Wissen und Innovationen
aus niedersächsischen
Hochschulen

3 | 2016

Technologie-Informationen

Unter Strom

Energiewende
Studie zur gerechten Kostenverteilung
→ Seite 6

Windkraft
Mit Hightech zu intelligenten Rotorblättern
→ Seite 8

Heizkraftwerk
Strom und Wärme aus Holzgas
→ Seite 15

Energiespeicher
Neue Strategien für Batterieproduktion
→ Seite 25

Niedersachsen

Inhalt

Technologie-Informationen 3 | 2016
Unter Strom

3 Aktuelles
4 Interview: Kopfsache Energiewende
6 Akzeptanz der Energiewende – eine Frage der Kostenverteilung?
7 Blockaden und Innovationstreiber bei nachhaltigen Technologien
8 Mit Hightech zu intelligenten Rotorblättern
10 Infrarotbilder offenbaren Schäden
10 Schäden an Rotorblättern akustisch erkennen
11 Strommasten als Kunstobjekte
12 Die Revolution der Stromeinspeisung
12 Universalprüfstand für Windkraft-Generatoren
13 Von Strömungssimulationen zum Wellenstrom
14 Biomethan als effizienter Energiespeicher
15 Strom und Wärme aus Holzgas – günstig, sicher, nachhaltig
16 Mit Biogas gegen den Stromausfall
16 Abwärme intelligent verwerten
17 Abwärme nutzen und Strom erzeugen
18 Sichere Fördermethoden für Energievorräte untertage
19 Das Licht lenken – höhere Effizienz von Solarmodulen
20 Energieforschung in Niedersachsen
21 Stromspeicher – ja! Aber welcher und wie groß?
21 Wie intelligent sind smarte Stromzähler?
22 Redox-Flow Batterien – effiziente stationäre Energiespeicher
23 Technische Innovationen ebnen Weg in Zukunftsmarkt
24 Neues Messverfahren für die Akkumulator-Entwicklung
25 Data-Mining eröffnet neue Strategien für Batterieproduktion
26 Batterien und Wärmenetze für zuverlässige Energieversorgung
27 Nachhaltige Energienutzung mit dezentralen Speichern
28 Fertigungssteuerung berücksichtigt dynamische Strompreise
29 Simulation optimiert Nutzung erneuerbarer Energien
30 Realistisch testen ohne Blackout-Risiko
31 Für Sie vor Ort, Impressum, Archiv

Liebe Leserinnen und Leser,

wie wird der steigende Energiebedarf unserer Gesellschaft in Zukunft gedeckt? Welche Energieträger werden Wärme und Strom liefern können – zuverlässig, preiswert und sicher? Seit der Nutzung des Feuers durch den Menschen und des gemeinschaftlichen Sammelns von Holz spielt die Versorgung mit Energie eine zentrale Rolle in jeder Gesellschaft. Deren Verfügbarkeit ist Voraussetzung für Wohlstand, Sicherheit und Wachstum.

Für die zukünftige Energieversorgung, derzeit weltweit zu 85 Prozent aus fossilen Ressourcen, wird es jedoch nicht die eine allgemeingültige Lösung geben. Dafür sind die technischen Möglichkeiten sowie die politischen und ökologischen Einschätzungen zu divers, zu viele Lösungsansätze denkbar. Nur die kontinuierliche Forschung und Entwicklung auf allen Gebieten der Energie ermöglicht die stetige Anpassung der Energiewirtschaft an unterschiedliche Bedingungen.

Diesen Herausforderungen stellen sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in Niedersachsen und forschen zum Thema Energie in Instituten, Verbünden und Zentren. Sie entwickeln Konzepte und Technologien für eine nachhaltige Energieversorgung kommender Generationen. Für die Diskussion zu Themen wie Windstrom, Solarenergie, Biogas und Energiespeicherung oder zur Akzeptanz anderer Energieformen haben wir Beiträge gesammelt und stellen diese in der vorliegenden TI vor.

Sollten Sie eigene Fragestellungen haben, bei deren Beantwortung die wissenschaftlichen Einrichtungen in Niedersachsen helfen könnten, unterstützen die Technologietransferstellen der Hochschulen Sie gerne bei der Kontaktvermittlung.

Andreas Menzelmann
Forschungs- und Technologiekontaktstelle der
Leibniz Universität Hannover

Die Technologietransferstellen der niedersächsischen Hochschulen erleichtern insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen sowie öffentlichen Einrichtungen den Zugang zu Forschung und Entwicklung. Bei Fragen oder Kontaktwünschen wenden Sie sich bitte an die Transferstelle in Ihrer Region. Ihre Ansprechpartner finden Sie auf der vorletzten Seite der Technologie-Informationen.

Aktuelles

Digitalisierung fördern

Wettbewerb im Bereich Produktion und Werkstofftechnik

Im Rahmen der EFRE-Richtlinie »Innovation durch Hochschulen und Forschungseinrichtungen« fördert das niedersächsische Wissenschaftsministerium Kooperations- und Verbundprojekte. Der nächste Stichtag zur Einreichung von Anträgen ist der 30. September 2016. Der Wettbewerb »Neue Materialien/Produktionstechnik« fördert speziell die Thematik »Digitalisierung und weitere Herausforderungen in der Produktion und Werkstofftechnik bewältigen«. Dabei sollen insbesondere auch Unternehmen als Kooperationspartner bei den Projekten durch Hochschulen und Forschungseinrichtungen eingebunden werden.

Wem diese Frist zu kurzfristig ist, kann Anträge bis zum 31. März 2017 einreichen. Dieser Stichtag ist themenoffen im Rahmen der Niedersächsischen regionalen Innovationsstrategie (RIS3). Weitere Informationen zum Förderprogramm sowie Antragsunterlagen finden Sie unter:

www.nbank.de/Unternehmen/Innovation/Innovation-durch-Hochschulen-und-Forschungseinrichtungen/

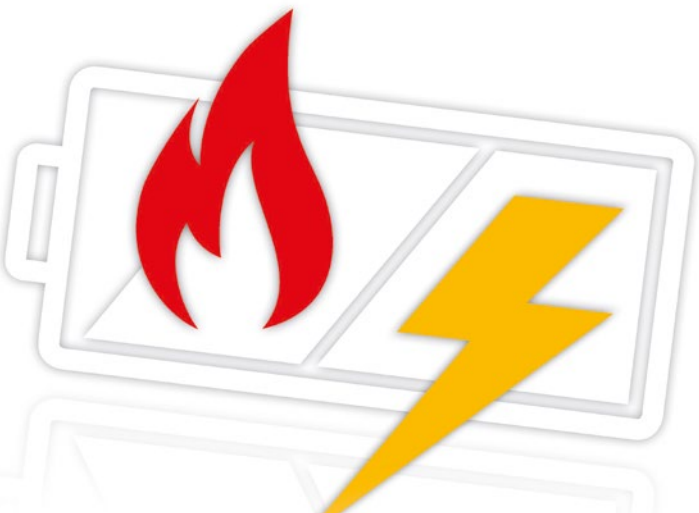
5. Forum Zukunftsfragen Energie

Energiespeicher und -systeme

Strom- und Wärmespeicher sind ein wichtiger Baustein für ein zukunftsfähiges Energiesystem. Die aktuellen Forschungsansätze kombinieren die verschiedensten Energiequellen und -formen sowie deren Einbindung in ein komplexes Gesamtsystem. Beim 5. Forum Zukunftsfragen Energie am 20. September 2016 in Osnabrück diskutieren Vertreter aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft über sinnvolle Einsatzbereiche von Energiespeichern. Technische Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit werden dabei ebenso thematisiert wie anwendungsorientierte Projekte.

Das diesjährige Forum wird vom Kompetenzzentrum Energie in Kooperation mit der Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen veranstaltet. Die Teilnahme am kostenpflichtigen Forum wird für die DENA Energieeffizienz-Expertenliste für Förderprogramme des Bundes angerechnet. Weitere Informationen, Programm und Anmeldung finden Sie unter:

www.kompetenzzentrum-energie.de/de/veranstaltungen



Webtipp!

Energiesparen und Klimaschutz

www.co2online.de

Die gemeinnützige Beratungsgesellschaft co2online engagiert sich seit 2003 für den Klimaschutz. Unterstützt wird sie von der Europäischen Kommission, dem Bundesumweltministerium sowie einem Netzwerk aus Medien-, Wissenschafts- und Wirtschaftspartnern. Das Verbraucherportal bietet Dossiers, Dienstleistungen und Beratungen zu Themengebieten wie Energiesparen, Modernisieren und Klimaschutz an.

Zum Beispiel gibt es auf der Webseite kostenfreie Energiespar-Checks, um Strom- und Heizkosten zu senken. Damit lässt sich der eigene Verbrauch berechnen und es können Geräte wie Kühlschränke, Heizungs- und Solaranlagen verglichen werden. Dossiers informieren über Dämmung, Energieausweise, Photovoltaik, Sanierung und Fördermittel. Die individualisierte Beratung richtet sich an private Haushalte sowie kleine und mittlere Unternehmen.

Kopfsache Energiewende — die Herausforderungen der künftigen Energieversorgung

Im Bereich Energiesysteme kennt sich Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Beck aus wie kaum ein anderer. Er arbeitete als Starkstromelektriker und erforschte Energie- und Antriebssysteme bei der AEG. Seit 1989 leitet er das Institut für Elektrische Energietechnik und Energiesysteme der Technischen Universität Clausthal und ist Vorstandssprecher des Energie-Forschungszentrums Niedersachsen. Er meint: Von der Energiewende führt kein Weg zurück.

Herr Prof. Beck, wie sieht Ihre Vision für die künftige Versorgung mit elektrischer Energie in Deutschland aus?

Strom wird künftig zum neuen Primär-Energieträger, mit dem wir vieles machen können: Er wird uns unter anderem mit Heizwärme, Prozesskälte und Licht versorgen sowie Industrieprozesse und die Elektromobilität betreiben. Das bedeutet, dass wir vielmehr sektorübergreifend denken müssen als heute. Der Verkehr wird zwar nicht zu 100 Prozent mit elektrischer Energie angetrieben werden, das wäre unrealistisch, aber eine Reduktion der Treibhausgase um 80 Prozent ist vorstellbar. Schon aus Nachhaltigkeitsgründen müssen wir eine regenerative Stromversorgung auf die Beine stellen. Dabei ist unter Energiewende aufgrund der Sektorkopplung nicht allein eine Stromwende zu verstehen.

Auf welchem Weg kann genügend Strom bereitgestellt werden?

Meine Vorstellung ist, dass zirka 20 Prozent des Stroms aus Windkraft erzeugt werden, und zwar auf dem Meer und an Land, 20 Prozent aus Sonnenenergie, 20 Prozent aus Biomasse und 20 Prozent aus der Umgebungswärme für Heizzwecke. Die restlichen 20 Prozent werden aus anderen Quellen gewonnen, unter anderem aus Wasserkraft. Ganz ohne fossile Brennstoffe wird es auch zukünftig nicht gehen. Öl und Gas werden wir noch lange benötigen, aber es ist von großer Bedeutung, dass wir vom internationalen Energiegeschäft unabhängiger werden.

Können wir in absehbarer Zeit auf Atomkraft verzichten?

Ich glaube, dass 2022 der letzte Atommeiler abgeschaltet werden wird. Denn das größte Problem bei der Atomkraft, die Entsorgung beziehungsweise Verwertung des radioaktiven Mülls, muss erst noch

gelöst werden. Dieser Müll entsteht sowohl bei der Spaltung als auch bei der Kernfusion. Mit 100.000 Jahren Endlagerung kann ich mich einfach nicht anfreunden. Im Moment sehe ich sie nicht als Alternative. Hier besteht Forschungsbedarf.

Wie kann denn die vorrangige Versorgung aus regenerativen Energiequellen gelingen?

Zurzeit beträgt der Anteil regenerativer Energiequellen an der Stromerzeugung 33 Prozent, der Rest wird über fossile und atomare Kraftwerke erzeugt. Wenn uns der Atomausstieg und letztlich auch der Verzicht auf Kohle gelingen soll, müssen wir Wind- und Sonnenkraft ausbauen und auf zusätzliche Mischvarianten bei der Stromerzeugung setzen. Ich behaupte, dass wir auch in den nächsten 30 Jahren nicht auf Großkraftwerke verzichten können, damit das Netz stabil bleibt. Aber wir müssen die herkömmlichen Großkraftwerke technologisch umgestalten und flexibilisieren. Sie müssen bei schwankender Stromproduktion die Lücken schließen und – das ist neu – bei Überschussenergie auch aufnahmefähig sein. Hierfür sind Speicher für regenerative Überschussenergie notwendig. Für diese Versorgungssicherheit muss der Kunde allerdings bezahlen.

Müssen wir angesichts des Umbaus der Energienetze einen Blackout befürchten?

Nein! In Deutschland wird technologisch und vom Gesetzgeber alles getan, damit das nicht passiert.

Haben wir die Kurve zur Energiewende schon erreicht?

Ein Drittel haben wir schon geschafft. Wir stehen jetzt an einem kritischen Punkt, vor allem aufgrund der bevorstehenden Kosten für Netz- und Speicherausbau. Es gibt aber meiner Meinung nach keinen Weg zurück.

Welche Aufgaben sind jetzt die wichtigsten?

Wir müssen investieren und regenerative Energieanlagen kontrolliert weiterbauen, in den Markt bringen und hierfür vor allem das Stromnetz ausbauen. Stromspeicher sind eine sinnvolle Ergänzung, aber aufgrund der Energieverluste kein vollständiger Ersatz.

Wir müssen den Markt neu gestalten und darauf achten, wie Kunden zum Beispiel von schwankenden Strompreisen profitieren können und welche Dienstleistungen ihnen nützen. So können etwa Smart Meter den Strombedarf steuern. Überschüssiger Sonnen- und Windstrom ließen sich für Heizung beziehungsweise Kühlung nutzen, um Erdgas einzusparen. Diese Sektorkopplung steht zwar erst am Anfang, aber technische Lösungen gibt es bereits dafür.

Schließlich ist auch die Energieforschung an Hochschulen wichtig, um die technologische Weiterentwicklung und die Qualifizierung des dringend benötigten Nachwuchses zu ermöglichen.

Was glauben Sie, welche Veränderungen die Gesellschaft mittragen wird?

Die Energiewende ist in erster Linie kein technisches Problem – sie muss vor allem im Kopf stattfinden! Ich sehe es auch als Aufgabe der Hochschulen an, dafür zu sorgen, dass die Bevölkerung die Vorteile der Energiewende verinnerlicht, aktiv mitgestaltet und davon langfristig profitiert. Die Debatte um den Südlink zeigt zum Beispiel, dass die Gesellschaft sich sachlich mit den Herausforderungen auseinandersetzen und gleichzeitig auch Einfluss geltend machen kann, um Zukunftslösungen zu realisieren.

Interview: Christina Amrhein-Bläser

Akzeptanz der Energiewende – eine Frage der Kostenverteilung?

Eine Studie zur Verteilungsgerechtigkeit

Die Energiewende ist ein gesamtgesellschaftliches Projekt. Die Kosten, die mit dem Umbau des Energieversorgungssystems verbunden sind, muss die deutsche Gesellschaft tragen. Doch wie können diese Kosten gerecht verteilt werden? Verhaltensökonomische Untersuchungen zeigen, dass die Zustimmung zu einem solchen politischen Projekt maßgeblich vom subjektiven Gerechtigkeitsempfinden des Einzelnen bestimmt wird.

Mit anderen Worten: Gerechtigkeit ist immer eine Frage des Betrachters. Und somit hängt auch die gesellschaftliche Akzeptanz der Energiewende davon ab, ob die Kostenverteilung von der Bevölkerung als gerecht empfunden wird. Das Forschungsvorhaben »AKZEPTANZ« am Institut für Wirtschaftswissenschaft der Technischen Universität Clausthal hat deshalb die individuellen Gerechtigkeitsvorstellungen empirisch untersucht.

