



Einblicke 2014

Journal zur Umweltforschung in Baden-Württemberg



Energie und Speichertechnologien

■ ENERGIE ■ KLIMA ■ ABFALLWIRTSCHAFT ■ NACHHALTIGKEIT ■ RUNDBLICK



PTKA
Projekträger Karlsruhe
im Karlsruher Institut für Technologie



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

IMPRESSUM

- TITEL** Einblicke 2014 – Journal zur Umweltforschung in Baden-Württemberg
- HERAUSGEBER** Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
Postfach 103439, 70029 Stuttgart, www.um.baden-wuerttemberg.de
Tel. 0711/126-2780, Fax 0711/126-2880, presse@um.bwl.de
LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
Postfach 100163, 76231 Karlsruhe, www.lubw.baden-wuerttemberg.de
Tel. 0721/5600-0, Fax 0721/5600-1456, poststelle@lubw.bwl.de
Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Projektträger Karlsruhe
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen, www.ptka.kit.edu/bwp/
Tel. 0721/608-25191, Fax 0721/608-23929, bwp@ptka.kit.edu
- REDAKTION** Prof. Dr. Günther Turian, UM, Referat 24 Umwelttechnik, Forschung, Ökologie
Manfred Lehle, LUBW, Referat 21 Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung
Peter Fendrich, EcoText International PartG, Stuttgart
- TITELBILD** Fraunhofer ISE, Freiburg
- LAYOUT/LEKTORAT** EcoText International PartG – Partnerschaftsgesellschaft Freier Journalisten
Hermannstr. 5, 70178 Stuttgart, www.ecotext.eu
Tel. 0711/615562-0, Fax 0711/615562-20, redaktion@ecotext.de
- DRUCK** Offizin Scheuffele Druck und Medien GmbH & Co. KG
Tränkestraße 17, 70597 Stuttgart, www.scheuffele.de
Tel. 0711/72586-0, Fax 0711/72586-99, info@scheuffele.de
-  **Print kompensiert**
Id-Nr. 1442602
www.bvdm-online.de
- Der Druck ist CO₂-kompensiert, gedruckt auf 100 % Recyclingpapier, zertifiziert mit dem Blauen Engel.
- BEZUG** Die Broschüre ist gedruckt oder als Download im PDF-Format kostenlos erhältlich bei der LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Postfach 100163, 76231 Karlsruhe, www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/6639/
- VERTEILERHINWEIS** Diese Informationsschrift wird von der Landesregierung Baden-Württemberg im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Unterrichtung der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern während eines Wahlkampfes zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Das gilt für alle Wahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel.
Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass diese als Parteinahme der Herausgeber zu Gunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist es jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.
- STAND** November 2014, 1. Auflage
- COPYRIGHT** Der Nachdruck ist – auch auszugsweise – nur mit Zustimmung des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg mit Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

INHALTSVERZEICHNIS

EDITORIAL		ENERGIE	
Vorwort		Energie-Autarkie-Check	
Umweltminister Franz Untersteller MdL	4	Integrierte Energiesystem-Modellierung	26
ENERGIE		Wenn's mal kracht	
Erdwärme sicher nutzen		Unterstützung bei Konflikten für Bürger-Energiegenossenschaften	27
Landesforschungszentrum Geothermie als Wegbereiter	5	KLIMA	
Optimale Füllung für Bohrlöcher		Klimarelevanz von Moorflächen	
Weiterentwicklung der Erdwärmesonden-Verfüllung	9	Von der Natur- zur Kulturlandschaft – und wieder zurück	28
Effizient genutzte Wärme		Aus der Geschichte lernen	
Dauerstabile Materialien für Wärmespeicherung und -transformation	11	Moorschwund ermöglicht Rückschlüsse auf Treibhauseffekte	32
Solarwärme gemeinsam nutzen		Blick auf den Gaszähler	
SolnetBW rückt Speicherung und Verteilung von Solarwärme in den Fokus	13	Messung der Treibhausgasemissionen von Moorflächen	34
Intelligent gesteuerte Energie		Stechmücken auf Weltreise	
Latentwärmespeicher in netzreaktiven Gebäuden	14	Untersuchungen zur Ausbreitung und Bekämpfung japanischer Buschmoskitos	37
Werkzeuge für optimierte Netze		ABFALLWIRTSCHAFT	
Strukturoptimierung von Speichern in regionalen Energiesystemen	15	Elektroschrott besser verwerten	
Eigenstrom nach Bedarf		Recyclinggerechte Produktkonzeption von Elektro- und Elektronikgeräten	39
Stromoptimierter Betrieb von KWK-Anlagen	17	Locker ist besser	
Mehr Bioenergie für trübe Tage		Monitoring unterschiedlicher Rekultivierungsschichten auf Deponien	41
Kann Biomasse die unstete Produktion von Solar- und Windstrom abfedern?	18	NACHHALTIGKEIT	
Erdgasnetz als Stromspeicher		Das Ziel ist der Weg	
Überschüsse regenerativen Stroms speichern und flexibel nutzen	20	Nachhaltige Kommunalentwicklung: Gemeinsam in die Zukunft gehen	43
Vom Modell zur Energielandschaft		RUNDBLICK	
Studie zur Regionalisierung innovativer Energiekonzepte in Baden-Württemberg	21	Starthilfe für Brennstoffzellenfahrzeuge	
Power-to-Gas im Energieverbund		Innovationsprogramm Wasserstoffinfrastruktur (H ₂ BW) mit ersten Ergebnissen	45
Elektrolyseanlage als Puffer und Bindeglied zwischen Strom- und Gasnetz	22	PROJEKT-ÜBERSICHT	
Girokonto für Erneuerbare		Einblicke in die Umweltforschung	
Strombank als innovatives Betreibermodell für Quartierspeicher	24	Aktuell geförderte Forschungsprojekte im Überblick	47
Strom speichern – mit Gewinn		Aktiv in Sachen Umweltforschung	51
Entwicklung von Betreibermodellen für Stromspeicher	25		



Mit der Ausgabe der „Einblicke 2014“ informieren wir über die aktuellen Entwicklungen unserer Umweltforschung in Baden-Württemberg.

Mehr noch als frühere Ausgaben stehen diese Einblicke im Zeichen der Energie. Das kommt nicht von ungefähr, denn Forschung und Entwicklung sollen dazu beitragen, die Energiewende bei uns im Land umzusetzen. Wir haben in unserer Umweltforschung seit 2012 den Energiebereich weiter gestärkt. Den bereits bestehenden Schwerpunkt „Thermische Energiespeicher“ haben wir ergänzt und erweitert zu dem neuen Schwerpunkt „Energie, Energiespeichertechnologien“. Innerhalb dieses Programms gehen wir neue Wege in der Förderung angewandter Forschung und Entwicklung. Meist arbeiten Wissenschaftler verschiedener Einrichtungen sowohl technischer als auch nichttechnischer Fachgebiete, Wirtschaft und Gesellschaft zusammen, um die anstehenden Herausforderungen anzugehen. Wir brauchen diese interdisziplinären und vielfach auch transdisziplinären Kooperationen, weil wir das Energiesystem nicht allein mit technischen Entwicklungen umgestalten können.

Die Vorhaben decken dementsprechend eine breite Palette praxisrelevanter Fragen ab und reichen vom stromoptimierten Betrieb von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen und der Speicherstruktur in regionalen Energienetzen über Betreibermodelle für Stromspeicher und Bürger-Energiegenossenschaften bis hin zu solaren Wärmenetzen oder der Energieautarkie in Regionen und in ganz Baden-Württemberg.

Ich bin überzeugt, dass es zur Umsetzung der Energiewende und deren Akzeptanz in der Gesellschaft notwendig ist, solche fachübergreifenden Verbundprojekte auch in Zukunft zu unterstützen. Wir haben gute Chancen, im Zusammenwirken mit Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft das notwendige praktische Wissen für tragfähige Wege der Energiewende zu gewinnen.

Als weiteres Thema im Bereich der Energie hat sich die Geothermie in der Umweltfor-

schung Baden-Württembergs etabliert. Erdwärme ist eine wichtige einheimische Energiequelle. Sie ist umweltfreundlich und steht unabhängig vom Wetter Tag und Nacht zur Verfügung. Geothermie kann erheblich zur Energiewende beitragen. Die vorgestellten Projekte erarbeiten Grundlagen zur besseren Nutzbarkeit, und sie wollen die Nutzung der Wärme aus dem Untergrund noch effizienter, sicherer und umweltverträglicher machen.

Außerhalb des Energiethemas sind weiterhin die Themen Klimawandel und Klimaschutz, Ressourceneffizienz sowie Bürgerbeteiligung in der Umweltforschung von hohem Stellenwert. In die Einblicke 2014 wurden hierzu weitere Vorhaben aufgenommen: Moore als Klimaplayer, ein Vorhaben aus KLIMOPASS, dem Forschungsprogramm zum Klimawandel und zur modellhaften Anpassung in Baden-Württemberg, die Untersuchungen zur recyclinggerechten Produktkonzeption sowie zur Nachhaltigen Kommunalentwicklung.

Ich wünsche Ihnen anregende Lektüre und nützliche Einblicke in die Umweltforschung mit dieser neuen Ausgabe.

Franz Untersteller MdL
Minister für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft
des Landes Baden-Württemberg

Erdwärme sicher nutzen

Landesforschungszentrum Geothermie als Wegbereiter

Geothermische Energie steht zu jeder Tages- und Jahreszeit zur Verfügung und stellt eine saubere und grundlastfähige Energiequelle dar. Die sowohl für die Wärmeversorgung als auch für die Stromerzeugung nutzbare Tiefengeothermie birgt allerdings auch Risiken. Das Landesforschungszentrum Geothermie arbeitet daran, diese beherrschbar zu machen.



Der nach dem GAU von Fukushima beschlossene Atomausstieg bescherte den regenerativen Energien einen zusätzlichen Boom. Im Bereich der tiefen Geothermienutzung ist dieser hierzulande jedoch noch nicht angekommen. Vorhaben zur tiefen Geothermie sind sehr kostenintensiv und bergen verschiedene Risiken: Allen voran die Gefahr von induzierten Erdbeben, wie die Beispiele aus Basel und St. Gallen zeigen. Zudem enthalten die geförderten Thermalwässer unterschiedliche gelöste Salze, die zu Korrosion und Ablagerungen führen können. Baden-Württemberg weist im Oberrheintal gute Voraussetzungen für eine Nutzung der tiefen Geothermie auf. Hier erreicht die Untergrundtemperatur bereits in 2.500 Metern Tiefe bis zu 135 Grad Celsius. Die baden-württembergische Landesregierung will am Ausbau die-

ser Energiequelle festhalten. Die Risiken seien beherrschbar und der potenzielle Nutzen für Klimaschutz-Ziele unverzichtbar. Im Unterschied zur oberflächennahen Geothermie müssen – schon allein wegen des hohen finanziellen Aufwands und der großen Tiefen zwischen 2.000 und 6.000 Metern – sehr hohe Qualitätsanforderungen an die Bohrungen gestellt werden.

Gemeinsam stark im LFZG

Um aus Schäden zu lernen und diese in Zukunft zu minimieren, hat das Umweltministerium zusammen mit dem Wissenschaftsministerium Forscher aus ganz Baden-Württemberg unter das Dach des neu geschaffenen Landesforschungszentrums Geothermie (LFZG) geholt. Dieses dient einerseits als kompetenter Ansprechpartner für Bürger, Behörden, Industrie und Politik und bündelt andererseits im

Zuge einer interdisziplinären Forschungsoffensive die Innovativkräfte der Hochschulen und Forschungsstätten im Land.

Nun kooperieren Institutionen wie das Institut für Angewandte Geowissenschaften (AGW) und das European Institute for Energy Research (EIFER) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) mit den Instituten für Geowissenschaften bzw. Geophysik an den Universitäten in Freiburg, Tübingen, Heidelberg und Stuttgart sowie mit den Verfahrenstechnikern der Hochschule Offenburg, dem Institut für Gebäude- und Energiesysteme der Hochschule Biberach und dem Steinbeis-Institut „Solites“ für thermische Energiesysteme.

In dieser Aufstellung will das LFZG die potenziellen Risiken der Erdwärmennutzung minimieren, indem es die Standortauswahl für Geothermie-Projekte mit seinen ver-

In Islands Geysiren kommt kochend heißes Tiefenwasser an die Oberfläche.

Bild: A. Lehmann

PROJEKT

Basisdaten für tiefe Geothermievorhaben in Baden-Württemberg: Geothermale Fluide, tektonische Spannungen und Seismizität

Laufzeit: 5/2012 bis 12/2013

Projektpartner:
Landesforschungszentrum Geothermie am KIT
Prof. Dr. Frank Schilling
frank.schilling@kit.edu
<http://lfzg.rz.hs-offenburg.de>

Institut für Angewandte Geowissenschaften am Karlsruher Institut für Technologie

Institut für Geowissenschaften, Uni Freiburg

Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik, Hochschule Offenburg

Institut für Geophysik, Uni Stuttgart
Institut für Gebäude- und Energiesysteme, Hochschule Biberach



Der Bohrkopf: Diese Zähne machen den Weg in die Erdkruste frei. Und wo Riesenkräfte walten, ist handwerkliche Präzision gefragt.

Bilder: BGR

netzten Erkenntnissen bestmöglich unterfüttert, zu einer intensiven Qualitätssicherung beiträgt und die Überwachung laufender Vorhaben optimiert. Das erste übergreifende Projekt „Basisdaten für tiefe Geothermievorhaben in Baden-Württemberg: geothermale Fluide, tektonische Spannungen und Seismizität“ ist nun weitgehend abgeschlossen.

Prognose zur Beschaffenheit der Tiefenwässer

Die Nutzung der tiefen Geothermie basiert auf der Förderung von heißem Wasser aus Speichergesteinen im Untergrund. Dabei wird die natürliche Wärme von heißem Gestein in 2.000 bis 6.000 Metern Tiefe genutzt. Egal, ob hierbei natürliche tiefe Thermalwasserhorizonte erbohrt werden oder andere Verfahren zur Nutzung der Erdwärme



in großen Tiefen angewendet werden, die chemische Zusammensetzung der geförderten Wässer ist von großer Bedeutung; denn aus den Wässern können bei Änderung der Umgebungsbedingungen Minerale ausfallen, und die heißen, zum Teil hoch mineralisierten Fluide können Anlagenteile durch Korrosion massiv beschädigen. Ausfällungen und Korrosion gezielt abzuwehren, setzt voraus, die zu erwartende Wasserchemie vor dem Abteufen der ersten Bohrung zuverlässig vorherzusagen.

Die Wissenschaftler um Professor Kurt Bucher in Freiburg klären nun, was bei großem Druck und hoher Temperatur in großer Tiefe im Oberrheintalgraben geschieht. Hierzu musste ein Hochdruckreaktor erhalten, der die Betriebstemperatur von 200 bis 260 Grad Celsius aushält. In diesem konnten die

Forscher Reaktionen von Gestein und Wasser bei hoher Temperatur und hohem Druck simulieren. In den Druckreaktor kamen Gesteine und Mineralien, wie diese in großer Tiefe vorkommen, und Salzwasser. Aus anderen Untersuchungen wusste man, dass stark salinare Wässer in den Tiefen des Oberrheingrabens zirkulieren. Deshalb haben die Forscher für ihre Laborexperimente kochsalzreiches Wasser verwendet.

Die Ergebnisse brachten neue Erkenntnisse. Unter den Laborbedingungen zeigte sich, dass sich sehr salziges Wasser unter hohem Druck und hoher Temperatur häufig anders verhält als erwartet. Lösungsgleichgewichte stellten sich schneller ein. Wenn Granit in der Förderzone ansteht, ist mit hohen Barium-Gehalten zu rechnen. Die bisherigen Ergebnisse der Forscher-

Links: Nächtlicher Erdwärme-Fördertest. Rechts: Reaktor zu den Versuchen mit kochsalzreichem und heißem Wasser

Bilder: U. Lotz, GeoEnergy, u. K. Bucher, Universität Freiburg



gruppe zeigen eine erhöhte Korrosionsgefahr für die eingesetzten Bauteile. Das Risiko der Sinterbildung infolge von Ausfällungen bei Druckverlust und Abkühlung dürfte für Tiefenwässer aus dem Oberrheingraben voraussichtlich beherrschbar sein.

Abschätzung der Spannungen im Untergrund

Beim „Hot-Dry-Rock-Verfahren“ der Tiefengeothermie wird Wasser mit Druck von bis zu 150 bar in den Untergrund eingepresst, um im Gestein vorhandene Risse aufzuweiten und neue auszubilden. Dabei können in vielen Fällen induzierte, nicht durch die Bewegung der Platten hervorgerufene Erdbeben sehr kleiner Magnitude auftreten. Solche Mikrobeben sind so schwach, dass sie von Menschen nicht wahrgenommen werden. Beben mit größeren, deutlich wahrnehmbaren Magnituden wie in Basel oder St. Gallen sind zu vermeiden. Diese wurden zwar wesentlich durch Spannungen aufgrund der Bewegung der Erdplatten verursacht. Doch gilt es zu verhindern, dass die Verpressung von Wasser in den Untergrund einen zwar geringen, letztlich jedoch auslösenden Beitrag leistet.

Um solche „Überraschungen“ möglichst zu vermeiden, erstellt das Karlsruher Institut für Angewandte Geowissenschaften am KIT ein digitales geomechanisches Modell vom Untergrund in Baden-Württemberg. In dieses fließen die Datensätze verschiedenster Institutionen und Projekte ein. Wichtiger Eckpunkt war auch die Auswahl der wichtigsten Störungszonen in Baden-Württemberg (siehe Karte), wie die allgemein bekannte Oberrhein-Hauptverwerfung, aber auch Störungen wie das Schwäbische Lineament, eine rund 140 km verfolgbare Schichtenverwerfung am

Rand der Schwäbischen Alb, oder Störungen in Oberschwaben, zum Beispiel auf der Linie Fronhofen – Aulendorf – Bad-Waldsee.

Über das dreidimensionale Modell werden nun die Spannungen und Deformationen im Untergrund von Baden-Württemberg dargestellt. Grund für die Spannungen im Untergrund und die daraus folgende Erdbebenaktivität ist das von Süd-Süd-Ost nach Nord-Nord-West gerichtete Spannungsfeld, hervorgerufen durch die von der afrikanischen Platte aufgewölbten Alpen. Eingebunden sind die Arbeiten in die bundesweite Modellierung der Spannungen im Untergrund, und das Projekt übernimmt die Pionierfunktion bei den Detailmodellierungen auf der Ebene eines Bundeslandes.

Allerdings wird dieses Modell noch nicht genügen, um potenzielle Gefahren an einem konkreten Standort einschätzen zu können. Es liefert jedoch die Ausgangsbasis für hochauflösende Submodelle an Standorten zukünftiger Geothermieprojekte und eine Grundlage für Gutachter und Genehmigungsbehörden.

Erfassungsschwelle von Erdbeben

Untersuchungsgegenstand des Landesforschungszentrums Geothermie sind auch Mikrobeben: Erdbeben, die Menschen nicht wahrnehmen und nur mit empfindlichen Messgeräten erfassen können. Das LFZG interessiert die Erfassungsschwelle, ab der Erdbeben sicher als solche identifiziert werden können. Diese variiert mit der Tageszeit. So entgeht wegen der überlagernden Erschütterungen der Erdoberfläche durch Bauarbeiten, Lkw-Verkehr, manche Industriebetriebe oder andere Faktoren auch den empfindlichen Messgeräten manches Mikrobeben, das



Geothermie-Bohrung in Brühl (Rhein-Neckar-Kreis)

Bild: U. Lotz, GeoEnergy



Mit diesem 52 Meter hohen Bohrturm soll vor der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Hannover Erdwärme gefördert werden.

Bild: BGR



in ruhiger Nacht zu identifizieren wäre. Mikrobeben treten sehr viel häufiger auf als Beben größerer Magnitude.

Die Sensibilität der Menschen vor Ort ist hinsichtlich der Vorhaben zur Geothermie gewachsen. Die Folgen der Stimulation des tiefen Untergrunds sind spürbar geworden. Für seismische Ereignisse in der Nähe eines Geothermiekraftwerks muss nun auch unterschieden werden, ob Mikrobeben erst in jüngerer Zeit auftreten, das heißt durch Arbeiten zur Geothermie induziert werden, oder ob bisher an dieser Stelle nur nicht empfindlich genug gemessen werden konnte, also vergleichbare seismische Ereignisse in der Vergangenheit auftraten, aber nicht erfasst werden konnten. Rund um Geothermiekraftwerke wird deshalb sehr intensiv und genau gemessen. Als Datengrundlage dienten den Forschern um Professor Manfred Joswig vom Institut für Geophysik der Universität Stuttgart die Aufzeichnungen des Landeserdbebendienstes von Baden-Württemberg aus den Jahren 1996 bis 2011. Die Auswertungen zeigen, dass die sichere Erfassungsschwelle, die wissenschaftlich als Vollständigkeitsmagnitude bezeichnet wird, regional stark variiert. Heute kann laut Joswig „anhand der vorliegenden Ergebnisse jedoch von einer Vollständigkeitsmagnitude zwischen 1,2 und 1,7 Magnituden ausgegangen werden“. Mit zunehmender Zahl an Online-Stationen und neuem Rechenverfahren habe man die Empfindlichkeit des Gesamtnetzwerks „mit bis zu einer Magnitude deutlich verbessert“. Vor den Verbesserungen lag die Grenze der sicher erfassten Mikrobeben also über der Magnitude von 2. Dabei muss man wissen, dass der Energieinhalt eines Bebens über zwei Magnitudenstufen nach oben um den Faktor 1.000 zunimmt.

Allerdings erfassen Messnetze im Umfeld von Tiefengeothermie-Anlagen durch die Verbesserungen noch deutlich geringere Werte der Vollständigkeitsmagnitude von 0,8 bis 0,9. Im Gegensatz zu landesweiten Messnetzwerken sind also die Werte von gezielt vor Ort installierten Seismometern um Geothermiekraftwerke noch deutlich besser.

Effizienzsteigerung durch Kraft-Wärme-Kopplung

Die bestmögliche Verwertung der geförderten Wärme hat Professor Roland Koenigsdorff von der Hochschule Biberach im Fokus. Er untersuchte die Verstromung der Erdwärme in Kraftwerken und die Nutzung in Heizwerken auf Effizienzreserven. Darüber hinaus nahm er die gleichzeitige Produktion von Strom und Wärme ins Visier. So zeigt er, wie sich mehr Effizienz durch stärkere Abkühlung des Thermalwassers erreichen lässt. Auch in der Nutzung der Wärme aus dem aufgeheizten Kühlwasser stecke noch Potenzial. Nicht zu vergessen sei die eigentliche Kraftwerkstechnik bei der Strom- und Wärmeerzeugung. Selbst hier ist der Wirkungsgrad noch nicht wirklich ausgeizt.

Wissensdatenbank

Die Gruppe um Professor Detlev Doherr an der Hochschule Offenburg machte sich schließlich daran, zusammenzuführen, was zusammengehört. Doherr will das Nebeneinander von bisher in verschiedenen Datenbanken in unterschiedlicher Weise gespeicherten Informationen zu Geothermieprojekten und den dort abgelegten geologischen und hydraulischen Parametern der Regionen beenden. Das zusammengeführte Wissen soll für alle optimal nutzbar sein und steht mit einer Literatursammlung online zur Verfügung: <http://geo.hs-offenburg.de>.

A. Lehmann und M. Lehle

Optimale Füllung für Bohrlöcher

EWS-Tech: Weiterentwicklung der Erdwärmesonden-Verfüllung

Ein Großteil Baden-Württembergs ist geologisch sensibles Terrain. Wer hier in die Tiefe bohrt, um die Erdwärme zu nutzen, sollte nicht nur sorgfältig vorgehen, sondern auch bestmögliches Material zur Einbettung der Sonden zur Verfügung haben. Ein Forscherteam sucht nach Verbesserungsmöglichkeiten bei der Verfahrenstechnik, den Füllstoffen und der Qualitätssicherung.

Anders als beim Zahnarzt, der eine schlechte Füllung jederzeit ersetzen kann, sollte die nur mit riesigem Aufwand reparable Verfüllung von Bohrlöchern für Erdwärmesonden möglichst ewig halten und ihre Funktionen bestmöglich erfüllen. Das heißt einerseits, die Verbindung von Grundwasserhorizonten und das Austreten der Wärmeträgerflüssigkeit auszuschließen, und andererseits, für eine lückenlose Wärmeübertragung zwischen dem umgebenden Gestein und den eingebetteten Sondenrohren zu sorgen.

Eine Erdwärmesonde (EWS) ist ein geschlossenes, mit einer zirkulierenden Wärmeträgerflüssigkeit befülltes Rohrsystem, das in der

Regel aus zwei U-förmig verlegten Polyethylen-Strängen besteht und mit einer Wärmepumpe verbunden ist. Wenn die Sonde im Bohrloch abgeteufelt ist, wird der Hohlraum drum herum mit einem Füllstoff ausgegossen. „Allerdings besser nicht mit irgendeinem, sondern mit genau dem richtigen Material und in optimaler Ausführung“, wie Mathieu Riegger betont. Er koordiniert das Verbundforschungsprojekt zur „Weiterentwicklung der EWS-Technologie“, an dem das Institut für Angewandte Geowissenschaften und die Materialprüfungsanstalt (MPA) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), das European Institute for Energy Research (EIFER) und das Steinbeis-

Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme (Solites) mitwirken.

Anforderungsprofil der Bohrloch-Füllstoffe

Um einen dauerhaft störungsfreien Betrieb von Erdwärmesonden zu gewährleisten, müssten die Verfüllzemente laut Riegger einem breiten Anforderungsprofil entsprechen, das zudem standortabhängig divergiere. Zum Beispiel sei es häufig erforderlich, dass die Füllung eine hohe Beständigkeit gegenüber Sulfaten oder kohlen-sauren Wässern aufweist. Auf die geologischen Verhältnisse bzw. das anstehende Gestein seien außerdem die rheologischen Eigenschaf-

PROJEKT

EWS-Tech – Weiterentwicklung der Erdwärmesonden-Technologie

Laufzeit: 8/2013 bis 7/2015

Projektpartner:
Solites, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme, Stuttgart
Mathieu Riegger
riegger@solites.de
www.solites.de

Institut für Angewandte Geowissenschaften am KIT

Materialprüfungs- und Forschungsanstalt MPA am KIT
European Institute for Energy Research

Anmischung des Füllstoffs für eine Erdwärmesonde

Bild: Bundesverband Wärmepumpe



Unteres und oberes Ende einer Doppel-U-Sonde aus Polyethylen Bilder: R. Müller



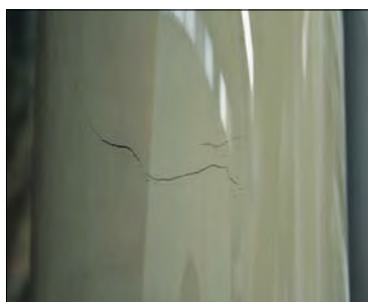


Transparente Röhren dienen dazu, das Verhalten diverser Füllstoffe unter unterschiedlichen Bedingungen im Technikum des KIT zu testen.



Oben: Querschnitt des Probekörpers. Links: Füllprozess mit einer integrierten Doppel-U-Sonde. Unten: Kleiner Riss im Füllmaterial nach der Aushärtung.

Bilder: Solites u. AGW (KIT)



ten, das heißt das Fließ- und Abbindeverhalten, abzustimmen, „um eine hohlraum- und spaltfreie – und damit dichte Verfüllung des Bohrlochs zu erzielen“.

Prüfkonzept und Kennwerte

Fehler kann sich die wegen mehrerer Schadensfälle in Misskredit geratene Branche keine mehr leisten. Zur sicheren und nachhaltigen Realisierung sollten bei der Zementation geothermischer Bohrungen deshalb nur noch spezifisch zertifizierte Füllstoffe eingesetzt werden. Bislang fehlen allerdings verbindliche Prüfstandards und differenzierte Materialkennwerte. Zur Zielsetzung des Verbundforschungsprojekts zählt daher die Entwicklung eines geeigneten Prüfkonzepts, das sowohl die Verarbeitungseigenschaften der Zemente als auch ihre mechanischen Eigenschaften bzw. die Dauerhaftigkeit bei typischen Bohrlochbedingungen erfasst. Neben der Materialauswahl wollen die beteiligten Wissenschaftler außerdem das Verfüllverfahren und die Qualitätssicherung optimieren.

Dreistufige Material- und Verfahrenstestreihe

Zum Start ging's erst mal ins Labor, wo sie die Verfüllmaterialien unter anderem auf Langlebigkeit, Wärmeleitfähigkeit und die Systemdurchlässigkeit auch bei sulfataggressivem bzw. CO₂-haltigem Grundwasser testeten.

Aufbauend auf der Füllstoff-Charakterisierung im Labor führen die Wissenschaftler derzeit Verfahrenstestereien im Karlsruher Technikum zur Visualisierung des Füllvorgangs durch. Zu diesem Zweck werden die verschiedenen Füllstoffe anstatt in Bohrlöcher in sechs Meter lange transparente Röhren verfüllt, deren Innendurchmesser von 15 Zentimetern dem Ringraum üblicher Bohrlöcher entspricht. Da-

bei drehen die Wissenschaftler an verschiedenen Stellschrauben und untersuchen Parameter wie W/F-Wert (Wasser-Feststoff-Verhältnis), Anmischdauer, Anmischintensität und Verpressgeschwindigkeit. Ziel ist ein parameterscharfes Verständnis des Füllvorgangs und die Ursachenanalyse von Fehlbildungen. Erkenntnisse, von denen eine bestmögliche Verfüllqualität abhängt.

In einer dritten Stufe wollen die Forscher ihre im Labor- und im Technikum ermittelten Versuchsergebnisse im Realmaßstab verifizieren. Dafür werden sie auf dem Campus Süd des KIT zwei Bohrungen abteufen und die Verfüllung zur Analyse wieder herausholen.

EWS-Forschungsteam will Maßstäbe setzen

Von der Korrelation der Messergebnisse und Beobachtungen aus den Labor-, Technikums- und Realmaßstabsversuchen verspricht sich das Forschungsteam „labor- und baustellentaugliche Prüfkriterien für Füllbaustoffe und Handlungsempfehlungen zur qualitätsgesicherten Verfüllung von Erdwärmesonden“. Wenn alles klappt wie geplant, liefern die Forschungsergebnisse darüber hinaus die Grundlage für allgemein anerkannte Standards und Zertifikate sowie Richtlinien, Vorschriften oder Verordnungen.

