mit geringen Verlusten. Sie wechseln zwischen zwei Phasen – fest und flüssig – und können dadurch besonders große Energiemengen aufnehmen. Wärmespeicher können außerdem dazu beitragen, die Energieeffizienz durch die Nutzung industrieller Abwärme zu erhöhen. Auch in bereits vorhandenen Kraftwerken kann die Integration von Wärmespeichern eine Alternative zur Speicherung von Elektrizität darstellen. Die Erforschung und Entwicklung neuartiger Materialien und Konzepte zur Speicherung von Wärmeenergie bilden einen der Arbeitsschwerpunkte des in ein weitverzweigtes Netz von Kompetenzträgern eingebundenen Fraunhofer Centrums für Energiespeicherung. ●

Unterwegs zu den Energiespeichern von morgen



Schütttschichtwärmespeicher bei Fraunhofer UMSICHT

Kontakt:
www.umsicht-suro.fraunhofer.de
www.biocat.fraunhofer.de

Projekt	Fraunhofer Centrum für Energiespeicherung (CES)		
Forschungsgegenstand	Energiespeicher		
Forschungsziel	Material- und Prozessentwicklung, technische Umsetzung		
Projektverantwortlicher	Prof. Dr. Andreas Hornung Fraunhofer UMSICHT, Institutsteil Sulzbach-Rosenberg www.umsicht-suro.fraunhofer.de	Prof. Dr. Volker Sieber Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (IGB) Projektgruppe BioCat www.biocat.fraunhofer.de	
geplante Laufzeit	2012–2016	Fördermittel (siehe Hinweis * S. 55)	20 Mio. EUR

Die Verfügbarkeit Erneuerbarer Energien wie Wind und Sonne ist natürlichen Schwankungen unterworfen. Energiespeicher sollen daher ein Überangebot an Strom sinnvoll nutzbar machen und Energie zeitlich unabhängig von der Erzeugung bereitstellen. Mit der Entwicklung entsprechender Speichertechnologien befasst sich seit Mai 2012 das Fraunhofer Centrum für Energiespeicherung. Es adressiert vier Themenfelder:

- Die Arbeitsgruppe „Systemanalyse“ befasst sich mit Szenarien der Energiebereiche Wärme, Strom und Mobilität. Anhand dieser werden der Energiemix der Zukunft betrachtet sowie erforderliche Erzeugungs-, Transport- und Speicherkapazitäten ermittelt. Hieraus leiten sich Bedarf und Anforderungsprofile der benötigten Speichertechnologien ab.
- Im Fokus der zwei Arbeitsgruppen „Chemische Energiespeicher“ steht die Herstellung flüssiger und fester chemischer Energieträger mit Hilfe elektrischer Energie. Zwar existieren bereits erfolgversprechende Möglichkeiten wie die Methan-

oder Methanolsynthese, diese Verfahren müssen jedoch praxisorientiert im Sinne einer dezentralen und zeitlich flexiblen Produktion angepasst werden. Dazu werden unter anderem Katalysatoren entwickelt, die Reaktionen beschleunigen und in Richtung des gewünschten Produktes führen. Die Arbeitsgruppe „Chemische Energiespeicher – Katalyse & Prozesse“ erforscht einfach skalierbare und dezentral zu betreibende Prozesse und die hierzu notwendigen Katalysatoren beziehungsweise Biokatalysatoren. Die Arbeitsgruppe „Chemische Energiespeicher – Verfahren & Technische Umsetzung“ überführt Prozesse zur chemischen Energiespeicherung vom Labor in den Technikumsmaßstab und erprobt diese im Pilotbetrieb.

- Materialien und Technologien zum effizienten Einsatz thermischer Energie werden in der Arbeitsgruppe „Wärmespeicher“ entwickelt. Hier konnten bereits erste Erfolge verzeichnet werden. Mit der Abwärme einer Biogasanlage wurden mehrere Häuser sowie eine Lagerhalle beheizt. Das Besondere dabei: Wärmeerzeuger und Wärmeabnehmer sind etwa sieben Kilometer voneinander entfernt, dazwischen transportiert ein LKW die Wärme mit Hilfe eines Latentwärmespeichers. Ein weiterer Schwerpunkt ist der stromgeführte Betrieb von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen mittels geeigneter Wärmespeicher.



Leitstand Technikum Fraunhofer UMSICHT

Innovative Speicher für stabile Stromversorgung

Das Bayerische Zentrum für Angewandte EnergieSpeicher-Technologien soll kurz- und mittelfristig einsetzbare Speichertechnologien bereitstellen, die vor allem im dezentralen und stationären Einsatz die Energieeffizienz in Gebäuden und der Industrie steigern sowie Erneuerbare Energiequellen integrieren können.

Ein Forschungsschwerpunkt sind thermochemische Speicher. Diese verfügen theoretisch über die höchsten Kapazitäten zur Wärmespeicherung. Einsatzgebiete könnten solarthermische Kraftwerke sein, in denen ein Wärmeträgerfluid durch konzentrierte Sonnenstrahlung auf bis zu 400 °C erwärmt wird. Die erzeugte Wärmeenergie wird dann in einer Turbine zu Strom generiert. Auch Latentwärmespeicher im Bereich über 400 °C sind ein vielversprechender Ansatz. Diese Stoffe schmelzen beim Laden des Speichers und werden

beim Entladen wieder fest. So kann mehr Energie pro Volumen gespeichert werden als beim bloßen Erwärmen und Abkühlen eines Speichermediums.

Bei der Speicherung elektrischer Energie konzentriert sich das Bayerische Zentrum für Angewandte EnergieSpeicher-Technologien auf stationäre Redox-Flow-Batterien. Hier besteht das Speichermedium aus zwei separaten Flüssigkeiten. Zum Laden und Entladen werden diese durch einen Reaktor gepumpt, in dem eine reversible elektrochemische Reaktion stattfindet. Solche Speicher können z. B. bei der Integration von Photovoltaik-Strom eingesetzt werden. Das Bayerische Zentrum für Angewandte EnergieSpeicher-Technologien untersucht hier vor allem Materialfragen und die Optimierung kompletter Batteriesysteme.

Als drittes Thema wird die Umwandlung erneuerbarer Elektrizität in chemische Energieträger („Power-to-Gas“) betrachtet. Hier sollen Verfahren entwickelt werden, die in der Lage sind, der stark schwankenden Bereitstellung durch Erneuerbare Energiequellen zu folgen.

Zusätzlich soll eine Arbeitsgruppe zur Systemanalyse aufgebaut werden, die Potenziale dezentraler Energiespeicher abschätzen kann – sei es bei der Nutzung industrieller Abwärme oder bei der Steigerung des Eigenverbrauchs kleiner Photovoltaik-Anlagen. Dadurch soll letzten Endes auch Expertise aufgebaut werden, die in der Lage ist, die Politik in Energiefragen kompetent zu beraten.