Deren Analyse von 7.800 Haushalten belegt, dass die private Belastung durch Energiekosten in den vergangenen Jahren gestiegen ist. Vor allem einkommensschwache Haushalte sind davon betroffen. Diese soziale Ungleichheit erklärt den stark ausgeprägten Wunsch der Studienteilnehmer nach einer gerechteren Kostenverteilung, die sich am Einkommen orientiert. Ähnlich sieht es bei der Bewertung staatlicher Energieeffizienzmaßnahmen aus: Eine gezielte Förderung einkommensschwacher Haushalte, zum Beispiel durch Erhöhung ihrer Energieeffizienz, würde gesellschaftlich akzeptiert werden und stünde gleichzeitig im Einklang mit den Zielen der Energiewende.

Die Forscherinnen und Forscher kommen zu dem Schluss, dass ein Großteil der Deutschen grundsätzlich bereit ist, Teilkosten der Energiewende zu tragen. Lediglich 36 Prozent der Probanden halten die EEG-Umlage für »zu hoch«. Die Ausnahmeregelung für energieintensive Unternehmen hingegen empfinden 76 Prozent der Teilnehmer als falsch. Dies könnte langfristig ein Problem für die innergesellschaftliche Akzeptanz der Energiewende darstellen. Für die zukünftige Entwicklung energiepolitischer Instrumente lässt sich also festhalten, dass die EEG-Umlagen für Privathaushalte gesellschaftlich dann unerwünscht sind, wenn sie soziale Ungleichheit verstärken. Die Wissenschaftler aus Clausthal schlagen deshalb vor, alternative Methoden zur Förderung erneuerbarer Energien zu prüfen, um die Kosteneffizienz zu erhöhen.

Technische Universität Clausthal
Institut für Wirtschaftswissenschaft
Prof. Dr. Roland Menges
Telefon 05323 72-7652
roland.menges@tu-clausthal.de

Blockaden und Innovationstreiber bei nachhaltigen Technologien

Angesichts des Klimawandels steigt die Nachfrage nach nachhaltigen Produkten, Prozessen und Dienstleistungen. Dies eröffnet erhebliche Marktpotenziale für die Wirtschaft. In der unternehmerischen Praxis etablieren sich nachhaltige Technologien jedoch oftmals nur schleppend oder nicht in der gewünschten Breite. Häufig werden bei der Entwicklung von Unternehmensstrategien und deren Umsetzung bestimmte Innovationshemmnisse nicht ausreichend berücksichtigt.

Der Klimawandel gehört zweifelsfrei zu den wichtigsten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Es gibt also mehr als gute Gründe für deutsche Unternehmen, bei nachhaltigen Technologien aktiv und innovativ zu agieren. Daher haben Wissenschaftler der Hochschule Hannover im Forschungsvorhaben »Green Economy – Blockaden bei der Etablierung nachhaltiger Technologien« potenzielle Innovationshemmnisse sowie innovationsfördernde Faktoren entlang der gesamten Wertschöpfungskette untersucht. Die Forschungsergebnisse sollen den Akteuren aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik als eine Art Landkarte dienen, um mögliche Handlungsfelder für das strategische Innovationsmanagement aufzuzeigen.

So geht aus dem Bericht unter anderem hervor, dass oftmals ein Mangel an Know-how, Finanzmitteln, Fachpersonal, Demonstrationsanlagen und Bewertungsinstrumenten entscheidende Innovationshemmnisse darstellen. Hinzukommt, dass Innovationen im Bereich der Nachhaltigkeit häufig weniger profitabel erscheinen – aufgrund bereits etablierter, sehr wettbewerbsfähiger Konkurrenztechnologien, hohen Anpassungskosten oder einer zu geringen Verbraucherakzeptanz.

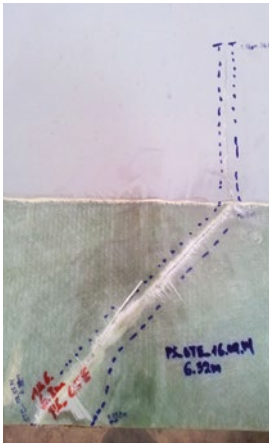
Was kann also unternommen werden, damit Innovation häufiger in die Praxis übertragen wird? Welche möglichen Innovationstreiber gibt es? Die Forscher aus Hannover schlagen zunächst eine innovationsfreundlichere Politik vor, die entsprechende Politikressorts intensiver verzahnt. Als konkrete Maßnahmen empfehlen sie beispielsweise: nicht-nachhaltige Technologien stärker besteuern beziehungsweise nachhaltige Technologien subventionieren, Forschungsinfrastrukturen und Innovationsnetzwerke ausbauen sowie Exporte von nachhaltigen Technologien fördern. Entscheidend hierbei ist aber auch, die Nutzer frühzeitig in die Forschungsprozesse einzubinden. So genannte Lead User könnten wertvolle Erfahrungen aus der Erstanwendung unmittelbar an die Unternehmen weitergeben, damit diese ihre Produkte besser an die tatsächlichen Kundenbedürfnisse anpassen können.

Hochschule Hannover
Fakultät IV, Abteilung Betriebswirtschaft
Prof. Dr. rer. pol. Michael Nusser
Telefon 0511 9296-1572
michael.nusser@hs-hannover.de

Mit Hightech zu intelligenten Rotorblättern

Die Windenergie ist eine tragende Säule der Energiewende. Um die Effizienz von Windenergieanlagen zu steigern, werden die Anlagen immer größer. Dabei erhöht sich aber auch die mechanische Belastung auf Bauteile. Außerdem stößt die Leistungsfähigkeit bisheriger Materialien an Grenzen. »Höher, leichter, stabiler« lautet die Devise. Hannoversche Forscher entwickeln intelligente Rotorblätter und neue Leichtbau-Materialien, um die Energieausbeute und Lebensdauer zu optimieren.

Von Christina Amrhein-Bläser



Starker und böiger Wind beansprucht Rotorblätter von Windenergieanlagen sehr. Das kann im Laufe der Betriebsdauer einer Anlage von etwa 20 Jahren zu schädlichen Rissen führen.

Nanopartikel erhöhen Lebensdauer

Der Ertrag von Windenergieanlagen lässt sich erhöhen, indem der Rotordurchmesser vergrößert wird. Rotorblätter erreichen heutzutage Längen von bis zu 85 Metern. Dabei müssen sie möglichst leicht und sehr steif sein, damit sie bei Belastung – je nach Windstärke und Turbulenz – nicht gegen den Turm gedrückt werden oder gar brechen. Aus diesen Gründen werden die Blätter aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) gefertigt – dieses Material gewährt einen sicheren Betrieb, festigt die Strukturen, spart Gewicht und Kosten. Da aber Rotorblätter mehr als 100 Millionen Lastzyklen aushalten müssen, stoßen die derzeitigen Werkstoffe an ihre Leistungsgrenzen. Neue, leistungsfähigere Materialsysteme sind dringend erforderlich.

Zwei Ziele stehen im Fokus des Verbundprojekts LENAH: Zum einen modifizieren die Wissenschaftler die Kunststoffe mit Nanopartikeln, um die Lebensdauer von Rotorblättern zu erhöhen. Nanopartikel können sowohl die Eigenschaften des GFK selbst als auch die der Klebstoffe, die Ober- und Unterschale des Blattes miteinander verbinden, stark verbessern. Zum anderen entwickeln sie hybride Werkstoffe, um die Leichtbaustrukturen zu optimieren. Neue Hybridwerkstoffe können die hochbelasteten Bereiche verstärken. Die Forscher ergänzen beispielsweise Glasfasern mit besonders steifen und festen Kohlenstofffasern oder kombinieren Schichten von GFK und Edelstahl miteinander. Dabei wird nahezu die gesamte Wertschöpfungskette von der Materialentwicklung bis hin zur Bauteilgestaltung abgedeckt.

Zu den Verbundpartnern im Projekt LENAH zählen das Institut für Statik und Dynamik der Leibniz Universität Hannover (Mitglied im Zentrum für Windenergieforschung ForWind), das Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt. Kooperationspartner sind ENS-LMT in Frankreich, Sasol Germany GmbH und Dow Deutschland Anlagengesellschaft mbH.

Leibniz Universität Hannover
Institut für Statik und Dynamik
Prof. Dr.-Ing. Raimund Rolfes
Dr. ir. Eelco Jansen
Telefon 0511 762-17425
e.jansen@isd.uni-hannover.de
www.isd.uni-hannover.de

Skizze einer mit Smart Blades ausgestatteten Windenergie anlage: Biege-Torsions-Kopplung, formvariable Hinterkanten und adaptive Vorflügel beeinflussen gezielt die aerodynamischen Kräfte am Rotorblatt.

Bewegliche Kanten trotzen dem Wind

Die bis zu 85 Meter langen Rotorblätter sind verschiedensten Windgeschwindigkeiten und steigenden Lastspitzen ausgesetzt. Durch bewegliche Konstruktionen wollen die Forscher die Windlasten in den Griff bekommen. Zum Beispiel entwickelten sie im Projekt »Smart Blades« Rotorblätter, die nicht nur biegsam, sondern auch verdrehbar sind. Wenn sich das Blatt im starken Wind biegen und dabei gleichzeitig um seine Achse verdrehen kann, lassen sich die aerodynamischen Kräfte passiv steuern. Damit reduziert sich auch die mechanische Belastung aller Anlagenkomponenten. Die Berechnungen zeigen, dass insbesondere eine Vorkrümmung in Rotorebene die Lebensdauer deutlich erhöht.

Die Tragflächen von Flugzeugen haben die Ingenieure zu aktiven Hinterkanten und Vorflügeln inspiriert. Damit sollen sich die Rotorblätter schneller und sicherer an die variablen Windströmungen anpassen können. Bewegliche Landeklappen sind in der Luftfahrt seit Jahrzehnten bewährt. Auch bei Rotorblättern lassen sich mit formvariablen Hinterkanten in Simulationen die Ermüdungslasten erheblich senken. Adaptive Vorflügel können die Aerodynamik zusätzlich begünstigen und einen Strömungsabriss verhindern, wie Windkanalversuche und Simulationen zeigen.

Die Technologien wurden anhand eines Anlagenmodells mit 7,5 Megawatt Nennleistung und einer Blattlänge von 80 Metern verglichen. Dafür entwickelten die Forscher ein Bewertungsmodell, das nicht nur technische, sondern auch wirtschaftliche Kriterien der Smart-Blades-Technologien erfasst. Das Ergebnis: Alle untersuchten Technologien reduzieren Lasten. Das Projekt wurde bis Februar 2016 vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert. Beteiligt waren drei Institute der Leibniz Universität Hannover, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt, das Zentrum für Windenergieforschung ForWind sowie das Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik. Das Konsortium plant, in einem Nachfolgeprojekt mit Industriepartnern die untersuchten Technologien weiter Richtung Marktreife zu bringen.

Leibniz Universität Hannover
Institut für Windenergiesysteme
Dr.-Ing. Claudio Balzani
Telefon 0511 762-5612
claudio.balzani@iwes.uni-hannover.de
www.smartblades.info

Infrarotbilder offenbaren Schäden

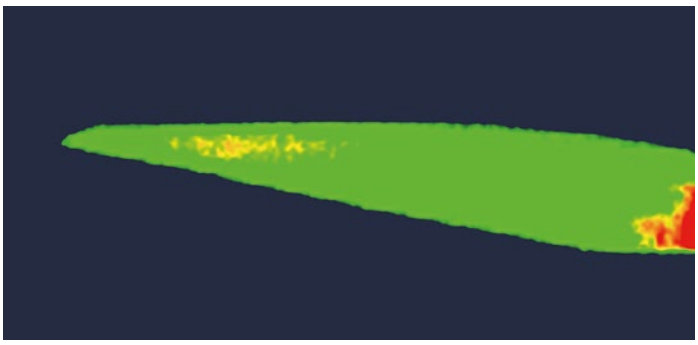
Thermografie für die Bauteil- und Prozessüberwachung

In 100 Metern Höhe steigt der Service-Techniker auf das Maschinenhaus der Windkraftanlage und seilt sich am Rotorblatt ab. Die halbjährliche Wartung steht an, um etwaige Schäden festzustellen. Je frühzeitiger Schäden entdeckt werden, desto geringer fallen die Kosten für aufwändige Reparaturen und Ausfallzeiten aus. Das Labor für Werkstofftechnik der Hochschule Hannover hat ein Thermografie-Prüfverfahren entwickelt, das auch vom Boden aus den Zustand der Rotorblätter schnell und sicher erfassen kann. Dieses Verfahren könnte Servicebetriebe dabei unterstützen, die Wartungsarbeiten effizient einzuteilen und auszuführen. Auch Flugzeug-Propeller lassen sich während der Bodenzeit auf diese Weise auf Schäden überprüfen.

Das Thermografie-Prüfverfahren nutzt die betriebsbedingte Erwärmung eines Bauteils, um Werkstoff-Schädigungen zu detektieren. Anhand des Infrarot-Bildes lassen sich schon kleine Schäden erkennen. Der entscheidende Vorteil ist dabei die berührungslose Prüfung des Bauteils. Vor allem für den zuverlässigen Einsatz von faserverstärkten Kunststoffen bietet sich diese Prüfmethode an. Diese Materialien werden mittlerweile in fast allen Industriebereichen eingesetzt, um Gewicht, Kosten und Energie einzusparen. Luftfahrzeughersteller etwa fertigen ganze Rumpfsektionen aus kohlefaserverstärkten Kunststoffen.

Das Verfahren ist grundsätzlich in jedem Industriebereich einsetzbar, wo sich Bauteile und Baugruppen betriebsbedingt erwärmen. Weitere Anwendungsmöglichkeiten liegen in der Prozessüberwachung. So lässt sich in der Faserverbundherstellung anhand der Reaktionswärme des Epoxidharz-Härter-Gemisches überprüfen, ob die notwendige Menge Harz verarbeitet worden ist.

Hochschule Hannover
Labor für Werkstofftechnik
Prof. Dr.-Ing. Ralf Sindelar
Prof. Dr. rer. pol. Wolfgang Greife
Dipl.-Inform.wirt (FH) Friedrich Wilhelm Bauer
friedrich-wilhelm.bauer@hs-hannover.de
http://f2.hs-hannover.de/organisation/labore



Auf dem Infrarot-Bild eines Rotorblattes können Schäden sicher erkannt werden.

Schäden an Rotorblättern können akustisch erfasst werden. Das erhöht die Sicherheit und Effizienz von Windenergieanlagen.

Schäden an Rotorblättern akustisch erkennen

Signalverarbeitung für effizientere Windenergieanlagen

Bei der Erzeugung von elektrischer Energie verfolgen Wissenschaftler immer auch das Ziel, die Effizienz zu steigern. Die Effizienz von Windenergieanlagen spiegelt sich nicht nur etwa in den Baukosten oder der elektrischen Ausgangsleistung wider. Auch Schäden an den Rotorblättern spielen für die Wirtschaftlichkeit eine wichtige Rolle, weil sie sehr hohe Kosten verursachen. Werden kleine Schäden an den Rotorblättern nicht frühzeitig erkannt, können sich diese ausweiten und zum Kollaps des gesamten Rotorblattes führen. Nicht rechtzeitig erkannte Schäden haben lange Ausfallzeiten zur Folge und verringern damit die Effizienz.

Am Institut für Informationsverarbeitung der Leibniz Universität Hannover wird ein neues Verfahren entwickelt, das anhand der Geräusche automatisch erkennt, ob ein Schaden am Rotorblatt entstanden ist. Hierfür werden Luftschallwellen aufgrund der höheren Reichweite in einem niedrigeren Frequenzbereich ausgewertet, als es bei bisherigen Verfahren üblich ist. Die Forscher erstellten ein neues Modell für die charakteristischen Schadensgeräusche und analysieren die Schallwellen mit Methoden der Mustererkennung. Damit können sie einen Schaden von einem Störgeräusch unterscheiden und die Schwere des Schadens abschätzen.

Statt 16 Sensoren reichen nun drei einfach zu platzierende faseroptische Mikrofone aus, um ein Rotorblatt akustisch zu überwachen. Bei Versuchen und im Testbetrieb haben die Forscher bereits vielversprechende Ergebnisse erzielt.