Die ermittelten Prüfkriterien könnten zudem als Grundlage einer Eigen- und Fremdüberwachung der Baustoffhersteller bzw. für die Baustoffzulassung dienen.

Den Systemdichtigkeitstest, dessen Aufbau und Durchführung man darauf ausgerichtet habe, könnte man laut Dr. Hagen Steger vom Institut für Angewandte Geowissenschaften am KIT auch zur Bewertung der Langzeitstabilität bereits bestehender Erdwärmesonden nutzen.

Peter Fendrich

Effizient genutzte Wärme

Dauerstabile Materialien für Wärmespeicherung und -transformation

Für Warmwasser, Heizung und Kühlung verbrauchen wir laut Fraunhofer ISE immer noch allzu viel Energie. Umfangreiche Tests von Sorptionsmaterialien versprechen Effizienzsprünge für thermisch angetriebene Wärmepumpen und Kältemaschinen.

In Deutschland werden etwa 40 Prozent des gesamten Energieverbrauchs für die Bereitstellung von Wärme und Kälte aufgewendet. Für Dr. Stefan Henninger vom Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) gibt es insbesondere in Haushalten noch ein großes Einsparpotenzial, denn hier entfallen durchschnittlich mehr als 80 Prozent des Energieverbrauchs auf die Bereiche Raumwärme und Warmwasserbereitstellung.

Ungenutzte Möglichkeiten zur Einsparung sieht er wie andere Fachleute vor allem bei der Erzeugung und Speicherung von Wärme. Daher ist das Thema „thermische Energiespeicher“ einer der Schwerpunkte im baden-württembergischen BWPLUS-Programm. Ziele sind dabei, Materialien zu testen und neue Methoden zu erforschen, um sowohl den Wärme- als auch zunehmend den Kältebedarf möglichst effizient und nachhaltig bereitzustellen.

Die Speicherung und Transformation von Wärme auf Basis der Adsorption von Wasser an mikroporösen Materialien werde diesen Anforderungen gerecht, ist Henninger überzeugt. Zusammen mit seinem Team legt er im Projekt „Stabisorp2“ den Forschungsschwerpunkt auf Speichermaterialien, die sich für den Sorptionsprozess eignen. Für den Einsatz im Wärmespeicher ist eine physikalische Eigenschaft von Sorptionsmaterialien besonders entscheidend: Sie können einerseits Feuchtigkeit aufnehmen und dabei Wärme abgeben (Adsorption) und

andererseits überschüssige Wärme – beispielsweise von Solarkollektoren – langfristig speichern (Desorption).

Interessanter Markt

Aufgrund der bisher bereits durchgeführten Testreihen hält Henninger die Adsorptionstechnologie für eine ökologisch sinnvolle Alternative zu den gängigen, elektrisch an-

getriebenen Kompressions-Kälteanlagen und -Wärmepumpen. Die unterschiedliche Antriebsenergie (Wärme statt Strom) entlastet das Stromnetz. Zudem wird durch die direkte Nutzung eine deutlich kleinere Umweltwärmequelle benötigt. „Dies bringt sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Vorteile mit sich“, erläutert Henninger. Ein Blick auf den Markt der Adsorptionskältetechnik zeige, dass

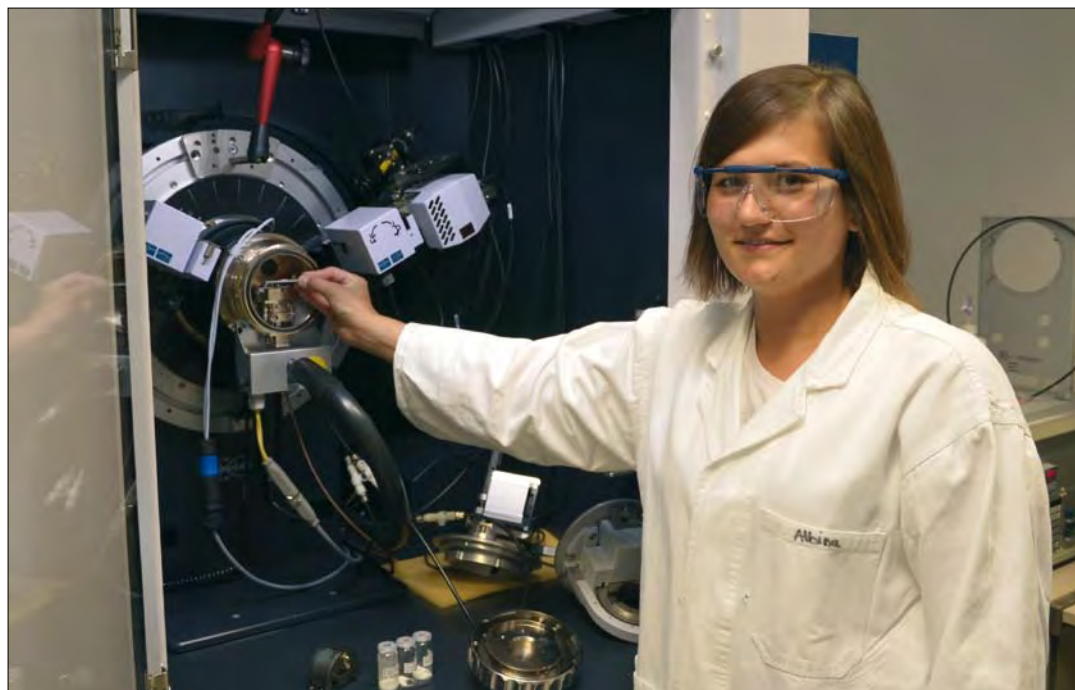
deutsche Unternehmen wie die InvenSor GmbH oder die Sortech AG im kleinen und mittleren Leistungsbereich derzeit führend sind. Zudem werde die Sorptionstechnologie vermehrt für die Entwicklung von thermisch angetriebenen Wärmepumpen eingesetzt. Daher seien auch die größeren deutschen Wärmetechnikhersteller wie beispielsweise Vaillant oder Viessmann an

PROJEKT

Untersuchungen des Degrada-tionsverhaltens von Sorptionsma-terialien und Verbundsystemen zur Wärmespeicherung und -transformation (Stabisorp2)

Laufzeit: 5/2012 bis 4/2015

Kontakt: Dr. Stefan K. Henninger
Fraunhofer-Institut für Solare
Energiesysteme, ISE, Freiburg
stefan.henninger@ise.fraunhofer.de
www.ise.fraunhofer.de



getriebenen Kompressions-Kälteanlagen und -Wärmepumpen. Die unterschiedliche Antriebsenergie (Wärme statt Strom) entlastet das Stromnetz. Zudem wird durch die direkte Nutzung eine deutlich kleinere Umweltwärmequelle benötigt. „Dies bringt sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Vorteile mit sich“, erläutert Henninger. Ein Blick auf den Markt der Adsorptionskältetechnik zeige, dass

der weiteren Entwicklung dieser Technologie interessiert.

Dauerbelastung im Test

Als zentraler Grund, warum sich die Sorptionstechnologie noch nicht am Markt durchsetzen konnte, gilt der Umstand, dass ihre Funktionalität über die gesamte Lebensdauer noch nicht ausreichend sichergestellt ist. Die Wissenschaftler am Fraunhofer ISE fanden in dieser Thematik eine

Einsetzen einer Verbundprobe in ein Röntgendiffraktometer, um die Strukturänderung während der Wasserdampfaufnahme zu bestimmen.

Bild: Fraunhofer ISE

wichtige Aufgabenstellung, zumal sie aus den Erfahrungen vorangegangener Entwicklungen und ähnlicher Projekte bereits erkannt hatten, dass eine intensive Lebensdaueranalyse notwendig ist.

Ihre Analysen im Rahmen des Projekts „Stabisorp2“ umfassen sowohl den jeweiligen Versuchsaufbau als auch eine Auswahl möglicher Sorptionsmaterialien für den Einsatz in Adsorptionswärmepumpen und -kältemaschinen. Die Wissenschaftler untersuchen dabei die gesamte Entwicklungskette auf ihre Stabilität hin – vom Syntheseprodukt in Pulverform über Granulate bis hin zu Verbundproben bestehend aus metallischen Trägerstrukturen

und sorptiven Beschichtungen. Zum Einsatz kommen verschiedene Materialien aus der Gruppe der Silikagele und Zeolithe sowie Salz-impregnierter Materialien.

Die Beanspruchung der Proben orientiert sich an den Anwendungsbedingungen einer realen Sorptionskältemaschine bzw. -wärmepumpe im alltäglichen Betrieb. Dieser ist gekennzeichnet durch aufeinanderfolgende Ad- und Desorptionsphasen und den damit verbundenen schnellen Temperaturwechseln des Materials unter Wasserdampf-Atmosphäre. Für den Aufbau des Teststands am Fraunhofer-Institut bildeten die Wissenschaftler die hydrothermale Belas-

tung der Zyklen nach. Dabei werden die Materialien mehrfach auf 140 °C aufgeheizt und wieder auf 20 °C abgekühlt. Dies geschieht in entsprechender Atmosphäre in einer Thermowaage sowie mit einer speziellen Zyklenapparatur.

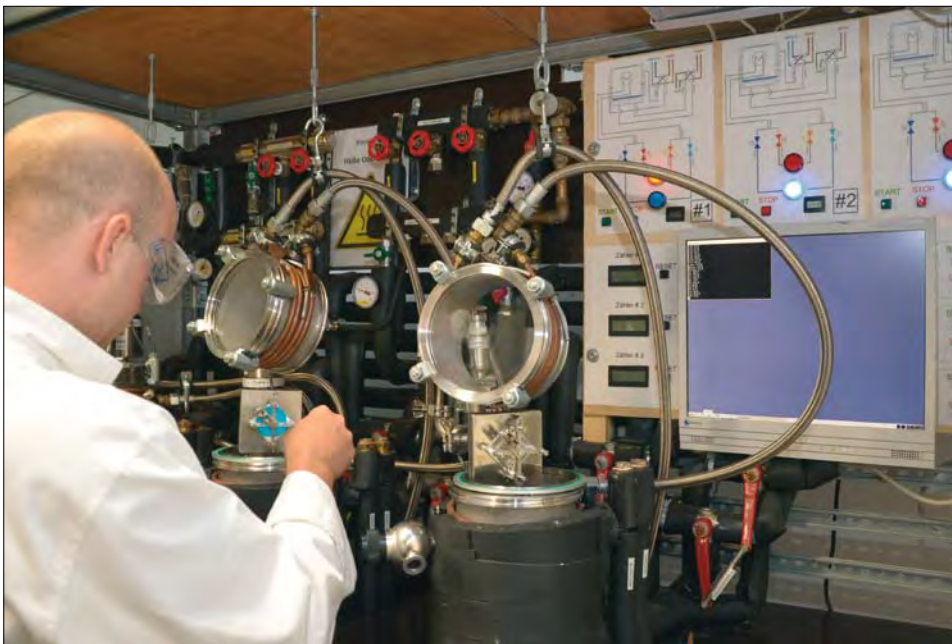
Mit dem Aufbau eines neuen Pulverzyklenteststands konnten die Forscher die Lücke zwischen den Testreihen in den Thermowaagen mit maximal 40 Zyklen und den Langzeitzyklen etwas verkleinern. Denn insbesondere die Langzeitzyklisierung war bislang nur für Verbundproben möglich. Außerdem gelang es ihnen, mit einem neu konzipierten Aufbau in kurzer Zeit Zyklenzahlen von über 10.000 zu erreichen und damit den Alterungsprozess von Granulaten zu untersuchen.

Simulierte Alterung

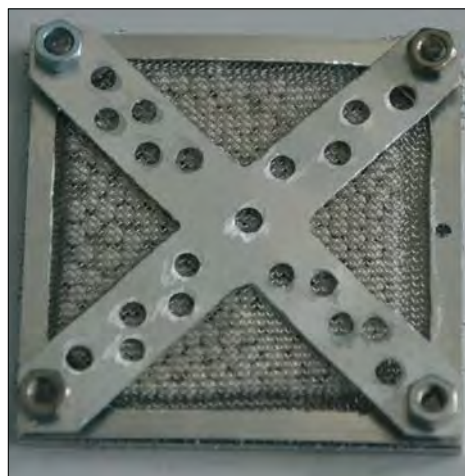
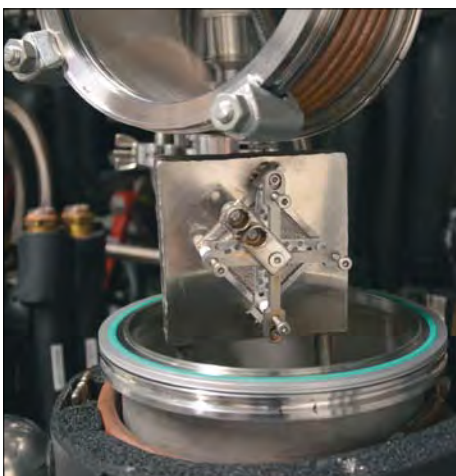
Während der thermischen Belastung charakterisieren die Wissenschaftler fortlaufend die Materialproben. Das Sorptionsverhalten messen sie mit präzisen Thermoanalysegeräten, außerdem dokumentieren sie die optisch wie auch strukturell erkennbaren Veränderungen mittels eines Röntgendiffraktometers. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen geben wertvolle Hinweise zur Eignung von Sorptionsmaterial, Trägerstrukturen und Hilfsstoffen sowie unterschiedlicher Herstellungsverfahren für konkrete Anwendungsfelder.

Neben den Untersuchungen zur Stabilität ist ein weiterer wichtiger aber auch sehr anspruchsvoller Arbeitspunkt das Verständnis der Alterungsmechanismen. Henninger und sein Team erhoffen sich, hieraus neue Erkenntnisse über Materialien und ihre beschleunigte Alterung zu gewinnen. Verbunden mit dem Ziel, geeignete Methoden zur Reduktion der Alterung zu entwickeln.

Peter Streiff



Teststand für die Alterung von Granulaten während mehr als 10.000 Zyklen. Unten: Halterung im Detail



Solarwärme gemeinsam nutzen

SolnetBW rückt Speicherung und Verteilung von Solarwärme in den Fokus

Was bei der Photovoltaik als selbstverständlich gilt, wird mit der Solarwärme selten verknüpft: das Einspeisen ins Netz. Dänemark ist Vorreiter bei solarthermisch unterstützten Fern- oder Nahwärmenetzen, Baden-Württemberg will in seine Fußstapfen treten. Eine Reihe von praxisnahen Experten soll herausfinden, wie man das hierzulande am besten anstellt.



Zwar gibt es in Baden-Württemberg seit den 1990er-Jahren einige Pilotanlagen, die Wohn- oder Industriegebiete über solarthermische Kollektorfelder, Langzeitspeicher und Wärmenetze zu mehr oder weniger großen Anteilen mit emissionsfreier Wärme versorgen. Im Vergleich zu Dänemark mit einer installierten thermischen Leistung von 330 MW fristen solare Großanlagen hierzulande jedoch ein Schattendasein – trotz höherer Sonneneindauer und konkurrenzfähiger Wärmekosten unter 50 Euro pro MWh.

Wachsendes Interesse

Nachdem sich lange kaum jemand Gedanken darüber gemacht hat, wie viel Potenzial in der Solarthermie brachliegt, registrieren die vom Steinbeis-Forschungsinstitut „Solites“ koordinierten Energieexperten nun allerdings ein „zunehmendes Interesse seitens der Stadtwerke und Wärmeversorger, aber auch seitens der Kommunen, der Wohnbaubranche und lokaler Energieinitiativen am kommerziellen Einsatz dieser Technologie“. Die Landesregierung fördert ihr „SolnetBW“ genanntes Forschungsprojekt zur Ausarbeitung eines

Maßnahmenkatalogs, der solar gestützten Wärmenetzen durch verbesserte Rahmenbedingungen und Marktanreize hier im Land zum Durchbruch verhelfen soll. Denn ohne einen massiven Ausbau des regenerativen Wärmesektors lassen sich die ehrgeizigen Klimaschutzziele des Landes nicht realisieren.

Forschungsauftrag

Während die Bioenergie aufgrund von Nutzungskonkurrenzen nur einen begrenzten Beitrag leisten könne und die tiefe Geothermie nicht überall nutzbar sei, falle der unbegrenzt bereitstehenden Sonnenenergie laut Projektleiter Thomas Pauschinger beim Aufbau einer regenerativen Wärmeversorgung eine Schlüsselrolle zu.

In diesem Sinne soll der SolnetBW-Forschungsverbund nun herausfinden, an welchen Stellschrauben man wie drehen könnte, um alsbald weitere Akteure zur Einrichtung solar unterstützter Wärmenetze zu motivieren.

Nach einer grundlegenden Analyse der bestehenden rechtlichen, politischen und gesellschaftlichen sowie technischen und marktwirtschaftlichen Rahmenbedingungen erarbei-

ten die Forscher Vorschläge zur Überwindung verifizierter Ausbauehemmnisse. Dabei dürften rechtliche Vereinfachungen, Vermarktungsimpulse, neue Geschäftsmodelle, Kapitalakquise und die bestmögliche Einbindung von Kommunen und Bürgern im Vordergrund stehen.

Umsetzung

Das gesammelte Know-how will die Landesregierung dann an kommunale Entscheidungsträger und Marktakteure herantragen – und insbesondere den Bürgern ans Herz legen. Denn die Investitionen in Kollektoren, Speicher und Rohrnetz zahlen sich nur bei großer Beteiligung aus. Um die Hausbesitzer ins Boot zu holen und die verbreitete Skepsis gegenüber einem Anschluss ans Wärmenetz zu überwinden, bedarf es laut Pauschinger eines breiten bürgerschaftlichen Engagements. Über geeignete Modelle der Bürgerbeteiligung ließe sich nicht nur die Akzeptanz erhöhen, sondern auch privates Kapital zur Finanzierung mobilisieren. Schließlich hätten Genossenschaften wesentlich zur dänischen Erfolgsgeschichte beigetragen.

Peter Fendrich

Eine der fünf Pilotanlagen in Baden-Württemberg: Das „Bioenergie-dorf“ Büdingen betreibt sein Nahwärmenetz mit einem Hackschnitzelheizwerk und 228 effizienten Röhrenkollektoren (0,8 MW).

Bild: Ritter XL Solar

PROJEKT

SolnetBW- Solare Wärmenetze Baden-Württemberg, Teil 1 bis 4
 Laufzeit: 11/2013 bis 04/2016

Projektpartner:

Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme gGmbH (Solites), Stuttgart
 Thomas Pauschinger
 pauschinger@solites.de
 www.solnetbw.de
 www.solare-fernwaerme.de

Hamburg Institut Research gGmbH

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung der Universität Stuttgart

Projektgesellschaft für Rationalisierung, Information und Standardisierung mbH, Frankfurt am Main

Intelligent gesteuerte Energie

Latentwärmespeicher in netzreaktiven Gebäuden

Moderne Bürogebäudekomplexe verfügen häufig über eigene Erzeugungsanlagen für Strom, Wärme und Kälte. Der Einsatz eines Latentspeichers als Puffer und Speicher für Wärme und Kälte soll einem energieautarken System auch noch einen Netznutzen abtrotzen.

PROJEKT

Latentwärmespeicher in netzreaktiven Gebäuden
 Laufzeit: 12/2012 bis 11/2015

DEKRA, Stuttgart
 Alexander Wahl
 alexander.wahl@dekra.com
 www.dekra.com
 Fraunhofer-Institut für Solare
 Energiesysteme, Freiburg
 Fact GmbH, Böblingen

Der rasante Zuwachs an regenerativ erzeugtem Strom aus unsteter Wind- und Solarenergie droht das bestehende Stromnetz in Deutschland zu überfordern. Deshalb bedarf es neuer Strategien, um den Wechsel von Angebotsüberschüssen und Versorgungsengpässen in den Griff zu bekommen. Neben teuren und unbeliebten Stromautobahnen bieten sich dafür auch dezentrale Lösungen an. Das stark schwankende Stromangebot könnte man unter anderem durch die Verwendung von Speichern oder durch sogenannte „Lastverschiebungsmaßnahmen“ abfangen.

Energieautarkes Gebäude als Ausgangsbasis

Da die Speicherung alleine wegen technischer Probleme und hoher Kosten von einem Durchbruch noch weit entfernt ist, untersucht eine Forschungsgruppe das Potenzial zur verzögerten Netzeinspeisung, das in einer Kombination

von Wärmepumpen und Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungs-Anlagen (KWKK) mit einem Latentwärmespeicher steckt.

Neben dem Projektleiter Alexander Wahl von der DEKRA sind Mitarbeiter des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (ISE) aus Freiburg sowie des Böblinger Planungsunternehmens Fact GmbH an dem Forschungsprojekt „Latentwärmespeicher in netzreaktiven Gebäuden“ beteiligt.

Am Beispiel der energieautarken DEKRA-Hauptverwaltung in Stuttgart wollen sie zeigen, wie der Einbau eines Latentwärmespeichers die Energiebilanz des Gesamtnetzes verbessert. Neben der Stromversorgung aus drei Blockheizkraftwerken (BHKW), die auch die benötigte Wärme für die vier Gebäude zur Verfügung stellen, verfügt die Liegenschaft mit einer Absorptionskältemaschine zudem über ein eigenes zentrales Kälteversorgungssystem. Der Latentwärmespeicher in Kom-

bination mit einer reversiblen Wärmepumpe ist sowohl als Puffer wie auch als Wärme- und Kältespeicher vorgesehen.

Von der Simulation zum Speicherkonzept

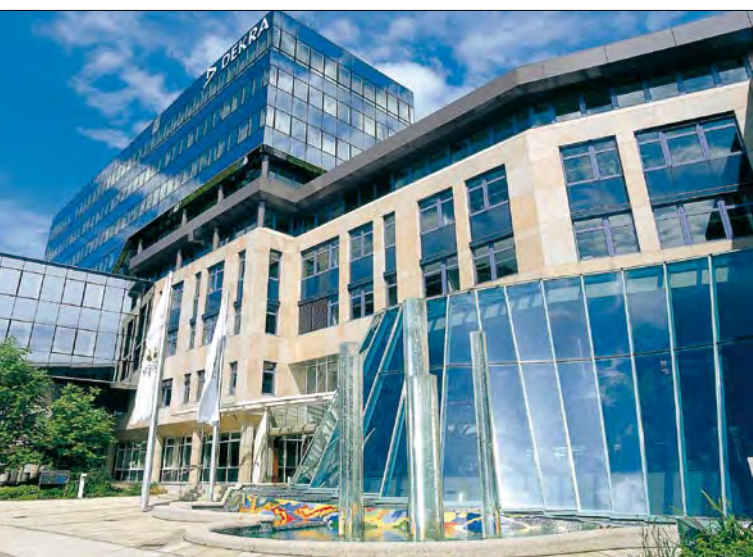
Mit einer umfassenden Bestandsanalyse verschaffte sich das Projektteam die erforderlichen thermischen und elektrischen Messdaten, um die bestehenden Energieströme abbilden und den Einbau des Speichers simulieren zu können.

„Ein nennenswerter Vorteil der ausgewählten Simulationsumgebung liegt darin, dass sie die gleichzeitige, dynamische Simulation von Strom- Gas-, Wärme- und Kälteströmen ermöglicht“, erläutert Projektleiter Wahl. Mit den gewonnenen Daten will das Projektteam ein Gesamt-Betriebskonzept erstellen und Handlungsempfehlungen zur Umsetzung unterschiedlicher Speicher- und Anlagenkonzepte entwickeln.

Peter Streiff

Aufbau eines neuen Blockheizkraftwerks zur Wärme- und Stromversorgung der DEKRA-Gebäude in Stuttgart (links)

Bilder: DEKRA



Werkzeuge für optimierte Netze

Strukturoptimierung von Speichern in regionalen Energiesystemen

Die Produktion von erneuerbaren Energien und der Verbrauch von Energie im Gebäudesektor finden bisher weitgehend unabhängig voneinander statt. Mit Speichern kann dies verbessert werden. Wissenschaftler arbeiten an Planungswerkzeugen für räumlich und zeitlich aufgelöste Bedarfs- und Potenzialanalysen, um eine Strukturoptimierung von Speichern in regionalen Energiesystemen zu erreichen.

Bild: FWTM/Fraach

In Deutschland ist der Gebäudesektor für rund 40 Prozent des Endenergieverbrauchs verantwortlich. Strom und Wärme sollen jeweils dann in ausreichendem Maße zur Verfügung stehen, wenn die Bewohner dies wollen. Für die Hersteller und Lieferanten der verschiedenen Energieformen bedeutet dies, bundesweit stets genügend Mengen produzieren zu müssen oder vorrätig zu halten.

Für die angestrebte Energiewende im Gebäudesektor sind nicht nur effizientere Heizungen, sondern oft auch eine verbesserte Wärmedämmung erforderlich. Zudem könnte eine lokale Bedarfsoptimierung die Netze entlasten, wenn durch geeignete Maßnahmen vor Ort der Verbrauch und die Produktion von Elektrizität und Wärme besser koordiniert wären.

Geographisches Informationssystem

An dieser Stelle setzt das Forschungsprojekt „GISOPT“ an, in

dem das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE), das Geographische Institut der Universität Heidelberg und das Heidelberger Unternehmen Geomer GmbH zusammenarbeiten. Das Kürzel GISOPT steht dabei für eine GIS-Optimierung des Energiesystems mit Hilfe eines Geographischen Informations-Systems.

Das Projektvorhaben zielt darauf ab, „Beiträge zu einem besseren Verständnis der lokalen und regionalen Ausprägung von Energiesystemen zu liefern“, wie der Projektleiter Sebastian Herkel vom Fraunhofer ISE erklärt. „Wir wollen mit GISOPT die Grundlage für Planungswerkzeuge von Energiesystemen schaffen, die durch einen hohen Anteil von unterschiedlichen Speichern geprägt sind.“ Die so geplanten Energiesysteme sollen in der Lage sein, den Verbrauch von Strom und Wärme möglichst zeitnah und vor Ort mit der Energieproduktion zu optimieren, so dass die überregionalen Versorgungsnetze entlastet werden.

Die Wissenschaftler wollen ihr Ziel erreichen, indem sie verschiedene Werkzeuge zur Energiesystemsimulation mit einem Geographischen Informationssystem koppeln. „Dabei war es in einem ersten Schritt notwendig, mit einer Bestandsanalyse Daten unterschiedlicher Quellen zu harmonisieren und als Modell-eingangdaten in geeigneter Form aufzubereiten und teilweise auch Datenlücken zu schließen“, erläutert Herkel.

Das Projektteam untersuchte im Rahmen ihrer Bestandsanalyse folgende Datenquellen:

- Geographische Grunddaten wie Katasterdaten und digitale Landschaftsmodelle,
- Potenzialdaten für erneuerbare Energieträger wie beispielsweise das Solar- und das Geothermiepotenzial,
- Daten zur Erzeugung von Elektrizität und Wärme, beispielsweise Biomasse- und Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen,

PROJEKT

Werkzeuge zur Potenzialanalyse und Strukturoptimierung von Speichern in regionalen Energiesystemen (GISOPT)

Laufzeit: 12/2012 bis 11/2015

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE), Freiburg
Sebastian Herkel
sebastian.herkel@ise.fraunhofer.de
www.ise.fraunhofer.de

Geographisches Institut, Abteilung Geoinformation, Ruprechts-Karls-Universität Heidelberg

Geomer GmbH, Heidelberg



Mit Bürgerbeteiligung

Eines der Praxislabore ist der urbane Freiburger Stadtteil Weingarten-West mit etwa 5800 Einwohnern. Viele sind bereits an die Fernwärmeversorgung angeschlossen. Um diese zu optimieren, soll der Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung beibehalten und – bei Umstellung auf stromgeführten Betrieb – die thermische Speicherkapazität ausgebaut werden. Da in diesem Stadtteil wenig Platz zur Verfügung steht, untersuchen die Wissenschaftler verschiedene Optionen für dezentrale Speicherlösungen.

In GISOPT kann man das derzeit existierende Energieversorgungssystem oder auch mögliche Zukunftsszenarien abbilden. Variable Größen sind beispielsweise der lokale Ausbau der Photovoltaik oder vermehrte Renovierungen im Gebäudebestand. Um diese Unbekannten im Stadtteil möglichst genau einzubeziehen, erarbeiten die Wissenschaftler ein Werkzeug für eine Online-Bürgerbeteiligung im Zusammenhang mit geplanten Infrastrukturmaßnahmen. Dazu befragten sie 377 Testpersonen – sowohl Vertreter der Verwaltung und der Energiewirtschaft als auch einfache Bürger.

Doch das Projektteam will nicht nur Daten für die Potenzialanalyse sammeln, sondern auch die Bürger möglichst aktiv einbeziehen. Hierzu zieht Bernd Resch von der Universität Heidelberg ein positives Fazit: Aus den Einschätzungen der Testpersonen könne man ableiten, „dass kartengestützte Bürgerbeteiligung ein potenziell wichtiges Instrument zur Kommunikation von Information über ein Ausbauprojekt dienen kann“. Im Zuge zweier Workshops sollen die im Projekt erarbeiteten Szenarien nun mit den beteiligten Akteuren diskutiert werden.

Peter Streiff

- Daten zu den verfügbaren Energienetzen und den zu optimierenden Speichern,
- Verbrauchs- und Bedarfsdaten für Wärme und Strom.

