



Einblicke 2012

Journal zur Umweltforschung in Baden-Württemberg



Schwerpunkt Klima und Energie

 Forschung und Entwicklung – Projektförderung – Kontakte.



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT



PTKA
Projektträger Karlsruhe
Karlsruher Institut für Technologie

LU:BW



TITEL	Einblicke 2012 – Journal zur Umweltforschung in Baden-Württemberg
HERAUSGEBER	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) 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	Benjamin Dörr
LAYOUT/LEKTORAT	EcoText International PartG Hermannstr. 5, 70178 Stuttgart, www.ecotext.de Tel. 0711/615562-0, Fax 0711/615562-20, redaktion@ecotext.de
DRUCK	Engelhardt und Bauer Druck und Verlag GmbH Käppelestraße 10, 76131 Karlsruhe, www.ebdruck.de Tel. 0721/96226-100, Fax 0721/96226-101, center@ebdruck.de Gedruckt auf Recyclingpapier
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/6638/
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 insbe- sondere 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	März 2012, 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		FLÄCHE	
Vorwort von Franz Untersteller MdL, Minister für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft	4	Außen Flächen sparen ... Erfassung ausgewiesener Bauflächen zur Einschätzung der künftigen Ansprüche	26
KLIMA UND ENERGIE		... innen Lücken füllen Innerörtliche Freiflächen könnten den zukünftigen Flächenbedarf abdecken – drei Modellgemeinden im Kreis Karlsruhe zeigen, was möglich ist	28
Was geschieht im Untergrund? Fundierte Informationen über die Folgen des Dauerbetriebs von Erdwärmesonden	5	NACHHALTIGKEIT	
Mehr Strahlung durch Erdwärme? Messtechnische Begleitung oberflächennaher Geothermie- Bohrvorhaben	8	Mehr Kommune wagen! Förderung von Prozessen im Rahmen einer nachhaltigen Kommunalentwicklung	30
Sonne speichern für trübe Tage Kombinierter Warmwasser-Sorptionswärmespeicher für thermische Solaranlagen	10	RUNDBLICK	
Speichervolumen reduzieren Latentwärmespeicher als Puffer für Mikro-KWK-Anlagen	12	Zu viel des Guten Projektstart zum Stickstoffhaushalt Baden-Württemberg	31
KLIMASCHUTZ		Fünf neue Klimawandel-Projekte Klimawandel und modellhafte Anpassung (KLIMOPASS) in Baden-Württemberg	32
Moorschutz ist Klimaschutz Klimawirksamkeit von Mooren: Ansätze für den Klimaschutz	14	Neue Impulse für die Energiewende Forschungsprogramm zu Energie und Energiespeicher- technologien geplant	32
Moorschwund auf leisen Sohlen Der im Torf konservierte Kohlenstoff kehrt als CO ₂ in die Atmosphäre zurück	15	PROJEKT-ÜBERSICHT	
Klimafaktor Moor Eine ökonomisch-ökologische Bewertung der Moore im Land	17	Einblicke in die Umweltforschung Aktuell geförderte Umweltforschungsprojekte im Überblick	33
GESUNDHEIT		Aktiv in Sachen Umweltforschung Ansprechpartner bei Fragen rund um die Umwelt- forschung im Land	35
Lärm aus der Dose Hörakustische Bewertung von simuliertem Lärm	20	LUFT	
Zecken auf der Spur Zecken und zeckenübertragene Krankheiten in Baden- Württemberg	21	Mobiles Messlabor Luftqualitätsmessungen in einem Ballungsraum mittels einer Straßenbahn	24

Liebe Leserinnen und Leser,

Ich freue mich, Ihnen die „Einblicke 2012“ vorstellen zu können, die Sie über die aktuellen Entwicklungen in der Umweltforschung Baden-Württemberg informieren. Die Themen Klima und Energie stehen in diesem Jahr im Vordergrund. Aber auch zu anderen Umweltthemen finden Sie vielfältige Informationen. Außerdem bietet Ihnen das Heft einen Überblick über alle laufenden oder kürzlich abgeschlossenen Vorhaben der Umweltforschung.

Dass der Schwerpunkt auf den Energie- und Klimafragen liegt, kommt nicht von ungefähr. Schließlich wollen wir auf mittlere Sicht die Strom- und Wärmeerzeugung sowie den Verkehr fast vollständig auf umweltverträgliche Alternativen umstellen. Dazu werden wir unsere Energie- und Klimapolitik auf der Grundlage eines Klimaschutzgesetzes 2012 neu ausrichten und auch andere rechtliche Anpassungen vornehmen. Denn selbstverständlich wollen wir auch künftig eine sichere Energieversorgung. Diese soll aber auf lange Sicht ohne fossile Brennstoffe auskommen. Sie soll zudem wirtschaftlich, umwelt- und sozialverträglich sein.

Haben wir die Wahl? Ich denke nein. Wir müssen darauf hinarbeiten, den Verbrauch unserer natürlichen Ressourcen massiv zu schonen. Mit natürlichen Ressourcen meine ich nicht nur die klassischen Energie- und Material-Rohstoffe, sondern auch die Naturgüter Boden, Wasser, Luft, Standorts- und Biodiversität. Wir müssen jetzt handeln, und wir müssen bei uns im Land, aber auch auf internationaler Ebene handeln.

Rechtliche Rahmenbedingungen und politische Ziele allein reichen dafür nicht aus. Wir brauchen zusätzliches Wissen, um den richtigen Weg einschlagen zu können. Hier hat die anwendungsorientierte Umwelt- und Energieforschung des Landes eine bedeutende Aufgabe. Von ihr erwarten wir wesentliche Beiträge für umwelt- und energiepolitische Entscheidungen. Es geht dabei nicht nur um naturwissenschaftliche und technische Informationen. Wir brauchen auch gesellschafts- und kulturwissenschaftliche Grund-

lagen. Der Klimawandel und die schwindenden natürlichen Ressourcen bringen große Herausforderungen mit sich. Wir werden viele davon nur im breiten gesellschaftlichen Konsens bewältigen können. Das gilt für den Umbau der Energieversorgung ebenso wie für den haushälterischen Umgang mit den Ressourcen insgesamt.

Wir werden ab dem Jahr 2012 den Schwerpunkt Energie weiter verstärken und ein Forschungsprogramm „Energie, Energiespeichertechnologien“ ausschreiben. Allein an den vorliegenden „Einblicken“ sehen Sie, dass sich die Umweltforschung kontinuierlich weiterentwickelt. Das Themenspektrum reicht aktuell von „Bürgerbeteiligung“ bis hin zur „Klimawirksamkeit von Mooren“.

Wir werden weiterhin in der Umwelt- und Energieforschung aktuelle Themen aufgreifen, um damit wissenschaftlich fundierte Beiträge für die Umwelt- und Energiepolitik zu liefern.

Ich wünsche Ihnen eine spannende und aufschlussreiche Lektüre und gewinnbringende Einblicke mit der neuen Ausgabe.

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



Minister Franz Untersteller MdL

KONTAKT

Ministerium für Umwelt, Klima und
Energiewirtschaft Baden-Württemberg
Pressestelle
Kernerplatz 9, 70182 Stuttgart
Tel.: 0711/126-2780
Fax: 0711/126-2880
presse@um.bwl.de
www.um.baden-wuerttemberg.de

Was geschieht im Untergrund?

Fundierte Informationen über die Folgen des Dauerbetriebs von Erdwärmesonden

Ob Staufen, Schorndorf oder Leonberg: Schäden durch Erdsondenbohrungen sorgen für Schlagzeilen und bringen die Nutzung der regenerativen Umweltwärme aus Boden und Grundwasser in Misskredit. Das Projekt „geomatrix.bw“ untersucht die Untergrundwirkungen des Dauerbetriebs von Erdwärmesonden und entwickelt Methoden für die Langzeitüberwachung.

Beeinträchtigt die Erdwärmenutzung die Qualität des Grundwassers? Welche Mindestabstände sollten Erdwärmesonden voneinander haben, um sich nicht gegenseitig die Wärme abzugraben? Mangels wissenschaftlich fundierter Daten herrschen bei Antworten auf diese Fragen bislang Faustregeln und Spekulationen vor.

Die erlassenen detaillierten Richtlinien helfen zwar, wenn es darum geht, vor allem hydraulische Grundwasserrisiken zu minimieren – also beispielsweise die Folgen des Anbohrens von Grundwasserhorizonten. Im Gegensatz zu solchen Bohrrisiken stehen die hydro- und biochemischen Auswirkungen des dauerhaften Betriebs von Wärmepumpen bislang allerdings wenig im Fokus.

Dabei sind diese Aspekte nach Aussage von Dr. Jürgen Braun von der Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung (VEGAS)

am Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung der Universität Stuttgart ebenso relevant: „Die Temperatur des Grundwassers beeinflusst zum Beispiel den Abbau von Schadstoffen: Wird Wärme entzogen, werden Schadstoffe langsamer abgebaut.“ Das Problem ist, dass es über die Temperaturveränderungen im Boden durch den Betrieb von Wärmepumpen bisher kaum Daten gibt. Modellrechnungen stehen daher zum Teil auf etwas wackligen Beinen.

Wissensbedarf

Die Wissenslücken bleiben nicht ohne Folgen. So existieren heute als Grundlage für die Genehmigung von Erdwärmepumpen verschiedene Richtwerte – etwa zu den maximal zulässigen Temperaturveränderungen im Grundwasser. Die Richtlinien unterscheiden sich von Bundesland zu Bundesland, oft sogar von Genehmigungsbehörde zu Genehmigungs-

behörde. Manche Wärmepumpe wird nicht genehmigt, weil die Behörde negative Einflüsse auf bereits gebaute Sonden befürchtet und zur Sicherheit konservative Richtwerte ansetzt. Für diesen Bereich ist eine Harmonisierung der Richtlinien erforderlich.

„Wenn wir erst einmal über die Prozesse im Boden Bescheid wissen, können einheitliche und realistische Richtlinien erarbeitet werden, die schon in die Planung einer Wärmepumpenanlage einfließen können“, beschreibt Jürgen Braun ein Ziel des Projekts „geomatrix.bw“. Ein zweites Ziel ist es, Messtechniken und -verfahren zu entwickeln, die eine bezahlbare Langzeitüberwachung des Grundwassers in der Umgebung von Bohrungen ermöglichen.

Bei den beiden ersten Teilen des Verbundprojekts befasste man sich vor allem mit der Optimierung der Modellrechnungen. Im fast ab-

PROJEKT

Kosteneffiziente Messsysteme und Konzepte zur Überwachung oberflächennaher Erdwärmenutzung. Teilprojekt 3 im Projektverbund „geomatrix.bw“

Projektlaufzeit:
5/2009 bis 2/2012

KONTAKT

Dr. Jürgen Braun
Dr.-Ing. Norbert Klaas
Gerhard Bisch
Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung,
Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung,
Universität Stuttgart
juergen.braun@iws.uni-stuttgart.de
www.vegas.uni-stuttgart.de



Links: Unter spektakulären Bohrschäden wie hier in Staufen leidet der Ruf von Wärmepumpen. Das Projekt „geomatrix.bw“ untersucht deren Auswirkungen im laufenden Betrieb.

Bild: Stiftung zur Erhaltung der historischen Altstadt Staufen

Rechts: Solche mit Temperatursensoren bestückten Sonden wurden an den Messpunkten in den Boden gebohrt.

Bild: Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung

DAS FUNKTIONSPRINZIP DER WÄRMEPUMPE

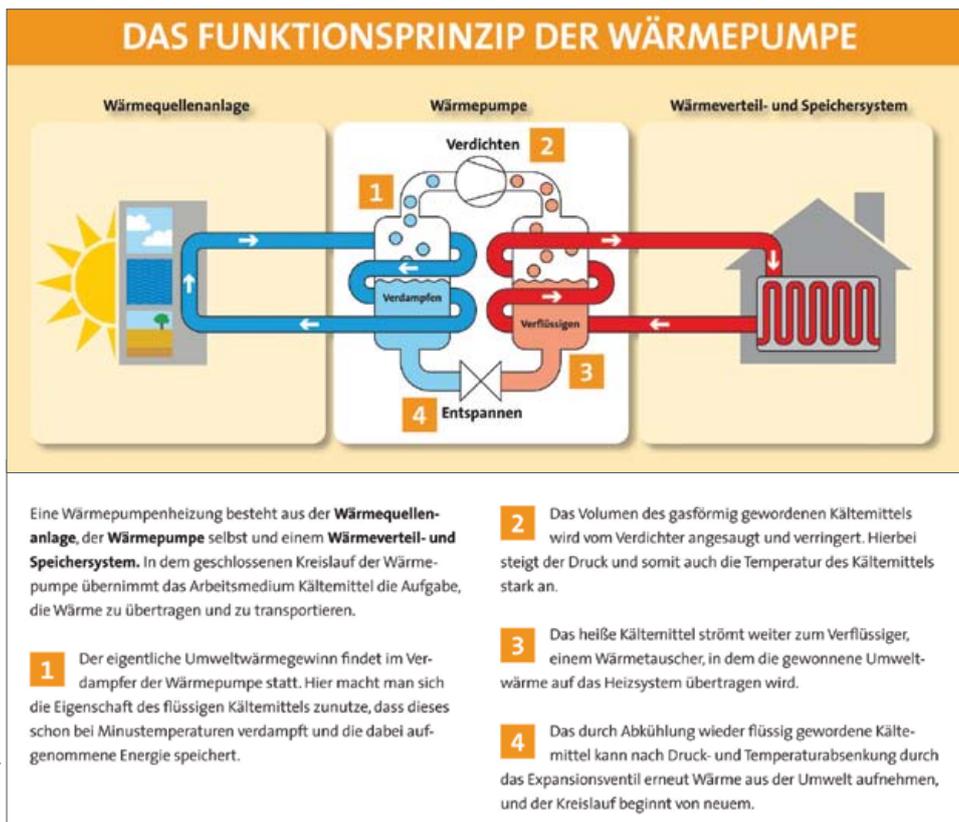


Bild: Dimplex

geschlossenen dritten Teil ging es schließlich raus ins Gelände: Vor-Ort-Daten sollten die Modelle validieren. Durch die Kombination von Modellrechnungen und Messprogrammen wollen die Bearbeiter die Ergebnisse auf unterschiedliche Standorte

und Einbausituationen übertragbar machen.

Wärme- und Kältefahnen, je nach Nutzung

Die „Versuchsanordnung“ bei den Vor-Ort-Messungen bestand im We-

- sentlichen aus drei Komponenten:
- Im Abstrom von Erdsonden wurden Temperatursensoren in das unterirdische Umfeld der Erdwärmebohrungen eingebracht.
 - Die Entnahme von Grundwasserproben bringt Informationen zu möglichen chemischen Veränderungen aufgrund der Temperaturänderungen.
 - Außerdem geben Drucksensoren im Grundwasser Hinweise auf die Fließgeschwindigkeit und damit auf die durch den Wärmepumpenbetrieb ausgelöste Ausbreitung der Temperaturfahnen.

Während der Heizperiode zeigt sich die Temperaturveränderung als Folge des Wärmeentzugs im Boden in Form einer Kältefahne. Wird die Wärmepumpe zum Kühlen genutzt, erfolgt in den Untergrund ein Transfer von Wärme, sodass sich in diesem Fall von der Sonde in Fließrichtung des Grundwassers eine Wärmefahne ausbreitet.

Bei der Auswahl geeigneter Testfelder und Anlagen stießen die Grundwasser-Experten der Universität Stuttgart auf ungeahnte Schwierigkeiten. Rechtliche Fragen mussten geklärt werden, und im Fall des Standorts Kilchberg bei Tübingen sorgte ein nahe gelegenes Stauwerk für eine veränderte Grundwasserfließrichtung. So mussten sie das ursprüngliche Messfeld um weitere Bohrungen ergänzen. Dieses Messfeld liegt unter einem Wohngebiet, in dem eine Reihe von Erd- und Grundwasser-Wärmepumpen die Wärme des Untergrundes anzapfen. Geologisch finden sich unter einer Auenlehmschicht Ablagerungen aus dem Quartär, die in ihrem unteren Bereich mit Grundwasser gefüllt sind. Darunter liegen Gesteine des Gipskeupers als Grundwasser stauende Schicht. Durch die notwendigen Zusatzbohrungen stehen hier noch keine verwertbaren Daten zur Verfügung.

Den Standort Kilchberg prägt unter anderem eine Grundwasserwärmepumpe. Die Messpunkte liegen vor und hinter den Brunnen in Fließrichtung des Grundwassers.



Bild: Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung

Kontrollierte Bedingungen

Auch eine Bohrfirma in Bad Wurzach stellte ihre Anlage für das Projekt zur Verfügung. Seit Herbst 2010 erfolgen hier Messungen. Ergebnis: Selbst während der Heizperiode 2010/2011 ist trotz einer sehr hohen Fließgeschwindigkeit des Grundwassers von einem Meter pro Tag (Abstandsgeschwindigkeit) nur eine geringe Ausbreitung der „Kaltfront“ im Abstrom der Erdwärmesonde zu erkennen. Für Jürgen Braun ein deutliches Zeichen, dass der Untergrund aufgrund der Masse des Gesteins viel stärker als Bremse wirkt als bisher angenommen: „Modellrechnungen ergeben meist eine viel großräumigere Ausbreitung der Temperaturfahnen, weil den Modellen oft ein rein konvektiver Wärmestrom zugrunde liegt.“ Eine konvektive Ausbreitung der Wärme läge dann vor, wenn sie im Untergrund ohne Hindernis frei mit dem Grundwasser fließen könnte und keine Wärmeübertragung auf das Gestein stattfinden würde.

Vollständig kontrollierte Bedingungen liefert der dritte Messstandort direkt im Institut an der Universität. In einem 9 mal 6 mal 4,5 Meter messenden Großbehälter sind fünf verschiedene geeignete Bodenschichten eingebaut, in denen das Grundwasser

wie in der Natur unterschiedlich schnell fließt. In diesem künstlichen Grundwasserleiter sind vier Geothermiesonden und eine Vielzahl von Messsystemen installiert. Die Vorteile dieser Laborsituation liegen auf der Hand: Beim Wärmepumpen-Betrieb können die Forscher nach Belieben und völlig unabhängig von der Jahreszeit zwischen Heizen und Kühlen wechseln.

Auch die geo- und hydrologischen Parameter sind variabel: Menge und Strömungsgeschwindigkeit des Grundwassers lassen sich genau kontrollieren und in Absprache mit den Projektpartnern gemäß den Modellrechnungen variieren. Für die Messungen reicht die Bodentiefe von 4,5 Metern völlig aus. Unterm Strich erlaubt die Versuchseinrichtung, auf diese Weise komplette Heizperioden von Jahreszyklen auf wenige Wochen zu verkürzen.

Auswirkungen überschätzt?

Die Ergebnisse bestätigen laut dem VEGAS-Laborleiter Dr. Norbert Klaas die Messungen im freien Gelände: „Auch im VEGAS-Labor zeigt sich, dass die Wärmeausbreitung wesentlich geringer ist, als wir es erwartet haben. Die bisher im Rahmen des Projekts erhobenen Daten lassen den Schluss zu, dass die Temperaturfahnen

deutlich kürzer sind als bisher numerisch berechnet.“ Mit den Messwerten konnten die Modellrechnungen realistischer gestaltet und validiert werden. Dabei haben die Wissenschaftler eine gute Übereinstimmung zwischen den modifizierten Modellen und den Messungen erreicht, sodass die Ergebnisse durchaus auf andere Sondenfelder übertragbar sind.