Kontakt:
www.zae-bayern.de



Experimenteller Aufbau zur Untersuchung innovativer Elektrodenmaterialien für Redox-Flow-Batterien

Projekt		Bayerisches Zentrum für Angewandte EnergieSpeicher-Technologien	
Forschungsgegenstand	Speichertechnologien für den dezentralen und stationären Einsatz		
Forschungsziel	Steigerung der Energieeffizienz und Integration Erneuerbarer Energien durch den Einsatz von Energiespeichern		
Projektverantwortlicher	Dr. Andreas Hauer Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung (ZAE Bayern) www.zae-bayern.de		
geplante Laufzeit	2012–2016	Fördermittel (siehe Hinweis * S. 55)	8 Mio. EUR

Partner:

Technische Universität München (TUM):
 Lehrstuhl für Energiesysteme (TUM-LES), Prof. Dr.-Ing. Hartmut Spliethoff
 Lehrstuhl für elektrische Energiespeichertechnik (TUM-EES), Prof. Dr. Andreas Jossen
 Lehrstuhl für technische Elektrochemie (TUM-TEC), Prof. Dr. Hubert A. Gasteiger

Speicherlösungen für die Wasserstoffwirtschaft der Zukunft

Wasserstoff spielt im Rahmen der bayerischen Energiewende eine wichtige Rolle. Er kann aus regenerativ erzeugter Energie wie aus Wind, Sonnenstrahlung oder aus Biomasse gewonnen werden und ermöglicht damit eine Speicherung auch von unregelmäßig zur Verfügung stehenden Erneuerbaren Energien. Im Hinblick auf

die Energiebereitstellung kann Wasserstoff in mobilen wie stationären Anwendungen direkt zur Erzeugung von Elektrizität, Wärme oder mechanischer Arbeit genutzt werden.

Hier setzen die Aktivitäten des Bavarian Hydrogen Center an. Aufbauend auf einem neuartigen Speicher-

verfahren für Wasserstoff, den sogenannten „Flüssigen Organischen Wasserstoffträgermaterialien“ (LOHC), sollen Lösungen gefunden werden, eine auf Wasserstoff basierende nachhaltige Energiewirtschaft zu etablieren. Ein wichtiges Einzelvorhaben ist die Realisierung des „Energiehandelnden Hauses“: Bis Anfang 2014



Projekt		Bavarian Hydrogen Center (BHC)	
Forschungsgegenstand	Wasserstoff als regenerativer Energieträger		
Forschungsziel	Etablierung von Wasserstoff als Energieträger über die gesamte Energiekette		
Projektverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing. Eberhard Schlücker, Daniel Teichmann Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) www.bh2c.de		
geplante Laufzeit	2012–2016	Fördermittel	15 Mio. EUR (siehe Hinweis * S. 55)

Kontakt:

www.bh2c.de

soll es als voll funktionsfähiges Gesamtsystem demonstrieren, wie Energie in Form von Wasserstoff in LOHC gespeichert und bei Bedarf wieder in das Netz zurückgespeist werden kann. Die Herausforderungen dieses Vorhabens liegen einerseits in der Entwicklung der notwendigen Technologien, andererseits in der Beherrschung eines aus vielen Einzelanlagen bestehenden komplexen Gesamtsystems.

Im Themenkomplex „Wasserstoffbereitstellung“ werden Verfahren zur effizienten und wirtschaftlichen Herstellung von Wasserstoff aus Biomasse sowie aus regenerativen elektrischen Energien untersucht. Ein weiteres Thema ist die Reinigung und Aufbereitung des produzierten Wasserstoffs für nachfolgende Anwendungen. Die Nutzung in Verbrennungsmotoren und Gasturbinen ist

Gegenstand des Teilprojektes „Wasserstoffnutzung“. Auch bei diesen Vorhaben werden im Laufe der Förderung funktionierende Demonstratoren entwickelt und betrieben.

Alle Vorhaben werden übergreifend durch eine ausführliche Systemanalyse begleitet. Diese soll dazu dienen, verschiedene Technologien und Konzepte auf Basis einer einheitlichen Systematik zu bewerten, zu verglei-



Versuchsanlagen zur Hydrierung/
Dehydrierung des Carbazols

chen und mittel- bis langfristige Entwicklungsperspektiven aufzuzeigen.

Partner:

Lehrstühle (LS) der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU):

LS für Chemische Reaktionstechnik
(Prof. Dr. Peter Wasserscheid, Prof. Dr. Martin Hartmann, Prof. Dr. Wilhelm Schwieger)

LS für Thermische Verfahrenstechnik
(Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Arlt, Prof. Dr.-Ing. Malte Kaspereit)

LS für Technische Thermodynamik
(Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing)

LS für Energieverfahrenstechnik
(Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl)

LS für Prozessmaschinen und Anlagentechnik
(Prof. Dr.-Ing. Eberhard Schlücker)

Technische Universität München (TUM):

LS für Thermodynamik
(Prof. Dr.-Ing. Thomas Sattelmayr)

Universität Bayreuth:

LS für technische Thermodynamik und Transportprozesse
(Prof. Dr.-Ing. Dieter Brüggemann)

Hochschule Amberg-Weiden:

Institut für Energietechnik
(Prof. Dr.-Ing. Markus Brautsch)

Fraunhofer UMSICHT, Institutsteil Sulzbach-Rosenberg

Max-Planck-Institut für chemische Energiekonversion, Mülheim an der Ruhr

4

NETZE

Die Sonne geht unter, der Strom fließt weiter. Bleibt das auch so, wenn der Anteil von Solarstrom an der Stromversorgung steigt? Netze werden in Zukunft Energie nicht nur verteilen, sondern Angebot und Nachfrage koordinieren. Dazu müssen sie mit Informations- und Kommunikationstechnik ausgestattet werden.

Hier liegen Potenziale für Bayern, zum führenden Technologiestandort für Energieinformationsnetze zu werden.





Energienetze der **ZUKUNFT**

Nicht nur verteilen, auch kommunizieren

Waren die Netze bisher überwiegend auf den Transport des Stroms vom Erzeuger zum Verbraucher ausgelegt, so kommen mit der Energiewende ganz neue Herausforderungen auf sie zu. Denn die Nutzung Erneuerbarer Energien geht einher mit einer steigenden Anzahl dezentraler Anlagestandorte und schwankenden Einspeisemengen, die die Anforderungen an das bestehende Netz hinsichtlich seiner Stabilität verändern. Nur wenn Erzeugung, Verteilung und Verbrauch koordiniert und ganzheitlich gesteuert werden, lassen sich Netzstabilität und Versorgungssicherheit langfristig gewährleisten. Das Netz der Zukunft muss daher nicht nur Energieverteilungs-, sondern auch Energieinformations- und Kommunikationsnetz sein.