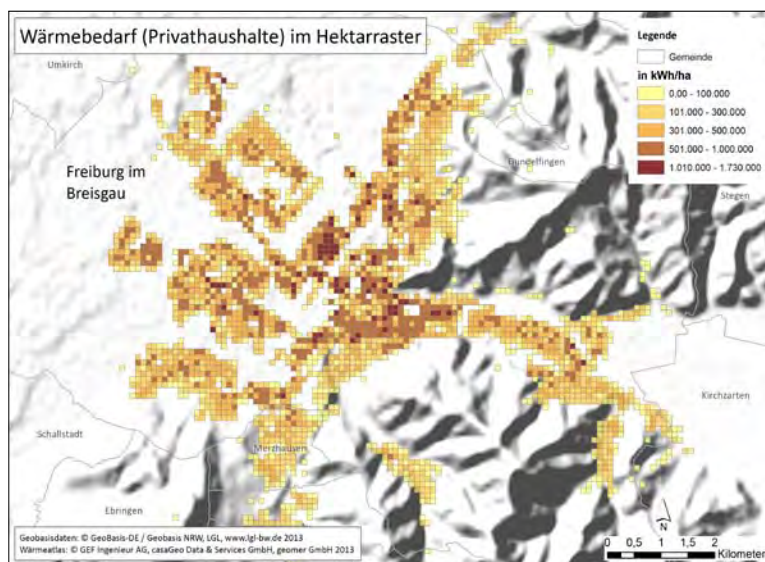
Die in dieser Form erstmals durchgeführte Bestandsanalyse soll die aufwendige Datenbeschaffung in Zukunft vereinfachen und beschleunigen.

Energieproduktion und -verbrauch koordinieren

Im zweiten Schritt entwickelten die Wissenschaftler in GISOPT ein Regionalisierungsverfahren, in dem sie die gebäuderelevanten und die energierelevanten Informationen für jedes Haus ermittelten und zusammenführten. So kombinierten sie umfangreiche Datenbestände wie die amtlichen Gebäudegrundrisse und die Haushaltszahlen mit wissenschaftlichen Ergebnissen der

Gebäudetypologie, um beispielsweise den Wärmebedarf zu errechnen. Die gesammelten Informationen lassen sich in beliebigen räumlichen Aggregationseinheiten darstellen, also sowohl kleinräumig für einen Ortsteil als auch großflächig für eine ganze Stadt, wie die Graphik für Freiburg zeigt.

Im dritten Schritt ermitteln die Wissenschaftler neben den räumlichen Bedarfsanalysen für Strom und Wärme auch Potenzialanalysen von Strom- und Wärmespeichern. Damit legen sie die Grundlage zur Entwicklung von Planungswerkzeugen, mit denen sie die Struktur von bestehenden und neu zu errichtenden Speicherkapazitäten optimieren können. Im Verlauf des Projekts sollen diese Werkzeuge am Beispiel von regionalen Energiesystemen mit einem hohen Anteil an Speichern überprüft werden.



Errechneter Wärmeverbrauch für die Stadt Freiburg im 100-Meter-Gitter

Graphik: Geomer GmbH

Eigenstrom nach Bedarf

Stromoptimierter Betrieb von Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung

Derzeit sind Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen meist wärmegeführt. Mit der Folge, dass Strom häufig zu Zeiten erzeugt wird, in denen kein eigener Bedarf besteht. Wissenschaftler der Hochschule Reutlingen erarbeiten ein Steuerungssystem, das einen stromoptimierten Betrieb ermöglichen und die dabei produzierte Wärme vollständig nutzen soll.

Der stark zunehmende Anteil regenerativer Energien an der Stromerzeugung führt zu Angebotschwankungen und zu einer Belastung der Stromnetze. Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK), die ihren Strom dezentral und am Bedarf orientiert produzieren, gelten als kurzfristig realisierbare Option zur Entlastung der Netze. Diese Ideallösung hat jedoch einen Haken: Die meisten Micro-KWK-Anlagen sind wärmegeführt: Das heißt, dass sie nur Strom produzieren, wenn die Bewohner Raumwärme oder Warmwasser benötigen.

Gegenläufige Anforderungen

Um als Akteur auf dem Strommarkt im Sinne einer Netzentlastung zu wirken und dabei die Bedarfsspitzen vor Ort abdecken zu können, müssten KWK-Anlagen aber stromgeführt betrieben werden.

In einem BWPLUS-Forschungsprojekt arbeiten Wissenschaftler der Hochschule Reutlingen daher

an einem lokalen Energiemanagementsystem, das verschiedene, teils gegenläufige Anforderungen möglichst optimal erfüllen soll: Die Betriebszeiten der KWK-Anlage müssen am aktuellen Strombedarf im Objekt ausgerichtet sein und gleichzeitig sollte sichergestellt sein, dass die erzeugte Wärme vollständig genutzt wird. Außerdem muss der ausreichend große Wärmespeicher so intelligent eingebunden sein, dass die KWK-Anlage bei hohem Strombedarf im Objekt betriebsbereit ist, auch wenn zu diesen Zeiten kein oder nur geringer Wärmebedarf vorliegt.

„Dieser auf Eigenstrom optimierte Betrieb der Anlage ist aus wirtschaftlichen Gründen eine interessante Alternative für den Anlagenbetreiber. Uns geht es jedoch darum, auch die Vorteile für das gesamte Energieversorgungssystem, wie beispielsweise die Netzentlastung, deutlich zu machen“, fasst Projektleiter Prof. Dr. Bernd Thomas zusammen.

In einem ersten Schritt entwickelten die Wissenschaftler ein geeignetes Simulationstool bestehend aus einem Mikro-BHKW, einem Pufferspeicher mit Zusatzkessel, dem Heizkreis und der Wassererwärmung. Damit konnten sie den jährlichen Deckungsanteil des Wärme- und Strombedarfs unterschiedlicher Gebäudegrößen berechnen und optimieren. Die ersten Ergebnisse zeigten beispielsweise für Anlagen mit geringen Betriebszeiten in der Kombination mit großem Speichervolumen eine Steigerung der elektrischen Deckung im stromoptimierten Betrieb um 45 Prozent gegenüber dem wärmegeführten Betrieb.

Nach den Versuchen am Prüfstand wollen die Forscher in einem nächsten Schritt ihre Steuerung an möglichst verschiedenen Anlagen im Feld erproben, um den Mehrwert des stromorientierten Betriebs unter realen Bedingungen zu überprüfen.

Peter Streiff

PROJEKT

Stromoptimierter Betrieb von KWK-Anlagen durch intelligentes Wärmespeichermanagement

Laufzeit: 11/2012 bis 11/2015

Reutlingen Research Institute (RRI), Reutlingen
Prof. Dr. Bernd Thomas
bernd.thomas@reutlingen-university.de
www.reutlingen-university.de

Mikro-BHKW für den Hausgebrauch am Prüfstand der Hochschule Reutlingen. Rechts: Abstimmung mit Prof. Bernd Thomas (2. von rechts)

Bilder: RRI



Mehr Bioenergie für trübe Tage

Kann Biomasse die unstete Produktion von Solar- und Windstrom abfedern?

Drei Institute der Universität Stuttgart sollen herausfinden, ob sich die Energiegewinnung aus Biomasse so flexibel gestalten ließe, dass sie einen nennenswerten Beitrag zur Kompensation der bei Sonnen- und Windkraft unvermeidlichen Produktionsschwankungen leisten kann. Darüber hinaus ist natürlich zu klären, wie diese Lückenbüßer-Funktion mit einem wirtschaftlichen Betrieb von Biogasanlagen oder Holzheizkraftwerken in Einklang zu bringen wäre.

PROJEKT

Mit dem rasanten Zuwachs an Solar- und Windkraftanlagen wächst die Herausforderung, deren wetterbedingt unstete Stromproduktion durch Speicherlösungen für Überschüsse und durch flexible Lückenbüßer-Kraftwerke für ertragschwache Phasen zu kompensieren. Sollen diese Kapazitäten so weit wie möglich mit Biomasse statt mit fossiler Energie bereitgestellt werden, liegt die Latte noch um einiges höher.

Denn Biomasse steht im Gegensatz zu Sonne und Wind nicht unbegrenzt zur Verfügung. Ihre Verwertung steht mitunter in Konkurrenz zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion oder speziell beim Holz auch zu anderen Nutzungen. Außerdem wird Biomasse bislang häufiger im Wärmesektor als zur Stromerzeugung genutzt. In Anbetracht dieser Ausgangslage wirkt das Forschungs-

programm „BioenergieFlex BW“ also ziemlich ambitioniert, für das Wissenschaftler der Institute für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft (ISWA), für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) und für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik (IFK) an der Universität Stuttgart untersuchen, was trotz alledem machbar erscheint.

Fragestellung

Das heißt, sie stellen sich in erster Linie der Frage, welchen Beitrag die Biomasse in Baden-Württemberg für die Stromversorgung und die Systemintegration fluktuierender Energien bestenfalls leisten kann. Strom aus Biomasse wird bislang überwiegend in Biogasanlagen, Holzheizkraftwerken oder Vergasungsanlagen erzeugt. 2011 erzeugten diese zusammen rund 2,7 Terawattstunden (TWh) Strom, was

einem Marktanteil von knapp fünf Prozent entspricht.

Die Erträge der einzelnen Anlagen sind für die Energiesystemoptimierung zwar zu klein. Gemeinsam im Pool könnten sie jedoch unter Umständen einen nennenswerten Beitrag liefern. Im Sinne einer möglichst großen Gesamtenergieeffizienz sei zudem darauf zu achten, dass die mit der Stromproduktion erzeugte Wärme nicht verpufft, sondern wirklich genutzt wird.

Hierzu müssten auch neue Möglichkeiten zur Kapazitätserweiterung der Anlagen, eine Zwischenspeicherung von Gas und Wärme sowie eine flexible Beschickung der Anlagen gewährleistet werden. In Phasen hoher Einspeisung von Wind- und Solarstrom könnten Bioenergieanlagen somit zurückgefahren werden und bei geringer Einspeisung durch Wind- und Solarenergie wieder mit erhöhter Leis-

Biomasse flexibel energetisch nutzen – Speicherung und flexible Betriebsmodi zur Schonung wertvoller Ressourcen und zum Ausgleich von Stromschwankungen bei hohen Anteilen erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg

Laufzeit: 12/2012 bis 11/2015

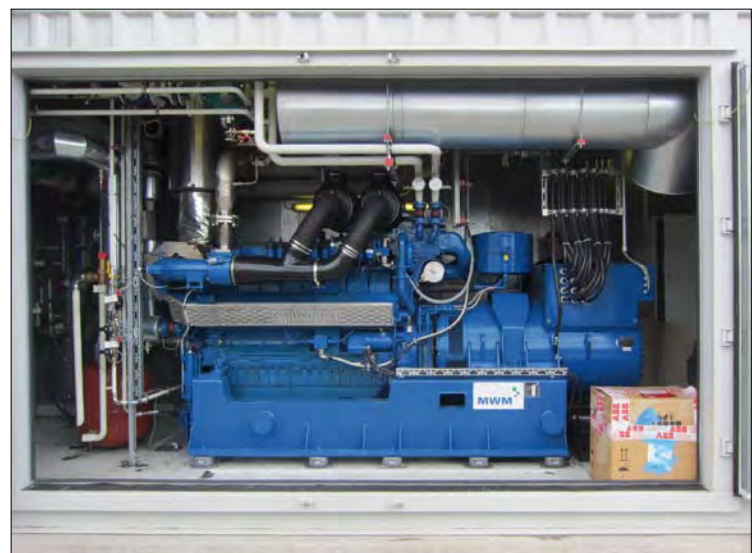
Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung
Dr. Ludger Eltrop
ludger.eltrop@ier.uni-stuttgart.de

Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft

Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik
(alle an der Universität Stuttgart)

Biogasanlage und biogasbetriebener BHKW-Motor

Bilder: ISWA u. K. Fischer



tung Strom erzeugen. Darüber hinaus stellen sich die Forscher der Frage, wie die Aufgabe als Lückenbüsser mit einem wirtschaftlichen Betrieb von Biogasanlagen oder Holzheizkraftwerken in Einklang zu bringen wäre.

Will man die Einspeiseschwankungen im Netz künftig mit weniger fossilen Kraftwerken und dafür durch bioenergetische Anlagen ausgleichen, müssen deren Flexibilität und gemeinsame Steuerung im Pool optimiert werden. Hierfür müssen Biogasanlagen und Feuerungs- oder Vergasungsanlagen systemspezifisch reagieren: Bei der direkten Verbrennung von Biomasse kann man einen Lastwechsel bei der Feuerung vornehmen. Bei der Vergasung lässt sich die Regelung auch durch einen Wechsel von der Strom- zur Gaserzeugung erzielen. Im Fall von Vergärungs- und Vergasungsanlagen kann man das Rohgas zu einem einspeisefähigen Erdgassubstitut aufbereiten.

Ein entscheidender Flexibilitätssfaktor ist die Speicherfähigkeit der Bioenergieanlagen. Dazu zählen die Wissenschaftler sowohl die Gasspeicherung vor Ort oder im Erdgasnetz in Form von aufbereitetem Bio-Methan, als auch die Biomasse-speicherung, das heißt die Lagerung und flexible Brennstoff- bzw. Substratbeschickung der Bioenergieanlagen im direkten Lastfolgebetrieb.

Ökonomische Aspekte

Weiter analysieren die Projektpartner, welche Möglichkeiten und Grenzen des flexiblen Einsatzes von Strom aus biogenen Ressourcen zum Ausgleich von Wind- und Solarstromfluktuationen in Baden-Württemberg bestehen bzw. mit welchen ökonomischen Wirkungen im Gesamtsystem diese verbunden sind. Auf dieser Basis wollen die Wissenschaftler am IER schließlich ein Fördermodell für die flexible Fahrwei-

se von Bioenergieanlagen inklusive Speicherung und ein auskömmliches Finanzierungskonzept für Anlagen im flexiblen Betrieb entwickeln.

Erste Ergebnisse

Die bisherigen Untersuchungsergebnisse des bis November 2015 terminierten Projekts zeigen anhand von Fallbeispielen, dass eine flexible Stromerzeugung über eine variable Gaserzeugung prinzipiell möglich ist. Laut Dr.-Ing. Klaus Fischer vom ISWA bestünde jedoch „noch erheblicher Forschungsbedarf in Bezug auf die Auslegung und die technische Nachrüstung“.

Bei der Frage der Wirtschaftlichkeit des flexiblen Betriebs zeigten sich bereits deutliche Unterschiede in Abhängigkeit von der Anlagengröße und der gewählten Fahrweise. So nehme die Rentabilität eines flexiblen Anlagenbetriebs gegenüber der Grundlastfahrweise mit der Anlagengröße zu. Die dabei erzielbaren Zusatzerlöse übersteigen laut Fischer die Erlöse bei Grundlastfahrweise maximal um zehn Prozent.

Angesichts weiter zunehmender Einspeisung von unstemem Solar- und Windstrom geht Fischer davon aus, dass sich der Lastverlauf im Stromnetz künftig noch viel schneller ändere und die Lastgradienten noch deutlich zunehmen werden. Daher müssten sich zur Kompensation vorgesehene bioenergetische Anlagen entsprechend schnell an diese Gradienten anpassen können. Dies sei allerdings nur durch die zentralisierte Steuerung ganzer Anlagenparks zu erzielen, weshalb dem Bioenergie-Pooling eine große Bedeutung zukomme. Allerdings nicht, um zahllose Anlagen auf unwirtschaftliche Teillast zu drosseln, sondern um die jeweils benötigte Anzahl von Anlagen ans Netz zu bringen und andere umzustellen.

Peter Fendrich



Mobile BHKW-Einheit mit Notfackel



Gasspeichern kommt beim flexiblen Betrieb von Bioenergieanlagen eine Schlüsselrolle zu.

Bilder: ISWA



Anlage des IFK zur Vergasung von Bioabfällen und zur CO₂-Abscheidung für Gas mit hohem Heizwert

Bild: EnBW

Erdgasnetz als Stromspeicher

Überschüsse regenerativen Stroms speichern und flexibel nutzen

An einem ausgefeilten regenerativen Energiekonzept arbeiten Forscher der Universität Stuttgart. Es verbindet Windkraft-, Photovoltaikanlagen und die Nutzung von Biomasse sowie das Strom- und Gasnetz zu einem ökologischen Gesamtsystem. „Power and Biomass to Gas (P&B2G)“ löst nach Überzeugung der Experten zwei Probleme der Energiewende.

PROJEKT

Power&Biomass2Gas – Potenziale der Speicherung von regenerativ erzeugtem Strom auf Basis flexibler Biomassekonzepte und deren Auswirkungen auf das Stromversorgungssystem

Laufzeit: 10/2013 bis 09/2016

Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik (IFK), Universität Stuttgart
Prof. Dr. Günter Scheffknecht
guenter.scheffknecht@ifk.uni-stuttgart.de

Lehrstuhl für Bauphysik, Abt. Ganzheitliche Bilanzierung (GaBi), Universität Stuttgart

Problem Nummer eins: Wind- und Sonnenstrom fallen unregelmäßig an. Und weder Wind noch Sonne richten sich nach der Stromnachfrage. Die Folgen: Bei Stromüberschuss müssen Windanlagen abgeschaltet werden, Strommangel wird mit fossilen Energieträgern überbrückt.

Problem Nummer zwei: Die Kapazitäten zur Speicherung regenerativer Stromüberschüsse reichen nicht. Pumpspeicherkraftwerke als derzeit einzige Lösung im großen Maßstab bewältigen die zu erwartenden Energiemengen nicht. Schon heute ist die Netzstabilität durch die schwankende Ökostromeinspeisung zeitweise gefährdet. Da der Anteil der Erneuerbaren an der Stromerzeugung zunehmen wird, spitzt sich die Situation weiter zu.

„Wir halten die Umwandlung von Überschussstrom in Gas für eine sinnvolle Methode, um mit den wachsenden Anteilen regenerativ erzeugten Stroms umzugehen“, sagt Benjamin Schober vom Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik (IFK) der Universität Stuttgart.

Zweistufiges Verfahren

Der Überschussstrom wird genutzt, um Wasser per Elektrolyse in Wasserstoff und Sauerstoff aufzuspalten. In der zweiten Stufe werden Wasserstoff und Kohlendioxid in Methan umgewandelt, das nahezu unbegrenzt ins Gasnetz eingespeist werden kann.

Das deutsche Gasnetz könnte inklusive Speichern 20 Prozent der 2013 erzeugten Strommenge als synthetisches Erdgas aufnehmen. Die Pumpspeicherkraftwerke schaffen zusammen nicht einmal ein Prozent. Dieser Vorteil kompensiert nach Ansicht der Forscher den schlechteren Wirkungsgrad: Pumpspeicherkraftwerke kom-

men auf rund 80, „P&B2G“ bislang nur auf 36 Prozent.

Optimale Ergänzung

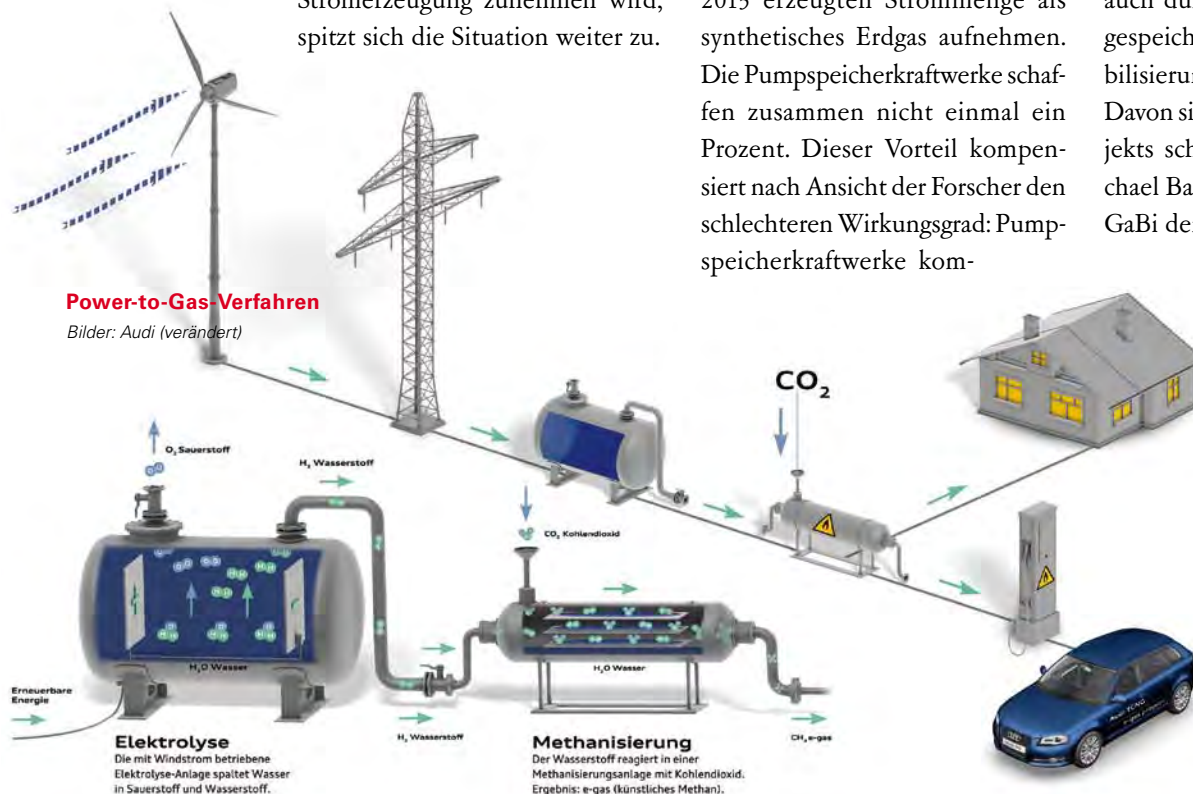
Power-to-Gas-Anlagen sind bereits im Einsatz. Zwei Neuerungen bringt die Stuttgarter Studie: „Als CO₂-Quelle für die Methanisierung wird ein weiterentwickeltes Biomasse-Vergasungsverfahren simuliert. Durch die thermochemische Umwandlung kommen nahezu 100 Prozent des Kohlenstoffs aus der Biomasse der Methanisierung zugute“, erklärt Marcel Beirow vom IFK. Außerdem werden Strom-zu-Gas-Szenarien für die Jahre 2015, 2020 und 2025 erstmals bundesweit für das Stromnetz simuliert. So wird sich zeigen, ob die Technologie – auch durch Rückverstromung des gespeicherten Gases – zur Netzstabilisierung beitragen kann.

Davon sind die Mitarbeiter des Projekts schon heute überzeugt. Michael Baumann von der Abteilung GaBi der Universität Stuttgart, die die Ökobilanz untersucht: „P&B2G kann einen erheblichen Beitrag zur ökologischen Gestaltung der Energiewende leisten: Bei Strommangel müssen keine fossilen Energieträger einspringen. Auch die hohe Ausnutzung des Kohlenstoffs in der Biomasse führt zur Verringerung von Umweltlasten.“

Stefan Kriz

Power-to-Gas-Verfahren

Bilder: Audi (verändert)



Vom Modell zur Energielandschaft

Studie zur Regionalisierung innovativer Energiekonzepte in Baden-Württemberg

Neben dem „Wie“ interessiert die Umweltforschung auch das „Wo“: In welchen Regionen lassen sich regenerative Stromerzeugung, Speicherung und neue Nutzungsstrategien bündeln? Baden-württembergische Forschungseinrichtungen suchen zusammen mit der Energiewirtschaft nach Möglichkeiten, das fossile Energiesystem in ein regeneratives umzubauen.

Baden-Württemberg kann bei der Energiewende nicht allein auf Zulieferungen aus den windreichen, küstennahen Bundesländern setzen. Eigene Konzepte der regenerativen Energieerzeugung und -speicherung sind notwendig. Diese müssen die dezentralen Erzeugungsstrukturen mit PV-Anlagen und kleinen Windparks ebenso berücksichtigen wie die Tatsache, dass im Binnenland Baden-Württemberg naturgemäß starke Schwankungen bei der Ökostrom-Produktion auftreten. Oft decken sich also Angebot und Nachfrage weder zeitlich noch räumlich.

„Wir benötigen technische Lösungen, um die Diskrepanz zu überbrücken“, stellt Wolfgang Köppel von der DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie fest. Köppel ist davon überzeugt, dass der Power-to-Gas-Technologie dabei eine tragende Rolle zukommen wird – neben Pumpspeicherkraftwerken, Batteriespeichern von Elek-

troautos, dem Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung sowie dem intelligenten Lastmanagement.

Modellstandorte

Im Rahmen des Verbundvorhabens untersuchen Forschungsinstitute und Energieversorgungsunternehmen vier für Baden-Württemberg typische Standorte:

- **Göppingen/Geislingen:** Am windreichen Albrauf trifft die Energieerzeugung auf die mittelständisch geprägte Industrie im benachbarten Filstal als Stromverbraucher.
- **Mittlerer Schwarzwald:** Der Wind- und Sonnenstromerzeugung stehen hier kleine und mittlere Unternehmen als Nachfrager gegenüber.
- **Oberschwaben:** Hier übersteigt die Ökostrom-Erzeugung die regionale Stromnachfrage.
- **Stadt Karlsruhe:** Umgekehrt übersteigt im Stadtgebiet die Stromnachfrage die Produktion aus Wind- und Sonnenkraft.

Aufgabenstellungen

Welche Energieinfrastruktur-Lösungen passen zu diesen Standorten? Bis April 2016 gehen die Projektbeteiligten dieser Frage in fünf Schritten auf den Grund: Zunächst werden die Rahmenbedingungen der vier Modellstandorte ermittelt. Es folgen Standortanalysen zur Einbindung der Erneuerbaren in die Gasnetze, zum Ausbau der Stromnetze sowie eine technisch-ökonomische Bewertung der Konzepte. In der nächsten Stufe werden Erlösmodelle sowie die Akzeptanz vor allem der Power-to-Gas-Technologie analysiert. Strategien und Empfehlungen für technische Maßnahmen oder Informationskampagnen folgen im letzten Schritt. Denn es geht auch darum, Akzeptanz für die neuen Technologien zu schaffen. Schließlich sollen Entscheidungsträger und Bevölkerung die zukünftigen Energielandschaften in Baden-Württemberg aktiv mitgestalten. *Stefan Kriz*

Energielandschaft Morbach im Hunsrück: So könnte auch in Baden-Württemberg ein Komplex aus Windkraft, Photovoltaik, Biomasse- und Power-to-Gas-Anlagen aussehen.

Bild: Juwi

PROJEKT

PtG-Konzepte mit hoher gesellschaftlicher Akzeptanz für eine effiziente und flexible Speicher- und Energieinfrastruktur zur Integration Erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg

Laufzeit: 11/2013 bis 4/2016

Kontakt stellvert. für die auf S. 49 aufgeführten Projektpartner: DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) Wolfgang Köppel koepfel@dvgw-ebi.de www.dvgw-ebi.de

Power-to-Gas im Energieverbund

Elektrolyseanlage als Puffer und Bindeglied zwischen Strom- und Gasnetz

Zwei Forschungsteams entwickeln Algorithmen zur Steuerung von Power-to-Gas-Anlagen und wollen diese anschließend auf ihre Praxistauglichkeit im Energieverbund überprüfen: in Offenburg im Kleinen als „Microgrid“, in Freiburg im größeren Rahmen als Schnittstelle von Strom- und Gasnetz des regionalen Energieversorgers Badenova.

PROJEKT

Die Idee ist bestechend: Liefern Solar- oder Windkraftanlagen mehr Strom, als das Netz aufnehmen kann, vermeidet man deren Teilabschaltung, indem man ihre Überschüsse einfach zur Herstellung von Wasserstoff nutzt und diesen ins Gasnetz einspeist. Die Umsetzung ist etwas komplexer: Neben der Wirtschaftlichkeit der zu schaffenden Infrastruktur ist es vor allem eine Sache der Steuerung, ob ein solcher Verbund von Strom- und Gasnetz funktioniert. Dabei geht es weniger um die technische Machbarkeit, sondern insbesondere um netzoptimierte Fahrweise, eichfähige Mengenmessung oder Fragen der finanziellen Förderung.

Verbundprojekt für Energieverbund

Wissenschaftler vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg und der Hochschule für Technik, Wirtschaft und

Medien Offenburg entwickeln Algorithmen für die Einbindung von Elektrolyseuren in die Strom- und Gashandelsmärkte und wollen diese im Zuge eines mehrmonatigen Demonstrationsbetriebs in unterschiedlichem Maßstab auf ihre Praxistauglichkeit überprüfen.

Das von Christopher Voglstätter koordinierte ISE-Team will den stromnetzoptimierten Einsatz eines 200-kW-Elektrolyseurs im neuen Speicherzentrum des ISE im Industriegebiet Freiburg Nord testen. Um die Einspeisung des damit produzierten Wasserstoffs ins Gasnetz der Badenova zu ermöglichen, muss das ISE in Abstimmung mit dem als Projektpartner eingebundenen Energieversorger und der Hochschule Offenburg das bestehende Elektrolyse-Testzentrum mit einem Erdgas-Netzanschluss und Einrichtungen zur Messung, Speicherung und zum Transport des Wasserstoffs ausstatten. Mehr als die beantragte

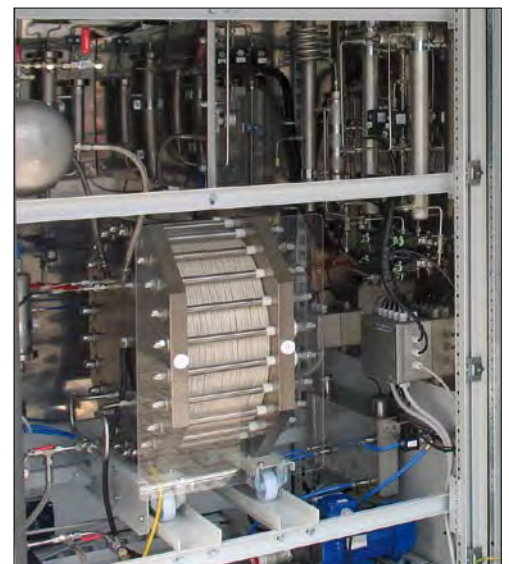
Anpassung der Hardware beschäftigt die Mitarbeiter dieses Projektes allerdings die Software: das heißt die Entwicklung der für einen optimierten Betrieb notwendigen Prognosetools, Programme und Algorithmen. Diese sollen verschiedene Geschäftsmodelle berücksichtigen, dabei Informationen über Markt-, Netz- und Wettergegebenheiten verarbeiten und die differenzierte Auswertung des Betriebs gewährleisten. Entwickelt werden sie zusammen mit dem von Prof. Dr. Anke Weidlich geleiteten Team, das seinen Probetrieb auf dem 6-kW-Microgrid des Instituts für Energiesystemtechnik (INES) an der Hochschule Offenburg durchführen will.