Heißt das nun, dass der Wärmepumpen-Betrieb tendenziell keine bleibenden Grundwasserschäden verursacht? Und dass Erdsonden zukünftig viel näher beieinander stehen könnten, als es der bisherigen Genehmigungspraxis entspricht? So weit wollen sich die Projektverantwortlichen dann doch nicht aus dem Fenster lehnen – noch nicht. Denn, so Klaas, „um wirklich verlässliche Aussagen über die Auswirkungen auf die Grundwasserleiter machen zu können, ist eine wesentlich längere Beobachtungsdauer erforderlich.“

So könne man zum Beispiel Veränderungen im Grundwasser-Chemismus erst nach der nächsten Heizperiode beurteilen. Doch da die Projektlaufzeit des Forschungsvorhabens kurz vor ihrem Ende steht, hoffen die Grundwasser-Experten der Universität Stuttgart auf andere Möglichkeiten, die Untersuchungen fortführen zu können.

Stefan Kriz

Blick in den VEGAS-Großbehälter, der Messungen unter kontrollierten Bedingungen erlaubt.

Bilder: Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung



Mehr Strahlung durch Erdwärme?

Messtechnische Begleitung oberflächennaher Geothermie-Bohrvorhaben

Immer mehr Bauherren wollen die Erdwärme „anzapfen“, um mit ihr das Arbeitsmedium ihrer Wärmepumpe aufzuheizen. Ein BWPLUS-Projekt belegt: Die Radioaktivität, die durch das Bohrloch in den Garten oder ins Hausinnere gelangt, ist tolerierbar.

PROJEKT

Natürliche Strahlenexposition der Bevölkerung in Baden-Württemberg durch Erdwärmennutzung

Projektlaufzeit:
10/2008 bis 9/2011

KONTAKT

Dipl.-Ing. (FH) Christoph Wilhelm
Abt. Analytische Labore im
Sicherheitsmanagement, Karlsruhe
Institut für Technologie
christoph.wilhelm@kit.edu

B.Sc. Danica Melzer, Abt. Technisch-administrative Beratung
und Genehmigungen im Sicherheitsmanagement, Karlsruhe
Institut für Technologie
danica.melzer@kit.edu
www.ksm.kit.edu

Im Erdreich kommen radioaktive Stoffe wie Uran, Thorium und Radium vor. Diese zerfallen u. a. in das Edelgas Radon und erhöhen beim Austreten an die Erdoberfläche die natürliche Strahlendosis, der der Mensch tagtäglich ausgesetzt ist. Im Rahmen des hier vorgestellten BWPLUS-Projekts sollte ein Forschungsteam um Christoph Wilhelm, Leiter der Abteilung Analytische Labore im Sicherheitsmanagement des Karlsruher Instituts für Technologie, herausfinden, ob sich bei Geothermie-Bohrungen die Strahlenexposition für Hausbewohner erhöht.

Standortsuche

Bei der Auswahl der Bohrstandorte spielten neben geologischen Gesichtspunkten – beispielsweise das Nuklidvorkommen in oberflächennahen Gesteinen und die Durchlässigkeit der Gesteinsschichten – auch die Radonkonzentrationen in der Bodenluft und im Trinkwasser sowie

die Radionuklidkonzentrationen im Trinkwasser eine Rolle. Schließlich einigten sich die Wissenschaftler auf fünf Gebiete, die einen Großteil der in Baden-Württemberg auftretenden Gesteinsschichten abdecken:

- Gebiet 1: Hohenlohekreis, Schwäbisch Hall, Rems-Murr-Kreis, Ostalbkreis,
- Gebiet 2: Kreis Rastatt, Baden-Baden, Karlsruhe, Kreis Karlsruhe,
- Gebiet 3: Mannheim, Heidelberg, Rhein-Neckar-Kreis,
- Gebiet 4: Freiburg, Kreis Breisgau-Hochschwarzwald, Kreis Lörrach, Waldshut,
- Gebiet 5: Bodensee-Kreis, Kreis Sigmaringen, Kreis Ravensburg.

Daraufhin wandten sie sich an die dortigen Landratsämter sowie an ortsansässige Bohrfirmen mit der Bitte, ein Informationsblatt über das Projekt an „bohrwillige“ Hausbesitzer weiterzuleiten. Auf diese Weise

konnten sie aus jedem Zielgebiet ein bis drei Bohrvorhaben bis maximal 190 Meter Tiefe festlegen.

Mögliche Expositionspfade

Beim Einbringen der Sonde ins Erdreich entstehen verschiedene Austrittspfade für die Radionuklide. Einerseits könnten mit dem Bohrlochaushub natürliche Isotope des Urans, das heißt Thorium, Radium oder Blei, über den Boden und damit über die Pflanzen in die Nahrungskette gelangen. Andererseits kann niemand eine Kontamination des Wassers durch Isotope ausschließen. Auch eine erhöhte Strahlenexposition durch Gamma-Bodenstrahlung ist in der Umgebung des Bohrlochaushubs möglich. Nicht zuletzt könnte das Radon über das Bohrloch leichter ins Haus gelangen.

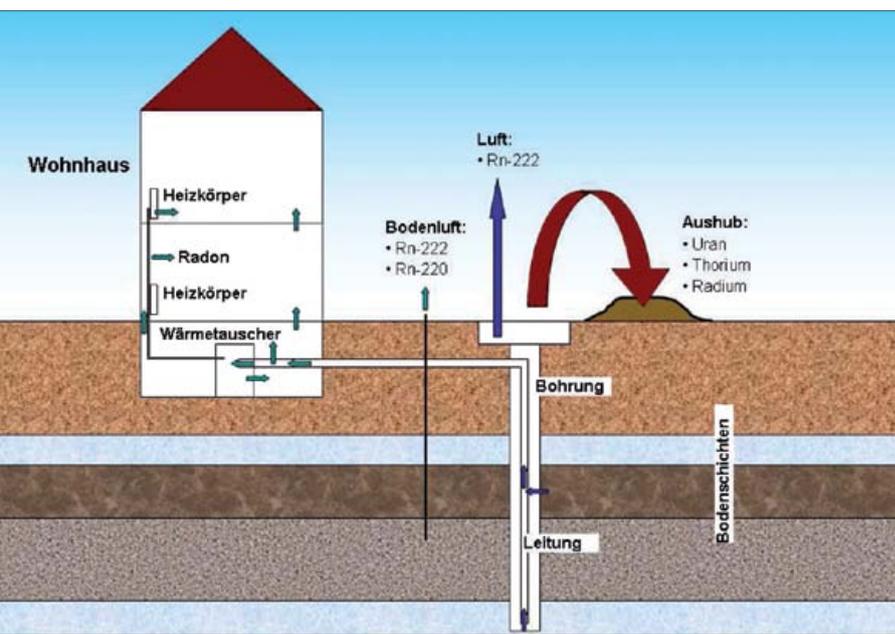
Strahlung in der Raumluft

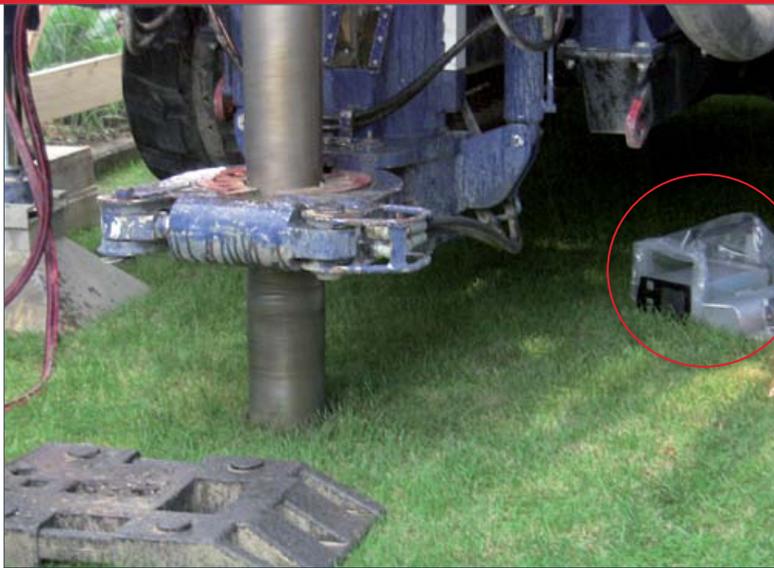
Drei bis vier Wochen vor Beginn der Bohrungen legten die Wissenschaftler

Links: Pfade von natürlichen Radionukliden, die durch Geothermiebohrungen zu einer erhöhten Strahlenexposition für Mensch und Umwelt führen können.

Rechts: Geographische Verteilung der Bohrvorhaben

Bilder: D. Melzer





Geothermie-Bohrung im Vorgarten; eingekreist: Radon-Dosimeter

in allen Stockwerken der zu untersuchenden Häuser und auch an den Bohrstellen Radon-Dosimeter aus. Die mithilfe dieser kleinen schwarzen „Messdosen“ (siehe Bild) ermittelten Radonkonzentrationen sollten als Referenzwert für alle später gemessenen Ergebnisse dienen. Nachdem die Erdwärmesonde an das Wohnhaus angeschlossen war, ersetzten die Bearbeiter die erste Charge der Radon-Dosimeter durch eine zweite.

Strahlung im Boden

Wer eine geothermische Bohrung vornimmt, muss laut Vorschriften des Umweltministeriums Baden-Württemberg alle ein bis zwei Meter eine Probe entnehmen, um die angetroffene Schichtenfolge des Gesteins bestimmen und dokumentieren zu können. Bei den vorliegenden Untersuchungen erfolgte dies jeweils beim vollständigen Versenken jedes Zwei-Meter-Bohrgestänges. Da die Wissenschaftler davon ausgingen, dass sich die Nuklidzusammensetzung innerhalb einer Schicht nicht verändert, untersuchten sie von jeder angetroffenen Schicht nur zwei Proben, auch wenn diese mehrere Meter dick war. Von den 548 genommenen Proben analysierten sie 177 messtechnisch, bei 86 Proben wurde die Gesamt-Alpha-Aktivität im Bohrwasser bestimmt, und an zwei Bohrwasserproben erstellten sie ein Spektrum der Alphastrahlen mittels Gitterionisationskammer.

Strahlung in der Nahrung

Bei einem der Bohrvorhaben leiteten die Forscher das austretende Bohrwasser auf ein angrenzendes Feld und untersuchten anschließend den Oberboden. Wie zu erwarten, war darin der Radium-Wert erhöht. Daraufhin kalkulierten die Bearbeiter, wie viel Radium in die dort angepflanzten Feldfrüchte eindringen und anschließend beim Verzehr durch den Menschen aufgenommen würde.

Ergebnisse

Bei der Messung der Radon-Aktivität in der Raumluft hatten sich am Messstandort 35 in Bezug zum Ist-Zustand vor der Bohrung leichte Erhöhungen der Radioaktivität ergeben, die aber im Rahmen der Messunsicherheiten lagen

(Graphik). In einem Fall zeigte sich ein gravierender Anstieg der Radon-Konzentration (Schlafzimmer im EG). Die anschließenden Kontrollmessungen ergaben in diesem Zimmer dann auch keine größere Auffälligkeit mehr. Es bestätigte sich somit die Vermutung einer nur kurz anhaltenden Erhöhung wegen besonderer Lüftungsbedingungen.

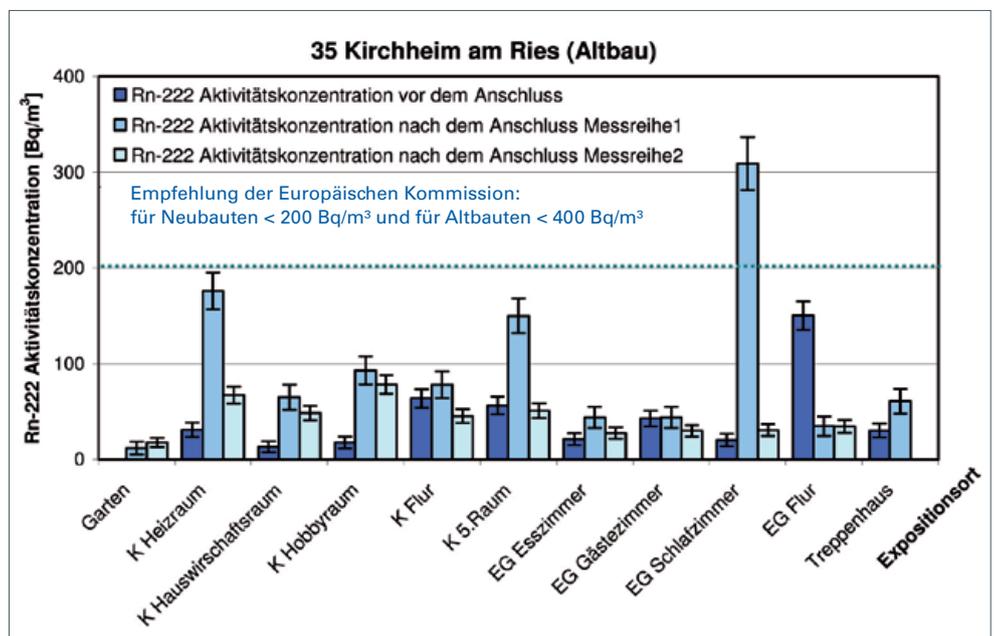
Weiterhin bleibt festzuhalten, dass keine der Bodenproben die in der Strahlenschutzverordnung angegebenen Grenzwerte überschritten und auch der Bohraushub keine überwachungsbedürftigen Werte ergeben hat. Das Bohrpersonal war während der Messung zu keinem Zeitpunkt einer erhöhten Strahlung ausgesetzt. Und auch die rechnerisch ermittelte effektive Dosis in den angebauten Nutzpflanzen liegt deutlich unter dem Grenzwert.

Sämtlichen Berechnungen lagen sehr konservative Annahmen, sogenannte „Worst-Case-Betrachtungen“, zugrunde. Dennoch ergaben die denkbaren Expositionspfade im Vergleich zur mittleren natürlichen Strahlenbelastung von 2,1 Millisievert pro Jahr nur einen unerheblichen Beitrag. Von dieser Warte aus steht der Nutzung der oberflächennahen Geothermie also nichts im Wege.

Mechthild Fendrich

Aktivitätskonzentrationen des Radonisotops Rn-222 in verschiedenen Räumen des Versuchsstandortes 35 (vor und nach der Bohrung)

Bilder: D. Meizer



Sonne speichern für trübe Tage

Kombinierter Warmwasser-Sorptionswärme-Speicher für thermische Solaranlagen

Solarthermische Anlagen übernehmen nicht nur die Warmwasseraufbereitung im Sommer, sondern unterstützen auch zunehmend die Heizung. Stuttgarter Wissenschaftler kombinierten erstmals einen Warmwasserspeicher mit einer Sorptionseinheit, sodass Überschusswärme in Zeiten mit geringer solarer Strahlung verfügbar bleibt.

Der Umbau der Energiewirtschaft mit zunehmenden regenerativen Anteilen bringt neue Anforderungen an die Versorgungssicherheit. Auch bei der Bereitstellung von Wärme sind neue Technologien gefordert, um den steigenden Speicherbedarf effektiv und kostengünstig zu decken. Im Bereich der thermischen Energiespeicherung rücken neben der effizienteren Speicherung fühlbarer Wärme insbesondere physikalische und chemische Speichermechanismen in den Fokus der Wissenschaft.

Langzeit-Wärmespeicher

Vor diesem Hintergrund entwickelten Wissenschaftler am Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik (ITW) der Universität Stuttgart im Projekt „KoWaSS“ ein neues Speicherverfahren, das auf der Kombination eines konventionellen Warmwasserspeichers mit einem Sorptionspeicher beruht. Damit verfolgten sie das Ziel, die Leistungsfähigkeit von thermischen Solaranlagen im häuslichen Bereich zu erhöhen und die Versorgungssicherheit an trüben Tagen sicherzustellen. Der Warmwasserspeicher stellt den konventionellen Speicherteil dar. Er wird durch Sonnenkollektoren erwärmt, dient der kurzzeitigen Wärmespeicherung und ist für die Bereitstellung von hoher Entnahmeleistung gut geeignet. Die Sorptionseinheit erweitert den Speicher um die Fähigkeit einer „Langzeit-Wärmespeicherung“. In diesem Teil wird Überschusswärme sozusagen verlustfrei für Zeiten gespeichert, in denen keine vollständige Deckung durch die herkömmliche

Solaranlage möglich ist. Im Unterschied zur Regelung konventioneller solarthermischer Anlagen verfügt dieses Speichersystem sowohl über eine zusätzliche Wärmequelle (Adsorption) als auch über eine zusätzliche Wärmesenke (Desorption). Eine angepasste Regelstrategie erhöht die Leistung des Speichers.

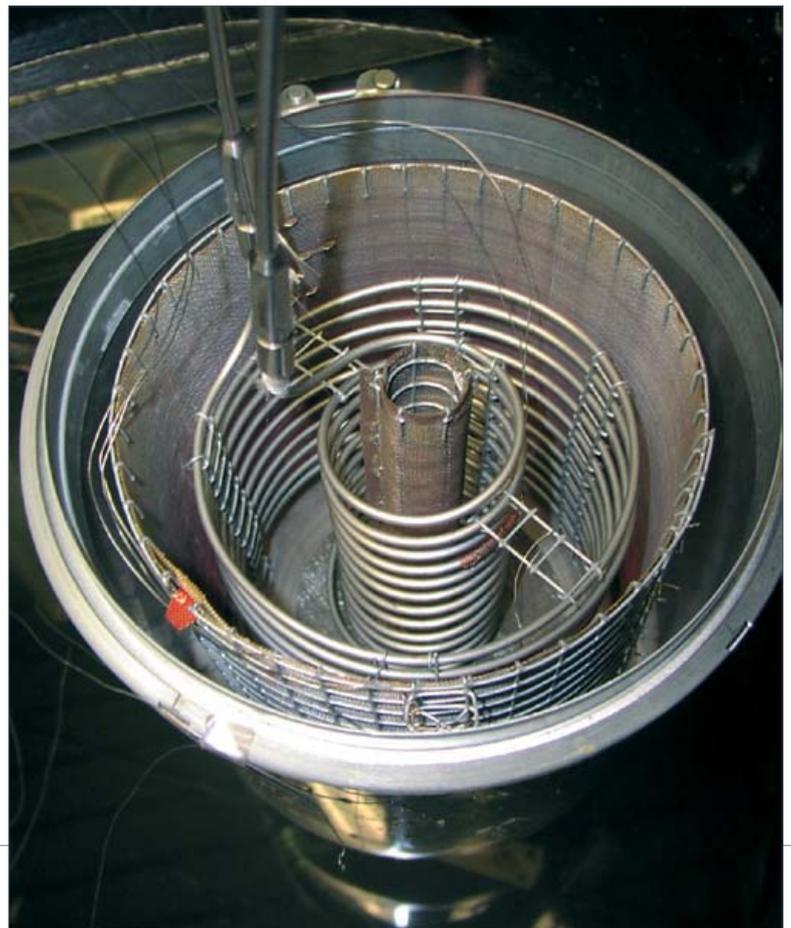
Vom Versuchsspeicher ...

Zu Beginn der experimentellen Arbeiten führten die Wissenschaftler erste Voruntersuchungen an einem kleinen Sorptionswärmespeicher durch, der ein Volumen von etwa vier Litern hat. Dieser Speicher – gefüllt mit dem Sorptionsmaterial Zeolith – diente dazu, die Ad- und Desorption im Detail zu untersuchen. Tempera-

tur, Luftvolumenstrom, Dauer sowie Feuchtigkeitsgehalt der Luft waren die Versuchsvariablen. Die Experimente zeigten unter anderem, dass eine Durchströmung des Sorptionswärmespeichers mit Luft deutliche Vorteile für die Desorption bewirkte.