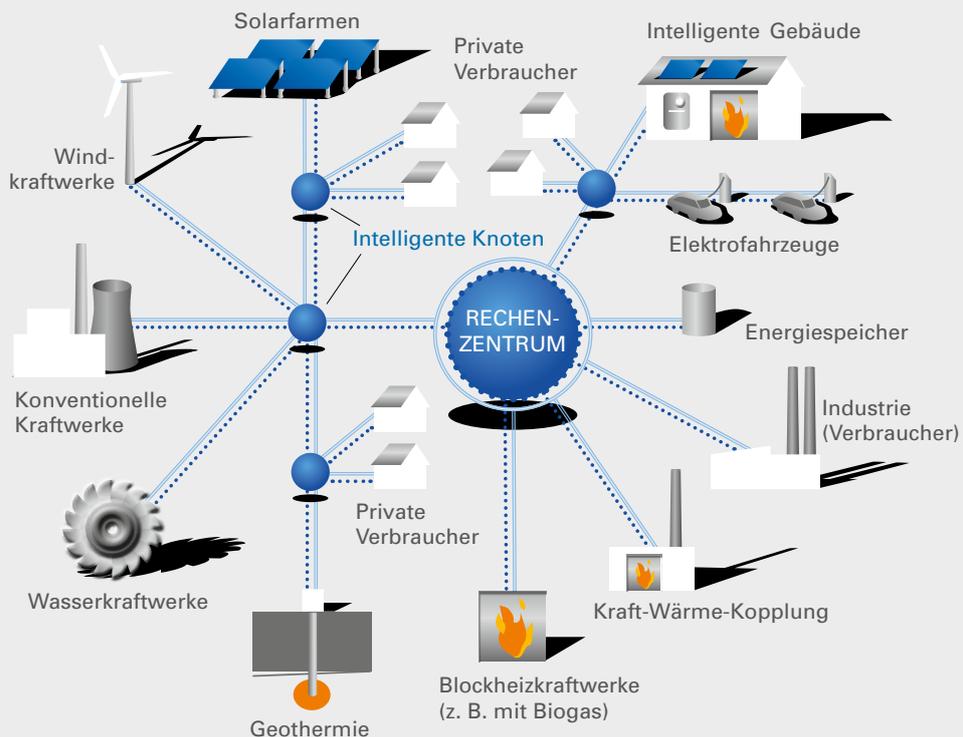
Die verstärkte Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen hat auch Auswirkungen auf das Stromnetz. Das bestehende Stromnetz ist auf die Verteilung einer gut planbaren Strommenge von wenigen konventionellen Großkraftwerken hin zum Verbraucher ausgelegt. Dazu wird der Strom ins Höchstspannungsnetz eingespeist und im sogenannten Verteilnetz über die Hoch- und Mittelspannungs- bis zur Niederspannungsebene übertragen.

Bei der Nutzung Erneuerbarer Energiequellen ist die Situation jedoch ganz anders: Hier handelt es sich meist um kleinere Anlagen, die einzeln oder im Verbund dezentral Strom erzeugen. Die Einspeisung erfolgt entsprechend ins Nieder- und Mittelspannungsnetz. Auch ist die eingespeiste Menge starken Schwankungen unterworfen, sofern sie von der Verfügbarkeit von Sonne und Wind abhängig ist. Dabei kann die Größenordnung dieser Schwankungen durchaus derjenigen gleichkommen, welche in der herkömmlichen Infrastruktur dem Ausfall eines kompletten Großkraftwerksblocks entspricht. Da sich der Stromverbrauch ebenso wie das Angebot nicht genau vorhersagen lassen, kann es zu einer Über- oder Unterauslastung der Netze kommen, die deren Stabilität und Sicherheit gefährdet. Dies ist nicht nur unangenehm für private Endverbraucher, die schlimmstenfalls „im Dunkeln“ sitzen. Großräumige Stromausfälle können vielmehr enorme volkswirtschaftliche Schäden verursachen, die unter Umständen mehrere hundert Millionen Euro betragen können.



Detail im Umspannwerk Oberhaid bei Bamberg

Um Schwankungen ökonomisch sinnvoll zu kompensieren und eine effiziente Verteilung der elektrischen Energie zu ermöglichen, müssen also neue Steuerungs- und Regelungskonzepte für die Stromnetze entwickelt werden. Zudem sind neue Sicherheitskonzepte erforderlich, um die Stromversorgung landesweit zuverlässig zu gewährleisten und die Netzstabilität zu garantieren. Eine Schlüsselrolle kommt dabei dem Einsatz moderner Informationstechnologie und Leistungselektronik zu. ▶



Intelligente Steuerung von Stromangebot und -verbrauch in einem Smart Grid

Intelligentes „Energienetz“: Smart Grids

In einem Smart Grid werden alle Faktoren der Energieinfrastruktur miteinander vernetzt und koordiniert. Sie ermöglichen z. B. das Zusammenschalten kleiner, dezentraler Stromerzeuger zu einem Verbund mit gemeinsamer Steuerung („Virtuelle Kraftwerke“). Moderne Kabeltechnik, Wechselrichter, verschiedene IT-Anwendungen und intelligente Stromzähler („Smart Meter“) helfen, Schwankungen beim wetterabhängigen Wind- und Sonnenstrom auszugleichen. Sie signalisieren, zu welchem Zeitpunkt zusätzliche Kraftwerke eingeschaltet werden müssen. Gleichzeitig steuern sie die Nachfrage so, dass diese sich dem unterschiedlich hohen Angebot anpasst. Damit sind auch intelligente Stromtarife möglich, die Verbrauchern einen Anreiz bieten, elektrische Geräte vor allem dann zu betreiben, wenn viel Strom günstig verfügbar ist.

Ergänzend zum herkömmlichen Energieverteilungsnetz müssen daher flächendeckend Energieinformations- und Kommunikationstechnologien in die Netze integriert werden. Nur so können die Einbindung, Steuerung und Überwachung Erneuerbarer Energiequellen, ein frühzeitiges Erkennen von Problemen sowie gegebenenfalls die Einleitung von Gegenmaßnahmen gewährleistet werden.



Höchstspannungsleitung in Oberfranken

Großes Marktpotenzial für Bayern als führenden Standort

Mit diesen Technologien ist ein erhebliches Marktpotenzial verbunden, das Bayern angesichts seiner hohen Kompetenz in der Informations- und Kommunikationstechnik nutzen sollte. Bayern kann so zu einem international führenden Standort für die Technologie zum Aufbau und Betrieb zuverlässiger und sicherer Energieinformationsnetze werden.

Ein wichtiger Schritt auf diesem Weg ist das Modellprojekt Smart Grid Solar in Oberfranken (siehe nachfolgende Seite). Mit Feldversuchen in räumlich eng abgegrenzten Regionen, die einen hohen Anteil ihres Stroms aus Erneuerbaren Energien erzeugen, können wertvolle Erkenntnisse für das Vortreiben von Smart-Grid-Lösungen zur Marktreife gewonnen werden.

Gebündelt gut – lokale Gleichstromnetze sparen Energie

Insbesondere im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie bietet sich durch die Installation lokaler Gleichstromnetze ein großes Einsparpotenzial. Beispielsweise ist der Einsatz eines lokalen Gleichstromnetzes in einem Computerzentrum, dessen Server Gleichstrom benötigen, eine attraktive Alternative: Im Vergleich zum Betrieb mit individuellen Netzteilen ergeben sich Einspar-

möglichkeiten von bis zu 20 Prozent. Ein weiterer Vorteil ist, dass Strom aus regenerativen Quellen oder Energiespeichern – der technisch bedingt auch als Gleichstrom anfällt – direkt eingespeist werden kann, wodurch Wandlungsverluste vermieden werden. Hier besteht Forschungsbedarf sowohl in Bezug auf den Aufbau solcher lokalen Netze als auch im Hinblick auf die Optimierung von Komponenten wie Verteilerstationen oder Wechselrichtern.

HGÜ-Leitungen

Die Gleichstromtechnologie bietet nicht nur interessante Perspektiven auf lokaler Ebene. Auch auf länderübergreifender, europäischer Ebene wird sie in Zukunft eine immer größere Rolle spielen, und zwar in Form der Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ). Diese wird benötigt, um regionale Energieüberschüsse innerhalb der Grenzen Europas und sogar darüber hinaus auszugleichen, z. B. wenn es darum geht, Windenergieanlagen in der Hochsee (Offshore-Windparks) oder das geplante Projekt einer großtechnischen Gewinnung von Sonnenstrom in Nordafrika (DESERTEC) einzubinden. Einer der wesentlichen Unterschiede zwischen Wechselstrom- und HGÜ-Netzen besteht darin, dass ein Stromtransport mit geringeren Verlusten möglich wird.