Unterschiedliche Fahrweisen

Entsprechend ihrer Größe – einerseits mehrere Hundert Kilowatt, andererseits sechs Kilowatt – unterscheidet sich die Betriebsweise der

Kommunaler Energieverbund Freiburg – Demonstrationsbetrieb einer Elektrolyseanlage im Industriegebiet Freiburg Nord zur Verbindung des Strom- und Erdgasnetzes und zur Speicherung Erneuerbarer Energien
 Laufzeit: 12/2013 bis 6/2016
 Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg
 Christopher Voglstätter
 christopher.voglstatter@ise.fraunhofer.de
 www.ise.fraunhofer.de
 Hochschule für Technik, Wirtschaft und Medien Offenburg
 Badenova AG & Co KG, Innovations- und Ökologie-management, Freiburg

Die Elektrolyseanlage des Microgrids in Offenburg im Ganzen und im Detail
 Bilder: Hochschule Offenburg



beiden Anlagen: Der Freiburger Energieverbund soll vor allem auf Anfragen des Netzbetreibers dessen Netzbetrieb unterstützen oder in unkritischen Netzsituationen am Markt teilnehmen, das heißt auch auf Preissignale der Strom- und Gasmärkte reagieren. Das Offenburger Microgrid entspricht eher dem Optimierungsziel eines Industriebetriebs oder eines kleineren Gebäudeverbunds: Hierbei steht im Vordergrund, vor allem die eigene Erzeugungsleistung und die flexiblen Verbraucher optimal zu betreiben, um den Eigenverbrauch bzw. die Unabhängigkeit von Energielieferungen zu maximieren.

Nützliche Erkenntnisse in Aussicht gestellt

Durch die unterschiedliche Fahrweise bietet das Verbundprojekt laut Voglstätter einen differenzierten Beitrag zur Beantwortung der Frage, „auf welcher Ebene Verbundspeicher – auch übertragbar auf andere Speichertechnologien – im künftig stark von Erneuerbaren Energien geprägten Energiesystem am besten zum Einsatz kommen sollten“. Aus wirtschaftlicher Sicht gelte es laut Voglstätter, mögliche Geschäftsmodelle zur Betriebsführung einer Elektrolyseanlage auf kommunaler Ebene zu ermitteln und

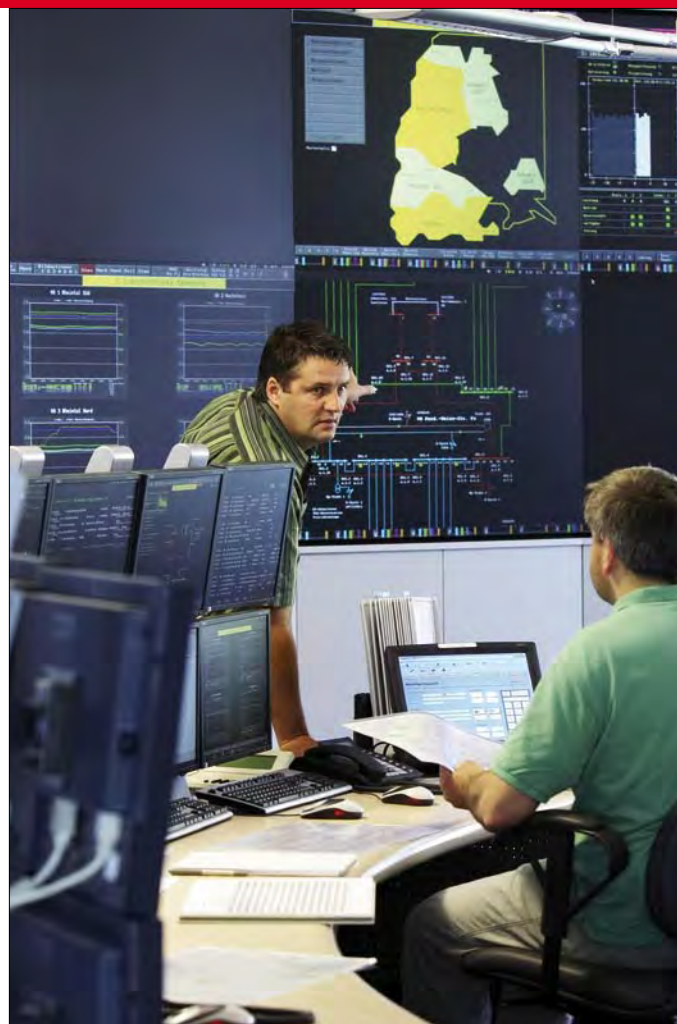
zu prüfen: „Grundlage hierfür soll die Gasverbrauchs- und Stromnetzmodellierung liefern, die um weitere marktrelevante Modelle und Prognosen ergänzt wird.“

Darauf aufbauend wollen die Wissenschaftler Handlungsoptionen und Planungshilfen für eine mögliche Investition in weitere Anlagen entwickeln. Unter Berücksichtigung lokaler Restriktionen und unter dem Primat stromnetzdienlicher Maßnahmen würde zudem ermittelt, ob und gegebenenfalls wie stark weitere Erdgas- und Stromnetz verbindende Elektrolyseeinheiten gefördert werden müssten, um der Power-to-Gas-Technologie in der Energiewirtschaft zum Durchbruch zu verhelfen.

Lokale Einbettung im Green Industry Park

Die Partner des Forschungsvorhabens sind in das Konversionsprojekt „Green Industry Park“ zur bestmöglichen Anpassung des Freiburger Industriegebiets Nord eingebunden. Die Stadt Freiburg, die Badenova und die Freiburger Wirtschaft-, Touristik- und Messe-Gesellschaft (FWTM) helfen mit, das Energieverbund-Projekt im Gesamtkonzept zu verankern und lokale Unternehmen dafür zu gewinnen.

Peter Fendrich



Stromnetz-Leitwarte in Freiburg und Gasdruckregelanlage in Offenburg des Projektpartners Badenova

Bilder: Badenova

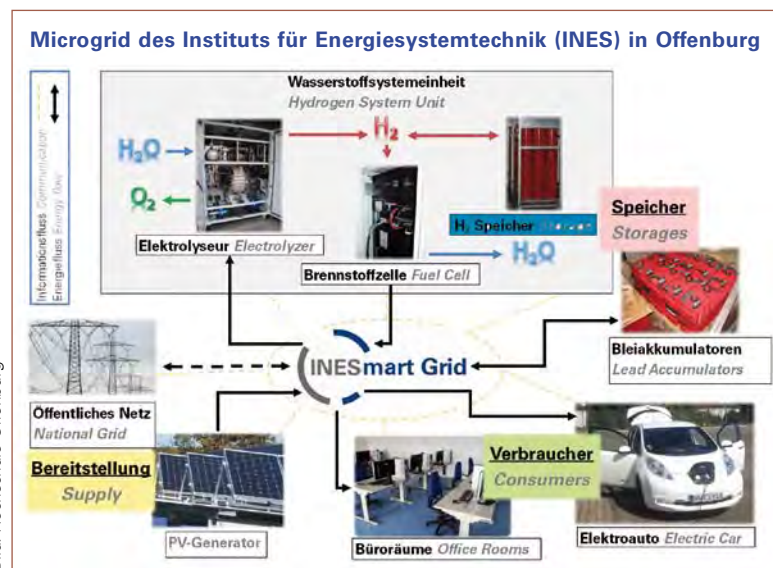
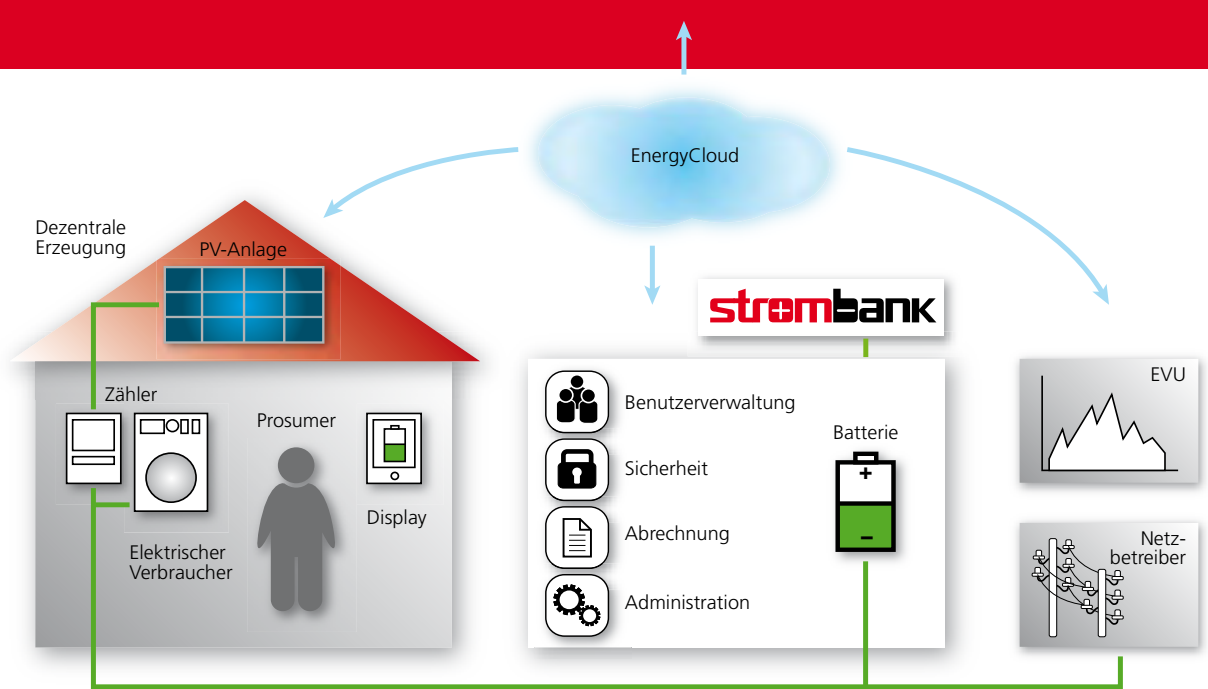


Bild: Hochschule Offenburg



Aufbau der Strombank mit ihren Funktionen (Mitte), dem Privathaushalt als Produzent und Verbraucher sowie dem Anschluss ans Stromnetz

Graphik: MVV Energie

Girokonto für Erneuerbare

Strombank als innovatives Betreibermodell für Quartierspeicher

Um Strom aus dezentraler Erzeugung möglichst vor Ort zu nutzen, prüfen Energiefachkräfte und Wissenschaftler die Idee einer „Strombank“: Wie eine lokale Genossenschaftsbank soll diese statt Geld private Energieerträge einsammeln und bei Bedarf wieder bereitstellen.

So wie die Banken Angebot und Nachfrage auf dem Geldmarkt zusammenbringen, soll auch das Projekt „Strombank“ einen lokalen Ausgleich von dezentral erzeugtem Strom und dessen Verbrauch ermöglichen. Dabei stellte sich das Projektteam unter Federführung des Mannheimer Energieunternehmens MVV Energie zwei konzeptionelle Fragen: Was passiert, wenn wir Strom ähnlich wie Geld behandeln, einen lokalen Überschuss einsammeln, speichern und bei Bedarf wieder zur Verfügung stellen? Kann dieses Prinzip dabei helfen, Strom aus erneuerbaren Energien auch dann sinnvoll zu nutzen, wenn keine aktuelle Nachfrage besteht? Hintergrund der Überlegungen ist der tiefgreifende Wandel der Energielandschaft und die Herausforderung, einen Ausgleich der fluktuierenden Einspeisung aus erneuerbaren Energien zu gewährleisten. Die baden-württembergische Landesregierung fördert das Projekt durch ihr BWPLUS-Programm.

Projektpartner sind die MVV-Energie-Tochter Netrion GmbH, die Firma Ads-tec aus Nürtingen und das Institut für Photovoltaik der Universität Stuttgart.

Unterschiedliche Modelle

„Dreh- und Angelpunkt unserer Idee der Strombank ist ein Speicher, an den mehrere lokale dezentrale Erzeugungsanlagen im Verteilernetz angeschlossen sind“, erklärt Projektleiter Dr. Robert Thomann von MVV Energie. An den Akkuspeicher, sozusagen den Tresor der Strombank, werden anfangs einige Haushalte mit eigener Stromerzeugung aus Photovoltaik angeschlossen. Später sollen weitere mit Blockheizkraftwerken folgen. Jeder dieser Haushalte kann den selbst erzeugten Strom verbrauchen und, wenn sein Verbrauch kleiner ist als die Erzeugung, den Überschuss „auf sein Strombank-Konto einzahlen“. Dort wird der Strom so lange gespeichert, bis der Haushalt einen höheren Bedarf als die eigene

Erzeugung hat und sich den Strom wieder „auszahlen“ lässt. Die Steuerung dieser Vorgänge erfolgt über ein Datennetzwerk, die sogenannte „Energy Cloud“ (vgl. Graphik).

Simulation soll Potenziale zeigen

Das Projektteam simulierte zunächst verschiedene Geschäftsmodelle, um die Funktion des Bank-Speichers zu optimieren. „Am Ende wollen wir zu einem System kommen“, so Projektkoordinator Thomann, „das in einer Nachbarschaft den Strom aus Sonnenenergie optimal verteilt. Wenn der Strom vor Ort erzeugt und verbraucht werden kann, entlastet das die Netze und verringert Verluste.“ Zudem könnten die teilnehmenden Haushalte auf wirtschaftliche Vorteile hoffen. An die Simulation soll sich ab September 2014 ein Praxistest anschließen. Dazu werden bis zu zwanzig Haushalte mit PV-Anlagen rund um den Quartierspeicher an das System angeschlossen.

Peter Streiff

PROJEKT

Strombank – innovatives Betreibermodell für Quartierspeicher
 Laufzeit: 11/2013 bis 10/2015
 MVV Energie AG, Mannheim
 Dr. Robert Thomann
 robert.thomann@mvv.de
 www.mvv.de
 Universität Stuttgart,
 Institut für Photovoltaik
 Netrion GmbH, Mannheim
 Ads-tec GmbH, Nürtingen

Strom speichern – mit Gewinn

Entwicklung von Betreibermodellen für Stromspeicher

Strom aus erneuerbaren Energien ist witterungsbedingt bislang nicht konstant verfügbar. Um Nachfrage und Verbrauch aneinander anzupassen, werden Stromspeicher immer wichtiger. Ein interdisziplinäres Team von Wissenschaftlern entwickelt unterschiedliche Betreibermodelle für den rentablen Einsatz von Speichersystemen.

In Deutschland deckt der Strom aus erneuerbaren Energien bereits rund ein Viertel des Verbrauchs. Ein großer Teil des Stroms wird allerdings durch Photovoltaik- und Windkraftanlagen produziert, die Energie in Abhängigkeit vom Wetter bereitstellen. Um die daraus resultierenden Schwankungen der Erzeugung auszugleichen, sind neben regelbaren Kraftwerken mehrere Formen von Stromspeichern bekannt – wie etwa Pumpspeicherkraftwerke, Akkus oder Druckluftspeicherkraftwerke.

Aufgrund der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen werden jedoch derzeit schon geplante Projekte abgebrochen und über die Stilllegung im Betrieb befindlicher Kraftwerke nachgedacht.

Fachübergreifende Zusammenarbeit

Das BWPLUS-Projekt „Betreibermodelle für Stromspeicher“ knüpft an die aktuelle Problematik an und zielt darauf ab, unterschiedliche

Modelle für den rentablen Einsatz von Speicherkraftwerken in Baden-Württemberg zu entwickeln. Dabei arbeiten Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme (ISE) fachübergreifend zusammen mit Kollegen aus dem Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart sowie mit Sozialwissenschaftlern der Firma „Compare Consulting“.

Bei den vorwiegend theoretischen Untersuchungen geht das Projektteam auf vier wichtige Anforderungen an die Speicher ein, wie Projektleiterin Verena Jülch (ISE) erläutert: „Zu den technischen Anforderungen zählen eine passende Leistung und Kapazität der Anlagen. In ökonomischer Hinsicht muss ein Speicher rentabel sein, damit ein Anreiz für Investoren besteht. Um den Anforderungen einer umweltverträglichen Energieversorgung gerecht zu werden, müssen Speichertechnologien auch ökologische Kriterien erfüllen.“

Bei großen Anlagen wie Pumpspeicherkraftwerken seien zudem sozialverträgliche Lösungen gefordert, um Akzeptanz vor Ort zu schaffen.

Umfassende Grundlagenforschung

Das Projektteam untersucht jeweils nicht nur ein einzelnes Projekt und dessen Auswirkungen auf die Umwelt, sondern betrachtet verschiedene Versorgungsaufgaben in unterschiedlichen Größenskalen. Diese reichen vom Einfamilienhaus, für das beispielsweise der Eigenstromanteil erhöht werden soll, über eine Gemeinde, die sich autark versorgen möchte, bis hin zum Land Baden-Württemberg, bei dem beispielsweise die Sicherung der Systemstabilität an erster Stelle steht.

Projektbegleitend führt das Team der Sozialwissenschaftler drei Workshops durch, bei denen sie Repräsentanten der Bevölkerung und potenzieller Investoren in die Bewertung von Akzeptanzfaktoren einbeziehen.

Peter Streiff

PROJEKT

Betreibermodelle für Stromspeicher – ökonomisch-ökologische Analyse und Vergleich von Speichern in autonomen dezentralen Netzen und für regionale und überregionale Versorgungsaufgaben

Laufzeit: 11/2013 bis 4/2016

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE), Freiburg
Verena Jülch
verena.juelch@ise.fraunhofer.de
www.ise.fraunhofer.de

Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung

Eggbergbecken des Pumpspeicherkraftwerks oberhalb von Bad Säckingen

Bild: Schluchseewerk



Energie-Autarkie-Check

Integrierte Energiesystem-Modellierung für Baden-Württemberg

Ein interdisziplinäres Forschungsteam soll klären, unter welchen Voraussetzungen sich eine autonome Energieversorgung des Landes realisieren ließe. Der großangelegte Check soll alle relevanten Faktoren wie die erforderliche Infrastruktur und deren Kosten identifizieren, aber auch alle Betroffenen vom Energieversorger bis zum Verbraucher einbinden. Mit Metzingen als Prototyp.

PROJEKT

Soziotechnische Analyse des möglichen Energie-Autarkie-grades unterschiedlich großer Bilanzräume

Laufzeit: 12/2013 bis 05/2016

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Universität Stuttgart
Dr. Jan Tomaschek
jan.tomaschek@ier.uni-stuttgart.de
www.ier.uni-stuttgart.de

DLR, Institut für Technische Thermodynamik, Systemanalyse und Technikbewertung, Stuttgart

Wer Visionen hat, muss nicht „zum Arzt gehen“, sondern Mittel und Wege suchen, sie umzusetzen. In diesem Sinne befasst sich ein interdisziplinäres Forschungsteam im Auftrag des Umweltministeriums mit der komplexen Fragestellung, wie die Vision eines energieautarken Landes bzw. einer Stadt verwirklicht werden könnte.

Dabei arbeiten Naturwissenschaftler, Ingenieure, Geographen, Volkswirte, Ökologen und Soziologen zusammen und wollen auch alle potenziellen Akteure und Betroffenen vom Energieversorger bis zum Verbraucher integrieren. Dr. Jan Tomaschek vom koordinierenden Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) an der Universität Stuttgart erwartet „sehr interessante Forschungsergebnisse“:

- Antworten auf die Grundsatzfrage, wer was unter Energie-Autarkie versteht und ob sich ein gemeinsamer Nenner für die Zielsetzung finden lässt.
- Technische und ökonomische Modellierungsansätze zum künftigen Energiebedarf und zu den verfügbaren Energieressourcen, zur Bedeutung von Energiespeichern, Flexibilisierungspotenzialen und Netzen.
- Simulation der für ein regionales Optimum benötigten Infrastruktur und Analyse deren Konsistenz.
- Darstellung der Potenziale bei der erforderlichen Einbindung von wirtschaftlichen Akteuren, Experten, Politikern und nicht zuletzt von Verbrauchern und bürgernahen Organisationen.

Dafür erstellen die Projektnehmer und ihre Partner Szenarien und Simulationen zu den drei Kernbereichen der Energiewende: Wärme, Strom und Mobilität im privaten, industriellen und gewerblichen Sektor. Hierzu gelte es, so Dr. Ulrich Fahl, „komplexe Simulationsmodelle auf der Basis erprobter Systeme zu entwickeln und miteinander zu einem modularen Modellverbund über die Institutsgrenzen hinweg zu verknüpfen“.

Partizipation in großem Stil

Hierbei fließen die sozialen Szenarien ein, die das Team um Professor Uwe Pfenning vom DLR auf der Basis einer Bürger- und Stakeholder-Befragung und eines breit angelegten Diskurses erstellt. Davon versprechen sich die Forscher Erkenntnisse über mögliche Spielräume bei der Änderung des Energienutzerverhaltens und die Akzeptanz verschiedener Technologien. Die dabei erzielten Erkenntnisse wollen sie anschließend mit Experten-Statements korrelieren.

Modellkommune Metzingen

Prozessbegleitend dient die Stadt Metzingen als Prototyp, da sie nahezu ideale Voraussetzungen zur Umsetzung lokaler Energie-Autarkie aufweise: Ihr Pumpspeicherkraftwerk in Glems ermöglicht eine großtechnische Stromspeicherung; ihre bereits realisierten Nahwärmenetze belegen die Aufgeschlossenheit von Kommune, Stadtwerken und Bürgern. *Peter Fendrich*

Offenbar lässt sich die Idee der Energieautarkie bereits vermarkten: Dieses Fertighaus mit großem Wärmespeicher und Blei-Akkus soll ohne Anschluss ans Strom-, Gas- oder Fernwärme-Netz auskommen. Für Ausfälle oder extreme Kälte hat es einen Scheitholzofen.

Bild: Helma



Wenn's mal kracht

Unterstützung bei Konflikten für Bürger-Energiegenossenschaften

Die Neufassung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) stellt viele Produzenten vor neue Herausforderungen. Bei bürgernahen Energieprojekten könnten Konflikte ausbrechen und ihre Erfolgsaussichten darüber hinaus schmälern. Im Forschungsprojekt „BENERKON“ erarbeiten Wissenschaftler in Nürtingen Problemlösungsstrategien für Bürger-Energiegenossenschaften.

Energiegenossenschaften erfahren seit der letzten Bundestagswahl turbulente Zeiten. Haben sie in den letzten Jahren einen starken Aufschwung erlebt, wird ihre Zukunft durch die Reform des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) beeinflusst. Denn mit dem neuen EEG gelten modifizierte Rahmenbedingungen.

Über 200.000 Menschen sind in Deutschland als Anteilseigner von Bürgerenergieprojekten registriert. Ganz unterschiedliche Motive bewegen sie dazu, hier Zeit und Geld zu investieren – beispielsweise Klimaschutz, Technikinteresse oder Gewinnerzielung.

Renaissance der Energiegenossenschaften

Insbesondere seit der Liberalisierung des deutschen Strommarktes 1998 hat es viele Neugründungen von Energiegenossenschaften gegeben. Eine zweite Gründungswelle wurde durch die Neuregelung des Genossenschaftsgesetzes 2006 angestoßen. Die Mehrzahl der etwa 120 baden-württembergischen Energiegenossenschaften ist in der Stromerzeugung tätig. Beliebteste Energiequelle insgesamt und auch in Baden-Württemberg ist die Photovoltaik, gefolgt von Biomasse und Windenergie. Für Bürger, die sich in ihrem Umfeld für die Energiewende einsetzen wollen, ist die genossenschaftliche Organisationsform nicht nur als Anlagemöglichkeit interessant, sondern auch aufgrund ihrer Mitbestim-

mungs- und Kontrollrechte. Denn im Rahmen der Generalversammlung haben alle Mitglieder eine Stimme, unabhängig davon, wie viele Anteile sie an der Genossenschaft halten. Dies bewirkt eine hohe Identifikation und oftmals sind Mitglieder bereit, sich persönlich zu engagieren. Die besondere Motivvielfalt in Energiegenossenschaften kann jedoch zu Interessenskonflikten und Enttäuschungen führen.

Auf ein „gesundes Maß“ kommt es an

Forscher an der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt in Nürtingen verfolgen im Projekt „BENERKON“ gemeinsam mit der Alanus-Hochschule Bonn das Ziel, typischen Konfliktkonstellationen in Bürgerenergieprojekten auf den

Grund zu gehen und die Effekte von Konflikten auf die Handlungs- und Leistungsfähigkeit der Projekte abzuschätzen. „Denn gerade in Zeiten großer Veränderungen, wie sie die Energiegenossenschaften durch die EEG-Reform erleben, müssen Konflikte nicht per se negativ sein“, erläutert der Projektleiter Prof. Carsten Herbes.

Mit sozialwissenschaftlichen Forschungsmethoden wie qualitativen Interviews und teilnehmenden Beobachtungen will sein Team das Innenleben der Genossenschaften erfassen, analysieren und einen Werkzeugkasten entwickeln, der Genossenschaftsgründer und -mitglieder dabei unterstützt, mit Konflikten effektiv und lösungsorientiert umgehen zu können.

Peter Streiff

PROJEKT

„Bürger-Energiegenossenschaften“ – Konflikte erfolgreich identifizieren und handhaben (BENERKON)

Laufzeit: 11/2013 bis 4/2016

Hochschule für Wirtschaft und Umwelt, Nürtingen
Prof. Dr. Carsten Herbes
carsten.herbes@hfwu.de
www.hfwu.de



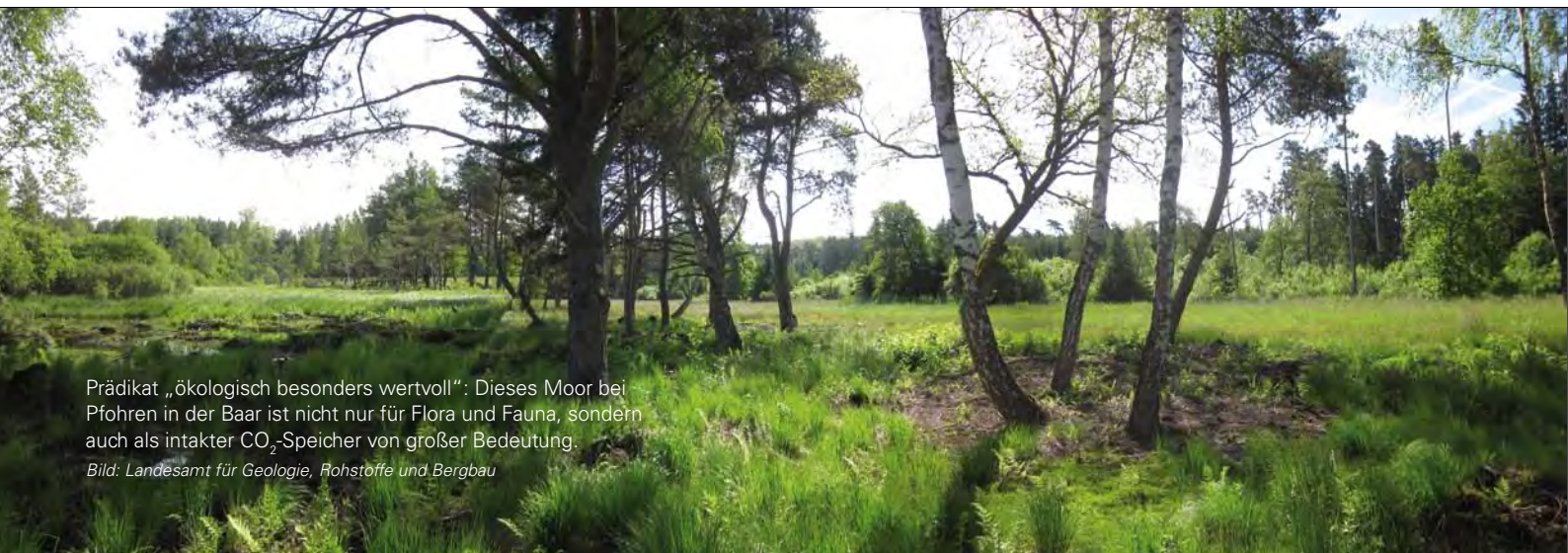
Eitel Sonnenschein bei der Energiegenossenschaft Odenwald, an der außer Privatpersonen auch Kommunen beteiligt sind. Je verschiedener und zahlreicher die Genossenschaftsmitglieder sind, um so wahrscheinlicher werden allerdings Interessenskonflikte.

Bild: Energiegenossenschaft Odenwald

Klimarelevanz von Moorflächen

Von der Natur- zur Kulturlandschaft – und wieder zurück

Moore sind wertvolle Kohlenstoffspeicher – zumindest solange man sie nicht bewirtschaftet. Entwässerung, Umbruch, Grünlandnutzung oder Torfabbau lösen eine massive CO₂-Freisetzung aus. Ein Verbundprojekt klärt, wie es um die Klimawirksamkeit von Mooren im Land heute bestellt ist, und ob die in Gang gesetzten Prozesse sich abschwächen oder gar umkehren lassen.



Prädikat „ökologisch besonders wertvoll“: Dieses Moor bei Pfohren in der Baar ist nicht nur für Flora und Fauna, sondern auch als intakter CO₂-Speicher von großer Bedeutung.

Bild: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

PROJEKT

Ökonomisch-ökologische Bewertung der Klimawirksamkeit von Mooren in Baden-Württemberg

Laufzeit: 1/2011 bis 4/2014

Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre, Uni Hohenheim
Prof. Dr. Enno Bahrs
bahrs@uni-hohenheim.de

Institut für Bodenkunde und Standortlehre, Uni Hohenheim

Institut für Landschaftsplanung und Ökologie, Uni Stuttgart

Institut für Landschafts- und Pflanzenökologie, Uni Hohenheim

www.moore-bw.de

Drei Institute der Universität Hohenheim und eines der Universität Stuttgart forschen gemeinsam an der „ökonomisch-ökologischen Bewertung der Klimawirksamkeit von Mooren“. Dabei spielt die Ökonomie, also die Nutzung von Moorflächen, eine bedeutende Rolle, denn über 90 Prozent der baden-württembergischen Moore sind heute keine unberührten Naturräume mehr. Torfabbau, Entwässerung und anschließende land- oder forstwirtschaftliche Nutzung haben zu einem Ist-Zustand geführt, dessen ökologischer Status kaum mehr mit dem ursprünglicher Moore vergleichbar ist.