... zum Bau eines Prototyps

Mit den Erkenntnissen der Laborversuche konzipierten die Wissenschaftler einen Prototypspeicher, den sie am ITW aufbauten. Für die solare Beheizung standen Vakuumröhrenkollektoren mit einer Fläche von vier Quadratmetern zur Verfügung. Ein interessierter Industriepartner fertigte den Warmwasserspeicher mit einem Volumen von insgesamt 400 Litern. Das Team des ITW konstruierte und



PROJEKT

KoWaSS – Entwicklung eines kombinierten Warmwasser-Sorptionswärme-Speichers für thermische Solaranlagen

Projektlaufzeit:
9/2008 bis 8/2011,
verlängert bis 2012

KONTAKT

Dr.-Ing. Henner Kerskes,
Rebecca Weber
Institut für Thermodynamik
und Wärmetechnik (ITW),
Universität Stuttgart
kerskes@itw.uni-stuttgart.de
www.itw.uni-stuttgart.de

Blick in den Versuchsspeicher mit einem Volumen von vier Litern

Bild: Universität Stuttgart/ITW



erstellte den Sorptionspeicher, der in den großen Behälter eingesetzt wurde. Das Sorptionsmaterial Zeolith mit einer Masse von knapp 80 Kilogramm wird von zwei konzentrischen Zylindern aus Metallgewebe begrenzt sowie oben und unten mit einem Deckel verschlossen (vgl. Abbildung). Dadurch lässt sich die Schüttung in radialer Richtung mit Luft durchströmen.

Der Prototyp funktioniert wie folgt: Bei der Adsorption (Aufnahme von Feuchte) wird feuchte Umgebungsluft mit einem Ventilator angesaugt, tritt von unten in den Speicher ein und strömt durch das Sorptionsmaterial. Der in der Luft enthaltene Wasserdampf adsorbiert am Zeolith, wobei Adsorptionswärme frei wird. Die so erwärmte Luft tritt durch das äußere Metallgewebe aus, gelangt in den Luftspalt und erwärmt dort die gefaltete zweite Außenhülle. Damit wird Wärme an den Wasserspeicher abgegeben. In den ersten durchgeführten Experimenten konnten die Wissenschaftler die Stärken des Verfahrens aufzeigen.

Die Desorption (Abgabe von Feuchte) erfolgt durch Zufuhr von Wärme über einen Wärmeübertrager, der sich im Sorptionsmaterial befindet und der mit dem Solarkreis verbunden ist. Auch hier wird ein Luftstrom durch das Sorptionsmaterial geleitet, um den Wärmetransport im Zeolith zu verbessern. Der desorbierte Was-

serdampf tritt mit dem Luftstrom aus dem Sorptionsbereich aus, ein Teil kondensiert an der gefalteten Außenhülle und fließt über einen Auslass am Boden ab.

Vorteile ergänzen sich

Die Integration der Sorptionseinheit in den Warmwasserspeicher bietet den Vorteil, dass der Wärmespeicher unverändert an die bestehende Heizungstechnik angebunden bleibt. Dies vereinfacht eine Systemintegration im häuslichen Bereich deutlich. Außerdem kehrt sich der eigentliche Nachteil eines Sorptionspeichers, eine vergleichsweise nur geringe Übertragungsleistung für Wärme zu haben, in einen Vorteil um. Denn in der Kombination der beiden Speicherarten gibt der Sorptionsteil die

Wärme kontinuierlich an das Wasservolumen ab, das quasi als Pufferspeicher fungiert.

Mit dem Aufbau des Prototyps steht eine Versuchsanlage zur Verfügung, mit der eine experimentelle Erprobung unter realitätsnahen Betriebsbedingungen möglich ist. Ergänzend dazu entwickelten die Wissenschaftler ein Simulationsmodell, mit dem die thermische Leistungsfähigkeit für den Zeitraum eines Jahres berechnet werden kann.

Das vorgestellte Forschungsvorhaben ist ein wichtiger Schritt, um die Technologie der physikalisch-chemischen Energiespeicherung gezielt voranzutreiben und um sich dem Ideal einer verlustfreien Wärmespeicherung als langfristiges Ziel zu nähern.

Peter Streiff

Verrohrung des Solarkreislaufs: Ungedämmter Warmwasserspeicher im Labor mit Stützen für die Temperaturmessung sowie den CPC-Vakuumröhrenkollektoren auf dem Dach des ITW

Links: Blick in den Speicher mit Solarkreiswärmeübertrager
Rechts: Sorptionswärmespeicher mit dem inneren Behälter aus Metallgewebe und der äußeren Hülle aus gefaltetem Edelstahl

Bilder: Universität Stuttgart/ITW



Speichervolumen reduzieren

Latentwärmespeicher als Pufferspeicher für Mikro-KWK-Anlagen

Die Markteinführung von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen als Heizung für Einfamilienhäuser ist bereits im Gange. Bisher sind sie jedoch nur mit einem relativ großen Pufferspeicher erhältlich.

Reutlinger Wissenschaftler untersuchten, inwieweit der Einsatz von Phasenwechselmaterialien das Speichervolumen entscheidend reduzieren könnte.

PROJEKT

Anwendung von Latentwärmespeichern als Pufferspeicher für Mikro-KWK-Anlagen

Projektlaufzeit:
12/2010 bis 5/2011

KONTAKT

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

Als energieeffiziente Methode zur Stromerzeugung ist die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) allgemein anerkannt. Sowohl Energiewirtschaft als auch Politik arbeiten daran, diese Technologie zu etablieren. Beispielsweise plant das Land Baden-Württemberg, die Stromerzeugung aus KWK-Anlagen von derzeit etwa 10 auf 20 Prozent im Jahr 2020 zu verdoppeln.

Als Blockheizkraftwerke (BHKW) im größeren Leistungsbereich bis herunter zur Anwendung in Mehrfamilienhäusern sind entsprechende KWK-Geräte bereits wirtschaftlich einsetzbar und auch in größerer Zahl verfügbar. Doch für Einfamilienhäuser ist dies noch nicht der Fall. Dabei kommt diesem Bereich eine Art Schlüsselfunktion zu, da er ein großes Marktpotenzial besitzt und

für die Wahrnehmung bei der Bevölkerung eine erhebliche Rolle spielt. Dementsprechend entwickeln derzeit alle großen Heizgerätehersteller sogenannte Mikro-KWK-Geräte für Einfamilienhäuser, wie die internationale Heiztechnikmesse ISH 2011 zeigt.

Großes Marktpotenzial

Der Trend geht dabei weg vom klassischen Heizkessel, der am Boden steht, hin zu Untertisch- oder wandhängenden Geräten – hauptsächlich, um Platz zu sparen. Auf der anderen Seite ist es sinnvoll und derzeit aus wirtschaftlichen Gründen notwendig, KWK-Geräte zusammen mit einem ausreichend groß dimensionierten Pufferspeicher zu installieren. Ein genügend großer Pufferspeicher ermöglicht es, die im KWK-Gerät parallel erzeugten Mengen an elek-

trischer und thermischer Energie in ihrer Nutzung zu entkoppeln, sodass beispielsweise die Stromerzeugung zu Zeiten hohen Eigenbedarfs und die Nutzung der Wärme zu unterschiedlichen Zeiten erfolgen können. Auch im Hinblick auf eine zukünftige Verschaltung der Anlagen zu sogenannten virtuellen Kraftwerken wird das wichtiger werden.

Für den Einsatz in Einfamilienhäusern rüsten die Hersteller ihre kommenden Mikro-KWK-Geräte mit Pufferspeichern bis zu 800 Litern Inhalt aus, was dem Wunsch, Platz zu sparen, widerspricht.

Wechsel von Kühlen und Heizen

An dieser Stelle setzte die Studie des Reutlingen Research Institute (RRI) an. Das Team von Professor Dr.-Ing.



Mikro-KWK-Gerät (im Vordergrund) und gleich hoher Latentwärmespeicher am Prüfstand im Reutlingen Research Institute

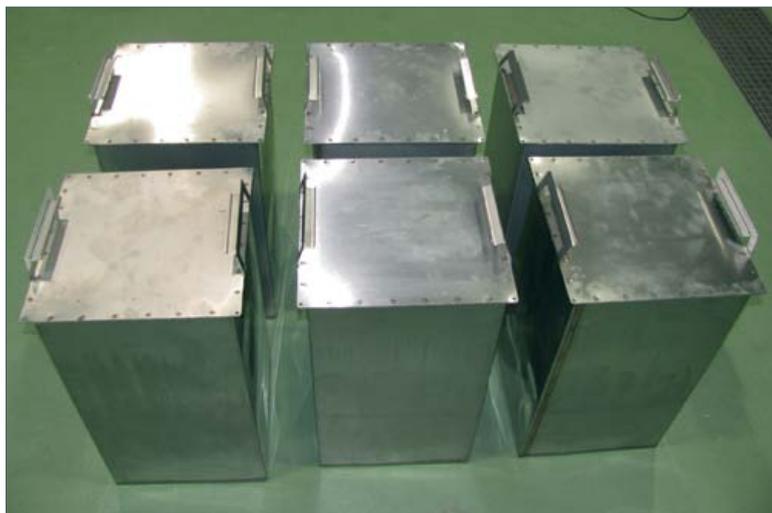
Bild: RRI

Bernd Thomas untersuchte, wie das Speichervolumen bei gleichbleibender Kapazität deutlich reduziert werden könnte. Zum Einsatz kamen dabei Wärmespeicher auf der Basis sogenannter Phasenwechselmaterialien, englisch „Phase Change Materials“ (PCM) oder auch Latentwärmespeicher genannt.

Im Gegensatz zur klassischen, fühlbaren Wärmespeicherung mit dem Medium Wasser kann ein Phasenwechselmaterial in einem Temperaturintervall mit Phasenwechsel eine deutlich größere Wärmemenge speichern. Ein bekanntes und in der Kältetechnik genutztes Material ist Eis. Der Energieaustausch erfolgt hier bei konstanter Temperatur des Wassers um null Grad Celsius, und man macht sich die Schmelz- beziehungsweise die Erstarrungswärme zunutze. Wenn Wasser gefriert, wird etwa so viel Energie frei, wie gebraucht wird, um Wasser von 0 auf 80 Grad Celsius zu erwärmen. Je nach Einsatzgebiet eines Latentwärmespeichers spielt die Entladeleistung – das heißt die Zeit, die erforderlich ist, um eine bestimmte Wärmemenge zu speichern beziehungsweise wieder zu entnehmen – eine große Rolle.

Versuchsaufbau

Für den Einsatz als Wärmespeicher wählten die Wissenschaftler Paraffin als PCM aus, das einen Schmelzpunkt zwischen 55 und 60 Grad Celsius hat. Sie nutzten für ihren Versuch einen handelsüblichen Latentwärmespeicher und bauten ihn am BHKW-Prüfstand im RRI zusammen mit einem Mikro-KWK-Gerät auf. Der Latentwärmespeicher bestand aus einem rechteckigen Tank, in dem sechs Behälter mit Paraffin als PCM stecken. Die Behälter waren von Wasser als Wärmeträger-Flüssigkeit drucklos umgeben. Gewellte Edelstahlrohre in verschiedenen Schichten im Wärmespeicher dienten als Verbindung zum äußeren Heizkreislauf. Die Wärme wurde somit



Edelstahlrohre im Innern des Latentwärmespeichers, in den die sechs Behälter mit Phasenwechselmaterialien eingesetzt werden.

Bilder: RRI

von den Rohren an das Wasser und vom Wasser an die PCM-Behälter übertragen und umgekehrt. Sowohl den Wärmespeicher als auch einen Behälter statteten die Wissenschaftler mit mehreren Thermoelementfühlern aus, um die Veränderungen der Temperatur dokumentieren zu können.

Ergebnisse

Die vier Ladevorgänge zeigten eindeutig, dass der untersuchte Latentwärmespeicher keine Vorteile gegenüber einem handelsüblichen Warmwasserspeicher bringt. Die Wissenschaftler stellten fest, dass die Wärmeleitfähigkeit von Paraffin zu gering war beziehungsweise die Behälter zu groß. Die Temperaturfühler belegten, dass nur in den Randbereichen der PCM-Behälter

eine Erwärmung erfolgte. Die Ergebnisse zeigten jedoch, dass Paraffin als Phasenwechselmaterialie grundsätzlich geeignet ist.

Die Wissenschaftler folgerten daraus, dass die PCM-Behälter mindestens in einer Dimension kleiner sein müssten. Ihre Berechnungen ergaben, dass bei einem Rohrdurchmesser von 50 Millimetern, der Verwendung von Zusätzen im Paraffin und dem Weglassen des Rohrwärmetauschers erhebliche Verbesserungen möglich wären. Professor Bernd Thomas ist optimistisch, dass ein in dieser Weise optimierter Latentwärmespeicher zur Ergänzung von KWK-Anlagen sinnvoll eingesetzt werden könnte. Die Entwicklungsarbeit wird in dieser Richtung weiterverfolgt.

Peter Streiff

Moorschutz ist Klimaschutz

Klimawirksamkeit von Mooren: Ansätze für den Klimaschutz

Im Rahmen von BWPLUS fördert das Umweltministerium Projekte der anwendungsorientierten Umweltforschung, die für Baden-Württemberg besonders relevant sind. In den folgenden Artikeln werden zwei dieser Projekte vorgestellt. Diese Projekte ergänzen die bundesweiten Moor-Forschungen als Basis für zukünftige Klimaschutzmaßnahmen.

KONTAKT

Dr. Annette Freibauer
Johann-Heinrich-von-Thünen-
Institut, Institut für Agrar-
relevante Klimaforschung
Braunschweig
annette.freibauer@vti.bund.de
www.vti.bund.de

ZUR PERSON

Dr. Annette Freibauer leitet am Johann-Heinrich-von-Thünen-Institut (vTI) die bundesweiten Projekte „Nationales Inventar für Treibhausgase und Luftschadstoffe aus der Land- und Forstwirtschaft und anderer Landnutzung“ sowie „Treibhausgasemissionen aus genutzten Mooren: Prozesse, Minderungsmaßnahmen und Finanzierungsmechanismen.“

Moore bedecken nur fünf Prozent der Fläche Deutschlands, sind aber die größte Quelle für Treibhausgase außerhalb des Energiesektors. Moore verbinden wir normalerweise mit nassen, unzugänglichen Flächen, auf denen Torfmoose oder Röhrichte wachsen und seltene Pflanzen und Tiere ihre Rückzugsräume haben. Solche Flächen sind in Deutschland selten geworden. Nur etwa fünf Prozent der Moore sind noch in naturnahem Zustand. Die meisten Moorböden sind seit Langem entwässert. Derzeit werden knapp drei Viertel der Moore Deutschlands landwirtschaftlich genutzt, vorwiegend als Grünland. Nur die tief schwarze Bodenfarbe lässt erkennen, dass hier einmal ein wachsendes Moor war.

Die Entwässerung zerstört den Torfkörper. Er verliert seine schwammartigen Eigenschaften als Wasserspeicher, sackt ab und wird von Mikroorganismen

abgebaut. Das wichtigste Abbauprodukt ist Kohlendioxid – ein Treibhausgas. Die Entwässerung hat die Moore in Deutschland von ihrer natürlichen Funktion als Kohlenstoffspeicher in eine potente Quelle für Treibhausgase gewandelt. Stark entwässerte Moore unter Acker- oder intensiver Grünlandnutzung emittieren jährlich rund 34 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Hektar. Das entspricht der von vier Bundesbürgern durchschnittlich vor allem durch Heizen und Mobilität verursachten Emission und ist 50- bis 100-mal mehr CO₂ als nicht sachgerecht genutzte Ackerböden auf Mineralböden maximal emittieren können. Moorschutz bringt daher viel Klimaschutz auf kleiner Fläche.

Ergebnisse bundesweiter Forschungsprojekte haben Handlungsoptionen identifiziert. Die jährliche Treibhausgas-Bilanz von Mooren kann grob

mit dem mittleren jährlichen Wasserstand und durch die Ernteerträge beschrieben werden. Nur wenn die Wasserstände in Richtung der naturnahen Lage eingestellt werden, kann ein deutlicher Klimaschutzeffekt erzielt werden. Lücken in den Messungen zur Treibhausgasbilanz bestehen jedoch noch für die wärmeren südwestdeutschen Regionen, für naturnahe Schilfbestände und Waldmoore.

Auch wenn Baden-Württemberg nur einen geringen Anteil an der deutschen Moorfläche hat, sind Moore vor allem in Oberschwaben und im Schwarzwald weit verbreitet. Wegen der zahlreichen weiteren positiven Effekte lohnt es sich, die Klimaschutzzpotenziale in Baden-Württemberg genauer zu untersuchen. BWPLUS fördert zwei wichtige Forschungsprojekte, die besondere Beiträge Baden-Württembergs zum



Treibhausgas-Messungen im Donauried

Bild: L. Bergmann



Links: Zu dritt am Torfbohrer im Donauried

Bild: A. Freibauer

Rechts: Vermesser im Andelbach-Moor bei Pfullingen in Aktion. Dr. Waldmann vom LGRB beobachtet die ersten Testmessungen am 20.9.2011.

Bild: W. Weinzierl

Verständnis der Moore als Basis für zukünftige Klimaschutzmaßnahmen bieten.

Wie ist die aktuelle Situation der Moore Baden-Württembergs? Mögliche alternative klimafreundliche Nutzungen werden nur akzeptiert, wenn frühzeitig transdisziplinär die wichtigen Beteiligten wie Landwirte, Naturschützer, Betriebswirte

und Verwaltung zusammenarbeiten. Das Projekt „Moore-BW“ schafft diese Brückenfunktion und ermittelt wichtige Informationen zum Flächenzustand, zur Nutzungsintensität und letztlich über Vermeidungskosten für Treibhausgase.

Sind die aus direkten Gasflussmessungen entstandenen Werte für Treibhausgasemissionen repräsentativ für

längere Zeiträume? Die umfangreichen Erhebungen von Professor Karlhans Göttlich in den siebziger Jahren sind ein Schatz in den baden-württembergischen Archiven, der nun erlaubt, durch Nachkartierung und -vermessung den Torfschwund seit den siebziger Jahren als Vergleichswert für die Klimarelevanz der Moornutzung zu ermitteln.

Annette Freibauer

Moorschwund auf leisen Sohlen

Der im Torf konservierte Kohlenstoff kehrt als CO₂ in die Atmosphäre zurück

Bis in die siebziger Jahre hatte der Moorkundler Prof. Karlhans Göttlich viele Moore Oberschwabens auch nach ihrer Mächtigkeit und Höhenlage vermessen und akribisch dokumentiert. Experten des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau wollen diesen „Schatz“ nun heben und daraus Aussagen zur Klimawirkung entwässerter Moore ableiten.

Die Moore in Baden-Württemberg sind kaum älter als 10.000 Jahre. Sie entstanden nach der letzten Eiszeit. Entwässerte Moore verlieren pro Jahr bis zu zehn Millimeter und mehr an Höhe. Erst sacken und schrumpfen sie. So kommt Luft in den Torfkörper. Mikroorganismen können jetzt atmen und nutzen den Torf als Energiequelle. Dabei wird der Torfkörper langsam, aber kontinuierlich

abgebaut. Bei jedem aeroben Abbau organischer Substanz entsteht Kohlendioxid (CO₂). Der Kohlenstoffkreislauf schließt sich hier, nachdem der Kohlenstoff einst im Photosyntheseprozess in der Biomasse fixiert und im Torfkörper für einige Tausend Jahre wasserkonserviert zwischengelagert wurde.