Leibniz Universität Hannover
Institut für Informationsverarbeitung
Prof. Dr.-Ing. Jörn Ostermann
Dipl.-Ing. Thomas Krause
Telefon 0511 762-5035
krause@uni-hannvoer.de
www.tnt.uni-hannover.de/project/DamDet/

Strommasten als Kunstobjekte

Neue Perspektiven auf technische Bauten

Die Energiewende verändert die Silhouette der Landschaft: Photovoltaikanlagen stehen auf grünen Freiflächen, immer mehr Windkraftanlagen »verspargeln« die Landschaft, zusätzliche Stromleitungen für den Energietransport werden quer durchs Land gelegt. Viele Menschen empfinden dies als »Verschandelung der idyllischen Landschaft«. Wurden diese Bauten einst noch als Symbol des elektrischen Fortschritts freudig begrüßt, würde heute kaum noch jemand die stählernen Riesen als schön bezeichnen. Aktuelle Proteste, beispielsweise gegen Überlandleitungen, richten sich vermehrt gegen die ästhetische Gestaltung.

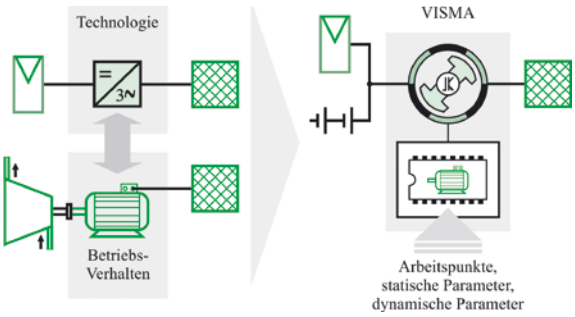
Mit der Ästhetik von Infrastrukturen hat sich das Institut für Soziologie der Leibniz Universität Hannover in einem Forschungsprojekt befasst. Hierbei zeigte sich, dass die Ästhetik einen wichtigen Beitrag zur Akzeptanz von Infrastrukturprojekten seitens der Bevölkerung leisten kann. Das trifft vor allem auf Technikbauten zu, die bisher kaum aus einem ästhetischen Blickwinkel betrachtet wurden. Zum Beispiel wurden Anlagen der Energieversorgung lange ausschließlich aus technischer Perspektive betrachtet. Daher hat sich etwa die Gestaltung von Strommasten über die Jahrzehnte kaum verändert.

Doch mittlerweile geraten immer öfter die optischen Aspekte ins Blickfeld. Es gibt zunehmend Wettbewerbe und Ausschreibungen für eine ästhetische Konstruktion von Strommasten. So arbeiten Architekten und Designer unter anderem in Großbritannien, Norwegen und Island an neuen Formen für Hochspannungsmasten, die sich besser in das Landschaftsbild einfügen.

Ein ähnlicher Versuch, technische Infrastrukturen besser in die Landschaft zu integrieren, lässt sich auch an der Konstruktion von Windkraftanlagen erkennen. Zum Beispiel durch die grüne Abstufung am Sockel der Windräder passen diese sich unauffälliger an die Landschaft an. Die Ausschreibungen und Projekte sind Belege dafür, dass der äußeren Gestaltung von technischen Bauten wie etwa Strommasten ein gewisser Eigenwert zuerkannt wird. Vieles spricht dafür, dass sich Architekten, Künstler und Designer diesen Konstruktionen vermehrt widmen werden.

Leibniz Universität Hannover
Institut für Soziologie
Michèle Spohr, M.A.
Telefon 0511 762 17664
m.spohr@ish.uni-hannover.de

Es ginge auch anders: Strommasten müssten die Landschaft nicht verschandeln, sie könnten sie auch künstlerisch gestalten.



Das Prinzip der virtuellen Synchronmaschine VISMA

Die Revolution der Stromeinspeisung

Internationale Patente für virtuelle Synchronmaschine VISMA

Den aus Wind- und Sonnenkraft erzeugten Strom dezentral in bestehende Stromnetze einzuspeisen, ist technisch gesehen gar nicht so einfach. Das hängt vor allem mit den Schwächen der derzeitigen Einspeisewechselrichter zusammen. Dem Institut für Elektrische Energietechnik und Energiesysteme der Technischen Universität Clausthal ist es gelungen, die Einspeisung mit Hilfe einer neuen virtuellen Synchronmaschine (VISMA) deutlich zu verbessern. Die Erfindung ist international patentiert.

Konventionelle Einspeisewechselrichter berücksichtigen netzspezifische Belange nicht ausreichend und vernachlässigen die dynamischen Eigenschaften der Erzeugermaschinen. VISMA hingegen »entspricht einem Einspeisewechselrichter, der sich am Netz wie eine elektromechanische Synchronmaschine verhält«, erklärt Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Beck. »Wir ersetzen alte Maschinen aus Kupfer und Eisen durch Silicium-Halbleiter. Alle Parameter lassen sich online einstellen«, veranschaulicht der Projektleiter. Damit ist VISMA insbesondere für die dezentrale Einspeisung regenerativer elektrischer Energie in weitmaschige Netze geeignet.

Da sich VISMA-Systeme wie reale Synchronmaschinen verhalten, können sie ohne Kommunikationsverbindung parallel, räumlich verteilt und selbstorganisierend arbeiten. Neben den für das Energiemanagement wesentlichen statischen Eigenschaften weist die VISMA auch dynamische Eigenschaften auf, die unter anderem für die Dämpfung und Entpendelung der Netze unverzichtbar sind. Der Anwender kann sein Erzeugersystem über VISMA zu einem vollwertigen Kraftwerksystem erweitern, das neben der Einspeisung zahlreiche weitere Netzdienstleistungen anbietet.

Technische Universität Clausthal
Institut für Elektrische Energietechnik und Energiesysteme
Dr.-Ing. Dirk Turschner
turschner@iee.tu-clausthal.de

Erfinderzentrum Norddeutschland GmbH
Dr.-Ing. Tobias Braunsberger
Telefon 0511 850 308-0
braunsberger@ezn.de

Universalprüfstand für Windkraft-Generatoren

Untersuchung elektrischer Energiewandler und Umrichter

Die Entwicklung und Optimierung von elektrischen Maschinen und Umrichtern für Windkraftanlagen ist aufwendig. Die Anforderungen, Materialien und elektronischen Bauteile ändern sich kontinuierlich, die Wirtschaftlichkeit, Zuverlässigkeit und der Wirkungsgrad sollen sich verbessern. In der Industrie fehlen häufig Versuchskapazitäten für langfristige und tiefgreifende Arbeiten. Gefördert vom Bundeswirtschaftsministerium hat das Institut für Antriebssysteme und Leistungselektronik der Leibniz Universität Hannover einen universellen Prüfstand gebaut, der die Untersuchung stationärer und dynamischer Eigenschaften elektrischer Maschinen und Umrichter inklusive ihrer Wechselwirkungen ermöglicht.

Mit dem Generator-Umrichter-Prüfstand (GeCoLab) können nun sowohl konventionelle als auch innovative Konzepte eingehend erforscht werden. Dies beinhaltet zum Beispiel die Dynamik, Systemstabilität, thermische Belastung, Netzeinspeisung, Regelung und das Verhalten bei Netzfehlern wie Spannungseinbrüchen oder Phasenkurzschlüssen. Mit dem Prüfstand lassen sich auch Wechselwirkungen zwischen Umrichter und Generator und deren Einfluss auf andere Anlagenkomponenten wie Lager und Getriebe untersuchen. Die Ergebnisse erlauben es wiederum, Berechnungsprogramme, Diagnoseverfahren und Simulationsmodelle für elektrische und mechanische Komponenten zu optimieren.

Ausgestattet ist der Universalprüfstand mit zwei 690-Volt-Maschinen von 1,2 und 2 Megawatt mit Umrichtern sowie einer variabel einstellbaren Netznachbildung mit 4,4 Megavoltampere. Das Institut forscht in diesem Bereich sehr intensiv und führte bereits einige Erfindungen zur Patentanmeldung. Interessenten können sich gerne an das Institut wenden.

Leibniz Universität Hannover
Institut für Antriebssysteme und Leistungselektronik
Fachgebiet Elektrische Maschinen und Antriebe
Dr.-Ing. Jörn Steinbrink
Telefon 0511 762-2864
steinbrink@ial.uni-hannover.de

Universalprüfstand mit Spannfeld, elektrischen Maschinen und Anschlussfeld

SINN Power
Wellenkraftwerk

Von Strömungssimulationen zum Wellenstrom

Die Energie der Wellen in Strom umzuwandeln – dieses Ziel verfolgen Forscher und Ingenieure schon lange. Eine Vision ist es, Küsten- und Inselbewohner ohne Netzanschluss einfach und umweltfreundlich mit günstigem und zuverlässigem Strom zu versorgen und dabei Dieselgeneratoren zu ersetzen. Doch bisherige Wellenkraftwerke befinden sich noch im Prototypenstadium und konnten sich bislang am Markt nicht durchsetzen. Forscher aus Niedersachsen unterstützen nun einen neuen Ansatz.

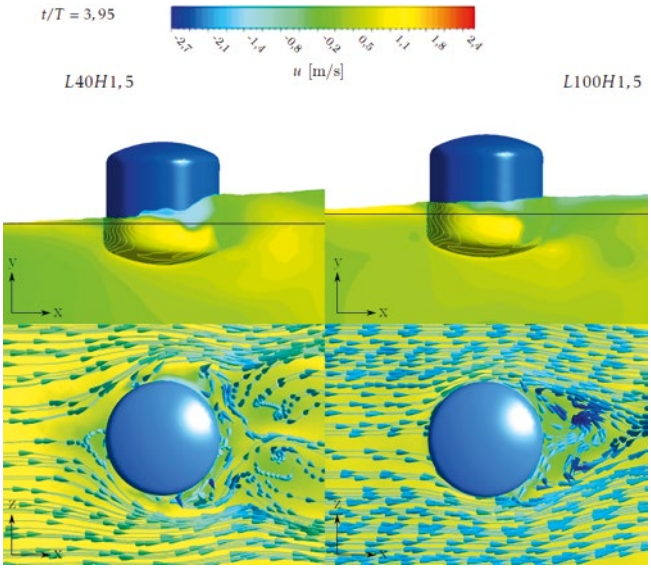
Von Christina Amrhein-Bläser

Wellenkraftwerke nutzen die kontinuierliche Wellenbewegung, um Strom zu erzeugen. Für den Antrieb der Generatoren gibt es verschiedene und theoretisch auch gut funktionierende Prinzipien. »Doch die bisher verwendeten Techniken sind noch nicht langlebig genug oder zu teuer«, erläutert Prof. Dr. Arndt Hildebrandt vom Franzius-Institut der Leibniz Universität Hannover. Ein Grund dafür liegt in der Wellenkraft selbst, die auf die Verankerung des Kraftwerks im Boden, auf die einzelnen Generator-Module und die Gesamtkonstruktion einwirkt. Mit numerischen Strömungssimulationen (CFD) untersucht das Franzius-Institut die Umströmung und daraus resultierende Bewegungen der schwimmenden Energiekonverter auf den Meereswellen.

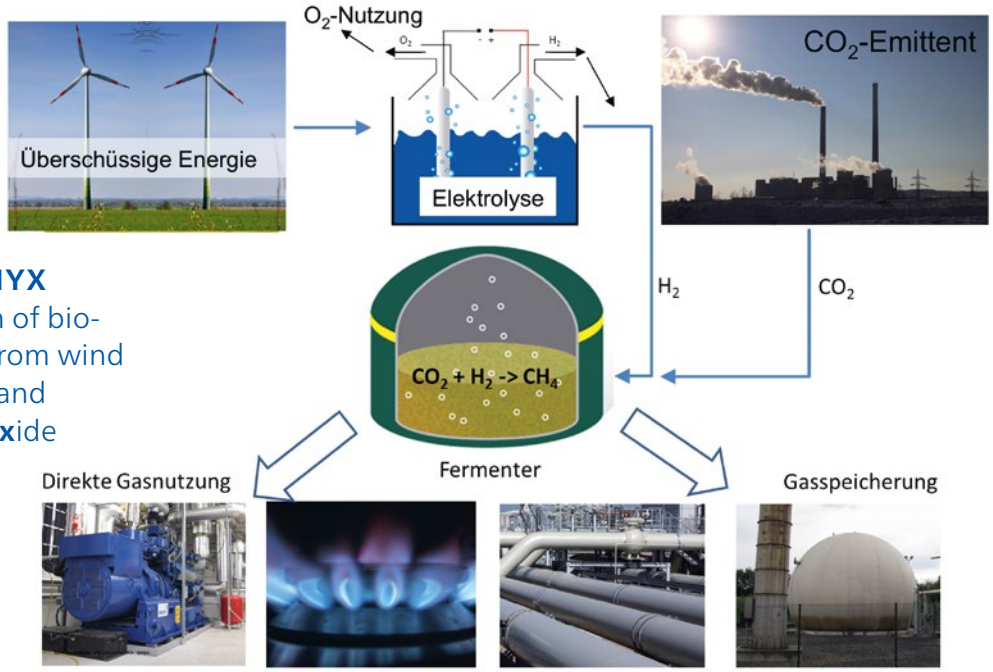
Dabei werden zunächst die Lasten küstennaher Wellen ermittelt und modelliert. Daraus leiten die Wissenschaftler Druck- und Geschwindigkeitsverteilungen am Wellenenergiekonverter in Abhängigkeit von Zeit, Ort, der Wellenhöhe und -periode ab. Die Bewegungen einzelner Module des Wellenkraftwerks setzen sie in Relation zum kompletten Rahmensystem und untersuchen diese hinsichtlich unterschiedlicher Schwimmkörpergeometrien, um den Energiegewinn zu steigern. »Die Simulationsergebnisse helfen dabei, die Konstruktion und den Betrieb des Wellenkraftwerks zu optimieren«, fasst Hildebrandt zusammen.

Im Auftrag der SINN Power GmbH hat das Franzius-Institut Strömungssimulationen für ein neuartiges Wellenkraftwerk durchgeführt. Das EXIST-geförderte Projekt SINN Power Wave Technology ist Teil des CUTEC Instituts an der Technischen Universität Clausthal. Das Kraftwerk des Start-up-Unternehmens setzt sich aus einzelnen schwimmenden Wellenenergiekonvertern zusammen. An den Schwimmkörpern der Konverter befindet sich jeweils eine vertikale Hubstange, die im Auf und Ab der Wellenbewegung den Generator antreibt. Den Gründern zufolge bestehen die Module aus Standard-Bauteilen, die sich dem Einsatzbereich und der Wellenleistung vor Ort beliebig anpassen lassen, sich leicht verschiffen und zusammenbauen lassen. Die erste Anlage befindet sich im Testbetrieb.

Leibniz Universität Hannover
Franzius-Institut für Wasserbau, Ästuar- und Küsteningenieurwesen
Prof. Dr. Arndt Hildebrandt
Anna Büchner, M. Sc.
Telefon 0511 762-2582
hildebrandt@fi.uni-hannover.de
www.fi.uni-hannover.de



Die Simulation zeigt Druckverteilungen am Schwimmkörper eines Wellenkraftwerks sowie horizontale Strömungsgeschwindigkeiten bei unterschiedlichen Wellenhöhen.



PROMETHYX
Production of bio-
methane from wind
hydrogen and
carbon dio**x**ide

Biomethan als effizienter Energiespeicher

Wohin mit dem überschüssigen Strom aus Windenergieanlagen, der gerade nicht benötigt wird? Hannoversche Forscher begegnen dem Speicherproblem mit einer biotechnischen Erfindung: Sie verwenden den Strom für ein innovatives Verfahren, um Methan herzustellen. Damit erzielen sie gleich mehrere Vorteile: Sie nutzen vorhandene Biogasanlagen und -speicher, bauen deren Kapazitäten aus, vereinfachen den Prozess der Methanherstellung, machen ihn sicherer und effizienter.

Die Produktion von Methan aus Wasserstoff und Kohlendioxid kann über ein chemisches Verfahren erfolgen. Dieser Sabbatierprozess erfordert hohe Temperaturen, Druck und Energie. Bei dem hier entwickelten Biosabbatierverfahren läuft der Prozess biologisch unter Normaldruck bei Temperaturen um 30 bis 37 °C. Damit kann mit Hilfe der bekannten Hydrolyse unter Einsatz von überschüssigem Strom Wasserstoff hergestellt und in vorhandenen Reaktoren in speicherfähiges Methan umgewandelt werden. Als Speicher dienen die Erdgasnetze. Das Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Leibniz Universität Hannover möchte das neue Verfahren nun in die technische Anwendung überführen. Die Patentanmeldung läuft (Aktenzeichen: DE 10 2013 010 524 A1).