Doch welche Mengen an Treibhausgasen (THG) setzen die einstmals sumpfigen Flächen frei? Die internationale Klimaberichterstattung fordert hierzu verlässliche Daten. Auch der Nationale Bericht zum deutschen Treibhausgasinventar berücksichtigt die Emis-

sionen aus organischen Böden. Da es hier noch erhebliche Wissenslücken gibt, standen in dem Verbundprojekt zunächst die Erfassung des ökologischen Ist-Zustandes und die möglichst detaillierte Abschätzung der Emissionen auf dem Programm.

Außerdem fordert der Sachverständigenrat für Umweltfragen politische Maßnahmen zur Erhaltung und Renaturierung von Moorflächen. Auch die Naturschutzstrategie Baden-Württembergs hat sich 2013 das Ziel der Wiedervernäsung auf die Fahnen geschrieben. Die zukünftige Moornutzung solle mit einem hohen Wasserstand vereinbar sein. Deshalb geht es in dem Forschungsprojekt auch um eine Analyse der ökonomischen Faktoren, die auf die Moore in den Untersuchungsregionen Voralpines Hügel- und Moorland sowie Donau-Iller-Lech-Platten einwirken. Auch die Klimawirksamkeit zukünftiger

Nutzungsszenarien ist Teil des Projekts (siehe S. 30f).

Ein CO₂-Speicher wird geplündert

Die Entwässerung von Mooren setzt einen Prozess in Gang, bei dem sich der einst riesige Kohlenstoffvorrat Stück für Stück verringert. Während der hohe Grundwasserstand das organische Pflanzenmaterial über Jahrtausende konservierte, beginnt mit dem Wasserentzug und dem damit verbundenen Lufteintritt in den Torfkörper der aerobe Abbau: Mikroorganismen werden aktiv und zersetzen die eingelagerte organische Substanz. Bei diesem Abbau wird das gebundene Kohlendioxid freigesetzt und gelangt als Treibhausgas in die Atmosphäre.

Landnutzung und CO₂-Emission

Ohne eine verlässliche Erfassungsmethodik gibt es keine flächende-

ckenden Daten zur Moor-Ökologie. Eine Aufgabe der Arbeitsgruppe Bodenkunde ist deshalb der Abgleich verschiedener Fernerkundungsmethoden mit Vor-Ort-Messungen: Wie intensiv werden Wiesen und Weiden genutzt? Wie oft wird gemäht? Welche Vegetationsdynamik zeigen die unterschiedlichen Moorflächen? Mit dem Ergebnis der Validierung sind die Forscher zufrieden: „Bei den drei untersuchten Referenz-Mooren stimmen die Grünland-Nutzungsklassen, die sich aus der Fernerkundung ergaben, meist zu knapp 80 Prozent mit den Vor-Ort-Erhebungen überein“, fasst Dr. Norbert Billen vom Institut für Bodenkunde und Standortslehre der Uni Hohenheim zusammen. Allerdings sieht Billen noch Mängel bei der Datenverfügbarkeit sowie dem hohen Kalibrierungs- und Validierungsaufwand: „Die Verknüpfung von Nutzungsintensität und Wasserangebot sollte noch verbessert werden. Denn der Grundwasserstand beeinflusst die Treibhausgasemissionen sehr stark.“

Wiedervernässungspotenzial

Die Arbeitsgruppe Moorökologie verwendet die Daten zur Landnutzung und zum Grundwasserstand, um die Treibhausgasemissionen räumlich differenziert abzuschätzen. Auf der Basis dieses Emissionskatasters entwickeln die Forscher eine Klassifizierung der CO₂-Einsparpotenziale. Dr. Hans-Georg Schwarz-von Raumer erklärt das Vorgehen: „THG-Emissionen aus Mooren könnten nahezu komplett eingespart werden, wenn man alle Moore in ihren Ursprungszustand versetzen könnte. Dem können jedoch ökologische Standortbedingungen, land- oder forstwirtschaftliche Nutzung oder Siedlungs- und Verkehrsflächen entgegenstehen. So ergeben



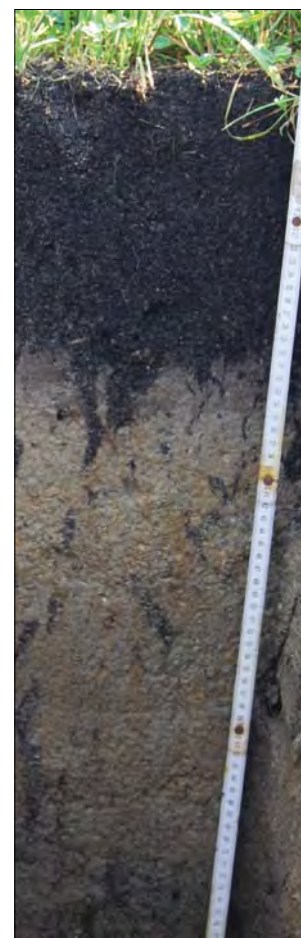
Über zwei Meter misst dieser Niedermoorboden im Süden des Pfrunger-Burgweiler Rieds. Die Torfschicht ist kaum oder gar nicht zersetzt, sogar Pflanzenreste sind noch erkennbar. Durch die geringe Entwässerung ist die CO₂-Speicherfunktion dieses kaum vom Menschen genutzten Moorbereiches voll erhalten.

sich Bereiche, die sich für die Wiedervernässung eher eignen als andere.“ Als wichtige Tendenzaussage lässt sich eine „theoretische Wiedervernässbarkeitsquote“ von immerhin 63 Prozent festhalten – bezogen auf Moorflächen von über zehn Hektar, worunter 90 Prozent der erfassten Moore im baden-württembergischen Alpenvorland liegen. „Hierbei sind aber politische Umsetzungsfaktoren oder die Eigentumsverhältnisse noch nicht berücksichtigt“, schränkt Schwarz-von Raumer ein. Eine Dokumentation fasst die vegetationskundliche und ökologische Entwicklung der Moore im Unter-



Degenerierter Moorboden im Pfrunger-Burgweiler Ried. Entwässerung und Grünlandnutzung haben die obere Torfschicht „vererdet“, auch weiter unten hat die Zersetzung begonnen. Das Ende der Grünlandnutzung hat den Boden immerhin als rund 85 Zentimeter tiefes Erdniedermoor konserviert.

suchungsraum zusammen, inklusive möglicher Maßnahmen zur Renaturierung. Auf dieser Basis ist eine Prognose der ökologischen Entwicklungspotenziale möglich: „Insgesamt gehen wir davon aus, dass im baden-württembergischen Alpenvorland mit rund 400.000 Tonnen CO₂-Äquivalenten mehr als 50 Prozent der THG-Emissionen im Rahmen einer ökologisch sinnvollen Landschaftsentwicklung eingespart werden könnten“, so Schwarz-von Raumer. Aber auch diese Zahlen berücksichtigen weder Eigentumsverhältnisse noch ökonomische Einbußen der Landwirte.



Früher ein flacher Niedermoorboden – heute ein Anmoorgley: Langjährige Entwässerung und intensive Grünlandnutzung haben hier am Rand des Rieds zur anhaltenden Zersetzung und Mineralisierung des Torfes geführt. Der Moorboden ist „vererdet“, der CO₂-Speicher weit über die Hälfte entleert.

Bilder: N. Billen



Extensive Nutzung:
Beweidung eines Moors
bei Kißlegg im württem-
bergischen Allgäu.

Bild: G. Kaule

Ist eine klimafreundliche Moornutzung möglich?

Aus ökologischer Sicht könnten also fast zwei Drittel der degenerierten Moorflächen erfolgreich renaturiert werden. Dass dem Interessenskonflikte entgegenstehen, liegt auf der Hand. Diese zu identifizieren, ist eine Aufgabe der Arbeitsgruppe Ökonomie. Vor allem aber geht es in diesem Teil des Projekts darum, Szenarien zur Verminderung der Treibhausgasemissionen zu entwickeln und deren Kosten und Nutzen abzuschätzen.

Die Ausgangssituation ist klar: je intensiver die Nutzung der (ehemaligen) Moorflächen, desto höher die Freisetzung von Treibhausgasen. Ackerflächen und intensiver genutztes Grünland sind mit Abstand die größten Emittenten, gefolgt von trockenem, extensiv genutztem Grünland. Feuchtes Grünland gibt nochmals deutlich weniger CO₂ ab. Bei einer Wiedervernässung kann aus der Freisetzung von Treibhausgasen möglicherweise eine neuerliche Speicherung von Kohlenstoff in Pflanzensubstanz werden. „Jede Stufe der Extensivierung reduziert die Klimabelastung“, fasst Dr. Elisabeth Angenendt vom Institut für

Landwirtschaftliche Betriebslehre der Uni Hohenheim zusammen. „Mit unserem Rechenmodell lassen sich Optionen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft aufzeigen, bei der die Moorrenaturierung einen wichtigen Beitrag leisten kann.“ Maßnahmen in Mooren seien laut Angenendt dementsprechend auch im Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg vorgesehen.

Interessen und Perspektiven

Auf dem Weg zu konkreten Maßnahmen haben die Projektmitarbeiter Befragungen sowie interdisziplinär besetzte Workshops durchgeführt. Deutlich werden dabei die Interessenlagen der Akteure: Landwirte wollen zur Erreichung der Reduktionsziele möglichst geringe wirtschaftliche Einbußen in Kauf nehmen. Naturschützer haben das Ziel, Moore als leistungsfähige Ökosysteme für Biodiversität und Klimaschutz zu regenerieren. Bodenkundler wiederum stellen die abiotischen Funktionen von Moorböden als Kohlenstoffsenken in den Vordergrund.

Entsprechend fallen die Bewertungen einzelner Maßnahmen in den

Workshops aus: Die Arbeitsgruppe Landwirtschaft priorisiert Maßnahmen, die eine weitere Nutzung zulassen, also etwa die Umwandlung von Ackerflächen in Grünland. Dagegen favorisiert die AG Bodenschutz Maßnahmen, bei denen nasse Brachflächen entstehen. Zum Teil finden solche Maßnahmen auf ungenutzten Brach- und Forstflächen statt, teilweise müssten Moorflächen jedoch aus der landwirtschaftlichen Nutzung fallen. Eine reine Extensivierung ohne gleichzeitige Anhebung des Wasserstandes halten Boden- und Naturschützer für wenig sinnvoll. Auf der Basis dieser Vorschläge haben die Forscher landwirtschaftlich orientierte Extensivierungs-Szenarien sowie ökologisch geprägte Wiedervernässungs-Szenarien in Modellrechnungen analysiert. Hier einige Ergebnisse:

Folgen der Extensivierung für Landwirtschaft und Klima

■ Die Umwandlung von Moor-Ackerflächen in Intensivgrünland erzielt relativ geringe Einsparungen an Treibhausgasemissionen. Dementsprechend sind hier die „Treibhausgasvermeidungskosten“ am höchsten –

ausgerechnet bei der Maßnahme, die von der AG Landwirtschaft favorisiert wird.

- Die Umnutzung würde bei großen Futterbaubetrieben mit rund 400 bis 650 Euro pro Hektar zu Buche schlagen. Entsprechend hoch müssten Ausgleichszahlungen angesetzt werden. Deutlich niedriger liegen die Umnutzungskosten bei kleinen Futterbau- und extensiven Verbundbetrieben.
- Die Extensivierung der Moor-Grünlandflächen führt bei allen untersuchten Betrieben zu einer Intensivierung der Nutzung auf mineralischen Böden außerhalb der Moore. Auch solche Effekte wurden in die Modellrechnungen einbezogen.

Folgen einer Wiedervernässung für Landwirtschaft und Klima

- Bei diesem Szenariokomplex fällt der Rückgang der betrieblichen Deckungsbeiträge pro Flächeneinheit naturgemäß höher aus als bei Extensivierungen. Durch die höheren Einsparungen an Treibhausgasen bewegen sich die „Treibhausgasvermeidungskosten“ allerdings meist auf vergleichbarem Niveau.
- Deutlich höhere Kosten sind jedoch bei kleinen Futterbaubetrieben zu erwarten. Sie fallen aus der MEKA-Förderung, wenn Flächen durch Wiedervernässung nicht mehr genutzt werden.
- Wenn die durch Wiedervernässung entstandene Flächenverknappung nicht durch zusätzlichen Ackerfutterbau oder Futtermittelzukauf kompensiert werden kann, ist eine Einschränkung des Tierbestands zu erwarten.
- Die Umnutzungskosten sind bei intensiv wirtschaftenden

Futterbaubetrieben am höchsten und liegen bei rund 620 bis 1.450 Euro pro Hektar. Extensive Verbundbetriebe haben die geringsten Einbußen.

- Die Wiedervernässung führt bei allen Betriebstypen ebenfalls zur intensiveren Nutzung der Grünlandflächen außerhalb der Moore.

Moorschutz in der Praxis

Trotz dieser Trends – ohne eine detaillierte Vor-Ort-Analyse geht es nicht. Das liegt an der Vielfalt der Moorstandorte, deren Nutzung im Detail oder den Eigentumsverhältnissen. Die Agrarökonomin Elisabeth Angenendt erläutert: „Den Modellrechnungen liegen Durchschnittsbetriebe zugrunde. Unsere Befragungen zeigen aber, dass es auch Betriebe mit sehr hohen Mooranteilen gibt. Diese wären bei der Durchführung der Moorschutzmaßnahmen unter Umständen in ihrer Existenz bedroht.“ Auf der volkswirtschaftlichen Kostenseite muss zudem der Aufwand für technische Maßnahmen zur Vernässung einkalkuliert werden.

Das MEKA-Programm sowie der Vertragsnaturschutz sind zwei Ansatzpunkte zur Durchführung von Moorschutz-Maßnahmen. Befragungen haben zudem Defizite bei der Verankerung des Moorschutzes in der Planungspraxis ergeben. Als geeignetes Instrument sehen die Forscher die kommunalen Landschaftspläne. Die Projektmitarbeiter hoffen außerdem auf das landesweite Moorschutzkonzept und empfehlen die Einrichtung einer „Kompetenzstelle Moorschutz“ sowie die gezielte Beratung von Landwirten. Die Forscher sind sich einig: „Eine durchdachte Moorrenaturierung wird positive Synergieeffekte mit dem Naturschutz und dem Klimaschutz haben.“

Stefan Kriz



Mahd auf einer extensiv genutzten Wiese im Federseemoor



Extensive Beweidung im Pfrunger-Burgweiler Ried



Bei der Wiedervernässung intensiv genutzter Flächen muss ein Ausgleich für die landwirtschaftliche Nutzung gefunden werden.



Ackerbau auf einer siedlungsnahen Moorfläche: Hier stehen der Wiedervernässung ökonomische Interessen entgegen.

Bilder: R. Böcker, Stiftung Naturschutz Pfrunger-Burgweiler Ried, J. Schaber, G. Kaule

Aus der Geschichte lernen

Moorschwund ermöglicht Rückschlüsse auf Treibhauseffekte

Über 10.000 Jahre alt sind die Moore Oberschwabens. Einen Blick auf die jüngsten 60 Jahre wirft ein Projekt des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau. Es zeigt, dass Torfabbau und Entwässerung in dieser Zeit zu einem schleichenden, aber spürbaren Moorschwund geführt haben – verbunden mit hohen Treibhausgasemissionen.



Schweres Gerät zur Urbarmachung tiefer Moorböden



Abbruchkante eines Torfabbaus in den 1930er-Jahren

PROJEKT

Ermittlung langjähriger CO₂-Emissionen und Beurteilung der Moore Oberschwabens auf Basis historischer und aktueller Höhengivellements

Laufzeit: 2/2011 bis 7/2014

Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (LGRB) am RP Freiburg
Dr. Werner Weinzierl
werner.weinzierl@prf.bwl.de
www.lgrb.uni-freiburg.de

Bilder: H. Schwenkel,
Bildarchiv LUBW

Bis in die 1950er-Jahre war der Torfabbau zulasten der Moore an der Tagesordnung. Torf wurde als Brennstoff und Heilmittel, als Isolier- und Filtermaterial oder im Gartenbau genutzt. Diesem massiven Eingriff in die Natur hat der Gesetzgeber inzwischen zwar einen Riegel vorgeschoben. Trotzdem findet noch immer ein schleichender Moorschwund statt, verbunden mit der Emission großer Mengen an CO₂. Die vorliegende Studie leitet aus historischen Daten die durchschnittlichen jährlichen Treibhausgasemissionen der Moore in Baden-Württemberg ab. Karten dokumentieren darüber hinaus den Schwund von 34 Mooren im Land.

Historische Quellen

„Ohne die langjährigen Messungen von Professor Karlhans Göttlich wäre ein solcher historischer Ansatz gar nicht möglich gewesen“, sagt Dr. Werner Weinzierl vom Landesamt für Geologie, Rohstoff-

und Bergbau (LGRB). Göttlich leitete von 1948 bis 1980 das Referat „Kulturtechnische Boden- und Moorkunde“ beim Wasserwirtschaftsamt Sigmaringen – und war am liebsten vor Ort unterwegs. Genau 14.417 Messpunkte allein aus den Niedermooren Oberschwabens geben Auskunft über das damalige Niveau der Torfschichten. Entstanden zwischen 1949 und 1978, sind diese Messungen eine hervorragende Datenbasis für aktuelle Vergleiche. Exakt 11.541 Nachmessungen haben die Projektmitarbeiter um Dr. Weinzierl im Jahr 2012 durchgeführt.

Göttlich und sein Vermessungstechniker Otto Stumpp führten die Messungen ganz klassisch mit Nivellier-Höhenmessern durch, während die LGRB-Mitarbeiter mit GPS-Technik, Satellitenantennen, Recheneinheit und mobilem Internet deutlich schneller unterwegs waren: 150 Messpunkte konnten auf diese Weise – eine gute Kon-

dition vorausgesetzt – an einem Tag bewältigt werden. Vergleichbar sind die alten und neuen Messungen dennoch, wenngleich mit einer Einschränkung: „Die absoluten Zahlen zum Moorschwund sind aufgrund der unterschiedlichen Zeitspannen zwischen aktuellen und früheren Messungen leider nicht miteinander vergleichbar“, erläutert Weinzierl. „Deshalb nennen wir in unserer Studie immer Jahreswerte.“

Millimeter um Millimeter

Zwischen vier und sechs Millimeter beträgt der jährliche Moorschwund bei den oberschwäbischen Niedermooren. „Dabei fällt auf, dass die aktuelle Nutzung nur einen geringen Einfluss auf den gemessenen Moorschwund hat“, stellt Projektleiter Weinzierl fest. Das könnte daran liegen, dass die Messstandorte im Lauf der Jahrzehnte im Wechsel intensiver und extensiver bewirtschaftet wurden. Dafür spricht,

dass die Nutzungsklasse „Feuchtvegetation“ mit vier Millimetern den geringsten jährlichen Schwund aufweist. Die höheren Grundwasserstände auf diesen Standorten erlaubten stets nur eine extensivere Bewirtschaftung. Als schwierig erwies sich die Recherche der früheren Nutzungen. Durch den starken Rückgang an Betrieben, verbunden mit vielen Neuverpachtungen, ging das Wissen über ehemalige Bewirtschaftungsformen meist verloren. Von den oberschwäbischen Hochmooren lagen nur wenige Göttlich-Messdaten vor. Hier hat der Torfstich zur massiven Entnahme von organischem Material geführt, während der schleichende Schwund durch die Landwirtschaft flächenmäßig weniger relevant ist. Knapp 100 verwertbare Messdaten ergeben einen jährlichen Hochmoorschwund zwischen 2,9 Millimetern unter Wald und 8,1 Millimetern bei Grünlandnutzung.

Die in Oberschwaben ermittelten Werte können nicht ohne Weiteres auf die (flächenmäßig weniger relevanten) Moore im Schwarzwald übertragen werden. Da von dort jedoch keine Daten vorlagen, wurden die Werte aus dem Untersuchungsraum für die Hochrechnung auf Landesebene übernommen.

Ergänzende Bodenproben

Der Moorschwund allein lässt noch keine Schlüsse auf die CO₂-Freisetzung zu. 346 Bodenproben lieferten Informationen zum Gehalt an organischer Substanz in den verschiedenen Bodentypen. Untersucht wurden Hoch-, Nieder- und Anmoorböden sowie Humusgleye. Die Bodennutzung reichte von Acker- und Grünland bis zu Ödland und Wald. „Wir gehen davon aus, dass der Torfverzehr durch Mikroorganismen im gesamten Bodenprofil bis zum Grundwasser stattfindet“, erläutert Werner Weinzierl. „Da der Grund-

wasserstand übers Jahr nicht völlig konstant ist, haben wir einen mittleren Stand von 60 bis 80 Zentimetern angenommen. Bis in 60 Zentimeter Tiefe findet der größte Teil des Torfabbaus statt.“

Berechnung der CO₂-Emissionen

Die Forscher ermittelten aus den Messungen und Bodenproben für verschiedene Moor- und Bodentypen, wie viel organischer Kohlenstoff mit jedem Millimeter Moorschwund verloren geht. Daraus wiederum lassen sich die freigesetzten CO₂-Emissionen pro Millimeter Moorschwund errechnen. So ergeben sich für die Moore Baden-Württembergs folgende durchschnittlichen Treibhausgasemissionen:

- Hochmoor: 27.059 Tonnen CO₂ pro Jahr (t CO₂/a)
- Niedermoor: 582.382 t CO₂/a
- überdecktes Niedermoor: 9.212 t CO₂/a
- Anmoor: 7.973 t CO₂/a
- Summe: 626.626 t CO₂/a

Davon entfallen über 90 Prozent der Emissionen auf die Moorregion Oberschwaben-Baar-Donauried. Die Moore am Oberrhein (3,9 %) und im Schwarzwald (5,7 %) tragen demnach nur zu einem kleinen Teil zu den CO₂-Emissionen bei.

Berechnung der CO₂-Vorräte

Die genannten Zahlen beziehen sich auf die Treibhausgase, die durch den Moorschwund der vergangenen Jahrzehnte bereits freigesetzt wurden.

In einem letzten Rechenschritt, dessen Ergebnisse noch nicht vorliegen, sollen nun die im Land noch vorhandenen Torfvorräte abgeschätzt werden. Damit kann die Frage beantwortet werden, welche CO₂-Vorräte in den Moorböden Baden-Württembergs (noch) schlummern.

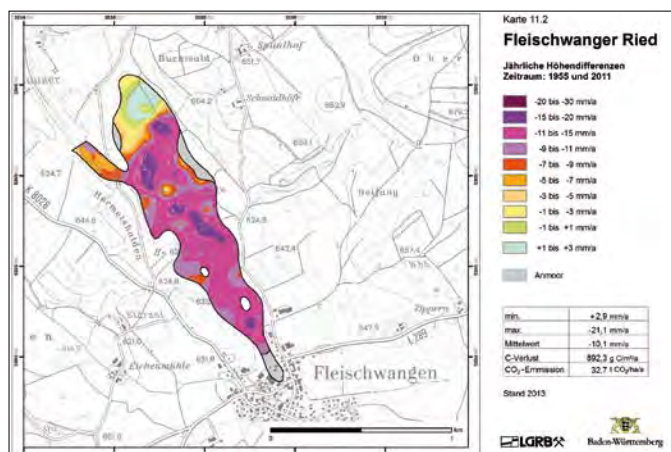
Stefan Kriz



Vorbereitung der Messungen im Bruchgraben-Moor bei Baden-Baden



Insgesamt 11.541 Messstandorte in Oberschwaben führten zu 34 Moorschwundkarten.



Durchschnittlicher jährlicher Moorschwund im Fleischwanger Ried (Kreis Ravensburg) seit 1955
Karte und Bilder: LGRB

Blick auf den Gaszähler

Messung der Treibhausgasemissionen von Moorflächen

In einem weiteren BWPLUS-Projekt zur Klimawirksamkeit von Mooren geht es um die Messung der Treibhausgasemissionen. Dabei stehen verschiedene Messmethoden auf dem Prüfstand. Drei repräsentative Mooregebiete am Oberrhein und in Oberschwaben wurden untersucht. Besonders groß war der logistische Aufwand am Federsee.

PROJEKT

Schon die Wegbeschreibung zum Messstandort im Schilfgürtel des Federsees liest sich geradezu abenteuerlich: Vom Bootshaus bei Bad Buchau rudern Dr. Marc Lamers und die anderen Mitarbeiter des Lehrstuhls Biogeophysik der Universität Hohenheim erst einmal quer über den Federsee zu einem versteckt liegenden Landungssteg. Den haben die Forscher selbst gebaut, ebenso einen 200 Meter langen Steg zum eigentlichen Messstandort. Solarmodule, Recheneinheiten, Sensoren und die Baumaterialien für den sechs Meter hohen Messturm – alles musste auf diesem beschwerlichen Weg transportiert werden. Ein Betonfundament für den Messturm kam nicht infrage. So zimmerten die Bodenkundler eine drei mal zwei Meter große Arbeitsplattform und veran-

kerten den Turm mit Verstreubungen. Eine kleine Photovoltaik-Inselanlage sichert die Stromversorgung.

Drei Referenz-Moore

Der ganze Aufwand wurde betrieben, um den idealen Messstandort zu finden: Rund um den Messpunkt sollte in einem 200-Meter-Radius eine völlig einheitliche Vegetation vorhanden sein. Auch die Windverhältnisse spielten eine Rolle – die Sensoren auf dem Sechsmeter-Turm sollten möglichst nicht durch Einflüsse von andersgearteten Standorten gestört werden. Schließlich war das Federseeried, das größte zusammenhängende Niedermoor Südwestdeutschlands, gerade wegen seiner vom Menschen unbeeinflussten Ökosysteme zum Referenzgebiet des Projekts auserkoren worden. In den beiden anderen

Untersuchungsräumen im Pfrunger-Burgweiler Ried und am nördlichen Oberrhein stand dagegen die Klimawirksamkeit überwiegend landwirtschaftlich genutzter Moorflächen auf dem Messprogramm.

Die Treibhausgas-Messungen sollten dieselben Fragen beantworten, mit denen sich auch die anderen hier skizzierten Projekte aus bodenkundlicher, ökonomischer oder historischer Sicht beschäftigten: Sind die vom Menschen drainierten und landwirtschaftlich genutzten Moore tatsächlich sogenannte „Hotspots für Treibhausgas“, wie es Dr. Marc Lamers formuliert? Und sind naturbelassene Moore tatsächlich klimaneutral oder sogar klimapositiv?

864.000 Messungen pro Tag

Die Messstation im Schilfgürtel des Federseerieds soll zeigen, wie viel Treibhausgase im Tages- und Jahresverlauf hier entweichen. „Überall, wo Schilf wächst, steigt besonders viel Methan auf“, so Lamers. Denn „der Wasserspiegel liegt knapp über der Bodenoberfläche. Es ist also kaum Sauerstoff im Boden, dafür aber sehr viel organische Substanz.“

Die Klimagase werden durch Turbulenzwirbel von der Bodenoberfläche in die Atmosphäre transportiert. Die kurzlebigen Luftwirbel heißen „Eddies“, erfasst werden sie mit der „Eddy-Kovarianz-Methode“: Laserstrahlen tasten sich von der Messstation durch die wirbelnden Luftmassen. Methan-Moleküle beeinflussen die Strahlen so, dass

Repräsentative Erfassung der Emissionen klimarelevanter Gase aus Mooren Baden-Württembergs

Laufzeit: 6/2012 bis 12/2015

Institut für Bodenkunde und Standortlehre, Uni Hohenheim
Prof. Dr. Thilo Streck
thilo.streck@uni-hohenheim.de

Institut für Systematische Botanik und Ökologie, Universität Ulm

Geographisches Institut,
Universität Mainz

Die an dem Verbundprojekt beteiligten Forscher tauschen sich regelmäßig aus – wie hier über die Haubenmessungen im Pfrunger-Burgweiler Ried im Frühjahr 2014.

Bild: Universität Ulm



Rückschlüsse auf die Konzentration möglich sind. 36.000 Mal pro Stunde, 864.000 Mal pro Tag registrieren die Sensoren die Methankonzentration sowie die Windgeschwindigkeit – und dies seit März 2013 zwei Jahre lang. Die Forscher errechnen für jede halbe Stunde die Gasemissionen und erhalten ziemlich genaue Tages- und Saisonbilanzen. „Wir sehen, welche Umweltbedingungen die Emissionswerte in die Höhe treiben, zum Beispiel die Temperatur oder der Wasserstand“, erläutert Lamers. Auch die Validierung dieser neuartigen Messmethode gehört zum Forschungsauftrag. Anfangs wurden bis zur Hälfte der Daten aussortiert, weil sie den Qualitätskriterien nicht standhielten. Berechnungen ergaben, dass 70 Prozent der gemessenen Turbulenzwirbel aus einem 100-Meter-Radius um die Messstation stammen, 90 Prozent aus einem 150-Meter-Radius. Die Daten sind damit repräsentativ für den Schilfstandort.