In der aktuellen Klimadiskussion stimmt dieser sich allein durch

menschliche Eingriffe im Zuge planmäßiger Entwässerung und Kultivierung schließende Kreislauf bedenklich. Hochgerechnet auf einer damals noch sehr schmalen Datenbasis aus den neunziger Jahren emittieren alle baden-württembergischen Moore rund eine Million Tonnen CO₂ pro Jahr. Allerdings ging man damals von einem durchschnittlichen jährlichen Höhenverlust von lediglich 7,2 mm

PROJEKT

Ermittlung langjähriger CO₂-Emissionen und Beurteilung der Moore Oberschwabens auf Basis historischer und aktueller Höhengniveaumessungen
Projektlaufzeit:
1/2011 bis 12/2013

KONTAKT

Dr. Werner Weinzierl
Regierungspräsidium Freiburg,
Abt. 9 Landesamt für Geologie,
Rohstoffe und Bergbau Baden-
Württemberg (LGRB)
werner.weinzierl@rpf.bwl.de
www.lgrb.uni-freiburg.de

Prof. Karlhans Göttlich
am Schreibtisch (1979)

Bild: G. Briemle

Vermessungskladen
mit den Moorhöhen-
aufnahmen von Göttlich

Bild: W. Weinzierl



aus. Und das galt streng genommen, weil dort gemessen, nur für das württembergische Donauried. Eine grobe Schätzung also aus heutiger Sicht.

Neue Moorhöhenaufnahmen

Die Bearbeiter wollen es in einem BWPLUS-Projekt jetzt genauer wissen. Gelingen soll das mit neuester GPS-Technik. Die Wissenschaftler werden die aktuellen Moorhöhen möglichst aller von Göttlich einst gemessenen Punkte in den Mooren Oberschwabens nachmessen. Für die mehr als 12.000 in einem Zeitraum von drei Jahrzehnten von Göttlich und seinem Vermessungstechniker

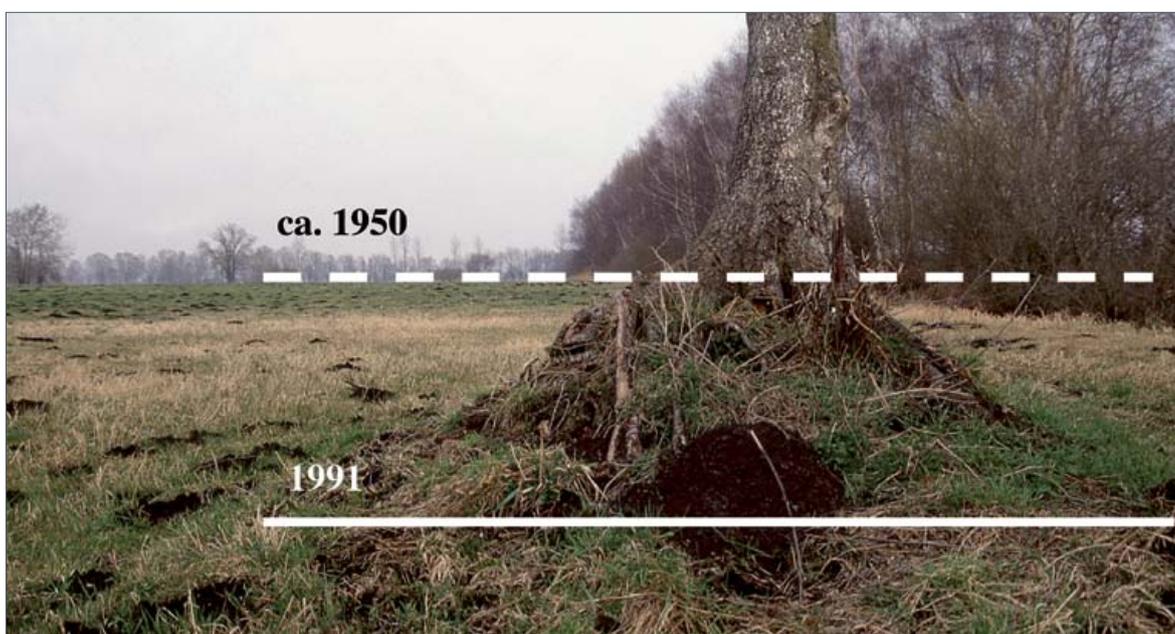
Otto Stumpp optisch vermessenen Moorpunkte werden dafür wenige Monate angesetzt. Durchzuführen von einem „Ein-Mann-Messtrupp“, in der linken Hand eine zwei Meter hohe Satellitenantenne, daran die Recheneinheit mit Bildschirm und Onlineverbindung über Mobilfunk. Der Bildschirm ist das Navigationsgerät und leitet den Vermesser auf plus/minus drei Zentimeter an den nachzumessenden Punkt heran. Die Messung der aktuellen Koordinaten und der Höhenlage dauert dann nur wenige Sekunden, und weiter geht's zum nächsten Aufnahmepunkt. Die Tagesleistung liegt durchschnittlich

bei 150 Messpunkten und hängt vom Gelände und der Geleistung des Vermessers ab.

CO₂-Abgabe der Moore an die Atmosphäre

Spätestens im Jahr 2013 soll sich zeigen, welche Höhenverluste die Moore in den zurückliegenden Jahrzehnten hinnehmen mussten. Aus der Dichte und dem Kohlenstoffgehalt der Torfe will man schließlich die CO₂-Abgabe der Moore an die Atmosphäre berechnen. Der einfachere Teil des Vorhabens, aus Sicht der Experten. Es bleibt spannend.

Werner Weinzierl



ca. 1950

1991

Moorschwind im
Donauried: Baumwurzeln
„verlieren den Boden
unter den Füßen“

Bild: W. Weinzierl

Klimafaktor Moor

Eine ökonomisch-ökologische Bewertung der Moore im Land

Für den Schutz der Moore gibt es viele Gründe. Klimaschutz ist einer davon. Denn Moore speichern ungeheure Mengen an Kohlenstoff in Form von Pflanzen und Torf. Allerdings nur dann, wenn das Moor tatsächlich ein Moor ist: Wird es trocken gelegt oder landwirtschaftlich genutzt, werden Treibhausgase freigesetzt. Wie der Zustand der Moore im Lande wirklich ist, wie wichtig sie für das Klima sind und was getan werden kann, um diese Funktion zu stärken, erarbeitet derzeit eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe der Universitäten Stuttgart und Hohenheim.

Als sich die Gletscher der letzten Eiszeit langsam zurückzogen, hinterließen sie Mulden und tiefe Senken. Wo das Grundwasser hoch anstand, füllten sich diese Senken so oft mit Wasser, dass die Pflanzen darin immer wieder abstarben und auf dem Grund verfaulten. Der Fäulnisprozess entzog dem Wasser den Sauerstoff, die anaeroben Verhältnisse verlangsamten den Abbau, die Gewässer verlandeten – es entstanden Niedermoore.

Setzte sich der Pflanzenbewuchs auf dem schwankenden Grund weiter fort, hob sich die Pflanzenmasse allmählich über den Grundwasserspiegel, und die Entwicklung hin zum Hochmoor nahm ihren Lauf. Unter den extrem nährstoffarmen Bedingungen konnten nur noch speziell angepasste Torfmoose, die Sphagnum-Moose, überleben. Während

ihr unterer Teil allmählich vertorft, wachsen die Moose oben weiter. Nur die Torfmoose lassen intakte Moore auch heute noch weiterwachsen. In Mitteleuropa einen halben bis eineinhalb Millimeter pro Jahr. Solange sich dieser Prozess fortsetzt, gelten Moore als klimaneutral.

Doch so beeindruckend die Kohlendioxid-Speicherfähigkeit von Mooren ist, so groß ist auch ihr Ausstoß an klimarelevanten Gasen, wenn sie gestört werden. Wer Moore nutzen will, wird sie immer zuerst entwässern. Dadurch erreicht Sauerstoff den Torf. Mikroorganismen fangen schnell an, ihn abzubauen, und setzen dabei große Mengen Kohlendioxid frei. In stickstoffreichen und obendrein gedüngten Niedermooren entsteht vermehrt Lachgas, ein besonders wirksames Treibhausgas. Die Treib-

hauswirksamkeit von Gasen berechnet man über Kohlendioxid-Äquivalente und vergleicht dabei Lachgas und das ebenfalls relevante Methan mit der Klimawirksamkeit von Kohlendioxid. Bezogen auf einen Zeithorizont von 100 Jahren ist Lachgas um Faktor 298 und Methan um den Faktor 25 klimawirksamer als Kohlendioxid. So lässt sich der Einfluss der verschiedenen Gase auf die Klimaentwicklung mit nur einer Zahl ausdrücken.

Mehr als 90 Prozent der Moore sind gestört

In Deutschland hat der Mensch in den Wasserhaushalt von mehr als 90 Prozent aller Moore eingegriffen. Trotz eines geringen Anteils an der Gesamtfläche europäischer Moore von 3,3 Prozent verantwortet Deutschland darum immerhin 12 Prozent der aus-

PROJEKT

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

Projektlaufzeit:
1/2011 – 6/2013

KONTAKT

Prof. Dr. Enno Bahrs
Dr. Elisabeth Angenendt
Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre, Universität Hohenheim
bahrs@uni-hohenheim.de
elisabeth.angenendt@uni-hohenheim.de
www.moore-bw.de

Dr. Norbert Billen
Institut für Bodenkunde und Standortlehre, Universität Hohenheim
n.billen@uni-hohenheim.de



Blick über das Federsee-Moor im oberschwäbischen Vorland der Alpen (im Hintergrund)

Bild: Regierungspräsidium Tübingen



Links: Bodenprofil eines Niedermoores
Rechts: Bodenprofil eines Anmoors, das einem Landboden ähnelt

Bilder: A. Lehmann

Mooren freigesetzten klimawirksamen Gase in Europa. Die nationale Biodiversitätsstrategie setzt folgerichtig das Ziel, bis zum Jahr 2020 die natürliche Speicherkapazität der Landlebensräume für Kohlendioxid unter anderem durch die Renaturierung von Mooren um zehn Prozent zu erhöhen.

In Baden-Württemberg bedecken Moore und Anmoore nur 1,5 Prozent der Landesfläche. Etwa 50 Prozent davon nutzt die Landwirtschaft. Ob als Acker oder als Grünland und wie intensiv oder extensiv konnten bis vor Kurzem selbst Fachleute allen-

falls grob einschätzen. Seit Januar 2011 hat sich ein interdisziplinäres Team daran gemacht, umfangreiche Grundlageninformationen über die Moore im Lande zu erarbeiten. Die Gruppe betrachtet dabei alles, was sich auf das Klima auswirken könnte. Mit dabei sind Wissenschaftler aus den Instituten für Landwirtschaftliche Betriebslehre, für Bodenkunde und Standortslehre, für Landschafts- und Pflanzenökologie der Universität Hohenheim sowie Wissenschaftler vom Institut für Landschaftsplanung und Ökologie der Universität Stuttgart. Mit

dieser interdisziplinären Zusammensetzung, die neben den ökologischen Belangen auch die ökonomische Sicht der Dinge einbezieht, ist eine umfassende kompetente Beurteilung der Lage möglich. Der umfassende Ansatz ist sinnvoll. Schließlich kollidieren auf den Mooren ökologische – im Idealfall ein ungestörtes Moor – und ökonomische Ziele des Bewirtschafters. Auf Nutzung zu verzichten, bedeutet für ihn, schlicht nichts mehr zu verdienen.

Fernerkundung

Im Projekt ging es zunächst darum, eine aktuelle Analyse der relevanten Aspekte durchzuführen. Eine erste Literaturrecherche zeigte, dass die flächendeckende genaue Bilanzierung der Klimarelevanz der Moore noch mit sehr vielen Unsicherheiten behaftet ist. Es gibt noch zu wenige Freilandmessungen, die es ermöglichen, den Einfluss der verschiedenen Steuergrößen korrekt einzuschätzen. In einem Punkt sind sich die bisher durchgeführten Studien allerdings einig: Grundsätzlich steigen die Gesamtemissionen mit zunehmender Entwässerung und steigender Intensität der Nutzung. Während etwa die landwirtschaftliche Ackernutzung eines Niedermoorstandortes den Ausstoß von rund 34 Tonnen Kohlendioxid-Äquivalenten pro Hektar und Jahr bedeutet, kann es sein, dass ein Wald an derselben Stelle nur 17,5 Tonnen freisetzt. Die naturnahe Renaturierung schraubt den Ausstoß im Idealfall auf 0,1 Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente pro Hektar und Jahr zurück.

Grundlage der Arbeiten ist das in Baden-Württemberg vorhandene Moorkataster. Da die letzten Mooraufnahmen im Alpenvorland jedoch bis Ende der siebziger Jahre erfolgten, beschreibt dieses Kataster dort teilweise nicht mehr die aktuellen Verhältnisse. Die Wissenschaftler nutzen deshalb die Möglichkeiten der Fernerkundung, um die aktuelle Ausdehnung der Moorflächen im Lande abzugrenzen.

Moore in den fünf Hauptverbreitungsgebieten in Baden-Württemberg

Moorregion	Moore
Donau-Iller-Lech-Platte	Federseemoor Wurzacher Ried Osterried (bei Laupheim) Langenauer Ried (Donauried)
Voralpines Hügel- und Moorland	Pfrunger-Burgweiler Ried Steinacher Ried und Brunnenholzried (bei Bad Waldsee) Gründlen-Rötseemoos Isnyer Moos
Donauquellen-Baar-Hegau-Alb	Schwenninger Moor Zollhausried (bei Blumberg) Moore bei Pfohren (NSG Birkenried-Mittelmeß)
Schwarzwald	Wildseemoor Altsteigerkopfmoor Blindenseemoor und Elzhofmoor (bei Schonach) zahlreiche Hang-, Sattel-, Plateau-, Tal- und Karmoores
Ober- und Hochrhein	Graben-Neudorf Weingartner Moor

Für Moorböden sind ein hoher Gehalt an organischer Substanz und hohe Bodenfeuchte charakteristisch. Die dadurch abweichende Reflexion der Erdoberfläche nutzen die Wissenschaftler als Parameter für die Fernerkundung, indem sie die Luftaufnahmen in verschiedenen Spektralbereichen und Wellenlängen untersuchen. Dadurch können sie Moor- von Mineralböden unterscheiden.

Ausdehnung und Vorkommen von Hoch- oder Niedermooren sind in den fünf Hauptverbreitungsgebieten im Land sehr unterschiedlich. Achtzig Prozent der Moorflächen Baden-Württembergs liegen in Oberschwaben. Dort befinden sich die meisten Hoch- und die größten Niedermoore. Anders als in anderen Gebieten liegen hier lediglich 30 bis 40 Prozent der Moore in Schutzgebieten. Etwa die Hälfte der Moorfläche wird als Grünland genutzt.

Befragung von Landwirten

Nicht nur die aktuelle Ausdehnung der bestehenden Moorflächen sollten die Bearbeiter im Rahmen des Projektes vermessen. Auch die Informationen über die Qualität dieser Biotope waren wegen der länger zurückliegenden Aufnahmen überarbeitungsbe-

dürftig: Welche Arten kommen noch auf den Mooren vor, wie mächtig ist die Torfschicht und welche Qualität hat der Torf? Diese regionalspezifische Qualifizierung der Moore erfolgt durch exemplarische Geländeuntersuchungen in besonders repräsentativen Mooren, wie dem Federsee-Gebiet oder dem Pfrunger-Burgweiler Ried. Diese Erhebung schafft eine wesentliche Grundlage, um im nächsten Schritt Nutzungsmöglichkeiten und Schutzmaßnahmen zu planen.

Doch bevor mögliche Nutzungsänderungen durchdacht werden, wollten die Ökonomen im interdisziplinären Team mehr über die aktuelle Nutzung erfahren. In einem mehrstufigen Prozess wandten sie sich zuerst an eine zufällige Auswahl von 2.000 Moor-Nutzern mit der Bitte, an einer Befragung teilzunehmen. Dabei kamen immerhin 1.735 Stichproben zusammen. Bereinigt um Betriebsaufgaben und ähnliche Faktoren ergaben sich am Ende knapp 400 auswertbare Fragebögen von Landwirten, die insgesamt 17.255 Hektar Fläche bewirtschaften. 16 Prozent davon stellten sich als Moorstandorte heraus, die überwiegend als Grünland genutzt werden. Nach der vollständigen Aus-

wertung der Fragebögen beabsichtigt das Team, die Interessen des Natur- und Klimaschutzes auf der einen und die wirtschaftlichen Aspekte auf der anderen Seite mithilfe einer ökonomisch-ökologischen Modellierung zu bewerten. Mit dem Modell will man die Kosten für unterschiedliche Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen aus Mooren abschätzen und somit fundierte Grundlagen für Nutzungsentscheidungen liefern.

Um wirklich alle relevanten Parameter für eine solche Entscheidungsfindung herauszufinden und einzubeziehen, veranstalteten die Teams einen Workshop mit rund 30 Experten unterschiedlicher Fachdisziplinen aus Wissenschaft, Praxis und Verwaltung. Gemeinsam diskutierten die Experten die bisherigen Nutzungsformen der Moore im Lande. Dann wurden die Aspekte „Wertigkeit“ und „Klimarelevanz“ in Arbeitsgruppen aus verschiedenen Fachdisziplinen betrachtet. Insbesondere als Grünland genutzte Moore wurden dabei unterschiedlich bewertet. Einigkeit bestand jedoch darin, dass weitere Informationen eingeholt werden sollten. Gut ein halbes Jahr ist dafür noch Zeit.

Iris Lehmann

Links: Torfmoose (*Sphagnum*) lassen Hochmoore wachsen.

Bild: I. Lehmann

Rechts: Typische Hochmoorvegetation mit Torfmoosen und Sauergräsern im Wurzacher Ried

Bild: A. Lehmann



Lärm aus der Dose

Hörakustische Bewertung von simuliertem Lärm

Tag für Tag sind wir vielerlei Einzelgeräuschen ausgesetzt, die sich überlagern. Geeignete Lärmschutzvorrichtungen sollen uns davor schützen. Psychologen untersuchen in einem Projekt, wie der Mensch die Effektivität bestimmter Lärmschutzmaßnahmen einstuft.

Der erste Teil des BWPLUS-Projekts „Wirkungsbezogene Gesamtlärmsimulation und -bewertung“ ist bereits erledigt: Wissenschaftler des Fraunhofer Instituts für Bauphysik Stuttgart haben normalen Umgebungslärm in 23 verschiedene Lärmarten aufgedröselst, aufgezeichnet und in einer Datenbank gespeichert. Darüber hinaus haben sie registriert, um wie viel Dezibel dieser Lärm hinter diversen Schutzvorrichtungen, seien es Lärmschutzwände, Schallschutzfenster oder Schalldämpfer gemindert wird. Fortan können also verschiedene – gedämmte oder ungedämmte – Lärmquellen nach Belieben miteinander kombiniert und wieder reproduziert werden.