Die Forscher verwenden den überschüssigen Windstrom zunächst dafür, Wasserstoff zu produzieren. Sie leiten den Wasserstoff blasenfrei durch Diffusion in den Reaktorraum der vorhandenen Anlagen ein, dabei wird dessen Konzentration im Reaktorkopf geregelt. Auf diese Weise stellen die Wissenschaftler sicher, dass der Wasserstoff weitgehend verlustfrei in Methan umgewandelt wird. Der aus der Hydrolyse anfallende Sauerstoff kann zum Beispiel bei Kläranlagen für die Versorgung der aeroben Prozesse eingesetzt werden.

Die Umwandlung in Methan erfolgt direkt im Fermenter von bestehenden Biogasanlagen oder Faulbehältern der Kläranlagen. Dort ist auch genügend Kohlendioxid für das Verfahren vorhanden. Alternativ kann mit Rauchgas aus Feuerungsanlagen zur CO_2-Versorgung gearbeitet werden. Die Anlagen lassen sich für das neue Verfahren einfach umrüsten. Das Methangas kann in vorhandenen Systemen gespeichert werden, zum Beispiel im Methan- oder Erdgasnetz. Damit liefert das neue Verfahren einen kostengünstigen Beitrag zur Energiespeicherung.

Leibniz Universität Hannover
Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik
Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinz Rosenwinkel
PD Dr.-Ing. Dirk Weichgrebe
rosenwinkel@isah.uni-hannover.de

Erfinderzentrum Norddeutschland GmbH
Dr.-Ing. Hanns Kache
Telefon 0511 850 308-0
kache@ezn.de

Strom und Wärme aus Holzgas — günstig, sicher, nachhaltig

Restholz gab es auf der elterlichen Hofgemeinschaft zur Genüge. Daraus müssten sich doch Strom und Wärme gewinnen lassen, dachten sich zwei Jungingenieure, aber auf dem Markt fanden sie keine adäquate Anlage. Daraufhin bauten sie mit drei Freunden eben selbst einen Holzvergaser. 2014 stellten sie den ersten Prototypen ihres Holzkraftwerks fertig. Zu dritt gründeten sie 2015 die Firma LiPRO Energy und gewannen auf der Hannover Messe den Industriepreis 2016 für ihre Innovation.

Von Christina Amrhein-Bläser

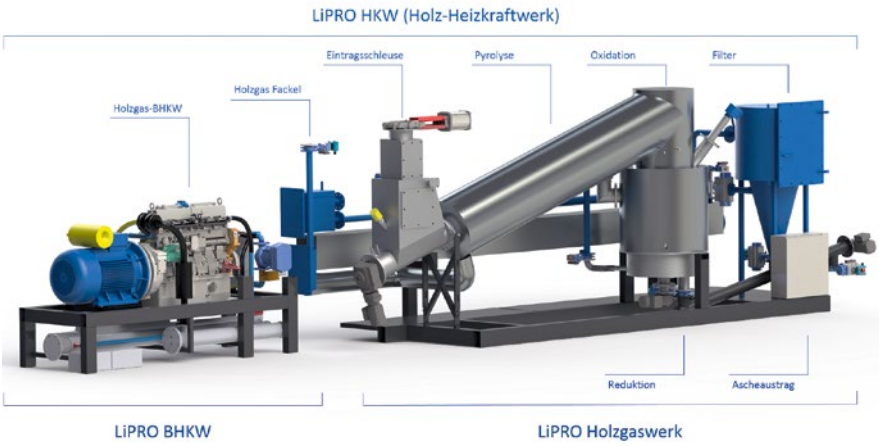
Das erste Holz-Heizkraftwerk versorgt seit 2014 zwei Wohnhäuser, ein Gewächshaus, eine Käserei, eine Bäckerei und ein Gemeinschaftshaus der Hofgemeinschaft Grummersort im Oldenburger Land ergänzend mit Strom und Wärme. »Als die Anlage stabil lief, reifte in uns die Idee, den Holzvergaser zu optimieren und zu vermarkten«, erzählt Julian Fintelmann. Mit seinen Kollegen Frederik Köster und Jonas Zimmermann und zwei weiteren Ingenieuren baute er das erste marktfähige Holzkraftwerk mit einem mehrstufigen Vergasungsverfahren. »Die Anlage kann mit günstigem Restholz aus dem Wald, der Landschaftspflege oder der Industrie betrieben werden«, erklärt Fintelmann. »Dabei ist sie wartungsarm, betriebssicher und verhindert den Austritt problematischer teerhaltiger Gase.« Diese Prozessoptimierung verringert Stillstandzeiten und senkt die Betriebskosten.

Die dezentrale Strom- und Wärmeversorgung aus nachwachsenden Rohstoffen bietet eine Grundlastversorgung durch Kraftwärmekopplung. Fintelmann zufolge stellt die Anlage »bis zu 50 Kilowatt Strom und 110 Kilowatt Wärme bereit.« Der Wirtschaftsingenieur hebt weitere Vorteile hervor. Beim LiPRO Holz-Heizkraftwerk werden die Prozessstufen verfahrenstechnisch voneinander getrennt, um die prozessspezifischen Bedingungen gezielt beeinflussen zu können. Die Biomasse wird in ein Synthesegas umgewandelt und teerfrei in das Blockheizkraftwerk geleitet. Hier wird das Gas in Strom und Wärme umgewandelt. Als Standorte für die Anlage eignen sich land- und forstwirtschaftliche Betriebe, Industrieunternehmen sowie Siedlungsgebiete.

Die Gründer werden von einem EXIST-Gründerstipendium sowie vom Gründungs- und Innovationszentrum der Universität Oldenburg unterstützt. Sie bieten ihren Kunden umfassenden Service an: von der Projektierung über die Fertigung des Holzvergasers bis zur Inbetriebnahme und Wartung. Zwei Anlagen werden derzeit in Süddeutschland errichtet und können besichtigt werden. Das Team führt Verhandlungen mit europäischen Interessenten und plant zudem, künftig auch pflanzliche Reststoffe und Gülle als Brennstoffe einzusetzen.

LiPRO Energy GmbH & Co. KG, Hude
Julian Fintelmann, B. Eng.
info@lipro-energy.de
www.lipro-energy.de

Auf der Hannover Messe 2016 erhielten Frederik Köster, Jonas Zimmermann und Julian Fintelmann (von links) den Industriepreis für ihren innovativen Holzvergaser.



Das LiPRO Holz-Heizkraftwerk kann mit günstigem Restholz betrieben werden, ist wartungsarm und betriebssicher.

Mit Biogas gegen den Stromausfall

Neues Steuerungssystem sichert Netzstabilität

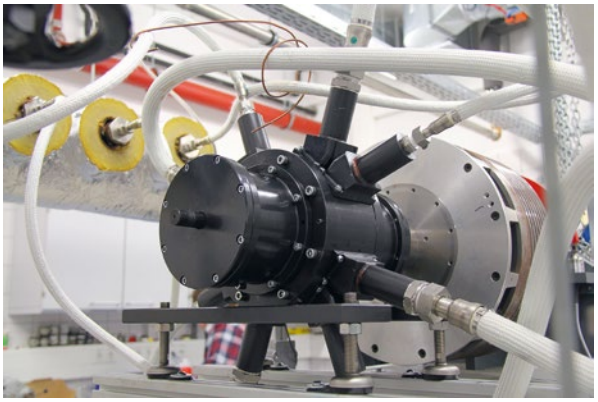
Der wachsende Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung stellt Netzbetreiber vor zunehmende Herausforderungen bei der Netzstabilität. Um mögliche Einspeiseschwankungen durch Wind- oder Solarstrom ausgleichen zu können, müssen sie regelbare Energiequellen vorhalten, die sich im Bedarfsfall zu- beziehungsweise abschalten lassen. Hierfür eignen sich besonders Biogasanlagen. Sie können das in ihnen produzierte Gas für mehrere Stunden speichern und ihren Strom in Abhängigkeit vom regionalen Netzbedarf einspeisen. Damit leisten sie einen Beitrag zum Ausgleich der Fluktuation von anderen Erneuerbare-Energie-Anlagen.

Die Hochschule Hannover entwickelt ein automatisiertes Steuerungssystem für Biogas-Anlagen, das die Stromnetz-Stabilität sicherstellen kann. Das Projekt VKV Netz erfolgt in Kooperation mit dem Steuerungsbauer SLT-Technologies GmbH und dem Netzbetreiber Überlandwerk Leinetal GmbH. Es wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert. Neben technischen Komponenten enthält das System einen Ausgleichsmechanismus: Dieser beziffert die Entschädigungsleistungen für Biogas-Standorte, die zum Zweck der Netzstabilität automatisiert heruntergeregelt werden. Das Steuerungssystem nutzt damit sowohl Netzbetreibern als auch den Betreibern von Biogas-Anlagen wirtschaftlich.

Die praktische Erprobung des Systems ist ab April 2017 an verschiedenen Biogas-Standorten geplant. Die Hochschule ist an weiteren Partnern für eine Zusammenarbeit interessiert.

Hochschule Hannover
Fakultät IV – Wirtschaft und Informatik
Abteilung Betriebswirtschaft
Prof. Dr. Andreas Daum
Telefon 0511 9296-1553
andreas.daum@hs-hannover.de
www.vkvnetz.de

Biogasanlagen eignen sich zur Stabilisierung von Stromnetzen, wenn ihre Stromeinspeisung gesteuert wird.



Die Schukeymaschine kann selbst geringe Wärmeströme rückgewinnen und nutzbar machen.

Abwärme intelligent verwerten

Schukeymaschine erhöht Wirkungsgrad von Blockheizkraftwerken

Zur Philosophie der deutschen Industrie gehört es, Prozesse kontinuierlich zu optimieren – selbst bei Kleinanwendungen. Ein Ergebnis dieser Verwertungskultur ist die Schukeymaschine, die das Institut für Verfahrenstechnik, Energietechnik und Klimaschutz der Hochschule Hannover entwickelt hat. Diese Wärmekraftmaschine kann selbst geringe Wärmeströme rückgewinnen und somit etwa den Gesamtwirkungsgrad eines Blockheizkraftwerks (BHKW) erhöhen. Das zeigt seit diesem Jahr erfolgreich eine Demonstrationsanlage an einem bestehenden BHKW der Stadtentwässerung Hildesheim. Der europäische Strukturfonds (FP7) fördert das Projekt.

Zunächst wird mit heißem Abgas (500°C) Wasserdampf erzeugt, der über die Expansionsmaschine nach dem Rotationskolbenprinzip schmiermittelfrei entspannt und in mechanische Arbeit überführt wird. Der Generator wandelt die mechanische Arbeit in elektrische Leistung um, der nun entspannte Wasserdampf wird über einen Wärmetauscher kondensiert. Die hierbei gewonnene Restwärme wird dem Heizkreislauf rückgeführt – somit lassen sich sämtliche Energien verwerten. Die Wissenschaftler streben bei dem laufenden Versuchsträger einen Wirkungsgrad der Maschine von 8 bis 9 Prozent an. So kann die Anlage bei einer Wärmemenge von 62,5 Kilowatt eine elektrische Leistung von 5 Kilowatt erzeugen. Die anfallenden 55 Kilowatt Wärme zur Kondensation des Dampfstromes stehen dem Betreiber zusätzlich zur Verfügung.

Für die weitere Marktplatzierung der Technologie und zur abschließenden Entwicklung sucht das Institut Unternehmen, die Interesse am Einsatz der Schukeymaschine haben.

Hochschule Hannover
Institut für Verfahrenstechnik, Energietechnik und Klimaschutz
Josef Meyer, M. Eng
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Lüdersen
Telefon 0511 9296-1655
josef.meyer@hs-hannover.de

Abwärme nutzen und Strom erzeugen

Energie ist zu kostbar, um sie ungenutzt zu verschwenden. Aber genau das passiert heute noch in vielen Industrieanlagen – in Form von Abwärme. Viele Prozesse haben eine systemspezifische Abwärme, die sich intern nicht oder nur unwirtschaftlich nutzen lässt. In diesem Bereich erforscht das Institut für Kraftwerkstechnik und Wärmeübertragung der Leibniz Universität Hannover neue Verfahren, um aus Abwärme Strom zu gewinnen.

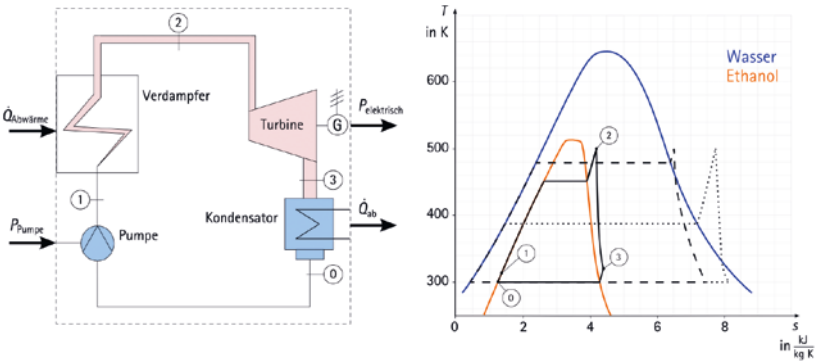
Klassisch wird Strom über einen Wasser-Dampf-Prozess erzeugt. Zum Antrieb einer Dampfturbine muss ein ausreichend großes Temperatur- und Druckgefälle vorhanden sein. Die vergleichsweise geringen Abwärmetemperaturen bei Industrieprozessen reichen jedoch nicht aus, um einen Wasser-Dampf-Prozess aufzubauen. Genau hier bieten Niedertemperatur-Kreisprozesse wie zum Beispiel der Organic-Rankine-Cycle (ORC) eine interessante Möglichkeit, die anfallende Abwärme zur Stromerzeugung zurückzugewinnen. Der ORC-Prozess erfolgt auf Basis eines organischen Arbeitsmittels. Beispielsweise eignet sich dafür Ethanol, das bei gleichem Druck eine deutlich niedrigere Verdampfungstemperatur als die von Wasser besitzt.

So kann mithilfe eines einfachen Kreislaufs mit dem Arbeitsmittel Ethanol aus einer vorhandenen Abwärmequelle etwa 22 Prozent mehr elektrischer Strom gewonnen werden als bei einem Wasser-Dampf-Kreislauf mit niedrigerem Druck. Im Vergleich zum Wasser-Dampf-Prozess bei identischem Druck sind es sogar 36 Prozent mehr Strom. Bereits dieses vereinfachte Beispiel macht deutlich, welches enorme Potenzial in – auf die jeweilige Situation angepassten – ORC-Anlagen für das Gelingen der Energiewende liegt.

Am Institut stehen dabei folgende Forschungsschwerpunkte im Bereich ORC im Vordergrund: Zunächst optimieren die Wissenschaftler die Kreisläufe verschiedener Turbinen für die jeweilige Einsatzumgebung. Dazu kann durch Beimischung von Wasser ins Ethanol der Kondensationsdruck an die vorhandene Kühltemperatur angepasst werden. Anschließend untersuchen sie geeignete Wärmeübertrager-Konzepte zur Auskopplung der Abwärme aus dem Industrieprozess. Für die Weiterentwicklung sucht das Institut Hersteller von Wärmeübertrager und Kreislaufkomponenten als Kooperationspartner.

Leibniz Universität Hannover
Institut für Kraftwerkstechnik und Wärmeübertragung
Prof. Dr.-Ing. Roland Scharf
Dipl.-Ing. Martin Günzel
Telefon 0511 762-14251
scharf@ikw.uni-hannover.de
www.ikw.uni-hannover.de

Am Prüfstand werden Verfahren optimiert, um aus Abwärme Strom zu gewinnen.



Beim ORC-Kreislauf (links) wird Abwärme eines unabhängigen Prozesses in elektrische Energie umgewandelt. Das Temperatur-Entropie-Diagramm (rechts) zeigt, dass bei Ethanol (schwarze Linie) eine größere Menge verdampft werden kann als in beiden Wasserkreisläufen (gepunktet, gestrichelt). Somit erreicht man an der Turbine eine größere Leistung bei etwa gleicher technischer Arbeit (Punkt 2 → Punkt 3).

An einem neuen Bohrsystem wird im Kundenauftrag eine Strömungs-Verschleißmessung vorgenommen.

Mit dem Software-Simulator wird im Drilling Simulator Celle unter anderem erforscht, wie sich Erdwärme technisch erschließen lässt.

Sichere Fördermethoden für Energievorräte untertage

Geothermie ist eine bedeutende und langfristig nutzbare regenerative Energiequelle. Jedoch steckt die technische Nutzung der Erdwärme, etwa zum Heizen und Kühlen oder zur Stromerzeugung, in Deutschland noch in den Anfängen. Die junge Forschungseinrichtung Drilling Simulator Celle (DSC) soll die Energiewende im Bereich der kostengünstigen und umweltfreundlichen Erschließung des geologischen Untergrunds unterstützen.

Der Drilling Simulator Celle (DSC) wird von der Technischen Universität Clausthal mit dem Energie-Forschungszentrum Niedersachsen betrieben. Diese wissenschaftliche Einrichtung verstetigt die Arbeiten des 2014 erfolgreich abgeschlossenen niedersächsischen Forschungsverbundes »Geothermie und Hochleistungsbohrtechnik – gebo«. Der Verbund entwickelte neue Konzepte zur geothermischen Energiegewinnung in tiefen geologischen Schichten mit dem Ziel, Effektivität und Wirtschaftlichkeit zu erhöhen. Langfristig verfolgt der DSC mit seiner Forschung das Ziel, Tiefbohrungen auf Geothermie, aber auch auf Erdöl, Erdgas sowie unterirdische Speicher kostengünstiger und hinsichtlich geologischer und technischer Risiken sicherer zu machen.

Seine Ansiedlung am Standort der deutschen Bohr- und Service-Industrie in Celle gewährleistet eine enge Zusammenarbeit zwischen Forschung und Industrie. Nach seiner Fertigstellung Mitte 2015 haben im Oktober desselben Jahres die ersten Kundenprojekte begonnen. Der DSC besteht im Kern aus einem Software- und einem Hardware-Simulator. Beide werden zu einem sogenannten »Hardware-in-the-Loop«(HiL)-System gekoppelt, was in dieser Form ein globales Alleinstellungsmerkmal bedeutet. Bei dieser Methode werden eingebettete Systeme in einer simulierten Umgebung getestet, um die Entwicklung und Inbetriebnahme von Maschinen und Anlagen zu unterstützen und abzusichern.

Der DSC wird vom Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung, vom Land Niedersachsen, von der TU Clausthal, der Stadt Celle sowie dem Verein GeoEnergy e.V. finanziert. Die Forschungsarbeiten sind thematisch eng abgestimmt mit mehreren Instituten der TU Clausthal sowie einem der TU Braunschweig. Darüber hinaus wird der DSC wichtiger Teil eines Netzwerkes ähnlicher wissenschaftlicher Einrichtungen auf globaler Ebene werden. Im Jahr 2016 werden alle Großgeräte des DSC komplett betriebsbereit sein.

Technische Universität Clausthal
Institut für Erdöl- und Erdgastechnik
Drilling Simulator Celle
Prof. Dr.-Ing. Joachim Oppelt
joachim.oppelt@tu-clausthal.de

Das Licht lenken — höhere Effizienz von Solarmodulen

Der Erfolg der erneuerbaren Energien hängt maßgeblich von den Kosten für die Erzeugung der elektrischen Leistung ab. Dem Institut für Solarenergieforschung Hameln (ISFH) ist es gelungen, den Wirkungsgrad für großflächige Solarmodule mit lichtlenkenden Strukturen auf einen Rekordwert von 20,2 Prozent zu steigern. Der erhöhte Ertrag pro Modulfläche senkt somit die Systemkosten.

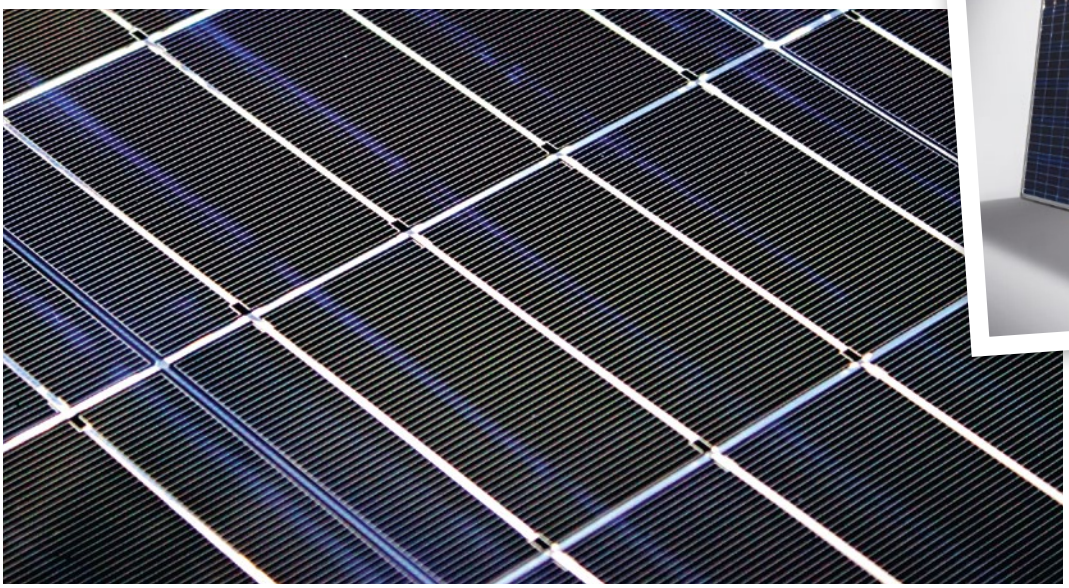
In den vergangenen sechs Jahren ist der Preis für Photovoltaik(PV)-Module um 70 Prozent gefallen. Zwei Drittel der Systemkosten entfallen auf die Installation (Arbeit, Montagesystem und Fläche), deren Kosten nur wenig gesunken sind. Das größte Sparpotenzial bieten die PV-Module. Deren Wirkungsgrad ist definiert über den Quotienten aus der Modulnennleistung und der Einstrahlungsleistung auf die Modulfläche. Um die Lichtausbeute zu steigern, leitet das ISFH das Licht, das normalerweise im Zellzwischenraum verloren geht, durch hochreflektierende und strukturierte Materialien auf die Zelle um. Die Materialien wurden von Industriepartnern entwickelt. Das Licht wird seitlich abgelenkt, innerhalb des Moduls total reflektiert und kann somit zur Stromgeneration genutzt werden.

Auf diese Weise steigert das An-Institut der Leibniz Universität Hannover den Wirkungsgrad für großflächige Module aus industriell gefertigten siliziumbasierten PERC-Solarzellen (passivated emitter and rear cell) auf 20,2 Prozent bei einer Leistung von 303,2 Watt. Der Wert wurde vom TÜV Rheinland in einer unabhängigen Messung bestätigt.

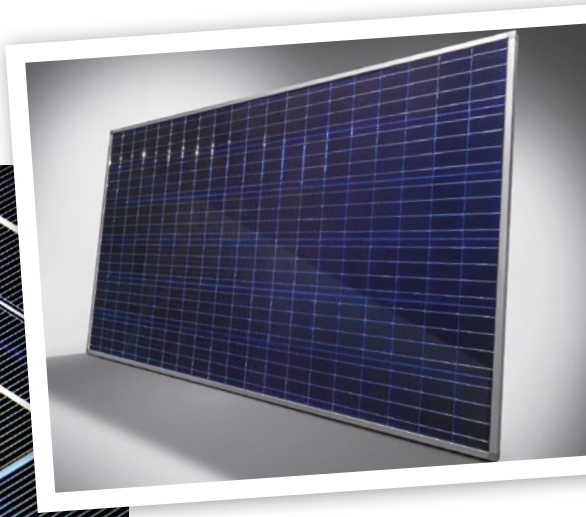
Kommerziell erhältliche Module dieser Art erreichen bisher nur Wirkungsgrade von 16 bis 18 Prozent. Für das Rekordmodul wurden 120 halbierte Solarzellen verwendet. Durch das Halbzellendesign reduziert sich der Strom der in Serie verschalteten Zellen, was eine deutliche Minderung von Serienwiderstandsverlusten mit sich bringt.

Die Wissenschaftler des ISFH entwickeln hocheffiziente Solarzellen und ihre Integration in PV-Module. Dabei testen und analysieren sie eine Vielzahl an neuen Prozessen und Materialien sowie deren Anpassung an den Betrieb. In Kooperation mit Industriepartnern wollen sie einzelne Komponenten weiter optimieren und ihren Einfluss für den Ertrag bestimmen, um den Weg für die Massenproduktion zu ebnen.

Institut für Solarenergieforschung Hameln (ISFH)
An-Institut der Leibniz Universität Hannover
Dr. Henning Schulte-Huxel
Robert Witteck, M.Sc.
Telefon 05151 999 303
h.schulte@isfh.de
www.isfh.de



Die hellen Streifen zeugen von der Lichtreflexion an den Zellverbindern und Zellzwischenräumen aus hochreflektierenden Materialien. Diese erhöhen die Lichtausbeute und somit den Wirkungsgrad der Solarmodule.



Das hocheffiziente Modul mit Rekord-Wirkungsgrad besteht aus 120 Solarzellen.

Energieforschung in Niedersachsen – nachhaltig und interdisziplinär

Die Energiewende erfordert es, unsere Infrastruktur grundlegend umzugestalten. Das Ziel ist ein umweltverträgliches, sicheres und gesellschaftlich akzeptiertes Energiesystem, das außerdem wirtschaftlich attraktiv ist. In Niedersachsen wird die Energiewende durch diverse Forschungseinrichtungen, -cluster und Verbundprojekte vorangetrieben, deren Schwerpunkte unter anderem auf regenerativen Energiequellen, Energiespeichern, Elektromobilität und vernetzten Energiesystemen liegen.

Die Vorteile dieser Cluster und Projekte sind, dass sie die Kompetenzen von Wissenschaftlern verschiedener Disziplinen bündeln, um die Herausforderungen der Energiewende in ihrer Ganzheit besser erfassen zu können. Sie sollen dazu beitragen, eine nahezu vollständig nachhaltige Stromversorgung in Niedersachsen bis 2050 zu gewährleisten.

Nachhaltige Energieversorgung

Am niedersächsischen Verbundprojekt NEDS – Nachhaltige Energieversorgung Niedersachsen – sind die Universitäten Hannover, Braunschweig, Göttingen und Oldenburg sowie das OFFIS – Institut für Informatik beteiligt. Ziel ist es, unterschiedliche Szenarien für Niedersachsen zu erstellen und mit Vertretern aus Politik, Wirtschaft und Gesellschaft zu diskutieren. Für ein technisch realisierbares Stromversorgungssystem hat das Projekt verschiedene Nachhaltigkeitskriterien definiert und analysiert, die neben technischen Aspekten auch psychologische Fragestellungen berücksichtigen.

Erforschung von Energiesystemen

Ein weiteres wissenschaftliches Zentrum der Uni versitäten in Braunschweig, Clausthal, Göttingen, Hannover und Oldenburg ist das Energie-Forschungszentrum Niedersachsen (EFZN). Zentrales Fundament der Kooperation ist ein transdisziplinärer Forschungsansatz unter dem Dach des EFZN. Die Kernaufgabe besteht darin, die Energieforschungskompetenzen der beteiligten Universitäten aus den Bereichen Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie Rechts-, Sozial- und Wirtschaftswissenschaften auf besonders bedeutsamen Gebieten der anwendungsorientierten Grundlagenforschung zu bündeln und strategisch abzustimmen.

Zentrum für Windenergieforschung

Der Forschungscluster ForWind der Universitäten Oldenburg, Hannover und Bremen wiederum konzentriert sich auf die Windenergieforschung. Dabei stellt die Leibniz Universität Hannover die Hälfte der 30 Arbeitsgruppen. Die Wissenschaftler arbeiten bei Forschung, Entwicklung und Beratung eng mit der Fraunhofer-Gesellschaft und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt im Forschungsverbund Windenergie (FVWE) zusammen. ForWind betreibt den Masterstudiengang Windenergieingenieurwesen in Hannover und qualifiziert Fach- und Führungskräfte weiter.

Anwendungsnahe Technologien

Der Wandel zu einer dezentralen Energieversorgung mit steigendem Anteil an fluktuierendem Wind- und Solarstrom erfordert technologische Lösungen. Anwendungs- und produktorientierte Energietechnologien entwickelt das EWE-Forschungszentrum für Energietechnologie NEXT ENERGY, das an der Universität Oldenburg angesiedelt ist. Das Institut fokussiert sich auf die Forschungsschwerpunkte Energiesystem-Analyse, Energiesysteme und Speicher, Photovoltaik sowie Brennstoffzellen.

www.neds-niedersachsen.de
www.efzn.de
www.forwind.de
www.next-energy.de

Stromspeicher — ja! Aber welcher und wie groß?

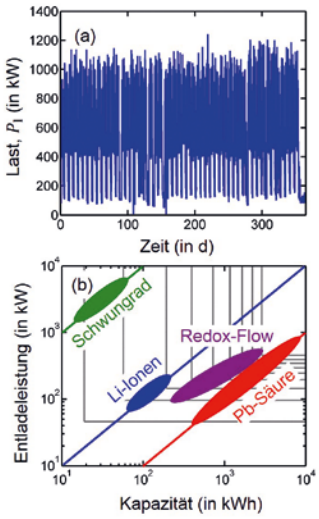
Neuartiges Werkzeug hilft bei Auswahl

Viele Unternehmen sehen sich zunehmend mit der Frage konfrontiert, ob sie elektrische Energiespeicher in ihr Energieversorgungssystem einbinden sollten. Hierbei ist es keine triviale Aufgabe, eine konkrete Speichertechnologie auszuwählen und richtig zu dimensionieren.

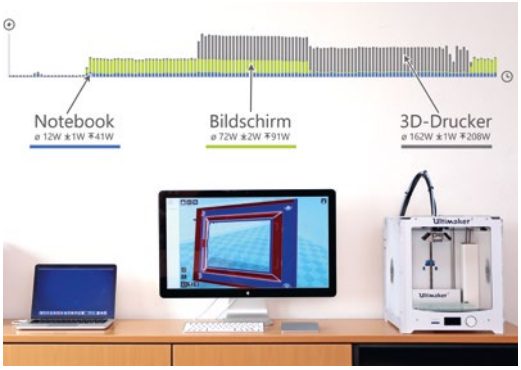
Ein Beispiel: Ein Maschinenbauunternehmen möchte die leistungsabhängigen Bestandteile seiner Energiekosten senken und das Auftreten von Lastspitzen reduzieren. Dafür kommen verschiedene Speichertechnologien in Frage. Außerdem ist der Betrag zu bestimmen, um den die maximale Bezugsleistung am Netzanschluss des Unternehmens reduziert werden soll. Diese Entscheidungen werden von mehreren Parametern beeinflusst. Hierzu gehören neben dem Lastgang und dem Stromtarif des Unternehmens technologiespezifische Parameter, zum Beispiel Betriebscharakteristik, Lebensdauergrenzen, spezifische Investitions- und Betriebskosten.

Für derartige Fragestellungen entwickelt das Institut für Elektrische Energiesysteme der Leibniz Universität Hannover ein neuartiges Entscheidungs- und Auslegungswerkzeug. Methodischer Kern des Werkzeugs ist ein Algorithmus, der den Kunden-Lastgang in ein charakteristisches Diagramm überführt. Dieses repräsentiert den »Fingerabdruck« des Problems und erlaubt dem Nutzer, die ideale Speichertechnologie auszuwählen und auszulegen. Das Werkzeug soll sowohl Speicheranwendern bei der Vorauswahl und Grobdimensionierung als auch Speicherherstellern helfen.

Leibniz Universität Hannover
Institut für Elektrische Energiesysteme (IfES)
Fachgebiet Elektrische Energiespeichersysteme
Prof. Dr.-Ing. Richard Hanke-Rauschenbach
Dipl.-Ing. Astrid Bensmann
astrid.bensmann@ifes.uni-hannover.de
www.ifes.uni-hannover.de



Das neue Werkzeug überführt den Lastgang eines Unternehmens (a) in ein charakteristisches Diagramm (b). Mit diesem »Fingerabdruck« lassen sich verschiedene Speichertechnologien direkt miteinander vergleichen und eine Grobdimensionierung vornehmen.



Aus den Daten von Stromzählern lassen sich diverse Dienstleistungen ableiten, die aber auch Probleme beim Datenschutz bergen.

Wie intelligent sind smarte Stromzähler?

Neue Analyseverfahren und Dienstleistungen zur Energienutzung

Viele Haushalte und industrielle Verbraucher nutzen bereits intelligente Stromzähler (Smart Meter), welche die Kosten für den Betrieb von Elektrogeräten anzeigen. Die erfassten Verbrauchsdaten enthalten allerdings weitaus mehr Informationen. Das Institut für Informatik der TU Clausthal entwickelt daher Verfahren, um die enthaltenen Daten zu extrahieren und für Dienste nutzbar zu machen. Das wirft allerdings auch dringende Fragen zum Datenschutz auf.

Für die neuartigen Verfahren kombinieren die Wissenschaftler Signalverarbeitung in Echtzeit mit maschinellem Lernen. Über die sekündlich erfassten Messwerte lassen sich Informationen erlangen über

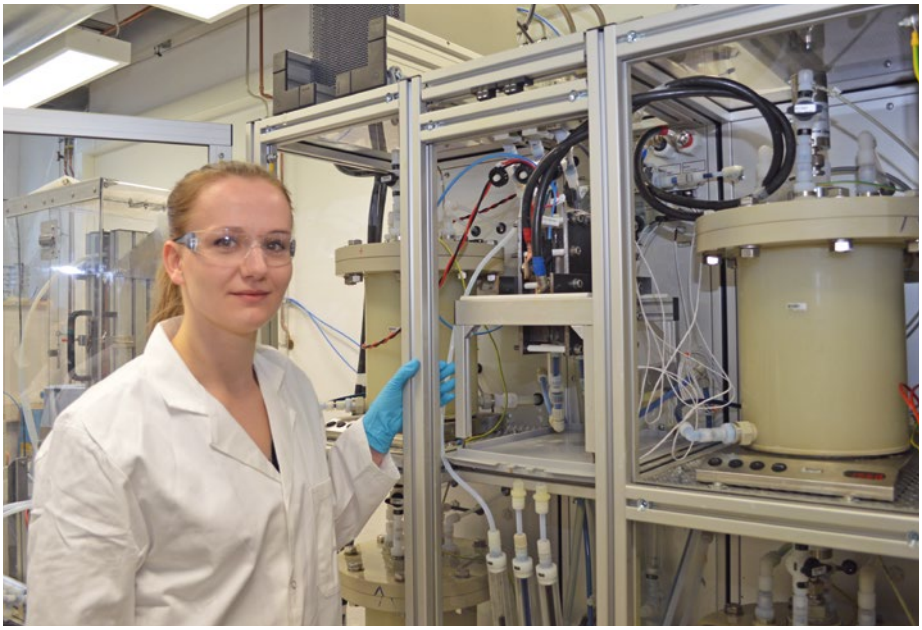
- → im Haushalt vorhandene Geräte, deren Betriebsmodi, Effizienz und Verschleiß,
- → künftige oder unerwartete Verbrauchswerte,
- → die Anzahl der Bewohner, deren häusliche Tätigkeiten und Abwesenheitszeiten.

Damit keiner diese Energiedaten missbraucht, arbeiten die Wissenschaftler zudem an Verfahren, die Messdaten so zu verschlüsseln, dass die Privatsphäre geschützt bleibt, die Energiekosten aber dennoch korrekt abgerechnet werden.

Potenzielle Anwendungen sind vielfältig: Vorhersagen helfen Energieversorgern dabei, ausreichend Reservekapazitäten vorzuhalten. Nutzer von Solaranlagen können die Vorhersage der Energieerzeugung mit der Verbrauchsprognose vergleichen und entsprechend ihre Stromnutzung anpassen. Weitere Dienste könnten Verbraucher beim Verlassen des Hauses vor eingeschalteten Elektrogeräten warnen oder die Heizung automatisiert steuern. Marketingunternehmen könnten zielgerichtete Werbung bei Kunden platzieren, etwa zu neuen, effizienteren Haushaltsgeräten. Für die Weiterentwicklung der Verfahren ist das Institut an der Kooperation mit Partnern aus Forschung und Industrie interessiert.

Technische Universität Clausthal
Institut für Informatik
Dr.-Ing. Andreas Reinhardt
andreas.reinhardt@tu-clausthal.de

Transferstelle: Telefon 05323 72-7754



Katharina Schafner untersucht im Laborprüfstand Komponenten der Redox-Flow-Batterie unter praxisnahen Bedingungen.

Redox-Flow-Batterien – effiziente stationäre Energiespeicher

Kosten reduzieren, neue Anwendungsfelder erschließen

Eine Batterie mit beliebig hoher Leistung und Kapazität zu konstruieren, ist für Forscher ein verlockendes Ziel. Ideale Voraussetzungen hierfür bietet die Redox-Flow-Batterie mit ihrem modularen Aufbau (siehe Kasten). Das Institut für Chemische und Elektrochemische Verfahrenstechnik der TU Clausthal arbeitet zusammen mit verschiedenen Partnern daran, die Kosten der Vanadium-Redox-Flow-Batterie (VRFB) zu verringern und neue Anwendungsfelder zu erschließen.

Ein großer Vorteil der VRFB ist, dass die gespeicherte Energiemenge räumlich von der Leistung getrennt ist. Der Energiegehalt wird durch die Größe der Vorratstanks für die Salzlösungen festgelegt, die Leistung ergibt sich aus der Fläche der Elektroden in den Zellen. Die Energiedichte einer VRFB reicht zwar nicht für mobile Anwendungen aus, aber die große Langlebigkeit der Komponenten und die hohe Effizienz machen sie zu vielversprechenden Speichern für stationäre Anwendungen – geeignet für Wohnhäuser bis zu industriellen Großspeichern.

Verantwortlich für die relativ hohen Kosten des Batteriesystems sind die komplexen Funktionsmaterialien sowie der Energieträger Vanadium. Kernkomponenten der Zellen sind poröse Kohlenstoffelektroden, eine Membran zur Trennung der Salzlösungen und Bipolarplatten, welche die einzelnen Zellen elektrisch miteinander verbinden. Die Forscher suchen systematisch nach neuen kostengünstigeren Materialien und nach Wegen, die Effizienz der Batterie zu steigern, unterschiedliche Verluste zu verringern und das Gesamtsystem zu optimieren. Die Arbeitsgruppe des Instituts forscht am Energie-Forschungszentrum Niedersachsen in Goslar. Verschiedene Projekte werden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, dem Bundeswirtschaftsministerium sowie von Industriepartnern gefördert.

Technische Universität Clausthal
Institut für Chemische und Elektrochemische Verfahrenstechnik
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Kunz
Prof. Dr.-Ing. Thomas Turek
turek@icvt.tu-clausthal.de
www.icvt.tu-clausthal.de

Redox-Flow-Technologie

Technische Innovationen ebnen Weg in Zukunftsmarkt

Vanadium-Redox-Flow-Batterien als sichere Heimenergiespeicher

Durch sein modulares Systemdesign lässt sich der ResiFlow-Heimenergiespeicher an individuelle Kundenanforderungen anpassen und kombiniert Sicherheit mit Kosteneffizienz.

Die Energie der Zukunft ist fluktuierend und dezentral verfügbar. Für Hausbesitzer bedeutet das: Mit einer Photovoltaik-Anlage kommt der Sonnenstrom direkt vom Dach – allerdings nicht immer dann, wenn man ihn auch benötigt. Deshalb sind Speicher eine sinnvolle Ergänzung, um den eigenen Solarstrom zeitversetzt nutzen zu können. Während bereits diverse Speichertechnologien auf dem Markt angeboten werden, ist es einem Wissenschaftlerteam vom EWE-Forschungszentrum NEXT ENERGY erstmals gelungen, die sichere Vanadium-Redox-Flow-Technologie (siehe Kasten) für den kosteneffizienten Einsatz in Heimenergiespeichern weiterzuentwickeln. Aktuell wird der Markteintritt vorbereitet.

Die Grundlage für die kleinskalige Anwendung der Vanadium-Redox-Flow-Batterie »erzielen wir mit einem neuartigen Dichtkonzept«, erklärt Projektleiter Dr. Jan grosse Austing. Hierbei werden mehrere Zellen zu einer Reaktionseinheit verklebt und abgedichtet, damit die Reaktionslösung nicht austreten kann. In den Zellen vollzieht sich die Wandlung von chemischer zu elektrischer Energie. »Dieses Konzept ist eine entscheidende technische Innovation, mit der wir nicht nur die Fertigung der zentralen Wandlungseinheit stark vereinfachen, sondern auch Maße und Gewicht der Einheit deutlich verringern können«, hebt der Oldenburger Forscher die Vorteile hervor.

Zusätzlich erhöhen die Wissenschaftler die Leistungsfähigkeit der Wandlungseinheit durch ein patentiertes Verfahren, das die Elektrode vorbehandelt und damit aktiviert. Die Filzelektrode besteht aus elektrisch leitendem Kohlenstoff. »Wir haben ein Plasmaverfahren entwickelt«, erläutert Jan grosse Austing, »das die Oberfläche der Elektrode in einem schnellen und kosteneffizienten Prozess gezielt behandelt und so die Leistungsfähigkeit der Filze erhöht.«

Auf Basis dieser Innovationen entwickelt das Team unter dem Namen »ResiFlow« mehrere Prototypen und bereitet eine Unternehmensgründung für 2017 vor. Gute Marktchancen sieht Jan grosse Austing in der Anwendung in Privathaushalten mit Photovoltaik-Anlagen, aber auch für die Nutzung als größerer Energiespeicher für Wohnquartiere oder für landwirtschaftliche Betriebe. Ermöglicht wird diese Bandbreite durch ein modulares Systemdesign, das individuelle Anwendungen für jede Kundenanforderung gestattet.

NEXT ENERGY – EWE-Forschungszentrum für Energietechnologie e. V.
An-Institut der Universität Oldenburg
Dr. Jan grosse Austing
jan.austing@next-energy.de
www.next-energy.de

Transferstelle: Telefon 0441 798-2914

In Redox-Flow-Batterien wird Energie in Form von Salzlösungen gespeichert, die durch eine elektrochemische Zelle fließen (Flow). Die gelösten Stoffe ändern an den Elektroden ihre Wertigkeit — sie werden chemisch reduziert oder oxidiert (Redox), wodurch die Batterie entweder aufgeladen oder entladen wird. Die Lebensdauer ist sehr lang und die Batterie lässt sich nahezu unbegrenzt wieder aufladen. Ein Beispiel ist die Vanadium-Redox-Flow-Batterie (VRFB), die Vanadiumionen verschiedener Wertigkeitsstufen verwendet. Vanadium als alleiniger Energieträger verhindert eine gegenseitige Verunreinigung der Reaktionsräume infolge von Diffusionseffekten.

Neues Messverfahren für die Akkumulator-Entwicklung

Dünnschicht-Kalorimetrie analysiert Materialien für Lithium-Ionen-Akkus

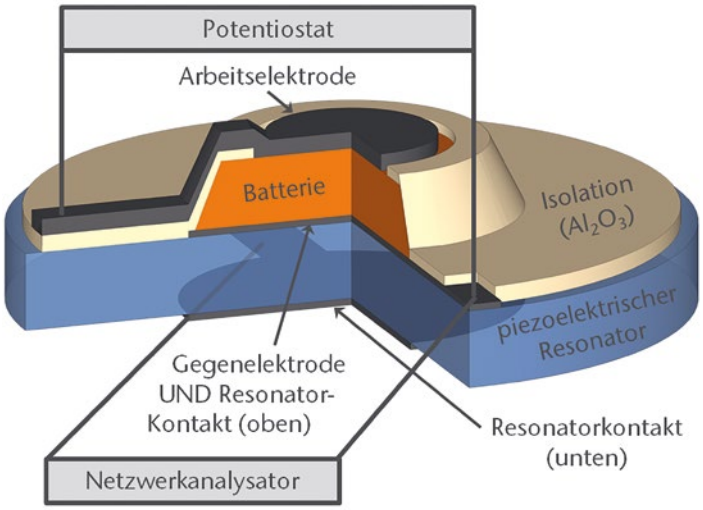
Lithium-Ionen-Akkus unterscheiden sich in Aufbau, Material und Einsatzgebiet zum Teil deutlich. Je nach Materialauswahl und -kombination variieren Eigenschaften wie die Speicherkapazität und die Anzahl der erreichbaren Lade- beziehungsweise Entladezyklen. Aufgrund dessen besteht ein großes Potenzial für innovative Akkumulatoren, die noch zuverlässiger, leistungsstärker und langlebiger als bisher verfügbare Akkus sind. Für die Entwicklung und Herstellung von Lithium-Ionen-Akkumulatoren sind genaue Kenntnisse der kinetischen Einsatzgrenzen und der thermodynamischen Stabilität der Materialien erforderlich. Hierfür entwickelt das Institut für Energieforschung und Physikalische Technologien der Technischen Universität Clausthal ein neuartiges Messverfahren – gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Die Herstellung der Kathoden- und Anodenmaterialien der Lithium-Ionen-Akkus erfordert genaue Kenntnisse zu Phasenumwandlungstemperaturen und -enthalpien. Außerdem müssen die umgesetzten Energien beim Laden und Entladen sowie dazugehörige Prozesse identifiziert werden. Mit der Dünnschicht-Kalorimetrie realisieren die Wissenschaftler ein neues Messverfahren, das systematisch Eigenschaften von einzelnen dünnen Schichten und komplexen Dünnschichtsystemen bis hin zu ganzen Akkumulatoren qualitativ und quantitativ analysiert.

Das Messprinzip basiert auf planaren Temperatursensoren, auf die dünne Schichten des zu untersuchenden Materials abgeschieden werden. Diese piezoelektrischen Sensoren sind hochpräzise Langasit-Resonatoren, die als Volumenschwinger betrieben werden. Wenn die aufgebrachten Schichten Wärme erzeugen oder aufnehmen, ändert sich die Resonanzfrequenz. Daraus können die zugehörigen thermodynamischen Daten ermittelt werden.

Der Fokus materialwissenschaftlicher Forschung liegt zum einen auf einzelnen Materialien wie zum Beispiel Lithium-Mangan-Oxid und zum anderen auf kompletten Dünnschicht-Lithium-Ionen-Akkus. Letztere werden mittels In-situ-Kalorimetrie während simultaner Ladung beziehungsweise Entladung vermessen. Untersuchungen in oxidierenden und reduzierenden Atmosphären geben Aufschluss über die thermische Stabilität und nötige Behandlung der Materialsysteme, die für die Verarbeitung von Lithium-Ionen-Akkumulatoren entscheidend sind. Das Messsystem steht Kooperationspartnern für thermodynamische und gravimetrische Dünnschichtanalysen zur Verfügung. Das Verfahren ist hierbei nicht auf Batteriematerialien begrenzt, sondern auch für Reinstmetalle, Legierungen oder Keramiken anwendbar.

Technische Universität Clausthal
Institut für Energieforschung und Physikalische Technologien
Energie-Forschungszentrum Niedersachsen
Alexander Omelcenko, M.Sc.
Dipl.-Phys. Hendrik Wulfmeier
Dipl.-Phys. Daniel Albrecht
Prof. Dr. Holger Fritze
Telefon 05321 3816-8308
alexander.omelcenko@efzn.de



Das neu entwickelte Dünnschicht-Kalorimeter analysiert Eigenschaften von Batteriematerialien.

Zwei Wissenschaftler der Battery LabFactory Braunschweig erfassen Energie- und Prozessdaten in der Batteriefertigung.

Mit dem Tablet lassen sich per QR-Code die Daten an jeder Anlage abrufen und mit den Daten des Leitstands abgleichen.

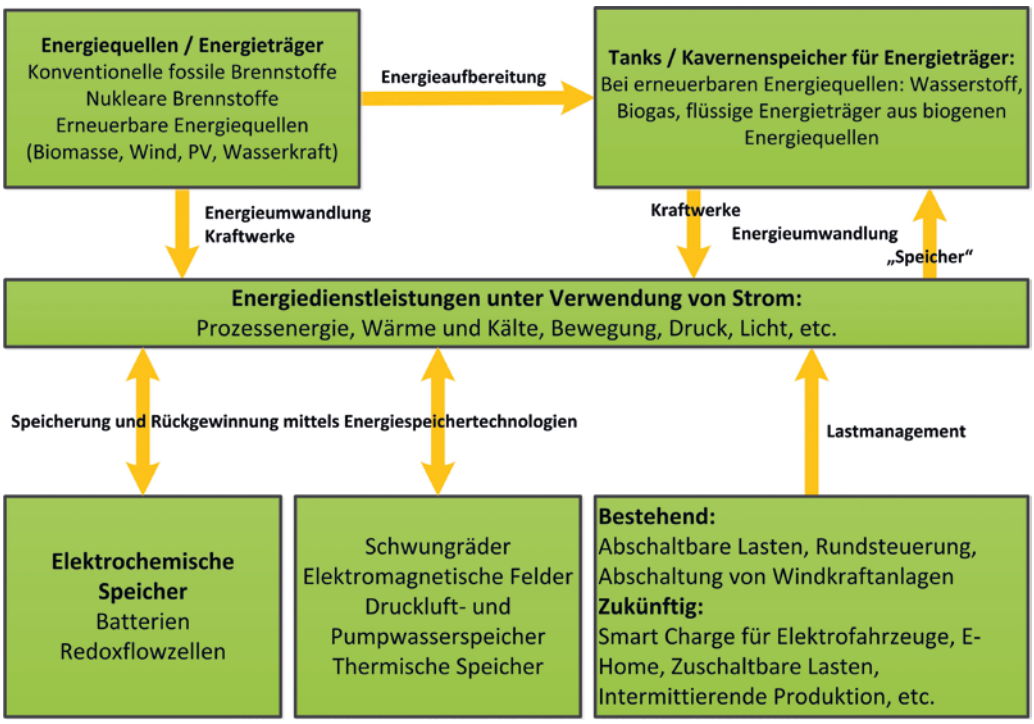
Data-Mining eröffnet neue Strategien für Batterieproduktion

Die Nachfrage von mobilen und stationären elektrischen Energiespeichern steigt. Das erfordert leistungsfähige Batteriezellen in großer Stückzahl, die kostengünstig und umweltverträglich hergestellt werden können. Wie lassen sich Produktionsprozesse und die Batteriequalität verbessern, Ausschussraten, Kosten und Energiebedarf reduzieren? Das erforscht die Battery Lab-Factory Braunschweig (BLB) der Technischen Universität.

Neue Produkt- und Produktionsstrategien für wirtschaftliche und bessere Batteriezellen entwickeln die Forscherinnen und Forscher der BLB mit dem Projekt »DaLion«. Mithilfe einer zentralen Datenbank (Data-Mining-System) erfassen sie Produktions- und Messdaten. Damit identifizieren sie Wechselwirkungen und Zusammenhänge bei der Elektroden- und Zellproduktion von Lithium-Ionen-Batteriezellen sowie mögliche Störfaktoren bei der Batterieherstellung. »Eine Vielzahl von Faktoren im Produktionsprozess, aber auch die verwendeten Ausgangsmaterialien beeinflussen die Eigenschaften der Batteriezellen«, führt BLB-Sprecher Prof. Dr.-Ing. Arno Kwade aus, »etwa in Hinblick auf die Energiedichte, Leistung und Lebensdauer.« Die Datenanalyse liefert die Grundlage dafür, »die Lebenserwartungen der Batterien zu erhöhen, Kosten zu senken und vor allem in der Elektromobilität die Reichweiten zu verlängern.«

Die BLB bietet dabei als Technologieplattform mit einem flexibel und modular aufgebauten Produktionskonzept die Voraussetzungen, ein solches Data-Mining-System vollständig in den Forschungsbetrieb zu etablieren und sämtliche Prozessschritte der Elektroden- und Zellfertigung zu analysieren. Die Herausforderung liegt darin, verborgene Zusammenhänge, Muster und Trends über die komplette Batteriefertigung zu erkennen. Über die Definition, Evaluierung und Rückkopplung relevanter Kennzahlen lassen sich verschiedene Batterien einfach vergleichen. Daher bindet das BLB die Industrie (Maschinenbau, Chemieindustrie, Automobilindustrie etc.) von Beginn an in regelmäßigen Workshops in die Forschung ein. Gefördert werden die Verbundprojekte von den Bundesministerien für Wirtschaft und für Forschung.

Technische Universität Braunschweig
Battery LabFactory Braunschweig
Prof. Dr.-Ing. Arno Kwade
Dipl-Ök. Jens Geißmann
Telefon 0531 391-94658
j.geissmann@tu-braunschweig.de
www.tu-braunschweig.de/forschung/zentren/nff/batterylabfactory



Einordnung elektrochemischer Energiespeicher in das Gesamtenergiesystem

Batterien und Wärmenetze für zuverlässige Energieversorgung

Analyse von Speichern und alternativen Systemlösungen

Um die Stabilität des elektrischen Energieversorgungssystems sicherzustellen, sind eingespeiste und entnommene Energie stets im Gleichgewicht zu halten. Der Ausgleich der eingespeisten und der bezogenen Leistung wird derzeit überwiegend von konventionellen Kraftwerken erbracht. Da ihre Anzahl im Zuge der Energiewende verringert und zunehmend durch kleinere regenerative Erzeugungseinheiten ersetzt wird, reduziert sich auch ihre frequenzstabilisierende Wirkung, sodass Alternativen gefunden werden müssen.

Das Energie-Forschungszentrum Niedersachsen (EFZN) entwickelt Handlungsempfehlungen zum Einsatz von elektrochemischen Speichern und deren Weiterentwicklung, um das zukünftige Energieversorgungssystem optimal zu unterstützen. Energiespeicher wie etwa Batterien können jedoch nicht als einzige Problemlösung betrachtet werden. Sie stehen im technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Wettbewerb mit alternativen Lösungen, zum Beispiel Power-to-Heat, Power-to-Gas, Netzausbau, Spitzenlastkraftwerke oder Lastmanagement. Für ein definiertes Anwendungsgebiet ermittelt das EFZN die jeweils beste Speichertechnologie, Auslegung und optimale Verknüpfung mit alternativen Lösungen. Dabei werden unter anderem Alterungseffekte der Speichertechnologien und wirtschaftliche Aspekte berücksichtigt.

Das Forschungsprojekt ESPEN hat gezeigt, dass Batterien sich gut für Spannungshaltung, Regelleistung und weitere Netzdienstleistungen eignen. Eine sinnvolle Alternative beziehungsweise Ergänzung zum Einsatz elektrochemischer Speicher stellen insbesondere Wärmenetze dar (Power-to-Heat-Konzept). Diese lassen sich sowohl für die lokale Aufnahme von Einspeisespitzen einsetzen als auch für die Nutzung regional vorhandener Energieüberschüsse, die andernfalls abgeregelt werden würden.

Das transdisziplinär arbeitende EFZN betrachtet neben den technischen Aspekten des Speichereinsatzes auch wirtschaftliche und rechtliche Aspekte, die für die Anwendung von elektrochemischen Speichern relevant sind. Gerne nimmt es Forschungsaufträge aus der Industrie entgegen.

Energie-Forschungszentrum Niedersachsen, Goslar
Dipl.-Wirt.-Ing. Karolina Koring
Dipl.-Ing. Verena Spielmann
Telefon 05321 3816-8101
karolina.koring@efzn.de
www.efzn.de
www.espen-projekt.de

Nachhaltige Energienutzung mit dezentralen Speichern

Wie können wir effizienter mit unserer Energieversorgung umgehen und die Wege zwischen Erzeuger und Verbraucher verkürzen? Wie lässt sich Energie sinnvoll zwischenspeichern? Diese Fragen beschäftigen zahlreiche Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an der Hochschule Osnabrück. Der interdisziplinäre Forschungsschwerpunkt »EOS – Energiespeicherlösungen in der Region Osnabrück-Steinfurt« zeigt neue Wege der Energiespeicherung auf.

Aufgabe des Forschungsvorhabens ist es, alle grundsätzlich realisierbaren Speichermöglichkeiten für elektrische Energie in der »Masterplan-Modellregion« Osnabrück, Rheine und Steinfurt zu identifizieren und die interessantesten in Demonstrationsanlagen umzusetzen. Angestrebt wird eine nachhaltige Energiewende mit dem Ziel, bis 2050 die CO_2-Emissionen um 95 Prozent zu senken. »Wir wollen konkrete Demonstratoren und Handlungsempfehlungen entwickeln, um öffentliche Energieversorgungssysteme massiv zu entlasten«, sagt EOS-Sprecher Prof. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Pfisterer. Dabei geht es um die Frage, welche Speicher die Region benötigt: Haushalts-, Quartiers- oder Zentralspeicher?

Im ersten Teil des Projektes untersuchten die Forscher, welche Energiespeicher aus technischer Sicht für die Modellregion sinnvoll sind. Simulationswerkzeuge ergründeten zum Beispiel die Auswirkungen von lokalen elektrischen Speichern. »In privaten Haushalten«, fasst Pfisterer zusammen, »machen dezentrale Speicher in Kombination mit einer Photovoltaik-Anlage und einem Blockheizkraftwerk – sogenannte lokale Smart Grids – ökologisch Sinn.« Einen ökonomischen Nutzen von elektrischen Energiespeichern erwartet er jedoch erst in drei bis fünf Jahren mit den Neuentwicklungen aus derzeitiger Forschung.

Weiterhin wollen die Forscher erfahren, welche technischen Lösungen in der Region auch durchsetzungsfähig sind und von Privatkunden sowie Unternehmen akzeptiert werden. Daher betrachten sie in der zweiten Projektphase wirtschaftliche und rechtliche Implikationen. Kooperationspartner sind die genannten Gebietskörperschaften sowie die Westnetz GmbH. Das Forschungsprojekt wird bis Dezember 2018 aus den Landesmitteln des Niedersächsischen VW vorab gefördert.

Hochschule Osnabrück
EOS – Energiespeicherlösungen
Region Osnabrück-Steinfurt
Kerstin Weber M.A. (Koordination)
Telefon 0541 969-7020
k.weber@hs-osnabrueck.de
www.hs-osnabrueck.de

Fertigungssteuerung berücksichtigt dynamische Strompreise

Der Anteil an regenerativen Energieträgern wie Sonne- und Windkraft an der Gesamtstromerzeugung nimmt zu. Infolgedessen sollte der Strom dann verbraucht werden, wenn er verfügbar ist. Über dynamische Stromtarife oder den Handel an der Strombörse werden Kunden dazu bewegt, den Stromverbrauch bei hohen Preisen zu reduzieren. Dieses Sparpotenzial wollen hannoversche Forscher auch Produktionsbetrieben zugänglich machen.

Damit Industrieunternehmen den veränderlichen (volatilen) Strompreis systematisch berücksichtigen können, müssen sie auch den Stromverbrauch an den jeweils herrschenden Preis anpassen. Fertigungsaufträge verbrauchen in Abhängigkeit ihrer Losgröße oder auftragsspezifischen Eigenschaften wie Größe, Geometrie oder Material unterschiedlich viel Energie. Finden energieintensive Aufträge zu Zeiten niedriger Energiepreise und energiearme Aufträge zu Zeiten hoher Energiepreise statt, lassen sich Kosten einsparen – ganz ohne kapitalintensive Investitionen.

Um dieses Sparpotenzial zu nutzen, hat das IPH, das Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH, ein neues Verfahren entwickelt, das die Reihenfolge der Bearbeitung bestimmt und darüber die Energiekosten der Produktion reduziert. Die Reihenfolge der Aufträge, die vor einer Produktionsanlage warten, wird in Abhängigkeit des Strompreises und der Pufferzeit bis zur geplanten Fertigstellung (Rest-Schlupf) festgelegt. Dieses Verfahren unterstützt die Fertigungssteuerung, die den Produktionsplan trotz häufig unvermeidlicher Störungen durchsetzen muss. In einem Simulationsmodell konnten die Ingenieure dabei Einsparungen an Energiekosten von bis zu zehn Prozent gegenüber einem klassischen Reihenfolgeverfahren wie FIFO (First-In-First-Out) nachweisen. Interessenten können sich gerne beim IPH melden.

IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH
Stefan Willeke, M. Sc.
Telefon 0511 27976-442
willeke@iph-hannover.de

Simulation optimiert Nutzung erneuerbarer Energien

Energetische Analysen für nachhaltige Fertigung

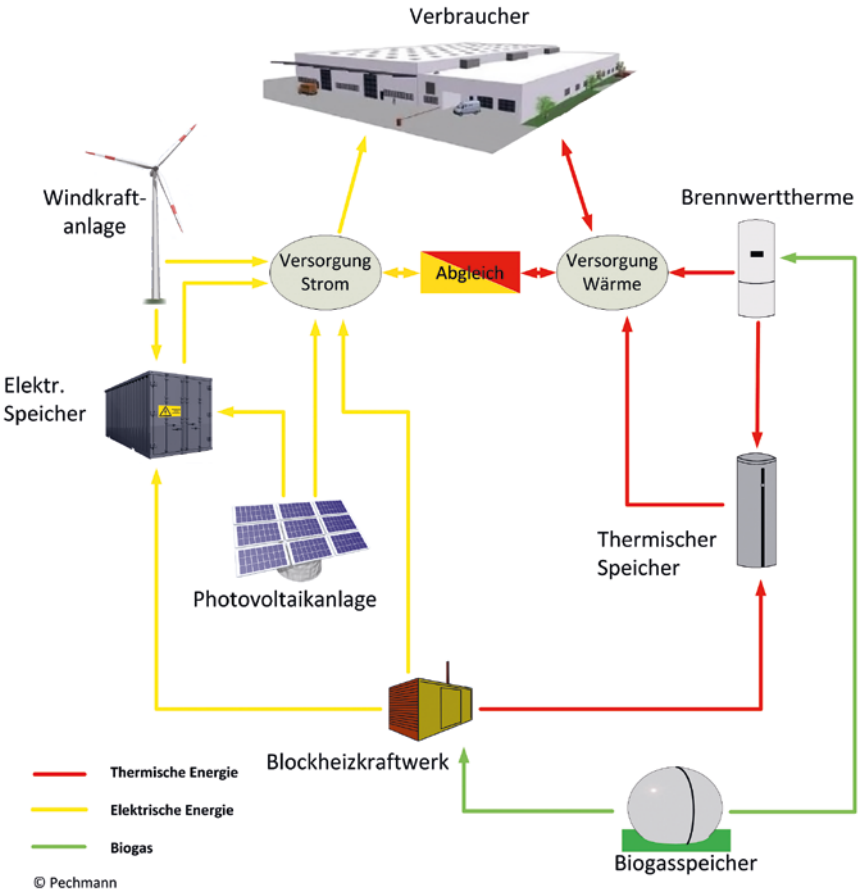
Die Energieversorgung aus erneuerbaren Energiequellen wie Windkraft, Solarthermie und Photovoltaik ist unter anderem vom Wetter abhängig – und damit nicht direkt beeinflussbar. Die zeitliche Abstimmung von Energieerzeugung und -verbrauch in der Produktion ist hierbei ohne Hilfsmittel nur eingeschränkt möglich. Die Arbeitsgruppe »Energieeffizienz in der Produktion« an der Hochschule Emden/Leer entwickelt neue Methoden zur intelligenten Verwendung von regenerativen Energien in der Produktion. Sie hat dabei eine nachhaltige, CO_2-neutrale und energieeffiziente Fertigung zum Ziel.

Die im Projekt »PREmdeK« entwickelte Simulation berechnet anhand von Wetterdaten viertelstündlich die elektrische und thermische Energieausbeute von unternehmenseigenen erneuerbaren Energieerzeugern. Die Simulation gleicht die erzeugte Energie mit dem Lastprofil des Unternehmens ab. Dadurch lässt sich nachvollziehen, wie viel regenerative Energie ein Unternehmen direkt verbraucht, wie viel es in das Netz einspeist beziehungsweise entnimmt oder wie sich Energiespeicher auf das System auswirken.

Im Vergleich zu anderen Anwendungen, die mit Verbrauchsabrechnungen und mit theoretischen Jahresdurchschnittserträgen der Erzeuger arbeiten, ermöglicht die Simulation, die verbrauchte und eingespeiste Energie auf 15 Minuten genau für vorher festgelegte Zeiträume zu bestimmen. Außerdem lassen sich damit Empfehlungen erarbeiten, die das aktuelle Energiesystem des Unternehmens optimieren und die Energiekosten nachhaltig senken. Von solchen energetischen Analysen der Arbeitsgruppe konnten schon viele Unternehmen profitieren.

Auch die Neuinstallation oder Erweiterung eines Energiesystems kann simuliert werden – mit dem Ziel einer möglichst wirtschaftlichen Auslegung. Dazu starteten die Wissenschaftler Ende 2015 das Projekt »WeEmU«. Hierbei untersuchen sie die Wirtschaftlichkeit von erneuerbaren Energieerzeugern für Unternehmen – je nach Auslegung der Erzeuger- und Speicheranlagen unter Vorgabe der gesetzlichen Regelungen. Die Hochschule sucht Unternehmen, die bereit sind, Energie- und Produktionsdaten zur Analyse zur Verfügung zu stellen, und die an einem Austausch zur effizienten und ökologischen Produktion teilnehmen möchten.

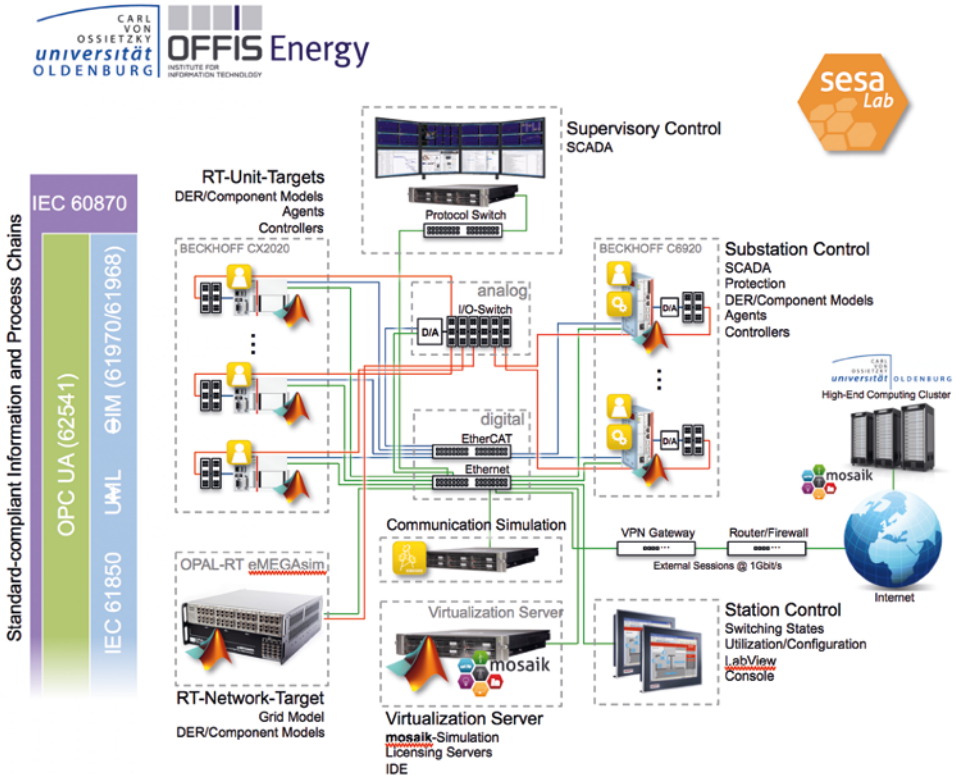
Hochschule Emden/Leer
Arbeitsgemeinschaft Energieeffizienz in der Produktion
Prof. Dr.-Ing. Agnes Pechmann
Maximilian Zarte, M.Eng.
maximilian.zarte@hs-emden-leer.de
www.e-pps.de



Die Simulation »PREmdeK« veranschaulicht den Aufbau und die Zusammenhänge des Energiesystems eines Unternehmens.

Realistisch testen ohne Blackout-Risiko

Komplexe Simulationen zukünftiger Energiesysteme



Im SESA-Lab werden Hardware- und Software-Modelle funktional integriert, in komplexen Systemen verknüpft und systematisch getestet. Die Komponenten werden dabei über die Co-Simulationsumgebung mosaik digital oder analog eingebunden – auch entfernte Systeme können dabei in die Experimente eingeschlossen werden.

In einem herkömmlichen Energiesystem, das von grundlastfähigen Kraftwerken getragen wird, kann die Energieproduktion kontinuierlich an den Verbrauch angepasst werden. Regenerativ geprägte Energiesysteme hingegen benötigen ganz andere Steuer- und Regelungssysteme, um die Versorgungssicherheit trotz schwankender Energieerzeugung jederzeit gewährleisten zu können. Insbesondere zukünftige Smart-Energy-Systeme verstärken das komplexe Zusammenspiel zahlreicher aktiver Komponenten mit teilweise konkurrierenden Nutzungszielen. Das OFFIS verfolgt mit dem SESA-Lab (Smart Energy Simulation and Automation Laboratory) einen innovativen Ansatz, um neuartige Informationstechnik-Lösungen in der Betriebsführung vor ihrem Einsatz ausgiebig zu testen.

Zur Komplexität moderner regenerativer Energiesysteme tragen neben dezentralen Erzeugern, Verbrauchern und Speichern zum Beispiel mehrteilige Schutz- und Leitsysteme sowie netzstabilisierende Regelungen bei. Diese Systemkomponenten sind für eine formale Analyse ungeeignet, wenn beispielsweise ein neuer Steueralgorithmus einer Windkraftanlage im Verbund mit Leitständen, Wechselrichtern und Transformatoren getestet werden soll. Feldtests sind nicht in der notwendigen Skalierung durchführbar, zu kostspielig und erst in einem sehr späten Entwicklungsstadium möglich.

Eine adäquate Untersuchung mit realitätsfesten Ergebnissen bieten das SESA-Lab und die Simulationsumgebung mosaik, die eine Co-Simulation mehrerer Teilsysteme in Echtzeit ermöglicht.

Mit dem SESA-Lab schuf OFFIS eine Plattform, auf der reale oder simulierte Hard- und Software-Modelle funktional integriert und in komplexen Problem- und Anwendungskontexten getestet werden können. Dabei lassen sich heterogene Modelle unterschiedlicher Qualität und Präzision kombinieren und in orchestrierten »System-of-Systems« simulieren. Von einzelnen Anlagen bis hin zu komplexen Netzsimulatoren und Kommunikations- und Entscheidungsplattformen lassen sich unterschiedliche Komponenten in Szenarien miteinander kombinieren, beobachten und experimentell analysieren. Mit diesen Werkzeugen konnten Wissenschaftler und Entwickler in unterschiedlichen Projekten bereits neue Lösungen mit geringem Risiko in die Anwendung überführen. Das SESA Lab steht der Auftragsforschung zur Verfügung.

OFFIS – Institut für Informatik, Oldenburg
Prof. Dr. Sebastian Lehnhoff
Dr. Lars Fischer
Telefon 0441 9722-240
sebastian.lehnhoff@offis.de

Ihre Ansprechpartner bei den Technologietransferstellen der niedersächsischen Hochschulen

Technische Universität Braunschweig
Technologietransferstelle
→ Jörg Saathoff
Telefon 0531 391-4260, Fax 0531 391-4269
tt@tu-braunschweig.de

Hochschule für Bildende Künste Braunschweig
Technologietransfer
→ Prof. Erich Kruse
Telefon 0531 391-9163, Fax 0531 391-9239
e.kruse@hbk-bs.de

Technische Universität Clausthal
Technologietransfer und Forschungsförderung
→ Mathias Liebing
Telefon 05323 72-7754, Fax 05323 72-7759
transfer@tu-clausthal.de

Georg-August-Universität Göttingen
Wirtschaftskontakte
Abteilung Öffentlichkeitsarbeit
→ Christina Qaim
Telefon 0551 39-33955, Fax 0551 39-1833955
christina.qaim@uni-goettingen.de

Leibniz Universität Hannover
uni transfer
→ Christina Amrhein-Bläser
Telefon 0511 762-5728, Fax 0511 762-5723
christina.amrhein-blaeser@zuv.uni-hannover.de

Medizinische Hochschule Hannover
Technologietransfer
→ Gerhard Geiling
Telefon 0511 532-2701, Fax 0511 532-166578
geiling.gerhard@mh-hannover.de

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Technologietransfer
→ Prof. Dr. Waldemar Ternes
Telefon 0511 856-7544, Fax 0511 856-7674
waldemar.ternes@tiho-hannover.de

Stiftung Universität Hildesheim
Forschungsmanagement und Forschungsförderung
→ Markus Weißhaupt
Telefon 05121 883-90120
markus.weisshaupt@uni-hildesheim.de

Leuphana Universität Lüneburg
Wissenstransfer und Kooperationen
→ Andrea Japsen
Telefon 04131 677-2971, Fax 04131 677-2981
japsen@leuphana.de

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
Referat Forschung und Transfer
→ Manfred Baumgart
Telefon 0441 798-2914, Fax 0441 798-3002
manfred.baumgart@uni-oldenburg.de

Universität Osnabrück /
Hochschule Osnabrück
Gemeinsame Technologiekontaktstelle der Osnabrücker Hochschulen
→ Dr. Gerold Holtkamp
Telefon 0541 969-2050, Fax 0541 969-2041
info@wtt-os.de

Universität Vechta
Geschäftsbereich Forschung
Forschungsmanagement und Transfer
→ Dr. Daniel Ludwig
Telefon 04441 15-642, Fax 04441 15-451
daniel.ludwig@uni-vechta.de

Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften
Hochschule Braunschweig/Wolfenbüttel
Wissens- und Technologietransfer
→ Dr.-Ing. Martina Lange
Telefon 05331 939-10210, Fax 05331 939-10212
martina.lange@ostfalia.de

Hochschule Emden/Leer
Wissens- und Technologietransfer
→ Matthias Schoof
Telefon 04921 807-7777, Fax 04921 807-1386
technologietransfer@hs-emden-leer.de

Hochschule Hannover
Stabsstelle Forschung und Entwicklung
→ Elisabeth Fangmann
Telefon 0511 9296-1019, Fax 0511 9296-991019
forschung@hs-hannover.de

HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst
Hildesheim/Holzminden/Göttingen
Forschung und Transfer
→ Karl-Otto Mörsch
Telefon 05121 881-264
karl-otto.moersch@hawk-hhg.de

Jade Hochschule Wilhelmshaven/
Oldenburg/Elsfleth
Wissens- und Technologietransfer

Studienort Wilhelmshaven
→ Prof. Dr.-Ing. Thomas Lekscha
Telefon 04421 985-2211, Fax 04421 985-2315
thomas.lekscha@jade-hs.de

Studienort Oldenburg
→ Christina Müller
Telefon 0441 7708-3325, Fax 0441 7708-3460
christina.mueller@jade-hs.de

Studienort Elsfleth
→ Dörthe Perbandt
Telefon 04404 9288-4306, Fax 04404 9288-4141
doerthe.perbandt@jade-hs.de

Impressum

Herausgeber:
Arbeitskreis der Technologietransferstellen niedersächsischer Hochschulen

Redaktion:
Christina Amrhein-Bläser
uni transfer, Leibniz Universität Hannover
Brühlstraße 27, 30169 Hannover
Telefon 0511 762-5728, Fax 0511 762-5723
christina.amrhein-blaeser@zuv.uni-hannover.de

Redaktionelle Mitarbeit: Juan Guse, Raissa Khattab, Rieke Koriath

Gestaltung: büro fuchsundhase, Hannover

Die Bildrechte liegen bei den genannten Instituten, außer Foto Seite 1: vencav, fotolia.com; Seite 4: leowolfert, fotolia.com; Seite 5 und Seite 28: davis, fotolia.com; Seite 6: fotomek, fotolia.com; Seite 7: malp, fotolia.com; Seite 8 unten: ISD, Leibniz Universität Hannover, ForWind; Seite 9: DLR; Seite 11: aroas, iStockphoto; Seite 13 oben: SINN Power GmbH; Seite 15 oben: Digiphoto, iStockphoto; Seite 16 unten: country-pixel, fotolia.com; Seite 20: Bernd Wittelsbach, iStockphoto; Seite 23: NEXT ENERGY; Seite 27: querbeet, iStockphoto.

Wir danken dem Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur für die finanzielle Unterstützung.

Gedruckt auf FSC-zertifiziertem Papier.

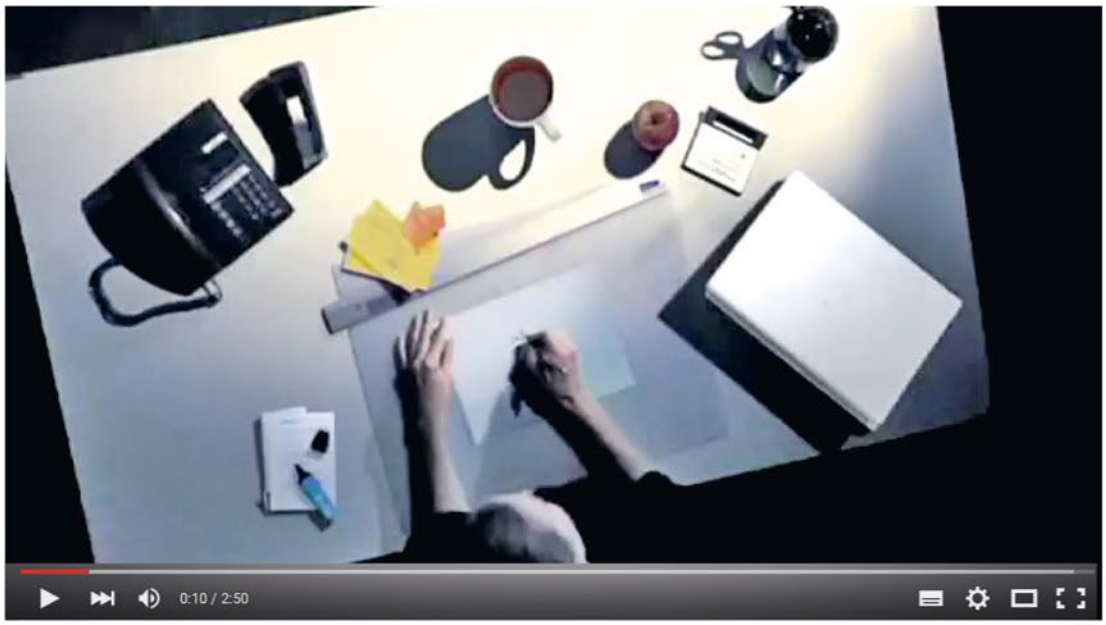
Die Online-Ausgaben der bisher veröffentlichten Technologie-Informationen niedersächsischer Hochschulen finden Sie unter www.uni-hannover.de/unitransfer. Dort können Sie das Magazin auch kostenfrei abonnieren.

Themen der vorigen vier Ausgaben:
→ Mensch und Technik, 1+2/2016
→ Was uns bewegt – Mobilität, 4/2015
→ Klimawandel – Folgen und Maßnahmen, 3/2015
→ Stadt, Land, Zukunft, 1+2/2015

enterprise europe network
Wir stehen Unternehmen zur Seite

Europäische Kommission

Meet the experts from the Enterprise Europe Network



ar-Kiosk-App vom Store runterladen, Foto mit der Kamera scannen und Augmented Reality testen.

Energie positiv umwandeln

Finden Sie den Zugang zu den richtigen Märkten, Fördermitteln und Kooperationspartnern.

NBank
Wir fördern Niedersachsen

Leibniz Universität Hannover

Hochschule Osnabrück
University of Applied Sciences