CO₂-Senke und Methan-Quelle

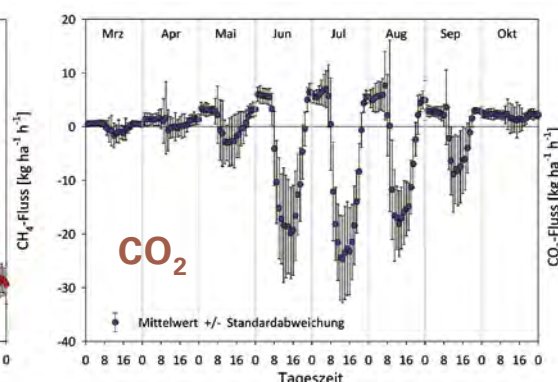
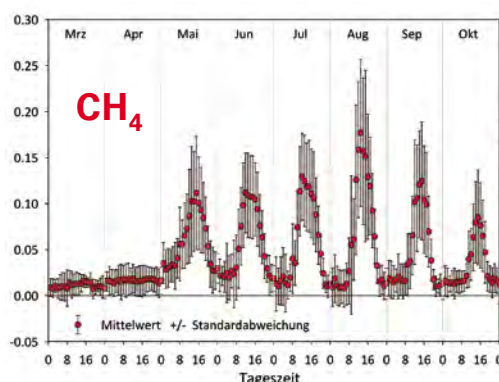
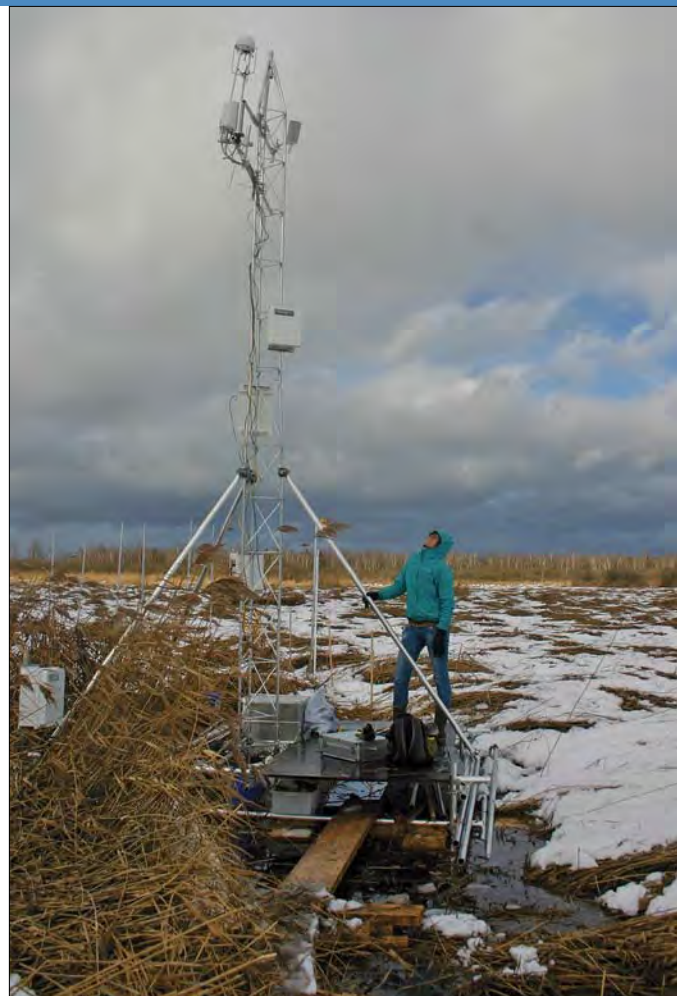
„Wir haben schon bei der Auswertung des Messzeitraums März bis Oktober 2013 eine ausgeprägte saisonale Dynamik festgestellt – bei den Kohlendioxid- und den Methanflüssen“, fasst Professor Thilo Streck zusammen. Die wichtigste Erkenntnis: Mit einem sogenannten Nettoökosystemaustausch von minus 48 Tonnen CO₂ pro Hektar und Monat stellt der Messstandort eine deutliche CO₂-Senke dar. Dabei liegen die Austauschraten im Frühjahr und Herbst deutlich unter denen der Sommermonate. Im Sommer ist zudem die Tagesdynamik sehr ausgeprägt. Um die Mittagszeit wurden im Juli negative Raten von maximal 24 Kilogramm pro Hektar und Stunde gemessen. Beim Methan (CH₄) liegen

die Werte im Plus, der Schilfgürtel stellt also eine Emissionsquelle dar. Die gemessene Jahresmenge beträgt insgesamt 310 Kilogramm pro Hektar, die Spitzen liegen ebenfalls im Hochsommer.

Die Summe beider Gase macht den Standort zu einer deutlichen Kohlenstoffsenke. Trotz der starken Gewichtung von Methan wegen dessen großen THG-Potenzials ergibt sich insgesamt eine leicht positive Gesamtbilanz. „Positiv“ bedeutet in diesem Fall laut Professor Streck: „Der Standort ist als leicht klimafreundlich einzustufen.“ Er ist selbst gespannt, ob das Jahr 2014 dieses Zwischenergebnis bestätigt.

Unter der Haube

Der Moorkomplex des badischen Oberrheingebiets bei Graben-Neudorf im Landkreis Karlsruhe ist stark anthropogen geprägt. Ent-



Im unberührten Schilfgürtel des Federsees werden seit Anfang 2013 von der Eddy-Kovarianz-Messstation zwei Jahre lang täglich 864.000 Messungen der Methan- und Kohlendioxidabgabe durchgeführt. Jahres- und Tagesverlauf der hier gemessenen Methan- und CO₂-Werte zeigen, dass die Methanfreisetzung und die CO₂-Aufnahme in den Mittagsstunden der Sommermonate am höchsten sind.

Bilder: Universität Hohenheim

wässerung, Grünlandwirtschaft und Ackerbau haben zur Degradierung der Moore geführt. Heute überwiegen neben vererdeten Niedermoo ren vor allem Anmoore und Anmoorgleye. Drei Viertel der Moorfläche sind heute als Folge einer Wiesenwässerung von mineralischen Schichten bedeckt.

Professorin Sabine Fiedler vom Geographischen Institut der Universität Mainz erläutert die Messmethode, die sich von der am Federsee





Aus diesen Hauben werden im Untersuchungsgebiet am Oberrhein und im Pfrunger-Burgweiler Ried Gasproben entnommen. Sie können bei höherer Vegetation bis zwei Meter hoch aufgestellt werden.



Neben den aufsteigenden Gasen interessiert die Forscher auch, wie es unter der Erdoberfläche aussieht. Dafür werden Bohrkernentnommen und analysiert. *Bilder: Universität Mainz*



unterscheidet: „Wir untersuchen die Gasflüsse zwischen Pedosphäre und Atmosphäre mit Hilfe stationärer Haubenmessungen.“ Mittels lichtundurchlässiger Hauben wird die Ökosystematmung bestimmt, also die Bodenatmung sowie die Dunkelatmung der Pflanzen. Die Messungen mit Hilfe von transparenten Hauben erfassen den kompletten Nettoökosystemaustausch inklusive der Lichtatmung der Pflanzen. Dieser parallele Ansatz ermöglicht es, neben dem Netto-CO₂-Gasaustausch auch die Bruttopräprimärproduktion – also den Kohlenstoffeinbau in die Biomasse – der jeweiligen Standorte zu ermitteln.

Die Messungen starteten 2012, teilweise konnten ältere Vergleichsdaten hinzugezogen werden. Erste Ergebnisse unterstreichen den großen Einfluss von Landnutzung und Bodentyp auf die Emissionen der Treibhausgase Kohlendioxid, Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O). Es scheint sich zu bestätigen, dass die entwässerten Moorflächen ein hohes Treibhausgaspotenzial aufweisen. Als stärkste Gasquelle erwiesen sich bisher die Messstandorte „Niedermoor-Grünland“ und „Anmoor-Acker“.

Seit Januar 2014 werden zusätzlich Eddy-Kovarianz-Analysen durchgeführt. Ein Standort mit Ackernutzung auf Niedermoor erwies sich mit seinen homogenen Bedingungen für diese Methode als geeignet: Das Relief ist eben, und es wird großflächig Mais angebaut.

Methan und Lachgas

Auch am Pfrunger-Burgweiler Ried bei Pfullendorf kommen die rechteckigen Hauben zum Einsatz. Hier führt ein Team des Instituts für Systematische Botanik und Ökologie der Universität Ulm die Messungen in einem zweiwöchigen Rhythmus durch. Die Standorte folgen einem Nutzungsgradienten von intensiv

genutztem Acker- und Grünland über extensiv genutzte Wiesen und Weiden bis zu wiedervernässtem Niedermoor.

Vegetations- und Bodenproben dienen der Bestimmung der in Boden, Wurzeln und Blättern enthaltenen Biomasse. Während auf einem Maisacker die oberirdische Biomasse gegenüber der unterirdischen weit überwiegt, kehren sich die Verhältnisse auf den wiedervernässten Standorten um.

Die bisherigen Messungen zeigten: Methan erreicht bei hohem Grundwasserstand und steigenden Bodentemperaturen sein Maximum, also im späten Frühjahr. Dagegen treten die höchsten Lachgasemissionen bei hohen Bodentemperaturen und abnehmendem Grundwasser auf. Professor Marian Kazda vermutet, dass auch hohe Nitratkonzentrationen im einströmenden Grundwasser Einfluss auf die klimawirksamen Emissionen haben. Analysen des Grund- und Bodenwassers sollen diese Annahme überprüfen.

Kyoto im Blick

Seit Monaten laufen nun die Messungen in Oberschwaben und am Oberrhein. Lasersensoren ertasten Luftwirbel, Hauben füllen sich mit Methan – und Wissenschaftler durchstreifen bei Wind und Wetter Altrheinarme und Schilfdickicht, um der Klimawirksamkeit der Moore Baden-Württembergs auf die Spur zu kommen.

Die Forscher sind dabei nicht zuletzt im globalen Auftrag unterwegs, denn mit den repräsentativen Messungen in den drei Untersuchungsräumen erfüllen sie eine Vorgabe des Kyoto-Protokolls. In diesem haben sich die Unterzeichnerstaaten verpflichtet, jährlich Bericht darüber abzulegen, wie viel Treibhausgas sie emittieren – und was sie dagegen zu tun gedenken.

Stefan Kriz

Stechmücken auf Weltreise

Untersuchungen zur Ausbreitung und Bekämpfung japanischer Buschmoskitos

Mit zunehmender Globalisierung wird nicht nur der Weg für immer mehr Handelsgüter frei, auch exotische Tiere finden auf dem Handelsweg nach Baden-Württemberg oder werden von Touristen eingeschleppt. Das Problem dabei: Sie bringen Erreger von Krankheiten mit, die es vorher hier nicht gab.

Brutstätte der Schnakenplage am Oberrhein

Bild: M. Manske

Im Jahre 2008 wurde in Südwestdeutschland zum ersten Mal der japanische Buschmoskito *Ochlerotatus japonicus* nachgewiesen. Seit her taucht er an immer mehr Standorten im Ländle auf – vom Laien unbemerkt, weil dieser ihn kaum von einer einheimischen Stechmücke unterscheiden kann. Das Problem dabei: Der asiatische Verwandte ist ein potenzieller Überträger unter anderen von Dengue-Viren oder West-Nil-Viren. Durch klimatische Veränderungen können sich künftig noch bessere Bedingungen für diese Insekten einstellen. Daher wurde im Rahmen des Programms KLIMOPASS – Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg – eine Studie über die Einschleppung und Ausbreitung sowie über Möglichkeiten zur Bekämpfung dieser Stechmücke in Auftrag gegeben:

Die in Speyer ansässige Gesellschaft zur Förderung der Stechmückenbekämpfung unter der Federführung von Professor Norbert Becker stützte sich dabei auf Voruntersuchungen, die die Kommunale Aktionsgemeinschaft zur Bekämpfung der Schnakenplage e.V.

von 2009 bis 2011 am Oberrhein erbracht hatte.

Um herauszufinden, wie weit sich der Neuankömmling schon verbreitet hatte, teilten die Wissenschaftler die Fläche Baden-Württembergs in 260 Rasterfelder. Da Stechmücken aufgrund der vielen Wasserstellen bevorzugt auf Friedhöfen auftreten, wurde pro Raster mindestens ein Friedhof bestimmt, um dort 30 oder mehr mit Wasser gefüllte Gefäße zu untersuchen. Eventuell vorhandene Eier bzw. Larvenstadien wurden im Labor aufgezogen und nach dem Schlupf bestimmt. Im Jahr 2012 fanden sich in 112 von 295 untersuchten Friedhöfen (38 Prozent) Larven des japanischen Buschmoskitos, was einer Verdoppelung des Verbreitungsgebiets im Vergleich zum Vorjahr (2011) entspricht. Hinsichtlich potenzieller Brutstätten ist er ja auch nicht wählerisch: Ursprünglich wahrscheinlich mit Reifen oder anderen Handelsgütern aus Asien importiert, legt er seine Eier in jeglichen stehenden Wasservorkommen wie die bereits erwähnten Grabvasen, aber auch in Regentonnen oder ausgehöhlten Baumstümpfen ab.

Aus der Fachliteratur war bekannt, dass im Gegensatz zu Glas- oder Plastikvasen in Grabvasen aus Kupfer nie Mückenlarven gefunden wurden. Daraus folgerten die Forscher, dass Kupfer, das im Weinbau seit über hundert Jahren effektiv zur Pilzbekämpfung eingesetzt wird, auch auf Kleinstlebewesen wie Mückenlarven tödlich wirkt. Das Forschungsprojekt sollte daher auch klären, in welcher Form und Dosis dieses für den Menschen unschädliche Metall eingesetzt werden kann. Das Prinzip der Laborversuche war dabei immer gleich: Gefäße derselben Größe aber aus unterschiedlichen Materialien (Kupfer, Glas, Kunststoff etc.) wurden mit

PROJEKT

Untersuchung der Einschleppung, Ausbreitung und Bekämpfung des Japanischen Buschmoskitos

Laufzeit: 6/2012 bis 11/2013

Gesellschaft zur Förderung der Stechmückenbekämpfung e.V., Speyer
Dr. Norbert Becker, Dr. Björn Pluskota, Dr. Thin Thin Oo und Katrin Huber
sekretariat@kabs-gfs.de
www.kabsev.de

Sobald das Weibchen Frischblut getankt hat, ist es paarungsbereit.

Bild: KABS e.V.





Adulter Buschmoskito
Bild: KABS e.V.



Im Labor gezüchtete Larve des Buschmoskitos.
Bild: S. Eilmus, LNV Leverkusen

derselben Menge Leitungswasser befüllt, in welches dieselbe Anzahl Mückenlarven eingesetzt wurde. Gefüttert wurden diese mit Fischfutter. Nach vorgegebenen Intervallen zählten die Wissenschaftler, wie viele Larven nach welcher Zeitspanne eingegangen waren. In weiteren Experimenten prüften sie auch Konstellationen mit kupferhaltigen Ein- oder Fünf-Cent-Münzen, mit Kupferrohren und auch mit Kupferspray. Die Ergebnisse könnten nicht eindeutig sein: Schon bei einer sehr geringen Kupferionenkonzentration von weniger als 0,5 ppb, die auch mit kupferhaltigen Ein-Cent-Münzen auf 3/4 Liter Wasser erreicht wird, waren nach zwei Wochen alle Mückenlarven abgestorben, während in den kupferfreien Kontrollgefäßen nur eine sehr geringe Sterblichkeitsrate herrschte.

Bekämpfungskonzept

Jetzt galt es herauszufinden, welche Biotoypen und Brutstätten die japanische Stechmücke bevorzugt und welche klimatischen und landschaftlichen Bedingungen zu ihrer Verbreitung beitragen. Für die Feldversuche wurden im Großraum Stuttgart sechs in Waldnähe gelegene Gemeinden mit möglichst gleichen Rahmenbedingungen ausgewählt: In jeder Gemeinde wurden an denselben Standorten (Siedlung, Siedlungsrand, Friedhof, Waldrand, Wald) in gleichem Abstand zuein-

ander in gerader Linie fünf Eiablagestellen aufgestellt. Über das Jahr hinweg zählte das Team alle drei bis vier Wochen die abgelegten Eier auf der Außen- und der Innenwand des Blumentopfes. Es bestätigte sich, dass der japanische Buschmoskito, bedingt durch die vielen Wasserstellen, vorwiegend auf Friedhöfen vorkommt, gefolgt vom Wald- und Siedlungsrand, dem Wald und am seltensten im unmittelbaren Siedlungsbereich.

Große Behälter wie die Wasserbecken auf Friedhöfen oder Regenfässer ziehen den Buschmoskito zur Eiablage geradezu magisch an. Zu seiner Bekämpfung in Wohngebieten eignen sich daher vor allem einfache Maßnahmen wie das Abdecken von Regentonnen, das regelmäßige Ausleeren von Vogeltränken und sonstigen Wassersammelplätzen. Weiterhin können mit Klebefolie behandelte Eiablagefallen aufgestellt oder Insektizide ausgebracht werden.

Für Wasserbecken auf Friedhöfen empfiehlt sich der *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti), ein biologisches Bekämpfungsmittel, das nur für Stechmücken tödlich ist und bei Hochwasser in der Rheinebene schon seit Jahren mit Hubschraubern ausgebracht wird. Bti in Tablettenform könnte – von der Verwaltung kontrolliert und wohl dosiert – in die Wasserbecken gelegt werden, womit die wichtigsten Ei-

ablagestellen entschärft wären. Für Grabvasen bietet sich eine Bestückung mit Kupfermünzen an. Angesichts des geringen Vorkommens in Waldgebieten scheint es zu aufwendig, dort Bti zu sprühen. Allerdings könnte man bei an Siedlungen angrenzenden Waldflächen eine Vernebelung mit einem Bti-Wassergemisch in Betracht ziehen.

Krankheitsüberträger?

Ganz ausschließen lässt sich die Übertragung von Krankheiten durch den Buschmoskito nicht. Dafür muss eine Mücke allerdings einen Erkrankten im richtigen Stadium „erwischen“ und dann lange genug leben, damit sich der Erreger in ihr vermehren kann, bevor sie einen anderen Menschen sticht.

Vorgeschlagene Bekämpfungsmaßnahmen zielen hauptsächlich auf eine Verringerung der Populationsdichten im siedlungsnahen Bereich ab. Darüber hinaus laufen Experimente mit genetisch manipulierten und daher zeugungsunfähigen männlichen Tieren. Ob es einmal zu deren Einsatz kommt, steht noch in den Sternen. Aufgrund der Ergebnisse des vorliegenden Forschungsprojektes besteht jedoch berechtigter Grund zur Annahme, dass man den japanischen Buschmoskito auch mit bereits bekannten, ungiftigen Methoden in Schach halten kann und kein Grund zur Panik besteht.

Mechthild Fendrich



Elektroschrott besser verwerten

Recyclinggerechte Produktkonzeption von Elektro- und Elektronikgeräten

Rasierer, Küchenmaschine, Akkuschauber und Co. sind so herzustellen, dass die Wiederverwendung und die stoffliche Verwertung gefördert werden. So steht es zumindest im Elektro- und Elektronikgesetz. Und wie sieht es damit in der Praxis aus?

Jeder Hersteller von Elektro- oder Elektronikgeräten muss finanziell anteilig für die Behandlung, Verwertung und Beseitigung von angelieferten Altgeräten aufkommen. Auf den Verwertungsprozess an sich hat er aber kaum Einfluss, weil die Geräte bislang in einem kollektiven Gemisch zu den Sammelstellen gebracht werden. Dort konzentriert man sich vorwiegend auf die stoffliche Verwertung von Massenmaterialien. Um Wertstoffe, die in geringen Konzentrationen in den Altgeräten enthalten sind, unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten zurückzugewinnen, fehlen derzeit noch vielfach die Techniken.

Ziel des hier vorgestellten Forschungsprojektes war es, aufzuzeigen, welche schon im Planungsstadium eines Gerätes getroffenen Maßnahmen eine erfolgreiche Wiederverwertung aller Einzelteile ermöglichen. Das Team der Cyclos GmbH in Osnabrück um Sabine Bartnik erarbeitete einen Kriterienkatalog, mit dem sich auf einen Blick feststellen lässt, ob ein Elektro(nik)gerät leicht zerlegbar ist.

Darüber hinaus sollte eine Art Notenskala erstellt werden, die eine schnelle Beurteilung der untersuchten Geräte hinsichtlich ihrer Wiederverwertbarkeit erlaubt.

Das entwickelte Bewertungssystem wurde an vier Gerätearten getestet: Rasierapparate, Smartphones, LCD-Computermonitore und Akku-Schauber. Alle Gerätearten werden bei einem Defekt schnell durch ein Neuprodukt ersetzt. Für jede Gerätegruppe wurde neu festgelegt, wann die oben erwähnten Einzelkriterien komplett erfüllt sind oder nur teilweise beziehungsweise in Abstufungen zutreffen.

Rechtliche und technische Anforderungen

Außerdem spielte bei der Beurteilung eine Rolle, wie weit sich der Hersteller an die rechtlichen Vorgaben hält. Diese waren jedoch zu Beginn der Untersuchungen zum Teil noch interpretationsoffen formuliert. Bei Altbatterien und -akkumulatoren war nicht eindeutig klargestellt, ob die Geräte so konzipiert sein müssen, dass die Ener-

gielieferanten problemlos zu entnehmen und auszutauschen sind. Dann würde auch ein Laie in der Lage sein, bei Bedarf für entsprechenden Ersatz zu sorgen. Hierzu erfolgte inzwischen auf EU-Ebene jedoch eine Klarstellung. Es genügt, wenn ein unabhängiger Fachmann Entnahme und Austausch vornehmen kann. Den Umstand, dass dies nicht auch einem Laien möglich sein muss, kritisiert das Umweltministerium.

Auf der technischen Seite gibt es die meisten Punkte im Bereich Baustruktur und Verbindungstechnik, das heißt, je einfacher das Gerät auseinanderzunehmen ist, desto besser, und das gleiche gilt, je mehr Bauteile wieder dem Wertstoffkreislauf zugeführt werden.

Volle Punktzahl erhält ein Gerät, wenn es sowohl bezüglich der rechtlichen als auch der technischen Anforderungen „die jeweils qualitativ beste Umsetzung der Einzelkriterien aller Produktbeispiele in sich vereint“. Entsprechende Mindestanforderungen stellen klar, wann die Vorgaben gerade noch als erreicht gelten.

PROJEKT

Recyclinggerechte Produktkonzeption von Elektro- und Elektronikgeräten

Laufzeit: 12/2012 bis 10/2013

Cyclos GmbH, Osnabrück
Sabine Bartnik
Sabine.Bartnik@cyclos.de
www.cyclos.de

Bild: Haufwerk



Die im Folgenden präsentierten Ergebnisse beziehen sich auf die bei der Untersuchung vorliegenden Geräte ungeachtet etwaiger Folgemodelle. Fast alle Rasierapparate konnten bei den rechtlichen Anforderungen die volle Punktzahl verbuchen, und bei den technischen Anforderungen liegt das Gros bei über 75 Prozent. Allerdings kann bei drei Rasierern der Akku nur mit Zusatzwerkzeug entnommen werden. Was die Produktkonzeption betrifft, erfüllen auch die LCD-Computermonitore die rechtlichen Vorgaben problemlos. Zwei der Monitore fallen bei der Umsetzung der technischen Anforderungen jedoch

war und damit das Gesamtgerät zerstört wurde. Die besten Ergebnisse konnten die Akkuschauber erzielen: Nach rechtlichen Bewertungsmaßstäben erzielten alle die volle Punktzahl und auch auf technischer Seite schnitten alle gut bis sehr gut ab. Lediglich bei einem bedurfte es eines Spezialwerkzeugs zur Entnahme des Akkus.

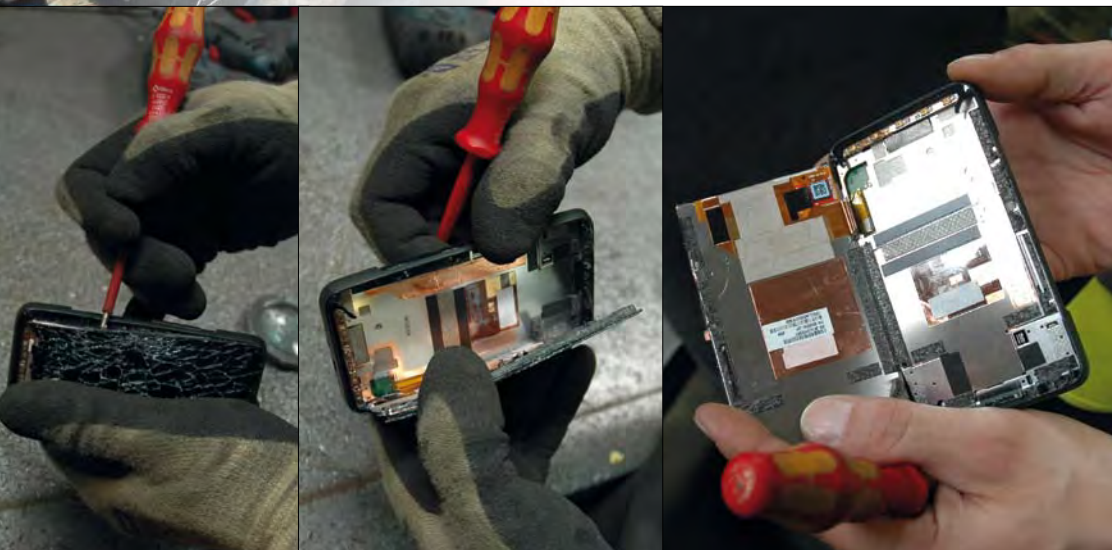
Wunsch und Wirklichkeit

Auf die Umsetzung der laut Studie recyclinggerechten Produktkonzeption angesprochen, waren die Zerlegefachkräfte einhellig der Meinung, dass besonders bei der Wiederverwendbarkeit der Geräte sowie

bindungselemente wie Clips und Schrauben verwendet, was die manuelle Demontage und Sortierung kompliziert mache. Der Einguss von Leiterplatten in Gehäusen und die Verwendung von Klebeverbindungen erschwerten den Ausbau wiederverwendbarer Teile. LCD-Monitore beispielsweise enthielten oft quecksilberhaltige Leuchten, was von außen nicht erkennbar sei. Beim derzeitigen Sammelsystem gingen diese oft zu Bruch. Eine bessere Kennzeichnung aller mit Schadstoffen hergestellten Produkte sei daher unabdingbar, nicht zuletzt, um potenzielle Gesundheitsschäden zu vermeiden.

Ergebnisse

Im Rahmen der hier vorgestellten Studie wurde ein Kriterienkatalog entwickelt, der unter anderem Schwachstellen identifiziert. Mit diesen Daten lassen sich die Hersteller kontaktieren, um sie zu möglichen Verbesserungen zu bewegen. Weiterhin könnten die nationalen Gesetzgeber über das Elektro(nik)-Gesetz eindeutigere Vorgaben machen, wie zu produzieren ist. Ganz wichtig sind hier recyclinggerechte Designmaßnahmen für Anlagenteile, die Kleinstmengen mitunter sehr werthaltiger Materialien wie Halb- und Edelmetalle oder Seltene Erden enthalten. Außerdem: Hätte der Verbraucher Informationen über die Recycling-Eignung der Elektro(nik)geräte, könnte er mit seiner Kaufentscheidung einiges bewirken. Leicht zu reparierende Geräte kämen nicht zuletzt auch seinem Portemonnaie zugute. *Mechthild Fendrich*



Abhebeln des geklickten und zusätzlich verklebten Touchscreens (links), dabei wird die Touchscreen-Einheit beschädigt; Ablösen des Touchscreens (Mitte); Klebeverbindungen zwischen Touchscreen und verbleibendem Elektronikträger (rechts)
Bilder: Cyclos GmbH

mit gerade mal 61 oder 62 Prozent deutlich aus dem Rahmen. Alle Smartphones schneiden bei den gesetzlichen Vorgaben gut bis sehr gut ab. Technisch gesehen sind von den 14 untersuchten Smartphones zehn einfach bis problemlos auseinanderzubauen, vier weniger gut. Bei zwei Smartphones ließ sich der Akku nur mit Hilfe eines Spezialwerkzeugs lösen. Eines fiel durch, weil das Zerlegen in Einzelteile nicht möglich

beim Ausbau von Kleinteilen noch großer Verbesserungsbedarf bestehe. Mit der Tendenz zum immer kompakteren Aufbau von Kleingeräten verschlechtere sich gar die Recyclinggerechtigkeit. Die Zunahme von Lithium-Ionen-Akkus, die Brände auslösen können, erfordere eine deutliche Kennzeichnung und einfache Entnahme. Außerdem würden noch immer zu viele unterschiedliche Werkstoffe und Ver-

Locker ist besser

Monitoring unterschiedlicher Rekultivierungsschichten auf Deponien

Sickerwasser aus Deponien kann das Grundwasser gefährden. Im Rahmen eines Forschungsprojekts haben Wissenschaftler und Praktiker über einen langen Beobachtungszeitraum hinweg Erkenntnisse gewonnen, wie man die Versickerung von Regenwasser in Deponien reduzieren kann.

Um die Auswaschung gefährlicher Stoffe zu minimieren, werden Deponien mit Oberflächenabdichtungen versehen, die über möglichst lange Zeiträume die Sickerung von Regenwasser in den Deponiekörper verhindern sollen. Ob und wie auch die Rekultivierungsschicht, die das Dichtungssystem nach oben abschließt, zur Verringerung der Sickerwassermenge beitragen kann, versuchen Wissenschaftler der Universität Freiburg, unterstützt von Leuten aus der Praxis, auf der Deponie Leonberg herauszufinden.

Bereits im Jahr 2000 hat das Team um Prof. Werner Konold und Dr. Peter Wattendorf dort zwei Versuchsflächen eingerichtet. Sie sind in die Deponieoberfläche integriert und entsprechen den damals und heute geltenden Vorschriften: Über einer mineralischen Dichtung aus Ton und Lehm liegen eine Dichtungsbahn aus Kunststoff, eine Entwässerungsschicht und darauf eine etwa zwei Meter mächtige Rekultivierungsschicht aus Lösslehm. Der

Boden wurde in einem Versuchsfeld auf klassische Weise verdichtet eingebaut. Das zweite Feld unterscheidet sich vom ersten nur insofern, dass die Praktiker hier den Lössboden nicht stark verdichtet, sondern mit einer vergleichsweise leichten Raupe so locker wie möglich aufgebracht haben. Anschließend hat man beide Flächen mit Pappeln bepflanzt.

Vollautomatische Erfassung

Der eigentliche Clou der beiden Deponie-Ausschnitte liegt unter der Oberfläche: Durch rundum hochgezogene Dichtungsbahnen entstanden zwei jeweils 360 Quadratmeter große „Wannen“, an deren tiefstem Punkt das Wasser in einer Einrichtung gesammelt wird. Diese sogenannten Lysimeter sind mit einer ganzen Reihe vollautomatischer Messeinrichtungen ausgerüstet. Alle zehn Minuten wird die Menge des gesammelten Wassers registriert. Sonden in 25, 50, 85 und 135 Zentimetern Tiefe geben

Auskunft über die Wassersättigung des Bodens in der Deponieabdeckung. Im Feld mit dem verdichteten Boden ergänzen zehn zusätzliche Sonden in unterschiedlich stark verdichteten Schichten diese Messwerte. In unmittelbarer Nähe der Versuchsanlage wurde zudem eine Wetterstation aufgebaut.