Mit diesem Auralisationsinstrument an der Hand startete Diplom-Psychologe Peter Keilhacker von der Abteilung Arbeits-, Umwelt- und Gesundheitspsychologie an der Katholischen Universität Eichstätt den zweiten Teil des Projekts. Er untersucht mit Hilfe von Testpersonen, welcher Schall wie lästig empfunden wird und welchen Lärmminderungsgrad die getesteten Personen bei unterschiedlichen Schutzmaßnahmen feststellen. Da sich

das Hörvermögen mit zunehmendem Alter verändert, werden insgesamt 60 Menschen zwischen 20 und 75 Jahren eineinhalb Stunden lang nach ihren Höreindrücken befragt. Dabei setzt Keilhacker zwei Methoden ein:

Das Fraktionierungsverfahren

Zuerst wird der Testperson (dem Probanden) über einen Kopfhörer der Originallärm vorgespielt, mit dem dann jeder folgende, auralisierte Schall zu vergleichen ist. Die Auralisation simuliert das Hörerlebnis einmal hinter einer drei Meter hohen Schallschutzwand, ein andermal hinter einem Lärmschutzfenster der Klasse III oder auch V. Per Schieberegler gibt der Proband dann jeweils an, ob er den Lärm überhaupt nicht mehr hört, nur noch halb so laut oder gar noch genauso laut wie vorher hört (s. Bild 2). Auf die gleiche Weise stellt er ein, ob und wie lästig ihm der vorgespielte Lärm ist.

Unterteilung in Kategorien

Der Vergleich zwischen Originallärm und Lärm hinter einer Schutzwand sagt nur etwas darüber aus, wie stark die Dämmung empfunden wird. Der

Lärm könnte zwar viel leiser als vorher empfunden werden, aber für sich allein genommen immer noch als laut und etwas lästig. Daher tragen die Probanden zusätzlich in eine Kategorienunterteilungsskala ihr „absolutes“ Urteil für die Lautheit und Lästigkeit ein. Durch die feinen Abstufungen ist es hier auch möglich, kleine Unterschiede zum Beispiel zwischen verschiedenen Auralisationen, festzuhalten (Bild 3).

Neben der Gegenüberstellung unterschiedlicher Lärmbewertungsverfahren interessiert Keilhacker auch die Gesamtlärmproblematik: Wie empfindet der Mensch eine Situation, in welcher er mehreren Lärmquellen gleichzeitig ausgesetzt ist? Spielt es z. B. bei einer hohen Belastung durch Fluglärm keine Rolle mehr, ob die Betroffenen zusätzlich auch noch moderatem Straßenverkehrslärm ausgesetzt sind? Oder addieren sich die einzelnen Lärmquellen entsprechend ihrer Intensität zu einer Gesamtbelästigung? Die Untersuchungen sollen also auch Einblicke in das Zusammenwirken unterschiedlichster Lärmarten ermöglichen.

Mechthild Fendrich

PROJEKT

Wirkungsbezogene Gesamtlärmsimulation und -bewertung
Teilprojekt II: Hörakustische Bewertung

Projektlaufzeit:
4/2009 bis 3/2012

KONTAKT

Prof. Dr. Jürgen Hellbrück
Dipl.-Psych. Peter Keilhacker
Abteilung Arbeits-, Umwelt- und
Gesundheitspsychologie
Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt
peter.keilhacker@ku-eichstaett.de
www.ku-eichstaett.de

Bild 1: Peter Keilhacker hört sich „Lärm aus der Dose“ an.

Bild: M. Lösch



Bild 2: Schieberegler für die Probanden zur Beurteilung nach dem Fraktionierungsverfahren (Screenshot)

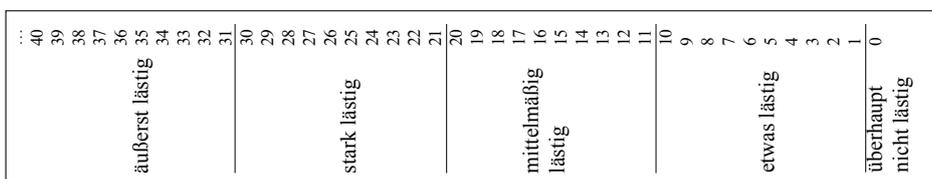


Bild 3: Beurteilungsskala nach dem Kategorienunterteilungsverfahren für die Lautheit und die Lästigkeit.

Bilder: P. Keilhacker

Zecken auf der Spur

Zecken und von Zecken übertragene Krankheiten in Baden-Württemberg

Nicht nur in Baden-Württemberg nehmen Zecken und die Risikogebiete für durch Zecken übertragene Krankheiten zu. Verbreitung und Vermehrung von Zecken hängen von Umweltfaktoren wie Klima und der Anzahl an Wirtstieren ab. Zu den Zusammenhängen ist noch wenig bekannt.

Dass Zecken vielerlei für Mensch und Tier gefährliche Krankheiten übertragen können, weiß man schon lange. Wissenschaftler vom Karlsruher Institut für Technologie haben in einer Literaturstudie vorliegende Forschungsergebnisse miteinander verglichen, um zu klären, wo noch Forschungsbedarf besteht. Welche Rolle spielen beispielsweise die Populationen der verschiedenen Wirtstiere, wirkt sich der Klimawandel günstig auf die Verbreitung der Zecke aus, kann man sich vor diesen Parasiten schützen? Ein noch zu entwickelndes Modell soll helfen, das Auftreten von Zecken in bestimmten Gebieten vorherzusagen.

FSME, Borreliose & Co

Der bekannteste, von Zecken übertragene Krankheitserreger ist das FSME-Virus, das die Frühsommer-Meningoenzephalitis auslöst, die schlimmstenfalls mit Entzündungen der Hirnhaut, des Hirngewebes, des Nervengewebes oder des Rückenmarks einher- und auch tödlich ausgehen kann. Doch nur bei etwa 30 Prozent der mit FSME infizierten Personen kommt es auch zum



Direkter Vergleich der Entwicklungsstadien von Igelzecke (oben) und Holzbock (unten). V.l.n.r.: Larven, Nymphen, Weibchen und Männchen

Bild: J. Skuballa

Ausbruch der Krankheit. In Gebieten mit großem Zeckenaufkommen ist es ratsam, sich impfen zu lassen. Diese vorbeugende Maßnahme steht im Falle der bakteriell übertragenen Borreliose noch nicht zur Verfügung, und die Zahl der Borrelien-Infektionen nimmt stetig zu. Wird die Krankheit, vor allem der damit einhergehende kreisförmige rote Wanderaussschlag, die Wanderröte, rechtzeitig diagnostiziert, lässt sie sich mit einem geeigneten Antibiotikum behandeln. Auch wenn bis zu drei Wochen nach dem Stich Grippesymptome auftreten, sollte man seinen Arzt darauf anspre-

chen. Da der eigentliche Zeckenstich oftmals aber gar nicht bemerkt wird, können auch erst viele Jahre später schwere Symptome wie chronische Müdigkeit, Herzrhythmusstörungen, rheumatische Beschwerden und andere Krankheitsbilder auftreten. Allerdings werden Borrelien in der Regel erst zwölf Stunden nach einem Stich übertragen, und bislang kam es „nur“ bei vier Prozent aller Stiche zu einer Übertragung des Erregers.

Entwicklungsstadien der Zecke

Die meisten Schildzecken durchlaufen drei Entwicklungsstadien:

PROJEKT

Literaturrecherche zum Thema Zecken und zeckenübertragene Krankheiten in Baden-Württemberg – Stand des Wissens

Projektlaufzeit:
7/2009 bis 8/2010

KONTAKT

Dr. Trevor Petney
Dr. Miriam Pfäffle
Dr. Jasmin Skuballa
Prof. Dr. Horst Taraschewski
Abteilung Ökologie und Parasitologie, Zoologisches Institut, Karlsruher Institut für Technologie
trevor.petney@kit.edu
miripfaeffle@web.de
jasmin.skuballa@kit.edu
horst.taraschewski@kit.edu
www.zoo.kit.edu



Links: Vollgesogene weibliche Igelzecke bei der Eiablage
Rechts: Männliche Auwaldzecke von oben. Ausgewachsene Männchen saugen in der Regel nicht und sterben nach der Begattung.

Bilder: J. Skuballa

Nachdem das Weibchen zwischen 1.000 und 5.000 Eier abgelegt hat, dauert es – je nach Umgebungstemperatur und -feuchtigkeit – etwa vier Wochen, bis die Larven schlüpfen. Diese suchen sich einen geeigneten Wirt, Wirbeltiere, meist Mäusearten oder auch Vögel, um an ihnen Blut zu saugen. Substanzen in der Atemluft aber auch Erschütterungen leiten die Zecke zum Ziel. Gesichert ist dabei die Wirkung von Kohlendioxid, das in der Atemluft von Säugetieren in höherer Konzentration vorkommt als in der Luft. Vollgesaugt lässt die Zecke sich vom Wirt abfallen und häutet sich innerhalb weniger Wochen am Boden zum zweiten Entwicklungsstadium, der Nymphe. Die Nymphe lauert wiederum mit abgespritzten Vorderbeinen in der

Parkanlagen. In Baden-Württemberg treten Lederzecken (*Argasidae*) und Schildzecken (*Ixodes*) auf. Zur ersten Familie gehört die Taubenzecke, die in Großstädten wie Stuttgart, Mannheim oder Karlsruhe zwar häufig vorkommt, als wirtsspezifische Art jedoch relativ selten Menschen befällt.

Von den Schildzecken wurden in Baden-Württemberg bislang acht Arten identifiziert; die bekannteste von ihnen ist *Ixodes ricinus*, landläufig bekannt als Gemeiner Holzbock. Dieser Parasit fühlt sich auf den unterschiedlichsten Wirten wohl, seien es Reptilien, Vögel, Säugetiere oder eben der Mensch. Entsprechend ist dieser Achtfüßer sehr weit verbreitet und nimmt bei der Übertragung von Krankheiten eine herausgehobene Stellung ein.

häufig vorkommende Schafzecke (*Dermacentor marginatus*), die Igelzecke (*Ixodes hexagonus*) und auch die braune Hundezecke (*Rhipicephalus sanguineus*), die in den letzten Jahren über eingeführte Hunde aus dem Mittelmeerraum zu uns kam. Allen gemein ist die Fähigkeit, über ihren Speichel den jeweiligen Wirt mit diversen Krankheitserregern, sogenannten Pathogenen, zu infizieren.

Viele Glieder einer Kette

Hauptanliegen der Karlsruher Biologen ist es, die bei der Verbreitung und Vermehrung der Zeckenarten nachweislich beteiligten Parameter wie Klima und Habitat (Lebensraum) sowie Wirt- und Pathogen-Dynamiken zu katalogisieren und miteinander in Bezug zu setzen. Mit ihren Untersu-



Bei der Flag-Methode wird ein ein Quadratmeter großes helles Tuch eine bestimmte Zeit lang über eine festgelegte Fläche gezogen. Anschließend werden die Zecken abgesammelt, gezählt und auf Krankheitserreger untersucht.

Bilder: K. Acunman

Vegetation auf ein weiteres Wirtstier und lässt sich von diesem abstreifen. Nach der Blutmahlzeit häutet sich auch die Nymphe und verwandelt sich nach Wochen oder Monaten in ein Männchen oder Weibchen einer erwachsenen Zecke.

Vorkommen

Zecken findet man fast überall: in Wäldern, Wiesen, Gebüsch oder

Weniger häufig findet man die Auwaldzecke (*Dermacentor reticulatus*), die sich im Larven- und Nymphenstadium an Nager und Kaninchen hält, im ausgewachsenen Stadium allerdings größere Wirbeltiere wie Rehe, Rotwild und Wildschweine, aber auch Hunde heimsucht. Weitere Arten der Schildzecken sind eher auf einen Wirt spezialisiert. Dazu gehören die in Baden-Württemberg ebenfalls

chungen streben sie die Entwicklung eines Modells an, mit dessen Hilfe sie vorhersagen können, ob etwa aufgrund einer Trockenperiode wohl mit weniger Zecken zu rechnen ist oder ob es infolge eines Mastjahres, in dem die Eichel-, Kastanien- und Bucheckernernte besonders reichhaltig ausfällt, mehr Zecken lauern werden. Letzteres ist ein in den USA bereits erforschtes Phänomen und lässt sich

folgendermaßen nachvollziehen: Ein großes Futterangebot

- erhöht die Überlebenschancen der Wirtstiere (oftmals Mäuse),
- erhöht die Fortpflanzungsrate der Mäuse im folgenden Jahr,
- erhöht die Anzahl der potenziellen Wirtstiere,
- erhöht die Chancen einer Zecke, einen geeigneten, infizierten Wirt zu finden,
- erhöht den Reproduktionserfolg der Zecken und die Zahl der infizierten Zecken,
- erhöht die Wahrscheinlichkeit einer Übertragung von Krankheitserregern auf Menschen.



Um herauszufinden, in welchen Lebensräumen und unter welchen (lokal)klimatischen Gegebenheiten die Zecken besonders stark mit Krankheitskeimen infiziert sind, sammelten die Forscher bereits an den verschiedensten Orten Zecken ein und untersuchten sie. Sie bedienten sich der Flag-Methode. Dabei zieht man ein ein Quadratmeter großes helles Tuch über eine bestimmte Vegetationsfläche. Hell deshalb, weil die winzigen Tierchen darauf besser zu erkennen sind. Die zumeist an den Grashalm-Enden sitzenden Zecken aller Stadien verhaken sich dabei mit ihren Krallen im Stoff – genauso, wie sie sich in den Hosen vorbeistreichender Spaziergänger verfangen. Anschließend werden die Zecken gezählt und auf Pathogene untersucht. Nicht immer kam es bisher zu den erwarteten Resultaten, zu vielfältig sind die mitwirkenden Faktoren.

Die Rolle von Witterung und Klima

Moderate durchschnittliche Temperaturen der Sommermonate und eine geringe Zahl an Tagen unter 0°C begünstigen eine Infektion mit Borrelien und FSME und wohl auch die Verbreitung von Zecken. War man jahrelang davon ausgegangen,

dass man im Winter keine Zecken fürchten muss, so wurde man im milden Winter 2006/2007 in Berlin eines Besseren belehrt, denn dort waren Zecken das ganze Jahr über „im Einsatz“. Neuere Versuche bestätigen, dass Zecken überaus zahlreich sind, überlebten sie einen 40-Grad-Waschmaschinen-Zyklus doch ebenso wie eine tagelange Abkühlung bei minus 13 °C im Tiefkühlfach. Darüber hinaus findet man Exemplare der Auwaldzecke zunehmend in für sie klimatisch untypischen Lebensräumen, beispielsweise in trockenen Waldgebieten, was im Widerspruch zu bisherigen Annahmen steht, dass Zecken keine niedrige Luftfeuchtigkeit mögen. Ist die Luftfeuchtigkeit wiederum dauerhaft (klimatisch) oder zeitweilig (Witterung) zu hoch, droht den Zecken lebensbedrohlicher Pilzbefall.

Die Rolle der Wirte

Wie „effektiv“ Krankheitskeime übertragen werden, hängt zu einem großen Teil von den zur Verfügung stehenden Wirten ab. Bevorzugen Larven und Nymphen kleinere Wirte wie Kleinsäuger, Igel oder Hasen, halten sich die ausgewachsenen Zecken an größere Wirte wie Rothirsch, Reh oder Wildschwein. Manche der Groß-

säuger wirken als Verdünnungswirte; von solchen werden die Pathogene nicht weiter übertragen. In Jahren, in denen Verdünnungswirte in ausreichender Zahl als Wirtstiere dienen, verbreitet sich die Krankheit also weniger stark.

Dort, wo sich aber auch die ausgewachsenen Zecken an Kleinsäuger halten müssen, die nicht resistent und deshalb Reservoirwirte sind, werden die Pathogene mit höherer Wahrscheinlichkeit übertragen. Wildlebende Mäuse sind die wichtigsten Wirte für durch Zecken übertragene Krankheiten in Deutschland. Ausschlaggebend für eine hohe Nagetierdichte sind das Futterangebot, aber auch Krankheiten und Parasiten sowie die Anzahl von natürlichen Feinden.

Noch gibt es keine Studien und keine Rechenmodelle, in die solche Populationsschwankungen eingeflossen wären. Bislang ist nur eines sicher: Zecken lassen sich nicht in ein einfaches Schema pressen. Es wird noch etlicher Studien bedürfen, bis man einigermaßen verlässlich vorher sagen kann, wo und wann mit einer Zeckenplage und erhöhten Übertragungen von Krankheitserregern durch Zecken zu rechnen ist.

Mechthild Fendrich

Zecke möglichst früh von der Haut entfernen, dann sinkt die Wahrscheinlichkeit einer Übertragung des Krankheitserregers.

Bild: Fotolia.de

Eine Zecke entfernt man keinesfalls mit Öl oder Klebstoff, sondern mit einer Zeckenzange, die man sachte nach links und rechts dreht.

Bild: Sassi/Pixelio.de

Mobiles Messlabor

Luftqualitätsmessungen in einem Ballungsraum mittels einer Straßenbahn

Am 5. November 2011 stellten Karlsruher Wissenschaftler ihr preisgekröntes Projekt öffentlich vor: Sie hatten eine quer durch den Großraum Karlsruhe verkehrende Straßenbahn zum mobilen Observatorium aufgerüstet. Die damit erfolgten Langzeituntersuchungen lieferten wertvolle Messdaten zur Bewertung der räumlichen Unterschiede der Schadstoffbelastung.

PROJEKT

Messungen der räumlichen Variabilität der Luftqualität in einem Ballungsraum mittels einer Straßenbahn
Projektlaufzeit:
9/2007 bis 6/2011

KONTAKT

Dr. Bernhard Vogel
Prof. Dr. Christoph Kottmeier
Institut für Meteorologie und
Klimaforschung am Karlsruher
Institut für Technologie, KIT
bernhard.vogel@kit.edu
www.aero-tram.kit.edu
christoph.kottmeier@kit.edu
www.imk-tro.kit.edu

Weltweit ist nach wie vor ein Anstieg an anthropogenen – also von Menschen verursachten – Emissionen zu beobachten. Gas- und partikelförmige Beimengungen verändern die Luftqualität und somit die Lebensbedingungen von Pflanzen, Tieren und Menschen. Zwar wurden in den letzten zwei Jahrzehnten erhebliche Fortschritte bei der Verbesserung der Luftqualität erzielt, aber es besteht vor allem hinsichtlich der Überschreitung von Grenzwerten für Feinstaub und für Stickstoffoxide weiterhin erheblicher Handlungsbedarf. In Baden-Württemberg basiert die Überwachung der Luftqualität auf einem Netz von ortsfesten Messstationen. Sie befinden sich weitgehend an Stellen, an denen eine für die Fläche repräsentative Schadstoffbelastung zu erwarten ist. Um die maximal auftretenden Konzentrationen von Stickstoffdioxid und Feinstaub zu erfassen und die Einhaltung von Grenzwerten zu prüfen, werden Spot-Messungen an stark befahrenen

Straßen durchgeführt. Wie und insbesondere mit welcher Dosis die Bevölkerung tatsächlich belastet ist, können auch Fachleute nur schwer bewerten, da hierfür die flächenhafte Verteilung der Luftverunreinigungen bekannt sein müsste. In der medizinischen Wirkungsforschung setzt sich jedoch zunehmend die Erkenntnis durch, dass die menschliche Gesundheit eher durch eine regelmäßig vorhandene, erhöhte Dosis eines Schadstoffs als durch einen punktuell sehr hohen Konzentrationswert beeinträchtigt wird.