Da außerdem ab einer bestimmten Länge eine HGÜ-Leitung verlustärmer ist, eignet sich diese Technologie besonders gut, hohe Leistungen über große Entfernungen zu übertragen. Im Zusammenspiel mit einer hochentwickelten Leistungselektronik zur Netzregelung hat die HGÜ-Technologie das Potenzial, die Übertragungskapazität der jetzt schon stark belasteten Netze zu erhöhen und den Bedarf für einen Netzausbau zu minimieren.

Supergrids

Auf europäischer Ebene wird die Schaffung einer überlagerten Spannungsebene diskutiert, die sowohl Gleichstrom- als auch Wechselstromstrukturen umfasst – ein „Supernetz“ oder „Supergrid“. Die Technologie, die für die Errichtung eines Höchstspannungswechselstromnetzes benötigt wird, ist vorhanden. HGÜ-Leitungen existieren allerdings bisher nur als Punkt-zu-Punkt-Verbindungen, z. B. als unterseeische Kabel zwischen Schweden und Dänemark oder zwischen Norwegen und den Niederlanden. Netze auf der Basis von HGÜ-Technologie sind jedoch technologisches Neuland, sodass hier großer Forschungsbedarf besteht, ebenso wie bei der Verbindung eines europäischen Supergrids mit den bereits bestehenden Strukturen eines 400 Kilovolt-Verbundnetzes. Schwerpunkte bilden hier u. a. die Netzintegration von zentralen Versorgern und Speichersystemen, die Optimierung von Hochleistungsschaltern und sonstigen Systemkomponenten. Ziel ist es, höchsten Wirkungsgrad, Ausfallsicherheit und Wirtschaftlichkeit zu verwirklichen. ●

Intelligentes Sonnenenergie-System

Auch wenn wir uns in der dunklen Jahreszeit nach dem sonnigen Süden sehnen: Deutschland verfügt sehr wohl über eine ausreichend hohe Sonneneinstrahlung, um langfristig ein Viertel oder mehr seines Strombedarfs aus Sonnenenergie zu decken. Anders als konventionelle Kraftwerke sind die meisten Solaranlagen aber nicht an das Höchstspannungsnetz, sondern an das Mittel- oder Niederspannungsnetz angeschlossen. Kann die erzeugte Energie z. B. an sonnenreichen Tagen lokal nicht verbraucht werden, kommt es zu Rückspeisungen in die darüberliegenden Netzebenen, was zu Netzstörungen führen kann.

Um diesem Szenario erfolgreich zu begegnen, müssen zunächst die Netze für die künftige Herausforderung ausgelegt werden. Außerdem sind Speichermöglichkeiten erforderlich, um überschüssigen Solarstrom speichern und bei Bedarf wieder einspeisen zu können. Auch die Verlagerung des Stromverbrauchs in erzeugungsstarke Zeiten kann Stromspitzen ver-

meiden. Hierzu bedarf es eines intelligenten Stromnetzes („Smart Grid“), das sämtliche Akteure in ein Gesamtsystem integriert.

Smart Grid Solar: Modellversuch eines Gesamtsystems

Im Modellversuch Smart Grid Solar werden in einem Netzgebiet mit einem hohen Anteil an Solaranlagen alle relevanten Komponenten eines intelligenten Stromnetzes untersucht. In einem Auswahlverfahren entschied man sich dazu für die Standorte Hof und Arzberg.

Im Einzelnen beschäftigt sich das Projekt mit folgenden Bereichen:

- Steuerung und Regelung des Stromnetzes durch Zwischenspeicher beziehungsweise durch Nutzung von intelligenten gesteuerten Verbrauchern und Erzeugern im Gesamtsystem.
- Weiterentwicklung und Anpassung von innovativen Komponenten (Erzeuger, Netz und Verbraucher) zur



Integration von Solarstrom in den Netzverbund

Unterstützung einer Netzstabilisierung im Nieder- und Mittelspannungsbereich.

- Entwicklung von Simulations- und Optimierungsmodellen zur Begleitung und Vorhersage eines Volllastszenarios „Erneuerbare Energieerzeugung 2050“.

Mit diesem Vorhaben soll ein realistisches Modell für die zukünftige Gestaltung von Ortsnetzen und Niederspannungsknoten entwickelt werden, das es den Verteilnetzbetreibern und der Politik gemeinsam ermöglicht, die regulativen und normativen Rahmenbedingungen für die Energiewende in Deutschland präziser vorherzusagen und zu gestalten.



Projekt Modellversuch „Smart Grid Solar in Hof und Arzberg“

Forschungsgegenstand	Netzintegration der Photovoltaik in Modellregionen		
Forschungsziel	Erhöhung des Anteils von Strom aus Erneuerbaren Energien am Gesamtmix und Überführung in nachhaltige Vollversorgung		
Projektverantwortlicher	Prof. Dr. Christoph Brabec Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung (ZAE Bayern) Abt. Thermosensorik und Photovoltaik www.zae-bayern.de		
geplante Laufzeit	2012–2016	Fördermittel	7 Mio. EUR (siehe Hinweis * S. 55)

Kontakt:

www.zae-bayern.de

Partner:

Stadt Hof
Stadt Arzberg
Hochschule Hof

Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg (FAU)
Fraunhofer-Institut für Integrierte
Schaltungen (IIS), Erlangen

Fraunhofer-Institut für Integrierte
Systeme und Bauelementtech-
nologie (IISB), Erlangen
E.ON Bayern AG
HofEnergie+Wasser (HEW)

Rauschert Solar,
Judenbach
IBC Solar AG,
Bad Staffelstein
BEC Engineering,
Ottersberg



„Wasch mir den Pelz, aber mach mich nicht nass!“ Was heißt es für jeden einzelnen von uns, wenn unser Strom künftig aus dem Windpark vor den Toren des Dorfes kommt? Wer trägt die Kosten, die im Zuge der Energiewende unweigerlich anfallen, woher wird das benötigte Kapital stammen? Wie können wir neue Technologien nutzen? Diese und viele weitere Fragen gilt es zu beantworten, um eine Erfolgsgeschichte der Energiewende schreiben zu können – im gesellschaftlichen Diskurs, aber auch im Zusammenwirken unterschiedlichster natur-, technik- und geisteswissenschaftlicher Disziplinen.

5

QUERSCHNITTS- THEMEN



Umsteigen heißt **UMDENKEN**

Die Energiewende ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe



Die vorhergehenden Kapitel beschäftigen sich mit naturwissenschaftlichen und technologischen Aspekten der Energiewende. Doch Wissenschaft und Technologie befinden sich nie in einem luftleeren Raum. Vielmehr finden die tiefgreifenden Veränderungen auf dem Weg zu einer nachhaltigen Erzeugung, Verteilung und Nutzung von Energie in einem komplexen Umfeld statt. Es gilt, die naturwissenschaftlichen und technologischen Aspekte in ihren ökologischen, sozialen, politischen, kulturellen und wirtschaftlichen Wechselbeziehungen zu analysieren und darauf aufbauend Szenarien und Handlungsoptionen zu entwickeln. Neben der Betrachtung der Situation in Bayern muss der Blick hier selbstverständlich auch die nationalen, europäischen und globalen Zusammenhänge umfassen.

Die Energiewende ist eine der größten Aufgaben unserer Zeit. Eine isolierte Betrachtung ihrer wissenschaftlichen und technologischen Grundlagen reicht daher nicht aus. Erst der Blick auf das wirtschaftliche, gesellschaftliche und technologische Gesamtsystem ermöglicht es, Szenarien für unsere Energiezukunft zu entwickeln und die erfolgversprechendsten Wege zur Umsetzung der Energiewende zu beschreiten. Die Folgen technologischer Umbrüche,

Auswirkungen auf den Energiemarkt und die gesellschaftliche Akzeptanz müssen ebenso bedacht werden wie ein veränderter Bedarf an Dienstleistungen und die Nutzung teilweise knapper Rohstoffe.

Das Gesamtsystem im Blick

Auch in Bayern müssen Energieprognosen getroffen werden. Geopolitische Kräfteverschiebungen, der Effekt von Anreizsystemen, die Technologieakzeptanz, die Reichweite

internationaler Abkommen und die möglichen Kosten und Folgen greifen ineinander. Deswegen brauchen wir eine übergeordnete Energiesystemanalyse. Forschungsbedarf besteht hier unter anderem hinsichtlich der Wechselwirkungen zwischen der Technologieentwicklung und ihrer ökonomischen, rechtlichen und ethischen Bewertung. Diese Fragen bilden einen Forschungsschwerpunkt des Zentrums „Energie und Information“ an der Technischen Universität München.

Sichere Technik, sichere Versorgung?

Alle bekannten Untersuchungen zeigen, dass die Spitzen Erneuerbarer Energien nicht mehr vor Ort verbraucht werden können. Umgekehrt müssen in Zeiten geringerer Erzeugung oder hohen Verbrauchs Reservekraftwerks- und/oder erweiterte Speicherkapazitäten genutzt werden. Es müssen belastbare Szenarien entwickelt werden, wie selbst beim

Zusammentreffen besonders ungünstiger Erzeugungs- und Bedarfslagen eine weitestgehende Versorgungssicherheit gewährleistet werden kann.

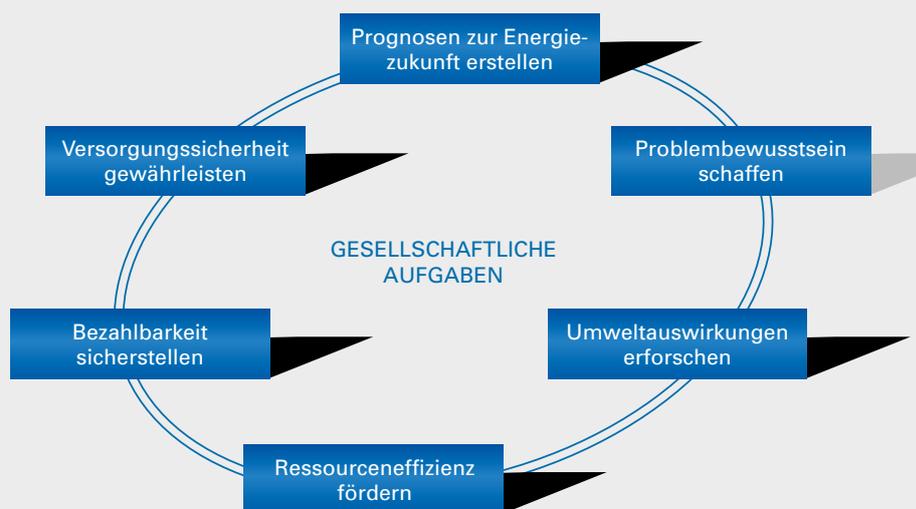
Technisch machbar! Aber ...

Über die technische Machbarkeit der Energiewende besteht überwiegend Einigkeit. Viel diskutiert wird die Frage nach der ökonomischen Sinnhaftigkeit. Unstrittig ist, dass ein enormer Investitionsbedarf herrscht. Davon können Zulieferbranchen für Erneuerbare Energietechnologien und nachhaltige Mobilität enorm profitieren. Bayern ist in der günstigen Position, über umfangreiches Know-how im Bereich des Anlagen-, Infrastruktur- und Kraftwerksbaus zu verfügen. Dies eröffnet eine Perspektive auf tausende neue Arbeitsplätze in den kommenden Jahren.

Neben den wirtschaftlichen Faktoren spielen natürlich auch gesellschaftliche Grundhaltungen eine Rolle: Das energiebezogene Problembewusstsein, die daraus erwachsende Bereitschaft zur Verhaltensänderung und auch die Wahrnehmung der eigenen Gestaltungsmöglichkeiten unterliegen vielfältigen Einflüssen. Ein besonderes Problembewusstsein herrscht an den Standorten, die für Windkraftanlagen, Solarparks, neue Überlandleitungen u. ä. vorgesehen sind und an denen sich Initiativen dagegen bilden. Die Umweltschutzaspekte werden z. B. in verschiedenen Projekten vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit untersucht.

So werden z. B. Möglichkeiten der umweltverträglichen Gestaltung beim

Bau und Betrieb von Photovoltaik (PV)-Freiflächenanlagen aufgezeigt. Modellhafte Untersuchungen befassen sich mit dem Vogelzug und möglichen Beeinträchtigungen schlaggefährdeter Vogelarten wie des Rotmilans in der Nähe von Windkraftanlagen. Ebenfalls erforscht werden die Ökobilanzen von PV-Modulen, der Bau von PV-Anlagen auf Deponien und Altlasten sowie die Bewertung des Landschaftsbildes – letzteres als Grundlage zur Ermittlung schützenswerter Landschaften. Bei der energetischen Biomassenutzung stehen Fragen des Immissionsschutzes und des Klimaschutzes im Zentrum des Interesses. Ein umfassendes Bild der Nutzungsmöglichkeiten für Erdwärme an jedem Standort in Bayern liefert das Informationssystem Oberflächennahe Geothermie. ▶



Forschungsbedarf über die naturwissenschaftlichen und technischen Felder hinaus

Schließlich stellt die Bayerische Staatsregierung umfangreiche Informationen über die Handlungsmöglichkeiten von Kommunen, Bürgern und Unternehmen insbesondere zum Energiesparen und zur Energieeffizienz zur Verfügung. Die Palette reicht von zahlreichen Publikationen über den Energie-Atlas Bayern bis zur Internetplattform zum Thema Energiewende.

Clevere Services für effiziente Energienutzung

In der Vergangenheit wurde eine höhere Energieeffizienz meist sehr schnell wieder durch einen Mehrkonsum von Energie überkompensiert. Hier besteht Forschungsbedarf z. B. an sogenannten „Second Best-Strategien“, die, wenn die Ziele von internationalen Vereinbarungen wie Klimaschutzabkommen nicht erreicht werden, dennoch zu Verbesserungen führen. Insgesamt sollte noch untersucht werden, wie psychologische, kulturelle und institutionelle Rahmenbedingungen den Bedarf an Energiedienstleistungen sowie die Akzeptanz von Energietechnologien und energiepolitischen Maßnahmen beeinflussen.



Batterielabor im Zentrum „Energie und Information“ an der Technischen Universität München

Viele Elemente für neue Energie

Einerseits hat Bayern kaum Energie-Rohstoffvorkommen, andererseits greifen neue Energietechnologien auf einen immer größeren Teil des Periodensystems der Elemente zurück. So steigt der Bedarf nach dem Leichtmetall Lithium für die Batterietechnologie ebenso wie nach Metallen der Seltenen Erden, die z. B. für Hochleistungsmagnete in Windenergieanlagen oder für Leuchtmitter benötigt werden. Hier besteht nicht nur Forschungsbedarf bei der Entwicklung effizienterer Methoden zur

Gewinnung und Aufreinigung der Materialien. Es müssen auch Anstrengungen unternommen werden, die in Produkten benötigten Mengen so weit wie möglich zu minimieren und für besonders kritische Rohstoffe effiziente Sammel- und Recyclingsysteme zu etablieren. Letzteres bildet einen Forschungsschwerpunkt der Fraunhofer-Projektgruppe für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie unter Federführung des Lehrstuhls für Ressourcenstrategie an der Universität Augsburg. ●

Ressourceneffizienz als Beitrag zur Energiewende



Carbonfasern zur Herstellung von carbonfaser-verstärkten Kunststoffen für den Leichtbau

Projekt		Ressourcenstrategische Konzepte für zukunftsfähige Energiesysteme	
Forschungsgegenstand	Ressourceneffizienz		
Forschungsziel	Entwicklung kreislauffähiger Konzepte		
Projektverantwortlicher	Prof. Dr. Armin Reller Universität Augsburg, Lehrstuhl für Ressourcenstrategie www.ressourcenforschung.de		
geplante Laufzeit	2012–2016	Fördermittel	3,65 Mio. EUR (siehe Hinweis * S. 55)

Kontakt:

www.ressourcenforschung.de

Energie- und Ressourceneffizienz sind wichtige Bausteine für eine wirtschaftliche und klimafreundliche industrielle Fertigung vor dem Hintergrund einer verantwortungsbewusst zu gestaltenden Energiewende.

Ein interdisziplinäres Forscherteam der Universität Augsburg und der Fraunhofer-Gesellschaft arbeitet in aufeinander abgestimmten Projekten an der Konzeption einer Stoffkreislaufwirtschaft, die der Nutzung von primären und sekundären Ressourcen entlang der Prozesskette Use/Reuse/Remanufacturing und Recycling essentielle Bedeutung zumisst. Im Rahmen des Graduiertenkollegs „Ressourcenstrategische Konzepte für zukunftsfähige Energiesysteme“ werden folgende Fragestellungen auf drängende ressourcenstrategische und wirtschaftliche Herausforderungen bearbeitet:

- **Leichtbau:** Forschungsthemen sind unter anderem die energieeffiziente Produktion von Carbonfasern und die effiziente Nutzung von Carbonfasern in faserverstärkten Polymeren durch Optimierung der Faseranbindung.

- **Energietechnisch relevante Funktionsmaterialien:** Es werden neuartige Elektrolyt- und Funktionsmaterialien für Energietechnologien und -umwandlungen, wie z. B. energieeffiziente Beleuchtungssysteme entwickelt.

- **Photovoltaik:** Bei der Identifizierung des Recyclingaufkommens von Photovoltaikmodulen ist es Ziel, anhand von aussagekräftigen Prognosen vor allem kritische Rohstoffe wie Silber, Silizium, Tellur, Glas, etc. zurückzugewinnen.

- **Energiespeicher:** Bei der Analyse des Recyclingpotentials für zukunftsfähige Energiespeicher ist das Ziel die technisch-ökonomische Evaluierung der Rückgewinnung kritischer Materialien am Beispiel zukünftiger Energiespeicher.

- **Steigerung der Energieeffizienz in der Produktion durch eine energieorientierte Aggregate Belegungsplanung:** Es werden Entwicklungsstrategien entworfen und anhand von Praxisbeispielen aus energieintensiven Branchen evaluiert.

Das Projekt Ressourcengeographie, Stoffkreisläufe und Kritikalität von Rohstoffen und Technologien schließlich bildet die Brücke zwischen den einzelnen Forschungsschwerpunkten. Die Identifizierung und Analyse von Problemstellungen schaffen die Ausgangsbasis für eine ökonomisch effiziente, nachhaltig sinnvolle sowie sozial verträgliche Ressourcennutzung.



Energietechnologien und Umwandlungen, wie Materialanalyse, mittels Rasterelektronenmikroskop

Partner:

Fraunhofer-Projektgruppe für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie (Fraunhofer IWKS), Alzenau

Forschung für Windkraftanlagen in Landschaftsschutzgebieten

39 Prozent der Kraftwerksleistungen, die im Jahr 2009 in der Europäischen Union neu installiert wurden, entfielen auf Windkraftanlagen. Auch in Bayern soll die Windkraft ausgebaut werden. Bei allen Vorteilen dieser Technologie muss die Frage eines geeigneten Standorts jedoch sorgfältig geprüft werden, da Windkraftanlagen immer auch einen Eingriff in das Landschaftsbild darstellen und mit akustischen und biologischen Störfaktoren verbunden sein können.

Dennoch ist auch in Landschaftsschutzgebieten prinzipiell die Errichtung von Windkraftanlagen möglich. Voraussetzung dafür ist in der Regel eine Verordnungsänderung: In den Hinweisen der Bayerischen Staatsregierung zur Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen (Windenergie-Erlass) vom 20.12.2011 wird klargestellt, dass die Windenergienutzung in Landschaftsschutzgebieten nicht grundsätzlich ausgeschlossen ist. Zur Prüfung im Einzelfall wird den Verordnungsgebern vor allem empfohlen, Zonierungskonzepte zu entwickeln. Diese stellen ein optimales Steuerungsinstrument dar, um Windenergienutzung und Naturschutzbelange in Einklang zu bringen.



Windkraft im Altmühltal

Denn gerade in großflächigen Landschaftsschutzgebieten und Naturparks sind Landschaftsbild, Nutz- und Schutzzonen nicht einheitlich. Hier hilft die Einteilung in Tabu-, Entscheidungs- und Ausnahmezonen den zuständigen Verordnungsgebern bei der Entscheidungsfindung vor Ort, ob und in welchem Umfang die Windkraft in das Landschaftsschutzgebiet integriert werden kann. Die konkrete Ausgestaltung von Zonierungskon-

zepten muss daher sorgfältig durchdacht und fachlich hinterlegt sein.

Das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit unterstützt deshalb die Modellprojekte „Standortfindung für Windkraftanlagen im Naturpark Altmühltal: Erstellung eines 3-Zonenkonzepts“ sowie das Modellprojekt „2-Zonenkonzept des Naturparks Frankenhöhe“. Ziel der Modellprojekte ist es, Zonenkonzepte für mögliche Standorte von Windkraftanlagen zu entwickeln, ohne die Ziele des Naturparks zu beeinträchtigen. Zudem sollen Empfehlungen für die Überarbeitung der Schutzgebietsverordnung erarbeitet und die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Schutzgebiete erforscht werden.

Partner:

Wissenschaftliche Einrichtungen, Naturparks, Behörden

Kontakt:

www.stmug.bayern.de

www.naturpark-altmuehltal.de/windenergie/



Projektgruppe	Umweltbegleitforschung (allgemein)	
Teilprojekt	Standortfindung für Windkraftanlagen im Naturpark	
Forschungsgegenstand	Umweltschutzaspekte der Energiewende	
Forschungsziel	2- bis 3-Zonenkonzepte für Windkraftanlagen in Naturparks	
Projektverantwortliche	Naturpark Altmühltal e. V. www.naturpark-altmuehltal.de/windenergie/	Dr. Eva Trübenbach Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG) www.stmug.bayern.de
	geplante Laufzeit	2012–2013

Informationsflüsse für Energieflüsse



Klimakammer

Die große Herausforderung bei Erneuerbaren Energien besteht darin, eine neue Balance zwischen Erzeugung und Verbrauch zu finden. Neben neuen technischen Komponenten ist dazu auch eine intelligente Steuerung des Gesamtsystems erforderlich. Im Zentrum „Energie und Information“ an der Technischen Universität München sollen daher die wissenschaftlichen Grundlagen geschaffen werden, um den Energie- und Informationsfluss in einem ganzheitlichen Energiesystem optimal aufeinander abzustimmen.

Nicht nur im Betrieb des neuen Systems, sondern auch bei dessen Aufbau spielen neue Informationsquellen eine wichtige Rolle. Dazu müssen ganz neue Planungswerkzeuge, die z. B. die geografische Bedingtheit der Erneuerbaren Energien berücksichtigen, entwickelt werden. Außerdem müssen Projektpläne frühzeitig an die Bürger kommuniziert werden, um deren Wünsche und Vorstellungen im Planungsprozess berücksichtigen zu können.

Projekt Zentrum „Energie und Information“ an der Technischen Universität München

Forschungsgegenstand Informationsstrukturen für die Energiewende

Forschungsziel Schaffung wissenschaftlicher Grundlagen für Gesamtsystem aus Energie- und Informationsfluss

Projektverantwortlicher Prof. Dr. Thomas Hamacher
Technische Universität München (TUM)
www.mse.tum.de

geplante Laufzeit	2013–2016	Fördermittel	16,50 Mio. EUR
		(siehe Hinweis * S. 55)	

Die Aufgaben des Zentrums liegen daher in drei Bereichen:

- Die technische Verbindung von Energie und Nachrichtentechnik als Grundlage neuer Netzstrukturen, die mehr Flexibilität in Erzeugung und Verbrauch erlauben und damit eine zentrale Grundlage zur Integration großer Mengen an fluktuierenden Stromerzeugern schaffen.
- Die Einbindung von betroffenen Bürgern schon in der Planungs- und Entwurfsphase, um sie zu vollwertigen Partnern zu machen. Um den Bürgern die Auswirkungen zu veranschaulichen, müssen modernste Kommunikationstechnologien eingesetzt werden.
- Der Aufbau neuer Energieinformations- und Planungswerkzeuge, die es insbesondere erlauben, den Raum- und Zeitbezug optimal darzustellen.

Partner:

Munich Center for Technology in Society (MCTS) der Technischen Universität München (TUM)

Kontakt:

www.mse.tum.de

Das Zentrum für Energie und Information wird eine weitere wichtige Säule in der Munich School of Engineering der Technischen Universität München werden. Es stellt die institutionelle Verbindung zwischen der Elektrotechnik, der Informatik und dem Integrative Research Center Munich Center for Technology in Society her.



Praktikum an einer Gastherme

Projektüberblick

Geförderte Projekte der Bayerischen Staatsregierung

Mehr
auf
Seite

Fraunhofer Centrum für Energiespeicherung (Sulzbach-Rosenberg und Straubing)	Fraunhofer UMSICHT, Institutsteil Sulzbach-Rosenberg: Prof. Dr. Andreas Hornung www.umsicht-suro-fraunhofer.de Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (IGB) Projektgruppe BioCat: Prof. Dr. Volker Sieber www.biocat.fraunhofer.de	2012–2016	20,00	37
Elastomerbasierte Generatoren zur Gewinnung von elektrischer Energie (Würzburg, Erlangen)	Fraunhofer-Institut für Silicatforschung (ISC), Würzburg: Dr. Bernhard Brunner www.isc.fraunhofer.de	2012–2016	8,00	17
Energieautarkes Bayern – regenerative Energieversorgung von Gebäuden, Industrieanlagen und Kommunen (Metropolregion Nürnberg)	Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementtechnologie (IISB): Dr. Richard Öchsner www.iisb-fraunhofer.de	2013–2017	23,00	28
Green Factory – Forschungsplattform für energiesparende Produktionstechnologien (Augsburg, Bayreuth)	Augsburg – Fraunhofer-Projektgruppe Ressourceneffiziente mechanische Verarbeitungsmaschinen (RMV): Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart Bayreuth – Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation: Prof. Dr.-Ing. Rolf Steinhilper www.greenfactorybavaria.net	2012–2016	15,00	29
Zentrum für sicheres Energiemanagement (Garching)	Fraunhofer-Einrichtung für Angewandte und Integrierte Sicherheit (AISEC): Prof. Dr. Claudia Eckert www.aisec.fraunhofer.de	2012–2015	7,00	
Zentrum für Angewandte Energiespeicher-Technologien ZAE-ST (Garching)	Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e. V. (ZAE Bayern): Dr. Andreas Hauer www.zae-bayern.de	2012–2016	8,00	38
Technologieverbund „Smart Grids“	Unternehmen und Forschungseinrichtungen Ansprechpartner im Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (StMWIVT): Dr. Ulrich Steger www.stmwivt.bayern.de	2012–2016	36,00	
BayINVENT – Programm für Energieeffizienz und neue Energietechnologien	Projektträger Jülich, Bereich Unternehmen und Forschungseinrichtungen: Dr. Ralf Peter www.ptj.de	2012–2016	81,60	30
Fraunhofer-Projektgruppe für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie (Alzenau)	Fraunhofer-Institut für Silicatforschung (ISC), Alzenau: Prof. Dr. Rudolf Stauber www.iwks.fraunhofer.de	2013–2017	28,75	
Referenzanlage Bioethanol 2. Generation	Clariant Biotech & Renewables Center: Prof. Dr. Andre Koltermann www.sunliquid.de	2013–2015	20,00	15
Dezentrale stationäre Energiespeicher (Garching)	Technische Universität München (TUM): Prof. Dr. Hubert A. Gasteiger www.tec.ch.tum.de Prof. Dr. Andreas Jossen www.ees.ei.tum.de	2013–2016	30,00	
Modellversuch „Smart Grid Solar in Hof und Arzberg“	Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e. V. (ZAE Bayern), Abt. Thermosensorik und Photovoltaik: Prof. Dr. Christoph Brabec www.zae-bayern.de	2012–2016	7,00	45
Effiziente Wärme-Energienutzung bei industriellen Prozessen – Bayreuth als Zentrum der Energieeffizienz	Fraunhofer-Institut für Silicatforschung (ISC) www.isc.fraunhofer.de Zentrum Hochtemperatur-Leichtbau (HTL) Bayreuth: Dr. Friedrich Raether www.htl.fraunhofer.de	2013–2017	9,50	

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG)	Kontakt	geplanter Projektzeitraum	Fördermittel* [Mio. €]	Mehr auf Seite
Ökologische Wasserkraftwerke	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG): Dipl.-Ing. Gregor Overhoff www.stmug.bayern.de	2012–2015	2,00	19
Forschungsvorhaben zu innovativen Wasserkrafttechnologien	Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG): Dipl.-Ing. Gregor Overhoff www.stmug.bayern.de	2012–2015	0,70	
Klimaschutz durch Energiesparen (grüne Technologien für Gebäude und Gewerbe)	Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU): Dr. Stephan Leitschuh www.lfu.bayern.de	2012–2015	2,00	31
Umweltbegleitforschung verschiedener regenerativer Energien	Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU): Barbara Thome www.lfu.bayern.de	2012–2015	2,30	
Projektverbund „Intelligente Verknüpfung von Stromversorgern und -verbrauchern zu lokalen Netzen (Mikro Grids) – Modellhafte Umsetzung umweltverträglicher Konzepte“	Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG): Michael Heidler www.stmug.bayern.de	2013–2015	3,00	
Umweltbegleitforschung (allgemein)	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG): Dr. Eva Trübenbach www.stmug.bayern.de	2012–2015	2,00	52
Projektverbund „Umweltverträglicher Einsatz der Nanotechnologie im Bereich Energie“	Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG): Dr. Reinhard Zeitler www.stmug.bayern.de	2013–2015	3,00	
Zwischensumme StMUG (derzeit vorgesehen)			15,00	

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF)	Kontakt	geplanter Projektzeitraum	Fördermittel* [Mio. €]	Mehr auf Seite
Verbund von PV, Biogas und Holz	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL): Ulrich Keymer www.lfl.bayern.de	2012–2014	10,00	
Effizienzsteigerung bei Biogasanlagen (Wirkungsgradanhebung, Abwärmennutzung, Diversifizierung bei Energiepflanzen, neue Mikroorganismen, Speichertechniken)	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL): Ulrich Keymer www.lfl.bayern.de	2012–2015	13,35	20
Biokraftstoffe (Qualitätssicherung und Normung, Weiterentwicklung, Forschungsnetzwerk biogene Kraftstoffe)	Technologie- und Förderzentrum (TFZ): Dr. Edgar Remmele www.tfz.bayern.de	2012–2014	3,75	
Festbrennstoffe (Gewinnung, Qualitätssicherung, Normung, Emissionsverhalten)	Technologie- und Förderzentrum (TFZ): Dr. Hans Hartmann www.tfz.bayern.de	2012–2015	6,00	21
Zwischensumme StMELF			33,10	

Bayerisches Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst (StMWFK)	Kontakt	geplanter Projektzeitraum	Fördermittel* [Mio. €]	Mehr auf Seite
Forschungsnetzwerk Solar Technologies Go Hybrid	Julius-Maximilians-Universität Würzburg (2013): Prof. Dr. Frank Würthner Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) (2014): Prof. Dr. Dirk M. Guldi www.soltech-go-hybrid.de	2012–2016	50,55	16
TUM Energy Valley (Kraftwerkstechnologien)	Technische Universität München (TUM): Prof. Dr. Thomas Hamacher www.tum-energy.mse.tum.de	2012–2016	10,00	
Kompetenzzentrum für Kraft-Wärme-Kopplung	Hochschule Amberg-Weiden (HAW): Prof. Dr.-Ing. Markus Brautsch www.haw-av.de	2012–2016	5,23	18
E Home-Center	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU): Dr. Gerhard Kleineidam www.ehome-center.com	2012–2015	7,50	27
Bavarian Hydrogen Center (BHC)	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU): Prof. Dr.-Ing. Eberhard Schlücker, Daniel Teichmann www.bh2c.de	2012–2016	15,00	39
Ressourcenstrategische Konzepte für zukunftsfähige Energiesysteme	Universität Augsburg: Prof. Dr. Armin Reller www.ressourcenforschung.de	2012–2016	3,65	51
Green Factory – Forschungsplattform für energiesparende Produktionstechnologien (München, Nürnberg)	München – Technische Universität München (TUM) (iwb): Prof. Dr.-Ing. Michael Zäh Nürnberg – Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) (FAPS): Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke www.greenfactorybavaria.net	2013–2016	12,00	29
TUM Zentrum für Energie und Information	Technische Universität München (TUM): Prof. Dr. Thomas Hamacher www.mse.tum.de	2013–2016	16,50	53
Technologieallianz Oberfranken (Energiebereich)	Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Universität Bayreuth, Hochschule Coburg, Hochschule Hof: Iris Hetz (Geschäftsführerin) www.uni-bayreuth.de/tao	2012–2016	12,50	
Nuremberg Campus of Technology (Energiebereich)	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), Georg-Simon-Ohm-Hochschule Nürnberg (GSO): Christian Sandig M. A. (Koordinator) www.techfak.uni-erlangen.de	2012–2016	9,50	
Wissenschaftszentrum Straubing	Wissenschaftszentrum Straubing (WZ): Dr. Norbert Fröhlich www.wz-straubing.de	2012–2016	5,0	
Zwischensumme StMWFK			147,43	
Summe aller vier Ressorts			489,38	

NACHWEIS DES BROSCHÜREN-BILDMATERIALS

Hemera/FLAD (Titel); Fraunhofer IISB, Kurt Fuchs (2, 26, 28); Hemera (9); Digital Vision (10-12), Clariant/Foto: Rötzer (15); Universität Würzburg, Dyakonov (16 oben); Universität München (16 unten); Knut Dobberke (17 oben); Fraunhofer ISC (17 unten); Kompetenzzentrum für Kraft-Wärme-Kopplung (18 oben); Institut für Energietechnik IfE GmbH (18 unten); Peter Marx, HSI HYDRO ENGINEERING GmbH (19 oben); EnergieAgentur.NRW (19 unten); Technologie- und Förderzentrum (21 unten); Bayerische Schlösserverwaltung, www.schloesser.bayern.de (22-24); iStockphoto (24 Mitte, 27 unten, 31, 32-34, 46-48); TU München, Lehrstuhl für Bauphysik, Prof. Dr.-Ing. Hauser (24 unten); E|Home-Center (27 oben); Fraunhofer IISB (28 Mitte); Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik, Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke (29 oben); Kubinska & Hofmann (29 unten); Fraunhofer UMSICHT (37); Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung, ZAE Bayern (38, 45); CRT, A. Bösmann (39); Fuse (40-42); Technische Universität München (50, 53); Universität Augsburg, Lehrstuhl für Ressourcenstrategie (51); Informationszentrum Naturpark Altmühltal, Eichstätt (52); ENERGIE INNOVATIV (6, 7, 13, 14, 20, 21 oben, 30, 35, 43, 44, 49)

* Im Haushalt bisher für den jeweils geplanten Projektzeitraum vorgesehene Fördermittel. Zahlreiche Projektvolumina liegen deutlich über den jeweiligen Fördersummen. Grund dafür ist der oft erhebliche Anteil an Drittmittelbeiträgen, die aus der Industrie als Voraussetzung für die Förderung eingeworben werden und ggf. weitere Fördermittel des Bundes oder der Europäischen Union.



Innovation ist Zukunft | www.aufbruch-bayern.de



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung

Unter Telefon **089 122220** oder per E-Mail unter **direkt@bayern.de** erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.



Dieser Code bringt Sie direkt zur Internetseite <http://www.energie-innovativ.de>. Einfach mit dem QR-Code-Leser Ihres Smartphones abfotografieren. Kosten abhängig vom Netzbetreiber.



HINWEIS

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden.

Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben von parteipolitischen Informationen oder Werbemitteln. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

Die Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit des Inhalts kann dessen ungeachtet nicht übernommen werden.



energie-innovativ.de