Diese Messinstrumente geben seit nunmehr über zehn Jahren ein sehr genaues Bild davon wieder, was unter der Bodenoberfläche geschieht.

Mit diesen steten Daten wollen die Wissenschaftler herausfinden, wie man das System der Deponieabdichtung durch die Rekultivierungsschicht und die Pflanzendecke darüber gestalten muss, damit dieses möglichst viel vom Niederschlag speichert und wieder verdunstet, also die Sickerwassermenge so gering wie möglich hält.

Nur eine lange, weitgehend vollständige Datenreihe vom Beginn der Rekultivierung mit der Baumpflanzung bis zum ausgebildeten Waldbestand kann letztlich die

Untersuchung eines Bodenprofils in der Rekultivierungsschicht
Bild: T. Wolf

PROJEKT

Langzeituntersuchungen von Boden, Vegetation und Wasserhaushalt von Deponie-Rekultivierungsschichten

Laufzeit: 9/2006 bis 12/2014

Universität Freiburg,
Professur für Landespflege
Dr. Peter Wattendorf
peter.wattendorf@landespflege.uni-freiburg.de
Dr. Otto Ehrmann
otto.ehrmann@gmx.de
www.landespflege-freiburg.de



Gering verdichteter Bodenauftrag auf die Dichtungsfolie Bild: O. Ehrmann



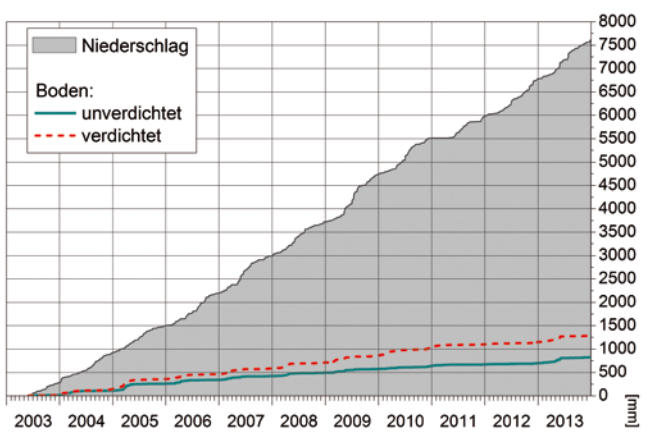
Luftbild: AWB Böblingen/E. Hehl

U steht für unverdichtet, K für konventionell, also verdichteten Einbau. Schnell wachsende Pappeln haben während des langen Untersuchungszeitraums die Verdunstungsfläche deutlich erhöht.



Bild: O. Ehrmann

Niederschlagssumme und Absickerungsmengen im Vergleich



Entscheidungsgrundlagen für eine Auswahl zwischen den Verfahren absichern.

Schon bald nach der Einrichtung der Flächen zeigten sich Unterschiede, die auch mit dem bloßen Auge erkennbar waren. So gediehen die Bäume auf dem Teilstück ohne gezielte Verdichtung bedeutend besser als auf der verdichteten Fläche. Ein Jahr nach der Pflanzung waren zudem im verdichteten Bereich 17 von 54 Zitterpappeln eingegangen, im unverdichteten waren nur fünf Bäume abgängig. Und obwohl die Lücken stets mit schnell wachsenden Baumarten aufgefüllt wurden, entwickelte sich auch die Überdeckung der Flächen durch die Bäume weiterhin unterschiedlich: Immer schien dabei die unverdichtete Fläche deutlich bessere Bedingungen zu bieten als der verdichtete Bereich.

Mehr Würmer, mehr Wurzeln, weniger Sickerwasser

In der Wurzelzone der Pflanzen setzen sich die Unterschiede fort: Von der zwei Zentimeter starken Kompostauflage, die die Wissenschaftler 2002 aufgebracht hatten, war bereits 2007 auf beiden Flächen nichts mehr zu sehen. Regenwürmer und andere Mikroorganismen haben diese ebenso wie die von den Bäumen fallenden Blätter mit mineralischem Boden vermischt, mineralisiert oder in Humus umgewandelt. Innerhalb von zehn Jahren hat sich dadurch – der unverdichtete Boden war bei allen Entwicklungen etwas voraus – ein bis zu zehn Zentimeter starker humoser Oberboden gebildet. Tatsächlich spielen Regenwürmer im neu aufgeschütteten Deponieboden eine große Rolle, wie die Wissenschaftler zeigen können. Um die Bodenentwicklung voranzubringen, wurden 2002 mit Versuchsbeginn in beiden Parzellen

Regenwürmer eingebracht. Mit Hilfe der typischen Häufchen, aber auch durch Fangen der Tiere können die Arten bestimmt und die Biomasse pro Quadratmeter berechnet werden. Insgesamt entwickelte sich die Population zunächst im nicht verdichteten Feld besonders gut. Schon im Jahr 2008 fanden sich im unverdichteten Versuchsfeld etwa doppelt so viele Spuren von tiefgrabenden Regenwürmern wie im verdichteten Feld. Regenwürmer sind jedoch auch von der Witterung abhängig, weshalb im anfangs sehr trockenen Jahr 2011, die Population sehr stark zurückging, auch als Folge eines Pflanzenbestandes, der sehr viel Wasser verbraucht. Die von den Würmern geschaffenen Röhren sind jedoch gute Zugangspforten für Pflanzenwurzeln, die zudem – anders als Risse, die zum Beispiel durch Trockenheit entstehen können – nicht bei jedem Regenguss wieder zusammenfallen.

Analysen der Durchwurzelung der Böden zeigen, dass die Wurzeln in den ersten Jahren das weniger verdichtete Substrat viel besser erschließen konnten, als das verdichtete. Allerdings bleibt dieser Vorsprung über die Jahre nur im Unterboden ab einer Tiefe von 75 Zentimetern bestehen. In dieser Bodenschicht ist der Eindringwiderstand in der unverdichteten Variante geringer, als Folge davon ist die Durchwurzelung höher, die Porenverteilung ausgeglichener und somit die Wasserversorgung der Bäume auch im Sommer noch weitgehend gesichert. Dies spiegelt sich bis zum heutigen Tag in höheren Zuwachsraten der Bäume wider.

Und das hat wiederum ganz offensichtliche Folgen für die eigentliche Zielgröße, die Wasserversickerung: Aus dem Feld mit den verdichteten Schichten versicker-



Umfangreiche Ausrüstung für die Analyse vor Ort
Bilder: P. Wattendorf

ten zwischen den Jahren 2003 und 2012 im Schnitt etwa 17 Prozent des Gesamtniederschlags. In der unverdichteten Parzelle waren es im gleichen Zeitraum aber nur rund 10,5 Prozent, also ein Drittel weniger.

Schnelle Implementierung

Allein dieses Ergebnis, aber auch die positive Pflanzenentwicklung, stellen die bisherige Praxis infrage, den Boden mit Maschinen gezielt zu verdichten. Wo immer möglich, sollte man stattdessen die Verdich-

tung vermeiden. Und genau das wird mittlerweile auch getan. Insbesondere durch das Leonberger Projekt wurde ein Umdenken eingeleitet: mit der Folge, dass inzwischen Richtwerte verändert und Regelwerke umgeschrieben werden. Schneller kann die Übertragung von Forschungsergebnissen in die Praxis kaum vonstattengehen. Dies konnte nur gelingen, weil die an der Projektplanung beteiligten Institutionen stets die Umsetzbarkeit der Forschungsergebnisse im

Fokus hatten. In diesem Sinne haben die Freiburger Wissenschaftler von Anfang an Praktiker aus dem Abfallwirtschaftsbetrieb des Landkreises Böblingen und von einem Deponietechnik-Unternehmen einbezogen. Darüber hinaus haben sie ihre Erkenntnisse kontinuierlich zur Beratung einschlägiger Fachgruppen und bei Vorträgen vor interessiertem Publikum eingesetzt. Gewürdigt wurde dieses außerordentliche Engagement quasi durch Gesetzeskraft. *Iris Lehmann*

Das Ziel ist der Weg

Nachhaltige Kommunalentwicklung: Gemeinsam in die Zukunft gehen

Das Umweltministerium und seine Projektpartner wollen klären, was Kommunen auf dem Weg zur nachhaltigen Entwicklung gemeinsam mit ihrer Bürgerschaft weiterbringt. Die Ergebnisse aus der Praxis: Gefragt sind vor allem Unterstützung in der Konzeption und Organisation von Prozessen und Projekten sowie Kompetenz in verschiedenen Formaten und Methoden der Beteiligung.

Nachhaltige Kommunalentwicklung gewinnt, wenn Politik und Verwaltung die Bürgerschaft zielbewusst und überzeugend einbinden. Die Erwartungen sind hoch: weniger Konflikte, robustere, nachhaltige Planungen, verbesserte kommunalpolitische Entscheidungen. Nicht zuletzt erwartet man durch das ernsthafte Einbinden der Bürgerschaft in die Vorbereitung kommunalpolitischer Entscheidungen, dass das Bewusstsein und die Mitverantwortung für

die kommunale Entwicklung ebenso wachsen wie die Identifikation mit der Kommune. Auch das Vertrauen in die kommunalen Institutionen soll sich besser entwickeln. Tatsächlich will eine wachsende Zahl von Städten und Gemeinden ihren individuellen Weg einer nachhaltigen Entwicklung verstärkt gemeinsam mit ihrer Bürgerschaft gehen und dabei deren Wissen und Fähigkeiten intensiver für die gemeinsame Sache nutzen. Viele Kommunen sind dazu an kompeten-

ter passgenauer Unterstützung interessiert, sei es aus den eigenen Reihen oder aus externer Beratung.

Portfolio, Profil, Rahmenbedingungen

Wenn eine angepasste und vor allem Erfolg versprechende Unterstützung vor diesem Hintergrund möglich sein soll: Was gehört dann in das Angebotsportfolio, damit eine solche Unterstützung für den individuellen Weg möglich ist? Was müssen qualifizierte Berater an

PROJEKT

Nachhaltige Kommunalentwicklung – gemeinsam auf dem Weg in die Zukunft

Projektstart: 2012

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Referat 24
Prof. Dr. Günther Turian
guenther.turian@um.bwl.de
<http://um.baden-wuerttemberg.de/de/umwelt/nachhaltigkeit-und-umweltbildung/nachhaltige-entwicklung/pilotprojekt-nachhaltige-kommunalentwicklung/>

Unterstützung anbieten können? Wie ist deren Profil? Und welche Rahmenbedingungen sind im Übrigen erforderlich, damit die angepassten Schritte auf dem Weg der Kommune auch bewusstseinsbildend und prozessstiftend für eine nachhaltige Entwicklung wirken können?

Das Pilotprojekt

Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg will diese wichtigen Fragen gemeinsam mit seinen Partnern klären. Mit im Boot sind die Netzwerke für Bürgerschaftliches Engagement des Städte-, Gemeinde- und Landkreistags Baden-Württemberg und das Zukunftsbüro Ludwigsburg beim Energetikom e. V.

Im Forschungsvorhaben „Nachhaltige Kommunalentwicklung – gemeinsam auf dem Weg in die Zukunft“ erproben Prozessarchitekten und Prozessbegleiter Unterstützungsangebote für Kommunen in der Praxis. Ziel ist, mit diesem Realexperiment Antworten auf die gestellten Fragen nach Portfolio, Profil und Rahmenbedingungen zu erhalten.

Die in der Regel bereits projekt- und moderationserfahrenen Berater wurden und werden dazu in Prozessmanagement, Projektorganisation und insbesondere in Partizipationsformaten und -methoden geschult. Die Projektpartner konzipieren und steuern das Vorhaben über einen Begleitkreis, gebildet aus dem Ministerium und den kommunalen Fachberatern der Netzwerke für Bürgerschaftliches Engagement sowie Mitarbeitern des Zukunftsbüros Ludwigsburg als Prozessarchitekten.

Alle Projektakteure tauschen sich über ihre Erfahrungen im Rahmen der Fortbildungen und in speziellen Veranstaltungen immer wieder aus. Das Institut für Kommunikationswissenschaft an der Universität Hohenheim hat die Aufgabe übernommen, die Ergebnisse aus dem Projekt auszuwerten und damit möglichst umfassende Antworten auf die Fragen zu gewinnen.

Erste Ergebnisse

Aktuell ist vor allem auf der kommunalen Ebene verfügbare Kompetenz zur passgenauen Unterstützung bei der Planung, Konzeption

und Organisation von Prozessen und speziell von Veränderungsprojekten gefragt. Dies umfasst zu Beginn die Beratung mit den örtlichen Verantwortlichen zur Auftragsklärung und erforderlichenfalls auch die Durchführung von Stakeholder-Workshops. Je nach den Gegebenheiten und Anforderungen sollten in das Portfolio von Unterstützungsangeboten darüber hinaus eine Projektumfeldanalyse und eine erfahrungsorientierte, trendorientierte oder visionsorientierte Themensammlung gehören – sowie die weiteren Schritte der Klärung, Modellierung und Projektrealisierung einschließlich Partizipation und Transfer.

Je nach örtlichen Anforderungen sollten die Berater für die Umsetzung dieser Schritte über Grundsatzzusammenhänge und möglichst Erfahrungen insbesondere in verschiedenen Partizipationsformaten und -methoden für Groß- und Kleingruppen verfügen. Hierzu gehören vor allem „Art of Hosting“, Zukunftskonferenz, „Real Time Strategic Change“ (RTSC-Konferenz), „Planning for Real“, Zukunftswerkstatt, „Open Space“, „World Café“, „Proaction Café“, „Dynamic Facilitation“, „Wisdom Council“ (BürgerInnenrat) und Projektcheck.

Wie geht es weiter?

Die Förderung des praktischen Teils des Pilotprojekts endet mit dem 31.12.2014. Den ersten Zwischenbericht aus der wissenschaftlichen Begleitung erwarten die Projektpartner zum Herbst 2014. Mit dem Abschlussbericht ist im Sommer 2015 zu rechnen. Die Ergebnisse sollen dann möglichst bald in die Kommunale Initiative Nachhaltigkeit (KIN) des Landes einfließen, die den Kommunen entsprechende Unterstützung bietet.

Günther Turian

Arbeitskreis bei einer Tagung zur Nachhaltigen Kommunalentwicklung
Bild: Umweltministerium



Starthilfe für Brennstoffzellenfahrzeuge

Innovationsprogramm Wasserstoffinfrastruktur (H₂BW) mit ersten Ergebnissen

Die Elektromobilität ist im Kommen. Doppelt innovativ sind E-Mobile, die ihren Strom aus Brennstoffzellen gewinnen. Diese werden mit Wasserstoff betankt, der meist vor Ort hergestellt und gespeichert wird. Um die entsprechende Infrastruktur voranzubringen, hat das Land Baden-Württemberg 2012 ein Innovationsprogramm aufgelegt. Erste Projekte sind abgeschlossen.



Die Vorteile von Brennstoffzellenfahrzeugen gegenüber Verbrennungsmotoren liegen auf der Hand: Der Energieträger Wasserstoff (H₂) ist frei von Kohlenstoff und verursacht damit keine lokalen Treibhausgasemissionen. Wird überdies der Wasserstoff regenerativ über Elektrolyse oder aus Biomasse erzeugt, ergibt sich eine noch bessere Umweltbilanz.

Doch auch gegenüber herkömmlichen E-Mobilen, bei denen ein Akku beladen wird, haben Brennstoffzellenfahrzeuge einen wesentlichen Vorteil: Sie punkten mit einer deutlich größeren Reichweite und längeren Tankintervallen als bei benzinbetriebenen Fahrzeugen.

Teufelskreis

Ohne ein Netz von Wasserstofftankstellen nützt dieser Vorteil jedoch wenig. Wenn also in den nächsten Jahren die ersten Brenn-

stoffzellenfahrzeuge auf den Markt kommen, wird ihr Erfolg entscheidend von der flächendeckenden Versorgung mit Wasserstoff abhängen.

Solange bei der H₂-Mobilität die Handbremse noch nicht gelöst ist, zeigt die Industrie jedoch wenig Bereitschaft, den Aufbau einer entsprechenden Infrastruktur alleine voranzutreiben. Um diesen Teufelskreis zu durchbrechen, hat das Land mit dem Innovationsprogramm Wasserstoffinfrastruktur im Jahr 2012 einen Anreiz geschaffen. Bis 2015 stehen vier Millionen Euro für Infrastrukturprojekte zur Verfügung.

Herstellung, Speicherung und Betankung

Die Zapfsäule ist das letzte Glied in der Wasserstoff-Infrastrukturkette. Zuvor muss Wasserstoff in reiner Form hergestellt und gespeichert

werden. Das Innovationsprogramm fördert Forschungs- und Entwicklungsprojekte, die die Sicherheit, Nutzerfreundlichkeit, Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit der Bereitstellung von Wasserstoff zum Ziel haben.

Auch Betreiber von Neuanlagen, Erweiterungen und Feldversuchen können auf Unterstützung hoffen – allerdings nur für Projekte, bei denen der Wasserstoff überwiegend regenerativ erzeugt wird. Außerdem müssen die Wasserstofftankstellen öffentlich zugänglich sein und bestimmte technische Standards erfüllen. Die wesentlichen Standards wurden im Rahmen der Clean Energy Partnership (CEP) bereits definiert.

Das Innovationsprogramm steht im Bereich der Brennstoffzellen- und Wasserstoff-Förderung nicht isoliert im Raum. Es ergänzt sich mit den entsprechenden Bundes- und

Die Freiburger Wasserstofftankstelle entspricht mit dem Kartenlese-Terminal (Bild rechts, hinten) jetzt den Standards der Clean Energy Partnership.
Bilder: Fraunhofer ISE

PROJEKTE

- H₂BW – Innovationsprogramm Wasserstoffinfrastruktur
Laufzeit: 2012 bis 2015
Projekträger Karlsruhe (PTKA) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Dr. Stefan Wigger
stefan.wigger@kit.edu
www.ptka.kit.edu
- Nachrüstung CEP-Ready-Konformität für Wasserstoffenergiekette Freiburg
Laufzeit: 8/2012 bis 8/2013
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)
Christopher Voglstätter
christopher.voglstaeetter@ise.fraunhofer.de
www.ise.fraunhofer.de
- Erweiterung der H₂-Tankstelle Stuttgart Talstraße zur Bustankstelle für den ÖPNV
Laufzeit: 9/2013 bis 12/2014
Netze BW GmbH
Alexander Thomas
a.thomas@netze-bw.de
www.netze-bw.de

EU-Förderprogrammen wie etwa „CEP“ und „H₂ Mobility“. Das Landesprogramm wird zudem in enger Abstimmung mit dem Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff (NIP) durchgeführt.

Aufrüstung einer Wasserstofftankstelle in Freiburg

Ein bereits abgeschlossenes Projekt, das vom Landes-Innovationsprogramm profitiert hat, betrifft den Umbau einer Wasserstofftankstelle gemäß den technischen Standards der Clean Energy Partnership. Die frei zugängliche Tankstelle auf dem Institutsgelände Fraunhofer ISE vereinigt die komplette Energiekette von der Stromerzeugung durch Photovoltaik, der Wasserstoffherzeu-

bestehen die Automobilhersteller auf einem Test der Tankstellen in puncto Sicherheit und Konformität mit den Normen. Die Beseitigung dieser Schwachstellen wird unter dem Begriff „CEP-Ready“ gebündelt – und so war die Erzielung des „CEP-Ready“-Status das Ziel des in Freiburg geförderten Projekts.

Im November 2012 hat Opel den CEP-Abnahmetest durchgeführt. Seitdem ist die Wasserstofftankstelle für alle in der CEP vertretenen Fahrzeughersteller freigegeben. Seit Dezember 2012 läuft das neue Verfügbarkeitssystem erfolgreich. Kunden erfahren damit per SMS oder über das Internet, ob die Tankstelle betriebsbereit ist und ausreichend Wasserstoff bereithält. Im Sommer

werden per Elektrolyse rund fünf Kilogramm Wasserstoff pro Stunde erzeugt und gespeichert. Zum Vergleich: Ein Pkw-Tank von Daimler fasst 3,72 Kilogramm, der Tank eines Autobusses fasst 20 Kilogramm Wasserstoff. An der Tankstelle wird auch getestet, wie die Elektrolyse mit einer intelligenten Stromnetzsteuerung gekoppelt werden kann. Gibt es beispielsweise bei starkem Wind ein Überangebot an Öko-Strom, kann der Überschuss für die Erzeugung von Wasserstoff genutzt werden.

Im nahe gelegenen Busdepot Gaisburg sah die Nahverkehrsgesellschaft SSB AG die Chance, Wasserstoffbusse zu stationieren – allerdings ohne eigene Tankmög-



Die Wasserstofftankstelle in der Stuttgarter Talstraße wird künftig von den Brennstoffzellen-Bussen der Nahverkehrsgesellschaft genutzt. Zur geförderten Infrastruktur zählt auch die separate Zapfsäule. Vor Ort finden auch die Wasserstoffherzeugung und -speicherung statt.

Bilder: EnBW AG

gung durch Wasserelektrolyse, der Kompression und Lagerung sowie der Abgabe an Fahrzeuge. Die Wasserstoff-Zapfsäulen sind ein wichtiger Anlaufpunkt im noch sehr weitmaschigen Tankstellennetz.

2012 stand nun ein ganzes Bündel notwendiger Weiterentwicklungen an: So galt es, die Information potenzieller Kunden über die Wasserstoff-Verfügbarkeit zu verbessern und die Einweisung der Kunden bei der Benutzung aktuellen Standards anzupassen. Und schließlich

2013 erfolgte schließlich die Installation des Kartenlese-Terminals. Damit war die Integration der Freiburger Wasserstofftankstelle ins Netz der CEP-Tankstellen abgeschlossen.

Umbau einer Wasserstofftankstelle in Stuttgart

Die Energie Baden-Württemberg AG (EnBW) hat mit der Netze BW GmbH im Rahmen der Industrieinitiative H₂ Mobility in der Stuttgarter Talstraße eine Wasserstofftankstelle für Pkw gebaut. Vor Ort

lichkeit. Es lag nahe, dafür die EnBW-Tankstelle zu nutzen. Diese ist damit bestmöglich ausgelastet, und auch die lokale Wasserstoffherzeugung wird forciert.

Das im Herbst 2013 angelaufene Projekt umfasst den Bau eines Bus-Tankplatzes mit eigener Zapfsäule. Außerdem gehören zur notwendigen Infrastruktur ein zusätzlicher Speicher sowie ein eigener Tankautomat. Seit Mitte 2014 ist die Tankstelle „Bus-fähig“.

Stefan Kriz

Einblicke in die Umweltforschung

BWPLUS

Mit dem Förderprogramm BWPLUS (Baden-Württemberg Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung) fördert das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Projekte der anwendungsorientierten Umweltforschung, die für Baden-Württemberg in besonderem Maße relevant sind.

ERDWÄRME

Projekt EWS-Tech: Weiterentwicklung der Erdwärmesonden-Technologie – 4 Teile

Einblick Siehe Seite 9f

Teil 1 Prüfkriterien für Erdwärmesondenverfüllbaustoffe sowie Handlungsempfehlungen zur qualitätsgesicherten Verfüllung von Erdwärmesonden

FKZ L7513004

Laufzeit 01.08.2013 bis 31.07.2015

Institution Solites, Steinbeis Innovation gGmbH

Leitung Mathieu Riegger
riegger@solites.de

Internet www.solites.de

Teil 2 Evaluierung der Systemdichtigkeit von Erdsonden und Bewertung relevanter Hinterfüllbaustoffe

FKZ L7513005

Laufzeit 01.08.2013 bis 31.07.2015

Institution Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Angewandte Geowissenschaften

Leitung Dr. Hagen Steger
Jun. Prof. Dr. Philipp Blum
hagen.steger@kit.edu

Internet www.agw.kit.edu

Teil 3 Entwicklung eines Prüfkonzepts für zementäre Verfüllmaterialien zum Einsatz im Bereich Geothermie

FKZ L7513006

Laufzeit 01.08.2013 bis 31.07.2015

Institution Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, MPA Karlsruhe

Leitung Prof. Dr. Harald S. Müller
sekretariat-bt@imb.kit.edu

Internet www.mpa.kit.edu

Teil 4 Evaluierung der Systemdichtigkeit von Erdsonden und Bewertung relevanter Hinterfüllbaustoffe

FKZ L7513007

Laufzeit 01.08.2013 bis 31.07.2015

Institution EIFER, Europäisches Institut für Energieforschung, Karlsruhe

Leitung Dr. Roman Zorn
zorn@eifer.uni-karlsruhe.de

Internet www.eifer.uni-karlsruhe.de

Projekt Nachhaltige Nutzung von Erdwärmesonden – 7 Teile

Einblick Das Verbundprojekt von Partnern im Landesforschungszentrum Geothermie (LFZG) hat zum Ziel, Beiträge zur Sicherstellung der Nachhaltigkeit bei der Nutzung von Erdwärmesonden zu leisten. Die Arbeiten fokussieren auf die beiden zentralen Aspekte der

PHEW

Mit dem Forschungsprogramm „Herausforderung Erdwärme“ will das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft den wirtschaftlich und ökologisch sinnvollen Ausbau der Nutzung der oberflächennahen Erdwärme in Baden-Württemberg voranbringen sowie vorhandene Hemmnisse beseitigen.

Nachhaltigkeit von Erdwärmesonden. Dies sind Prüfung, Nachweis und langfristige Sicherstellung der erforderlichen Einbauqualität und eine verbesserte Ermittlung des thermisch-energetischen Verhaltens.

Teil 1 Mobiler Sonden- und Hinterfüllprüfstand

FKZ L7513013

Laufzeit 16.12.2013 bis 31.12.2015

Institution Hochschule Biberach, Institut für Gebäude- und Energiesysteme

Leitung Prof. Dr.-Ing. Roland Koenigsdorff
koenigsdorff@fh-biberach.de

Internet www.hochschule-biberach.de

Teil 2 Integrative und detaillierte messtechnische Erfassung und Auswertung von Erdsondenprüfmethoden

FKZ L7513014

Laufzeit 16.12.2013 bis 31.12.2015

Institution EIFER, Europäisches Institut für Energieforschung, Karlsruhe

Leitung Dr. Roman Zorn
zorn@eifer.uni-karlsruhe.de

Internet www.eifer.uni-karlsruhe.de

Teil 3 Geophysikalische Messmethoden (Faseroptik)

FKZ L7513015

Laufzeit 16.12.2013 bis 31.12.2015

Institution Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Angewandte Geowissenschaften

Leitung Prof. Dr. Philipp Blum
philipp.blum@kit.edu

Internet www.agw.kit.edu/

Teil 4 Anwendung und Adaption von Erdwärmesonden an in situ gemessene Parameter in Auslegungsberechnungen sowie zugehörigen Berechnungs- und Simulationsprogrammen

FKZ L7513016

Laufzeit 16.12.2013 bis 31.12.2015

Institution Universität Stuttgart, Institut für Geotechnik

Leitung Prof. Dr.-Ing. Christian Moormann
Christian.moormann@igs.uni-stuttgart.de

Internet www.uni-stuttgart.de/igs

Teil 5 Definition des Nahbereichs von Erdwärmesonden

FKZ L7513017

Laufzeit 16.12.2013 bis 31.12.2015

Institution Universität Tübingen, Fachbereich Geowissenschaften

Leitung Prof. Dr. Peter Grathwohl
grathwohl@uni-tuebingen.de
www.geo.uni-tuebingen.de/

Teil 6 Geothermisches Wärme- und Kälte-Speicherpotenzial im urbanen Untergrund

FKZ L7513018

EINZELPROJEKT

Mit der Förderung von Einzelprojekten reagiert das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft kurzfristig auf akute Fragestellungen.

FKZ = Förderkennzeichen

Laufzeit 16.12.2013 bis 31.12.2015

Institution Steinbeis Innovation gGmbH, Solites – Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

Leitung Mathieu Riegger
riegger@solites.de

Internet www.steinbeis.de

Teil 7 Gekoppelte thermisch-mechanische Simulation von Erdwärmesonden

FKZ L7513019

Laufzeit 16.12.2013 bis 31.12.2015

Institution Universität Stuttgart, Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung

Leitung Dr. Jürgen Braun
jb@iws.uni-stuttgart.de

Internet www.iws.uni-stuttgart.de

Projekt Kombinierte Voruntersuchung für Tiefengeothermie-Labor – 4 Teile

Einblick Baden-Württemberg hat mit der Einrichtung des Landesforschungszentrums Geothermie (LFZG) am KIT und der Beteiligung von Partnerinstitutionen die Grundlagen für eine abgestimmte Forschung zur Geothermie in Baden-Württemberg geschaffen. 2013 bis 2015 wird dort die für Geothermie relevante Forschung in Baden-Württemberg in zentralen Bereichen vorangetrieben. Untersucht werden die seismische Mikrozonierung, die chemischen Effekte der hydraulischen Stimulation sowie das Spannungs- und Deformationsfeld vor Bruchvorgängen. Außerdem werden eine GIS-basierte Datenbank über bestehende Bergwerke, Schacht- und Stollenanlagen im Schwarzwald zum Aufbau eines Geothermie-Felslabors (GeoLaB) erstellt und ein Monitoring über die Polarisation seismischer Wellen an der Fallstudie Projekt Rittershoffen durchgeführt. Eine computergestützte Begleitung der Projekte und Kooperationen unterstützt das Forschungsmanagement und trägt zur Effizienzsteigerung und Kompetenzbündelung bei.