Weltweit einzigartig

Um die Datenbasis zur Luftqualität in Karlsruhe zu erweitern und Modelle für andere Ballungsräume zu erarbeiten, entwickelten die Wissenschaftler am Institut für Meteorologie und Klimaforschung des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) ein weltweit einzigartiges mobiles Observatorium. Eine Straßenbahn des Karlsruher Verkehrsverbunds (KVV)

diente als Träger für Messgeräte, die während der Fahrt die Konzentrationen der Luftschadstoffe in hoher zeitlicher Auflösung messen. Die als „Aero-Tram“ beschilderte Bahn hat gegenüber einem straßengebundenen Fahrzeug einige Vorteile: Sie fährt ohne Stau nach einem fest vorgegebenen Fahrplan und verursacht keine zusätzlichen Personalkosten. Zudem hat sie – abgesehen vom Bremsabrieb und vom Abrieb, der durch den Stromabnehmer hervorgerufen wird – keine Eigenemissionen. Diese Abriebe sind als Fehlerquellen für die Messungen weitgehend zu vernachlässigen, da das Projektteam das Einlass-System so montierte, dass es über den Stadtbahnwagen nach vorne herausragt.

Die Wissenschaftler um Dr. Bernhard Vogel wählten gemeinsam mit dem KVV einen Stadtbahnwagen aus, der auf den Linien S1 und S11 ins Albtal sowie auf der Linie S2 (Spöck-Rheinstetten) unterwegs ist. Die Endhaltestellen dieser Linien

Stadtbahnfahrzeug des Karlsruher Verkehrsverbunds, beschildert mit „AERO-TRAM – Mobile Messungen der Luftqualität“

Bild: R. Rinke



sind mit Wendeschleifen versehen, wodurch sich das Einlass-System immer am Wagenanfang befindet. Die Tatsache, dass diese Linien nur oberirdisch und bis weit ins Umland fahren, ermöglichte die Erfassung von Konzentrationen der Luftschadstoffe in unterschiedlichen Lebensräumen: Vom Zentrum in Karlsruhe bis ins ländliche Bad Herrenalb und von stark belasteten Industriegebieten bis in ruhige Wohngegenden.

Große Datenbasis

Von Januar 2010 bis Mai 2011 konnten die Wissenschaftler mit über 2.500 Fahrten einen für mobile Messungen äußerst umfangreichen Datensatz sammeln. Das Mess-System auf der Aero-Tram erfasste vollautomatisch die Schadstoffe Feinstaub, Ozon (O₃), Kohlenmonoxid und -dioxid (CO, CO₂) sowie Stickstoffoxide (NO, NO₂, NO_x). Mit einem Aerosolspektrometer wurde dabei die Größenverteilung und die Konzentration der Feinstaub-Partikel gemessen und mit zwei Kondensationskernzählern die Anzahl der ultrafeinen Partikel. Für einen optimalen Verlauf entwickelten die Wissenschaftler ein spezielles Einlass-System mit dem Ziel, den Partikelverlust sowie den Einfluss der Bahngeschwindigkeit auf die Partikelmessungen zu minimieren.

Vielfältige Ergebnisse

Die Auswertung der Messdaten zeigte vor allem bei Luftschadstoffen, die durch Verkehrsemissionen stark beeinflusst sind, erhebliche lokale und regionale Unterschiede. Beispielsweise traten in unmittelbarer Nähe des Hauptbahnhofs sowie der Autobahn A5 südlich von Karlsruhe vergleichsweise hohe Stickstoff-Konzentrationen auf. Deutlich messbar waren auch die Emissionen an Ampelkreuzungen, die wahrscheinlich durch LKW hervorgerufen werden. In den ländlichen Regionen waren die Kohlenmonoxid-Konzentrationen

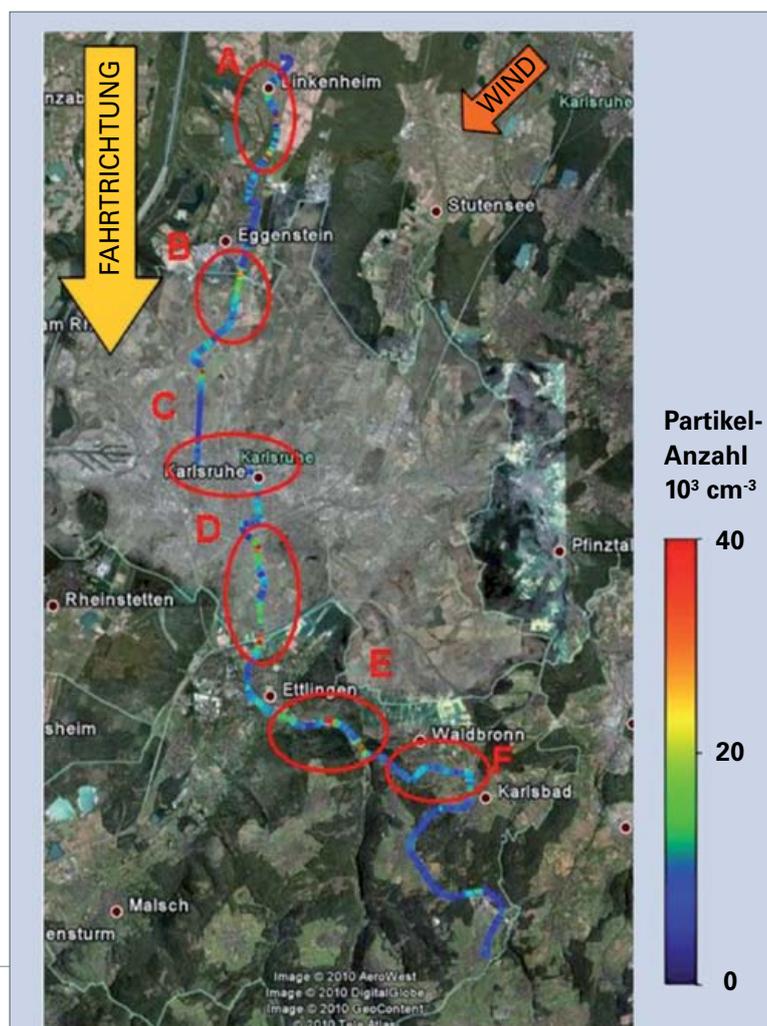


Die Messgeräte sind auf dem Dach der Straßenbahn angebracht; der Messeinlass und die Partikelanalytoren befinden sich an der Front (rechts) und die Gasphasen-Analysatoren sowie die Betriebstechnik in der Mitte (links).

auffällig, denn sie lagen vor allem in den Nachtstunden höher als im innerstädtischen Mittel. Ursache könnten Hausbrandemissionen von privaten Holzfeuerungen sein. Die Messergebnisse der Aero-Tram lieferten den Wissenschaftlern eine gute Ergänzung zu den ortsfesten Stationen im Raum Karlsruhe. Nun können sie regional unterschiedliche Quellen für die Schadstoffbelastung der Luft genauer identifizieren und

konkrete Hinweise für Erfolg versprechende Maßnahmen zur Immissionsminderung geben. Das Karlsruher Aero-Tram-Projekt weckte national und international bereits großes öffentliches Interesse. Am 5. November 2011 erhielt das Forscherteam zudem eine Auszeichnung beim Wettbewerb „365 Orte im Land der Ideen“ unter der Schirmherrschaft des Bundespräsidenten.

Peter Streiff



Gemessene Anzahl der Partikelkonzentration für eine Fahrt zwischen Hochstetten und Ittersbach mit Höchstwerten im Bereich der Autobahn (D)

Bilder: Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Außen Flächen sparen ...

Erfassung ausgewiesener Bauflächen zur Einschätzung künftiger Entwicklungen

Folgen den Bekundungen zum Flächensparen auch Taten? Oder schreitet der Flächenverbrauch ungebremst voran? Die amtliche Statistik gibt darauf keine Antwort. Sie dokumentiert nur, was bereits geschehen ist. Um einen Blick in die Zukunft werfen zu können, muss bereits im Planungsprozess angesetzt werden: Bei der Flächennutzungsplanung werden einerseits Tatsachen für die nächsten zehn oder 15 Jahre geschaffen – andererseits werden solche zukünftigen Bauflächen bislang nirgends systematisch erfasst. Um dies zu ändern, wurde in der Region Mittlerer Oberrhein eine Pilotstudie durchgeführt.

PROJEKT

Monitoring Flächenverbrauch am Beispiel der Region Mittlerer Oberrhein 2000 bis 2010. Pilotprojekt zur Erfassung der Neuausweisung von Bauflächen im Außenbereich
Projektlaufzeit: 11/2010 bis 2/2011

KONTAKT

Dr. Sebastian Wilske
Regionalverband Mittl. Oberrhein
rvm@region-karlsruhe.de
www.region-karlsruhe.de

Manfred Busch
Regierungspräsidium Karlsruhe,
Referat 21 – Raumordnung,
Baurecht, Denkmalschutz
manfred.busch@rpk.bwl.de
www.rp-karlsruhe.de

Flächenverbrauch ist das Ergebnis eines komplexen Prozesses. Bevor das Statistische Landesamt Baden-Württemberg Daten zu neu „verbrauchten“ Flächen veröffentlicht, sind vor Ort über Jahre hinweg viele Planungsschritte abgelaufen. Den Anfang macht der Regionalplan. Dessen quantitativen und qualitativen Vorgaben folgen die Flächennutzungsplanung sowie die verbindliche Bauleitplanung. Auf der Basis des Bebauungsplans kann schließlich die Bebauung erfolgen. Wie kann man diesen Zyklus beobachten und damit ermitteln, wie

der Neuausweisung einer Baufläche im bisherigen Außenbereich eines Flächennutzungsplans beginnt in der Regel der Zyklus, an dessen Ende die tatsächliche Bebauung einer Parzelle steht.“ Das Regierungspräsidium Karlsruhe und der Regionalverband haben zusammen in der Region ein Pilotprojekt zur Flächenerfassung und -bewertung durchgeführt, das als Beispiel fürs ganze Land dienen kann.

Baden im Flächenpool

Die Karlsruher Raum- und Regionalplaner haben alle Bauflächen in spe

Wohnbauflächen, gewerbliche Bauflächen, gemischte Bauflächen sowie Sonderbau- oder Gemeinbedarfsflächen ausgewiesen wurden. Bei den zuletzt genannten Kategorien wird eine mittlere bis höhere Bebauungsdichte vorausgesetzt. Kleingartenanlagen zum Beispiel werden bei diesem Vorgehen nicht zu den „Flächenverbrauchern“ gezählt. Erfolgt der umgekehrte Weg, also beispielsweise die Verkleinerung eines geplanten Baugebiets im Flächennutzungsplan, dann geht diese Fläche mit einem negativen Vorzeichen in das Monitoring ein.



Flächenverbrauch im Rückblick: Die amtliche Statistik erfasst, wie diese Luftbilder aus den Jahren 1989 und 2009, nur das, was bereits geschehen ist.

Bilder: Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Bad.-Württ.

sich der Flächenverbrauch künftig entwickelt?

Dr. Sebastian Wilske vom Regionalverband Mittlerer Oberrhein hat den Flächennutzungsplan als entscheidenden Ansatzpunkt gemacht: „Mit

im Außenbereich sowie auf größeren Freiflächen innerhalb von Ortschaften analysiert und in einen Flächenpool eingespeist. Infrage kommen Landwirtschafts-, Wald- und Grünflächen, die im Flächennutzungsplan neu als

Als Datengrundlage für die Übersicht dienten alle Flächennutzungspläne der Region aus den Jahren 2000 bis 2010. Sie sind zum größten Teil bereits digital in dem automatisierten Raumordnungskataster AROK



Flächenverbrauch in der Vorschau: Diese Grün- und Landwirtschaftsflächen im Außenbereich sind als zukünftige Bauflächen ausgewiesen.

Quelle: Regierungspräsidium Karlsruhe, Geoportal Raumordnung BW; LGL BW, digitales Orthophoto

erfasst – eine wichtige Voraussetzung für ein effizientes Monitoring. „Doch zusätzliche Arbeit lässt sich nicht ganz vermeiden“, berichtet Wilske von den Erfahrungen der Projektgruppe. „Zum einen gibt es noch nicht digital erfasste Flächennutzungspläne, zum anderen tauchen Zweifelsfälle auf, bei denen wir auf die Originalpläne und deren Erläuterungsberichte zurückgreifen mussten. Und in besonders schwierigen Fällen mussten wir offene Fragen mit der Gemeinde, der Verwaltungsgemeinschaft oder dem Nachbarschaftsverband klären.“

Wasserstandsmeldungen

Die Bewertung der im Pool gesammelten Bauflächen erfolgt anhand von Raumkategorien, zentralörtlicher Bedeutung sowie der Anzahl von Einwohnern und Beschäftigten in den jeweiligen Planungsräumen. Flächenbilanzen lassen sich also auch für Teilräume und Raumkategorien erstellen. Wie können die „Wasserstandsmel-

dungen“ in der Flächenübersicht nun interpretiert werden? Eigentlich ganz einfach, wie Sebastian Wilske erläutert: „Wenn heute in der Planung die Weichen für eine Reduzierung des Flächenverbrauchs gestellt werden, dann müsste sich das rasch bemerkbar machen: Es würden mehr tatsächlich bebaute Flächen aus der Übersicht herausfallen, als bei weiteren Flächennutzungsplänen neu eingespeist werden.“ Der „Wasserstand“ im Flächenpool müsste also sinken.

Kontrolle und Vorausschau

In der Realität halten sich jedoch im vergangenen Jahrzehnt Planungsflächen-Input und Bauflächen-Output mehr oder weniger die Waage. „Wir konnten feststellen, dass die Neuausweisung von Bauflächen in Flächennutzungsplänen mit der tatsächlichen Inanspruchnahme Schritt hält“, bilanziert Wilske. Bemerkenswert ist, dass insbesondere Kleinzentren im elfjährigen Untersuchungszeitraum

sehr spendabel mit Neuausweisungen umgegangen sind. Die Verpflichtung zum Umsteuern beim Flächenverbrauch schlägt sich in der Bauflächen-Ausweisung also noch nicht nieder. Das gilt zumindest für die Pilotregion Mittlerer Oberrhein. Doch ist diese Region mit einem Oberzentrum, mit suburbanen, aber auch peripheren ländlichen Räumen recht typisch für die Struktur des Landes. Und so erscheint die These nicht gewagt, dass beim Thema Flächenverbrauch auch auf baden-württembergischer Ebene nach wie vor eine gewisse Diskrepanz zwischen Anspruch und Wirklichkeit vorherrscht.

Die gute Nachricht zum Schluss: Mit der Pilotuntersuchung wurde ein bezahlbares und effizientes Instrumentarium entwickelt, das eine frühzeitige Kontrolle sowie eine Vorausschau auf zukünftige Flächenentwicklungen ermöglicht – und damit Politik und Verwaltung eine wertvolle Argumentationshilfe liefert.

Stefan Kriz

... innen Lücken füllen

Innerörtliche Freiflächen könnten den zukünftigen Flächenbedarf abdecken – drei Modellgemeinden im Kreis Karlsruhe zeigen, was möglich ist.

Die zuvor skizzierte Pilotstudie zeigte, dass Orte mit geringer zentraler Bedeutung überproportional viele Flächen im Außenbereich als Bauland ausweisen. Genau in solchen Kommunen, und ebenfalls in der Region Karlsruhe, hat das Projekt MOKKA das Potenzial an innerörtlichen Freiflächen untersucht. Deren Bebauung spart nicht nur wertvolle Flächen an den Ortsrändern. Es geht auch um die Belebung der Ortskerne und um die bessere Auslastung vorhandener Infrastruktur.

Rund 260 Fußballfelder misst die Fläche, die im Landkreis Karlsruhe zwischen 2000 und 2008 jedes Jahr überbaut wurde – und dies bei stagnierender Einwohnerzahl. Das in der Region durchgeführte Monitoring der zukünftigen Baugebiete zeigt, dass vor allem in kleinen und mittleren Gemeinden der Hunger nach Neuausweisungen ungebrochen ist (siehe S. 26f). Kann zumindest ein Teil dieses Hungers durch innerörtliche Freiflächen gestillt werden? Da in kleineren Ortschaften keine großen Konversionsprojekte zu erwarten

- Gondelsheim (3.300 Einwohner) hat keine zentrale Bedeutung, ist in den letzten Jahrzehnten stark gewachsen und soll bis 2020 leicht an Bevölkerung verlieren.
- Graben-Neudorf ist ein Kleinzentrum mit zwei Ortsteilen und knapp 12.000 Einwohnern. Für 2020 wird eine konstante Einwohnerzahl prognostiziert.
- Karlsbad, ein Unterzentrum mit knapp 16.000 Einwohnern in fünf Ortsteilen, verzeichnete in den letzten zehn Jahren bereits leichte Einwohnerrückgänge.

diese Tatsache birgt Innovation, denn das Ankurbeln der Innenentwicklung gehört nicht zu den klassischen Aufgaben eines Landratsamtes. Auf die Frage, ob dieses „Hineinregieren“ in die kommunale Planungshoheit überall auf Akzeptanz stieß, stellt Dieter Wolf, Abteilungsleiter beim Amt für Umwelt und Arbeitsschutz, klar: „Wir wollen die Planungshoheit der Kommunen keinesfalls schmälern. Es geht vielmehr darum, übertragbare Erfahrungswerte zu bekommen, von denen alle Gemeinden im Kreis profitieren. Vertrauen zwischen Kommune und Landkreis ist dafür natürlich eine Grundvoraussetzung.“ Im Rahmen von MOKKA sorgten zudem Arbeitsgespräche, Workshops, Präsentationen in den Gemeinderäten sowie eine Abschlussveranstaltung für größtmögliche Transparenz.

Keine Kaffeesatzleserei

Das Ergebnis der Erhebungen hat die Erwartungen deutlich übertroffen. In allen drei Modellkommunen gibt es erhebliche Innenentwicklungspotenziale: Mehr als 1.400 Einzelflächen summieren sich zu knapp 120 Hektar. Dabei könnten klassische Baulücken sofort und mit geringem Aufwand genutzt werden, während etwa unerschlossene Grundstücke als längerfristige Flächenreserve dienen. Die Kategorie „Häuser mit Leerstandsrisiko“ – hier ist der jüngste Bewohner älter als 75 Jahre – wurde in die Bilanz gar nicht erst aufgenommen, denn



sind, geht es um die Aktivierung vieler kleiner Baulücken, Althofstellen, Leerstände oder Brachflächen.

Typische Modellgemeinden

Drei Gemeinden, alle in der Randzone des Verdichtungsraums, dienen als Modellvorlagen:

Die Gemeinden haben das innerörtliche Potenzial an Wohnbau- und Gewerbeflächen ermittelt und zusammen mit dem Planungsbüro Baader Konzept ein GIS-gestütztes Innenentwicklungskataster aufgebaut. Koordiniert wurde das Projekt vom Landkreis Karlsruhe. Schon

PROJEKT

MOKKA – Modellvorhaben Kommunales Flächenmanagement Landkreis Karlsruhe

Projektlaufzeit:
8/2009 bis 12/2010

KONTAKT

Dieter Wolf
Amt für Umwelt und Arbeitsschutz, Landratsamt Karlsruhe
bodenschutz@landratsamt-karlsruhe.de
www.landkreis-karlsruhe.de

Dieses einst landwirtschaftlich genutzte Anwesen im Ortskern von Karlsbad-Ittersbach wurde zu einem Seniorenwohnheim mit neun Appartements umgestaltet.

Bild: Baader Konzept GmbH

eine Aussage über die Verwendung der Flächen ist erst nach einem Generationswechsel möglich. Allerdings steckt in diesen „Wohngebäuden auf Abruf“ ein weiteres großes Potenzial, denn in den nächsten Jahren rechnen die Fachleute mit einem Zuwachs an Leerständen.

Interessant ist der Vergleich von innerörtlichem Flächenangebot und zukünftigem Wohnbauflächenbedarf. Dieser Bedarf wurde im Rahmen von MOKKA ebenfalls berechnet. Er liegt trotz teilweise prognostizierter Bevölkerungsverluste in allen Gemeinden im positiven Bereich – wegen der immer geringer werdenden Belegungsdichte in den Haushalten. Dieter Wolf bringt den Vergleich von Nachfrage und innerörtlichem Flächenangebot auf den Punkt: „Die Gegenüberstellung zeigt, dass der Bedarf rechnerisch vollständig durch vorhandene Innenentwicklungspotenziale gedeckt werden kann.“

Maßvolle Nachverdichtung

Ein rein quantitativer Vergleich griffe dabei zu kurz: „Wir wollen schließlich eine maßvolle, das Ortsbild erhaltende Nachverdichtung“, gibt Dieter Wolf zu bedenken. „Grün- und Gartenstrukturen, die das Ortsbild prägen, sollten nicht unbedingt bebaut werden.“ Um zu prüfen, ob ein Quartier geeignet ist, empfiehlt die Studie den Einsatz detaillierter „Gebiets-Steckbriefe“. Zudem erleichtert die Aufstellung eines städtebaulichen „Leitbilds Innenentwicklung“ die Bewertung und die Kommunikation mit Bauherren, Hausbesitzern und der Bürgerschaft.

Die Modellkommunen gehen nicht nur bei der Analyse mit gutem Beispiel voran. Graben-Neudorf setzt die Empfehlungen für den Steckbrief „quartiersbezogene Nachverdichtung“ konsequent um. Grundstücke im Ortskern sollen durch An- und Umbauten in der zweiten Reihe neu genutzt werden. Gondelsheim

nimmt mit einem innerörtlichen Umstrukturierungskonzept am Landes-sanierungsprogramm teil und startete eine Bürgerbeteiligung für die innerörtliche Entwicklung.

Karlsbad hat für zwei Ortsteile Nachverdichtungskonzepte entwickelt und ein weiteres bereits umgesetzt. 2009 und 2011 wurden Befragungen

von Baulücken-Eigentümern durchgeführt. Eine Baulückenbörse ist seit Februar 2011 online. Die MOKKA-Studie nennt viele weitere Vorschläge. Für die drei Modellkommunen hat sich die Teilnahme also gelohnt – und alle anderen Gemeinden können von der „Methode MOKKA“ ebenfalls profitieren.

Stefan Kriz



Neben den hier abgebildeten drei Flächen-Typen wurden auch geringfügig genutzte sowie unbebaute Grundstücke ohne Bau-recht erfasst.

Häufigste Freifläche ist die klassische Baulücke. Solch eine kleinere unbebaute Fläche kann ohne großen Aufwand bebaut werden.



Solche Brachflächen werden teilweise gar nicht mehr oder nur noch minderwertig als Park-, Lager- oder Ab-stellflächen genutzt.



Beispiel für leer stehende oder vom Leerstand bedrohte Gebäude im Siedlungsbestand.

Bilder: Baader Konzept GmbH(2), S. Kriz

Mehr Kommune wagen!

Förderung von Prozessen im Rahmen einer nachhaltigen Kommunalentwicklung

Das Modellprojekt „Kommunen auf dem Weg zu einer zukunftsfähigen nachhaltigen Kommunalentwicklung“ des Umweltministeriums Baden-Württemberg ist seit Mai 2011 beendet.

Die Projektergebnisse aus der Praxis bestätigen: Mehr Bürgerbeteiligung lohnt sich, doch brauchen die Kommunen dabei Unterstützung.

PROJEKT

Kommunen auf dem Weg zu einer zukunftsfähigen nachhaltigen Entwicklung

Projektlaufzeit:
5/2007 bis 5/2011

KONTAKT

Prof. Dr. Günther Turian
Referat 24 des Ministeriums
für Umwelt, Klima und
Energiewirtschaft
guenther.Turian@um.bwl.de
www.um.baden-wuerttemberg.de

Bürgerbeteiligung ist nicht alles. Aber, wenn eine Kommune ihre Bürgerinnen und Bürger einbezieht, ihr Wissen und ihre Fähigkeiten nutzt, profitiert das Gemeinwesen. Konflikte und Planungsfehler lassen sich vermindern. Entscheidungen können an Qualität gewinnen. Die Akzeptanz von kommunalpolitischen Entscheidungen und das Vertrauen in die kommunalen Entscheidungsträger können gedeihen. Das Real-Experiment mit den drei Gemeinden Aspach, Illmensee und Seckach bestätigt kurzum: Kommunen können viele Herausforderungen besser meistern, wenn sie ihre Bürgerschaft intensiv

aufzugreifen. Konkrete erwägt man, Unterstützungsangebote in einem Pilotprojekt zu erproben. Aber auch die anderen Vorschläge in den Bereichen Aus- und Fortbildung sowie Förderung sind auf der Tagesordnung. **Wie geht es weiter?** Die Modellkommunen konnten im Lauf des Projekts gemeinsam mit ihren Bürgern eine ganze Reihe verschiedener Vorhaben verwirklichen oder beginnen. Neue Wege der Bürgerbeteiligung halfen dabei. So hat eine der Modellkommunen gemeinsam mit Eltern und Schulkindern einen Schulhof geplant und

berg.de/servlet/is/91063/) verschiedene Maßnahmen. Vorrangig empfehlen sie, den Kommunen professionelle Unterstützung anzubieten. Ein solches Angebot möge man aber zunächst erproben, um daraus zu lernen. Vorrangig müsse das Angebot echte Unterstützung umfassen und solle sich nicht auf Leitfäden beschränken. Erforderlich sei Unterstützung in Prozessen der Bürgerbeteiligung, vor allem in deren Gestaltung, Öffentlichkeitsarbeit und Moderation. Die Bearbeiter schlagen unter anderem auch vor, die Aus- und Fortbildung der Verwaltungsmitarbeiter der Kommunen in den Bereichen nachhaltige Kommunalentwicklung

Wie geht es weiter?

aufzugreifen. Konkrete erwägt man, Unterstützungsangebote in einem Pilotprojekt zu erproben. Aber auch die anderen Vorschläge in den Bereichen Aus- und Fortbildung sowie Förderung sind auf der Tagesordnung.



PROJEKT:
BIOTOPPFLEGE



PROJEKT:
BMX RAMPE



PROJEKT:
SCHULHOFGESTALTUNG

In den Kommunen umgesetzte Projekte auf Vorschläge aus der Bürgerbeteiligung in den Kommunen Aspach, Illmensee und Seckach.

Bilder: AV-Medien

beteiligen (www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/91063/). Indes fehlen vor allem kleineren Gemeinden meist Zeit und Geld und nicht zuletzt das Personal dafür. Was also tun?

Empfehlungen an das Land

Die Bearbeiter des Projekts und die einbezogenen Experten aus der Praxis und der Wissenschaft empfehlen dem Land im Abschlussbericht (www.fachdokumente.lubw.baden-wuerttem

und insbesondere Bürgerbeteiligung zu verbessern. Förderern – also auch dem Land – raten die Projektbegleiter in ihrem Bericht zudem, den Kommunen sowohl thematisch als auch zeitlich mehr Spielraum zu lassen. Kommunale Vorhaben sollten also auch dann eine Landesförderung erhalten können, wenn sie etwas längerfristig und thematisch breiter angelegt sind. Die Landesregierung beabsichtigt, die Empfehlungen aus dem Projekt

gebaut. Der Autor, selbst Gemeinderat, des ersten Entwurfs: „Da wollte ich als Planer an meinem Plan nicht festhalten. Ich meine, man muss sich öffnen und das Wissen und die Ideen der Bürgerinnen und Bürger gewinnen. Damit erreichten wir ein besseres Ergebnis für alle und ich selbst profitiere auch für meine alltägliche Arbeit.“ Das Land möchte darauf hinwirken, dass auch andere Kommunen diesen Weg einschlagen.

Günther Turian



Zu viel des Guten

Projektstart zum Stickstoffhaushalt Baden-Württemberg

Das Projekt „Analyse und Bewertung des Stickstoffhaushalts in Baden-Württemberg“ führt Daten zusammen, erfasst unerwünschte Auswirkungen von Stickstoffüberschüssen, passt Bewertungsverfahren an und schlägt neue Maßnahmen vor. Das Land will den Umgang mit der „Ressource reaktiver Stickstoff“ verbessern.

Experten schätzen, dass wir weltweit etwa viermal mehr Stickstoff in reaktive Formen umwandeln, als die Umwelt auf Dauer verträgt. Das geschieht unbewusst zum Beispiel bei Verbrennungsprozessen und ganz gezielt nach dem Haber-Bosch-Verfahren. Mit diesem Verfahren erzeugt die Industrie Düngemittel, um die wachsende Weltbevölkerung zu ernähren (Graphik). Die gute Nachricht: Technisch kann man den globalen Stickstoffkreislauf sehr viel einfacher beeinflussen als den Kohlenstoffkreislauf. Die europäische Forschung hat das Stickstoffthema daher in seiner ganzen Breite aufbereitet und in den letzten Monaten dazu umfangreiche Berichte veröffentlicht.

Geschätzte 187.000 Tonnen an reaktivem Stickstoff gelangen über Mineraldünger, Emissionen und Futtermittelimporte jährlich in die Umwelt Baden-Württembergs. Nur ein Teil dieses Stickstoffs dient tatsächlich der menschlichen Ernährung oder entweicht als stabiles N₂ wieder in die Atmosphäre. Der Rest greift noch jahrzehntelang in unseren Na-

turhaushalt ein. Zwar reguliert das Land seinen Stickstoffhaushalt schon seit den achtziger Jahren. So hat beispielsweise die mittlere Nitratkonzentration im Grundwasser in den letzten Jahren deutlich abgenommen, am stärksten in den Sanierungs- und Problemgebieten. Bei allen Erfolgen wirken die Maßnahmen jedoch nicht umfassend. Die Stickstoff-Deposition hat in den letzten Jahren nicht merklich abgenommen. Noch immer emittieren wir zu viel davon in die Atmosphäre. Daher wird Deutschland die europäische Richtlinie zur Begrenzung der Emissionshöchst-mengen (NEC-RL) voraussichtlich nur knapp einhalten. Der Stickstoff-Überschuss in der Landwirtschaft schrumpft bundesweit langsamer als erwünscht, mit Nachteilen für den gesamten Stickstoff- und Naturhaushalt. Zu hohe Stickstoffoxid- und Feinstaubbelastungen in der Luft beeinträchtigen die Gesundheit der Bewohner in Innenstädten. Überschüsse an reaktivem Stickstoff schädigen empfindliche Artengemeinschaften und auch das Klima.

Baden-Württemberg will das Thema breit angehen. In einem ersten Schritt sollen die Akteure die offenen Fragen in einem ressortübergreifenden Workshop zusammenführen. Unter anderem stehen folgende Fragen an:

- Wo werden die Belastungsgrenzen überschritten? Wie hoch ist der Stickstoff-Überschuss im Land; geht die Stickstoff-Bilanz auf?
- Welche unerwünschten Effekte durch Stickstoff-Einträge werden bei uns konkret beobachtet? Sind die Überschreitungen von Belastungsgrenzen plausibel? Mit welchen Auswirkungen ist künftig zu rechnen?
- Wie gut lässt sich die Stickstoff-Eutrophierung messen und die Empfindlichkeit von Standorten klassifizieren?
- Sind neue Maßnahmen zur Regulierung des Stickstoff-Haushalts identifizierbar und aussichtsreich?

Andreas Prüß

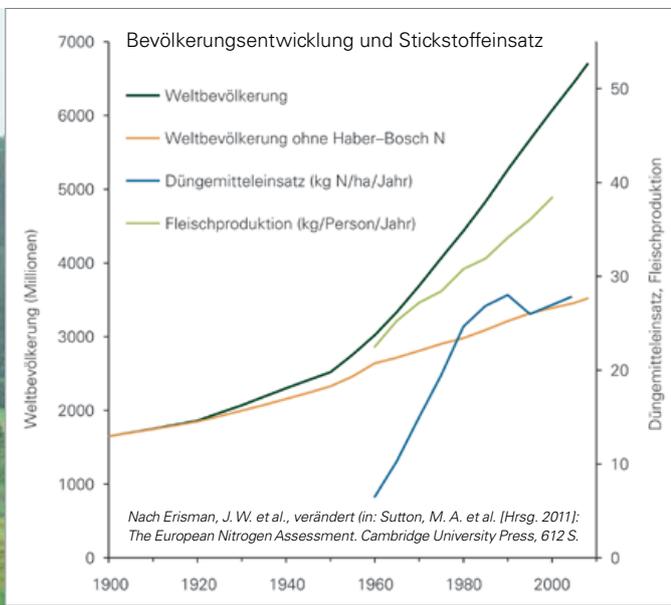
PROJEKT

Analyse und Bewertung des Stickstoffhaushalts in Baden-Württemberg
Projektstart: 2012
Literatur und weitere Infos:
www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/56176/

KONTAKT

ARGE Stickstoff der LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
Dr. Gerhard Albinger
Yvonne Buchleither
Dr. Wolfgang Feuerstein
Dr. Andreas Prüß
Dr. Carsten Schäfer
andreas.pruess@lubw.bwl.de
www.lubw.baden-wuerttemberg.de
Prof. Dr. Günther Turian
Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Referat 24
gunther.turian@um.bwl.de
www.um.baden-wuerttemberg.de

Links: Gülleausbringung im Pfrunger-Burgweiler Ried
Bild: P. Wilhelm
Rechts: Weltbevölkerung und Stickstoffeinsatz im 20. Jhd.
Quelle: Erisman u. a. (2011)



Fünf neue Klimawandel-Projekte

Klimawandel und modellhafte Anpassung (KLIMOPASS) in Baden-Württemberg

PROJEKT

KLIMOPASS 1 + 2

Projektlaufzeiten:
1. 2012 bis 2015
2. 3/2011 bis 3/2012

KONTAKT

Dr. Kai-Achim Höpker
LUBW Landesanstalt
für Umwelt, Messungen
und Naturschutz Baden-
Württemberg, Referat 23
kai.hoepker@lubw.bwl.de
www.lubw.baden-wuerttemberg.de

Weitere Informationen und einen
Überblick zu den geförderten
Projekten gibt es unter www.
lubw.baden-wuerttemberg.de/
servlet/is/69206/

Der Klimawandel ist schon heute Realität: Nicht nur die Klimastatistiken, sondern auch Beobachtungen der Natur belegen, dass der Klimawandel in Baden-Württemberg angekommen ist und erste Auswirkungen zeitigt. Die Wissenschaft rechnet ab Mitte des Jahrhunderts mit den stärksten klimatischen Veränderungen und geht davon aus, dass Baden-Württemberg zu den Bundesländern gehört, die besonders vom Klimawandel betroffen sein werden. Dessen Folgen werden sich unter anderem auf die Gesundheit, den Wasserhaushalt, die Land- und Forstwirtschaft, den Naturschutz und die Biodiversität auswirken.

Vor diesem Hintergrund gilt es, nicht nur effiziente Klimaschutzmaßnahmen zu treffen, um diese Entwicklung zu begrenzen, sondern auch frühzeitig geeignete Anpassungsstrategien und Maßnahmen zu entwickeln.

Zu diesem Zweck hat das Land im Mai 2010 das Forschungsprogramm „Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg“ (KLIMOPASS) beschlossen und die LUBW mit dessen Betreuung beauf-

tragt. Das Programm ist in zwei Teile gegliedert: In Teil 1 sollen grundlegende Arbeiten zu regionalen Klimafolgen und Anpassungen bearbeitet werden. Dazu wurde ein Forschungswettbewerb zu fünf Themenfeldern ausgeschrieben:

- Räumliche und zeitliche Verdichtung regionaler Klimamodelle für Baden-Württemberg unter Berücksichtigung aktueller globaler Modelle einschließlich vergleichender Analyse, Validierung und Bewertung;
- Auswirkungen des Klimawandels auf den Energieverbrauch, die Energiebereitstellung und -versorgung in Baden-Württemberg einschließlich modellhafter Anpassung;
- Auswirkungen des Klimawandels auf bestehende Infrastruktureinrichtungen in Baden-Württemberg einschließlich modellhafter Anpassung;
- Auswirkungen des Klimawandels auf die Ökonomie Baden-Württembergs sowie Handlungsoptionen für die öffentlichen und privaten Sektoren;

- Perspektiven für die Lebensverhältnisse und die Lebensqualität in Baden-Württemberg im Jahr 2050 und im Jahr 2100 unter Berücksichtigung des Klimawandels.

Für die Finanzierung dieser fünf Forschungsprojekte hat die Landesregierung Mittel der Zukunftsoffensive III (ZO III) in Höhe von einer Million Euro bereitgestellt. Die Projekte sind derzeit im Vergabeverfahren. Ihre Laufzeit beträgt jeweils drei Jahre.

In KLIMOPASS Teil 2 werden seit März letzten Jahres 16 angewandte Forschungsprojekte zum Themenbereich Klimawandel und Anpassung gefördert, die aus Vorschlägen der Ministerien und nachgeordneten Einrichtungen des Landes resultieren. Zu bearbeiten sind Fragestellungen der Forstwirtschaft, der Landwirtschaft, des Gesundheitsschutzes, des Grundwasserschutzes und aus anderen Bereichen. Die Ergebnisse der aus Haushaltsmitteln des Umweltministeriums finanzierten Forschungsprojekte sollen im März 2012 vorliegen.

Kai-Achim Höpker

Neue Impulse für die Energiewende

Forschungsprogramm zu Energie und Energiespeichertechnologien geplant

Soll die Energiewende gelingen, dann braucht es neue wirtschaftliche, umwelt- und sozialverträgliche Lösungen des Energiesparens, der Energieumwandlung und der Energieverteilung. Das Energieangebot, vor allem aus Sonne und Wind, und die Nachfrage der Verbraucher fallen oft auseinander. Energiespeicher sollen eine Schlüsselrolle spielen, um regenerative Energie künftig be-

darfsgerecht zur Verfügung zu stellen. Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg beabsichtigt dazu, ein neues Forschungsprogramm Energie, Energiespeichertechnologien aufzulegen. In einer neuen Ausschreibung will man Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit Fokus auf Baden-Württemberg einwerben. Neben naturwissenschaftlich-technischen

Aspekten sollen sich die Projekte auch mit Fragen der Akzeptanz und der Beteiligung befassen. Gefragt sind dazu auch Realexperimente, in denen gemeinsam mit der Praxis neues Wissen gewonnen, also aus der Praxis direkt gelernt wird. Die Ausschreibung ist für Frühjahr 2012 vorgesehen, zu finden unter www.ptka.kit.edu/bwp/69.php.

Günther Turian

PROJEKT

Forschungsprogramm Energie,
Energiespeichertechnologien

Projektlaufzeit:
2012 bis 2015

KONTAKT

Dipl.-Ing. Roland Heintz
Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Projektträger
Karlsruhe, Baden-Württemberg
Programme (PTKA, BWPP)
roland.heintz@kit.edu



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

- FKZ Projekt** PHEW Z04E28001
geomatrix.bw, Teil 1: Ganzjährige Nutzung von Geothermie zum Heizen und Kühlen von Gebäuden
- Laufzeit** 01.09.2009 – 29.02.2012
- Einblick** Im Rahmen des Projektes soll die ganzjährige Nutzung von Erdsondenanlagen untersucht werden. Für die Untersuchung steht eine 5-kW-Ammoniak/Wasser-Diffusionsabsorptionskältemaschine (DAKM) zur Verfügung. Darüber hinaus werden bereits vorhandene dreidimensionale Simulationsmodelle zur Berücksichtigung von Grundwasserströmungen erweitert. Als großtechnische Anwendung mit hohem Verbreitungspotenzial wird die ganzjährige Nutzung von Geothermie in der Lebensmittellogistik bearbeitet. Verbundprojekt mit Z04E28002 und Z04E28004
- Institution** Hochschule für Technik Stuttgart
- Leitung** Prof. Dr. Ursula Eicker
ursula.eicker@hft-stuttgart.de
- Internet** www.hft-stuttgart.de/Forschung/Egle-Institut
- FKZ Projekt** PHEW Z04E28002
geomatrix.bw, Teil 3: Kosteneffiziente Messsysteme und Konzepte zur Überwachung oberflächennaher Erdwärmennutzung
- Laufzeit** 01.05.2009 – 29.02.2012
- Einblick** Um die Chancen der Erdwärmennutzung zu verbessern und das einhergehende Risiko für das Grundwasser zu minimieren, sollen im Rahmen des Projektes zum einen die nötige Messtechnik und zugehörige Konzepte für die kosteneffiziente Langzeitüberwachung des Untergrundes erarbeitet werden. Zum anderen soll auch die Basis für ein besseres Verständnis der zugrundeliegenden Prozesse geschaffen werden, vor allem, um potenzielle Beeinträchtigungen der Grundwasserqualität bereits in der Planungsphase von Anlagen fundiert einschätzen zu können. Verbundprojekt mit Z04E28001 und Z04E28004
- Institution** Universität Stuttgart, Institut für Wasserbau, Stuttgart
- Leitung** Dr. Jürgen Braun
juergen.braun@iws.uni-stuttgart.de
- Internet** www.iws.uni-stuttgart.de
- FKZ Projekt** PHEW Z04E28004
geomatrix.bw, Teil 2: Prozessmodellierung und Chancenanalyse oberflächennaher Erdwärme in Baden-Württemberg
- Laufzeit** 01.09.2009 – 31.05.2012
- Einblick** Ziel des vorliegenden Vorhabens ist die Risiko- und Chancenanalyse für die Nut-

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.

- zung oberflächennaher Erdwärme in Baden-Württemberg anhand analytischer und numerischer Modellierungen. Die Gefährdung des Grundwassers durch die Errichtung und den langjährigen Betrieb von Erdwärmesonden (EWS) und geothermischen Brunnenanlagen soll anhand von Prozessmodellen erforscht werden, um damit die Einzelfallprüfungen fachlich und wissenschaftlich zu unterstützen. Verbundprojekt mit Z04E28001 und Z04E28002
- Institution** Karlsruher Institut für Technologie, Campus Süd, Institut für angewandte Geowissenschaften – Abteilung Ingenieurgeologie
- Leitung** Jun.-Prof. Dr. Philipp Blum
philipp.blum@kit.edu
- Internet** www.agw.kit.edu
- FKZ Projekt** PHEW Z04E28006
Risikominimierung beim Einsatz von Wärmeträgerflüssigkeiten: Einfluss von Additiven und Temperatur auf Umweltverhalten und Abbaubarkeit im Untergrund
- Laufzeit** 01.04.2009 – 29.02.2012
- Einblick** Wärmeträgerflüssigkeiten enthalten mitunter nicht näher deklarierte Hilfsstoffe (Additive). In diesem Forschungsvorhaben sollen Hauptkomponenten der Additive durch eine Markterhebung identifiziert, deren Umweltverhalten (Sorption und Transport) quantifiziert sowie ihre Abbaubarkeit im Untergrund bestimmt werden. Außerdem wird untersucht, inwiefern Additive den Bioabbau von Glykolen beeinflussen und wie sich Temperaturschwankungen beim Betrieb von Erdwärmesonden auf den Bioabbau sowie die Aktivität der Mikroorganismen auswirken.
- Institution** Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Zentrum für Angewandte Geowissenschaften (ZAG)
- Leitung** Prof. Dr. Stefan Haderlein
stefan.haderlein@uni-tuebingen.de
- Internet** www.uni-tuebingen.de/zag/

LÄRM

- FKZ Projekt** BWPLUS BWU27007
Wirkungsbezogene Gesamtlärmsimulation und -bewertung: Entwicklung eines standardisierten Bewertungssystems zur Evaluation von Lärm
- Laufzeit** 01.07.2008 – 30.06.2012
- Einblick** Ziel des Projektes ist die Erarbeitung eines standardisierten Bewertungssystems zur Evaluation von Lärm und Lärminderungsmaßnahmen sowohl anhand objektiver Leistungsparameter als auch subjektiver Beurteilungspara-

EINZELPROJEKT

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

FKZ = Förderkennzeichen

- meter. Dazu werden standardisierte Verfahren entwickelt bzw. zusammengestellt und angepasst, die zum einen die Wirkung von Schall auf kognitive Prozesse, zum anderen seine subjektive Beurteilung durch den Menschen erfassen. Verbundprojekt mit BWU27006
- Institution** Kath. Universität Eichstätt-Ingolstadt, Psychologie II, Professur für Arbeits-, Umwelt- und Gesundheitspsychologie, Eichstätt
- Leitung** Prof. Dr. Jürgen Hellbrück
juergen.hellbrueck@ku-eichstaett.de
- Internet** www.ku-eichstaett.de

MOORE

- FKZ Projekt** BWPLUS BWM 10001
Ökonomisch-ökologische Bewertung der Klimawirksamkeit von Mooren in Baden-Württemberg, Teil 1
- Laufzeit** 01.01.2011 – 30.06.2013
- Einblick** In einem interdisziplinären Ansatz werden der Landesregierung umfangreiche Grundlagendaten und -informationen zur Situationsbewertung der Moorstandorte in Baden-Württemberg, insbesondere im Hinblick auf ihre Klimarelevanz, bereitgestellt. Dabei wird die ökologische Bestandsaufnahme sowohl mit Geländearbeiten als auch mit dem Einsatz von Fernerkundung und der Zusammenführung mit dem aktuellen Wissensstand (Moorkataster) erreicht. Die Nutzungs- und Bewirtschaftungssituation wird zusätzlich durch umfangreiche Befragungen aufgezeigt. Die Aufarbeitung des Zielkonflikts zwischen Klima- und Naturschutz einerseits und den landwirtschaftlichen Nutzungsinteressen andererseits erfolgt über eine ökonomisch-ökologische Modellierung. Diese liefert Kostenabschätzungen unterschiedlicher Nutzungsoptionen zur Reduzierung der Klimawirksamkeit der Moore zusammen mit ihren Naturschutzsynergien, die mit alternativen Maßnahmen zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen vergleichend bewertet werden sollen. Aus den gewonnenen Ergebnissen werden Handlungsempfehlungen für die unterschiedlichen Moorregionen in Baden-Württemberg unter Berücksichtigung existierender Förderprogramme zum Moorschutz abgeleitet. Insgesamt werden durch das Projekt die Entwicklung von Aktionsplänen und Programmen, die klimaschutzbezogenen Berichtspflichten sowie die Erarbeitung eines Monitoringkonzepts auf eine solide Basis gestellt.
- Institution** Universität Hohenheim, Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre
- Leitung** Prof. Dr. Enno Bahrs



Internet	bahrs@uni-hohenheim.de www.uni-hohenheim.de
FKZ Projekt	BWPLUS BWM 10003 Ökonomisch-ökologische Bewertung der Klimawirksamkeit von Mooren in Baden-Württemberg, Teil 1
Laufzeit Einblick	01.01.2011 – 30.06.2013 Siehe Ökonomisch-ökologische Bewertung der Klimawirksamkeit von Mooren in Baden-Württemberg, Teil 1
Institution	Universität Hohenheim, Institut für Bodenkunde und Standortlehre (310)
Leitung	Prof. Dr. Karl Stahr karl.stahr@uni-hohenheim.de
Internet	www.uni-hohenheim.de
FKZ Projekt	BWPLUS BWM 10003 Ökonomisch-ökologische Bewertung der Klimawirksamkeit von Mooren in Baden-Württemberg, Teil 3
Laufzeit Einblick	01.01.2011 – 30.06.2013 Siehe Ökonomisch-ökologische Bewertung der Klimawirksamkeit von Mooren in Baden-Württemberg, Teil 1
Institution	Universität Stuttgart, Institut für Landschaftsplanung und Ökologie
Leitung	Dr.-Ing. Alexander Peringer alexander.peringer@ilpoe.uni-stuttgart.de
Internet	www.ilpoe.uni-stuttgart.de
FKZ Projekt	BWPLUS BWM 10004 Ermittlung langjähriger CO₂-Emissionen und Beurteilung der Moore Oberschwabens auf Basis historischer und aktueller Höhennivellements
Laufzeit Einblick	01.02.2011 – 31.12.2013 Digitale Erfassung von ca. 17.000 Nivellamentpunkten in den Mooren Baden-Württembergs aus der Mitte des vergangenen Jahrhunderts. Übergabe der Daten an das Moorkataster Baden-Württemberg. Erstellung neuer Nivellements an gleicher Stelle in ausgewählten Mooren. Bilanzierung der Torfvorräte und Ableitung einer CO ₂ -Bilanz aus den gemessenen Höhenunterschieden. Beprobung ausgewählter Moorstandorte für Laboranalytik.
Institution	Regierungspräsidium Freiburg, Abt. 9 – Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB)
Leitung	Dr. Werner Weinzierl werner.weinzierl@rpf.bwl.de
Internet	www.lgrb.uni-freiburg.de

THERMISCHE ENERGIESPEICHER

FKZ Projekt	ZO3E11001 Stratisorp-Systementwicklung: Schichtspeicher-Adsorptionswärmepumpe für Heiz- und Kühlanwendungen in Gebäuden
Laufzeit Einblick	16.08.2011 – 15.08.2014 Das Vorhaben dient der Entwicklung und Demonstration eines Adsorptionswärmepumpensystems, das einen thermischen Schichtspeicher zur Wärmerückgewinnung zwischen Adsorptions- und Desorptionsphase nutzt. Es knüpft direkt an die Ergebnisse des BWPLUS-Vorhabens Stratisorp (BWE 27005) an, in dem die Modellbildung und dynamische Simulation zu diesem System bearbeitet wurden. Die besonderen Anforderungen an den Schichtspeicher betreffen vor allem die temperaturgesteuerte Be- und Entladung bei relativ zur Speichergroße

Institution	Karlsruher Institut für Technologie, Campus Süd, Fachgebiet Strömungsmaschinen
Leitung	Dr. Ferdinand Schmidt ferdinand.schmidt@kit.edu
Internet	www.kit.edu
FKZ Projekt	BWPLUS BWE27008 KoWass – Entwicklung eines kombinierten Warmwasser-Sorptionswärme-Speichers für thermische Solaranlagen
Laufzeit Einblick	01.09.2008 – 31.12.2012 Im zweiten Teil des Vorhabens wird ein Schichtspeicher mit allen benötigten Einbauten, Steuerungs- und Regelungseinrichtungen 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. Begleitend werden Systemsimulationen durchgeführt, um die Systemperformance in bestimmten Referenzanwendungen (Gaswärmepumpe, Solare Kühlung, KWK) zu untersuchen.
Institution	Universität Stuttgart, Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik, Stuttgart
Leitung	Dr. Henner Kerskes kerskes@itw.uni-stuttgart.de
Internet	www.itw.uni-stuttgart.de
FKZ Projekt	BWPLUS BWE28001 ModSto – Entwicklung eines modularen Speichersystems für kostengünstige solarthermische Kombianlagen mit hohem solaren Deckungsanteil – Teil 1
Laufzeit Einblick	01.10.2008 – 30.6.2012 Ziel des Projektes ist die wirtschaftliche Realisierung eines modularen Speichersystems für kostengünstige solarthermische Kombianlagen. Durch das geplante Modulsystem verbessert sich wesentlich die Einbringbarkeit und Platzausnutzung gegenüber herkömmlicher Technik. Durch eine größere Speicherkapazität und reduzierte Wärmeverluste gegenüber einer herkömmlichen Mehrspeicherlösung sind größere solare Deckungsanteile möglich.
Institution	Consolar Solare Energiesysteme GmbH, Lörrach
Leitung	Dr.-Ing. Ulrich Leibfried info@consolar.de
Internet	www.consolar.de
FKZ Projekt	BWPLUS BWE28002 ModSto – Entwicklung eines modularen Speichersystems für kosten-

günstige solarthermische Kombianlagen mit hohem solaren Deckungsanteil – Teil 2	
Laufzeit	01.10.2008 – 30.6.2012
Einblick	Siehe ModSto – Entwicklung eines modularen Speichersystems für kostengünstige solarthermische Kombianlagen mit hohem solaren Deckungsanteil – Teil 1.
Institution	Universität Stuttgart, Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik, Stuttgart
Leitung	Dr.-Ing. Harald Drück druck@itw.uni-stuttgart.de
Internet	www.itw.uni-stuttgart.de

WEITERE FORSCHUNGSPROJEKTE

FKZ Projekt	BWPLUS BWU11002 Evaluation und Begleitforschung „Runder Tisch Pumpspeicherwerk Atdorf“
Laufzeit Einblick	25.06.2011 – 31.03.2012 Die Etablierung des Runden Tisches zum Pumpspeicherkraftwerk in Atdorf dient der öffentlichen Debatte darüber, inwieweit ein solcher Energiespeicher nach dem geplanten Atomausstieg bzw. dem nun erwünschten beschleunigten Einstieg ins Zeitalter der erneuerbaren Energien notwendig ist, mit welchen Folgen für Natur- und Wasserschutz gerechnet werden muss, wie die Belange der Anwohnerinnen und Anwohner berücksichtigt werden können sowie einer Abwägung möglicher wirtschaftlicher Chancen bzw. Risiken für die Region. Die wissenschaftliche Begleitung und Evaluierung des Runden Tisches soll als Grundlage für eine Weiterentwicklung der Ausgestaltung partizipativer Verfahren dienen. An Hand des Runden Tisches, an dem Vertreter der Kommunen, Bürgerinitiativen, Umwelt-, Tourismus-, Unternehmensverbände und der Investor Schluchseewerk beteiligt sind, können die Fragen im Hinblick auf die konkrete Situation in Atdorf und auf eine generelle Übertragbarkeit eines bislang beispielhaften Beteiligungsverfahrens untersucht werden. Im Hinblick auf die Übertragbarkeit ist es wichtig, Charakteristika für einzelne Prozesse zu erarbeiten, die die Begleitforschung für den Runden Tisch Atdorf und für die Referenzprozesse klären muss.
Institution	Deutsches Forschungsinstitut für öffentliche Verwaltung
Leitung	Prof. Dr. Jan Ziekow ziekow@dhv-speyer.de
Internet	www.foev-speyer.de
FKZ Projekt	BWPLUS BWE28003 Natürliche Strahlenexposition der Bevölkerung in Baden-Württemberg: Hat die Nutzung von Erdwärme für Wohnhäuser einen Einfluss auf diese Exposition?
Laufzeit Einblick	01.10.2008 – 30.09.2011 Ziel des Projekts ist die Einschätzung einer möglichen zusätzlichen Strahlenexposition der Bevölkerung durch Ingestion und Inhalation von natürlich vorkommenden Radionukliden, die im Zusammenhang mit der Nutzung von geothermischer Energie zur Wärmerückgewinnung aus heute nicht unmittelbar zugänglichen geologischen Formationen an die Erdoberfläche verbracht werden.
Institution	Karlsruher Institut für Technologie, Cam-



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. Günther Turian

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

	pus Nord, Hauptabteilung Sicherheitsmanagement, Eggenstein-Leopoldshafen
Leitung	Christoph Wilhelm christoph.wilhelm@kit.edu
Internet	www.kit.edu
FKZ	BWPLUS BWU27003
Projekt	Messungen der räumlichen Variabilität der Luftqualität in einem Ballungsraum mittels einer Straßenbahn
Laufzeit	01.09.2007 – 30.06.2011
Einblick	Mittels einer Straßenbahn als Messgeräteträger werden Immissionen ausgewählter gasförmiger und partikelförmiger Luftbeimengungen in einem urbanen Ballungsraum (Karlsruhe) in Baden-Württemberg untersucht. Ziel des Projektes sind die weitgehend automatisierten Langzeituntersuchungen der Luftqualität im Raum Karlsruhe.
Institution	Karlsruher Institut für Technologie, Campus Nord, Institut für Meteorologie und Klimaforschung, Eggenstein-Leopoldshafen
Leitung	Prof. Dr. Christoph Kottmeier christoph.kottmeier@kit.edu
Internet	www.kit.edu
FKZ	BWPLUS BWU11003
Projekt	Langzeituntersuchungen von Boden, Vegetation und Wasserhaushalt von Deponierekultivierungsschichten (Leonberg 2005+)
Laufzeit	01.01.2012 – 31.12.2014
Einblick	Im beantragten Forschungsvorhaben werden die langfristigen Auswirkungen eines Boden schonenden Einbauverfahrens auf die Eigenschaften von Rekultivierungsschichten in Deponie-Oberflächenabdichtungen untersucht. Günstige Bodeneigenschaften der Rekultivierungsschicht sollen die Vegetation fördern und letztlich durch natürliche Verdunstung die Sickerwassermenge minimieren. In vorangegangenen Vorhaben (BWD 99003, BWD 21010, BWU 26004) wurden auf der Deponie Leonberg zwei Großlysimeterfelder gebaut und mit Bäumen bepflanzt. Ein Lysimeterfeld enthält eine unter Wasserhaushaltsaspekten unverdichtet hergestellte Rekultivierungsschicht, das zweite eine konventionell verdichtet eingebaute Variante. Mit diesen Versuchsfeldern wurde der Wasserhaushalt (Hauptkomponente: Absickerung) sowie die ihn beeinflussenden Faktoren qualitativ und quantitativ vom Beginn an untersucht. Da Wasserhaushaltsbetrachtungen nur über längere Zeiträume sinnvoll sind, ist der Leonberger Lysimeterversuch als Langzeitversuch angelegt.
Institution	Universität Freiburg, Institut für Landespflege, Freiburg
Leitung	Prof. Dr. Werner Konold Dr. Peter Wattendorf werner.konold@landespflege.uni-freiburg.de
Internet	www.landespflege-freiburg.de
FKZ	BWPLUS BWZ11001
Projekt	Ökologie von Zecken als Überträger von Krankheitserregern in Baden-Württemberg
Laufzeit	2012-2014
Einblick	Zecken und von Zecken übertragene Krankheiten sind von großer Bedeutung für die Gesundheit von Mensch und Tier. Über die 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 der Populationsdynamik von Wirtstieren auf die Verbreitung und Dynamik von Zecken und die von ihnen übertragenen Krankheitserregern in Baden-Württemberg zu bestimmen.

Das Projekt untersucht die Verbreitung von Zecken in Baden-Württemberg sowie die Beeinflussung der Populationsdynamik von Zecken durch Mikroklima, Habitat und Wirtstiere. Außerdem werden während der Projektlaufzeit eingesammelte Zecken auf zeckenübertragene Pathogene und ihre Dynamik untersucht. Ziel ist eine übergreifende Analyse aller gewonnenen Daten, um die relative Bedeutung der untersuchten Faktoren zu bestimmen und um damit ein Risikomodell zu erstellen, das die Bedeutung von Klimaveränderungen für zeckenübertragene Krankheiten in Baden-Württemberg mit einbezieht.

Institution Karlsruher Institut für Technologie, Campus Süd, Zoologisches Institut, Abteilung Ökologie und Parasitologie

Leitung Dr. Trevor Petney
trevor.petney@kit.edu

Internet <http://www.zoo.kit.edu/>