Teil 1

FKZ L7514001

Laufzeit 01.05.2014 bis 31.12.2015

Institution Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Angewandte Geowissenschaften

Leitung Prof. Dr. Thomas Kohl
thomas.kohl@kit.edu

Internet www.agw.kit.edu

Teil 2

FKZ L7514002

Laufzeit 01.05.2014 bis 31.12.2015

Institution Universität Stuttgart, Institut für Geophysik
 Leitung Prof. Dr. Manfred Joswig
 joswig@geophys.uni-stuttgart.de
 Internet www.geophys.uni-stuttgart.de/

Teil 3

FKZ L7514003
 Laufzeit 01.05.2014 bis 31.12.2015
 Institution Universität Freiburg, Institut für Geowissenschaften, Mineralogie – Geochemie
 Leitung Prof. Dr. Kurt Bucher
 kurt.bucher@minpet.uni-freiburg.de
 Internet portal.uni-freiburg.de/geowissenschaften

Teil 4

FKZ L7514004
 Laufzeit 01.05.2014 bis 31.12.2015
 Institution Hochschule Offenburg, Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik
 Leitung Prof. Dr. Detlev Doherr
 detlev.doherr@hs-offenburg.de
 Internet mv.hs-offenburg.de/mv0

ENERGIE / SPEICHERTECHNOLOGIE

Projekt StabiSorp-II: Untersuchung des Degradationsverhaltens von Sorptionsmaterialien und Verbundsystemen zur Wärmespeicherung und -transformation

FKZ BWE12001
 Laufzeit 01.05.2012 bis 30.04.2015
 Einblick siehe Seite 11f
 Institution Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg
 Leitung Dr. Stefan Henninger
 stefan.henninger@ise.fraunhofer.de
 Internet www.fraunhofer.de

Projekt Stromoptimierter Betrieb von KWK-Anlagen durch intelligentes Wärmespeichermanagement

FKZ BWE13002
 Laufzeit 01.12.2012 bis 30.11.2015
 Einblick siehe Seite 17
 Institution Hochschule Reutlingen, Reutlingen Research Institute (RRI)
 Leitung Prof. Bernd Thomas
 bernd.thomas@reutlingen-university.de
 Internet www.reutlingen-university.de

Projekt Werkzeuge zur Potenzialanalyse und Strukturoptimierung von Speichern in regionalen Energiesystemen – 3Teile

Einblick siehe Seite 15f
Teil 1
 FKZ BWE13003
 Laufzeit 01.12.2012 bis 30.11.2015
 Institution Fraunhofer-Gesellschaft, Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg
 Leitung Sebastian Herkel
 sebastian.herkel@ise.fraunhofer.de
 Internet www.fraunhofer.de

Teil 2

FKZ BWE13004
 Laufzeit 01.12.2012 bis 30.11.2015
 Institution Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Geographisches Institut, Abteilung Geoinformatik
 Leitung Dr. Bernd Resch
 bernd.resch@geog.uni-heidelberg.de

Internet www.geog.uni-heidelberg.de
Teil 3
 FKZ BWE13005
 Laufzeit 01.12.2012 bis 30.11.2015
 Institution Geomer GmbH, Heidelberg
 Leitung Hartmut Gündra
 info@geomer.de
 Internet www.geomer.de

Projekt BioenergieFlex BW: Biomasse flexibel energetisch nutzen – Speicherung und flexible Betriebsmodi zur Schonung wertvoller Ressourcen und zum Ausgleich von Stromschwankungen bei hohen Anteilen erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg – 3Teile

Einblick siehe Seite 18f
Teil 1
 FKZ BWE13006
 Laufzeit 01.12.2012 bis 30.11.2015
 Institution Universität Stuttgart, Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft – ISWA
 Leitung Dr. Ludger Eltrop
 ludger.eltrop@ier.uni-stuttgart.de
 Internet www.iswa.uni-stuttgart.de

Teil 2

FKZ BWE13007
 Laufzeit 01.12.2012 bis 30.11.2015
 Institution Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung
 Leitung Dr. Ludger Eltrop
 ludger.eltrop@ier.uni-stuttgart.de
 Internet www.ier.uni-stuttgart.de

Teil 3

FKZ BWE13008
 Laufzeit 01.12.2012 bis 30.11.2015
 Institution Universität Stuttgart, Feuerungs- und Kraftwerkstechnik – IFK
 Leitung Prof. Dr. Günter Scheffknecht
 guenter.scheffknecht@ifk.uni-stuttgart.de
 Internet www.ifk.uni-stuttgart.de

Projekt Latentwärmespeicher in netzreaktiven Gebäuden (LaNeG) – 3Teile

Einblick siehe Seite 14
Teil 1
 FKZ BWE13009
 Laufzeit 01.12.2012 bis 30.11.2015
 Institution DEKRA SE, Stuttgart
 Leitung Alexander Wahl
 alexander.wahl@dekra.com
 Internet www.dekra.de

Teil 2

FKZ BWE13010
 Laufzeit 01.12.2012 bis 30.11.2015
 Institution Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg
 Leitung Stefan Gschwander
 stefan.gschwander@ise.fraunhofer.de
 Internet www.ise.fraunhofer.de/de

Teil 3

FKZ BWE13011
 Laufzeit 01.12.2012 bis 30.11.2015
 Institution Fact GmbH, Schickardtstraße 60, 71034 Böblingen
 Leitung Dr. Volker Krieger
 volker.krieger@fact-gmbh.com
 Internet www.fact-gmbh.com

Projekt Power&Biomass2Gas (P&B2G) – 2Teile

Einblick siehe Seite 20

Teil 1 Potenziale der Speicherung erneuerbarer Energie durch gasförmige Kohlenwasserstoffe auf Basis flexibler Biomassenutzung und Auswirkungen auf die Strombereitstellung und Netzlastung in Baden-Württemberg

FKZ BWE13012
 Laufzeit 01.10.2013 bis 30.09.2016
 Institution Universität Stuttgart, Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik
 Leitung Prof. Dr. Günter Scheffknecht
 guenter.scheffknecht@ifk.uni-stuttgart.de
 Internet www.ifk.uni-stuttgart.de

Teil 2 Ergänzung des Power2Gas-Konzepts um die Biomasse als Kohlenstoffquelle. Ganzheitliche Analyse der Wirkung auf die Einbindung erneuerbarer Energien

FKZ BWE13013
 Laufzeit 01.10.2013 bis 30.09.2016
 Institution Universität Stuttgart, Fakultät 2, Bau- und Umweltingenieurwissenschaften
 Lehrstuhl für Bauphysik
 Leitung Michael Baumann
 michael.baumann@lbp.uni-stuttgart.de
 Internet www.f02.uni-stuttgart.de

Projekt „Bürger-Energiegenossenschaften“ – Konflikte erfolgreich identifizieren und handhaben (BENERKON)

FKZ BWE13014
 Laufzeit 01.11.2013 bis 30.04.2016
 Einblick siehe Seite 27
 Institution Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen, Institut für International Research on Institut für International Research on Sustainable Management and Renewable Energy (ISR), Nürtingen
 Leitung Prof. Dr. Carsten Herbes
 carsten.herbes@hfwu.de
 Internet www.hfwu.de/de/institute-for-international-research-on-sustainable-management-and-renewable-energy-isr.html

Projekt Betreibermodelle für Stromspeicher – ökonomisch-ökologische Analyse und Vergleich von Speichern in autonomen, dezentralen Netzen und für regionale und überregionale Versorgungsaufgaben – 2Teile

Einblick siehe Seite 25
Teil 1
 FKZ BWE13015
 Laufzeit 01.11.2013 bis 30.04.2016
 Institution Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg
 Leitung Verena Jülch
 verena.juelch@ise.fraunhofer.de
 Internet www.ise.fraunhofer.de

Teil 2

FKZ BWE13016
 Laufzeit 01.11.2013 bis 30.04.2016
 Institution Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung
 Leitung Dr. Ludger Eltrop
 ludger.eltrop@ier.uni-stuttgart.de
 Internet www.ier.uni-stuttgart.de

Projekt STROMBANK- innovatives Betreibermodell für Quartierspeicher – 4Teile

Einblick siehe Seite 24

Teil 1

FKZ BWE13017
 Laufzeit 01.11.2013 bis 31.10.2015
 Institution MW Energie AG, Mannheim
 Leitung Dr. Robert Thomann
 robert.thomann@mvv.de
 Internet www.mvv-energie.de/de

Teil 2

FKZ BWE13018
 Laufzeit 01.11.2013 bis 31.10.2015
 Institution Universität Stuttgart, Institut für Photovoltaik (ipv)
 Leitung Dr.-Ing. Markus Schubert
 Markus.Schubert@ipv.uni-stuttgart.de
 Internet www.ipv.uni-stuttgart.de

Teil 3

FKZ BWE13019
 Laufzeit 01.11.2013 bis 31.10.2015
 Institution Netrion GmbH, Mannheim
 Leitung Gordon Pickford
 gordon.pickford@netrion.de
 Internet www.netrion.de/netze/web/de/247netze/startebene/Start_Netze.jsp

Teil 4

FKZ BWE13020
 Laufzeit 01.11.2013 bis 31.10.2015
 Institution Ads-tec GmbH, Nürtingen
 Leitung Armin Bossler
 a.bossler@ads-tec.de
 Internet www.ads-tec.de

Projekt PtG-Konzepte mit hoher gesellschaftlicher Akzeptanz für eine effiziente und flexible Speicher- und Energieinfrastruktur zur Integration erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg – 6Teile

Einblick siehe Seite 21

Teil 1

FKZ BWE13021
 Laufzeit 01.11.2013 bis 30.04.2016
 Institution Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs e. V., vertreten durch DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT), DVGW-Forschungsstelle
 Leitung Dipl.-Ing. Wolfgang Köppel
 koepfel@dvgw-ebi.de
 Internet www.dvgw-ebi.de

Teil 2

FKZ BWE13022
 Laufzeit 01.11.2013 bis 30.04.2016
 Institution Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion
 Leitung Prof. Dr. rer. pol. W. Fichtner
 wolf.fichtner@kit.edu
 Internet www.iip.kit.edu

Teil 3

FKZ BWE13023
 Laufzeit 01.11.2013 bis 30.04.2016
 Institution Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik
 Leitung Prof. Dr. Thomas Leibfried
 thomas.leibfried@kit.edu
 Internet www.ieh.kit.edu

Teil 4

FKZ BWE13024
 Laufzeit 01.11.2013 bis 30.04.2016
 Institution Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe
 Leitung Prof. Dr. Martin Wietschel

Internet martin.wietschel@isi.fraunhofer.de
 www.isi.fraunhofer.de/isi-de

Teil 5

FKZ BWE13025
 Laufzeit 01.11.2013 bis 30.04.2016
 Institution Hochschule Biberach, Institut für Gebäude- und Energiesysteme
 Leitung Prof. Dr. Jörg Entress
 entress@hochschule-bc.de
 Internet www.hochschule-biberach.de

Teil 6

FKZ BWE13026
 Laufzeit 01.11.2013 bis 30.04.2016
 Institution Stadtwerke Karlsruhe Netze GmbH
 Leitung Dr. Roland Trauth
 roland.trauth@stadtwerke-karlsruhe-netze.de
 Internet www.stadtwerke-karlsruhe.de

Projekt SOLNET.BW- Solare Wärmenetze Baden-Württemberg – 4Teile

Einblick siehe Seite 13

Teil 1

FKZ BWE13027
 Laufzeit 01.11.2013 bis 30.04.2016
 Institution Solites, Steinbeis Innovation gGmbH, Stuttgart
 Leitung Thomas Pauschinger
 pauschinger@solites.de
 Internet www.solites.de

Teil 2

FKZ BWE13028
 Laufzeit 01.11.2013 bis 30.04.2016
 Institution Harnburg Institut Research gGmbH
 Leitung Dr. Matthias Sandrock
 sandrock@hamburg-institut.com
 Internet www.hamburg-institut.com

Teil 3

FKZ BWE13029
 Laufzeit 01.11.2013 bis 30.04.2016
 Institution Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung IER
 Leitung Dr. Markus Blesl
 markus.blesl@ier.uni-stuttgart.de
 Internet www.iier.uni-stuttgart.de

Teil 4

FKZ BWE13030
 Laufzeit 01.11.2013 bis 30.04.2016
 Institution AGFW Projektgesellschaft für Rationalisierung, Information und Standardisierung mbH, Frankfurt am Main
 Leitung Dr. Heiko Huther
 h.huther@agfw.de
 Internet www.agfw.de

Projekt Kommunalen Energieverbund Freiburg – Demonstrationsbetrieb einer Elektrolyseanlage im Industriegebiet Freiburg Nord zur Verbindung des Strom- und Erdgasnetzes und zur Speicherung Erneuerbarer Energien – Bindeglied zwischen Energiesystemen – 3Teile

Einblick siehe Seite 22f

Teil 1

FKZ BWE13031
 Laufzeit 01.12.2013 bis 30.06.2016
 Institution Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg
 Leitung Christopher Voglstätter
 christopher.voglstaeetter@ise.fraunhofer.de
 Internet www.ise.fraunhofer.de

Teil 2

FKZ BWE13032

Laufzeit 16.12.2013 bis 30.06.2016
 Institution Hochschule für Technik, Wirtschaft und Medien Offenburg
 Leitung Prof. Dr. Anke Weidlich
 anke.weidlich@hs-offenburg.de
 Internet www.hs-offenburg.de

Teil 3

FKZ BWE13035
 Laufzeit 16.12.2013 bis 30.06.2016
 Institution Badenova AG & Co KG, Innovations- und Ökologiemanagement, Freiburg
 Leitung Peter Majer
 peter.majer@badenova.de
 Internet www.badenova.de/web/de/privatundgeschaeftskunden/index.jsp

Projekt Soziotechnische Analyse des möglichen Energie-Autarkiegrades unterschiedlich großer Bilanzräume – 2 Teile

Einblick siehe Seite 26

Teil 1 Analyse der Energieautarkie-Potenziale für Baden-Württemberg mittels Integrierter Energiesystemmodellierung

FKZ BWE13033
 Laufzeit 01.12.2013 bis 31.05.2016
 Institution Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER)
 Leitung Dr. Ulrich Fahl
 ulrich.fahl@ier.uni-stuttgart.de
 Internet www.iier.uni-stuttgart.de

Teil 2 Akzeptanzforschung zur lokalen Energieautonomie bei Beteiligten und Betroffenen

FKZ BWE13034
 Laufzeit 01.12.2013 bis 31.05.2016
 Institution DLR, Institut für Technische Thermodynamik, Systemanalyse und Technikbewertung, STEP, Stuttgart
 Leitung Dr. Uwe Pfennig
 uwe.pfennig@dlr.de
 Internet www.dlr.de/tt/

WASSERSTOFF

Projekt Erweiterung der Wasserstoff-Tankstelle Stuttgart Talstraße zu einer Bustankstelle für den ÖPNV

FKZ BWH13001
 Laufzeit 25.09.2013 bis 31.12.2014
 Einblick siehe Seite 45f
 Institution Netze BW GmbH, REG TARB, Stuttgart
 Leitung Alexander Thomas
 a.thomas@netze-bw.de
 Internet www.netze-bw.de/index.html

Projekt Einsatz der PEM-Elektrolyse zur Verbesserung der Wasserversorgung von H₂-Tankstellen

FKZ BWH14001
 Laufzeit 16.04.2014 bis 30.06.2015
 Einblick In diesem Vorhaben soll an einer bereits von der EnBW betriebenen Tankstelle für Wasserstoff, Erdgas, Autogas und Strom im Stuttgarter Osten eine in Deutschland bislang einzigartige Vernetzung verschiedener Wasserstoffherstellungsverfahren, Wasserstoffnutzung sowie -Speicherung installiert und unter realen Bedingungen betrieben werden.

Institution Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Institut für Technische Thermodynamik, Stuttgart
 Leitung Christoph Noack
 christoph.noack@dlr.de
 Internet www.dlr.de/tt/

MOORE

Projekt Ermittlung langjähriger CO₂-Emissionen und Beurteilung der Moore Oberschwabens auf Basis historischer und aktueller Höhenvellements

FKZ BWM10004
 Laufzeit 01.02.2011 bis 31.07.2014
 Einblick siehe Seite 32f
 Institution Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) Abt. 9, Freiburg
 Leitung Dr. Werner Weinzierl
 werner.weinzierl@rpf.bwl.de
 Internet www.lgrb-bw.de

Projekt Repräsentative Erfassung der Emissionen klimarelevanter Gase aus Mooren in Baden-Württemberg (Em-Mo) – 3 Teile

Einblick siehe Seite 34ff
Teil 1
 FKZ BWM11003
 Laufzeit 01.06.2012 bis 31.12.2014
 Institution Universität Hohenheim, Institut für Bodenkunde und Standortlehre
 Leitung Prof. Dr. Thilo Streck
 thilo.streck@uni-hohenheim.de
 Internet www.uni-hohenheim.de

Teil 2
 FKZ BWM11001
 Laufzeit 01.06.2012 bis 31.12.2014
 Institution Universität Ulm, Institut für Systemische Botanik und Ökologie
 Leitung Prof. Dr. Marian Kazda
 marian.kazda@uni-ulm.de
 Internet www.uni-ulm.de/navi/sysbot.html

Teil 3
 FKZ BWM11005
 Laufzeit 01.06.2012 bis 31.12.2014
 Institution Universität Mainz, Geographisches Institut
 Leitung Prof. Dr. Sabine Fiedler
 s.fiedler@geo.uni-mainz.de
 Internet www.geo.uni-mainz.de

ZUKUNFTSOFFENSIVE BW

Projekt Stratisorp-Systementwicklung: Schichtspeicher-Adsorptionswärme für Heiz- und Kühlanwendungen in Gebäuden

FKZ ZO3E11001
 Laufzeit 16.08.2011 bis 31.12.2014
 Einblick Das Vorhaben dient der Entwicklung und Demonstration eines Adsorptionswärmepumpen-Systems, das einen thermischen Schichtspeicher zur Wärmerückgewinnung zwischen Adsorptions- und Desorptionsphase nutzt. Die besonderen Anforderungen an den Schichtspeicher betreffen vor al-

lem die temperaturgesteuerte Be- und Entladung bei relativ zur Speichergröße hohen Volumenströmen.

Im zweiten Teil des Vorhabens wird ein Schichtspeicher mit einem Adsorptionsmodul (Adsorber, Verdampfer, Kondensator) zusammengekoppelt und dieses Demonstrator-System als Adsorptionswärmepumpe vermessen. Ziel ist der experimentelle Nachweis einer deutlichen Steigerung der Leistungszahl gegenüber einem Vergleichssystem mit gleichen Adsorberdaten.

Institution Karlsruher Institut für Technologie, Fachgebiet Strömungsmaschinen, SRG Energie- und Gebäudetechnologie
 Leitung Dr. Ferdinand Schmidt
 ferdinand.schmidt@kit.edu
 Internet www.fsm.kit.edu/ebt/index.php

Projekt Material- und Energieflussbasierte Kosten- und Klimaanalyse MEKKA

FKZ ZO3R12001
 Laufzeit 01.11.2012 bis 31.10.2014
 Einblick Die ISO-Norm 14051 ist eine Spezialauswertung von Material- und Energieflüssen. Der Norm fehlt jedoch eine methodische Einbettung in ein Gesamtkonzept zur Modellierung der material- und energiebezogenen Flüsse in einem Produktionssystem, das anschlussfähig für verschiedene Erweiterungen, z. B. in Richtung überbetrieblicher Analysen in der Supply Chain, oder ökonomische und ökologische Bewertungen ist. Im Projekt soll eine Methodik entwickelt werden, die auf einer (über)betrieblichen Material- und Energieflussanalyse aufsetzt und eine Berücksichtigung von Umweltwirkungen speziell am Beispiel Treibhausgasemissionen und Carbon Footprints zulässt. Es soll außerdem eine der Materialflusskostenrechnung analoge Bewertung der Umwelt- oder Klimawirksamkeit von Material- und Energieverlusten im betrieblichen Rahmen ermöglicht werden.

Institution Hochschule Pforzheim, Institut für Industrial Ecology
 Leitung Prof. Dr. Mario Schmidt
 mario.schmidt@hs-pforzheim.de
 Internet www.umwelt.hs-pforzheim.de

Projekt Landesstrategie Ressourceneffizienz: Rohstoffe für Baden-Württemberg – 3 Teile

Einblick Im Rahmen des Vorhabens soll eine Ressourcenstrategie entwickelt werden, in deren Rahmen der Rohstoffbedarf der baden-württembergischen Wirtschaft ermittelt, Substitutionspotenziale für versorgungskritische und für Baden-Württemberg besonders bedeutsame Rohstoffe aufgezeigt und zugleich der zur Erschließung der Substitutionspotenziale erforderliche technologische Entwicklungsbedarf dargelegt wird. Die im Vorhaben erarbeitete Ressourcenstrategie soll zum einen dazu beitragen, die Rohstoffversorgung der baden-württembergischen Industrie sicherzustellen, zum anderen können Unternehmen im Land unmittelbar die im Rahmen des Vorhabens identifizierten Innovationsfelder besetzen und ihren Know-how-Vorsprung

bei der Entwicklung entsprechender Umwelt- und Recyclingtechnologien ausbauen. Hierzu sollen im Zuge des Projektes bereits konkrete und praxisnahe Modell- und Pilotvorhaben definiert und initiiert werden.

Teil 1
 FKZ ZO3R12003
 Laufzeit 01.01.2013 bis 30.09.2014
 Institution Fraunhofer-Institut für Umwelt, Sicherheits- und Energietechnik, Institutsteil Sulzbach-Rosenberg
 Leitung Stephanie Kroop
 stephanie.kroop@umsicht.fraunhofer.de
 Internet www.umsicht-suro.fraunhofer.de

Teil 2
 FKZ ZO3R12004
 Laufzeit 01.01.2013 bis 30.09.2014
 Institution Universität Stuttgart, Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft ISWA
 Leitung Prof. Dr. Martin Kranert
 martin.kranert@iswa.uni-stuttgart.de
 www.iswa.uni-stuttgart.de

Teil 3
 FKZ ZO3R12005
 Laufzeit 01.01.2013 bis 30.09.2014
 Institution Fraunhofer-Institut für Umwelt, Sicherheits- und Energietechnik, Institutsteil Sulzbach-Rosenberg
 Leitung Prof. Dr. Martin Faulstich
 Prof.Faulstich@t-online.de

WEITERE FORSCHUNGSPROJEKTE

Projekt Langzeituntersuchungen von Boden, Vegetation und Wasserhaushalt von Deponierekultivierungsschichten (Leonberg 2005+)

FKZ BWU11003
 Laufzeit 01.09.2006 bis 31.12.2014
 Einblick siehe Seite 39ff
 Institution Universität Freiburg, Institut für Landespflege
 Leitung Prof. Dr. Werner Konold,
 Dr. Peter Wattendorf
 werner.konold@landespflege.uni-freiburg.de
 Internet www.landespflege-freiburg.de

Projekt Untersuchung der Ökologie von Zecken als Überträger von Krankheits-erregern in Baden-Württemberg im Bezug auf Habitat, Landnutzung, Wirtstiere und Klima – 4 Teile

Einblick Zecken und von Zecken übertragene Krankheiten sind von großer Bedeutung für die Gesundheit von Mensch und Tier. Zu den Faktoren, die ihre Verbreitung und Dynamik beeinflussen, ist allerdings nur wenig bekannt. In diesem Projekt arbeiten Spezialisten aus verschiedenen Fachbereichen zusammen, um den Einfluss von Wetter, (Mikro) Klima, Habitat, Landnutzung, menschlichen Eingriffen und die Populationsdynamik der Wirtstiere auf die Verbreitung und Dynamik von Zecken und den von ihnen übertragenen Krankheitserregern in Baden-Württemberg zu bestimmen. Im Projekt werden zum einen die Verbreitung von Zecken in Baden-Würt-

temberg sowie die Beeinflussung der Populationsdynamik von Zecken durch Mikroklima, Habitat und Wirtstiere und zum anderen während der Projektlaufzeit eingesamelte Zecken auf zeckenübertragene Pathogene und ihre Dynamik untersucht.

Teil 1

FKZ BWZ11001
 Laufzeit 01.04.2012 bis 30.04.2015
 Institution Karlsruher Institut für Technologie, Zoologisches Institut
 Leitung Dr. Trevor Petney
 trevor.petney@kit.edu
 Internet www.zoo.kit.edu

Teil 2 Bestandsklimatologie und GIS

FKZ BWZ11005
 Laufzeit 01.04.2012 bis 30.04.2015
 Institution Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Geographie und Geoökologie
 Leitung Dr. Stefan Norra
 stefan.norra@kit.edu
 Internet www.klima-umwelt.kit.edu/

Teil 3 Verbreitung zeckenübertragener Pathogene

FKZ BWZ11006
 Laufzeit 01.04.2012 bis 30.04.2015
 Institution Landesgesundheitsamt im Regierungspräsidium Stuttgart, Allgemeine Hygiene, Infektionsschutz, Stuttgart
 Leitung Dr. Rainer Oehme
 rainer.oehme@rps.bwl.de
 Internet www.rp-stuttgart.de/servlet/PB/menu/1147354/index.html

Teil 4 Kontrolle der Zeckenaktivität

FKZ BWZ11007
 Laufzeit 01.04.2012 bis 30.04.2015
 Institution Universität Hohenheim, Institut für Zoologie, Stuttgart
 Leitung Prof. Dr. Johannes Steidle
 jsteidle@uni-hohenheim.de
 Internet www.uni-hohenheim.de/einrichtung/institut-fuer-zoologie-2

Projekt Die Ultraeffizienzfabrik – Ressourcenschonende Produktionstechnologien ohne Emissionen im urbanen Umfeld (UltraEff-UP)

FKZ L7513009
 Laufzeit 15.11.2013 bis 31.10.2014
 Einblick Das rasante Weltbevölkerungswachstum, die Endlichkeit von Ressourcen auf unserem Planeten sowie die zunehmende Verstädterung führen zum Zwang, unser aktuelles Handeln und Wirtschaften zu hinterfragen. Es muss ein Paradigmenwechsel hin zu einem nachhaltigen Wirtschaften auf der Grundlage der Entkopplung von Wachstum und Ressourcenverbrauch erfolgen. Das Ziel des Vorhabens ist es, Fabriken zu schaffen, deren positiver Beitrag zu ihrem Umfeld im Sinne einer Symbiose optimiert wird und nicht nur negative Einflüsse zu minimieren. Die Ultraeffizienzfabrik kann eine erste Zielerreichung dank geeigneter Best-Practice-Unternehmen im Land bereits vorweisen.
 Institution Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Stuttgart
 Leitung Dr. Jörg Mandel
 joerg.mandel@ipa.fraunhofer.de
 Internet www.ipa.fraunhofer.de

Projekt Clusterunterstützung als Dienstleister für den Cluster Brennstoffzelle BW

FKZ L7513010
 Laufzeit 01.12.2013 bis 30.11.2015
 Einblick Der Cluster zielt auf die Schaffung von Arbeitsplätzen durch Marktinnovationen, wettbewerbsfähige, attraktive und alltagstaugliche Produkte mit hoher Energie- und Ressourceneffizienz sowie die Information und Beteiligung von Bürgern und Kunden. Die Projektförderung dient der Operationalisierung des Clusters in der Startphase und dessen Verankerung auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene. Damit werden die Bereiche Veranstaltungsmanagement und Querschnittsthemen u.a. zum Wissenstransfer unterstützt.
 Institution E-Mobil BW GmbH, Stuttgart
 Leitung Dr. Manuel Schaloske
 manuel.schaloske@emobilbw.de
 Internet www.e-mobilbw.de

Projekt Radon in Schulen

FKZ L7513011
 Laufzeit 01.12.2013 bis 30.12.2015
 Einblick Nach umfangreichen Messungen der Radonkonzentration in Wasserwerken und Wasseraufbereitungsanlagen im Rahmen eines BWPLUS-Projektes im Jahr 2009 soll nun die Situation der Schüler, Lehrer und Mitarbeiter von Schulen in Baden-Württemberg im Hinblick auf eine mögliche Gefährdung durch Radon-222 und Radonfolgeprodukte untersucht werden. Im Vorfeld durchgeführte aktive und passive Messungen in Schulen haben teilweise erhöhte Radonkonzentrationen ergeben, so dass nun Erhebungsmessungen in weiteren Schulen durchgeführt werden sollen. Das Hauptauswahlkriterium für die Eignung eines Standortes stellt der geologische Untergrund dar.
 Institution Karlsruher Institut für Technologie, KIT-Dienstleistungseinheit Sicherheit und Umwelt
 Leitung Dr. Gerhard Frank
 gerhard.frank@kit.edu
 Internet www.sum.kit.edu

FÖRDERPROGRAMM

Projekt Wärmewende im Heizungskeller

Einblick Im Juli 2014 hat das Umweltministerium das Förderprogramm „Wärmewende im Heizungskeller“ aufgelegt, mit dem hocheffiziente Brennstoffzellen-Mini-BHKWs im privaten und gewerblichen Einsatz im Leistungsbereich bis 10 kW_{el} gefördert werden. Kraft-Wärme-Kopplung leistet einen bedeutenden Beitrag zum Klimaschutz und zur Senkung des Verbrauchs von Energieressourcen. Die Förderung wird durch Nachfragebündler vermittelt. Anträge können bis Mitte November 2014 eingereicht werden.
 Institution Umweltministerium Bad.-Württ.
 Internet http://energiewende.baden-wuerttemberg.de/de/wissen/serien/waermewende/

Aktiv in Sachen Umweltforschung

Ansprechpartner bei Fragen rund um die Umweltforschung im Land

Umweltforschungsförderung

Eine Übersicht über alle aktuellen Förderprogramme und weitere Informationen zur Umweltforschung Baden-Württemberg stellt das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft auf seinen Internetseiten unter www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/9277/ zur Verfügung.

Ansprechpartner:

Prof. Dr. GüntherTurian
 Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Referat Umwelttechnik, Forschung, Ökologie
 E-Mail: guenther.turian@um.bwl.de

Projektbegleitung

Der Projektträger Karlsruhe am KIT berät Antragsteller und begleitet die Zuwendungsempfänger bei der Durchführung ihrer Forschungsprojekte. Aktuelle Ausschreibungen, Hinweise für Antragsteller und alle Formulare können auf den Internetseiten des Baden-Württemberg Programms Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung (BWPLUS) abgerufen werden unter www.ptka.kit.edu/bwp/.

Ansprechpartner:

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Projektträger Karlsruhe
 E-Mail: bwp@ptka.kit.edu

Forschungstransfer

Die LUBW fördert den Austausch zwischen Wissenschaft und Praxis. Informationen zum Forschungstransfer finden Sie im Internet unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/35988. Hier können alle Journale zur Umweltforschung in Baden-Württemberg heruntergeladen werden. Über den Button „Fachinformationen“ erhalten Sie Zugang zum Fachdokumentendienst Umweltforschung mit allen Zwischen- und Schlussberichten zu den Umweltforschungsprojekten des Landes.

Ansprechpartner:

Manfred Lehle
 LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Referat 21 Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung
 E-Mail: manfred.lehle@lubw.bwl.de



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT