



Einblicke

Jubiläumsausgabe 1998 bis 2008



Umweltforschung Baden-Württemberg

 Zehn Jahre Förderung mit BWPLUS – Leuchtturmprojekte aus der Umweltforschung.



Baden-Württemberg

UMWELTMINISTERIUM



Projektträger
Forschungszentrum
Karlsruhe (PTKA)

LU:BW

TITEL	Einblicke – Jubiläumsausgabe 1998 bis 2008. Umweltforschung Baden-Württemberg. Zehn Jahre Förderung mit BWPLUS – Leuchtturmprojekte aus der Umweltforschung.
HERAUSGEBER	Umweltministerium 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 0721/126-1456, Poststelle@lubw.bwl.de Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen, www.fzk.de/ptka Tel. 07247/82-5191, Fax: 07247/82-3929, bwp@pka.fzk.de
REDAKTION	Prof. Dr. Günther Turian, UM, Referat 23 Forschung, Umwelttechnik, Ökologie Dr. Reiner Wirth, UM, Referat 23 Forschung, Umwelttechnik, Ökologie Dr. Rosemarie Zimmermann, LUBW, Referat 21 Grundsatz, Forschung, Nachhaltigkeit Ruth Heesen, LUBW, Referat 21 Grundsatz, Forschung, Nachhaltigkeit Peter Fendrich, EcoText International PartG, Stuttgart
TITELBILDER	E. Audras/F1online; Daimler; G. Turian; Steico; G. Alàbiso; H. Güde; UM Baden-Württemberg
LAYOUT/LEKTORAT	EcoText International – Fendrich, Weimper & Partner (PartG) Hermannstr. 5, 70178 Stuttgart, www.ecotext.de Tel. 0711/615562-0, Fax 0711/615562-20, redaktion@ecotext.de
DRUCK	Greiserdruck GmbH & Co. KG Karlsruher Straße 22, 76437 Rastatt, www.greiserdruck.de Tel. 07222/105-0, Fax 07222/105-137, info@greiserdruck.de Gedruckt auf RecySatin
BEZUG	Die Broschüre ist kostenlos erhältlich bei der Verlagsauslieferung der LUBW, JVA Mannheim – Druckerei, Herzogenriedstraße 111, 68169 Mannheim, Fax 0621/398-370, bibliothek@lubw.bwl.de
DOWNLOAD	www.um.baden-wuerttemberg.de/publikationen und www.lubw.baden-wuerttemberg.de/publikationen
VERTEILERHINWEIS	Diese Informationsschrift wird von der Landesregierung Baden-Württemberg im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Unterrichtung der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern während eines Wahlkampfes zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Das gilt für alle Wahlen. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass diese als Parteinahme der Herausgeber zu Gunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist es jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.
STAND	Oktober 2008, 1. Auflage
COPYRIGHT	Der Nachdruck ist – auch auszugsweise – nur mit Zustimmung des Umweltministeriums Baden-Württemberg mit Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

PROLOG

Zehn Jahre Umweltforschung in BWPLUS	
Interview mit Umweltministerin Tanja Gönner	4
Fakten statt Prophezeiungen	
BWPLUS – ein forschungsgeleitetes Programm zur wissenschaftlichen Fundierung von Umweltpolitik	6
Was ist BWPLUS?	8
Einsatz für den Einsatz	
Forschungstransfer durch die LUBW	10

KLIMA UND ENERGIE

Klimawandel im Land	
Verbundprojekt KLARA: Klimawandel – Auswirkungen, Risiken, Anpassung	12
Hitzewarnsystem	14
Internationaler Vorreiter	
Leitfaden für Flexible Instrumente im Klimaschutz entwickelt	18
Emissionshandel konkret	21
Bürgerbeteiligung schafft Akzeptanz	
Pilotprojekt zur Biogas-Nahwärmeversorgung im Gebäudebestand	22
Anlage im Portrait: Biogaseisenergiekraftwerk	24
Vorschläge in Serie umgesetzt	
Karlsruher Forscher schaffen Grundlagen für umweltfreundliche Benzin-Direkteinspritzung.	27

BETRIEBE UND UMWELT

An den richtigen Schrauben drehen	
Material- und Energieeffizienzanalysen – Paradebeispiele für Win-Win-Strategien	32
Interview: Ressourcen-Effizienz wird immer wichtiger	34
Lackieren – wolkenlos und nebelfrei	
Das Fraunhofer IPA wurde mit BWPLUS zur Vorzeige-Forschungseinrichtung in Sachen Lackiertechnik.	35

NACHHALTIGKEIT

Dokumentierte Verantwortung	
Der Nachhaltigkeitsbericht – unnötige Belastung oder Gewinn für Unternehmen?	40
Interview: Vorsprung durch Weitsicht	42

BODEN

Zu viele Unbekannte	
Die Ausbringung von Klärschlamm kann Äcker stark belasten.	44

FLÄCHE

Pioniere der Innenentwicklung	
Nachhaltiges Bauflächenmanagement Stuttgart (NBS)	47
Hintergrund: Steigende Ansprüche	48
NBS im Internet	50
Blick auf die inneren Werte	
PUR-Studie 2003: ein Meilenstein auf dem Weg zum nachhaltigen Flächenmanagement	52

WASSER

Immer standhafte Dämme	
Überströmbare Dämme sind stabiler und kostengünstiger als herkömmliche und fügen sich besser ins Landschaftsbild ein.	56
Kanäle für Starkregen	
Niederschlagsreihen zur Planung von Kanalsystemen	60
Interview: „Die Praxis wartet drauf“	63
Arsen und Spitzentechnik	
Intelligent kombinierte Verfahren sparen Kosten bei der Grundwassersanierung.	64

GESUNDHEIT

Tatort Flachwasser	
Maßnahmen zur Verminderung der Badermatitis-Belastung am Bodensee	68
Was tun gegen Weiherhibbel?	70
Mehr lernen durch weniger Lärm	
Lärm macht nicht dumm, Lernen aber mühsam. Und doch ist es in vielen Schulen zu laut.	72
Krallenfrosch steht Modell	
Enttarnung unsichtbarer Substanzen durch Amphibien	76
Interview: Mini-Pille im Visier	77
Wissenschaft trifft Wirklichkeit	
PCB-Belastung im Innenraum lebensnah bestimmen	79
PCB in Gebäuden	80

INTERNET

Es gibt noch mehr ...	
Internetpräsenz der Umweltforschung Baden-Württemberg	82

www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/9277/
www.bwplus.fzk.de
www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/35988/

Zehn Jahre Umweltforschung in BWPLUS

Interview mit Umweltministerin Tanja Gönner

Das Baden-Württemberg Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung – kurz BWPLUS – wurde am 1. Januar zehn Jahre alt. Es ist ein in Fachkreisen sehr bekanntes Förderprogramm des Landes. Was wollen Sie mit diesem und anderen Umweltforschungsprogrammen erreichen? Warum ist Ihnen Umweltforschung wichtig?

Die Landesregierung will entsprechend dem Verfassungsauftrag in Baden-Württemberg die natürlichen Lebensgrundlagen erhalten. Gleichzeitig wollen wir unser Land als leistungsstarken Wirtschaftsstandort behaupten und damit möglichst allen Einwohnern eine hohe Lebensqualität dauerhaft sichern. Dazu müssen fundierte umweltpolitische Entscheidungen getroffen werden. Wissenschaftlich gesicherte Grundlagen bieten hierfür eine gute Grundlage. Wir fördern deshalb seit gut 25 Jahren Projekte der Umweltforschung. Deutschland verfügt außerdem kaum über klassische Rohstoffe. Unser „Rohstoff“ ist die Innovationskraft und Intelligenz unserer Forscher und Entwickler.

Das klingt nach einem besonderen Verhältnis von Umweltpolitik zu Forschung und Entwicklung. Was versprechen Sie sich eigentlich als Umweltpolitikerin genau von der Umweltforschung?

Umweltpolitik ist das forschungs- und ent-

wicklungsintensivste aller Politikfelder. Diese besondere Beziehung zwischen Umweltpolitik und Wissenschaft hat, wie ich meine, Tradition. Das hat vor allem folgende Gründe: Die Gesellschaft wird gerade im Umweltbereich immer wieder aufs Neue herausgefordert. Hier die Balance zwischen Ökonomie und Ökologie zu halten, stellt auch mich als Umweltpolitikerin vor immer neue Herausforderungen. Die Bürgerinnen und Bürger erwarten von der Umweltpolitik, dass sie zielgerichtet und mit Augenmaß sofort handelt, wenn ein neues Umweltproblem erkannt wird oder ein schon bekanntes Umweltproblem in der öffentlichen Diskussion an Bedeutung gewinnt. Mehr noch: Man erwartet von der Umweltpolitik, dass sie auch vorausschauend im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung agiert, in jedem Fall aber vorbereitet ist, wenn ein Umweltthema eine größere Zahl von Menschen und ihre künftigen Lebensgrundlagen berührt.

Das ist ein hoher Anspruch!

Zweifellos! Aber diesen Anspruch muss die Umweltpolitik auch an sich selbst stellen, um heute und auch zukünftig wirkungsvoll handeln zu können. Bekanntlich gibt es immer mehr auch ernste Entwicklungen in der Umwelt, die wir nicht unmittelbar wahrnehmen können. Wir können sie entweder nicht direkt sinnlich erleben, also

nicht sehen, riechen, schmecken, hören oder fühlen – oder Ursache und Wirkung liegen räumlich und zeitlich zu weit auseinander. Typische Beispiele sind der Klimawandel, der Artenschwund oder die schleichende Verschlechterung der Bodenqualität. Das gilt nicht nur global, sondern auch regional und lokal hier in Baden-Württemberg. Die meisten dieser „schleichenden“ Umweltveränderungen und deren Auswirkungen lassen sich überhaupt nur mit wissenschaftlichen Methoden identifizieren und quantifizieren.

Die Umweltpolitik braucht die Erkenntnisse aus der Umweltforschung, um rechtzeitig zu handeln oder bestimmte Probleme im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung gar nicht erst entstehen zu lassen oder zumindest abzumildern.

Und wie steht die Umweltforschung gemessen an diesen Erwartungen und Anforderungen da?

Ich meine, das Resultat kann sich wirklich sehen lassen. Aus den traditionellen Strukturen der Forschungslandschaft heraus hat sich in den letzten Jahrzehnten eine praxisnahe und interdisziplinäre Arbeitsweise entwickelt. Dadurch kann Umweltpolitik auf der Basis des Wissensstandes „am Ball“ bleiben.

Wenn ich zurückblicke, haben Umweltforschung und technologische Entwicklung



Bilder: UMW Bad.-Württ.



Umweltministerin Tanja Gönner
beim Kolloquium Umweltforschung
und Umwelttechnik 2008

erheblich dazu beigetragen, dass wir im Umweltbereich in den vergangenen drei Jahrzehnten viel erreichen konnten. Unsere Luft ist besser, Flüsse und Seen sind sauberer geworden und das Bewusstsein für die Wertigkeit unserer Böden als Lebensgrundlage ist erheblich gewachsen. Den komplexen und oft schleichenden Umweltproblemen hat sich die Forschung gestellt und viele neue Erkenntnisse gewonnen. Die vorliegende Broschüre zum zehnjährigen Jubiläum von BWPLUS belegt das an einigen aufschlussreichen Beispielen. Gerade im Umweltbereich sind nach meinem Eindruck die Zeiträume zwischen wissenschaftlichem Erkenntnisgewinn und Umsetzung in Politik und Gesellschaft immer kürzer geworden.

Wie sehen Sie die Umweltforschung in Zukunft?

Umweltforschung, wie wir sie in Programmen wie BWPLUS fördern, soll auch in Zukunft wissenschaftlich abgesicherte Grundlagen für umweltpolitische Entscheidungen bereitstellen. Diese Umweltforschung soll auch weiter einen hohen Praxisbezug haben und verstärkt interdisziplinär arbeiten. Mein Haus wird Umweltforschung auch künftig nicht nur aus wissenschaftlicher Neugierde finan-

zieren, sondern als angewandte Wissenschaft mit klaren Zielen.

Erstens zum Schutz der Umwelt und der natürlichen Lebensgrundlagen und zweitens, um die natürlichen Ressourcen verantwortungsvoll zu bewirtschaften und die Umwelt im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu gestalten.

Wir erwarten von der Umweltforschung Beiträge, Lösungen und Instrumente, um diese Ziele zu erreichen. Sie soll uns den günstigsten Weg aufzeigen sowie Alternativen darstellen. Sie soll uns aber auch die Konsequenzen unseres Handelns vor Augen führen. Ich möchte, dass die Wissenschaft weiter verstärkt von der Praxis, von der Anwendung ausgehend, die anstehenden Probleme angeht und sich um anwendbare Lösungen bemüht. Wir wollen, dass mehr Forschungsvorhaben von Wissenschaftlern und Nutzern gemeinsam konzipiert und auch durchgeführt werden.

Wir sehen uns mit unserer Forschungsförderung vor allem auch als Mittler zwischen der Praxis und der Wissenschaft. Bei allem Wunsch nach Ausrichtung auf den Forschungs- und Entwicklungsbedarf aus Sicht der Anwendung bleibt eines für uns ein Muss: Die Qualität der Forschung und der Entwicklung von Umwelttechnik, gemessen auch an wissenschaftlichen Maß-

stäben, muss stimmen. Wir wollen Anwendungsbezug, wir wollen Verbundprojekte mit der Praxis, wir wollen einen intensiven Austausch zwischen Anwendern und Wissenschaftlern. Aber wir wollen keine Praxisnähe auf Kosten der Qualität und der Aussagefähigkeit.

Welche Rolle spielt die Umweltforschung in Ihrem Hause, welche Rolle könnte oder sollte sie künftig spielen?

Wir haben in den vergangenen Jahren unsere Umweltforschung immer wieder neu ausgerichtet und ergänzt. BWPLUS haben wir fachlich konzentriert und die bisherigen Themen und Ausrichtungen immer wieder überarbeitet. Ich denke, es ist gerade für ein Industrieland wie Baden-Württemberg immens wichtig, dass die mit öffentlichen Mitteln geförderte Umweltforschung auch in Zeiten knapper Kassen den hohen Stellenwert behält, den sie verdient. Für mich, für mein Haus und für Baden-Württemberg ist eine anwendungsorientierte Umweltforschung geradezu ein zentraler Baustein für eine erfolgreiche Zukunft. Das Land wird daher weiter aussichtsreiche Vorhaben der Umweltforschung in ausgewählten Schwerpunkten fördern. Ich schaue gespannt und zuversichtlich auf weitere ertragreiche Jahre mit BWPLUS.



Bild: Dionus/Pixelio



Bild: M. Böhner/Pixelio



Bild: E. Filatova



Bild: UM Bad.-Württ.

Fakten statt Prophezeiungen

BWPLUS – ein forschungsgelitetes Programm zur wissenschaftlichen Fundierung von Umweltpolitik

Schon bei den Griechen haben sich Herrscher vor wichtigen Entscheidungen beraten lassen. Dafür zuständig waren die Orakel, die vorgaben, sich in der Vorhersage der Zukunft auszukennen. Das berühmte Orakel in Delphi, noch heute Namensgeber für ein Verfahren der Zukunftsforschung, hatte eine Methode ausgeklügelt, die das Berater-team – die Pythia und die ihr unverständliches Geraune auslegenden Priester – davor schützte, von enttäuschten Herrschern zur Verantwortung gezogen werden zu können. Schließlich war die Beratung der Herrschenden für die Berater nie ganz ungefährlich. War Zukunftsvorhersage angefragt, formulier-

te man deshalb dunkel, zweideutig und zugleich suggestiv, so dass der Ratsuchende die Eindeutigkeit der Interpretation selbst herstellte, ohne diesen Trick zu bemerken. Legendär ist das Beispiel des Lyderkönigs Kroisos, der das Orakel befragte, bevor er gegen die Perser ins Feld zog. „Wenn du den Halys überschreitest, wirst du ein großes Reich zerstören“, wurde ihm anscheinend zur Antwort gegeben. Wahrscheinlich bedurfte es keiner prophetischen Gabe um vor auszusehen, dass beim

Die wissenschaftliche Politikberatung hat sich im Bereich der Umweltpolitik allzu glatt auf eine inspirierte Zukunftsvorhersage eingespielt.

Kampf zwischen Griechen und Persern eine der beiden Seiten unterliegen müsse. Doch Kroisos kamen nicht die leisesten Zweifel, dass der Orakelspruch seinen Sieg garantiere. Als sich das zerstörte Reich als sein eigenes erwies, konnte dem Orakel dennoch keine Schuld angelastet werden, denn sein Spruch hatte auch diese Möglichkeit durchaus abgedeckt.

Im Bereich der Umweltpolitik erleben wir zurzeit eine ähnlich kryptische Beratungskultur in der Politik. Ob es um Klima, Biodiversität, Flächenverbrauch, Feinstaubemissionen oder Atomenergie geht, an guten oder – treffender formuliert – gut gemeinten Ratschlägen herrscht kein Mangel. Die wissenschaftliche Politikberatung im Bereich der Umweltpolitik hat sich

Umweltrelevante Ereignisse in Baden-Württemberg, Deutschland und weltweit	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Waldschäden durch Luftverunreinigung: erster Bundesbericht		Genfer Übereinkommen zur weiträumigen grenzüberschreitenden Luftverunreinigung tritt in Kraft.	Waldzustand erstmals bundesweit systematisch und einheitlich erfasst.	Am 18.1. im Ruhrgebiet: bundesweiter erster Smogalarm der höchsten Alarmstufe	Am 26.4. GAU im ukrainischen AKW Tschernobyl	Das Umweltministerium Baden-Württemberg nimmt seine Arbeit auf. Erster Umweltminister wird Dr. Erwin Vetter (CDU).
Zeitleiste	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Umweltrelevante Förderprogramme und -schwerpunkte in Baden-Württemberg	MASSNAHMEN ZUR LUFTREINHALTUNG (PEF)			PROJEKT WASSER – ABFALL – BODEN		



Bild: M. Beßler/Pixelio

Bild: Riecken/aid

Bild: UM Bad.-Württ.

Bild: UM Bad.-Württ.

Bild: A. Schröter/Pixelio

allzu glatt auf eine inspirierte Zukunftsvorhersage eingespielt und dabei die wissenschaftlich notwendigen Formen der Beratung, eine tatsachenorientierte Situations- und Prozessanalyse, das Erläutern und Abwägen von Optionen und die methodisch gesicherte und intersubjektiv überprüfbare Argumentation in den Hintergrund gedrängt. Die unübersichtlich gewordene Vielfalt an Beratungsgremien und -kommissionen (allein 600 auf Bundesebene im Umweltbereich) entspricht dem modernen Pluralismus und weist zugleich erhebliche Strukturprobleme auf: Die politischen Vertreter haben die Möglichkeit, aus der Vielfalt der Beraterstimmen diejenigen auszuwählen, die sich am besten zur ideologischen Unterfütterung der eigenen Interessen und zur Sicherung der Wählerstimmen eignen.

In dieser Situation ist ein Programm wie BWPLUS ein Lichtblick.

Und in den Empfehlungen von Wissenschaftlern ist zwischen wissenschaftlicher Erkenntnis und dem Interesse an Macht und Einfluss oder auch nur an institutioneller Bestandssicherung und dem Wunsch nach Bewilligung weiterer Forschungsgelder nur schwer zu unterscheiden.

In dieser Situation ist ein Programm wie BWPLUS ein Lichtblick. Das Baden-Württemberg Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung BWPLUS ist an wissenschaftlicher Forschungsleistung orientiert und an wissenschaftlich erhärteten Ergebnissen interessiert. Es gibt weder inhaltliche Vorgaben an die Wissenschaft noch eine Angleichung an politisch modische Strömungen. Zwei Kriterien sind für die Auswahl der Projekte entscheidend: wissenschaftliche Qualität und



ZUR PERSON

Prof. Dr. Dr. h.c. Ortwin Renn ist Inhaber des Lehrstuhls für Technik- und Umweltsoziologie an der Universität Stuttgart und Direktor des zur Universität gehörigen Interdisziplinären Forschungsschwerpunkts Risiko und Nachhaltige Technikentwicklung am Internationalen Zentrum für Kultur- und Technikforschung (ZIRN).

Von 1998 bis 2003 leitete er die Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg. Von 1997 bis 2005 stand er dem wissenschaftlichen Projektbeirat des Förderprogramms BWPLUS vor.

Professor Renn ist Vorsitzender des Nachhaltigkeitsbeirates des Landes Baden-Württemberg.

KONTAKT

Prof. Dr. Dr. h.c. Ortwin Renn
Universität Stuttgart
ortwin.renn@sowi.uni-stuttgart.de
www.zirn-info.de

Landesregierung beschließt **bundesweit erstes Konzept zur Behandlung altlastenverdächtigter Flächen.**

Schutz vor gesundheitsschädlichen Luftverschmutzungen in Baden-Württemberg: **Smogverordnung**

Europäische Staaten beschließen Handlungsstrategien: **Europäische Charta Umwelt und Gesundheit**

Deutsche Einheit mit Bestandsschutz für **Nationalparkprogramm** der DDR-Übergangsregierung

Weltweit geltende **Emissionsgrenzwerte** für Dioxine und Furane

Baden-Württemberg schafft das **bundesweit erste Bodenschutzgesetz.**

Konferenz für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen in Rio de Janeiro: Klimarahmenkonvention, Biodiversitäts-Konvention, Agenda 21 zur nachhaltigen Entwicklung

Technische Anleitung Siedlungsabfall: Verbot der Deponierung unbehandelter Abfälle ab 2005

Landesregierung Baden-Württemberg beschließt **Klimaschutzkonzept 2010.**

1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
MASSNAHMEN ZUR LUFTREINHALTUNG (PEF)						
PROJEKT UMWELT UND GESUNDHEIT (PUG)						
PROJEKT WASSER – ABFALL – BODEN (PWAB)						
PROJEKT ANGEWANDTE ÖKOLOGIE (PAÖ)						



Bild: UM Bad.-Württ.

Bild: Mandy/Pixelio

Bild: UM Bad.-Württ.

Bild: LUBW.

Bild: Steico

praktische Anwendbarkeit auf die Umweltpolitik des Landes Baden-Württemberg. Das erste Kriterium wird durch den wissenschaftlichen „Peer-Review“ erfüllt, das zweite durch die Ausschreibungstexte und den Hinweis an die Reviewer, die praktische Umsetzbarkeit der Projekte mit in die Beurteilung aufzunehmen. Darüber hinaus müssen sich alle Projekte einer kritischen Prüfung in den Statusseminaren stellen, bei denen die Projektnehmer ihre Zwischenergebnisse der Fachwelt präsentieren. Dadurch werden wirksame Anreize für Qualitätssicherung gesetzt.

Mit jedem neuen Ausschreibungsprogramm hat das Umweltministerium die Schwerpunkte der Forschungsaktivitäten gesteuert. Dabei hat es auch heiße Eisen wie die gesundheitliche Belastung durch Feinstaub im Straßenverkehr, klimaverträgliche Energietechnologien, Lärmbelastung oder den Flä-

Was ist BWPLUS?

Das Baden-Württemberg Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung – BWPLUS – ist ein Programm zur Förderung der Umweltforschung. Das Umweltministerium Baden-Württemberg verfolgt mit diesem Programm das Ziel, Projekte der anwendungsorientierten Umweltforschung zu fördern, die für Baden-Württemberg in besonderem Maße relevant sind. Von geförderten Projekten wird erwartet, dass sie natur- und sozial-

wissenschaftliche, technische und methodische Beiträge zur Identifikation und Charakterisierung komplexer Umweltprobleme leisten. Entwickelt werden sollen ferner Instrumente zur Lösung von Problemen, um die Herausforderungen zu bestehen, eine dauerhaft lebenswerte Umwelt zu gestalten.

Mit Wirkung vom 1. Januar 1998 vereinigte die Landesregierung die Programme „Projekt Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung“ (PEF, seit 1983), „Projekt Wasser, Abfall, Boden“ (PWAB, seit 1986), „Projekt Angewandte Ökologie“ (PAÖ, seit 1990) und „Projekt Umwelt und Gesundheit“ (PUG, seit 1991) in BWPLUS und siedelte deren Koordination und Betreuung in der gleichnamigen Projektträgerschaft beim Forschungszentrum



Start von BWPLUS:
„Baden-Württemberg Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung“
Bundesbodenschutzgesetz tritt in Kraft.

Start des **EnergieSpar-Checks** für Haus- und Wohnungseigentümer
Orkan Lothar richtet Verwüstungen in Baden-Württemberg an.

Erstes **Umweltforschung-Journal** der LfU
Erneuerbare-Energien-Gesetz tritt in Kraft.
Europäische Wasser-rahmenrichtlinie tritt in Kraft.

EU-Engagement für wirtschaftliche, soziale und umweltbezogene Erneuerung:
Nachhaltigkeitsstrategie der EU

Umweltschutz in Unternehmen: Freiwilliges europäisches Öko-Audit-System in Deutschland eingeführt.

Abfallvermeidung vor -verwertung: **Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz**

Industriestaaten unterzeichnen **Kyoto-Protokoll** zur Reduktion von Treibhausgas-Emissionen.
Beschluss: Erstellung **Umweltplan Baden-Württemberg**

1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
MASSNAHMEN ZUR LUFTREINHALTUNG (PEF)			NACHHALTIGKEIT			
PROJEKT UMWELT UND GESUNDHEIT (PUG)			ÖKOSYSTEM-FORSCHUNG			
PROJEKT WASSER – ABFALL – BODEN (PWAB)			UMWELT & GESUNDHEIT			
PROJEKT ANGEWANDTE ÖKOLOGIE (PAÖ)			FLÄCHENMANAGEMENT			
			LUFTREINHALTUNG			
			UMWELT & WIRTSCHAFT			



Bild: B. Sterzl/Pixelio

Bild: H. Esswein

Bild: G. Turian

Bild: S. Hofschlaeger/Pixelio

Bild: UM Bad.-Württ.

Karlsruhe an. Die LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg erhielt die Aufgabe, Projektbearbeiter aus Wissenschaft und Praxis in allen Fragen des Forschungstransfers zu beraten und zu unterstützen sowie selbst Aktionen zu initiieren.

Das Umweltministerium hat das Programm in den Jahren 2002, 2005 und 2007 jeweils mit neuen Förderschwerpunkten den veränderten Herausforderungen und Rahmenbedingungen angepasst. Aktuelle Ausschreibungen warben zuletzt im Internet unter www.bwplus.fzk.de um Projektskizzen und Anträge zu den Schwerpunkten Lärm in der Umwelt, Thermische Energiespeicher und Flächenmanagement. Eine intensive Qualitätssicherung mit wissenschaftlichem „Peer-Review“, Zwischen- und Abschlussbegutachtung sichert einen hohen fachlichen Standard der Projekte.

Günther Turian

chenverbrauch ausgewählt, wohl wissend, dass es gerade dort auch in der Politik noch erhebliche Defizite gibt. Diese Offenheit für kontroverse Themen signalisiert die Bereitschaft der Politik, problemgerecht und nicht nach Opportunitätsgründen Forschungsprojekte zu vergeben.

Die Ergebnisoffenheit der Forschung und die Nichteinmischung der Politik in Forschungsablauf und Forschungsmethodik sind wichtige und zentrale Kennzeichen des BWPLUS-Programms. Was die Ergebnisse konkret für die Umweltpolitik bedeuten, müssen andere Gremien innerhalb und außerhalb der betroffenen Ministerien bestimmen. An dieser Schnittstelle können dann auch die Beratungsgremien eine wichtige Rolle spielen, und zwar als Interpreten zwischen der oft abstrakten

Wissenschaft und der an konkreten Handlungsempfehlungen interessierten Politik. So hat etwa der Nachhaltigkeitsbeirat des Landes Baden-Württemberg öfter auf Ergebnisse von BWPLUS-Projekten zurückgegriffen, um darauf aufbauend fundierte Empfehlungen an die Landesregierung zu vermitteln.

Ein Land wie Baden-Württemberg braucht ein Programm wie BWPLUS.

Ein Land wie Baden-Württemberg braucht ein Programm wie BWPLUS.

Denn ohne wissenschaftliche Fundierung bleibt den Politikberatern nichts anderes übrig, als sich wie Pythia auf mehrdeutige oder dem Auftraggeber schmeichelnde Prophezeiungen zu verlassen. Das tut weder der Politik noch der Wissenschaft gut. Und der Umwelt erst recht nicht.

Ortwin Renn

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen:

Novellierung des Bundesimmissionschutzgesetzes
Gründung des Nachhaltigkeitsbeirats Baden-Württemberg

Forest Focus: Europäische Verordnung für das Monitoring von Wäldern und Umweltwechselwirkungen in der Gemeinschaft

Sparsamer Umgang mit Fläche und Boden: Gründung des baden-württembergischen Aktionsbündnisses „Flächen gewinnen“

Bekämpfung von Umgebungslärm: Umsetzung der EU-Richtlinie in deutsches Recht

Start des Umweltportals Deutschland PortalU
Umsetzung der EU-Umweltinformationsrichtlinie in Landesrecht

Start der Nachhaltigkeitsstrategie Baden-Württemberg – Motto: „Jetzt das Morgen gestalten“
Landtag beschließt Erneuerbare-Wärme-Gesetz Bad.-Württ.

Umweltzonen: Fahrverbote zur Verbesserung der Luftqualität gelten zunächst in acht baden-württembergischen Städten

2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
NACHHALTIGKEIT						
				ÖKOSYSTEM-FORSCHUNG		THERM. SPEICHER
UMWELT & GESUNDHEIT			LÄRM			
FLÄCHENMANAGEMENT						
LUFTREINHALTUNG			UMWELT & WIRTSCHAFT		BETRIEBLICHE UMWELTECHNIK	
KLIMASCHUTZ, ERNEUERBARE ENERGIEN					HERAUSFORDERUNG ERDWÄRME	
					HERAUSFORDERUNG KLIMAWANDEL	
					HERAUSFORDERUNG BRENNSTOFFZELLE	

Einsatz für den Einsatz

Was nützen innovative Lösungen, wenn keiner davon erfährt? Mit dem Forschungstransfer fördert die LUBW die Vermittlung von Projektergebnissen in die Praxis.

Der erfolgreiche Abschluss eines Umweltforschungsprojektes gibt Anlass zur Freude: Das Wissen um ökologische Zusammenhänge, Umweltprobleme und potenzielle Lösungen ist um einen Mosaikstein reicher. Ein Garant für den praktischen Einsatz der Forschungsergebnisse ist er nicht. Daher müssen die neu gewonnenen Erkenntnisse zunächst bekannt gemacht werden. An diesem Punkt setzt der Forschungstransfer der LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg an.

Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Praxis

Der Forschungstransfer fördert den Austausch zwischen Wissenschaft und möglichen Nutzern und Anwendern. Er wirkt als Impulsgeber für Politik, Wirtschaft,

Verwaltung, Ingenieurbüros und Umweltorganisationen. Gleichzeitig dient der Dialog mit der Praxis der Klärung des Forschungsbedarfs. Daraus ergeben sich neue Schwerpunktthemen für die Umweltforschungsförderung. „Der Forschungstransfer ist keine Einbahnstraße“, betont Dr. Rosemarie Zimmermann, Leiterin des Referats Grundsatz, Forschung, Nachhaltigkeit der LUBW. „Er erfolgt von der Forschung in die Praxis. Und umgekehrt.“ Die LUBW engagiert sich bereits seit Anfang der 1990er Jahre für die Vermittlung von Erkenntnissen aus der Umweltforschung. „Zu der Zeit waren wir unter anderem im Bereich Umweltmanagement besonders aktiv, haben Leitfäden erstellt und Veranstaltungen organisiert. Das wirkte sich aus auf Normgebungsverfahren bis hin zur europäischen Rechtssetzung“,

Seit dem Jahr 2000 informiert der Forschungstransfer mit dem Umweltforschung-Journal (seit 2007 „Einblicke“) über aktuelle Forschungsvorhaben.

erinnert sich Werner Franke, damals im Referat Forschung der LUBW tätig.

Transferwege

Oft genutzte Instrumente für die effiziente Vermittlung von Projektergebnissen in die Praxis sind Leitfäden, Best-Practice-Broschüren, Faltblätter, Tagungen oder

Erfolgreicher Transfer: Workshop „Auf dem Weg zum Nachhaltigkeitsbericht“ am 18. September 2007 in Stuttgart und Tagung „Lärm oder Lernen?“ zutagetreten am 4. Juni 2008 in Heidelberg



Bild: T. Geierhaas

Workshops. Letztlich bestimmen jedoch das Forschungsthema und die Zielgruppe die Auswahl des individuell am besten geeigneten Kommunikationsmittels. Hier sind auch die Projektnehmer gefordert. Bereits bei der Antragstellung zur Förderung eines Umweltforschungsprojektes müssen sie ein Konzept für den Ergebnistransfer vorlegen. „Diesen Aspekt haben wir 1998 gezielt in den Kriterienkatalog für die Förderung aufgenommen, um den Forschungstransfer weiter zu stärken“, erläutert Dr. Kai Höpker, von 1998 bis 2000 bei der LUBW für den Forschungstransfer verantwortlich.

Feste Bausteine

Ende der neunziger Jahre entwickelte die LUBW ein Konzept, um den Forschungstransfer weiter auszubauen. „Eine der Maßnahmen, die wir ergriffen haben, war die bereits erwähnte Berücksichtigung des Forschungstransfers schon in den Förderanforderungen. Außerdem haben wir die Öffentlichkeitsarbeit verstärkt“, so

Höpker. Bei der Neukonzeption wurde auch das Magazin „Einblicke – Journal zur Umweltforschung und Umwelttechnik in Baden-Württemberg“ (damals noch „Umweltforschung-Journal“) aus der Taufe gehoben, das über aktuelle Umweltforschungsprojekte informiert. Die LUBW passt den Forschungstransfer seitdem kontinuierlich an neue Herausforderungen an, unter anderem durch den Einsatz moderner Medien.

Als fester Baustein des Forschungstransfers hat sich der „Fachdokumentendienst Umweltforschung“ im Internet etabliert. Zunächst unter dem Namen „FofaWeb – Forschungs-Fachinformationssystem“, seit Herbst 2008 als „FADO – Fachdokumente Online Umweltforschung“ ermöglicht er den Zugang zu Zwischen- und Schlussberichten von Umweltforschungsvorhaben aus Baden-Württemberg. Die Berichte und Journale sowie alles weitere Wissenswerte zum Forschungstransfer sind im Internet abrufbar unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de > Themen > Umweltforschung.

Ruth Heesen



Bild: G. Alabiso

An der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Praxis: Der Forschungstransfer der LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

Langenargen am Bodensee:
Am Institut für Seenforschung der LUBW in Langenargen findet seit 2006 alljährlich das Bodensee-Kolloquium statt. Wissenschaftler, Fachleute und Bürger tauschen sich hier über aktuelle Ergebnisse aus der Forschung rund um den Bodensee aus.



Bild: M. Lohse/Pixelio

Klimawandel im Land

Verbundprojekt KLARA: Klimawandel – Auswirkungen, Risiken, Anpassung

Das von der LUBW koordinierte Verbundprojekt KLARA zeigte auf, wie den Gefährdungen und Chancen eines globalen Wandels durch Anpassung auf regionaler Ebene begegnet werden kann. Dank akribischer Kleinarbeit konnten Forscher erstmals abschätzen, welche Konsequenzen der Klimawandel für ein ausgewähltes Bundesland hat. Mit dem Blick zurück analysierte das KLARA-Team Trends und rechnete aufbauend auf Klimaszenarien Tendenzen für den Zeitraum bis 2040 und später hoch. Diese lassen Rückschlüsse zu, wo in Baden-Württemberg künftig Kiwis angebaut werden könnten oder ob der Tourismus im Ländle profitieren wird. Auf der anderen Seite der Medaille finden sich zunehmende Sturm- und Überschwemmungsschäden, neue ökologische Herausforderungen und nicht zuletzt Gesundheitsrisiken.

Bei einem Symposium in Stuttgart stellte Umweltministerin Tanja Gönner am 7. Juli 2005 die Ergebnisse von KLARA der Öffentlichkeit vor: „Wir müssen davon ausgehen, dass sich die in den vergangenen fünfzig Jahren bereits festzustellenden Klimaveränderungen fortsetzen werden.“ Es entstehe ein teils massiver Anpassungsdruck sowohl für Pflanzen und Tiere als auch für Menschen, der aber regional sehr unterschiedlich sein werde, erklärte die Ministerin. So würden sich im Oberrheingraben bis in den Nordwesten des Landes sowohl Temperaturen wie auch Niederschlagsmengen im Mittel erhöhen. In der von der üblichen Wetterströmung abgewandten Ostseite des Schwarzwaldes wie

auch im Südosten des Landes werde der Temperaturanstieg geringer ausfallen. „Kritisch aber ist, dass dort auch die Niederschlagsmengen zurückgehen und die Trockenheit vor allem im Sommer zunehmen wird“, betonte Gönner. Dementsprechend titelte die Presse tags darauf: „Forscher erwarten Mittelmeerklima in der Region“ und „Neue Klimastudie prophezeit Sommer satt am Bodensee“. Tenor der Berichterstattung war, dass nun die Fakten der KLARA-Studie dazu zwingen, den Klimawandel nicht länger als theoretisches Problem anzusehen. Positiv wurde hervorgehoben, dass das Land mit einer eigenen Studie eine Vorreiterrolle übernommen hat. So wurde KLARA zum Impulsgeber der Klimawandel-Forschung in Baden-Württemberg und gab insbesondere Anstoß für das sehr viel größer angelegte Forschungspro-

gramm „Herausforderung Klimawandel Baden-Württemberg“.

KLARAs Prinzip

Hinter den Aussagen des KLARA-Symposiums standen Modellrechnungen des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung. Dabei legten die Wissenschaftler Szenarien eines moderaten Klimawandels zugrunde und spezifizierten diese für die Landkreisebene. Dementsprechend sind künftige Temperaturen, Niederschläge und etwa auch die zu erwartende Zunahme der gefühlten Temperatur detailliert fassbar. Darüber hinaus war es Aufgabe von KLARA, Indikatoren für die vielfältigen Klimarisiken zu bestimmen. So forschte die Medizin-Meteorologie des Deutschen Wetterdienstes in Freiburg nach Kennwerten für die Abschätzung des Gesundheitsrisikos

Niedrigwasser im Oberrhein: Bühnen und Sandbänke werden künftig öfters zutage treten.



 PROJEKT

KLARA: Klimawandel – Auswirkungen, Risiken, Anpassung
 Laufzeit: 1/2002 bis 12/2005

 KONTAKT

Prof. Dr. Günther Turian
 Umweltministerium Baden-Württemberg
 Referat Forschung, Umwelttechnik, Ökologie
 guenther.turian@um.bwl.de
 Werner Franke
 LUBW, Abteilung Ökologie, Boden, Naturschutz
 werner.franke@lubw.bwl.de
 Prof. Dr. Manfred Stock
 Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V.
 stock@pik-potsdam.de

 WEB-LINKS

www.um.baden-wuerttemberg.de
www.lubw.baden-wuerttemberg.de
www.klimanet.baden-wuerttemberg.de
www.anpassung.net
www.pik-potsdam.de

Strahlung sowie Temperatur und Feuchte der Luft wurden Schwellenwerte der gefühlten Temperatur festgelegt. Die fanden dann unmittelbar Umsetzung beim vom Deutschen Wetterdienst eingerichteten Hitzewarndienst (siehe S. 14).

Alle Vögel sind schon da

Neben den Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit ließ KLARA kaum einen vom Klimawandel betroffenen Bereich aus. So stand die Zukunft der Vogelwelt und des Naturschutzes auf der Agenda. Die Herausforderungen durch den Klimawandel für Forst- und Landwirtschaft sowie den Weinbau waren Thema. Ebenso wurde der Nutzen und Schaden für Tourismus, Verkehr und Wirtschaft im Allgemeinen ins Kalkül genommen. Wenn sich das Klima ändert, ändert sich das Ökosystem. Das ist selbstverständlich und dennoch frappierend. Denn, was für einen Sinn macht der Schutz von Feuchtwiesen mit Sumpfdotterblumen, Schwalbenschwanz und Brachvogel, wenn die Wiesen mit der Klimaerwärmung sowieso austrocknen? Um derartige Fragen mit Daten zu unter-

Klimaextreme machen es möglich: Das Pfahlbaumuseum im Bodensee sitzt auf dem Trockenen. Beim Niedrigwasser 2006 wurden aber auch bis dahin immer unter Wasser gelegene Reste von Originalpfahlbauten entdeckt.

Bild: Weistend61/Ffionline



durch den Klimawandel. Als geeignete Größe entpuppte sich die Zahl der Menschen, die in Hitzeperioden zusätzlich sterben. Diese Angabe diente dann als Maß für die klimabedingte Empfindlichkeit: In den Worten der Wissenschaftler war damit die „Sensitivität“ des Klimarisikos Gesundheit bestimmbar. Der Vergleich der Zahl zukünftiger Hitzetage mit dem Sensitivitätsmaß „Hitzetote“ auf Landkreisebene erlaubt dann Aussagen zur „Verwundbarkeit“ der Gesundheit. Im Fachjargon heißt es, damit sei die „Vulnerabilität“ der Bevölkerung durch den Klimawandel in Baden-Württemberg bestimmt.

Hitze und Gesundheit

Ganz pragmatisch kamen die Meteorologen dann zu dem Ergebnis, dass durch den Klimawandel in Baden-Württemberg zukünftig

mit 180 bis 400 zusätzlichen Hitzetoten im Jahr zu rechnen ist. Dies wurde durch Analysen der Zeiträume von 1951 bis 2000 und von 2001 bis 2055 berechnet. Dabei ergab sich eine regional sehr unterschiedliche „Vulnerabilität“. Wie die Karten auf Seite 14 zeigen, ist in den niedrigen und mittleren Höhenlagen der meisten Landkreise mit 40 bis 50 Prozent zusätzlichen Hitzetoten zu rechnen. Nur in höheren Lagen über 800 Metern muss in den meisten Landkreisen von einem noch stärkeren Anstieg der Opfer von Hitzewellen bis zu 60 Prozent ausgegangen werden. Brennpunkte mit 60- bis 70-prozentiger Mortalitätszunahmen treten nur in vier Landkreisen, aber in jeder der drei Höhenlagen auf.

Darüber hinaus erarbeitete KLARA eine Berechnungsmethode für die gefühlte Temperatur. Mit Messungen von Wind,

Bild: Pfahlbaumuseum/C. Schöbel





Hitzewarnsystem

Dr. Klaus Bucher, Leiter der Bioklimatologie des Deutschen Wetterdienstes in Freiburg, sieht das seit 2005 von dort aus betriebene Hitzewarnsystem sehr positiv. Er bezeichnet diesen Part der Unwetterwarnung als effiziente und notwendige Anpassung an den Klimawandel. Als Grundlage dienen im Rahmen der KLARA-Studie entwickelte Grenzwerte für die gefühlte Temperatur. Werden diese überschritten, geben die Freiburger Warmmeldungen heraus. Konkret erhalten dann über 10.000 Adressaten in allen 16 Bundesländern eine Nachricht zur Gefahrensituation. In Krankenhäusern, Alten- und Pflegeheimen greifen umge-



Dr. Klaus Bucher

hend dafür erarbeitete Maßnahmenpläne. „Natürlich merken die meisten selbst, wenn es zu warm ist“, räumt Bucher ein, doch er betont zugleich: „Mit den Hitzewarnungen sind Verwaltungsvereinbarungen verknüpft, deren Einhaltung von einer Prüfungskommission stichprobenartig überwacht wird.“ Bei Hitze heißt es für das Pflegepersonal also: Getränke bereitstellen, Südfenster abdunkeln und auf leichte Kost umstellen. Nach Möglichkeit sind Gefährdete in kühlere Räume zu bringen. Die Absicherung solcher Maßnahmen sind ein Erfolg des von KLARA initiierten Hitzewarnsystems. Dessen ungeach-

tet wird der Service ständig weiterentwickelt. Entsprechend berichtet Bucher: „Seit 2008 warnen wir nicht mehr, wenn es nachts ausreichend abkühlt.“ Der Meteorologe kündigt an: „Für die Zukunft ist ein weiter differenziertes Angebot geplant.“ So sollen die graphisch basierten Warnungen auf Landkreisebene im Internet von den Gefahrenhinweisen per Mail und Fax abgekoppelt werden. Dann können die schriftlichen Informationen spezifisch an die Adressaten ergehen, wie etwa nur an Einrichtungen in hochgradig versiegelten Innenstädten ohne nennenswerte Nachtabkühlung.

www.wettergefahren.de

Die Unwetter- und Hitzewarnung im Internet ist ein Service des Deutschen Wetterdienstes, der auch nach KLARA-Methoden auswertet.

Hochrechnung der prozentualen Zunahme der auf den Klimawandel zurückzuführenden Hitzetoten in Baden-Württemberg (Graphik: DWD)

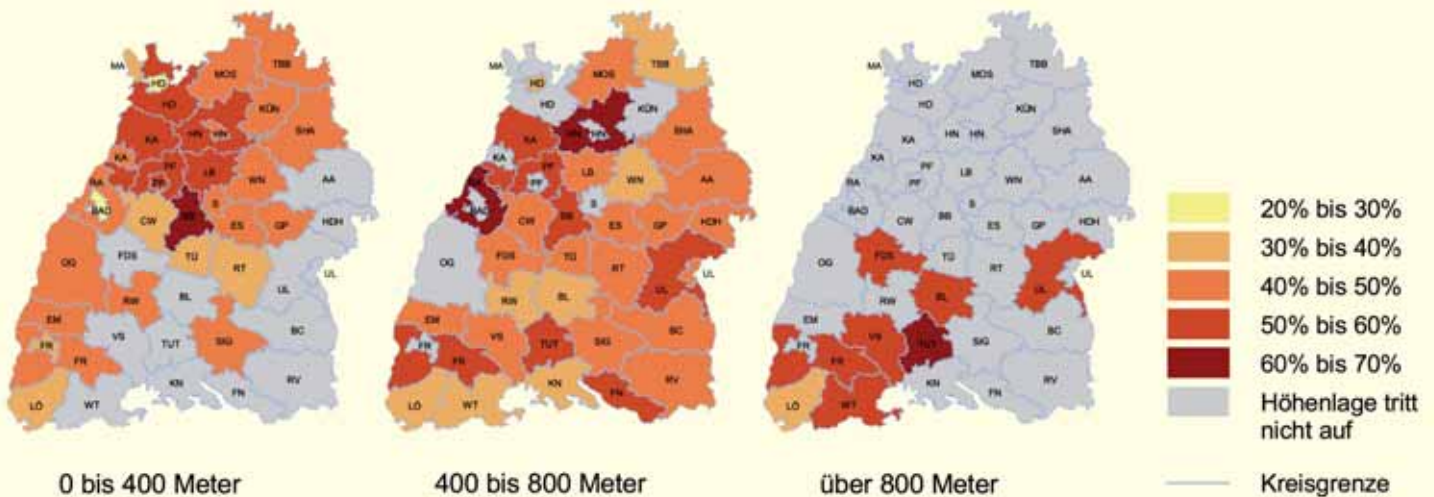




Bild: Wagner & Co.

Bild: S. Fischer/Pixelto

mauern, gingen die KLARA-Wissenschaftler den Veränderungen unseres Ökosystems exemplarisch auf den Grund. So analysierten Mitarbeiter der Vogelwarte Radolfzell Daten zum Vogelzug. Die Grundlage bildeten dabei die Ankunftszeiten häufiger Brutvögel in Sommerquartieren in Baden-Württemberg. Alle ausgewerteten Beobachtungsreihen stammten von ehrenamtlichen Vogelkundlern, die seit über 30 Jahren in denselben Gebieten beobachten. Das Ergebnis war eindeutig. Die Trends der Ankunftszeiten von Fitis bis Zilpzalp in den Orten Bad-Buchau bis Tübingen lassen sich ohne weiteres zusammenfassen: Fast alle Vögel kehrten 2003 früher in ihr Brutgebiet zurück als in den 33 Jahren

zuvor. In 56 von 96 Fällen war die frühere Ankunft der Zugvögel sogar statistisch absicherbar. Nur die Nachtigall im Remstal trifft neuerdings signifikant später ein. Generell gilt: Viele Zugvögel kehren immer früher ins südwestdeutsche Brutgebiet zurück, ziehen weniger weit und starten später ins Überwinterungsgebiet.

Was erwartet Wald und Flur?

In einer Hinsicht ist der Forst ganz klar stärker vom Klimawandel betroffen als die Landwirtschaft: Bauern sind flexibler und können einfach von einem Jahr aufs andere wärmeliebende und trockenheitstolerante Sonnenblumen statt Zuckerrüben anbauen. Waldbäume wachsen hin-

gegen bis zu 100 Jahre, bis sie durch eine andere Baumart ersetzt werden können.

Der Frage, wie sich das wärmere Klima nun auf die südwestdeutschen Wälder auswirken wird, sind Mitarbeiter der Ökosystemgruppe des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung nachgegangen. Unterstützt haben sie dabei die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg und das European Forest Institute in Finnland. Erste Ergebnisse verheißen auch unter wärmeren Bedingungen ausreichend

Extreme Unwetter und Hochwasser werden nach Meinung der Klimaexperten zunehmen. Die Anrainer von Fließgewässern bekommen die unmittelbaren Folgen des Klimawandels öfters zu spüren. Hier sind Donau und Schwarzach bei Riedlingen über die Ufer getreten.



Bild: LUBW

Niederschlag für die Wälder in Baden-Württemberg. Bedenklich, aber nicht extrem, ist die absehbare Zunahme der Waldbrandgefahr, besonders in den recht trocknen werdenden Gäulandschaften zwischen Rottweil und Herrenberg.

Zum Thema Landwirtschaft und Klimawandel analysierten die Potsdamer Wissenschaftler die Ertragstrends bei Mais und Weizen zwischen 1990 und 1999. Auf deren Grundlagen und mit Hilfe von Klimamodellen haben sie dann Ernteerträge für den Zeitraum von 2046 bis 2055 errechnet. Anders als in der Forstwirtschaft, wo die zunehmend längere Vegetationsperiode den jährlichen Zuwachs erhöht, zeichnen sich bei Silomais und Winterweizen keine klimabedingten Ertragssteigerungen ab. Während sich beim Silomais die Produktivität im Mittel kaum verschlechtert, kommt es beim Weizen zu über zehnprozentigen Ertragseinbußen. Dem bei wärmerem Klima schneller abreifenden Weizen wird einfach die Zeit fehlen, um den Mehlkörper im Weizenkorn prall zu füllen.

Das Potsdamer Zukunftsszenarium entwirft auch ein düsteres Bild für den südwestdeutschen Obstbau. Dies stützt sich auf die Entwicklung zukünftiger Apfelwicklerpopulationen, die bei höheren Temperaturen viel häufiger eine dritte Generation ausbilden als bisher. Damit dann die Apfelernte nicht dem Madenfraß zum Opfer fällt, müssen die Obstbauern mehr Insektizide einsetzen. Den Winzern im Land sagen die Experten dagegen eine goldene Zukunft voraus: Zwar könne es beim spritzigen badischen Weißwein eng werden, ansonsten sei jedoch generell und insbesondere in Württemberg mit höheren Qualitäten zu rechnen. Anspruchsvollere Sorten sind bereits auf dem Vormarsch.

Mehr Bade- und Wandertage?

Eine weitere Frage war, wie sich Otto Normalverbrauchers Freizeitverhalten in Aach oder Aalen, in Zwiefalten oder Zwingen-



Bild: Windrose/Pixelio

Extreme Wetterlagen mit entsprechenden Folgen wie Waldbränden und Sturmschäden werden nach einhelliger Meinung der Klimaexperten auch hierzulande zunehmen.



Bild: Kristin/Pixelio

Oben: Tornados häufen sich auch über Deutschland. Unten: Vom Orkan Lothar geknickte Bäume



Bild: Holzabsatzfonds

berg bis zum Jahr 2020 und 2040 verändern wird. Bei Stichproben hatten jedoch die wenigsten eine definitive Antwort parat. Deshalb sahen die Wissenschaftler vom Klimaforschungs-Institut von einer Befragung ab und definierten potenzielle Badetage und mögliche Wandertage. Als entscheidungsrelevant fürs Baden gehen erwiesen sich die Maximaltemperatur, die mittlere Bewölkung und die Sonnenscheindauer. Zwischen 2026 und 2055 werden die Menschen in ihrer Freizeit demnach an zusätzlichen vier Tagen Abkühlung am Bodenseeufer suchen.

Weitaus schwieriger gestaltete sich die Definition eines potenziellen Wandertages. Die Fahrgastzahlen in überwiegend von Wanderern genutzten Bussen sowie Zählungen in der Wutachschlucht führten schließlich zum Ziel. Hohe Sonnenscheindauer von täglich bis zu 12 Stunden, Tageshöchsttemperaturen bis 25 Grad und Luftfeuchten unter 75 Prozent machen offensichtlich Lust aufs Wandern. Analysen der prognostizierten zukünftigen Witterung im Schwarzwald stützen Hinweise auf zunehmenden Wandertourismus.

Wirtschaft und Verkehr in der Klemme?

Für die Energieversorger und die Schifffahrt verheißt der Klimawandel zunehmende Risiken. Auch schwerwiegende Gebäudeschäden und Defekte an Instal-

lationen durch Hagel, Sturm und Blitzschlag sind zu befürchten. Laut KLARA-Studie wird die Schiffbarkeit der Flüsse unter Hoch- und Niedrigwasser leiden. Ebenso sind Betriebsausfälle bei der Wasserkraftnutzung zu befürchten. Mangelndes Kühlwasser oder zu hohe Wassertemperaturen können zudem den Betrieb von Atom- und Kohlekraftwerken einschränken oder gar verhindern. Die regionalen Auswirkungen der Klimaveränderungen auf Gewässer untersucht das gesonderte Projekt KLIWA (Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft), ein Kooperationsvorhaben der Länder Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz zusammen mit dem Deutschen Wetterdienst.

KLARA gibt Hausaufgaben auf

KLARA gab aber nicht nur Antworten, sondern warf auch neue wichtige Fragen auf. Mit einer über 25 Punkte umfassenden Liste zeigt die Studie weiteren Forschungsbedarf auf. So war sie wesentlicher Anstoß für das im Herbst 2006 vom Umweltministerium Baden-Württemberg gestartete Forschungsprogramm „Herausforderung Klimawandel Baden-Württemberg“. Aufgabe des mit 2,8 Millionen Euro ausgestatteten Fördertopfs ist es, die Aussagen zu den voraussichtlichen Folgen des Klimawandels weiter zu verfeinern. In diesem Sinne wird an der Universität Karlsruhe der Frage nachgegan-

gen, wie Extremniederschläge besser vorhergesagt werden können. Anstrengungen zur Schadensminimierung werden nun an der Universität Freiburg unternommen, dort gilt es Strategien zur Minderung der Sturmschäden in Wäldern zu entwickeln. Ebenso stehen in Freiburg die klimabedingten Veränderungen von Flora und Fauna im Fokus.

Explizit forderte KLARA weitere Forschung zur Gesundheitsgefährdung durch Krankheitserreger aus wärmeren Gefilden. Dabei sind Krankheiten wie das Q-Fieber, das Mittelmeerfleckfieber, die Leishmaniosen und das Sandmückenfieber relevant. Bezeichnungen, die sich die Süddeutschen schon heute merken sollten. Auch der immer früher einsetzende und vor höheren Lagen nicht mehr Halt machende Zeckenalarm stellt ein ernstes Klimarisiko dar. Ein weiteres vom Forschungsprogramm angepacktes Problem ist die zunehmende Verbreitung der Ambrosia-Pflanze. Mittlerweile sind entsprechende Arbeiten an der LUBW zu diesem hoch allergenen Kraut und an der Universität Hohenheim zum Gesundheitsrisiko Klimawandel voll im Gange.

Andreas Lehmann

Zwei Nutznießer des Klimawandels: Links: Feuerwanzen begründen bei hohen Temperaturen im Juni eine weitere Generation. Rechts: Ein Exemplar der heuschneppenartige Symptome auslösenden Ambrosia kann weit mehr als eine Milliarde Pollen freisetzen.



Bild: A. Lehmann



Bild: Agroscope ACW

Internationaler Vorreiter

Leitfaden für Flexible Instrumente im Klimaschutz entwickelt

Im „Kyoto-Protokoll“ haben sich Industrie- und Transformationsländer verpflichtet, den Ausstoß an Treibhausgasen zu verringern. Dieses Ziel soll mit „flexiblen Mechanismen“ so kostengünstig wie möglich umgesetzt werden. Forscher des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung (ISI) entwickelten dazu einen umfangreichen und praxisnahen Leitfaden, der als Standardwerk auch internationale Beachtung gefunden hat.

Fortschritte beim Klimaschutz und eine Verringerung des Ausstoßes klimaschädlicher Treibhausgase sind zentrale umweltpolitische Herausforderungen“, betonte Umweltministerin Tanja Gönner im November 2005. Damals stellte sie die dritte Auflage des Leitfadens „Flexible Instrumente im Klimaschutz“ der Presse vor. Der Leitfaden galt bereits als Standardwerk, das Unternehmen anwenderorientierte, aktuelle und umfassende Hilfestellungen zum Klimaschutz bot. Er entstand im Hinblick auf das im Jahr 1997 unterzeichnete Kyoto-Protokoll und die damit verknüpften Kyoto-Mechanismen.

Prof. Joachim Schleich (Mitte Bild links) und Dr. Regina Betz (Bild rechts) bei der Diskussion mit Unternehmensvertretern auf einer Veranstaltung zur Ermittlung des Schulungs- und Beratungsbedarfs für den Emissionshandel.

Klimapolitische Instrumente

Im Kyoto-Protokoll vereinbarten die Industriestaaten, ihre gemeinsamen Treibhausgasemissionen bis 2012 deutlich zu senken. Um diese Reduktionsziele zu erreichen, können Staaten und Unternehmen in der Europäischen Union auf neue, marktbasierende klimapolitische Instrumente zurückgreifen: Die so genannten Kyoto-Mechanismen erlauben es den Industrieländern, ihre Reduktionsverpflichtungen auch im Ausland zu erbringen. Dies soll dazu führen, dass Emissionen dort vermindert werden, wo es am kostengünstigsten möglich ist.

Die flexiblen projektbezogenen Kyoto-Mechanismen sind der Clean Development Mechanism (CDM, Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung) für Emissionsminderungsprojekte in Entwicklungsländern und die Joint Implementation (JI, gemeinsame Umsetzung)

für Klimaschutzvorhaben in anderen Ländern mit Reduktionsverpflichtungen. Seit 2005 zählt auch der EU-Emissionshandel für Unternehmen zu den neuen klimapolitischen Instrumenten.

Großer Informationsbedarf

In Baden-Württemberg wurde es im Jahr 2005 für rund 180 Unternehmen ernst: Sie mussten aufgrund ihres CO₂-Ausstoßes am Handel mit Emissionsrechten teilnehmen. Doch nur neun Monate vor Beginn des Emissionshandels wussten viele Unternehmen noch gar nicht, dass sie betroffen sein würden. Dies ergab eine Umfrage des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung (ISI) aus Karlsruhe.

Lediglich 18 Prozent der Unternehmen kannten der Befragung zufolge ihren vor-



Bilder: Fraunhofer ISI



Bild: Stadtwerke Karlsruhe

Heizwerk Ahaweg der
Stadtwerke Karlsruhe

aussichtlichen CO₂-Ausstoß und nur zehn Prozent hatten über Maßnahmen zu dessen Minderung nachgedacht. Rund 50 Prozent fühlten sich wenig oder gar nicht über den Emissionshandel informiert.

Diese ernüchternden Ergebnisse überraschten die Wissenschaftler des ISI. Denn gerade aus ökonomischer Sicht stellt der Emissionshandel ein effizientes Instrument zur Erreichung von Umweltzielen dar: Nur die kostengünstigsten Maßnahmen zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes sollen durchgeführt werden, oder wie Ministerin Gönner deutlich formulierte: „Die damit etablierten Marktmechanismen bieten einen Anreiz, den Ausstoß von Kohlendioxid zu verringern. Der unternehmerische Gewinn lässt sich so steigern.“

Kein Wunder, dass sich die Forscher vom Fraunhofer ISI nicht über mangelndes Interesse an ihrer Arbeit beklagen konnten.

Bald waren drei Unternehmen gefunden, die direkt vom EU-Emissionshandel betroffen sind. Sie stellten sich als konkrete, praxisnahe Beispiele für die dritte Auflage des Leitfadens zur Verfügung.

Individuelle Strategie

Am Beispiel des Heizkraftwerks West der Stadtwerke Karlsruhe zeigten die Forscher, welche Anforderungen der Emissionshandel für Anlagenbetreiber bedeutet (vgl. S. 21). Anhand eines Klimaschutzprojekts der Firma HeidelbergCement in Indonesien veranschaulichten sie die komplexen und abstrakten Regelungen der internationalen Klimapolitik bezüglich CDM. Als konkretes JI-Beispiel diente ein Vorhaben des Mannheimer Energieversorgers MVV in Tschechien.

Die Wissenschaftler setzten sich mit dem Leitfaden zum Ziel, den betroffenen

PROJEKT

Flexible Instrumente im Klimaschutz
Laufzeit: 7/2000 bis 8/2001 und
7/2002 bis 5/2003

KONTAKT

Prof. Joachim Schleich
Dr. Regina Betz
Karoline Rogge
Fraunhofer Institut für System- und
Innovationsforschung (ISI)
joachim.schleich@isi.fraunhofer.de
www.isi.fraunhofer.de
www.co2-handel.de

Unternehmen den Umgang mit den neuen Instrumenten im Klimaschutz zu erleichtern. „Wer die Spielregeln nicht beherrscht, wird keine Effizienzgewinne erzielen“, warnte Professor Joachim Schleich diejenigen Unternehmen, die das Thema Emissionsrechtehandel auf die lange Bank geschoben hatten. Denn ob beispielsweise der Kauf von Emissionsrechten günstiger ist oder ob ein Unternehmen das Geld eher in Energiesparmaßnahmen investieren sollte, lasse sich ohne Detailkenntnisse nicht vorhersagen. Deshalb rieten die Wissenschaftler „sich frühzeitig eine Strategie zurechtzulegen. An erster Stelle muss eine Bestandsaufnahme stehen, bei der ein Unternehmen klären sollte, wie viel Kohlendioxid es emittiert und aus welchen Quellen das Gas stammt.“

Praxisnahes Standardwerk

Bereits im Frühjahr 2001 erschien eine erste Version des Leitfadens, die zwei Jahre später mit den Ergebnissen der Konferenzen von Marrakesch und Delhi ergänzt wurde. In der dritten Auflage von 2005 erweiterten und aktualisierten die Wissenschaftler vor allem das Thema EU-Emissionshandel und widmeten sich auch neuen Bereichen wie der Aufforstung von Wäldern. Konkrete Berechnungsanleitungen, Entscheidungsbäume und übersichtliche Checklisten machen die Materie greifbar. Auch die enge Zusammenarbeit mit Mit-



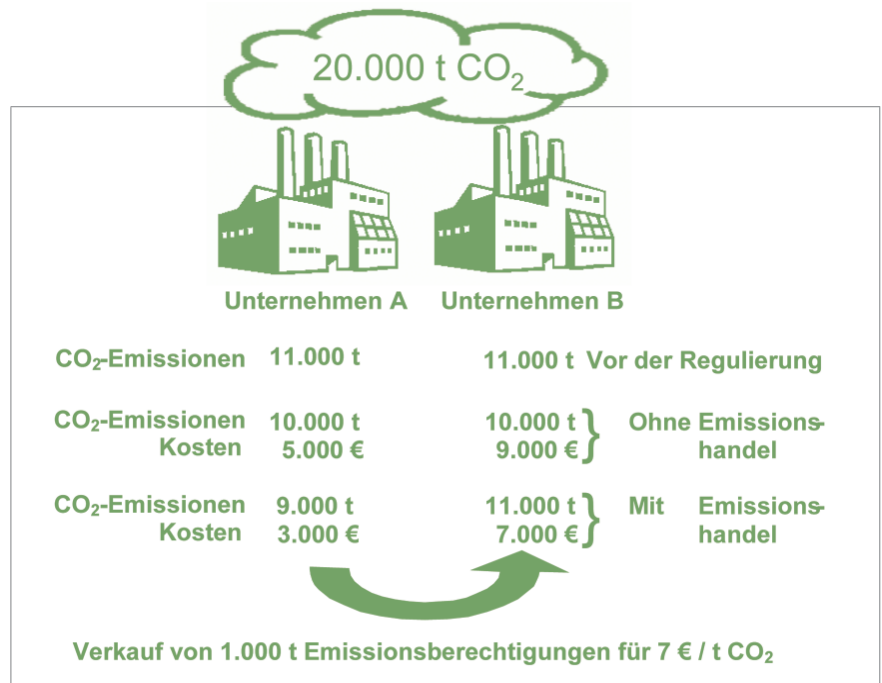
Betz, R., K. Rogge und J. Schleich (Hrsg. vom Umweltministerium Baden-Württemberg): *Flexible Instrumente im Klimaschutz, Emissionsrechtehandel, Clean Development Mechanism, Joint Implementation* – Eine Anleitung für Unternehmen. Stuttgart, 2005, 3. überarbeitete Auflage inkl. CD-ROM, 772 S. Bezug: Umweltministerium, Broschürenversand, Postfach 103439, 70029 Stuttgart. Interaktive Version: www.isi.fhg.de/n/klimapolitik.html

arbeitern der EnBW gewährleistet, dass der Leitfaden an die Bedürfnisse der Unternehmen angepasst ist.

Als weitere Hilfsmittel stellten die Forscher MS-Excel-Tools zur Berechnung eigener Emissionen sowie zur Abschätzung von Emissionsminderungen bereit. Im Internet wie auch auf CD-ROM steht eine interaktive Version zur Verfügung, die ein schnelles und zielgerichtetes Abrufen der gewünschten Informationen ermöglicht.

Internationale Beachtung

Die große Nachfrage der Unternehmen dokumentiert den Erfolg des Leitfadens: Von der ersten und zweiten Fassung wurden jeweils über tausend CD-ROMs und Hard-Copies abgesetzt. Die dritte Auflage wurde mehr als zweitausend Mal von der Internet-Seite herunter geladen. Darüber hinaus zeigten die Resonanz auf Präsentationen sowie Folgeaufträge für Schleich und sein Team, dass die Ergebnisse ihrer Arbeit auch auf internationa-



Graphik: Fraunhofer ISI

Beispielhafte Kosteneinsparungen durch den Emissionsrechtehandel: Bei den Unternehmen A und B fallen bisher jeweils Emissionen von 11.000 Tonnen CO₂ pro Jahr an. Das staatlich vorgegebene Emissionsziel beträgt insgesamt 20.000 t CO₂. Reduzieren die Unternehmen jeweils 1.000 t CO₂, würde dies die Unternehmen aufgrund unterschiedlich teurer Reduktionskosten 5.000 Euro (A) bzw. 9.000 Euro (B) kosten. Verkauft jedoch Unternehmen A seine Emissionsberechtigungen für 7 Euro pro Tonne CO₂ an B und reduziert seine Emissionen um 2000 t CO₂, hat B nur die Kosten für die Emissionsberechtigungen und A seine Reduktionskosten (10.000 Euro) abzüglich dem Verkaufserlös (d.h. nur 3.000 Euro) zu tragen: Die Gesamtkosten und auch die Kosten für jedes Unternehmen sind geringer.

les Interesse stießen. Der Leitfaden galt nach seiner ersten Veröffentlichung als internationaler Vorreiter, da es damals noch keine vergleichbare Anleitung für Unternehmen gab. So fragte die Weltbank eine Übersetzung ins Englische und Französische nach und war an einer Adaption auch für Unternehmen in Entwicklungsländern interessiert.

Ende 2008 sind die vier Jahre der ersten Handelsphase von Emissionsrechten vor-

bei: Die Einführung ins Thema haben alle hinter sich, jetzt geht es um den konkreten Handel. Dafür hat sich die Website „co2-handel.de“ als wichtigste Informationsquelle in Deutschland etabliert. Zentrale inhaltliche Bestandteile wie das umfangreiche Glossar stammen aus dem Leitfaden. Rückblickend erinnert sich Schleich gerne an das Projekt: „Die Arbeit am Leitfaden stellte in idealer Weise eine Klammer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft dar.“

Peter Streiff

CO₂-Handel.de gilt als maßgebendes Portal in Deutschland für die Themen Emissionshandel und Klimaschutz. Das umfangreiche Glossar stammt weitgehend aus dem Leitfaden.



Emissionshandel konkret

Das Beispiel des Heizkraftwerks West der Stadtwerke Karlsruhe

Für die Arbeit an der dritten überarbeiteten Auflage des Leitfadens konnten die Wissenschaftler des Fraunhofer ISI drei Unternehmen als Kooperationspartner gewinnen. Am Beispiel des Heizkraftwerks West der Stadtwerke Karlsruhe dokumentierten sie die Vorbereitungen eines Unternehmens auf den Emissionshandel. Mit Vorteilen für alle Beteiligten.

In Deutschland fallen etwa 1.800 Anlagen unter die EU-Emissionshandelsrichtlinie. Ihre Betreiber können ab dem Jahr 2005 CO₂-Emissionsrechte mit anderen Betroffenen handeln. Eine dieser Anlagen ist das Heizkraftwerk West der Stadtwerke Karlsruhe, das im Jahr 2004 ca. 130.000 Megawattstunden Fernwärme und ca. 27.000 MWh Strom produzierte.

Um den Emissionshandel möglichst rechtzeitig vorzubereiten, entschloss sich die Betriebsleitung der Stadtwerke, mit den Wissenschaftlern des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung – Prof. Joachim Schleich, Dr. Regina Betz und Karoline Rogge – zu kooperieren. Schritt für Schritt erarbeiteten die Wissenschaftler gemeinsam mit den Fachleu-

ten der Stadtwerke die notwendigen Unterlagen, um die CO₂-Emissionen quantifizieren zu können. Dieses Verfahren wird als Monitoring-Konzept bezeichnet und soll die Ergebnisse nach einheitlichem Ablauf nachvollziehbar machen. Dabei zeigte sich, dass es sich für das Unternehmen bezahlt macht, die Auflagen rund um den Emissionshandel ernst zu nehmen und das Monitoring rechtzeitig zu planen. Allein durch die zeitliche Koordination mit den Prüfungen des externen Umweltgutachters lassen sich beispielsweise spürbar Kosten senken.

Da die Stadtwerke Karlsruhe ihre Emissionen seit mehreren Jahren bilanzieren, gestaltete sich die Quantifizierung der CO₂-Emissionen recht einfach. Bereits vor 2004 erreichten die Stadtwerke eine deutliche Reduktion der Treibhausgase bei ihren Anlagen, da sie das Heizkraftwerk West von Kohle auf Erdgas umgestellt hatten. Im ersten Jahr der Einführung des Emissionshandels mussten die Stadtwerke dennoch Zertifikate nachkaufen, da das Heizkraftwerk nicht im Dauerbetrieb läuft, sondern vor allem als Ersatz- und Reserveanlage eingesetzt wird. Daher lässt sich der jährliche Ausstoß von Emissionen nicht exakt prognostizieren.

Fruchtbare Kooperation

Sowohl Stadtwerke als auch Wissenschaftler bewerteten die Kooperation als Gewinn: Der Leitfaden wurde durch den direkten Praxisbezug aufgewertet und der Anlagenbetreiber profitierte vom umfangreichen Wissen der Wissenschaftler. So flossen die jeweils neuesten internationalen Verhandlungsergebnisse umgehend in die gemeinsame Arbeit ein. Im Gegenzug verwendete Dr. Regina Betz die praktischen Erkenntnisse in ihrem Beratungsauftrag beim Bundesumweltministerium, um das damals entstandene deutsche Regelwerk im Zusammenhang mit dem Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz praktikabel und funktionsfähig zu gestalten.

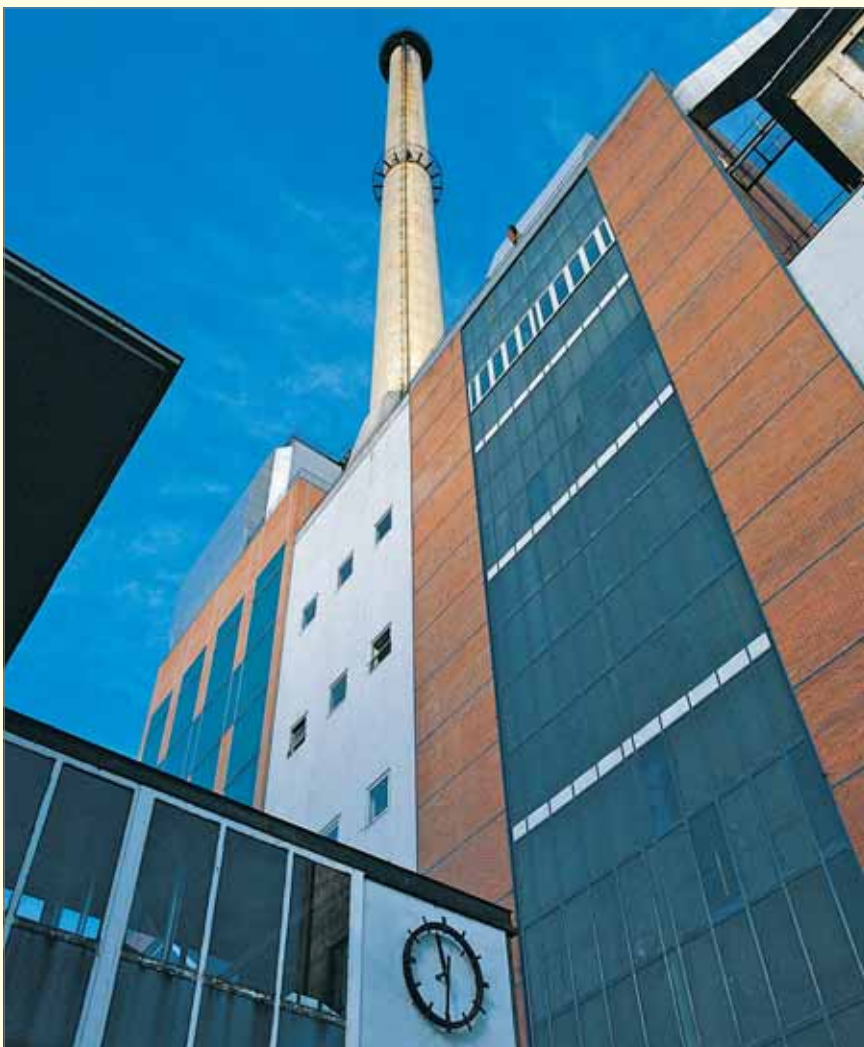


Bild: Stadtwerke Karlsruhe

Das Heizkraftwerk West ist Bestandteil des Fernwärmenetzes der Stadtwerke Karlsruhe, die am Emissionshandel beteiligt sind.

Bürgerbeteiligung schafft Akzeptanz

Pilotprojekt zur Biogas-Nahwärmeversorgung im Gebäudebestand

Der örtliche Energieversorger in Rottweil nahm Anfang 2008 sein Biogasheizkraftwerk zur Nahwärmeversorgung und Stromeinspeisung in Betrieb. Nach anfänglicher Skepsis steht die Bevölkerung nun voller Stolz hinter dem erfolgreichen Projekt. Während der Planungsphase waren die Bürger und Kunden aktiv beteiligt im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsprojekts.

Vor fünf Jahren war die Rottweiler Erfolgsgeschichte noch nicht abzusehen: Die Energieversorgung Rottweil (ENRW) wollte das defizitäre Erdgas-Blockheizkraftwerk im Ortsteil Hausen erneuern und suchte dafür nicht nur technische Beratung. Denn das damit verbundene Nahwärmenetz war unter den Hausener Bürgern nicht sonderlich beliebt. Was also tun?

Rückenwind bekamen die Betreiber dann gleich von zwei Seiten: Einerseits vom Gesetzgeber auf Bundesebene durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz. Das EEG eröffnete die Chance, die Nah-

wärme mit der Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen weiterzuentwickeln und die Einspeisevergütungen als Finanzierungselement zu nutzen. Andererseits suchte ein Forscherteam innerhalb des BWPLUS-Förderprogramms des Landes ein Referenzobjekt in Baden-Württemberg, um den Bau einer Anlage zur Nahwärmeversorgung auf der Basis von erneuerbaren Energien zu begleiten.

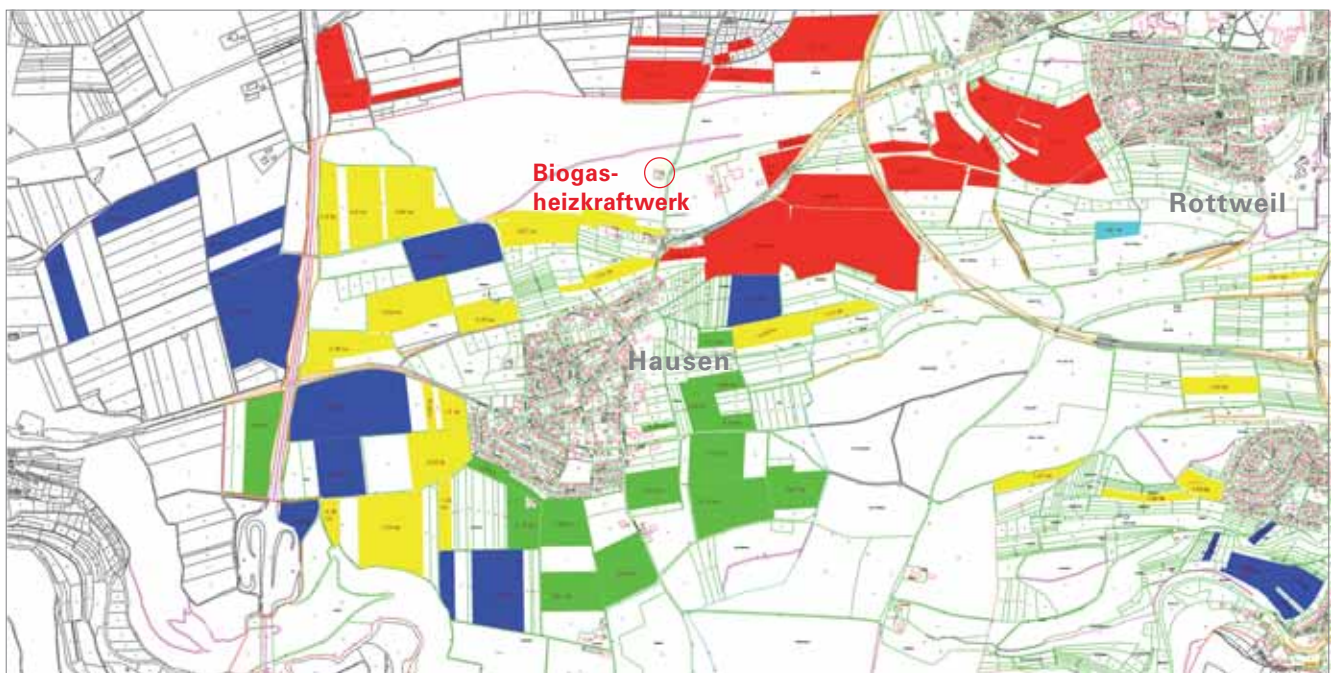
Interdisziplinäre Forschung war das Stichwort, denn Wissenschaftler aus drei verschiedenen Fachrichtungen arbeiteten zusammen an dem Projekt. Technisches Know-how brachten die Mitarbeiter vom Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoffforschung (ZSW) und vom Institut für Technische Thermodynamik am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) ein. Wie die Akzeptanz in

der Bevölkerung für Nahwärmeversorgung auf der Basis von nachwachsenden Rohstoffen erhöht werden kann, untersuchten die Wissenschaftler vom Institut für Sozialwissenschaften der Universität Stuttgart.

Engagierte Mitwirkung der Bürger

Grundlage der sozialwissenschaftlichen Arbeit war die Annahme, dass das bestehende Nahwärmenetz nur dann besser akzeptiert würde, wenn die Bevölkerung sich aktiv in den Planungsprozess einbringen könne. „Das Herzstück des partizipativen Verfahrens war ein Bürgergutachten“, erläutert Dr. Uwe Pfenning von der Universität Stuttgart. „Dabei wendeten wir ein innovatives Element an, das sich im Nachhinein als sehr hilfreich er-

Anbauflächen der nachwachsenden Rohstoffe im Umkreis von 3 km von Rottweil-Hausen; rot: Weizen, blau: Triticale, gelb: Mais, grün: Klee gras.





Hausener Bürger übergeben das Bürgergutachten an den Rottweiler OB Thomas J. Engeser (rechts).

wies: In der empirischen Umfrage bei der Bevölkerung in Rottweil-Hausen fragten wir anfangs unter anderem, wie die Bürgerinnen und Bürger an der Entscheidungsfindung beteiligt werden wollen.“ Die aufgrund der Ergebnisse gebildete Arbeitsgruppe von einem guten Dutzend „Bürgergutachter“ – auch kritische waren darunter – konnte sich daher als legitimiert betrachten. Dies sei, so Pfenning, mit ein Grund gewesen für die engagierte und motivierte Mitwirkung der Bürgerinnen und Bürger.

Im Laufe von sieben Monaten kam die Arbeitsgruppe zu neun Arbeitstreffen und zwei Besichtigungen zusammen. Außerdem fanden zwei Bürgerversammlungen statt, die erstaunlich gut besucht waren. „Entscheidend für die aktive Beteiligung der Bürger war, dass sie den ganzen Prozess bis zur Entscheidung als ergebnisoffen wahrnahmen, denn die Vertreter der ENRW waren nicht stimmberechtigt und nur als Experten gefragt“, erklärt Pfenning. Die Arbeitsgruppe konnte sich die Schwerpunkte selbst setzen und war

PROJEKT

Nahwärmeversorgung und Erneuerbare Energien im Gebäudebestand – Anschub von Pilotprojekten in Baden-Württemberg, Hemmnisanalyse und Untersuchung der Einsatzbereiche

Laufzeit: 9/2003 bis 2/2006

KONTAKT

Dipl.-Ing. Helmut Böhnisch
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoffforschung, Stuttgart
www.zsw.de

Seit Juli 2007: Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg, Karlsruhe
helmut.boehnisch@kea-bw.de
www.kea-bw.de

Dr. Uwe Pfenning
Institut für Sozialwissenschaften der Universität Stuttgart
uwe.pfenning@sowi.uni-stuttgart.de
www.uni-stuttgart.de/soz/institut/

maßgeblich daran beteiligt, dass die zweite Bürgerversammlung sich dem Thema Ethik widmete. Denn unter den Bürgern gab es große Skepsis gegenüber der Verwendung von Nahrungs- und Futtermitteln zu Heizzwecken. Eine speziell eingeladenen Fachreferentin konnte die Bedenken jedoch weitgehend ausräumen.

Vorstellung der Ergebnisse des Bürgergutachtens in der Sporthalle Hausen
Projektleiter Helmut Böhnisch beantwortet technische Fragen (rechts).



Anlage im Portrait

Biogasheizkraftwerk Rottweil-Hausen

Biogas entsteht in Rottweil-Hausen aus der kontinuierlichen Vergärung von nachwachsenden Rohstoffen. Das methanhaltige Biogas wird in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) in Strom und Wärme umgewandelt. Der Gesamtwirkungsgrad liegt bei 84 Prozent. Der Strom wird in das Netz eingespeist und deckt den Bedarf von etwa 1.000 Haushalten. Die Wärme heizt via Nahwärmenetz eine Schule und etwa 125 Wohngebäude. Acht Landwirte aus der direkten Umgebung liefern die Biomasse (pro Jahr etwa 11.000 Tonnen Gras, Klee, Mais, Triticale, Weizen sowie Rindermist) mit einer maximalen Anlieferungsdistanz von 3 Kilometern (90 Prozent der Biomasse) und bringen die geruchsarmen Gärreste als Düngemittel wieder auf den Anbauflächen aus.

Leistung

elektrisch: 526 kW
thermisch: 560 kW

Nutzvolumen

Fermenter: 2 x 1.900 m³
Endlager: 5.100 m³
Fahrsilos: 13.500 m³

Investitionen

Gesamtkosten: 4,2 Mio. Euro

Erzeugungsdaten

Stromeinspeisung: ca. 4.000 MWh/Jahr
Wärmeerzeugung: ca. 4.500 MWh/Jahr
Wärmeeinspeisung: ca. 3.000 MWh/Jahr
CO₂-Einsparung: ca. 3.000 t/Jahr



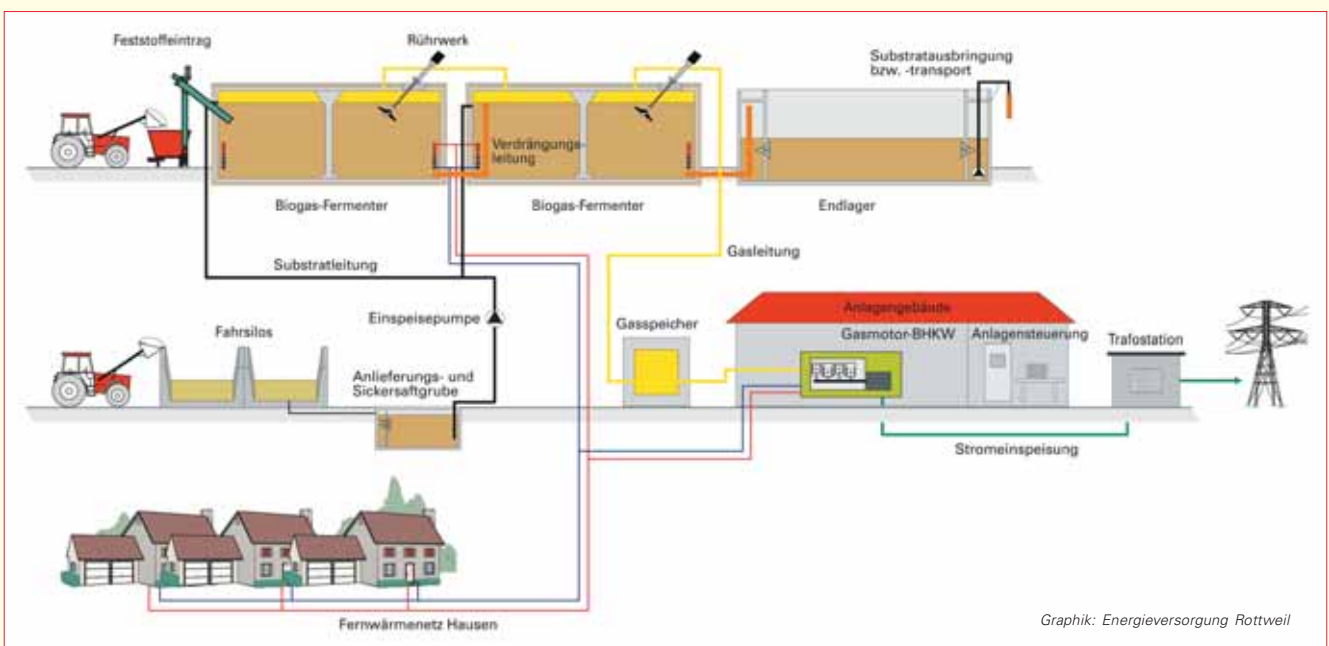
Bild: ENRW Rottweil

Luftaufnahme mit BHKW (rechts hinten), den beiden Fermentern (links), dahinter das Endlager und vorne die vier Fahrsilos; im Hintergrund die angeschlossene Schule.

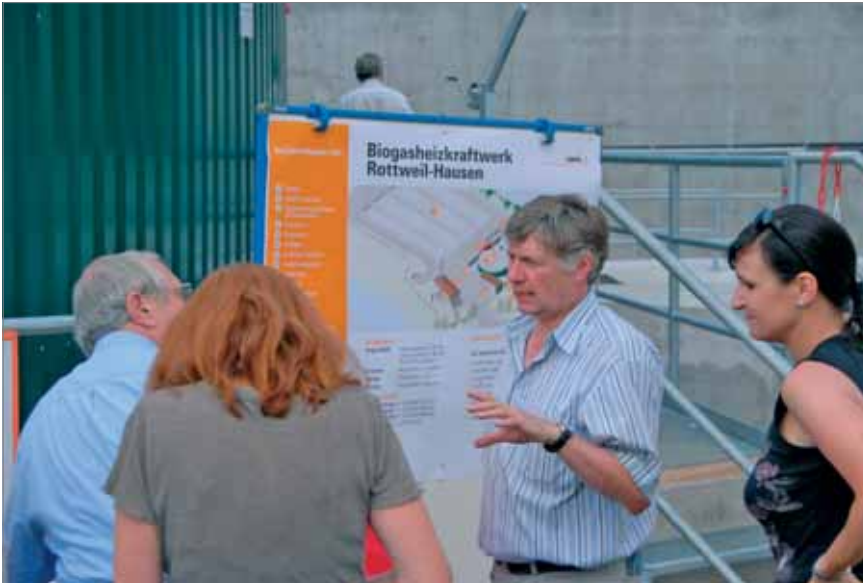


Bild: P. Streiff

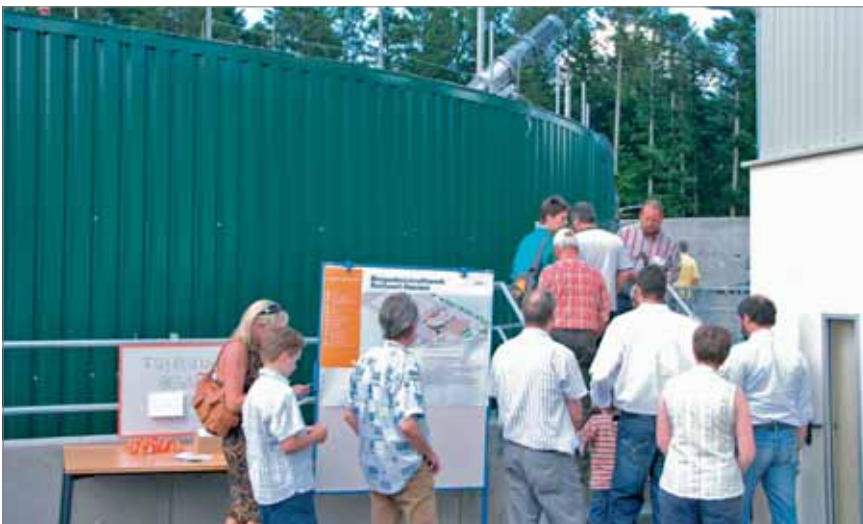
Blockheizkraftwerk: das Herz der Biogasanlage



Graphik: Energieversorgung Rottweil



ENRW-Vertreter Eberhard Banholzer (Mitte) erklärt die Biogasanlage am Tag der offenen Tür.



Bilder: P. Streiff

Oben: Landwirt und Teilzeitmitarbeiter Heiner Storz zeigt einer Besuchergruppe die Biogasanlage.
Unten: Besucher auf einem Fermenter, im Hintergrund die Fahrsilos



Hemmnisanalyse

Im zweiten Teil des Projekts widmeten sich die Forscher gemeinsam mit der Arbeitsgruppe der Bürger den vielfältigen technischen Fragen. Grundlage für das weitere Vorgehen war eine Hemmnisanalyse aufgrund der Ergebnisse der anfangs durchgeführten Bürgerbefragung. Viele Bürger empfanden die Anschlussgebühren an die Nahwärmeversorgung und die Wärmetarife als zu hoch. Mögliche Neukunden setzten ihre Hoffnungen eher in neuere Energiesysteme, mit denen sie ihre alte Ölheizung ersetzen wollten. Dazu Projektleiter Helmut Böhnisch, bis Mitte 2007 bei der ZSW tätig: „Es zeigte sich, dass die öffentliche Wahrnehmung der noch nicht auf dem Markt angebotenen Brennstoffzellentechnik bedeutend höher war als die bereits konkret verfügbaren und erprobten Techniken der Biomasse-Nutzung.“

Böhnisch und sein Forscherteam setzten sich daher zum Ziel, „die Vorteile einer Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) als effiziente, dezentrale Energieversorgung zur Produktion von Wärme und Strom herauszuarbeiten im Gegensatz zu einer reinen Heizversorgung durch eine häusliche Anlage.“ Sie untersuchten vier verschiedene Nahwärmesysteme, bei denen Strom und Wärme aus Bioenergie erzeugt wird. Sowohl Größe und Struktur des Versorgungsgebiets als auch die Klimazone, in der sich das System befindet, spielten dabei eine Rolle. Für die ökonomische Beurteilung war außerdem relevant, wie stark die angeschlossenen Gebäude bereits wärmedämmten waren. Reine Heizwerke blieben in dem Vergleich außen vor.

Vergleich von Alternativen

Die Analysen zeigten, dass die Spielräume für einen wirtschaftlichen Betrieb von KWK-Systemen mit Holz – trotz

niedriger Stromwirkungsgrade der Turbinen – deutlich ansteigen, wenn das Versorgungsgebiet mehr als etwa 5.000 Menschen umfasst. Dies gilt auch bei dem in städtischen Randgebieten üblichen hohen Anteil von Einfamilien- und Reihenhäusern. Der Einsatz von fester Biomasse in kompakten, städtischen Siedlungsgebieten kann eine sehr attraktive Option sein, sofern die lokalen Randbedingungen den Einsatz von Holz erlau-

ben. In kleinen Orten wie beispielsweise in Rottweil-Hausen hat die Nahwärmeversorgung auf der Basis von Biogas eindeutige wirtschaftliche Vorteile vor der Holz-KWK. Verantwortlich dafür ist vor allem die hohe Stromproduktion, die sich durch den besseren Stromwirkungsgrad ergibt.

Landwirte ziehen mit

Die Recherchen der Wissenschaftler und auch die aktive Mitarbeit der Bürgergutachter zeigten Wirkung, wie sich Böhnisch erinnert: „Wir führten eine zweite Umfrage durch. Darin wurde im Unterschied zur ersten Befragung die KWK-Technik deutlich besser und effizienter bewertet als die individuellen Lösungen zur reinen Heizversorgung.“ Der Meinungsumschwung in der Bevölkerung hatte noch einen anderen, sehr handfesten Grund: Im Verlauf der Projektphase zeichnete sich ab, dass acht Landwirte bereit waren, sich als Liefergesellschaft (GbR) zusammenzuschließen, um vor Ort die nachwachsenden Rohstoffe anzu-



Kamin des Blockheizkraftwerks
Bild: ENRW Rottweil

bauen. Sie versprachen sich davon eine teilweise Absicherung ihrer Existenz.

Bürgergutachten mit qualifizierten Forderungen

Zum Abschluss des Projekts stellten die beteiligten Bürger und Wissenschaftler ihre Ergebnisse in einem gemeinsamen Bürgergutachten zusammen, das sie feierlich dem Rottweiler Oberbürgermeister überreichten. Ihre wichtigsten Empfehlungen:

- Soviel Wärme wie nötig und soviel Strom wie möglich zu produzieren, um die Einspeisevergütungen des EEG auszuschöpfen,
- Kombination von Biogasanlage und Holzverbrennung,
- Verbot von Monokulturen und Verzicht auf gentechnisch veränderte Pflanzen,
- Langfristige Sicherung der Energieversorgung sowie erhöhte Unabhängigkeit von globalen Entwicklungen auf dem Energiemarkt.

Mitsprache bringt Neukunden

Da die Stadt Rottweil wichtigster Gesellschafter der ENRW ist und auch die beteiligten ENRW-Fachleute vom Verlauf und den Diskussionen im Projekt profitierten, stand der konkreten Planung eines Biogasheizkraftwerks nichts mehr im Wege. Der ENRW-Projektleiter Eberhard Banholzer erinnert sich gerne an die „vertrauensvolle Zusammenarbeit“ mit den Wissenschaftlern und den Bürgergutachtern: „Das war sicher ein wesentlicher Grund dafür, dass die Anlage in der Bevölkerung heute so gut akzeptiert ist.“ Die zahlreichen Besucher am Tag der offenen Tür Ende Juni 2008 dokumentierten dies, aber auch die 18 gewonnenen Neukunden in Hausen, die seit dem Jahr 2007 nun Nahwärme beziehen.

In Bezug auf die aktive Teilhabe der Bevölkerung sowie in technischer Hinsicht gelten sowohl das Projekt als auch die erstellte Anlage für viele Kommunen in Deutschland als Vorbild. Der Liefervertrag mit den Landwirten ist auf 15 Jahre festgelegt. Damit bleibt ein großer Teil der Wertschöpfung in der Region. Erste Kalkulationen ergaben, dass die Anlage wie geplant Gewinn erwirtschaftet. Einzig die im Bürgergutachten geforderte Kombination mit einer Holzverbrennung wurde noch nicht realisiert, weil „wir erst mal den Betrieb optimal zum Laufen bringen wollen“, wie Banholzer erklärt.

Die zufriedenen Gesichter in Hausen täuschen nicht. Auf einem Nachtreffen, zu dem das Team der Sozialwissenschaftler zum Abschluss des Projekts eingeladen hatte, äußerten sich achtzig Prozent der Beteiligten „zufrieden mit dem Ergebnis“. Ein Hausener Bürger brachte den Grund für die positive Stimmung auf den Punkt: „Wir Bürger fühlten uns ernst genommen.“

Peter Streiff

Vorschläge in Serie umgesetzt

Karlsruher Forscher schaffen Grundlagen für umweltfreundliche Benzin-Direkteinspritzung.

Vor zehn Jahren nahm ein Wissenschaftler-Team am Institut für Kolbenmaschinen (IFKM) der Universität Karlsruhe erstmals Benzin-Direkteinspritzer genauer unter die Lupe. Ziel war die bessere Nutzung des Kraftstoffs und damit die Senkung der Schadstoffemissionen. Mit einem neuartigen Analyseverfahren erforschten sie die entscheidenden Einflussgrößen und machten Verbesserungsvorschläge, die die Automobilindustrie aufgegriffen hat.

Seit zwei Jahren sind Fahrzeuge mit der strahlgeführten Direkteinspritzung der so genannten zweiten Generation umweltschonend auf unseren Straßen unterwegs.

Entspannt sitzt Peter Lückert am Besuchertisch im siebten Stock der Daimler-Zentrale in Untertürkheim. Von seinem Büro aus hat man einen ungehinderten Blick auf die gegenüberliegenden Hänge des Neckartals, die an diesem wolkenverhangenen Tag in dumpfem Grün leuchten. Der Entwicklungschef für Ottomotoren erklärt, wie die innovative Technik funktioniert. Einen Kugelschreiber in der Hand, zeigt er auf die einzelnen Teile, die vor ihm auf dem Tisch liegen. Die wesentlichen Punkte dieser strahlgeführten Direkteinspritzung seien die Verwendung eines

Piezo-Injektors mit einer sich nach außen öffnenden Düse und dessen zentrale Lage. „Bei den Benzin-Direkteinspritzern der ersten Generation“, die, so Lückert weiter, ab dem Jahr 2000 auf den Markt kamen, „wurde der Kraftstoff mittels eines seitlich zwischen den Einlassventilen angeordneten Magnet-Injektors in den Brennraum eingespritzt. Die geringeren Einspritzdrücke von lediglich 120 bar und die damals verfügbaren Magnet-Injektoren mit geringerer Präzision erlaubten nur ein eingeschränktes Verbrauchspotenzial. Ver-

antwortlich dafür war

die seinerzeit verstärkte Rußneigung beim Schichtbetrieb in der Teillast.“ Schichtbetrieb bedeutet, dass durch gezielte Einspritzung und genau gesteuerte Luftströmungen das Luft-Benzin-Gemisch in einer speziellen Schichtung direkt an der Zündkerze platziert wird und dadurch zur Explosion gebracht werden kann. Die neue Technik mit der strahlgeführten Direkteinspritzung arbeitet bei Drücken von 200 bar. Die schnellen Piezo-Injektoren sorgen für eine präzise Gemischaufbereitung.

Haarfein und supergenau

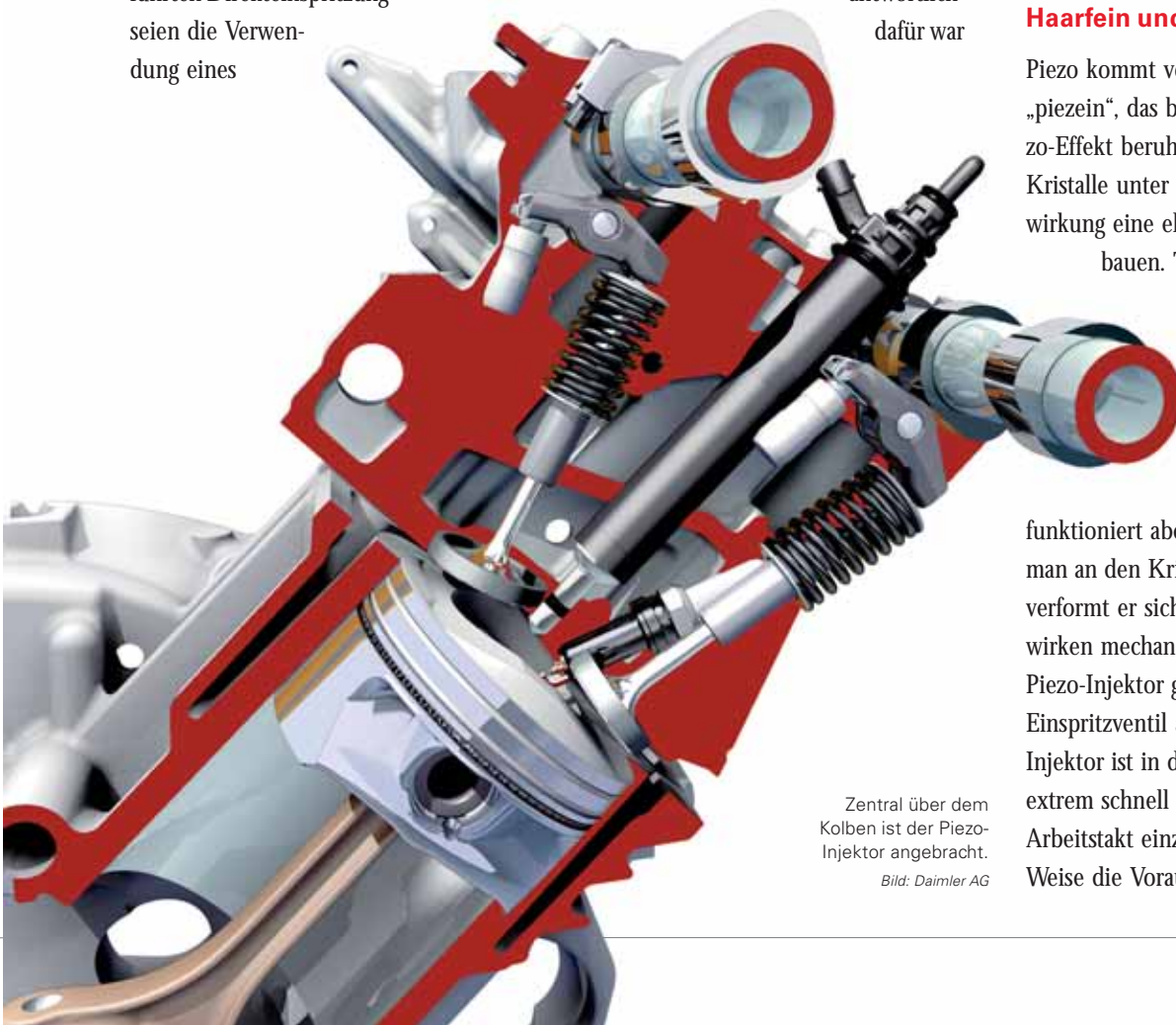
Piezo kommt vom griechischen Wort „piezein“, das bedeutet drücken. Der Piezo-Effekt beruht darauf, dass manche Kristalle unter mechanischer Druckeinwirkung eine elektrische Spannung aufbauen. Technisch angewendet

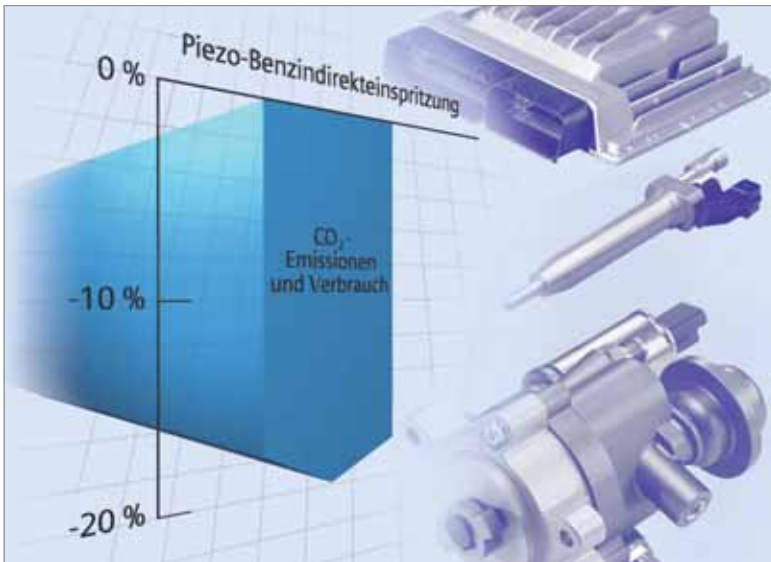
wird der Effekt beispielsweise in Feuerzeugen, um mit Hochspannung den Zündfunken zu erzeugen. Das Prinzip

funktioniert aber auch umgekehrt: Legt man an den Kristall eine Spannung an, verformt er sich. Über diese Verformung wirken mechanische Kräfte, die beim Piezo-Injektor genutzt werden, um das Einspritzventil anzusteuern. „Ein solcher Injektor ist in der Lage, den Kraftstoff extrem schnell – sogar mehrfach – pro Arbeitstakt einzuspritzen, um auf diese Weise die Voraussetzungen für das

Zentral über dem Kolben ist der Piezo-Injektor angebracht.

Bild: Daimler AG





Bilder: Continental



Der Transfer der Piezo-Technologie vom Diesel zum Benzin ist ein Meilenstein bei Verbrauch und CO₂-Emissionen.

Schichtbrennverfahren zu schaffen und damit den Verbrauch im Vergleich zu Direkteinspritzern der ersten Generation deutlich zu verringern“, erläutert Lückert den praktischen Nutzen des Bauteils. Das Ventil ist etwa 15 Zentimeter lang, der Nadelhub beträgt 35 Mikrometer, das entspricht in etwa dem Durchmesser eines menschlichen Haares.

Links: Der Nadelhub des Piezo-Injektors kann in jedem Zylinder individuell gesteuert werden. Rechts: Längsschnitt durch das Einspritzsystem des Mercedes CLS 350 CGI

Als vor zwei Jahren die ersten Fahrzeuge der CLS-Klasse mit der neuen Einspritzung serienmäßig vom Band liefen, war in den Pressemitteilungen des Unternehmens von einer „Weltpremiere“ die Rede.

Die Anfänge am Institut für Kolbenmaschinen

Ihren Anfang nahm die Erfolgsstory zum Ende der neunziger Jahre in den Forschungslabors des Instituts für Kolbenmaschinen (IFKM) der Universität Karlsruhe. Das war die Zeit, als immer mehr Autohersteller dazu übergingen, eine bei Dieselmotoren übliche Technik auf Benzinmotoren zu übertragen: Denn mit der Direkt-

einspritzung lässt sich Kraftstoff sparen. Der Forschungsbedarf war enorm. Er betraf vor allem auch die Frage, ob und wie bereits vorhandene Motorkonzepte auf Benzin-Direkteinspritzer übertragbar waren.

Zwei Jahre lang, von Oktober 1998 bis Ende September 2000, liefen am IFKM „Untersuchungen zur Realisierung einer rußarmen Verbrennung bei Benzin-Direkteinspritzung nach dem strahlgeführten Verfahren“, so der Titel des im Rahmen von BWPLUS vom Land Baden-Württemberg finanzierten Forschungsvorhabens. „Mit unseren Untersuchungen an einem strahlgeführten Brennverfahren und Kraft-



Bilder: Continental, Daimler



stoff-Drücken bis zu 500 bar mit einem Diesel-Kraftstoff-System haben wir aufgezeigt, wo die Defizite bei der Direkteinspritzung liegen und auch, welcher Weg zu einer Verbesserung führt“, fasst Dr. Heiko Kubach, der damals maßgeblich an den umfangreichen Versuchsreihen beteiligt war, im Rückblick die Ergebnisse zusammen.

Mit einem neuen Verfahren, der erweiterten Zwei-Farben-Methode, konnten die Wissenschaftler die Rußentstehung bei der Benzin-Direkteinspritzung genauestens unter die Lupe nehmen. Die Zwei-Farben-Methode ist ein pyrometrisches Messverfahren, bei dem die von den Rußteilchen abgegebene Strahlung einer leuchtenden Flamme bei mindestens zwei verschiedenen Wellenlängen gemessen und zur Berechnung der Flammentemperatur und Rußkonzentration in der Flamme herangezogen wird. Anhand eines ebenfalls neuen Visualisierungssystems auf der Basis UV-empfindlicher Photomultiplier konnten die Forscher zusätzlich den Ablauf der Verbrennung im Ottomotor sichtbar machen.

Die Untersuchungen ergaben, dass insbesondere der Einspritzdruck darüber entscheidet, ob eine schadstoffarme Verbrennung beim Benzin-Direkteinspritzer möglich ist. Weitere wichtige Faktoren sind die Zylinderinnenströmung und die Positionierung der Zündkerze. „Es ist grundsätzlich möglich, den Ottomotor mit Direkteinspritzung schadstoffarm zu betreiben. Mit einer zusätzlichen Abgasnachbehandlung können deshalb auch zukünftig niedrigere Abgasgrenzwerte eingehalten werden. Gleichzeitig würde dieses Motorkonzept im Vergleich zu heutigen Ottomotoren mit Saugrohrein-spritzung mit einem wesentlich niedrigeren Verbrauch arbeiten. Allerdings muss dafür noch eine Einspritztechnik entwickelt werden, die einen viel höheren Druck als bisher zulässt“, so das Fazit der Karlsruher Forschergruppe im Jahr 2000.

Vom Prototyp zur Serie

In den neunziger Jahren entwickelte die Daimler AG in enger Zusammenarbeit mit den Zulieferern für die Injektoren ein strahlgeführtes Brennverfahren mit

PROJEKT

Untersuchungen zur Realisierung einer rußarmen Verbrennung bei Benzin-Direkteinspritzung nach dem strahlgeführten Verfahren
Laufzeit: 10/1998 bis 9/2000

KONTAKT

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Spicher
Institut für Kolbenmaschinen (IFKM),
Universität Karlsruhe
Ulrich.Spicher@ifkm.uni-karlsruhe.de
www-ifkm.mach.uni-karlsruhe.de

Dr.-Ing. Heiko Kubach
Institut für Kolbenmaschinen,
Universität Karlsruhe
Heiko.Kubach@ifkm.uni-karlsruhe.de
www-ifkm.mach.uni-karlsruhe.de



Dr.-Ing. Heiko Kubach vom Institut für Kolbenmaschinen der Universität Karlsruhe und Peter Lückert, Entwicklungschef Ottomotoren bei Daimler
Unten: Mercedes-Benz CLS 350 CGI

Bild: Daimler

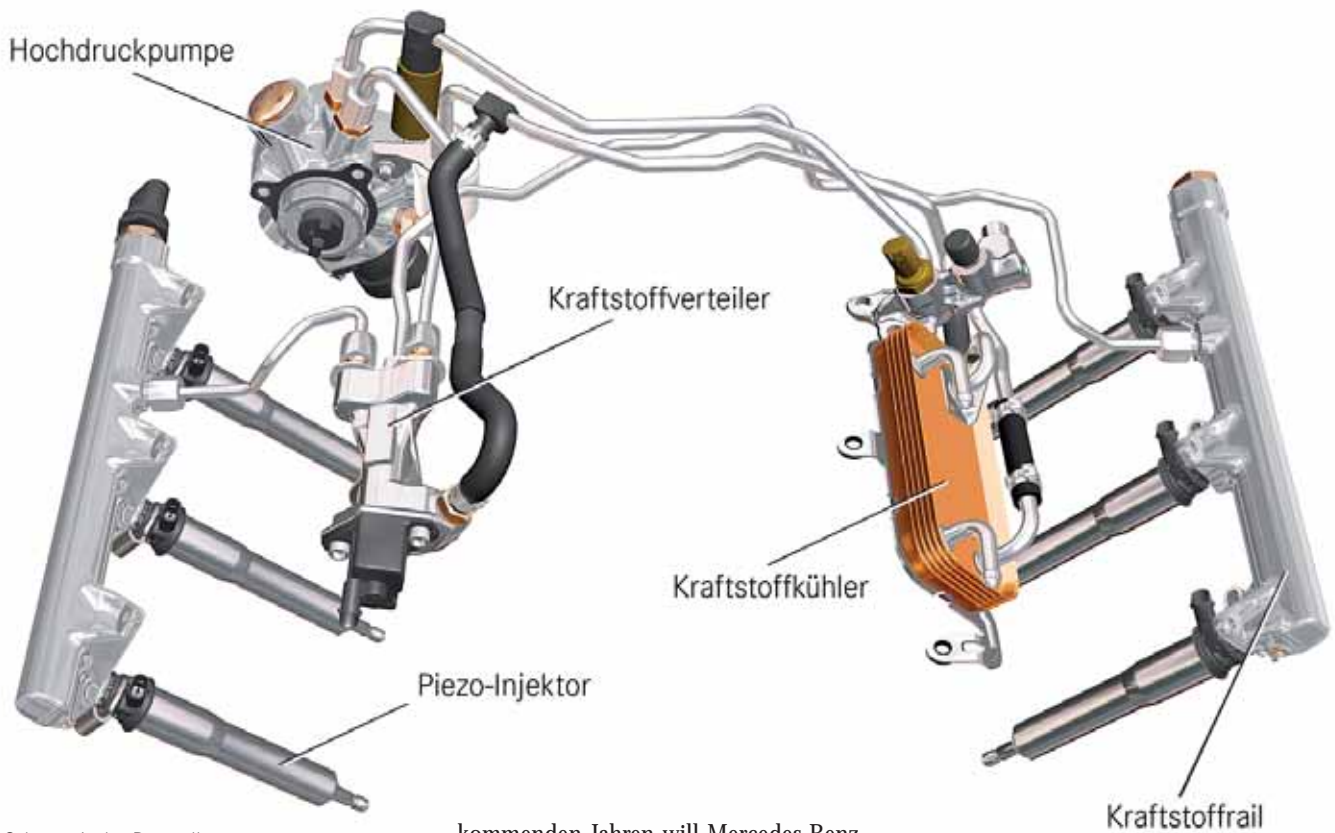


Benzin-Piezo-Injektoren und 200-bar-KR-System. Im Zuge dieses Vorhabens beauftragte der Untertürkheimer Autohersteller das Karlsruher Institut für Kolbenmaschinen mit weiteren Forschungsarbeiten. In enger Zusammenarbeit entwickelten und bewerteten die Forschungs- und Vorentwicklungsbereiche von Daimler, dessen Zulieferer und das IFKM in den Folgejahren Injektoren vom

ten.“ Lückert sagt das mit Nachdruck. „Es ist der ständige Dialog zwischen Wissenschaft und Industrie, der es uns ermöglicht, neue Erkenntnisse aufzugreifen und umzusetzen.“

Im Serieneinsatz ist die Piezo-Technik bislang in den Sechszylinder-Modellen CLS 350 CGI und im E 350 CGI. Demnächst soll die C-Klasse folgen. In den

auch bei höheren Drehzahlen im so genannten Magerbetrieb fahren. Wenn nur wenig Leistung verlangt wird, dann kommen über die Piezo-Ventile nur geringe Mengen an Kraftstoff in Zündkerzennähe fein verteilt in den Brennraum. Das funktioniert nicht nur bei niedrigen Geschwindigkeiten, sondern auch noch bei 120 Stundenkilometern, vor allem, wenn konstant gefahren wird. Damit können wir auf der Autobahn bis zu 15 Prozent Benzin einsparen, verglichen mit Autos ohne die entsprechende Technik.“



Schematische Darstellung der Einspritzanlage des V6-Benzin-Direkteinspritzers von Mercedes-Benz

Bild: Daimler AG

Prototypenstadium bis zur Serientauglichkeit, um sie schließlich in konkreten Motorenprojekten bis zur Serienfreigabe zu bringen. Damit wurden die Voraussetzungen für das strahlgeführte Direkteinspritzungs-Brennverfahren geschaffen, das 2006 dann erstmals serienmäßig eingebaut wurde. „Die Karlsruher Forscher haben mit ihrer Arbeit für uns wichtige Grundlagenuntersuchungen durchgeführt, auf denen wir dann mit unserer weiteren Entwicklung aufbauen kann-

kommen Jahren will Mercedes-Benz dann die strahlgeführte Direkteinspritzung auch auf Aggregate mit weniger als sechs Zylindern ausdehnen. Seit 2007 stattet auch BMW Benzinfahrzeuge mit der neuen Technik aus.

Geringerer Benzinverbrauch, weniger Ruß

Nach den konkreten Auswirkungen der Piezo-Injektortechnik gefragt, gerät der Entwicklungschef nachgerade ins Schwärmen. „Dank der präzisen Mehrfach-Einspritzung können wir das CGI-Triebwerk in einem erweiterten Betriebsbereich

Neben der Schnelligkeit, mit der das Ventil arbeitet, und den geringen, genau dosierten Einspritzmengen spielt die zentrale Lage des Injektors eine große Rolle. Diese Faktoren ermöglichen die optimale Verteilung und ein optimales Luft-Kraftstoffgemisch, wie Versuche am Institut für Kolbenmaschinen bestätigt haben. In Verbindung mit dem höheren Druck von 200 bar – das ist nahezu doppelt so hoch wie bei Benzin-Direkteinspritzern der ersten Generation – und einer optimierten Kolbenform sind damit die Voraussetzungen für eine nahezu vollständige



Die Motoren mit dem Piezo-Injektor werden in Bad Cannstatt gefertigt.

Bilder: Daimler AG

Verbrennung des Benzins und damit für eine reduzierte Rußbildung gegeben: „Gegenüber der bisherigen Einspritztechnik haben wir hier nochmals eine deutliche Rußreduzierung von über 50 Prozent feststellen können und liegen heute im Stationärbetrieb im Bereich der Nachweisgrenze“, so Lückert. „Damit sind wir auch für künftige Abgasgesetzgebungen

gerüstet.“ Die bei dem angewendeten Magerbrennverfahren entstehenden Stickstoffoxide werden zum kleineren Teil wieder in die Zylinder zurückgeleitet, der größere Teil wird in speziellen NO_x -Speicher-Katalysatoren in den Regenerationsphasen neutralisiert, sodass sie als umweltunschädlicher Stickstoff den Auspuff verlassen.

Darüber freut sich Dr. Heiko Kubach vom Institut für Kolbenmaschinen in Karlsruhe: „Mit unserer Arbeit haben wir einen wichtigen Beitrag zur Serienentwicklung dieses Verfahrens geleistet. Die Industrie hat die Vorschläge des IFKM zur Weiterentwicklung der innovativen Einspritztechnik in die Serie umgesetzt.“

Beate Wörner



An den richtigen Schrauben drehen

Material- und Energieeffizienzanalysen – Paradebeispiele für Win-Win-Strategien

Unternehmen kämpfen mit ständig steigenden Kosten. Energie wird immer teurer, auch die Preise für Rohstoffe schnellen in die Höhe. Lassen sich diese Preissteigerungen nicht an die Kunden weitergeben, versuchen viele Betriebe, an anderer Stelle einzusparen: häufig an den Personalkosten, anstatt an den ursächlichen Faktoren ...

Wenn Industriebetrieben die Kosten davonlaufen, wird oft an den Personalkosten gedreht, bis es quietscht. Dabei sind diese mit rund 20 Prozent im Vergleich zu den Materialkosten mit etwa 42 Prozent Anteil am Bruttoproduktionswert verhältnismäßig gering. Viel lukrativer ist es demnach für Unternehmen, an der Kostenschraube für Energie und Material zu drehen. Sei es durch besseres Management, eine flexiblere Organisation oder durch innovative Techniken. Hier beträgt das Einsparpotenzial zwi-

schen zehn und 15 Prozent. „Damit liegt eine Größenordnung vor, die auch ökonomisch von Bedeutung ist, wenn man das mit den derzeit üblichen Gewinnmargen im Mittelstand vergleicht“, so Professor Mario Schmidt, Direktor des Instituts für Angewandte Forschung (IAF) an der Hochschule Pforzheim. Umso verwunderlicher ist es für Schmidt, dass bislang vor allem kleine und mittelständische Unternehmen diese Potenziale viel zu selten ausschöpfen. Seine Untersuchungen ergaben, dass es in Unternehmen häufig an Personal und Know-how

Wissenschaftler herausgefunden. „Sie haben auch damit zu tun“, so Schmidt, „dass Themen erst in der Gesellschaft bewusst wahrgenommen werden müssen, bevor es die Verantwortlichen als schick ansehen, auch in diesem Sinne zu handeln“.

Während das öffentliche Bewusstsein in Bezug auf Energie- und Stoffstrommanagement (ESSM) noch mehr sensibilisiert werden muss, gibt es bereits effiziente Analysemethoden, die Material- und Energieströme sowie deren Umwandlung im Unternehmen darstellen können. Unter dem Projekttitel „Stoffstrombezogene Leistungsverrechnung für ein nachhaltiges Unternehmenscontrolling“ erarbeitete das Wissenschaftsteam um Schmidt Modelle und Simulationen, die Produktionsprozesse und die Logistik transparenter machen: Von einfachen Software-Instrumenten, mit denen die Potenziale veranschaulicht und visualisiert werden können, bis hin zu hochkomplexen Modellierungstools.



Mit Stoffstrom-Management auf der Hannover Messe 2006: Prof. Mario Schmidt (links) und Mitarbeiter Dipl.-Ing. René Keil

Bild: M. Schmidt

fehlt, um die Materialströme und die damit verbundenen Kosten zu analysieren und unwirtschaftliche Vorgehensweisen abzustellen. Die Beweggründe für das weit verbreitete Desinteresse liegen aber nicht nur in den Unternehmen selbst, hat der

Ökonomische und ökologische Erfolge

EMAS und ISO 14.001 waren vor einigen Jahren wichtige Schlagworte bei der Integration des Umweltschutzes im betrieblichen Management. Das ESSM geht darüber weit hinaus. Denn es dient nicht nur dem Umweltschutz. Das Analyseinstrument sorgt auch dafür, dass Unternehmen Kosten einsparen und dadurch wirtschaftlich erfolgreicher werden können. Insofern stellen erfolgreich umgesetzte ESSM-Konzepte Paradebeispiele für Win-Win-Strategien dar.

 **PROJEKT**

Stoffstrombezogene Leistungsverrechnung für ein nachhaltiges Unternehmenscontrolling
 Laufzeit: 1/2003 bis 12/2004

 **KONTAKT**

Prof. Mario Schmidt
 Institut für Angewandte Forschung
 Hochschule Pforzheim
 mario.schmidt@hs-pforzheim.de

 **WEB-LINKS**

www.hs-pforzheim.de
www.mesor.de

Der Blick in die Praxis

Dass die theoretischen Überlegungen und die Analysemethoden Erfolge in der Praxis liefern, haben bereits etliche Projekte bewiesen. Zum Beispiel die so genannten Konvoi-Projekte, die in Zusammenarbeit mit Industrie- und Handelskammern (IHK) in Baden-Württemberg entstanden sind. Dabei berät jeweils ein Team von Wissenschaftlern nicht nur einzelne Betriebe, sondern gleich eine ganze Gruppe von Unternehmen, die entweder ihren Standort in der gleichen Region haben oder im gleichen IHK-Bezirk angesiedelt sind. Eines der ersten Konvoi-Projekte entstand auf Initiative der IHK Südlicher Oberrhein und wird deshalb MESOR genannt (siehe S. 34). Zehn kleine und mittlere Unternehmen aus dem südbadischen Raum nahmen das Beratungsangebot in Anspruch. Im Rahmen von Workshops ging es unter anderem um die Vorgehensweise, die Datenhaltung und den Software-Einsatz. Unternehmensspezifische Fragen und die Modellierung der jeweiligen Material- und Energieströme klärten die Berater gemeinsam mit den Projektverantwortlichen in individuellen und vertraulichen Einzelgesprächen.

Ziel der Konvoi-Projekte ist es, mit einem für die Unternehmen vertretbaren Aufwand zu prüfen, ob ESSM für sie relevant ist und interessante Einsparpotenziale bestehen. Im positiven Fall können sie ESSM dann außerhalb des Konvoi-Projekts mit externen Beratern vertiefen.

Tina Block

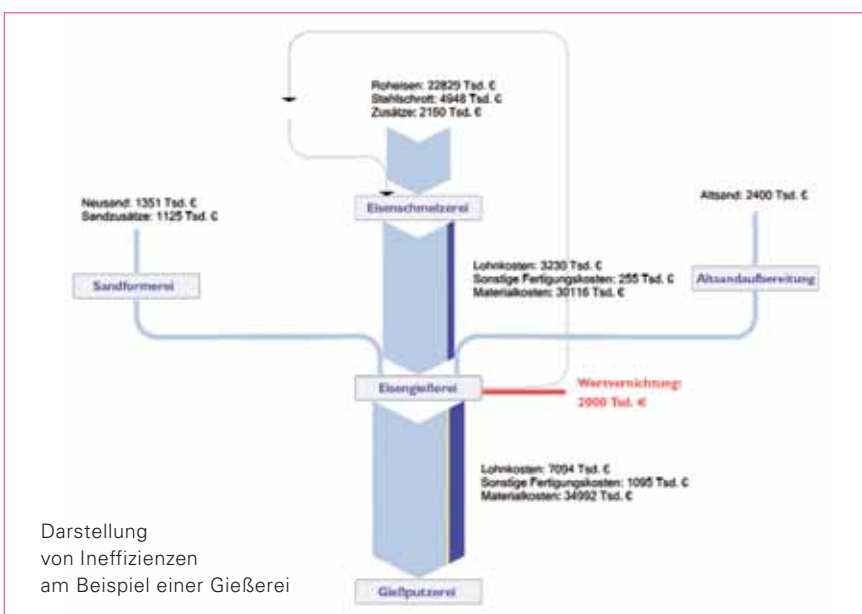
Bild: Pixello



Die Vorgehensweise einer ESSM-Analyse ist immer dieselbe: Zunächst formulieren die Projektverantwortlichen Ziele, analysieren Produktionsstrukturen und prüfen sie auf Verbesserungspotenziale.

Schließlich gilt es, realistische und finanzierbare Maßnahmen zu finden und umzusetzen. Im Zentrum aller Überlegungen steht die Frage, wie Kosten eingespart werden können. So kann ESSM die wesentliche quantitative Grundlage für die regelmäßige Umweltbetriebsbilanz im Umweltmanagement bilden.

Wichtig ist, Ressourcenverbrauch, Abfall und Emissionen dabei so zu erfassen, dass sowohl die ökologische als auch die ökonomische Bedeutung deutlich zum Vorschein treten. Beispielweise zeigt eine Lösemittel-Bilanz dann nicht nur auf, wie Emissionen reduziert werden können, sondern macht auch die Kosten transparent, die mit dem Einsatz der Lösemittel oder mit Alternativen verbunden sind. Damit liefern solche Analysen wichtige Informationen, die zu Investitionsentscheidungen und zum Innovationsprozess beitragen.



Graphik: M. Schmidt

Ressourcen-Effizienz wird immer wichtiger

Interview mit den Geschäftsführern der Schneider Leichtbau GmbH

Die Schneider Leichtbau GmbH ist ein international tätiges Engineering- und Produktionsunternehmen für Aluminium und Edelstahl mit Sitz in Freiburg im Breisgau. Der Familienbetrieb entwickelt und baut jährlich rund tausend maßgeschneiderte Produkte von Flachpaletten über Container bis hin zu Liftersystemen. In einem Interview erläutern die beiden Geschäftsführer Josef Schneider sen. und Josef Schneider jun., warum material- und energieeffizientes Management für ihr Unternehmen mit 61 Beschäftigten von großer Bedeutung ist.

Wie sind Sie auf das Thema Material- und Energieeffizienz aufmerksam geworden?

Durch unseren engen Kontakt zur IHK Südlicher Oberrhein wurden wir im vergangenen Jahr auf das Unternehmensnetzwerk MESOR (Materialeffizienz Südlicher Oberrhein, Anm. der Redaktion) aufmerksam. Konkret ging es dabei um methodische Unterstützung und Beratung sowie um die Bereitstellung von Software-Tools und das Angebot von Workshops.

Warum ist das Thema für Ihr Unternehmen wichtig?

Die Thematik der Material- und Energieeffizienz ist für uns von besonderer Bedeutung, da unsere Produktion nicht nur durch einen hohen Materialeinsatz gekennzeichnet ist, sondern auch durch hohen Energieaufwand.

Welche Schritte folgten darauf?

Es folgte zunächst eine Begehung des Unternehmens gemeinsam mit Prof. Mario Schmidt, Prof. Dr. Peter Saile, René

Keil und Michael Gräber von der Hochschule Pforzheim sowie mit Werner Reif von der IHK Südlicher Oberrhein. In einem anschließenden Gespräch konnten wir die gewonnenen Erkenntnisse unter unterschiedlichen Blickwinkeln analysieren.

Welche Abteilungen haben Sie in den Analyseprozess einbezogen?

Unser Unternehmen war mit der Geschäftsführung, der Einkaufs- und der Produktionsleitung vertreten.

Konnten Sie bereits Erkenntnisse, die Sie aus der Analyse gewonnen haben, in konkrete Maßnahmen umsetzen?

Von den identifizierten Potenzialen konnten wir bereits die Hälfte durch praktische Maßnahmen weitgehend umsetzen oder vorbereiten. Zum Beispiel die Überprüfung unserer Druckluftanlage. Die Untersuchung ergab, dass wir durch einen effizienteren Einsatz unserer Kompressoranlage und durch veränderte Schaltzyklen sowie durch bessere Nutzung unseres Netzes durch Verdichter Kosten einsparen können.

Inwieweit wird dieses Thema auch die Zukunft Ihres Unternehmens bestimmen?

MESOR hat langfristig positive Auswirkungen auf die Organisation und speziell auf das Qualitätsmanagement unseres Unternehmens. Wir konnten bereits einige Kennzahlen und Überprüfungen direkt in das interne Regelwerk und das Reporting übernehmen.



Die beiden Geschäftsführer Josef Schneider junior und Josef Schneider senior schildern im Gespräch mit Tina Block, wie sie von MESOR profitiert haben.

Bild: Schneider Leichtbau GmbH

Lackieren – wolkenlos und nebelfrei

Das Fraunhofer IPA wurde mit BWPLUS zur Vorzeige-Forschungseinrichtung in Sachen Lackiertechnik.

Experten schätzen, dass allein der Energieverbrauch der über 50.000 industriellen Lackieranlagen in Deutschland eine jährliche CO₂-Emission von etwa zehn Millionen Tonnen verursacht. Stuttgarter Ingenieure tragen dazu bei, das Lackieren Ressourcen schonender und sauberer zu gestalten – mit praxisnaher Forschung und mit konkreten Dienstleistungsangeboten an kleine Betriebe, Mittelständler und weltweit agierende Großunternehmen.

Autos, Möbel, Handys, Gartengeräte Gebäudeverkleidungen aus Metall, Baumaschinen: Unzählige Produkte des Alltags sind ohne eine dekorative und schützende Lackierung nicht denkbar. Die attraktiven Oberflächen fordern aber ihren Tribut: Die Herstellung, das Auftragen und das Aushärten des Lackmaterials verbrauchen Rohstoffe und Energie, erzeugen Emissionen und hinterlassen Abfall. Wer dagegen zeitgemäße, Energie und Ressourcen sparende Lackierverfahren kennenlernen möchte, ist bei der Fraunhofer-Gesellschaft in Stuttgart richtig. Auch wenn man auf dem weitläufigen Institutsgelände nun nicht gerade Lackierwerkstätten vermutet.

Die Versuchseinrichtungen der Abteilung Lackiertechnik des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) heißen auch nicht einfach „Werkstatt“, sondern „Technikum“. Werkstatt wäre eine klare Untertreibung angesichts der Vielfalt an Lackieranlagen mit ihren Robotern, Maschinen und Messinstrumenten, „um die uns die Fachwelt beneidet“, wie Abteilungsleiter Dieter Ondratschek stolz bemerkt. Um sogleich zu ergänzen: „Ohne die BWPLUS-Förderung würden wir heute nicht so gut dastehen. Sie hat uns die Entwicklung von neuen Verfahren und Prototypen ermöglicht.“ Mehrere Projekte des IPA und des Instituts für Industrielle Fertigung und

Fabrikbetrieb (IFF) der Universität Stuttgart erhielten finanzielle Mittel des Landes (siehe S. 37). Inzwischen haben die Vorhaben eine nachhaltige Eigendynamik entwickelt. Das lässt sich an zwei Arbeitsfeldern der Abteilung Lackiertechnik besonders gut illustrieren: Zum einen ist dies die Entwicklung pistolenloser Pulverbeschichtungsverfahren, um diese lösemittelfreie und energieeffiziente Anwendung insbesondere auch kleinen und mittleren Betrieben zugänglich zu machen. Und zum zweiten ist es die Simula-

Die neue Lackieranlage des Betonpumpenherstellers Putzmeister wurde mit Hilfe von Simulationsrechnungen der Stuttgarter Lack-Experten konzipiert.

Bild: Putzmeister



tion von Lackierprozessen zur Verbesserung der Energie- und Materialeffizienz – heute ein Dienstleistungsangebot des IPA, das sich an Betriebe aller Größenordnungen wendet.

Besser verpulvern als verspritzen

Wo gehobelt wird, fallen Späne. Und wo lackiert wird, da spritzt es, riecht es nach Lösungsmitteln, und Abwasser jeglicher Couleur fließt in breiten Strömen. Leider ist dieses Klischee vielerorts nach wie vor Realität – in kleinen Betrieben oder bei größeren Kfz-Zulieferern. Im IPA-Lackier-Technikum ist dagegen der umweltfreundliche Umgang mit Lack oberstes Gebot. In einem Bereich des Technikums wird überhaupt nicht mehr gespritzt, hier wird mit Pulverlack gearbeitet, der mittels elektrischer Feldkräfte auf das Werkstück übertragen wird. „TransApp“ heißt dieses inzwischen patentierte pistolenlose Pulver-Applikationsverfahren. Von 2002 bis 2004 entstand der erste Prototyp im Rahmen eines BWPLUS-Projektes. Heute ist daraus ein europaweit beachtetes De-

monstrations- und Versuchszentrum geworden. Hier werden für Kunden aus den unterschiedlichsten Branchen maßgeschneiderte, hocheffiziente Pulverbeschichtungsprozesse entwickelt: beispielsweise für Blechbänder (Coils) und Holzwerkstoffplatten bei bisher nicht möglichen Geschwindigkeiten von bis zu über 100 Metern pro Minute. Außerdem zur kratzfesten Beschichtung von Drahtwaren, Schaltschrank- und Heizkörperteilen oder zur Erzeugung neuer Designs auf Kosmetikdosen bei Durchsätzen von mehreren Dosen pro Sekunde.

Das Verfahren ist besonders interessant, wenn flexible Prozesse gefragt sind, bei denen öfter ein Farb- oder Materialwechsel stattfindet. „Da hat unsere pistolenlose und dadurch extrem kompakte Technik Vorteile gegenüber den großen und unflexiblen Universalanlagen, die eher für größere Serien ausgelegt sind“, erklärt Ondratschek. Das IPA begleitet den Kunden auf Wunsch bis zur Umsetzung der neuen Pulverbeschichtungstechnik vor Ort.

Wie sind die Marktchancen?

Beim Blick auf die ökologische Zukunft des Lackierens ist Ondratschek vorsichtig: „Lackieranlagen sind kein Massenprodukt, jede Investition ist auf viele Jahre

ausgelegt. Die Branche verändert sich also nicht von heute auf morgen.“ Doch vor allem die gesetzlichen Einschränkungen beim Einsatz lösemittelhaltiger Lacke (VOC-Richtlinie) verstärken den Trend zum Pulverlack und eröffnen der „TransApp“-Technologie zunehmend Marktchancen. Worauf es laut des IPA-Experten immer mehr ankommt, ist Energieeffizienz. Angesichts der dramatisch steigenden Energiekosten sind zunehmend Pulvermaterialien gefragt, die bei deutlich geringeren Temperaturen als bei den bisher üblichen 180 Grad eingebrannt werden können.

Besonders energieeffizient sind Pulverlacke, die mittels UV-Strahlen ausgehärtet werden. Die Erwärmung auf etwa 120 Grad dient lediglich dem Aufschmelzen der Pulverschicht, die Aushärtung in der anschließenden UV-Zone dauert nur wenige Sekunden. Gegenüber herkömmlichen, thermisch härtenden Pulverlacken wird nur etwa halb soviel Energie benötigt. Der sehr hohe Materialpreis und die noch unbefriedigende Haftung auf metallischen Substraten schränkt allerdings bisher die Anwendung UV-härtender Pulverlacke stark ein. Marktchancen sieht Ondratschek „bei der Hochgeschwindigkeitsbeschichtung von Holzwerkstoffplatten, zum Beispiel für die Möbelindustrie,

Links: Markus Cudazzo entwickelte die erste pistolenlose „TransApp“-Pulverbeschichtungsanlage.

Rechts: Sauber und schnell: Die pistolenlose Beschichtung von Blechteilen schafft einen Meter pro Sekunde.

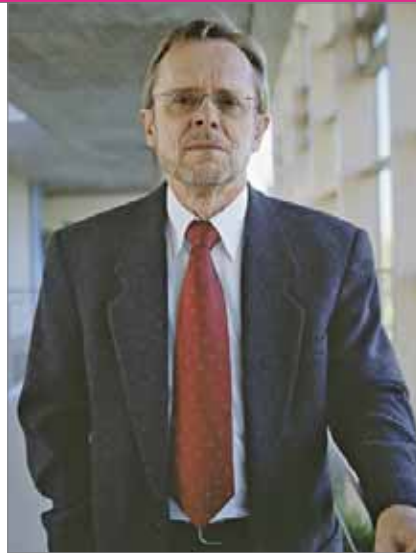
Bilder: S. Kriz u. Fraunhofer IPA



da hier die Lackhaftung des UV-härtenden Pulverlacks gut ist und wir aufgrund der geringen Prozesstemperaturen die gefürchteten Ausgasungen aus den Holzwerkstoffplatten im Griff haben.“ Auch bei der Entwicklung dieser Beschichtungstechnik hat das Fraunhofer IPA vor Jahren schon Pionierarbeit geleistet – übrigens ebenfalls mit finanzieller Unterstützung durch BWPLUS.

Wer simuliert, gewinnt

„Auch bei der Simulation von Lackierprozessen sind unsere Versuchseinrichtungen wichtig. Ohne die produktionsnahen Testanlagen hätten wir wichtige Rechenroutinen gar nicht entwickeln können. Die mathematischen und physikalischen Grundlagen alleine reichen nicht.“ So skizziert Dieter Ondratschek die Verbindung von Theorie und Praxis. Die auf diese Weise entwickelten Berechnungstools haben in zahlreichen Anwendungen ihre Genauigkeit demonstriert. Ob es um die Be- und Entlüftung einer Lackierkabine geht, ob um die Anpassung einer neuen Großanlage an einen Fertigungsprozess oder um Fehleranalysen: „Mit unseren Simulationen am Rechner reduzieren wir den Versuchsaufwand und damit auch den Ressourcenverbrauch“, so Ondratschek.



Dipl.-Ing. Dieter Ondratschek, Abteilungsleiter Lackiertechnik am Fraunhofer IPA.

Nach ersten Anstößen aus der Automobilindustrie war es 2002 ein BWPLUS-Projekt, das den Wissenstransfer in kleine und mittlere Unternehmen untersuchte. Die Ergebnisse flossen in einen Leitfaden mit praktischen Handlungsanweisungen ein. Dessen Tenor: Oft können mit einfachen Maßnahmen und geringem finanziellen Aufwand große Verbesserungen erzielt werden. Ondratschek nennt hier gerne das Beispiel einer zu großen Fuge unter einer Tür, die die Strömungsverhältnisse beim Lackieren durcheinander bringt und zu unnötig hohen Umweltbelastungen am Arbeitsplatz führen kann. Er hat überdies festgestellt, dass sich viele Betriebe zwar teure Anlagen leisten, diese jedoch nicht optimal an die Erfordernisse vor Ort angepasst werden. Mal wird die Anlage nicht

PROJEKTE

Übersicht der am Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF) der Universität Stuttgart und dem Fraunhofer IPA, Stuttgart, bearbeiteten BWPLUS-Projekte:

- Einsatz Lack sparender, elektrostatischer Hochrotationsglocken beim Lackieren von Holz
Laufzeit: 9/1999 bis 8/2001
- Einsatz Lack sparender, elektrostatischer Hochrotationsglocken beim Lackieren von Holz und Holzwerkstoffen
Laufzeit: 2/2000 bis 9/2000
- Neue Pulversprühorgane zur Erweiterung der Anwendbarkeit der Pulverlackierung
Laufzeit: 10/2000 bis 9/2002
- Minderung von NMVOC-Emissionen aus der Lösemittelanwendung in Baden-Württemberg (Projektpartner des Instituts für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, IER, Universität Stuttgart)
Laufzeit: 10/2001 bis 9/2003
- Einsatz Lack sparender, elektrostatischer Hochrotationsglocken beim Lackieren von Holz und Holzwerkstoffen (praxisgerechte Maßnahmen)
Laufzeit: 1/2002 bis 3/2003
- Qualitätsgerechte und effektive Maßnahmen zur Luftreinhaltung in handwerklichen und industriellen Lackierereien
Laufzeit: 1/2002 bis 6/2003
- Hocheffiziente Verfahren zur Pulverbeschichtung von Holzwerkstoffen
Laufzeit: 10/2002 bis 9/2004

KONTAKT

Dipl.-Ing. Dieter Ondratschek
Fraunhofer Institut Produktionstechnik und Automatisierung (IPA)
ondratschek@ipa.fraunhofer.de
www.ipa.fraunhofer.de
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF)
www.iff.uni-stuttgart.de

Links: Mit der Firma Hinterkopf wurde ein „TransApp“-Prototyp zur Hochgeschwindigkeits-Beschichtung von Dosen entwickelt.

Rechts: „TransApp“-Demonstrations- und Versuchszentrum am Fraunhofer IPA

Bilder: Fraunhofer IPA



Bilder: Putzmeister



richtig gepflegt, mal wird bei den Strömungsmessungen das zu lackierende Werkstück ignoriert – „dass dies beispielsweise beim Lackieren von Straßenbahnwaggon fatal ist, kann man sich vorstellen.“

Gerade wegen dieser weichen Faktoren ist ein Vor-Ort-Besuch der erste Schritt jeder Simulation. Alle Rahmenbedingungen werden gemessen und erfasst. In den späteren Rechenspielen kann nun jede Veränderung auf ihre Auswirkungen hin untersucht werden: Fenster auf – Fenster zu – Absaugung seitlich – Absaugung unten ... Auch hier kann der Abteilungsleiter vom nachhaltigen Nutzen des 2002 durchgeführten BWPLUS-Projekts be-

richten: „Es kommen regelmäßig Anfragen von kleinen und mittleren Unternehmen. Da können wir oft schon für 5.000 bis 10.000 Euro, die eine solche einfache Simulation kostet, viel verbessern.“

Als Idealfall für effizientes und umweltbewusstes Vorgehen der Industrie schildert der Lackierfachmann die Zusammenarbeit seines Instituts mit dem Betonpumpen-Hersteller Putzmeister. Noch bevor eine neue Lackieranlage mit Spritzkabine für die bis zu 60 Meter langen Spezialgeräte gebaut war, ermittelten die IPA-Experten über Simulationen die genaue Ausgestaltung. Das auf diese Weise optimierte Konzept wurde schließlich

Bis zu 60 Meter lang sind die Betonpumpen, die in der neuen Anlage des Herstellers Putzmeister lackiert werden. Simulationsrechnungen führten zu einer maßgeschneiderten Planung und zur Einsparung von Material, Energie und Zeit beim Lackieren der sperrigen Spezialgeräte.

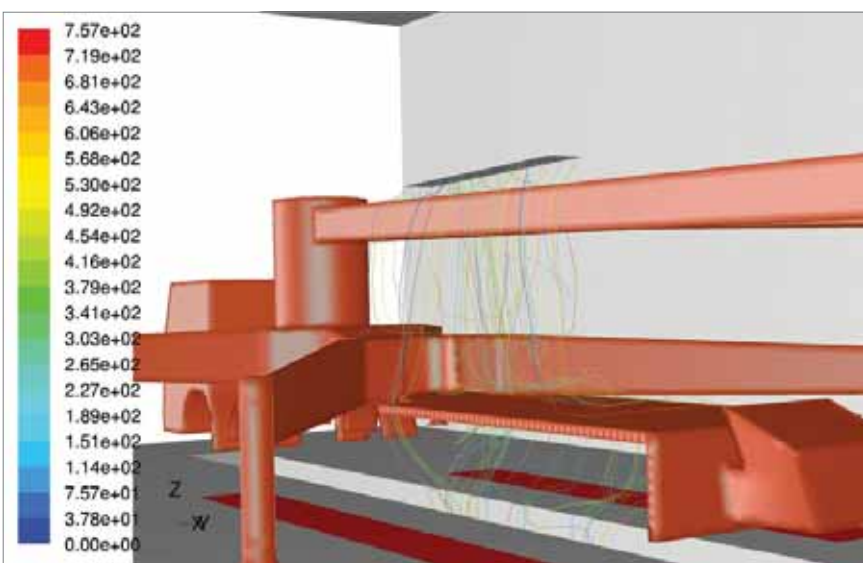
umgesetzt – zur höchsten Zufriedenheit aller Beteiligten: „Ohne die planerischen Vorarbeiten würden wir heute teurer und qualitativ schlechter lackieren“, zieht Putzmeister-Werksleiter Walter Wezel eine positive Bilanz.

Mit langem Atem

Beim industriellen und handwerklichen Lackieren gibt es nach wie vor ein riesiges Einsparpotenzial in Sachen Energie und Umweltbelastung. „Beschichtungsprozesse sind häufig in hoch komplexe Produktionsabläufe integriert. Veränderungen beim Lackieren hätten oft weit reichende Konsequenzen auf diese Abläufe.“ Dies erklärt laut Ondratschek, dass sich ökologische Verfahren nur langsam etablieren. „Die Technik ist ausgereift und steht zur Verfügung.“ Die vor über fünf Jahren mit BWPLUS-Unterstützung geleistete Pionierarbeit am Fraunhofer IPA wird also noch jahrelang Früchte tragen – es ist eben ein langer Atem gefragt. Der ist nicht zuletzt auch den Mitarbeitern in den kleinen und großen Lackieranlagen zu wünschen.

Stefan Kriz

Bild: Fraunhofer IPA/Putzmeister



Die Strömungssimulationen der Stuttgarter Lackexperten berücksichtigten alle Rahmenbedingungen in der geplanten Lackieranlage.



Dokumentierte Verantwortung

Der Nachhaltigkeitsbericht – unnötige Belastung oder Gewinn für Unternehmen?

Je stärker sich die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Strukturen ändern, umso mehr stehen auch Unternehmen im Fokus der Öffentlichkeit. So sind sie heute mehr denn je gefordert, zu zeigen, wie sie erfolgreich wirtschaften und sich dabei gleichzeitig ökologisch und sozial verhalten. Als geeignete Instrumente haben sich Nachhaltigkeitsberichte und Berichte über die unternehmerische Verantwortung (Corporate Social Responsibility – CSR) etabliert.

Nachhaltigkeitsberichte geben einen umfassenden Überblick darüber, wie Unternehmen ihre Geschäfte ausüben und wie sie sich für ökologische und soziale Aspekte engagieren. Welche Anforderungen und Kriterien die Gesellschaft an die Firmen stellt und welche Anforderungen an die Berichte bestehen, hat Ellen Frings im Projekt „Vom Umwelt- zum Nachhaltigkeitsbericht – Anforderungen und Kriterien“ während ihrer Tätigkeit beim Institut für Energie- und Umweltforschung (IFEU) in Heidelberg erarbeitet.

Auf der Grundlage von Recherchen, Interviews und Workshops entwickelte sie ein Konzept, mit dem Geschäftsführer

oder Beauftragte ihren Betrieb bewerten und diese Informationen für den Bericht zusammenstellen können. Das Konzept beruht auf fünf Rollen, die ein Unternehmen einnimmt: als Wirtschaftskraft, als Verbraucher von Stoffen und Energien, als Anbieter von Produkten und Dienstleistungen, als Auslöser von Struktur- und Regionalentwicklung und als politischer Interessenvertreter.

Die Ergebnisse mündeten in einen Leitfaden. Dieser liefert Impulse für die weitere Debatte zum Thema Nachhaltigkeit und führt die Leser mit Hintergrundinformationen in die Bedeutung einer nachhaltigen Entwicklung für die Wirtschaft ein: Der Leitfaden soll Unternehmen animieren,

ihre wirtschaftliche Tätigkeit unter einem breiteren Blickwinkel zu bewerten und ihre Strategien besser an globale Entwicklungen anzupassen. Das heißt zum einen, den Energie- und Rohstoffverbrauch zu reduzieren, zum anderen den Schutz der Umwelt und die soziale Verantwortung wieder stärker in den Mittelpunkt zu rücken.

Der Nachhaltigkeitsbericht – ein Alibi-Papier?

Gleich, wie ein Unternehmen die eigenen Handlungsfelder interpretiert und umreißt – einem Bericht merkt man schnell an, ob er tatsächlich im Kontext mit einem fortschrittlichen Prozess entstanden ist oder in erster Linie der Imagepflege



„Sustainability. It can be done.“ Mit der „Earth Lounge“ wollte die BMW Group 2004 den Nachhaltigkeitsdialog beleben.

Nachhaltigkeitsberichte sind aber nicht nur ein Thema für die Großen, sondern auch für mittelständische Unternehmen ein ideales Medium, um ihre wirtschaftliche, soziale und ökologische Leistungsbilanz zu präsentieren.

Bilder: obs/BMW AG, LUBW

 **PROJEKT**

Vom Umwelt- zum Nachhaltigkeitsbericht –
Anforderungen und Kriterien
Laufzeit: 11/2000 bis 12/2002

 **KONTAKT**

Ellen Frings
IFOK GmbH, Institut für Organisations-
kommunikation
Bensheim
ellen.frings@ifok.de
www.ifok.de
www.ifeu.de

Bild: C. Langer/Pixelio



Energie einsparen und Schadstoffe reduzieren – davon profitieren Industriebetriebe und die Umwelt.

diert und damit nicht mehr als ein Alibi-Papier darstellt. „Um dies zu verhindern, bedarf es betriebsintern einer ehrlichen Selbstreflexion“, schildert Frings die wichtigste Voraussetzung für einen soliden Nachhaltigkeitsbericht. Die Glaubwürdigkeit eines Berichts ist dann groß, wenn er nicht nur die Stärken hervorhebt, sondern auch erkennen lässt, wo die Schwächen des Unternehmens liegen. Viele Unternehmen befürchten offenbar, sich angreifbar zu machen, wenn sie zeigen, wo ihre Grenzen liegen. Aber laut Frings ist das

Gegenteil der Fall: Entsprechende Offenheit werde von den Lesern honoriert, und ein ehrlicher Bericht öffne die Chance zu einem konstruktiven Dialog – im Unternehmen selbst wie in der Öffentlichkeit.

Nur ein Thema für die Großen?

Nachhaltigkeit steigert den Wert eines Unternehmens. Eine Studie des Finanzdienstleisters Goldman Sachs ergab, dass Firmen mit einer hohen Leistung im Umweltschutz und in sozialen Fragen auch

bei Aktienwerten führend sind. Im Mittel, so die Bank, liegen sie 25 Prozent über dem Durchschnitt.

Aber nicht nur börsennotierte Unternehmen profitieren von einem Management, das auf Nachhaltigkeit ausgerichtet ist. Zunehmend interessieren sich auch mittelständische Betriebe für Nachhaltig-

Die August Faller KG in Waldkirch, Binzen und Schopfheim ist Hersteller und Systemlieferant von Sekundärverpackungen. Das Familienunternehmen legt bewusst Wert auf ein nachhaltiges Management.



Bild: Faller KG

Vorsprung durch Weitsicht

Interview mit Dr. Michael Faller von der August Faller KG

Die August Faller KG in Waldkirch, Binzen und Schopfheim ist Hersteller und Systemlieferant von Sekundärverpackungen, wie Faltschachteln, Haftetiketten und Packungsbeilagen für die pharmazeutische Industrie. Darüber hinaus bietet das Familienunternehmen mit 125-jähriger Tradition logistische und pharmazeutische Serviceleistungen im Verpackungsprozess an. In einem Interview erklärt Geschäftsführer Dr. Michael Faller, welche Rolle nachhaltiges Wirtschaften für das Unternehmen mit seinen 794 Mitarbeitern spielt und welche Bedeutung der jährliche Nachhaltigkeitsbericht hat.



Geschäftsführer Dr. Michael Faller

Herr Dr. Faller, wie würden Sie die Ziele Ihres Unternehmens beschreiben? Das Schreiben schwarzer Zahlen ist ein wichtiges, aber nicht das einzige Ziel unseres Unternehmens. Wir suchen keine kurzfristigen Erfolge, sondern wir richten unsere Existenzsicherung langfristig aus. Nachhaltiges Wirtschaften ist Teil unserer Unternehmensstrategie.

Nachhaltiges Wirtschaften – was bedeutet dies in Ihrem Unternehmen konkret?

Es umfasst eine langfristige Unternehmenssicherung, beispielsweise durch angemessene Renditen für das investierte Kapital oder durch Investitionen in Produktionsmittel. Ebenso gehört dazu eine nachhaltige Personalarbeit, bei der die Ressourcen unserer Mitarbeiter bestmöglich genutzt und durch Aus- und Weiterbildung gefördert werden. Wichtig ist für uns auch, gesellschaftliche Verantwortung zu übernehmen. Dazu gehört, dass Frauen und Männer gleiche Chancen haben und dass die Personalpolitik familienfreundlich ausgerichtet ist. Nachhaltiges Wirtschaften heißt für uns selbstverständlich auch, aktiven Umweltschutz zu betreiben.

Welche Maßnahmen in Sachen Umweltschutz können Sie als Beispiel nennen?

In unserem Pharma-Service-Center Binzen haben wir zum Beispiel ganz bewusst darauf geachtet, Energie einzusparen und klimarelevante Schadstoffe zu reduzieren. Sämtliche bauliche Maßnahmen zusammen genommen ergeben eine Ersparnis von rund 548 Tonnen CO₂ pro Jahr. Das entspricht in etwa dem jährlichen Verbrauch von 130 Einfamilienhäusern.

Inwieweit ist das Thema Umweltschutz in Ihrem Unternehmen systematisiert?

Wir arbeiten sehr erfolgreich mit unserem Umweltmanagementsystem. Seit der ersten Zertifizierung 1998, nach der damaligen EG-Öko-Audit-Verordnung, haben wir 2002 auf DIN ISO 14001 umgestellt und inzwischen das Hauptaudit 2007 zum neunten Mal wieder mit Bravour bestanden. Darauf sind wir stolz.

Welche Rolle spielt in diesem Zusammenhang der Nachhaltigkeitsbericht?

Seit 2002 geben wir jährlich unseren Nachhaltigkeitsbericht heraus. Er macht das Unternehmen für unsere Kunden, Mitarbeiter und Behörden transparenter, indem er die Meilensteine des jeweiligen Vorjahres bewusst vor Augen führt.

Welche Abteilungen sind in die Erstellung des Nachhaltigkeitsberichts einbezogen?

Im Projektteam arbeiten die Kommunikations-, die Umweltbeauftragte und die Geschäftsführung zusammen. Gestaltung und Layout übernimmt eine externe Agentur.

Wird Ihr Engagement in Sachen Nachhaltigkeit auch nach außen kommuniziert?

Natürlich. Gerade dafür ist der Nachhaltigkeitsbericht ein ideales Kommunikationsmittel. Wir haben die Erfahrung gemacht, dass der Bericht gerade auch in der regionalen Öffentlichkeit gut angenommen wird. Auch auf einem Nachhaltigkeitsforum wurde uns ausdrücklich bestätigt, dass unsere Art der Berichterstattung ankommt.

keitsberichte. Für sie sind die Publikationen ebenso ein probates Mittel, um die eigenen sozialen und ökologischen Leistungen zu präsentieren – mit einem hohen Nutzen bei ihren Zielgruppen. Denn verantwortlich und nachhaltig wirtschaftende Unternehmen sind attraktive Arbeitgeber und haben eine hohe Akzeptanz als guter Nachbar am Standort.

Wie Unternehmen Nachhaltigkeitsmanagement in ihre internen Prozesse integrieren können, war auch Thema einer Tagung der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, heute LUBW, in Kooperation mit dem Bayerischen Landesamt für Umweltschutz in Ulm im Jahr 2005. Dabei ging es um praxisorientierte Ansätze und Instrumente für eine nachhaltige Unternehmensausrichtung. So wurde beispielsweise mit Sustainable Excellence ein ganzheitliches Diagnosemodell vorgestellt, das auch kleinen Betrieben hilft, sich selbst zu bewerten, eigene Fortschritte zu messen und weiterzuentwickeln.

Weiterführende Veranstaltungen

Beispiele aus der Praxis für die Praxis standen auch beim Workshop „Auf dem Weg zum Nachhaltigkeitsbericht“ im Vordergrund. Die LUBW richtete diese Veranstaltung im September 2007 in Zusammenarbeit mit dem Umwelt- und dem Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg sowie dem Landesverband der Baden-Württembergischen Industrie aus. Die Beispiele zeigten, dass es für Unternehmen viele gute Gründe gibt, sich mit der Nachhaltigkeit ihres Tuns und Lassens eingehend zu beschäftigen. Dabei geht es nicht nur um Effizienzsteigerung wie im Energiebereich, sondern auch um Aspekte wie die veränderte Marktnachfrage, die Haltung von Großkunden und nicht zuletzt um die Glaubwürdigkeit des Unternehmens.

Deutlich wurde zudem, dass sich die Berichterstattung gut mit der Umwelterklärung verknüpfen lässt, womit sich Überschneidungen und Doppelparbeit vermei-

den lassen. Darüber hinaus lieferte die Veranstaltung den Beleg, dass Nachhaltigkeitsberichte nicht nur für große Unternehmen ein probates Mittel sind, sondern sich auch für kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) lohnen. Insbesondere, wenn sie als Zulieferer von großen abhängig sind.

Gleich ob Leitfaden, Informationsveranstaltung oder Workshop – aus allen Projekten ging eindeutig hervor, dass Kommunikation in Sachen Nachhaltigkeit mehr ist als bloße Berichterstattung. Wenn der Nachhaltigkeitsgedanke im Unternehmen eine breite Verankerung findet, können nachhaltiges Denken und Handeln Kosten und Umweltbelastungen senken, die Mitarbeitermotivation verbessern und durch diese transparent nach außen vermittelt werden. Der damit verbundene Imagegewinn zahlt sich aus.

Tina Block



Bilder: Faller KG

Als klassischer Mittelständler mit 794 Mitarbeitern und 87 Mio. Euro Umsatz gibt die Faller KG immerhin schon seit 2002 einen Nachhaltigkeitsbericht heraus.



Durch den Einbau einer Reinigungsanlage für die ältere Generation von Druckplattenentwicklungsmaschinen konnte die Faller KG den Entwicklereinsatz pro Platte von 63 auf 39 Milliliter senken. Davon profitiert die Umwelt genauso wie das Firmenbudget.

Zu viele Unbekannte

Die Ausbringung von Klärschlamm kann Äcker stark belasten.

Wertvoller Dünger oder gefährlicher Giftcocktail – nach Phasen der Unsicherheit sind sich Experten zunehmend einig: Klärschlamm kann eine Belastung für Ackerböden darstellen. Je nach Herkunft enthält er unterschiedliche Schwermetalle und organische Schadstoffverbindungen in großer Menge. Diese können sich im Boden anreichern und über die Pflanzen wieder in die menschliche Nahrung zurückkehren.

Die Idee, den Schlamm, der in Kläranlagen als Abfallstoff anfällt, wieder auf Äckern auszubringen, ist bestechend: Die wertvollen Nährstoffe ernähren die angebauten Pflanzen und die organische Substanz trägt zur Lockerung des Bodens bei. Doch dieser auf den ersten Blick sinnvolle Kreislauf wird zum Problem, wenn mit den Nährstoffen zugleich Schadstoffe auf den Acker ausgebracht werden. Während die Belastung des Klärschlammes mit Schwermetallen schon seit langem bekannt ist, fehlten lange Zeit Kenntnisse über den Gehalt an organischen Schadstoffen und vor allem deren Umsetzung oder Verbleib in

der Krume. Niemand weiß wirklich genau, welche Folgen deren Anreicherung im Boden haben kann.

Das Labor ist nicht das Leben

„Die Selbstreinigungskraft der Böden wird hier oft überschätzt“, sagt Dr. Peter Dreher vom Umweltministerium Baden-Württemberg, seinerzeit bei der LUBW verantwortlich für ein Forschungsprojekt zu Schadstoffanreicherungen durch Klärschlammnutzung in der Landwirtschaft. Zuvor basierten die Kenntnisse über den Abbau von organischen Schadstoffen in Böden meist auf Untersuchungen im Labor. Daher konzentrierten sich Dreher und die Projektbearbeiter darauf, den tatsächlichen Verbleib der organischen Schadstoffe in „natürlichen“ Ackerböden nach Klärschlammausbringung unter möglichst pra-

xisnahen Bedingungen zu erforschen. Untersucht wurde darum an 13 über das ganze Land verteilten Standorten. Davon gehörten elf zu landwirtschaftlichen Betrieben. Dort war der Klärschlamm in praxisüblichen Mengen (3,2 bis 31,5 Tonnen pro Hektar) über mehrere Jahre hinweg – teilweise schon lange vor der Projektphase – ausgebracht worden. Um mehr darüber zu erfahren, wie sich Böden verhalten, wenn sie mit Klärschlamm regelrecht überschwemmt werden, wurden zudem zwei ehemalige Versuchsflächen der Universität Hohenheim untersucht. Jahre zuvor waren auf diesen zu Forschungszwecken insgesamt 85 bzw. 510 Tonnen Klärschlamm pro Hektar, also weit über dem Zulässigen liegende Mengen, ausgebracht worden. Voraussetzung für die Auswahl der Untersuchungsstandorte war, dass die Flächen weitgehend unbeeinflusst von anderen Düngern wie

Die Bauern in Baden-Württemberg bringen mittlerweile deutlich weniger Klärschlamm auf ihren Feldern aus.

Bild: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Gülle oder Mist waren, und vor allem, dass in der Nähe eine vergleichbare Fläche, die nicht beschlammte, als Kontrollfläche zur Verfügung stand.

Schadstoffe sind im Boden über viele Jahre stabil

Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass sich auf drei der elf landwirtschaftlichen Praxisflächen und auf den beiden ehemaligen Versuchsflächen der Universität Hohenheim Schwermetalle und organische Schadstoffe angereichert hatten: An den beiden Standorten der Praxisbetriebe mit der über die Jahre hinweg insgesamt höchsten Menge an aufgebrachtem Klärschlamm wurden Anreicherungen von Organozinnverbindungen und polyzyklischen Moschusverbindungen sowie Kupfer und Zink nachgewiesen. An einem weiteren Praxisstandort waren die Gehalte an Organozinnverbindungen und Dioxinen deutlich erhöht. Auf den beiden Versuchsflächen der Universität Hohenheim hatten sich diese Stoffe bereits deutlich angereichert, obwohl dort die letzte Beschlammung 14 und mehr Jahre zurücklag und die Bodenorganismen reichlich Zeit zum Schadstoffabbau gehabt hätten.

Black Box Organische Schadstoffe

Soweit bekannt, wurde mit der 2003 abgeschlossenen Studie zum ersten Mal die hohe Fähigkeit von organischen Schadstoffen nachgewiesen, sich dem Abbau zu widersetzen und sich somit im Boden anzureichern. Diese Erkenntnis wurde bundesweit diskutiert und hat maßgeblich dazu beigetragen, die vorsorgeorientierte Ablehnung der landwirtschaftlichen Klärschlammdüngung auf politischer Ebene fachlich zu unterstützen.

Auch wenn inzwischen mehrere, insbesondere vom Umweltbundesamt initiierte Untersuchungen das Wissen über das Verhalten organischer Schadstoffe erweitert



PROJEKT

Schadstoffe in klärschlammgedüngten Ackerböden Baden-Württembergs
Laufzeit: 1/2002 bis 3/2003

KONTAKT

Dr. Peter Dreher
Umweltministerium Baden-Württemberg
Referat 52 Boden & Altlasten
Peter.Dreher@um.bwl.de
www.um.baden-wuerttemberg.de

Dr. Peter Dreher bei einem Seminar im Rathaus Heidelberg zum Thema „Boden und Abfallverwertung“

Bild: J. Pfeiffer, ISWA

haben, sind doch viele Fragen bis heute ungeklärt: Da die Abbauprozesse der riesigen Zahl der Problemstoffe kaum bekannt sind, kennt man auch viele Zwischenprodukte nicht. Ganz offen ist auch, wie die verschiedenen organischen Verbindungen im Boden miteinander reagieren. Neben der zentralen Frage, wie die Erzeugung hochwertiger Nahrungsmittel auf unseren Böden dauerhaft gewährleistet werden kann, müssen auch andere Risiken im Blick behalten werden: vor allem, wie sich die Schadstoffanreicherungen im Boden

auf das Grundwasser und die Bodenlebewesen auswirken.

Leider zeigte sich im Rahmen von Untersuchungen auch, dass die Hoffnung auf eine Erzeugung und Verwertung von besonders schadstoffarmen Klärschlämmen weitgehend begraben werden muss. Die Konzentration der organischen Schadstoffe kann häufig nicht mit der Kläranlagengröße oder dem Einzugsgebiet in Beziehung gesetzt werden. „Das Modell des ‘guten Klärschlammes’ aus kleineren oder



Bild: J. Pfeiffer, ISWA

ländlich geprägten Anlagen funktioniert in Bezug auf verschiedene Organika nicht, wie Untersuchungen aus Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen belegen“, fasst Dreher zusammen.

Erst sammeln und dann wieder verteilen?

„Klärschlamm ist im Gegensatz zu anderen organischen Düngern eine ausgesprochen effektive Senke für Schadstoffe“, so der Experte aus dem Umweltministerium. Es ergebe keinen Sinn, „diese Schadstoffe zuerst mit hohem technischen und finanziellen Aufwand aus dem Wasser zu entfernen und sie anschließend wieder großflächig in der Umwelt zu verteilen und damit dem Stoffkreislauf zurückzuführen“. Zwar bedeuten die Gehalte an organischen Schadstoffen in den Böden vermutlich keine unmittelbare Gefahr für den Menschen. Doch angesichts des Gefahrenpotenzials – viele der Stoffe stehen im Verdacht, sich negativ auf die Fruchtbarkeit auszuwirken, Krebs und andere schwer wiegende Gesundheitsstörungen zu verursachen – empfiehlt es sich in jedem Fall, das Vorsorgeprinzip anzuwenden. Das heißt vereinfacht: „Konsequente Vermeidung von vermeidbaren Schadstoffeinträgen.“

Darum setzt sich Baden-Württemberg seit Jahren intensiv für einen Verzicht auf die landwirtschaftliche und landschaftsbauliche Klärschlammverwertung ein. Das Land leistet Überzeugungsarbeit bei Bauern und Kommunen, unterfüttert diese mit positiven Anreizen und ist damit erfolgreich: So ist es innerhalb der letzten Jahre gelungen, den Anteil der Landwirtschaft an der Klärschlammversorgung von 17 auf drei Prozent und den Anteil des Landschaftsbaus von 35 auf 14 Prozent zu reduzieren.

Rückenwind für seinen Kurs der Vermeidung bekam das Land durch den Beschluss der gemeinsamen Agrar- und Umweltministerkonferenz vom Juni 2001, wonach „be-



Klärschlamm in verschiedenen Ausprägungen

wirtschaftsbedingte Schadstoffanreicherungen strikt zu vermeiden sind“. Dieses Ziel entspreche die derzeit am Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) vorbereitete Novellierung der Klärschlammverordnung (AbfKlärV) allerdings noch nicht so ganz, lässt Dreher durchblicken. Doch nach-

dem inzwischen insbesondere auch aus Studien des Bundes immer weitere Besorgnis erregende Untersuchungsergebnisse über die Auswirkungen von organischen Schadstoffen in der Umwelt bekannt werden, sei hierzu das letzte Wort bestimmt noch nicht gesprochen.

Iris Lehmann

Bilder: J. Pfeiffer, ISWA

Pioniere der Innenentwicklung

Nachhaltiges Bauflächenmanagement Stuttgart (NBS)

Dass dem Flächenverbrauch Einhalt geboten werden muss, ist längst unumstritten. In einem Wachstumsraum wie der Region Stuttgart ist das aber leichter gesagt als getan. Der Lösungsansatz „Innen- statt Außenentwicklung“ klingt zwar schlüssig. Nur sind beim „Upgrade“ des innerstädtischen Altbestands eben ganz andere Hürden zu überwinden als beim Planen auf der Grünen Wiese. In Stuttgart wurde wertvolle Pionierarbeit geleistet, von der andere Städte profitieren können.

Für Nils Krieger ist es der letzte Termin seiner Karriere als Stadtplaner in Stuttgart. Am Tag danach wird der Diplom-Ingenieur seinen Abschied in den Ruhestand feiern und den Stab an seinen Kollegen Matthias Schmid übergeben. Ein guter Zeitpunkt also, um ganz entspannt Bilanz zu ziehen und Auskunft zu erteilen über eines seiner wichtigsten Projekte: das Nachhaltige Bauflächenmanagement Stuttgart (NBS). Im März 2001 hatte das Umweltministerium Baden-Württemberg das von Krieger zu betreuende Projekt in das Forschungsprogramm BWPLUS aufgenommen und zwei Jahre lang gefördert. Partner der Landeshauptstadt waren dabei das Institut für Städtebau und Landesplanung (ISL) der Universität Karlsruhe und die KE genannte

Kommunalentwicklung LEG Baden-Württemberg GmbH. Auf Seiten der Stadt Stuttgart fand Krieger Mitstreiter im Stadtplanungsamt und im Amt für Umweltschutz. Im Laufe des Projekts wurden weitere Ämter eingebunden.

Innen- vor Außenentwicklung

Mit NBS sollten, so die Projektbeschreibung in typischem Antragsdeutsch, „die Voraussetzungen dafür geschaffen werden, das wesentlich auf Nachhaltigkeit und Stärkung der Innenentwicklung ausgelegte Entwicklungskonzept des Flächennutzungsplans 2010 in seiner praktischen Umsetzung zu unterstützen“. Konkret wollte das Team um Krieger und Schmid Strategien und Instrumente entwickeln, mit deren Hilfe

die Stadt die in ihrem Bestand ermittelten Brachen aus dem Dornröschenschlaf erwecken könnte. Dabei ging es ursprünglich um ein Potenzial von insgesamt über 5,2 Millionen Quadratmetern Geschossfläche, die bis spätestens 2010 marktfähig werden sollten.

Aus der Not eine Tugend machen

Nachhaltiges Bauflächenmanagement heißt in erster Linie Innen- vor Außenentwicklung. Gemäß diesem Prinzip sollten im Zuge der Projektarbeit Mittel und Wege gefunden werden, die es ermögli-

Geplante Bebauung des A1-Areals von Stuttgart 21. Ohne die großen, von der DB aufgegebenen Gleisflächen würde das Potenzial für die Innenentwicklung nicht ausreichen.



chen, die nach wie vor nachgefragten Gewerbe- und Wohnbauflächen rechtzeitig im Bestand bereitstellen zu können und damit die Inanspruchnahme neuer Flächen im Sinne einer ökologischen Flächenpolitik zu vermeiden. Hinzu kommt, dass die Grünzonen um den Nesenbachtalkessel und an den Neckartalhängen für Stuttgart von existentieller Bedeutung sind: Hier zu bauen würde das Stadtklima und die Luftqualität weiter verschlechtern. Insofern wären in der Landeshauptstadt also die Grenzen des Wachstums erreicht. Andererseits kann eine Stadt wie Stuttgart die anhaltende Nachfrage nicht ignorieren und widerstandslos hinnehmen, dass noch mehr Einwohner und Gewerbebetriebe sich ins Umland verabschieden. Dagegen sprechen nicht nur der ökonomische Selbsterhaltungstrieb, sondern auch der von der Politik erhobene Anspruch einer nachhaltigen Entwicklung, dem, wie Krieger betont, allerdings auch jenseits der Stuttgarter Stadtgrenzen entsprochen werden müsse. Dass der

Verband Region Stuttgart sich im Rahmen des „MORO“-Programms für regionales Siedlungsmanagement dafür einsetzt und dabei so manchen Konflikt mit Stuttgarts aufstrebenden Nachbarkommunen durchzustehen bereit ist, wissen Krieger und Schmid deshalb sehr zu schätzen.

Drei wesentliche NBS-Bausteine

Unter Nachhaltigkeit verstehen die beiden Stadtplaner im Sinne des Flächennutzungsplans 2010 „vor allem, die Innenentwicklung zu fördern und dabei eine optimale städtebauliche Dichte zu sichern, die Nutzungsmischung von Wohnen, Arbeiten und Infrastruktur zu fördern und zentrale Lagen und Standorte im Einzugsbereich von S- und Stadtbahn aufzuwerten“. In diesem Sinne heben sie drei wesentliche Bausteine des NBS-Projekts hervor:

Zum ersten die Bestandserhebung, das heißt die Erstellung einer aktuellen

Hintergrund:

Steigende Ansprüche

Mehr als die Hälfte aller Gebauten ist in den letzten sechzig Jahren entstanden. Waren es zu Beginn starke und durch die Industrialisierung angetriebene Zunahmen der städtischen Bevölkerung und neuer Gewerbegebiete, so hat sich der Flächenverbrauch von der Bevölkerungsentwicklung seit den sechziger Jahren mehr und mehr abgekoppelt: Im Fall von Stuttgart bedeutet das nahezu eine Verdoppelung der bebauten Fläche, obwohl die Einwohnerzahl um 50.000 abgenommen hat. Während der „mittlere Verbrauch an Geschossfläche im Wohnen“ vor fünfzig Jahren gerade mal zwölf Quadratmeter pro Kopf betragen hatte, tendiert er heute in Deutschland gegen 45 m². In der Schweiz liegt er teilweise sogar schon über 50 m². Vieles deutet darauf hin, dass auch für die Zukunft mit weiterer Zunahme dieser für die Stadtplanung so wichtigen Kennziffer zu rechnen ist.

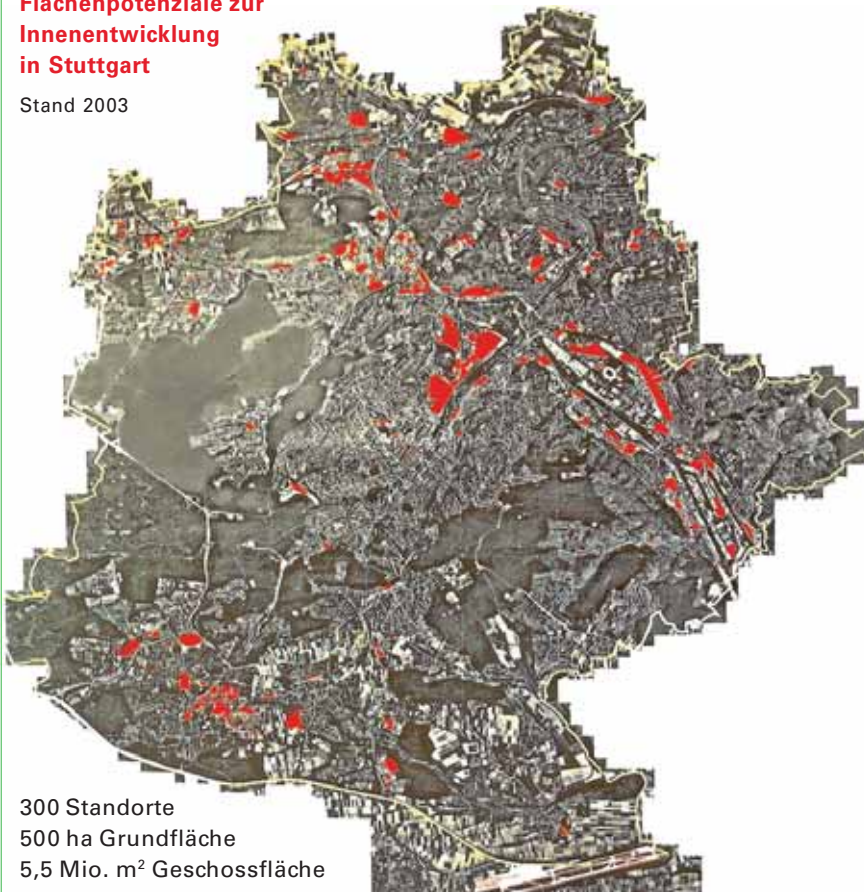
Auch im Bereich der Flächen für Industrie, Gewerbe, Groß- und Einzelhandel sowie Freizeiteinrichtungen zeichnet sich keine Entspannung ab. Obwohl durch den Wandel der Produktionsbedingungen Flächen in den inneren Gebieten der Städte und Regionen frei wurden, ist eine weitere Ausweitung der Siedlungsfläche für solche Zwecke zu beobachten. Viele Unternehmen, die auf Transport und Logistik angewiesen sind, verlassen traditionelle, schienenengebundene Standorte, um sich im Bereich von Straßen-Knotenpunkten niederzulassen.

Es besteht unter Fachleuten und Politikern zwar seit geraumer Zeit Einigkeit darüber, dass diese Entwicklung so nicht weitergehen kann. Allen Programmen, gesetzlichen Grundlagen und Beteuerungen zum Trotz konnte der fortschreitenden Zersiedelung jedoch bislang kein Einhalt geboten werden. Der Flächenverbrauch beträgt in Deutschland täglich fast 130 Hektar und soll nach den Vorstellungen der Bundesregierung in den nächsten zwanzig Jahren auf 30 ha und in fünfzig Jahren auf Null zurückgeführt werden. Bei abnehmender Bevölkerung eigentlich nur eine Sache des Managements ...

Quelle: Beiträge zur Stadtentwicklung 34, Stuttgart 2003

Flächenpotenziale zur Innenentwicklung in Stuttgart

Stand 2003



300 Standorte
500 ha Grundfläche
5,5 Mio. m² Geschossfläche

 **PROJEKT**

Nachhaltiges Bauflächenmanagement
Stuttgart (NBS)
Laufzeit: 3/2001 bis 2/2003

 **KONTAKT**

Dipl.-Ing. Nils Krieger
Dipl.-Ing. Matthias Schmid
Amt für Stadtplanung und Stadterneuerung
Landeshauptstadt Stuttgart
matthias.schmid@stuttgart.de
www.stuttgart.de
www.stuttgart-baueaechen.de

 **PARTNER**

Institut für Städtebau und Landesplanung (ISL)
der Universität Karlsruhe
www.isl.uni-karlsruhe.de
Kommunalentwicklung LEG Baden-Württemberg GmbH, Stuttgart
www.lbbw-immobilien.de/
kommunalentwicklung_154_0.htm

Bild: P. Fendrich



Die Stuttgarter Stadtplaner Matthias Schmid und Nils Krieger stellen das NBS-Projekt vor.

Übersicht über bestehende Bauflächenpotenziale. Dazu sollten die Flächen entsprechend ihrer besonderen Merkmale typisiert und für alle Standorte mit Bauflächenpotenzialen „Gebietsspäse“ angelegt werden.

Zum zweiten den Aufbau einer fortschreibungsfähigen und ämterübergreifend vernetzten Informationsplattform, die es GIS- (Geo-Informationssystem) und datenbankgestützt ermöglicht, alle relevanten Daten und digitalisierten Medien zusammenzuführen und als Grundlage für eine benutzerfreundliche Internetpräsentation zu nutzen.

Zum dritten die Erarbeitung von Strategien und Konzepten zur Aktivierung insbesondere privater Bauflächenpotenziale. Dazu soll NBS die kommunalen Handlungsmöglichkeiten und notwendigen Vorleistungen für eine zügige Bebauung aufzeigen: zum Beispiel die Aufhebung infrastruktureller Defizite, die Schaffung

des notwendigen Planungsrechts oder die Erkundung vermuteter Altlasten.

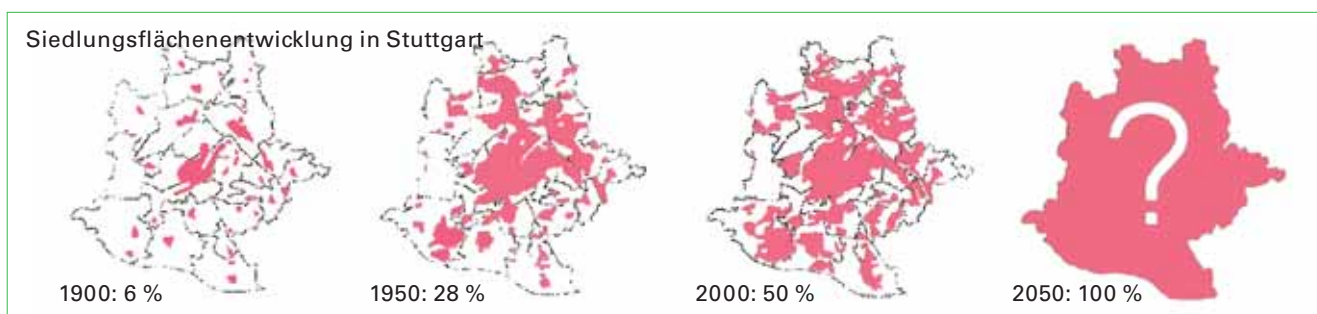
Die Grundlagen

Als Ausgangsbasis für das NBS-Projekt hebt Krieger den im Jahr 2000 genehmigten Flächennutzungsplan 2010 hervor. Er gibt die Richtung unter dem Leitbild „Stuttgart 2010 – kompakt, urban, grün“ vor und formuliert das ehrgeizige Ziel, die Einwohnerzahl bis 2010 bei über 590.000 zu halten. Dabei soll der vermutlich weiter wachsende Wohnflächenanspruch pro Kopf (siehe Kasten S. 48) weitgehend über die Aktivierung von Bauflächenpotenzialen innerhalb der bereits bebauten Stadtgebiete abgedeckt werden. Bei der entsprechenden Erhebung haben die Stadtplaner in Phase 1 des NBS-Projekts über 350 Areale mit einer Mindestgröße von 2.000 Quadratmetern Geschossfläche erfasst. Die Gesamtkapazität dieser Stand-

orte beträgt ungefähr 500 Hektar Grundstücksfläche mit einem Geschossflächenpotenzial von rund 5,5 statt der vorab angenommenen 5,2 Millionen Quadratmeter. Die Karte (siehe S. 48) weist einen Flickenteppich zahlreicher kleinerer Gebiete auf, mit einer gewissen Konzentration auf einer Achse vom Neckartal über die „City Prag“ nach Feuerbach und Zuffenhausen. Größere zusammenhängende Flächen werden in erster Linie durch den Rückbau von Güterverkehrskapazitäten und die Tieferlegung von Gleisanlagen im Zuge von Stuttgart 21 frei. Ohne dieses

1905 hatte Stuttgart rund 250.000 Einwohner, bis 1950 verdoppelte sich die Bevölkerungszahl auf 500.000. Im Jahre 1962 erreichte sie mit 640.560 ihren historischen Höchststand und sank bis Ende 2007 auf 597.158 Einwohner mit Erstwohnsitz in der Stadt. Parallel stieg der Anteil der bebauten Fläche am Stadtgebiet von 28 auf über 50 Prozent. Würde Stuttgart dem Flächenverbrauch nicht Einhalt gebieten, wäre das Stadtgebiet trotz abnehmender Wachstumsrate spätestens 2080 restlos zugebaut.

Bilder: Stadt Stuttgart



NBS im Internet

Zum Beispiel: das Areal zwischen Kolbstraße und Marienplatz

Im Zuge des Projektes Nachhaltiges Baufächtenmanagement Stuttgart (NBS) hat das Amt für Stadtplanung und Stadterneuerung der Landeshauptstadt im Internet ein Schaufenster bereitgestellt, in dem ausgewählte Baufächtenpotenziale in Stuttgart per Steckbrief vorgestellt werden.

Unter www.stuttgart-bauflaechen.de finden sich derzeit Steckbriefe von 68 der insgesamt 350 identifizierten und potenziell bebaubaren Areale im Baubestand der Stadt. Für die ausgewählten Gebiete gilt, dass die Stadt „großes Interesse an einer baldigen Entwicklung“ hat und „geeignete Investoren, Projektentwickler bzw. Käufer“ sucht.

Die Areale können nach Stadtbezirk, Größe oder Nutzungsprofil gelistet werden. Die einzelnen Steckbriefe enthalten die wichtigsten Informationen über Lage und Verkehrsanbindung, Größe und potenzielle Geschossfläche, Vorgaben des Bebauungsplans und Ansprechpartner.

Zudem sind sie gut illustriert: Wie bei dem hier gezeigten Beispiel des Dinkelacker-Areals zwischen Kolbstraße und Marienplatz wird der genaue Standort per Stadtplanausschnitt und Luftbild vorgestellt. Weitere Bilder zeigen die derzeitige Situation und die potenzielle Bebauung, für die es in diesem Fall schon detaillierte Vorstellungen gibt.

Interessenten bietet das Amt für Stadtplanung und Stadterneuerung die Möglichkeit, sich über Änderungen beim Flächenangebot stets aktuell per Newsletter informieren zu lassen. Diesen Service nutzen über hundert Profis. Anmeldung per E-Mail an u610003@stuttgart.de.



Bilder: Screenshots von www.stuttgart-bauflaechen.de

Großprojekt, dessen Nachhaltigkeit von Umwelt- und Verkehrsverbänden allerdings in Frage gestellt wird, könnte Stuttgart die Außenentwicklung nicht im erhofften Maße einschränken. Zusätzlichen Spielraum eröffnete auch die Verlagerung der Messe auf die Fildern außerhalb der Markung.

Problemanalyse in Phase 2

In der „Konzeptions- und Konzentrationsphase“ haben die Projektpartner zehn Vorstudien erstellt und Testplanungen in repräsentativen Gebieten durchgeführt. Diese dienten in erster Linie zur Feststellung von Hemmnissen, die eine Aktivierung der ausgemachten Bauflächen verschleppen oder gar verhindern.

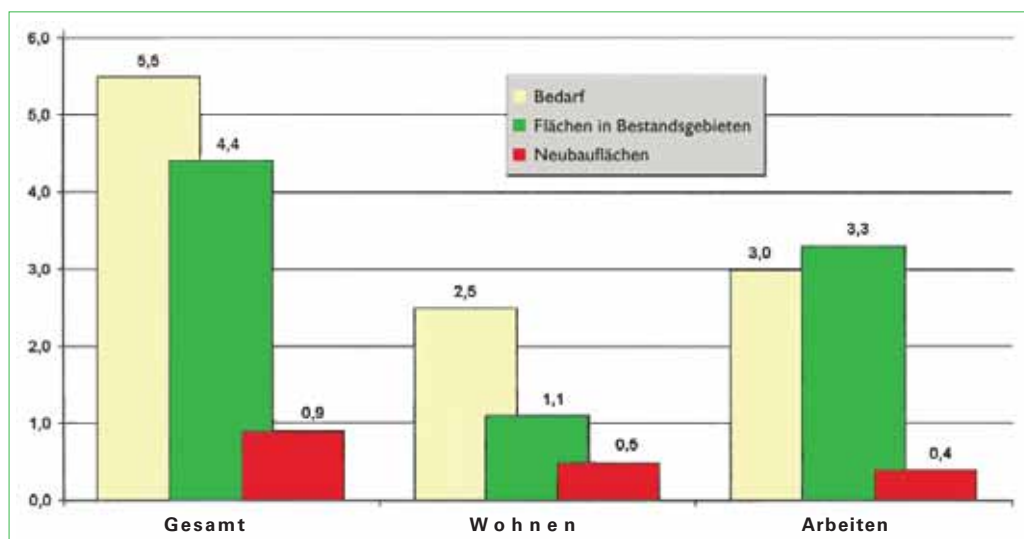
Dazu zählen vor allem wirtschaftliche Rahmenbedingungen, die von Kosten für Umbau oder Abriss, Aufbereitung oder Erschließung und nicht zuletzt von Entsorgungskosten für potenzielle Altlasten abhängen. Weitere Faktoren können Erschließungsmängel und andere Rahmenbedingungen wie planungsrechtliche Einschränkungen sein. Oft scheitert eine Umnutzung oder Entwicklung auch an den Eigentumsverhältnissen, zum Beispiel bei zerstrittenen Erbengemeinschaften.

Mitunter dienen potenzielle Flächen auch als Spekulationsbrache. Nicht zuletzt stellten sich umständliche Verfahrenswege oder Kommunikationsmängel zwischen städtischen Behörden, Eigentümern und möglichen Investoren als Hemmschuh heraus.

Zum Abschluss der Phase 2 präsentierten die Projektpartner ihre Arbeitsergebnisse und Lösungsansätze während eines Workshops im Mai 2002 einem breiten Fachpublikum und stellten sich der Diskussion mit Experten aus Frankfurt, München und Zürich.

Pionierleistung in Phase 3

In der „Umsetzungs- und Fortschreibungsphase“ ab Mitte 2002 entwickelten die Projektpartner Strategien und geeignete Instrumente zur Lösung der festgestellten Probleme, zur Beschleunigung des Verfahrens und insbesondere zur öffentlichen Präsentation der Bauflächenpotenziale bzw. zu deren Vermarktung. Von entscheidender Bedeutung war dabei die Vernetzung aller relevanten Akteure und Datenbestände. Sie diente als



Bauflächenpotenziale (NBS 2005) und Flächenbedarf bis 2010 in Millionen Quadratmetern Geschossfläche

Graphik: Stadt Stuttgart

Grundlage für die Einrichtung der auf Seite 50 beschriebenen Internetplattform, für die Beschleunigung des Verwaltungshandelns und für die Verbesserung der Kommunikationsprozesse – zum Beispiel durch die Einrichtung von flächenspezifischen Runden Tischen mit Eigentümern und potenziellen Investoren.

Eingebunden waren neben den Projektpartnern (Stadtplanungsamt, ISL und KE) die städtische Stabsabteilung Wirtschafts- und Arbeitsförderung, das Amt für Umweltschutz, das Amt für Stadterneuerung, das Amt für Liegenschaften und Wohnen sowie das Hauptamt, deren Vertreter sich im vier- bis sechswöchigen Turnus zum Austausch trafen.

Zum Ende des Förderzeitraums veröffentlichten die Stadt Stuttgart und das

Umweltministerium 2003 einen ausführlichen Abschlussbericht (Beiträge zur Stadtentwicklung, 34), der bundesweit und schließlich auch in Brüssel eine beachtliche Resonanz erzielte und Stuttgart eine Vorreiterrolle bescherte. Inzwischen haben Projektleiter Nils Krieger und Professor Bernd Scholl vom ISL der Universität Karlsruhe das Nachhaltige Bauflächenmanagement auf zahlreichen Fachveranstaltungen auch jenseits der Landesgrenzen vorgestellt – zum Beispiel in Nantes, Mailand und Budapest.

Darüber hinaus kann Krieger stolz darauf verweisen, dass die Stuttgarter Grundlagenarbeit mehrere Bundes- und EU-Programme befruchtet habe. Neben dem bereits erwähnten Projekt „MORO – RESIM“, bei dem der Verband Region Stuttgart ähnliche Ziele im Umland der Stadt verfolgt, zählt Krieger das Bundesprojekt „REFINA“ zur „Reduzierung der Flächeninanspruchnahme und für nachhaltiges Flächenmanagement“ sowie die EU-Projekte „PROSIDE“ und „REVIT“ auf. Vor Ort sei es laut Krieger gelungen, den Vorrang der Innenentwicklung auch potenziellen Investoren nahezubringen. So würden täglich bis zu 150 Steckbriefe von Bauflächenpotenzialen im Internet abgerufen. Keine Frage, dass Kriegers Nachfolger Matthias Schmid die Erfolgsstory von NBS fortschreiben wird.

Peter Fendrich

Blick auf die inneren Werte

PUR-Studie 2003: ein Meilenstein auf dem Weg zum nachhaltigen Flächenmanagement

Flächensparen ist schon lange ein Thema – insbesondere auf höherer Planungsebene. Vor Ort jedoch tut man sich oft schwer. Ergebnis: Statt der für 2020 angestrebten drei Hektar Landschaftsverbrauch pro Tag liegt Baden-Württemberg heute immer noch bei zehn Hektar. Dennoch gibt es gute Beispiele – und eine systematische und praxisnahe Erfassung möglicher Ansätze und Instrumente durch die 2003 durchgeführte Studie „Innenentwicklung PUR“.

Wenn man den Stuttgarter Architekten und Stadtplaner Professor Dr.-Ing. Gerd Baldauf zum Thema Innenentwicklung befragt, dann wird schnell klar, welche Vielfalt sich hinter diesem scheinbar einfachen Begriff verbirgt. Da geht es nicht nur darum, Baulücken zu schließen. Baldauf zählt auf: „Nachverdichtung in der Höhe, in der Fläche – ja sogar im Gebäudeinneren. In wie vielen riesigen Gewerbehallen arbeiten gerade mal eine Handvoll Menschen! Und der Rest steht leer.“ Weiter geht es mit der Mehrfachnutzung von Flächen durch cleveres Marketing oder mit der flexiblen Anpassung an die aktuellen Bedürfnisse.

Von den bewaldeten Hängen beinahe erdrückt wird die Stadt Bad Wildbad mit ihrem Stadtteil Calmbach. Die Planungen des Büros Baldauf setzen folgerichtig auf eine konsequente Innenentwicklung.

Aus Schulen werden Kindergärten – oder um der demographischen Entwicklung stärker Rechnung zu tragen: Seniorentreffs. „Aber all das“, beschließt Baldauf seine lange, mit vielen Beispielen gespickte Aufzählung, „steht ja schon im PUR-Bericht“.

Planen und realisieren

Tatsächlich sind die Ideen nicht neu. Die vom Wirtschafts- und vom Umweltministerium Baden-Württemberg in Auftrag gegebene Studie „Innenentwicklung PUR“ hat vor fünf Jahren vieles systematisiert und praxisgerecht aufbereitet, was schon zuvor diskutiert wurde. Und dies in einer erfrischend klaren Sprache: „Bauland auf der grünen Wiese zu aktivieren, fällt wesentlich leichter, als auf bereits bebauten Flächen neue Entwicklungschancen mühsam herauszuarbeiten.“ Die

Studie setzt ihren Schwerpunkt auf die Umsetzung in Klein- und Mittelstädten. Denn „wo keine Entwicklung ist, kann auch keine Innenentwicklung stattfinden“, so Baldauf. „Im Verdichtungsraum wiederum ist der Problemdruck so groß, dass es gar keine Alternative gibt.“ Also konzentrierten sich die Planer auf die Gebiete zwischen den beiden Extremen flaches Land und hoch verdichteter Ballungsraum. Doch auch hier stellten sie keine Einheitlichkeit fest: Hemmnisse bei der Innenentwicklung diagnostizierten sie immer dann, wenn kein Flächenmangel herrscht. Vorbildliche Ansätze fanden sie dort, wo die Verfügbarkeit von Freiflächen begrenzt ist.

In der PUR-Studie hatte Baldauf die Stadt Bad Wildbad als Referenz auserkoren: In dem Schwarzwald-Städtchen ist es



Bild: Landesvermessungsamt Baden-Württemberg



Bilder: G. Baldauf

Ökologisch wertvolle Flächen an den Ortsrändern sollen als Grünachsen gesichert werden.

Raum für Innenentwicklung gibt es genug – nicht nur in Bad Wildbad.

die enge Tallage an der Enz, die dem Flächenfraß natürliche Grenzen setzt.

Bad Wildbad: Steter Tropfen höhlt den Stein

Danach gefragt, was sich durch „PUR“ in seiner Gemeinde geändert hat, erläutert der Stadtbaumeister Peter Jung-Teltschik: „Die damals aufbereiteten Ergebnisse sind Handwerkszeug für die Verwaltung, dienen der politischen Argumentation und sind eine gute Grundlage für die verbindliche Bauleitplanung.“ Erfolge bei der Innenentwicklung kann er im kleinen und im großen Maßstab vermelden. Die aufwendigste Maßnahme ist die Bebauung des Bahnhofsgeländes von Wildbad. Hier wurden Flächen für Einzelhandel, Gewerbe und Wohnen geschaffen. Auch die 27 Reihenhaus-Einheiten des

zentral im Stadtteil Calmbach gelegenen Wohngebiets Sonnenhof zeigen, wie groß die Potenziale im Ortsinneren sind: „Das Gebiet war vorher typischer Außenbereich im Innenbereich, das heißt es waren Wiesen, die von Bebauung umgeben waren“, beschreibt Jung-Teltschik die Lage.

Höchst interessant ist auch eine Maßnahme, von der man heute gar nichts mehr sieht: 2004 hat der Gemeinderat beschlossen, einen großen Bebauungsplan rückgängig zu machen, damit auf die Bebauung einer Fläche von rund 38.000 Quadratmetern zu verzichten und das Umlegungsverfahren einzustellen. In der damaligen Begründung heißt es: „Zwischenzeitlich sind die mittel- und langfristigen Ziele der Stadtentwicklung neu definiert worden. Neue Siedlungsbereiche sollen im Wesentlichen nur noch dort ausgewiesen

PROJEKT

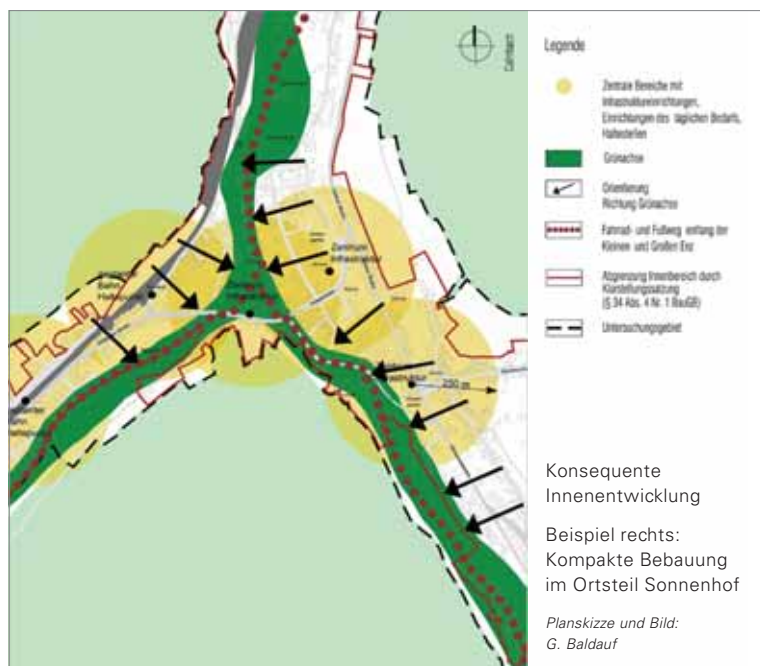
Innenentwicklung PUR
 Laufzeit: 6/2002-10/2003

KONTAKT

Prof. Dr. Ing. Gerd Baldauf
 Freier Architekt BDA und Stadtplaner
 info@gerdbaldauf.de
 www.gerdbaldauf.de

werden, wo dies sowohl ökologisch als auch ökonomisch vertretbar erscheint. Das Hengstberggebiet wird diesen Anforderungen nicht (mehr) gerecht.“ Jung-Teltschik stellt rückblickend fest: „Der politische Prozess war überraschenderweise völlig unkompliziert.“

Der Stadtbaumeister sieht die Methode, mit der die Kommune Innenentwicklung betreibt, ganz pragmatisch: „Das Instrumentarium in Bad Wildbad ist einfach die laufende Verwaltungstätigkeit und ein in-



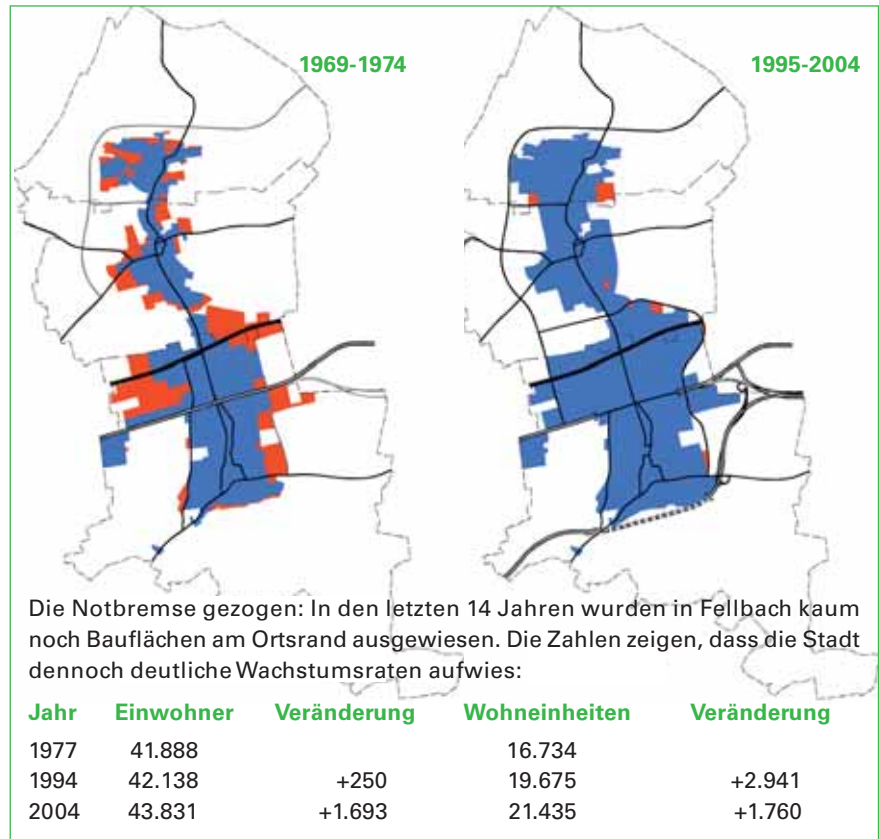
formeller politischer Prozess. Innenentwicklung ist für uns Tagesgeschäft. Dazu kommen schwierige Projekte, die besonderer Zuwendung bedürfen und Zeit brauchen. Bei schwierigen Eigentumsverhältnissen und einem fehlenden Verwertungsinteresse der Eigentümer müssen wir in Zehnjahreszyklen denken. Doch steter Tropfen höhlt den Stein ...“

Fellbach: eine „kompakte Stadt“ mit Qualität

Eine Markungsfläche ohne Reserven auf der grünen Wiese kennzeichnet Fellbach. 44.000 Einwohner auf knapp 28 Quadratkilometern im „Speckgürtel“ der Region Stuttgart, wertvolle landwirtschaftliche Flächen im Schmidener Feld und mit den Ausläufern des Schurwalds auch ein Rest Natur. Schon vor rund 15 Jahren waren sich Verwaltung und Gemeinderat einig: Der Außenbereich muss geschont werden. Seither hat die Kommune vieles von dem umgesetzt, was Gerd Baldauf in der PUR-Studie ausgearbeitet hat: Eine Freiraumplanung gibt es seit 1996. Ein ämterübergreifender Arbeitskreis tagt regelmäßig, um Informationen auszutauschen: Welcher Betrieb will möglicherweise aufgeben, welcher sucht Erweiterungsflächen? So konnten innerstädtische Flächen nachverdichtet werden, marode Gewerbeflächen saniert, bestehende Gewerbebauten aufgestockt und Straßen zurückgebaut werden. Das Ergebnis kommt dem sehr nahe, was Gerd Baldauf in der PUR-Studie als Ziel für Klein- und Mittelstädte ausgibt: eine kompakte Stadt mit Qualität.

Bilderbuch-Beispiele

„Ehemalige Gewerbeflächen zu Wohngebieten umzuwidmen, ist relativ einfach“, sagt Harald Steiner vom Fellbacher Stadtplanungsamt. „Der Wert des Grundstücks steigt von rund 200 auf 400 bis 500 Euro pro Quadratmeter. Das lässt sich lukrativ



vermarkten.“ Derzeit entsteht auf dem Gelände eines ehemaligen Gartenbaubetriebs eine Passivhaussiedlung – nicht das erste Beispiel der Variante „Aus Gewerbe werden Wohnflächen“. Die einheimischen Bauträger ziehen mit, wohl wissend, dass es wenig Sinn hat, auf einfach

zu erschließende Wohnbauflächen auf der grünen Wiese zu spekulieren.

Alte Gewerbeflächen für neues Gewerbe und für Dienstleistungen nutzbar zu machen, ist deutlich schwieriger. Es gelang zum Beispiel auf einer ehemaligen Ge-



Bild: Stadt Fellbach



Der Bau einer Umgehungsstraße ermöglichte den Rückbau der alten Bundesstraße. Auf der frei gewordenen Fläche steht heute dieses Wohn- und Geschäftshaus.

wächshausfläche, auf der heute die modernen Gebäude eines Büroparks stehen. Stolz ist Harald Steiner auch auf den Rückbau der Haupt-Einfallstraße nach Fellbach: Die ehemalige Bundesstraße wurde in einen Tunnel verlegt, der oberirdische Verlauf neu geordnet. Es entstand nicht nur Platz für eine attraktive Allee, sondern auch für eine viergeschossige Bebauung mit Wohn- und Geschäftsgebäuden. „Wir haben über Wettbewerbe oder Gutachterverfahren

immer Wert auf qualitativ hochwertige Lösungen gelegt“, sagt Stadtplaner Steiner. Inzwischen stehen sogar Haushaltsmittel von jährlich 200.000 Euro zur Finanzierung von Projektstudien zur Verfügung, etwa zur Beurteilung gewerblicher Bausubstanz oder zur Früherkennung möglicher Altlasten.

Bei alledem will Fellbach kein exzessives Wachstum, sondern eine langfristig stabile Bevölkerungszahl. „Um den kommen-

den demographischen Wandel abzufangen, ist in den nächsten Jahren noch ein dezentes Wachstum erforderlich,“ erläutert Steiner. Ein Baulückenkataster gibt es bislang noch nicht. Dieses von Gerd Baldauf ebenfalls als wichtig erachtete Planungsinstrument entsteht derzeit in Fellbach und den anderen Kommunen des Planungsverbandes Unteres Remstal mit seinen 145.000 Einwohnern. Damit beauftragt ist für Fellbach – das Büro Baldauf.

Druck nach innen – Druck von oben?

Innenentwicklung ist ein Prozess, der vor allem aus dem Bohren dicker Bretter vor Ort besteht. Nicht zuletzt deshalb ist die PUR-Studie heute so aktuell wie vor fünf Jahren. Schon damals forderte Baldauf die Unterstützung der Akteure vor Ort und monierte, dass „vor allem auf Planerseite das Gewicht zu stark auf die Erarbeitung von Leitbildern bzw. Planungskonzepten gelegt wurde; die tatsächliche Umsetzung wurde hingegen vernachlässigt.“ Als wichtige Weichenstellung sieht er den sanften Druck, den das Land über finanzielle Anreize in der Städtebauförderung oder im Entwicklungsprogramm Ländlicher Raum auf die Gemeinden ausübt. Andererseits akzeptiert er, dass sich das Ziel nicht erzwingen lässt. Schon 2003 sah er voraus: „Innenentwicklung darf, um in der öffentlichen Diskussion Negativhaltungen nicht zu begünstigen, als städtebauliches Ziel nicht übereilt oder in übertriebenem Maße forciert werden. Die Planungen und Realisierungen gestalten sich ohnehin äußerst schwierig; sie bedürfen eines behutsamen, schrittweisen Vorgehens.“

Stefan Kriz

Aufwertung: 1986 noch die mehr schlecht als recht genutzten Flächen eines Gartenbaubetriebs – heute Standort eines modernen Büroparks direkt am Bahnhof.

Bilder: Stadt Fellbach



Immer standhafte Dämme

Überströmbare Dämme sind stabiler und kostengünstiger als herkömmliche und fügen sich besser ins Landschaftsbild ein.

Herkömmliche Dämme, auf denen womöglich eine Betonmauer thront, sind „out“. Schließlich muss ein herkömmlicher Damm meist fast zwei Meter höher gebaut werden als die bereits in den achtziger Jahren angedachte Alternative: „In“ sind mittlerweile überströmbare Dämme, die oft begrünt sind und das Landschaftsbild weniger stören. Grund genug, die Konzeption überströmbarer Dämme zu optimieren und eine Berechnungsgrundlage für ihre Beanspruchung beim Überströmen zu entwickeln.

Baden-Württemberg ist durch Mittelgebirge geprägt, niederschlagsreich und besonders entlang der Flüsse dicht besiedelt. Deshalb ist die Hochwassergefahr hier im Lande vielerorts besonders hoch, was lokale Katastrophen wie im Juni 2008 die Überschwemmung des Killertals bei Hechingen belegen. Andererseits soll die Landschaft nicht durch unansehnliche Bauwerke des Hochwasserschutzes „verschandelt“ werden. Diese Prämissen machen überströmbare Dämme in vielen Fällen zur idealen Lösung: Dort, wo ein nicht zu breites Tal ausgebildet ist und wo Hochwasser eine Sied-

lung gefährden kann, wird quer zur Fließrichtung ein Damm mit Durchlassbauwerk aufgeschüttet. Dieses ermöglicht den Durchgang des Fließgewässers unter Normalbedingungen und lässt nach Starkniederschlägen maximal so viel Wasser durch, dass dahinter keine Überschwemmung auftreten kann (siehe Graphik auf S. 58). Das übrige Wasser wird durch den Damm im Hochwasserrückhalteraum beiderseits des Fließgewässers gestaut. Im äußersten Notfall, wenn das Rückhaltebecken voll ist und das Wasser immer noch überreichlich fließt, soll es den Damm überströmen. Dabei muss der Damm den hydrodynamischen Kräften des überströmenden Wassers dauerhaft standhalten. Wissenschaftler an den Universitäten Stuttgart und Karlsruhe schufen dafür im Rahmen von BWPLUS-Projekten die Berechnungsgrundlage, anhand derer die Beanspruchung von Dämmen durch überschwappende Fluten ermittelt werden kann.

Die Idee des überströmbar Damms könnte an vielen kleineren Wasserläufen umgesetzt werden. Die großen Flüsse und Ströme werden jedoch so weit wie möglich von gewässerparallelen Deichen im Zaum gehalten, weil ihre Überschwemmungsflächen meist besiedelt und überströmbare Deiche noch Zukunftsmusik sind.

Kennwerte der Dammstabilität

Wird ein Damm überströmt, können gewaltige Kräfte auftreten, die sogar große Steine aus eigentlich stabil gebauten Böschungen lösen. Fehlt ein Stein in der Dammböschung, hat die Strömung einen Angriffspunkt, und das Werk des Wassers kann in kürzester Zeit zum Dammbruch führen. Um die beim Überströmen von Dämmen sehr komplex zusammenwirkenden Kräfte zu ermitteln, mussten aufwändige Messungen an großmaßstäblichen Modellen durchgeführt werden. Dabei ergaben sich Kennwerte für die Dammstabilität,

Ein 180-Grad-Rundumblick auf den überströmbar Damm am Autobahn-Dreieck Leonberg: Ganz links hinter dem Auwaldrest verläuft die Glems, daran schließt rechts das „Rückhaltebecken“ Glemsaue an. In der Mitte ist ein Feldweg auf der notfalls überströmten Dammkrone zu sehen. Rechts von der mit groben Steinen gepflasterten „luftseitigen Dammseite“ liegt die im Fall der Fälle überflutete „Entlastungsfläche“, über die der Zubringer in Richtung Heilbronn hinwegführt (vgl. mit Dammskizze auf S. 58).

Bilder: A. Lehmann





Bild: Kanton Uri

deren mathematische Verknüpfung die Beanspruchung der Dämme berechenbar macht. Damit schufen die Forschungsteams um Dr. Andreas Bieberstein in Karlsruhe und Prof. Bernhard Westrich in Stuttgart die Grundlage für routinemäßiges Planen richtig dimensionierter und stabiler Dämme in sehr verschiedenen Bauweisen.

Konstruktive Aspekte

Eine der entscheidenden Fragen bei der Planung überströmbarer Dämme zielt auf die Bauweise der Abdeckung. Also auf die Konstruktion des Schutzpanzers, der im einkalkulierten Extremfall den überströmten Bereich sichert. Den begrünten Boden auf der vom eingestauten Hochwasser abgewandten „luftseitigen Dammseite“ zäh-

len Fachleute nicht zum „Deckwerk auf der Dammböschung“. Tatsächlich würde dieser beim Überströmen meist in kürzester Zeit abgeschwemmt. Das Material unter dem aufgetragenen Boden kann dann beispielsweise aus großen regelmäßigen oder auch unregelmäßigen Steinen bestehen. Die sind wie riesige Pflastersteine sorgfältig nebeneinander gesetzt oder auch einfach gleichmäßig auf die Böschung geschüttet. Die geschütteten Steine können von einem Netz – dem Geogitter – eingeschlossen und fixiert sein und trotzen so den Kräften des strömenden Wassers.

Eine ganz andersartige Dammapdeckung besteht aus Mastix-Schotter. Das ist laut Bieberstein, der sich intensiv damit befasst hat, „ein Verbundmaterial, bei dem die mit

Dammbuch beim Hochwasser 1987 im Schweizer Reusstal. Ein Desaster, das Anlass zum Bau von überströmbareren Deichabschnitten war.

PROJEKTE

Universität Stuttgart: Neue naturnahe Bauweise für überströmbarere Dämme an dezentralen Hochwasserrückhaltebecken zur Erprobung von Erkundungsmethoden zur Beurteilung der Sicherheit von Absperrdämmen

Universität Karlsruhe: Überströmbarere Dämme – Landschaftsverträgliche Ausführungsvarianten für den dezentralen Hochwasserschutz in Baden-Württemberg

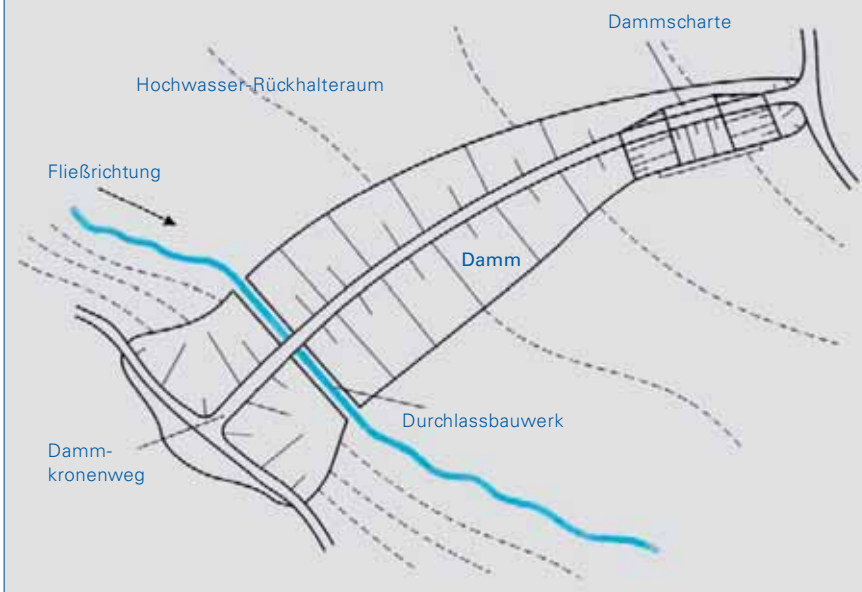
Laufzeit: jeweils 11/2000 bis 10/2002

KONTAKTE

Prof. Dr.-Ing. habil. Bernhard Westrich
Universität Stuttgart
Institut für Wasserbau (IWS)
westrich@iws.uni-stuttgart.de
www.iws.uni-stuttgart.de

Dr.-Ing. Andreas Bieberstein
Universität Karlsruhe (TH)
Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik
andreas.bieberstein@ibf.uni-karlsruhe.de
www.ibf.uni-karlsruhe.de/



Teilweise überströmbarer Damm mit Dammscharte


Graphik: LUBW

Professor Bernhard Westrich testet Überströmungsprozesse in der Technikumhalle in Stuttgart.



Bild: A. Lehmann

Bitumen verbundenen Schotter zahllose Zwischenräume bilden“. Der Begriff Mastix leite sich dabei vom lateinischen Wort für Harz ab. Eben diese Zwischenräume oder Poren seien es dann, die es den Pflanzenwurzeln erlauben, Fuß zu fassen. Mit Mastix-Schotter abgedeckte Dämme sind also zunächst bitumen-schwarz und wechseln dann rasch zu gras-grün. Es geht aber auch anders, beispielsweise mit Rasengittersteinen. Die einzelnen Gittersteine müssen allerdings von Stahlklammern oder Stahlseilen zusammengehalten werden, um große unabschwemmable Einheiten zu bilden.

Eine weitere Alternative stellt die Dammabdeckung aus einer Mischung von Bodenmaterial mit Kalk oder Zement dar, die dann ordentlich verdichtet wird. Dämme, die im Kern aus mit Sand gefüllten Schläuchen bestehen und ohne Abdeckung auskommen, oder Dammkonstruktionen aus Sandpackungen konnten sich bisher noch nicht durchsetzen. Um die Vielfalt der Abdeckungsvarianten für die Dammbauplanung aufzubereiten, führten Bieberstein und sein Kollege, Prof. Dr. Bernhard Westrich vom Institut für Wasserbau, Stuttgart, zahlreiche Messungen durch. Bei der rechnerischen Auslegung von überströmbar Dämmen fließen noch weitere veränderliche Größen ein: So war unter anderem zu klären, wie rau die überströmbar Böschung sein darf oder sein muss.

Die Achillesferse eines Damms ist sein Fuß, also der am tiefsten gelegene Teil der luftseitigen Böschung. Er fungiert im kritischen Fall als Prellbock, der die Abdeckung am Rutschen hindert. Werden für die auf den Dammfuß einwirkenden Kräfte sehr hohe Werte berechnet, müssen böschungsparelle Zwischenstopper in Form von Querriegeln eingebaut werden.

Informieren und Bauen

Die Erkenntnisse zu den überströmbar Dämmen blieben in Baden-Württemberg und darüber hinaus nicht ungehört und



Dr. Andreas Bieberstein zeigt einen Bohrkern aus porösem und durchwurzelbarem Mastix-Schotter.

werden mittlerweile in Seminaren weitergegeben. Außerdem sind sie in ein Regelwerk der DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.) zum Dammbau eingeflossen und stehen zusammengefasst als „LfU-Leitfaden Überströmbare Dämme und Dammscharten“ unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/14418/ zum Download bereit.

Zunehmende Bedeutung erfährt der Hochwasserschutz durch den Klimawandel, dem das vermehrte Auftreten katastrophaler

Überschwemmungen in den letzten zehn Jahren zugeschrieben wird: an der Oder im Sommer 1997, an der Elbe im August 2002 und 2006, an der Donau im August 2005, am Oberrhein im August 2007 und nicht zuletzt Ende Mai im Zollernalbkreis und Anfang Juni 2008 im Landkreis Heilbronn.

Beispiel Stein am Kocher

Stein am Kocher, ein 2.500-Seelen-Ort im Landkreis Heilbronn, war eine der ersten Kommunen, die überströmbare Dämme bauen ließen. Auf Rat der Universität Stuttgart wurde hier ein entsprechender Damm am Kohlbach eingerichtet, der sich inzwischen mehrfach bewährt hat. Der erste Eindruck vom bescheidenen Kohlbach lässt nicht vermuten, was dort am 30. Mai 2008 geschah: In den schwach hügeligen Kocher-Jagst-Ebenen mit eher geringen Jahresniederschlägen ergoss sich spät-abends, innerhalb einer halben Stunde, ein Wolkenbruch mit fünfzig Litern pro Quadratmeter. Hätte es die ganze Nacht mit dieser Intensität weitergeregnet, wäre mehr Wasser vom Himmel gefallen als normalerweise im ganzen Jahr. Doch allein diese fünfzig Liter führten zur Beinahe-Katastrophe. Es war einfach sehr viel mehr Regen

als der Boden in derart kurzer Zeit aufnehmen konnte. Von den Äckern der umliegenden Hügel floss Wasser mit Unmengen von Schlamm ins Kohlbachtal – oder teilweise sogar direkt in den Ort. Zum großen Glück für Stein am Kocher stoppte der quer zum Kohlbach angelegte überströmbare Damm die Fluten, die sich auf den Ort zubewegten. Immerhin 11.000 Kubikmeter schlammiges Wasser stauten sich hinter dem Damm. So blieb es bei einem Wasserstand von etwa einem Meter in den überfluteten Ortsstraßen. Angesichts dessen erscheinen die Kosten für einen überströmbaren Damm gering: Sie liegen im günstigen Fall unter dem, was für einen Kreisverkehr aufzubringen ist.

Tatsächlich machen die überströmbaren Dämme Schule und Baden-Württembergs Nachbarn haben bereits konkretes Interesse an dieser Art des landschaftsverträglichen Hochwasserschutzes signalisiert.

Andreas Lehmann

Wenige Tage nach dem Wolkenbruch in Stein am Kocher: Der überströmbare Damm sieht aus, als wäre nichts gewesen. Gut zu erkennen ist der kreisrunde Durchlass des Kohlbachs. Vor diesem liegt beim Unwetter eingetragener Schlamm. Die überströmbare Dammscharte ist mit einem Schafzaun abgegrenzt.



Kanäle für Starkregen

Niederschlagsreihen zur Planung von Kanalsystemen

Gewitter können so starke Regenfälle mit sich bringen, dass die Abwasserkanäle überquellen. Um dies möglichst zu verhindern, wurde das erweiterte Simulationsprogramm „NiedSim“ entwickelt. Mit ihm lassen sich Niederschlagszeitreihen erzeugen und die erforderlichen Kapazitäten der Kanalisation wie von Anlagen zur Regenwasserbehandlung berechnen.

Der Ausbau und Unterhalt städtischer Kanalnetze erfordert kapitalintensive und langfristige Investitionen. Daher ist es entscheidend, dass Kanäle, Rückhaltebecken sowie die Regenklär- und Regenüberlaufbecken genügend groß dimensioniert sind. Bei allen Becken kommt es zusätzlich darauf an, dass die Steuerungseinrichtungen richtig eingestellt sind. Nur so können die Wassermassen nach starken Regenfällen gefahrlos und ohne zu große Schmutzbelastung der Gewässer abgeleitet werden. Um die Funktion der immer komplexer werdenden Entwässerungssysteme zu simulieren, setzen Siedlungswasserbauingenieure schon seit einigen Jahren Computermodelle ein. Diese Modelle sind inzwischen sehr gut in der Lage, die Funktionen bestehender oder geplanter Entwässerungssysteme zu simulieren. Das Versagensrisiko und die in die

Gewässer entlasteten Schmutzfrachten werden zuverlässig ermittelt. Die Modelle haben aber einen enormen Bedarf an Niederschlagsdaten, der in der Praxis meist nicht durch Daten aus Niederschlagsmessungen abgedeckt werden kann.

In der Praxis bewährt

Um diesem Bedarf gerecht zu werden, entwickelte eine Forschungsgruppe des Stuttgarter Uni-Instituts für Wasserbau (IWS) unter der Leitung von Prof. Dr. András Bárdossy vor bald zehn Jahren das Simulationsprogramm „NiedSim“. Mit diesem stochastischen Niederschlagszeitreihen-Generator stehe, so Dr. Jürgen Brommundt vom IWS, in Baden-Württemberg ein System zur Verfügung, das es ermöglichte, Niederschlagszeitreihen über dreißig Jahre in Fünfminuten-Auflösung zu er-

zeugen. „Diese Punktniederschlagszeitreihen sind repräsentativ für das Niederschlagsverhalten an dem Ort, für den sie generiert wurden.“ Als Datenbasis dienen dazu die statistischen Charakteristika umliegender Niederschlagsstationen sowie geographische Informationen. Die erste Stufe des Programms wird seit dem Jahr 2000 in Baden-Württemberg erfolgreich in die Praxis umgesetzt (vgl. Interview S. 63). Das Team von Dr. Joachim Ruf bei der LUBW führt die Berechnungen durch; einer ihrer Kunden ist beispielsweise die Ingenieurgesellschaft Bioplan in Sinsheim. Ihr Mitarbeiter Hilmar Zapf ist zufrieden mit den Ergebnissen von NiedSim: „Wir geben repräsentative x- und y-Koordinaten beispielsweise für das Einzugsgebiet von Bodenfiltern und Rückhaltebecken, deren Dimension wir berechnen müssen, an die LUBW und bekommen danach eine synthetische Niederschlagsreihe für diesen Standort, mit der wir weiterarbeiten können. Wenn wir es jedoch mit dem gesamten, größeren Einzugsgebiet einer Kläranlage zu tun haben, benötigen wir verschiedene Niederschlagsreihen, weil größere Gebiete immer ungleichmäßig überregnet werden.“

Gewitterfronten mit ungleichmäßigen Niederschlagsmengen lassen sich mit dem neuen Programm besser simulieren.





Bild: F. Beck/IWS

Projektleiter Dr. Jürgen Brommundt (rechts) mit seinem Nachfolger Ferdinand Beck (links) und zwei IWS-Mitarbeitern vor der Projektpräsentation bei der internationalen Konferenz der Erdwissenschaften im April 2008 in Wien.

Modell für räumliches Verhalten

Die Forscher sahen diesen Bedarf und entwickelten das Programm NiedSim weiter – zur Stufe zwei. Um beispielsweise ein heftiges Sommergewitter simulieren zu können, muss die ungleichmäßige Überregnung des Einzugsgebietes berücksichtigt werden. Brommundt erinnert sich an die ersten Testläufe der zweiten Stufe von NiedSim: „Aus der Anwendung der erzeugten Niederschlagszeitreihen ergab sich, dass die Nachbildung von Extrema und größeren Niederschlägen besondere Bedeutung haben muss, da diese die schlimmsten Aus-

wirkungen für ein Kanalsystem haben. Des Weiteren hatte sich herausgestellt, dass die Zugrichtung von Niederschlägen eine große Rolle spielt bei der Frage, wie ein Kanalsystem die räumlich ungleichmäßigen Niederschläge aufnimmt.“

In der zweiten Stufe von NiedSim verknüpften die Wissenschaftler langjährige Beobachtungen von Regenmessstationen mit den Radardaten des Deutschen Wetterdienstes für die Region, wie Brommundt erläutert: „Wir ermittelten die Korrelation der gemessenen Tages- und Stundenwerte und regionalisierten beide mit einem neu-

PROJEKT

Erzeugung simultan-synthetischer Niederschlagsreihen hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung für Baden-Württemberg
Laufzeit: 7/2004 bis 6/2007

KONTAKT

Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. András Bárdossy
Dr.-Ing. Jürgen Brommundt
Universität Stuttgart
Institut für Wasserbau, Lehrstuhl für Hydrologie und Geohydrologie
bardossy@iws.uni-stuttgart.de
www.iws.uni-stuttgart.de

en, so genannten Kriging-Ansatz (ein geostatistisches Interpolationsverfahren). In die Generierung bezogen wir auch räumliche extreme Niederschlagswerte ein und untersuchten Zugrichtung und -geschwindigkeit von Niederschlagsfeldern, die wir aus den Radardaten berechnen konnten.“ Während ein Niederschlagsmesser die Menge Regen oder Schnee an einer bestimmten Stelle registriert, misst das Radar den Niederschlag über einem Gebiet. Aus der Verknüpfung dieser Informationen kann das Verhalten des Niederschlags an mehreren Stationen gleichzeitig simuliert werden.

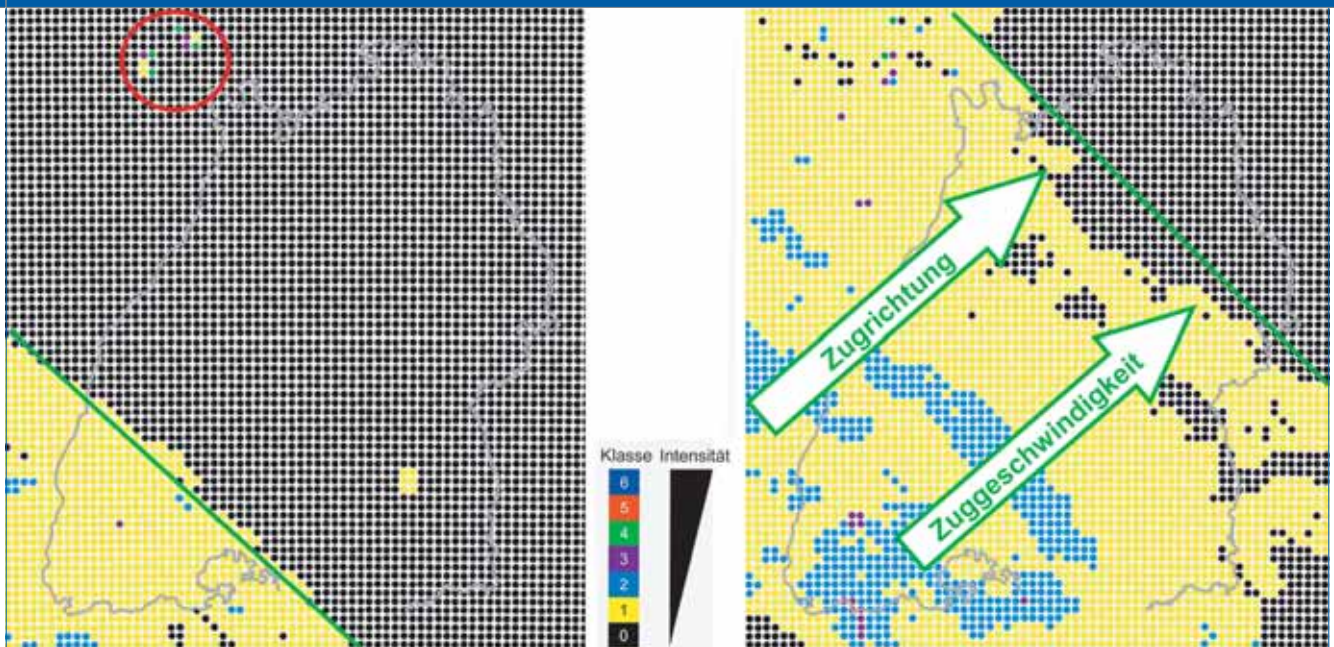
Erkenntnisse in der Anwendung

Wie sahen nun die ersten Erfahrungen bei einem konkreten Kanalsystem aus? Die Forscher untersuchten am Beispiel der Stadt Karlsruhe, da für deren Kanalisation



Bild: L. Fuchs/twh

Graphik: J. Brommundt/IWS



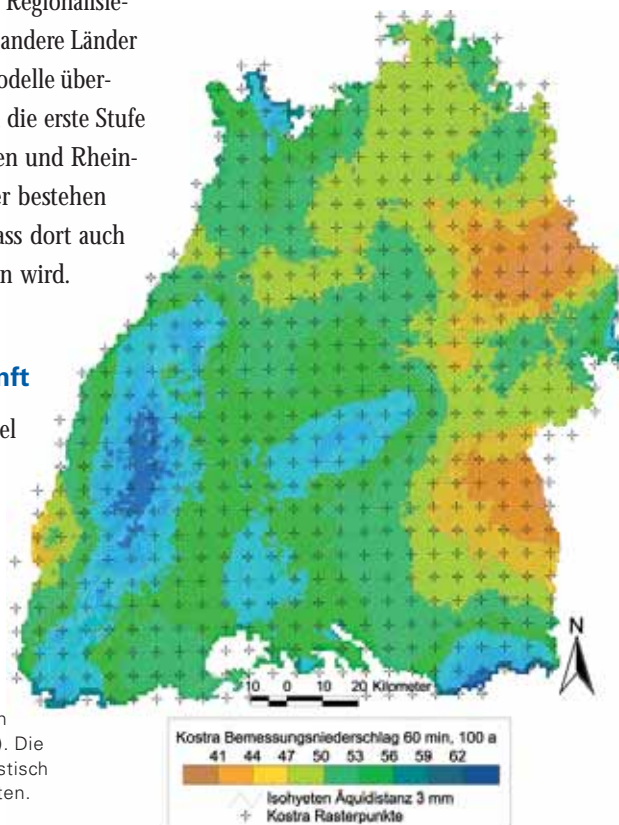
ein sehr gutes Kanalnetzmodell vorliegt, den Einfluss einer räumlich ungleichmäßigen Überregnung. „Im Vergleich zur Überregnung mit einer Einzelmessung konnte“, so Brommundt, „die zweite Stufe von NiedSim zeigen, dass die Bemessung mit räumlich variablen Niederschlägen dazu beitragen kann, die Sicherheit eines Kanalsystems differenzierter zu prüfen und ein besseres Systemverständnis zu erlangen.“ Die entwickelten Ansätze und Methoden sind flexibel weiterverwendbar. Die für die Korrelation der Tages- und Stundenwerte entwickelten Regionalisierungsmethoden können auf andere Länder und andere Niederschlagsmodelle übertragen werden. Seit 2003 ist die erste Stufe von NiedSim auch in Hessen und Rheinland-Pfalz in Betrieb. Daher bestehen berechtigte Hoffnungen, dass dort auch die Stufe zwei übernommen wird.

Modelle für die Zukunft

Der Bedarf für das Hilfsmittel NiedSim wird in Zukunft wachsen, da die Niederschlagsmessnetze immer

Interpolierte stündliche Bemessungsniederschlagshöhen nach Kostra®, Grundlage sind Daten des Deutschen Wetterdienstes (Rasterpunkte). Die angegebenen Werte sind statistisch einmal in 100 Jahren zu erwarten.

Graphik: J. Brommundt/IWS



Die Berechnungen aus statistischen Niederschlagsmengen und Radardaten ergeben Zugrichtung und -geschwindigkeit eines Regengebiets über Baden-Württemberg. Links: lokales, kräftiges Gewitter mit ca. 21 mm Niederschlag/Std. (grüne Punkte), rechts: Regenfront aus Südwest nach 3 ¼ Stunden mit unregelmäßigem Niederschlag von 0,2 mm/Std. (gelbe Punkte) bis 1,1 mm/Std. (blaue Punkte).

weiter ausgedünnt werden, wie Brommundt prognostiziert: „Einerseits reichen die Messdaten zur Bestimmung der zu erwartenden Niederschlagsbelastungen nicht aus, andererseits soll die Auslegung immer genauer werden, da siedlungswasserwirtschaftliche Anlagen eine Lebens- und Abschreibungsdauer von 50 bis 80 Jahren ha-

ben.“ Entsprechend lange müssten Überdimensionierungen abbezahlt werden. Daher arbeiten die Wissenschaftler an der Universität Stuttgart bereits an der dritten Stufe von NiedSim. Bei Planungen für diesen Zeithorizont ist neben dem Wandel der Bevölkerungszahl und Siedlungsstruktur auch der Klimawandel zu berücksichtigen, wie Brommundt konkretisiert: „Derzeitige Prognosen deuten auf eine Verschiebung der saisonalen Niederschläge in den Winter und auf höhere Intensitäten im Sommer hin. Dieser Einfluss könnte in der Simulation berücksichtigt werden.“ Aktualisierend sollen extreme Ereignisse wie beispielsweise ein Jahrhundertregen in die Statistik einfließen.


Mit der dritten Stufe von NiedSim wird man die Zeitreihen auf die klimatischen Verhältnisse eines bestimmten Zieljahres in der Zukunft anpassen können. Damit wird es möglich, die Aufnahmefähigkeit und das Entlastungsverhalten von Kanalnetzen unter den klimatischen Bedingungen beispielsweise des Jahres 2050 zu berechnen – einschließlich einer genaueren Abschätzung, wie hoch das zukünftige Risiko ist, dass die Kanäle mehr als voll werden.

Peter Streiff


„Die Praxis wartet drauf“

Interview mit Dr. Joachim Ruf, Abwasser-Experte bei der LUBW


Forscher am Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart entwickelten das Simulationsprogramm „NiedSim“, um Kanalsysteme und Rückhaltebecken realistisch planen zu können. Die erste Stufe des Programms ist seit einigen Jahren bei der LUBW im Einsatz. Die für kommunales Abwasser Zuständigen übernehmen dabei die Rolle von Dienstleistern für die Wasserbauingenieure vor Ort. Im Interview erklärt Dr. Joachim Ruf, wie er NiedSim derzeit anwendet und welche Verbesserungen die weiteren Entwicklungsstufen des Programms bringen werden.

 Herr Dr. Ruf, warum verwenden Sie für die Planung von Kanalsystemen nicht die existierenden Messdaten der Niederschläge?

Auf den ersten Blick scheint dies tatsächlich sinnvoll zu sein. Die Praxis hat jedoch gezeigt, dass oft nicht am richtigen Ort oder nicht lange genug gemessen wurde oder dass die Messreihen Lücken und Fehler aufweisen. Aus diesem Grund entwickelte das Institut für Wasserbau an der Universität Stuttgart im Auftrag der LUBW bereits vor einigen Jahren das Simulationsprogramm NiedSim, das bei uns installiert ist.


 Wie wenden Sie das Programm in der Praxis an?

Derzeit wenden wir die Stufe eins des Programms an, die LUBW ist sozusagen in der Rolle eines Dienstleisters für die ausführenden Wasserbaubehörden. Die Ingenieure fragen im Auftrag eines Landkreises oder einer größeren Stadt bei uns an, und das Programm liefert uns generierte Niederschlagsreihen für einen bestimmten Punkt, beispielsweise für die Koordinaten eines Neubaugebiets. Diese Reihen können die Ingenieure verwenden wie normale Messdaten von Niederschlägen. Unseres Wissens gibt es so gut wie keinen Einsatz von Simulationsmodellen mehr ohne die Daten von NiedSim.

 Was sind die Vorteile der Daten aus dem Programm im Unterschied zu gemessenen Niederschlägen?

Das stochastische Niederschlagsmodell NiedSim liefert Datenreihen über einen Zeitraum von dreißig Jahren, im Fünf-Minuten-Zeitraaster, lückenlos und ohne Messfehler. Diese Datenfülle kann keine Messreihe liefern. Selbstverständlich enthalten die Zeitreihen auch Extremwerte

in der richtigen Größe und der zugehörigen richtigen Auftrittswahrscheinlichkeit. Sehr wichtig ist das zeitliche Verhalten, also der zeitliche Verlauf der Regenereignisse. Keine Frage, dass auch jahreszeitliche Schwankungen und die Abfolge von mehrjährigen Trocken- und Nassperioden in den Regenreihen enthalten sind. Das Vorbild für die statistischen Eigenschaften der generierten Reihen wurde aus gemessenen Daten von 104 Messstationen in Baden-Württemberg aus den letzten 30 Jahren extrahiert. Mit Methoden der Fraktalanalyse war es dabei möglich, auch Messwerte, die zum Beispiel nur in einer Auflösung von Stunden oder Tagen vorlagen, zur Quantifizierung der statistischen Eigenschaften von Reihen im Fünf-Minuten-Zeitraaster auszuwerten.

 Mittlerweile entwickelten die Forscher an der Universität Stuttgart das Programm NiedSim weiter. Was ist der Grund für die Verbesserung?

Wenn größere Kanalsysteme geplant sind oder neu berechnet werden sollen, stößt NiedSim an seine Grenzen. Bisher können wir nur Niederschlagsreihen für verschiedene Standorte des Kanalsystems berechnen, die nicht synchronisiert sind.



Dr. Joachim Ruf, LUBW, Sachgebiet Gewässerschutz, kommunales Abwasser
Bild: LUBW

Die zweite Stufe von NiedSim löst dieses Problem. Damit lässt sich die immer vorhandene, ungleichmäßige Überregnung von größeren Gebieten, beispielsweise durch die Zugrichtung eines Niederschlagsgebiets, simulieren. Die Programmerweiterung ist abgeschlossen, und einige Testreihen haben wir damit bereits erfolgreich gerechnet. Erste Anfragen für Daten mit NiedSim-2 können wir ab Jahresbeginn 2009 bearbeiten.

Arsen und Spitzentechnik

Intelligent kombinierte Verfahren sparen Kosten bei der Grundwassersanierung.

Boden- und Grundwasserbelastungen durch Schadstoffe stellen eine gravierende Erblast dar. Bis in die siebziger Jahre hinein wurde weniger mit Arsen, aber vielfach mit Öl und schlimmeren Umweltgiften wie chlorierten Kohlenwasserstoffen allzu sorglos umgegangen.

In Deutschland kann die Beseitigung von Umweltgiften aus dem Grundwasser noch viele Milliarden Euro verschlingen. Doch die Sanierungskosten lassen sich reduzieren, wenn das kontaminierte Grundwasser zum Equipment kommt und die Entgiftungsanlage nicht zum Grundwasser gebracht werden muss. Dabei kann das verunreinigte Grundwasser ganz ohne Energie fressende Pumpen nach oben zur Sanierungsapparatur sprudeln und die Kosten weiter drücken. Das Prinzip der Energie sparenden Grundwasserförderung ist einfach: Oben die Verunreinigung aus der Tiefe ansaugen, den Reinigungsreaktor anschließen und das Wasser läuft und läuft ...

Wissenschaftler der Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung (VEGAS) am Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart verfolgten eben dieses Ziel im Rahmen eines BWPLUS-Projekts. Also gingen sie in den Keller ihrer Versuchshalle und stellten einen zu beherrschenden Grundwasserschaden nach. Heraus kam dabei der Dichtwand-Heber-Reaktor (DHR).

Konventionelle Verfahren

Viele Grundwasserbelastungen wurden nicht durch einzelne Schadstoffe, sondern durch Cocktails aus Mineralöl, Benzol, Toluol, Xylolen und anderen Chemikalien

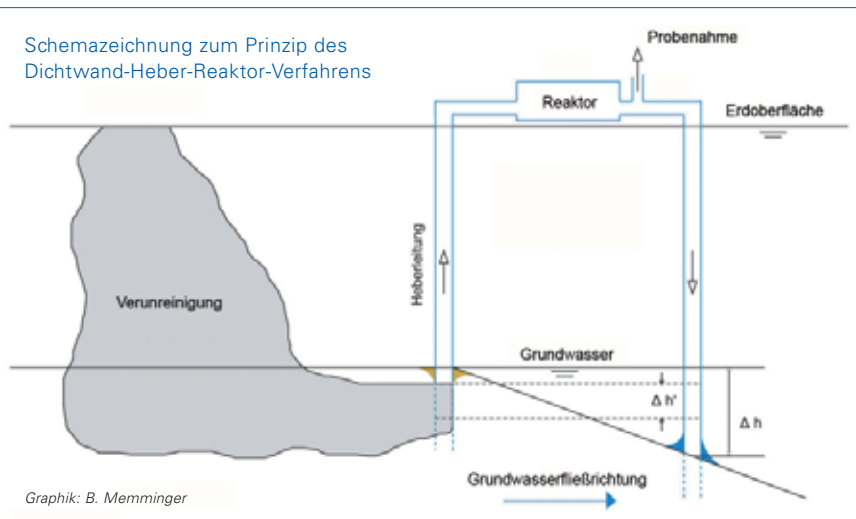
verursacht. Seit den ersten Grundwassersanierungen in den achtziger Jahren sind deshalb eine ganze Palette an Verfahren entwickelt worden. Beispielsweise wird beim Prinzip der „Reaktiven Wände“ dem strömenden Grundwasser ein Riegel vorgeschoben. Dabei treffen die Umweltgifte im Grundwasser auf eine im Boden versenkte reaktive Wand, die Benzol & Co. unschädlich macht. Das funktioniert, doch ist es teuer, eine derartige Anlage in einigen Metern Tiefe zu bauen, und ziemlich aufwändig, die reaktive Füllung von Zeit

Das Epple-Areal in Bad Cannstatt: Das verseuchte Erdreich ist bereits entfernt. Eigentlich hätte das der Startschuss für die Grundwassersanierung mit dem DHR-Verfahren sein sollen ...



Bild: Stadt Stuttgart – Amt für Stadtplanung und Stadtentwicklung

Schemazeichnung zum Prinzip des Dichtwand-Heber-Reaktor-Verfahrens



Graphik: B. Memminger



Oben: Die Reaktoren der DHR-Anlage im Erdgeschoss der Versuchsanlage sind der Ölabscheider vorne links und der Aktivkohlefilter hinten rechts. Davor steht der PC zur Messdatenerfassung.

Unten: Ein Blick in den VEGAS-Keller mit der simulierten Altlast.



Bilder: B. Memminger

PROJEKT

Pilotversuch zur Energie sparenden, ökonomischen Reinigung kontaminierten Grundwassers im innerstädtischen Bereich mit einem Dichtwand-Heber-Reaktor am „Öl-Epple“-Areal in Stuttgart

Laufzeit: 11/2000 bis 12/2003

KONTAKT

Dr. Birgit Memminger
damals: Universität Stuttgart,
Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und
Altlastensanierung (VEGAS)
heute: ES EnviroSustain GmbH
Kirchheim unter Teck
bmemminger@es-info.com
www.es-info.com

zu Zeit auszuwechseln. Obendrein können in reaktiven Wänden kaum Reinigungsprozesse ablaufen, wenn die Entfernung des Schadstoffgemischs unmittelbar folgende Stufen mit verschiedenen Temperaturen, Drücken oder Reinigungsmitteln erfordert.

Eine Alternative, die gerade derartige Abfolgen ermöglicht, ist das „Pump-and-Treat“-Verfahren – frei übersetzt etwa „Pumpen und Reinigen“. Dazu wird das Grundwasser aus der Tiefe hoch zu einer ebenerdigen Reinigungsatterie gepumpt, die dann aus fast jedem Schadstoff-Cocktail Wasser in akzeptabler Qualität erzeugt. Aber der hohe Energiebedarf von „Pump and Treat“ überzeugte das VEGAS-Team nicht, weshalb die Wissenschaftler im Untergeschoss ihrer Versuchshalle eifrig „gewerkelt“ haben.

Das DHR-Prinzip

Dr. Birgit Memminger erinnert sich an ihre VEGAS-Zeit und schildert, wie sie dafür im Keller zwei Container übereinander gestellt haben. Vom oberen Container mit „verunreinigtem Grundwasser“ führte eine Heberleitung nach oben zum Ölabscheider im Erdgeschoss. Nach dieser ersten folgte ein Aktivkohlefilter als zweite Reinigungsstufe. Danach kehrte das saubere Wasser zurück in den unteren Container im Keller. In der Realität flösse das saubere Wasser beispielsweise

in den Grundwasserkörper zurück oder in einen nahe gelegenen Bach. Der Energie sparende Clou der VEGAS-Reaktoren bestehe nun darin, so Memminger, dass der Ansaugstutzen der Heberleitung für das verunreinigte Grundwasser am oberen Container höher angebracht gewesen sei als die Auslass-Öffnung für das wieder zum unteren Container zurückgeführte gereinigte Grundwasser. So floss die Flüssigkeit wie von alleine ins Erdgeschoss. Es hat den Anschein eines Perpetuum Mobile und folgt doch den streng physikalischen Gesetzen des Heberprinzips. Dieses macht sich schlicht die Potenzialdifferenz zwischen Einlass und Auslass zu Nutze.

Ohne Höhenunterschiede zwischen Ansaugstutzen und Auslass funktioniert das Heberprinzip natürlich nicht. Doch das „D“ für Dichtwand beim „DHR“-Verfahren kann bei fließendem Grundwasser die nötige Potenzialdifferenz auch in topfebenem Gelände zuwege bringen. Dazu staut die quer zur Fließrichtung in den Boden eingelassene Dichtwand das Grundwasser auf. Der somit erreichte Höhenunterschied schafft dann eine Potenzialdifferenz, die das verunreinigte Grundwasser zu den Reinigungsreaktoren an der Bodenoberfläche hebt.

Manchen dürfte das Heberprinzip eher vom Benzin absaugen oder vom Aquarium leeren bekannt sein. Es funktioniert aber eben nur, wenn der Auslass tiefer als der Einlass liegt und die Flüssigkeit keine Gasblasen enthält. Bildet die Flüssigkeit eine mehr als acht Meter messende Wassersäule, stößt das DHR-Verfahren ebenfalls an seine Grenzen. Denn eine hängende Wassersäule dieser Höhe schafft einen Unterdruck, bei dem das Wasser schon bei Raumtemperatur kocht und Blasen bildet. Gasblasen, wie sie leicht flüchtige Schad-

Ölsumpf und Hinterlassenschaften des Uranbergbaus in Osteuropa: Hier findet sich ein weites Betätigungsfeld für die DHR-Technik.



Bild: T. Eglöffstein



Bild: A. Lehmann

stoffe bilden, bringen das DHR-Verfahren jedoch nicht in die Bredouille, da ein spezielles Entlüftungssystem integriert ist.

Die Umsetzung

Eigentlich war das Epple-Areal in Stuttgart-Bad Cannstatt als Bewährungstest

zungen für einen ersten Praxiseinsatz des Dichtwand-Heber-Reaktors. In puncto Wirtschaftlichkeit hätte das DHR-Verfahren einer vorhandenen Pump-and-Treat-Anlage sicher bald den Rang abgelaufen. Doch den Stuttgartern fehlte es an flüssigen Mitteln für die Anfangsinvestition in Höhe von 300.000 Euro.

mindert und immense Energiekosten belasteten das Budget. Nach fünf frustrierenden Jahren wurde im Kraichgau das Ruder herumgerissen und die Pump-and-Treat-Anlage durch das Heber-Reaktor-System ersetzt. Wie beim Epple-Areal standen auch hier die Zeichen günstig für das VEGAS-Verfahren. Das Gefälle auf dem Betriebsgelände reichte aus, um das Heberprinzip zu nutzen, und das kontaminierte Grundwasser lag hier ebenfalls nicht zu tief.

Im Kraichgau kam noch ein weiterer Vorteil des Energie sparenden VEGAS-Verfahrens zur Geltung: Da bei langen Sanierungszeiten mit sinkenden Schadstoffkonzentrationen auch die monatlichen Kosten für die Reinigungsreaktoren abnehmen, fallen beim „Pump-and-Treat“-Verfahren die Energiekosten für die mit unverminderter Leistung arbeitenden Pumpen immer stärker ins Gewicht. Eine Situation, in der das pumpenlose Heber-Reaktor-System punkten kann. Wie erwartet, verlief die DHR-Sanierung im Kraichgau erfolgreich. Das bescheinigte dann auch die zuständige Fachbehörde und stellte nach einem Jahr Probebetrieb die Genehmigung für den Dauerbetrieb aus.

Gute Perspektiven

Inzwischen wird das Patent zum Dichtwand-Heber-Reaktor von der Mitentwicklerin Dr. Birgit Memminger weitervermarktet. Eine gute Perspektive für die Dichtwand-Heber-Technologie bieten die vielen altlastenverdächtigen Industriebrachen in Deutschlands Ballungsräumen. Hier kann dieses Sanierungsverfahren dazu beitragen, den Flächenfraß in den Außenbereichen einzuschränken, indem fürs gleiche Geld größere Flächen gereinigt und für die Innenentwicklung bereitgestellt werden können.

Das DHR-Verfahren hat sein Kellerda-sein also längst hinter sich gelassen. Die Spitzentechnik steht bereit für viele weitere Sanierungseinsätze.

Andreas Lehmann

Bild: H. Hannemann



Bild: A. Lehmann



Oben: Bodenprofil mit „Öl-Horizont“. Unten ein Horroszenario: Die Deklaration und die bläuliche Farbe zeigen an, dass noch Zyanid in den Fässern war, bevor sie der Rost zersetzte ...

für die Dichtwand-Heber-Technik vorgesehen. Über hundert Jahre lang war hier sehr sorglos mit Öl umgegangen worden. Schließlich drang Öl übers Erdreich ins Grundwasser und sogar in die umliegenden Keller ein.

Für das DHR-Verfahren wäre dieser Fall ideal gewesen: Der Höhenunterschied auf dem Gelände am Neckarhang in der Cannstatter Neckarvorstadt und eine maximale Grundwassertiefe von weniger als acht Metern waren günstige Vorausset-

Ein erster Einsatzort für den Dichtwand-Heber-Reaktor fand sich schließlich im Kraichgau. Dort waren bei einem Betrieb der Metallbranche Krebs erregende chlorierte Kohlenwasserstoffe in den Untergrund versickert. Eigentlich sollte der Schaden auch mit einer „Pump-and-Treat“-Anlage behoben werden, doch stand die Apparatur die Hälfte der Zeit still. Eisen und Kalk im dortigen Grundwasser machten der Anlage sehr zu schaffen und ließen die Wartungskosten in die Höhe schnellen. Der Reinigungsprozess war ver-

Tatort Flachwasser

Maßnahmen zur Verminderung der Badedermatitis-Belastung am Bodensee

Im heißen Sommer 2003 führte das Phänomen Badedermatitis zu massiven öffentlichen Diskussionen am Bodensee. Gemeinden befürchteten, dass Touristen ausbleiben könnten. Da war kriminalistische Feinarbeit gefragt: Forscher sammelten kleine Wasserschnecken, untersuchten Vogelkot und führten sogar Selbstversuche durch – immer auf der Suche nach Hinweisen, die zum Täter führen könnten. Sie fragten sich: Wer ist für den unangenehmen Hautausschlag verantwortlich und was können wir dagegen tun?

Die Hitzewelle im Sommer 2003 hatte nicht nur alle möglichen Höchsttemperaturrekorde seit Beginn der Wetteraufzeichnungen in Europa gebrochen, auch klagten plötzlich viele Badegäste am Bodensee über einen äußerst lästigen Hautausschlag. Rote Quaddeln waren bei den Betroffenen an allen Hautpartien zu sehen, die mit dem Wasser in Kontakt kamen. Der Ausschlag juckte stark über längere Zeit und heilte erst nach mehreren Tagen wieder vollständig ab.

Die Aufregung war groß, das Phänomen tauchte in dieser Häufigkeit zum ersten Mal auf und die Gerüchteküche brodelte: Zunächst lag der Verdacht nahe, dass viele Menschen empfindlich reagieren wür-

den auf Algen im Wasser, die sich bei höheren Temperaturen stärker vermehren. Auch „Wasserflöhe“ wurden gelegentlich als Ursache vermutet. Andere schimpften auf die aus ihrer Sicht viel zu vielen Enten und Blässhühner, die ihren Kot im See hinterlassen.

Folgenreiche Verwechslung

Die Lokalpresse griff das Thema auf und Hotels befürchteten Umsatzeinbußen, weil Touristen schnell verunsichert seien. Doch bald schon meldeten sich besonnene Vertreter des Gesundheitsamtes. Sie stellten klar, dass der lästige Hautausschlag schon seit Jahren weltweit als Badedermatitis bekannt sei – im Volksmund auch mit so wenig schmeichelhaften Namen wie Hundsblättern, Weiherhibbel oder Entenwurmkrankheit bezeichnet.

Verursacher sei ein Saugwurm, der als Larve im ersten Stadium seiner Entwicklung eine Wasserschnecke als Zwischenwirt benutzt, um nach einigen Monaten in seiner zweiten Larvenform einen Endwirt zu suchen (vgl. Graphik S. 71). Dabei reagiert eine Gabelschwanzzerkarie – so der Name des Saugwurms – recht unspezifisch auf Turbulenzen im Wasser, auf plötzliche Beschattung und Temperaturdifferenzen sowie auf verschiedene Körperfette. Üblicherweise findet die Zerkarie eine Ente oder andere Wasservogel als Endwirt. Da Mensch und Wasservogel alle vier Bedingungen der Wirtsfindung erfüllen und beide oft dasselbe Gewässer benutzen, kann der Mensch bisweilen das Opfer einer für ihn unangenehmen Verwechslung werden. Das Opfergefühl mag vielleicht manchen Badegast getröstet haben, damit wusste er jedoch noch nicht, was er gegen die „Weiherhibbel“ tun kann.

Hinweisschild der Gemeinde Gaienhofen mit dem Ziel, Enten und Schwäne von den Badeplätzen fern zu halten.





Bilder: H. Güde, ISF



Blässhuhn und Stockente sollten von Strandbädern fern gehalten, also nicht gefüttert werden.

Auf der Suche nach Indizien

Die Hitze ließ nach, das Wasser wurde kühler und die Badedermatitis verschwand wieder aus den Zeitungsspalten. Fachleute im örtlichen Gesundheitsamt und an der Universität Konstanz wollten nach der Aufregung nun mehr wissen und starteten ein vom Umweltministerium Baden-Württemberg gefördertes Forschungsprojekt. Außerdem waren daran die Vogelwarte Radolfzell, das Institut für Seenforschung (ISF) der LUBW, das Landesgesundheitsamt und die Universität Erlangen beteiligt. Ziel war, die Lebenszyklen der Zerkarie genauer zu erforschen und ökologisch vertretbare Maßnahmen gegen den Befall zu entwickeln.

In minutiöser Kleinarbeit machten sich die Forscher daran, Schnecken in unterschiedlichen Wassertiefen zu suchen, zu erfassen und anschließend im Labor für zwei Stunden zu beleuchten, um durch Wärme und Licht die Zerkarien zum Schlüpfen zu bewegen. Freiwillige Probanden testeten am Unterarm, welche Unterart der Zerkarien den Hautausschlag verursacht. Da während des Forschungsprojekts im Sommer 2004 wesentlich weniger Badedermatitis-Fälle auftauchten als im Jahr zuvor, gestaltete sich die Suche recht schwierig. Dennoch gelang es den Spezialisten um Prof. Peter Kimmig vom Landesgesundheitsamt, die neue Zerkarien-Art „*Trichobilharzia franki*“ mit Hilfe molekularer Methoden als Verur-

PROJEKT

Entwicklung von Maßnahmen zur Verminderung der Badedermatitis-Belastung am Bodensee

Laufzeit: 5/2004 bis 12/2004

KONTAKT

Prof. Dr. Karl-Otto Rothhaupt
Dr. Wolfgang Ostendorf
Dipl.-Biol. Stefan Werner
Limnologisches Institut
Universität Konstanz
wolfgang.ostendorf@uni-konstanz.de
www.uni-konstanz.de

Dr. med. Hannes Winterer
Landratsamt Konstanz
dr.hannes.winterer@landkreis-konstanz.de
www.landkreis-konstanz.de

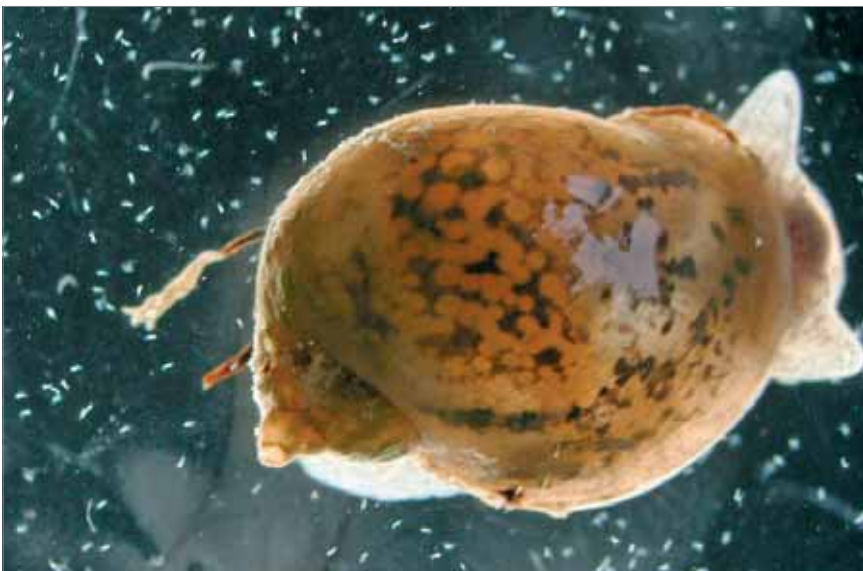
Dr. Hans Güde
LUBW, Institut für Seenforschung (ISF)
Langenargen
hans.guede@lubw.bwl.de
www.lubw.baden-wuerttemberg.de

Prof. Dr. Dr. Peter Kimmig
Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg
Stuttgart
peter.kimmig@rps.bwl.de
www.gesundheitsamt-bw.de

Prof. Dr. Wilfried Haas
Institut für Zoologie
Universität Erlangen-Nürnberg
helver@biologie.uni-erlangen.de
www.uni-erlangen.de

Dr. Wolfgang Fiedler
Max-Planck-Institut für Ornithologie
Vogelwarte Radolfzell
fiedler@orn.mpg.de
www.orn.mpg.de

Aus der Ohrschlammschnecke treten hunderte von Zerkarien (1 mm lang) aus – hier als helle Punkte erkennbar. Rechts: Zerkarie vergrößert.



Bilder: H. Güde, ISF

Was tun gegen Weiherhibbel?

Fragen und Antworten des Gesundheitsamts zur Badedermatitis

Die Badedermatitis ist ein stark juckender Hautausschlag, der durch eine allergische Reaktion nach dem Baden verursacht werden kann. Die „Weiherhibbel“ sind meist harmlos, aber äußerst unangenehm und können einem den Badespaß nachhaltig vergällen. Die hier zusammengestellten Empfehlungen sind Auszüge aus einem Merkblatt des Gesundheitsamtes im Landkreis Konstanz (April 2006).

Was sind die Zeichen und Symptome der Badedermatitis?

Nach kurzer Zeit bis hin zu Tagen nach dem Aufenthalt im Wasser bemerkt man ein Brennen oder Jucken der Haut. Kleine rötliche Quaddeln und Papeln, auch „Weiherhibbel“ genannt, entwickeln sich. Der Juckreiz kann bis zu einer Woche anhalten und verschwindet dann allmählich. Die Symptome der Badedermatitis werden durch eine allergische Reaktion auf den Kontakt mit den so genannten Gabelschwanzlarven oder Zerkarien hervorgerufen, die in die Haut eindringen und dort vom Immunsystem abgetötet werden. Die Hauterscheinungen und der Juckreiz treten vor allem während der Sommermonate auf und können sich nach mehrmaligem Baden verstärken. Ein

Hautausschlag nach dem Baden kann allerdings viele Ursachen haben.

Muss ich für eine Behandlung zum Arzt gehen?

Die meisten Fälle bedürfen keiner ärztlichen Behandlung. Rat oder Hilfe erhalten Sie auch in der Apotheke. Bei einem juckenden Ausschlag können hilfreich sein:

- Kühlende Umschläge
- Juckreiz lindernde Cremes
- Creme oder Lotion mit einem Antihistaminikum und/oder Kortison
- Vermeiden Sie Kratzen! Aufkratzen der Haut kann zu einer zusätzlichen Infektion durch Bakterien führen. Wenn der Juckreiz unerträglich wird, sollten Sie ärztlichen Rat in Anspruch nehmen.

Bleibt die Badestelle dauerhaft belastet, wenn es einmal zu einem Ausbruch von Badedermatitis kommt?

Nein. Es müssen verschiedene Bedingungen erfüllt sein, damit es zum Auftreten der Badedermatitis kommt. Weil sich diese Bedingungen rasch ändern können, ist die Badedermatitis kein dauerhaftes Problem während der gesamten Badesaison. Erfahrungsgemäß ist das Auftreten von Badedermatitis nach etwa ein bis zwei Wochen vorbei.

Was kann ich tun, um das Risiko einer Badedermatitis zu verringern?

- Baden Sie nur an ausgewiesenen Badestellen.
- Schwimmen in tiefem, kühlerem Wasser ist eher zu empfehlen als ein langer Aufenthalt im warmen Flachwasserbereich, bietet aber keinen sicheren Schutz, wie die Forschungsergebnisse gezeigt haben.
- Vermeiden Sie Badestellen mit einer Ansammlung von Wasservögeln.
- Vermeiden Sie unbedingt das Füttern von Wasservögeln im Badebereich.
- Trocknen Sie sich ab, sobald Sie aus dem Wasser kommen.
- Erkundigen Sie sich beim Betreiber des Badeplatzes nach der aktuellen Situation.

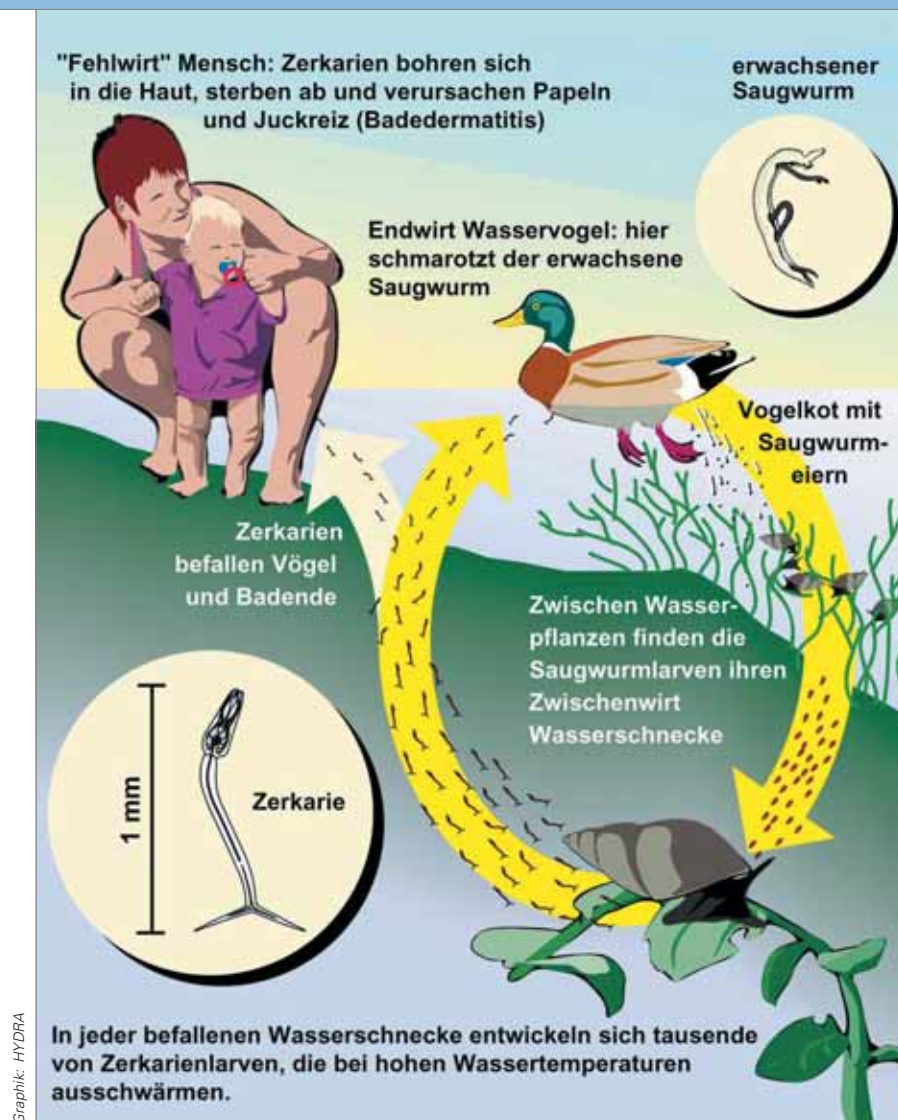
Wie kann ich mich vorbeugend gegen Badedermatitis schützen?

Zusätzlich zu den Risiko mindernden Maßnahmen kann die vorbeugende Anwendung einer speziellen Creme vor dem Baden einen gewissen Schutz bieten. In Apotheken ist eine spezielle Creme als Quallen- und Sonnenschutz für Kinder mit Lichtschutzfaktor 30 erhältlich. Einige Apotheken bieten zudem eine rezepturmäßig hergestellte, wasserfeste Creme mit dem Wirkstoff Niclosamid an.



Bild: HYDRA

Zerkarien-Befall: Nach dem Baden entwickeln sich rötliche Quaddeln mit starkem Juckreiz.



Graphik: HYDRA

Entwicklungskreislauf der Zerkarien mit Wasserschnecke als Zwischenwirt, Wasservogel als Endwirt und Mensch als „Fehlwirt“

sacher zu identifizieren. Ihr Name deutet bereits darauf hin, dass sie mit dem Saugwurm verwandt ist, der in tropischen Gewässern die wesentlich gefährlichere Krankheit Bilharziose überträgt.

Wirtsschnecke identifiziert

Zudem konnten die Forscher die Ohrschlamm Schnecke „*Radix auricularia*“ als Wirtsschnecke identifizieren, die sie an verschiedenen Stellen im See fanden: Oft in seichten Bereichen, einmal in einer Lagune, die häufig von Enten genutzt wird, und teilweise in Wassertiefen bis zu acht Metern. Die Schnecken siedelten meist auf Schlack oder Steinen und nur im Randbereich von Wasserpflanzen.

Obwohl sich die Forscher die eher unangenehme Arbeit machten, an den Probe-

stellen für Wirtsschnecken auch Kotproben von Wasservögeln zu sammeln, waren sie damit nicht erfolgreich. Die Eier des Wurms konnten sie nicht nachweisen. Als Endwirte der Zerkarien kommen jedoch nach den Beobachtungen an den Probestellen vor allem Stockenten, Lachmöwen oder Blässhühner in Frage.

Vorgeschlagene Maßnahmen

Aufgrund der Ergebnisse seiner Arbeit konnte das Forscherteam nun präzise Empfehlungen sowohl für Badegäste (vgl. S. 70, „Was tun gegen Weiherhibbel?“) als auch für die Betreiber von Badestellen aussprechen: „Oft vorgeschlagene Maßnahmen wie Wasserpflanzenmäh und Stegbau sind zur Reduktion des Badedermatitis-Risikos wirkungslos.“ Auch das Schwimmen in tiefem und uferfernem Wasser sei zur Vorbeugung

ungeeignet, da die Wissenschaftler infizierte Schnecken mehrere hundert Meter vom Ufer entfernt fanden. Hingegen sei dringend empfohlen, die Wasservögel im Strandbereich nicht zu füttern.

Im Verlauf der Selbstversuche testeten die Forscher auch mögliche vorbeugende Maßnahmen. Eine bereits im Apothekenhandel erhältliche Sonnencreme mit Quallenschutz zeigte bei den Versuchen gute Ergebnisse. Da sie jedoch relativ teuer ist, suchte Professor Wilfried Haas von der Universität Erlangen eine preiswertere Alternative. Dabei entstand eine eigens entwickelte Rezeptur aus einer wasserfesten Sonnencreme als Trägersubstanz mit einem Zusatz von einem Prozent des Wirkstoffes Niclosamid. Eine neue, bisher nicht bekannte Vorbeugemaßnahme als Empfehlung für Badegäste. Die Forscher konnten zu Recht von einem Erfolg ihrer Arbeit sprechen.

Neue Aufregung

Doch neue Aufregung folgte auf dem Fuß: Apotheker vor Ort waren sauer, denn die Creme hatte keine Zulassung als Mittel für Menschen. „Damit kann ich nichts anfangen“, sagte beispielsweise Apotheker Michael Dohm aus Radolfzell enttäuscht. Doch nach einiger Recherche eröffnete sich eine simple Lösung: Apotheker können den benötigten Wirkstoff Niclosamid mit einfachen Mitteln aus einem rezeptfreien und auch für Kinder zugelassenen Fertigarzneimittel lösen und weiterverarbeiten. „Jetzt ist es ein richtiges Rundum-Paket“, zeigte sich Dr. Hannes Winterer vom Gesundheitsamt zufrieden. Und Dr. Hans Güde vom ISF erklärte zudem, dass der Anwendung auch aus ökologischer Sicht nichts im Weg stehe, denn „die Konzentration ist so gering, dass Pflanzen und Tiere im See nicht gefährdet sind.“

Peter Streiff

Mehr lernen durch weniger Lärm

Lärm macht nicht dumm, Lernen aber mühsam. Und doch ist es in vielen Schulen zu laut.

Das Prinzip ist bekannt: Leo redet und Leonie muss ihn übertönen, um selbst wahrgenommen zu werden. Mit anderen Worten: Lärm erzeugt Lärm. Es gilt also, das Übel an der Wurzel zu packen. Oft reicht schon eine kleine Maßnahme, um große Wirkung zu erzielen. So kann die technisch wenig aufwändige Schalldämmung, die den Geräuschpegel im unbesetzten Klassenzimmer um 50 Prozent mindert, dazu beitragen, dass der Lärm bei Gruppenarbeiten um bis zu zehn Prozent sinkt.

Lärm ist relativ, wird unterschiedlich wahr- und allzuoft nicht ernst genommen. Lärm kann im Extremfall sogar tödlich sein, macht viele Leute krank und ist allenfalls ein nicht zu unterschätzender Stressfaktor. So erfordert Lärm eine erhöhte Konzentration, um gesprochene Worte trotz geräuschvollem Umfeld zu verstehen, und er kann Kommunikation auch ganz verhindern. Besonders Kindern im Grundschulalter fällt das Verstehen bei ausgeprägter Geräuschkulisse schwer. Erst ab etwa 14 Jahren verfügen Jugendliche über die Fähigkeit, gehörte Wortbruchstü-

cke ohne Weiteres zu vervollständigen oder entsprechend dem Kontext das richtige Wort auszuwählen. Ist es in der Schule zu laut, verstehen die Kleinen dagegen Fee oder Reh statt See. Das beeinträchtigt natürlich den Lernerfolg. Ebenso leidet das Wohlbefinden.

Psychologische und physikalische Aspekte untersucht

Besonders Grundschüler sind zwar lärmunempfindlicher als ihre Lehrer. Aber in einem lauten Klassenzimmer fühlen auch sie sich nicht wohl. Wissenschaftler der

Universität Oldenburg und der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt beleuchteten die psychologischen und kognitiven Effekte des Schullärms. Das Team um die Psychologin Dr. Maria Klatt ließ Grundschüler lesen und schreiben, um das Erkennen von Worten und das Erfassen ihres Sinns zu testen. Die Wissenschaftler untersuchten zudem das Befinden der Schüler und typisierten zu guter Letzt auch ihren sozialen Hintergrund. Die Untersuchungen zeigten, dass die Grundschüler schlechter abschnitten, wenn sie die Tests in Klassenzimmern mit



PROJEKT

Lärm in der schulischen Umwelt und kognitive Leistungen bei Grundschulkindern
 Laufzeit: 10/2003 bis 8/2006

KONTAKT

Dr.-Ing. Philip Leistner
 Fraunhofer-Institut für Bauphysik
 Stuttgart
 philip.leistner@ibp.fraunhofer.de
 www.ibp.fraunhofer.de

Prof. Dr. Jürgen Hellbrück
 Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt
 Eichstätt
 juergen.hellbrueck@ku-eichstaett.de
 www.ku-eichstaett.de

Dr. Maria Klatte
 vormals: Universität Oldenburg
 heute: Parmenides Learning-to-Think-
 Stiftung, München
 maria.klatte@parmenides-foundation.org
 www.parmenides-foundation.org

Bild: A. Lehmann



Das Motto des Akustikers Philip Leistner: Darf die Akustik ein bißchen besser sein?

langen Nachhallzeiten durchführten. Im Vergleich dazu war in akustisch optimierten Räumen eine deutliche Leistungssteigerung zu beobachten. Die Interpretation der Ergebnisse ergab, dass das Kurzzeitgedächtnis in lärmender Umgebung am stärksten beeinträchtigt wird. Im schlimmsten Fall ist der Satzanfang vergessen, bevor der Satz zu Ende gelesen ist, und die Schüler quälen sich regelrecht durch Texte. Klatte macht eine schlüssige Gleichung auf: „Je anstrengender das reine Verstehen für die Kinder ist, desto weniger Kapazität bleibt für das Behalten.“ Mit dieser kognitiven Einschränkung, die das Erfassen von Sätzen aus mehr als sieben Wörtern erschwert, kann sich dann auch keine Begeisterung fürs Lesen entwickeln.

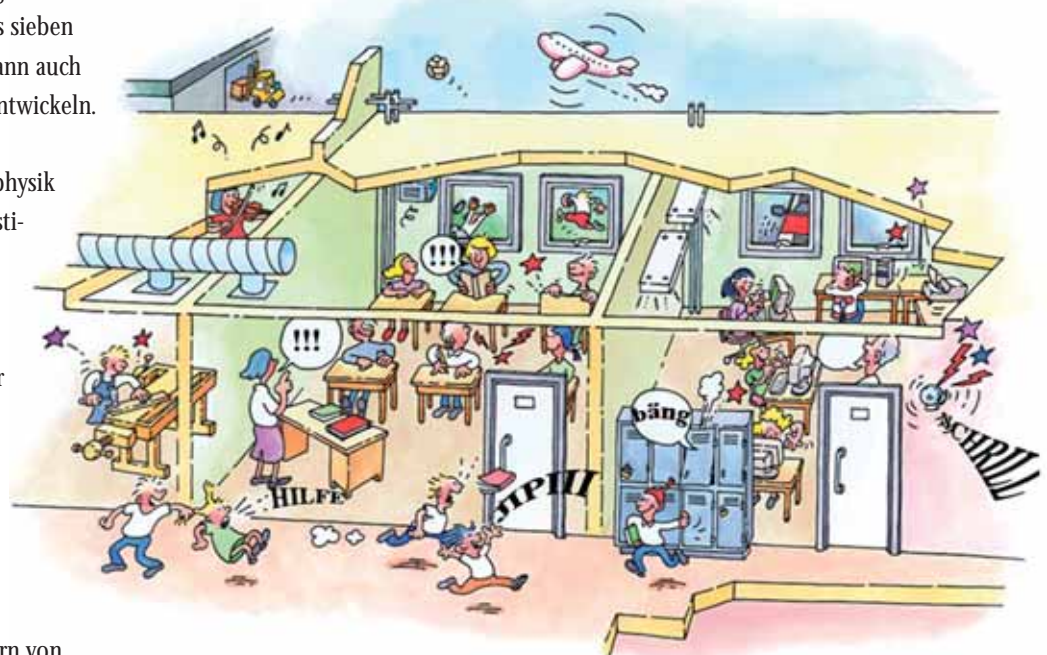
Das Fraunhofer-Institut für Bauphysik ergründete die physikalisch-akustischen Aspekte des Schüllärms und belegte mit Zahlen, was bisher nur subjektiv empfunden wurde: Klassenzimmer mit einer halben Sekunde Nachhallzeit sind in Ordnung. Ist der Laut einer bereits verstummten Lärmquelle jedoch noch länger als 0,5 Sekunden zu hören, leidet die Verständlichkeit. Die Spanne der in 60 Klassenzimmern von acht Schulen in Stuttgart und Umgebung

gemessenen Nachhallzeiten betrug 0,5 bis 1,1 Sekunden. Im Mittel also schlechte Noten für deren Raumakustik. Nachdem testweise Lärmabsorber installiert wurden, ergaben Messungen jedoch ein großes Verbesserungspotenzial durch vergleichsweise geringen Dämpfungsaufwand.

Tagung in Heidelberg

Die Quintessenzen der umfangreichen Studien zu Lärm in Schulen verlangen Konsequenzen für die akustische Ausge-

staltung von Schulräumen. Im Juni 2008 kamen rund 130 Lehrer, Schüler, Eltern, Architekten und Vertreter von Gemeinden bei einer Tagung zur Frage „Lärm oder Lernen?“ mit Experten zusammen. Dazu hatten das Umweltministerium Baden-Württemberg, die LUBW und die Evangelische Akademie Baden in das Helmholtz-Gymnasium Heidelberg (HGH) eingeladen. Der Tagungsort, eine Beton-Bausünde aus den sechziger Jahren, hätte kaum besser gewählt sein können. Noch vor Beginn der Tagung inspizierte



Wer kann sich da noch konzentrieren?

Cartoon: C. Svenson



Der Blick in ein Klassenzimmer vor der akustischen Sanierung (links) und danach (rechts): Mit Hilfe einer lärmabsorbierenden Pinnwand und einer Akustikdecke konnte der Schallpegel im leeren Raum halbiert werden.

Bilder: M. Oberdörster

Dr. Philip Leistner, Experte vom Stuttgarter Fraunhofer-Institut, zusammen mit Thomas Beutel, Physiklehrer am HGH, dessen Klassenzimmer. Das Ergebnis fiel besser aus, als es der erste Blick auf das Schulgebäude hatte erwarten lassen. Die Heidelberger hatten intuitiv bereits einen Leitsatz der Tagung berücksichtigt: Maßnahmen zum Lärmschutz lassen sich sehr gut bei Sanierungsarbeiten angehen. Am allerbesten wäre es natürlich gewesen, gleich beim Bau an die Akustik zu denken. Ein Hinweis bei der Ausschreibung, dass nach dem Stand der Technik zu bauen sei, würde die Bauausführenden wenigstens verpflichten, die Vorschriften der DIN 18041 zu berücksichtigen: Die DIN zur „Hörsamkeit in kleinen bis mittelgro-

ßen Räumen“ sichert einen Mindeststandard an akustischer Qualität. Allerdings wird der entsprechende Passus bei Ausschreibungen meist schlicht vergessen. Damit bleiben laut Leistner die akustischen Ansprüche weitgehend unberücksichtigt, obwohl sie in Schulgebäuden ebenso zu den elementaren Kriterien zählen wie Gebäudestabilität, Wärmedämmung oder Brandschutz und nur geringe Mehrkosten erforderten, wenn sie von Anfang an eingeplant würden.

Technische Lösungsansätze

Nachdem ihnen die Ergebnisse der Studien vorgestellt worden waren, zeigten die Tagungsteilnehmer verstärktes Interesse an Lösungsansätzen für bestehende Schulgebäude beziehungsweise für die Frage, welche Schritte zur Lärmreduzierung sich am leichtesten realisieren lassen. Die Studie hat ergeben, dass die Lärmübertragung zwischen den Räumen

Die Lärmampel: Schlicht und einfach, aber erzieherisch wertvoll. Gehen die Mundwinkel des Smiley nach unten und läuft es rot an, fühlt sich die kreischende Klasse ertappt und das Geschrei verstummt – meistens.

Bilder: A. Lehmann





auf einer Etage sehr oft zu groß ist. Ein gewichtiger Schwachpunkt sind dabei häufig die Türen: Stellen sie tatsächlich die Achillesferse dar, sollte man dieser auch vorrangig zu Leibe rücken. Dabei geht es insbesondere um den Spalt zwischen Türe und Fußboden. Diese Lücke verhindert einerseits, dass das Öffnen der Türe zum Kraftakt wird, lässt andererseits aber bei geschlossener Tür den Lärm vom Flur oder Treppenhaus durchdringen. Zum Schließen dieser Lärmbrücke bieten sich Bodenabschlussdichtungen an, die sich nach dem Schließen der Tür absenken. Sie können in Eigenregie nachgerüstet werden, zum Beispiel vom Hausmeister.

Eine weitere Ursache erhöhter Geräuschpegel in Klassenzimmern ist die nahezu ungehinderte Übertragung von Trittschall. Dagegen anzugehen ist schon deutlich aufwändiger. Bevor man in bestehenden Schulen größere Schallschutzmaßnahmen ausschreibt, sollten deshalb zunächst Experten die akustischen Verhältnisse untersuchen. Zur Analyse des Nachhalls in einem Raum und für entsprechende Empfehlungen zur Sanierung benötigen Akustiker höchstens vier bis fünf Stunden. Bei

einer größeren Zahl gleichartiger Räume halten sich diese Kosten also in einem überschaubaren Rahmen. In vielen Fällen empfehlen die Fachleute die Installation einer Akustikdecke. Dabei kommen in der Regel offenporige Dämmstoffe zum Einsatz. Diese Materialien schlucken den Lärm passiv. Es gibt aber auch Alternativen, zum Beispiel abgehängte mikroperforierte Platten, die sogar transparent sein können. Die durch Lärm in Schwingung gebrachten Luftteilchen geben dabei durch Reibung in den Mikrolöchern ihre Schallenergie ab.

Zum Optimieren der Akustik könnten generell auch hochflorige Teppiche eingesetzt werden, doch verbieten die Anforderungen an die Hygiene kuschelige Bodenbeläge in Schulen. Als Anhaltspunkt zur Kostenabschätzung für eine Akustiksanie rung können laut Leistner hundert Euro je Quadratmeter Nutzfläche angesetzt werden. Wesentlich geringere Kosten fallen an, wenn die Akustiksanie rung mit anderen Arbeiten am Gebäude verbunden wird. Müssen also Bauarbeiter anrücken, weil es nach einem Gewitter durchs Dach tropft, sollte auch gleich das Einziehen einer Akustikdecke in Auftrag gegeben werden.

Testunterricht in einem Lärm-optimierten Schulraum. Neben der Türe sind Schall schluckende Elemente zu sehen.

Bild: M. Klatte

Soforthilfe ohne technische Nachrüstung

Eine verblüffend einfache und doch effiziente Maßnahme zur Verringerung des Lärmpegels im Unterricht konnte Dr. Gerhart Tiesler von der Universität Bremen den in Heidelberg versammelten Lehrern empfehlen: Das Lüften in der Pause und nach zwanzig Minuten Unterricht wieder für zwei Minuten führe nachweislich zu einem halbierten Arbeitsgeräuschpegel in der dritten und vierten Unterrichtsstunde. Die zwei Minuten fürs Lüften verringerten zwar die Unterrichtszeit, würden jedoch durch erhöhte Effizienz mehr als ausgeglichen. Denn frischere Luft ermögliche eine bessere Konzentration, verringere damit Nebenaktivitäten und entsprechende Störgeräusche, was wiederum der Lernbilanz zu Gute komme. Darüber hinaus akustisch optimierte Klassenzimmer könnten Deutschland bei der PISA-Studie durchaus weiter nach vorne bringen.

Andreas Lehmann

Krallenfrosch steht Modell

Enttarnung unsichtbarer Substanzen durch Amphibien

Ein Körnchen Wahrheit bietet auch das Märchen, in dem sich ein Frosch als gut getarnter Prinz entpuppte: Immerhin reagieren Mensch und Frosch gleichermaßen hochempfindlich auf hormonell wirksame Substanzen im Wasser. Deshalb nutzt die moderne Wissenschaft den südafrikanischen Krallenfrosch als Modell-Organismus.

Wenn Menschen Entscheidungen „aus dem Bauch raus“ treffen, spielt dabei das „endokrine System“ eine große Rolle. Als endokrines System werden alle Organe und Gewebe im Körper bezeichnet, die Hormone produzieren oder Rezeptoren für Hormone haben. Verglichen mit dem Nervensystem ist es ein

Dies können zum Beispiel Hormone sein, die über ausgeschiedene Medikamente in die Umwelt gelangen. Für weibliche Hormone sind die im Urin verbliebenen Östrogene aus der „Pille“ eine wichtige Quelle. Daneben werden einige hormonell wirksame Substanzen bei industriellen Produktionsvorgängen freige-

Menschen und Ökosysteme durch 'Endocrine disruptors' ist erst abschätzbar“, stellt Professor Werner Kloas vom Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei fest, „wenn sowohl die Wirkmechanismen des Stressors als auch seine Einflüsse auf Organismen und Populationen bekannt sind“.



Der südafrikanische Krallenfrosch aus verschiedenen Blickwinkeln
 Bilder: Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei

geheimnisvoller Mechanismus, der weder direkte Verbindungen wie Nervenstränge braucht, um zu funktionieren, noch eine direkte Ursache-Wirkung-Beziehung zeigt. Häufig funktioniert das endokrine System über komplizierte Wechselwirkungen und Kreisläufe, die von winzigen Mengen an Hormonen oder hormonähnlichen Substanzen gesteuert werden.

Die Tatsache, dass das endokrine System über so winzige Mengen an Botenstoffen gesteuert wird, hat eine gravierende Schwachstelle: Ebenso geringe Mengen reichen aus, um das System zu stören.

setzt. Seit Jahren ist bekannt und zunehmend als Gefahr identifiziert, dass Hormone und hormonähnliche Stoffe ins Wasser gelangen. Weil die sehr stabilen Stoffe in Kläranlagen nur unvollständig abgebaut werden, reichern sie sich in Gewässern allmählich an und sind in Bächen und Flüssen tatsächlich nachweisbar. Dass solche von außen zugeführte Substanzen („Endocrine disruptors“) zu Störungen des endokrinen Systems auch beim Menschen führen können, liegt auf der Hand. Vermutet werden insbesondere Störungen bei der Fortpflanzung. „Doch die tatsächliche Gefährdung für

Der Krallenfrosch ist Forschers Liebling


Interessanterweise verbindet die große Empfindlichkeit für Hormone wie Östrogene oder Androgene Mensch und Tier. Ob allerdings eine Tierart tatsächlich als Modell-Organismus für eine potenzielle Gefährdung des Menschen dienen kann, war und ist eine interessante Forschungsfrage. Wenn dem so wäre, könnte man das Problem unter Realbedingungen, das heißt mit allen Störungen und Nebeneffekten, untersuchen. Wissenschaftler des Leibniz-Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei in Berlin, des Instituts für Toxikologie und Genetik am Forschungszentrum Karlsruhe und der Abtei-

Mini-Pille im Visier

Interview mit Prof. Dr. Werner Kloas
vom Leibniz-Institut für Gewässerökologie
und Binnenfischerei




Prof. Dr. Werner Kloas

 Das im Rahmen von BWPLUS geförderte Projekt zu endokrinen Substanzen wurde 2002 beendet. Gab es seitdem Entwicklungen zu dieser Fragestellung?

Allerdings! Direkt an das BWPLUS-Projekt knüpften zwei weitere Projekte an, die durch das Umweltbundesamt gefördert wurden. Darin wurde untersucht, ob sich Amphibien als Modell für den Nachweis von Störungen des Schilddrüsensystems eignen. Wir konnten zeigen, dass Amphibien den Nachweis dieser Störungen beim Menschen ermöglichen. Ebenso sind zwei EU-Projekte, EASYRING und COMPRENDO, aus dem Initialprojekt entstanden. Im Rahmen der OECD-Etablierung und -Validierung steht nun der Amphibienmetamorphose-Assay zum Nachweis von Stoffen, die das Schilddrü-

sensystem beeinflussen, davor, bis zum Jahr 2009 als verbindliche internationale OECD-Testrichtlinie akzeptiert zu werden.

 Gibt es zu dem Thema noch offene Forschungsfragen?

Die gibt es in verschiedenen Bereichen: Aus heutiger Perspektive besteht Forschungsbedarf zu den potenziellen Wirkungen natürlicher und synthetischer Gestagene. Also zu dem, was vielen unter dem Schlagwort „Mini-Pille“ ein Begriff ist. Außerdem gibt es im Bereich der Wirkung von bestimmten Pharmazeutika wie Beta-Blockern oder Beta-Antagonisten beziehungsweise der Wirkung von Corticosteroiden Forschungsbedarf. Dabei geht es darum, Auswirkungen und Interaktionen zwischen den beiden endokrinen Systemen – Reproduktion und Schilddrüsensystem – zu erfassen.

PROJEKTE

Welchen Einfluss haben Umweltchemikalien durch endokrine Effekte auf die Reproduktion? Amphibien als Indikator für Ökosysteme.

Laufzeit: 1/1999 bis 12/1999

Identifizierung und Quantifizierung der Gewässerbelastung durch endokrin wirksame Substanzen (endocrine disruptors) sowie deren Risikobewertung für die Reproduktionsbiologie – Amphibien als Indikator für Ökosysteme

Laufzeit: 1/2001 bis 12/2002

KONTAKT

Prof. Dr. Werner Kloas
Leibniz-Institut für Gewässerökologie und
Binnenfischerei, Abt. Binnenfischerei
Berlin
werner.kloas@igb-berlin.de
www.igb-berlin.de

lung Endokrinologie des Instituts für Biologie der Humboldt-Universität Berlin wollten es genau wissen und wählten den Krallenfrosch als Untersuchungsobjekt für ihre Forschung. Nichts Neues für den Frosch, der schon seit mehreren Jahren zum Nachweis von Hormonen und hormonähnlichen Substanzen herangezogen wird und in dieser Hinsicht bereits äußerst genau untersucht ist. Diesmal allerdings sollte der Hormon-Nachweis auch außerhalb der Laborwände passieren und für das Wasser der durch Karlsruhe fließenden Alb erbracht werden.

Die Alb fließt vom Schwarzwald durch
Karlsruhe in den Rhein.

Bild: J. Lehmann



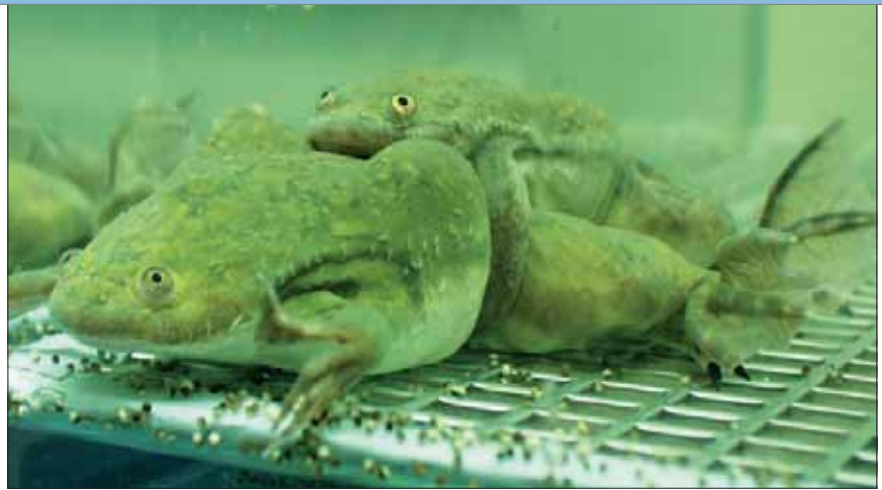
Gemisch hormonaktiver Substanzen in der Alb

Die Alb ist ein kleiner Nebenfluss des Rheins. Gerade mal 50 Kilometer lang, hat sie ein Einzugsgebiet von 460 Quadratkilometern, von denen etwa ein Drittel im Buntsandsteingebiet des Schwarzwaldes liegt. Die Quelle der Alb sprudelt nahe von Bad Herrenalb, der weitere Verlauf führt das Flüsschen dann durch die Großstadt Karlsruhe und lässt sie ein Raffineriegelände queren. Um die angenommene Anreicherung von Hormonen im Wasser besser abschätzen zu können und insgesamt mehr über die Hormone und hormonähnliche Substanzen in der Umwelt zu erfahren, entnahmen die Wissenschaftler der Alb an verschiedenen Stellen – angefangen bei der Quelle bis zu Orten unterhalb von Kläranlagenausläufen – Wasserproben zur Analyse.

Parallel testeten sie die Reaktion des Froschgewebes auf einzelne Substanzen und konfrontierten außerdem die Tiere mit dem Originalwasser der Alb. Denn die Untersuchung von Einzelsubstanzen gewährt zwar interessante Einblicke in die Wirkungsmechanismen, doch in der Umwelt liegt immer ein Gemisch hormonaktiver Stoffe vor, die sich in ihrer Wirkung summieren oder auch behindern können. Nicht zuletzt, um die erzielten Ergebnisse zu sichern, wurden die Versuche am Frosch von chemischen Analysen im Labor begleitet.

Keine Entwarnung

Untersucht wurde beim Krallenfrosch die Reaktion bestimmter, besonders hormonempfindlicher Gewebe, Organe oder Funktionen auf das Wasser: Die Entwicklung des Hodengewebes und die sexuelle Differenzierung der Tiere gehörten hier dazu. Im Ergebnis konnte nicht nur festgehalten werden, dass der Krallenfrosch für Untersuchungen dieser Art ein geeignetes Ver-



suchstier ist, sondern auch, dass die Wasserproben sowohl östrogen wirksame wie auch androgene Wirkstoffe in „nicht unerheblichen“ Mengen enthielten. So zeigte sich zum Beispiel, dass die Differenz zwischen den in der Alb gemessenen Werten und jenen für biologische Wirksamkeit bei einer einzigen ausgewählten Substanz, nämlich Bisphenol A, nur etwa zwei bis drei Zehner-Potenzen beträgt. In Relation zu möglichen Synergieeffekten halten die Wissenschaftler dies schon für einen „bedenklichen“ Wert. Andererseits haben sie festgestellt, dass die östrogenen Hauptwirkungen durch antagonistische androgene Wirkmechanismen auch wieder reduziert werden können. Das heißt im Umkehrschluss, dass

die Auswirkungen der ins Wasser eingebrachten weiblichen und männlichen Hormone noch gravierender sein dürften, wenn entweder nur der eine oder der andere Typus in den Flüssen landen würde.

Im Verlauf des Projektes konnten erfolgreich Methoden entwickelt werden, die es erlauben, entnommene Gewässerproben sinnvoll aufzuarbeiten und zu fraktionieren, um sie dann biologisch charakterisieren zu können. Ein wesentlicher Schritt auf dem Weg zu einer zuverlässigen Risiko-Bestimmung der Gewässerbelastung durch endokrine Substanzen mit Hilfe des Krallenfrosches.

Iris Lehmann



Worin besteht der Unterschied? Über der 32 Tage alten „Kontroll“-Kaulquappe sieht man eine, die parallel für drei Wochen mit dem Schilddrüsenhemmstoff Ethylthiourea (ETU) behandelt wurde. Bei der ETU-Kaulquappe wird die Bildung eines Kropfes im Mundboden erkennbar. Außerdem haben sich bei vergleichbarer Größe ihre Vorderbeine gar nicht und ihre Hinterbeine deutlich weniger entwickelt als bei der Kontroll-Kaulquappe. Solch eine ausbleibende Entwicklung ist auf das Fehlen der Schilddrüsenhormone zurückzuführen. So können Schilddrüsenhemmstoffe anschaulich getestet werden.

Bilder: Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei

Wissenschaft trifft Wirklichkeit

PCB-Belastung im Innenraum lebensnah bestimmen

Menschen halten sich nicht immer an Empfehlungen: Statt regelmäßig frische Luft in Innenräume zu lassen, bleiben Fenster auch mal tageweise geschlossen. Darum ist es nötig, bei der Messung der Innenraumluft-Belastung nicht nach der Norm, sondern nach den tatsächlichen Verhältnissen vorzugehen. Die Materialprüfanstalt der Universität Stuttgart ist diesen „wahren“ Werten bei Polychlorierten Biphenylen (PCB) nachgegangen.

Lang sind die Schatten der Vergangenheit – ganz besonders dann, wenn es um schwer abbaubare Chemikalien geht. Die Gruppe der Polychlorierten Biphenyle (PCB) ist eine dieser Substanz-Familien: 1929 zum ersten Mal technisch hergestellt, erlebten PCB eine Karriere sondergleichen. Weil die mit mehr oder weniger vielen Chloratomen verbundenen Biphenyle die äußerst nützliche Eigenschaft haben, dass sie nur sehr

schwer in Brand zu setzen sind und zudem hervorragend isolieren, wurden sie als Flammenschutzmittel und Weichmacher in vielen Kunststoffen, in Kitt, Asphalt, Silikon und zahlreichen weiteren Materialien eingesetzt. Insbesondere seit den fünfziger Jahren kamen die langlebigen Verbindungen sehr häufig und an vielen Stellen in Baustoffen zur Anwendung. Nachdem sich allerdings herausgestellt hatte, dass PCB akut zwar nur relativ

schwach giftig, langfristig jedoch äußerst gefährlich sind, war die Karriere auch schon wieder zu Ende. Der Einsatz der Substanzen wurde nach und nach verboten. Zum Beispiel durften PCB in Deutschland 1978 nicht mehr in Fugenmassen verwendet werden. 1983 stellte die Industrie die Produktion ganz ein, nachdem bis dahin insgesamt rund eine Million Tonnen Polychlorierte Biphenyle hergestellt und verwendet worden waren. Heute gehören die PCB zum sogenannten „Dirty Dozen“. Zu diesem „Schmutzigen Dutzend“ zählen Chemikalien, die laut der Stockholmer Konvention weder produziert noch ein- oder ausgeführt werden dürfen.

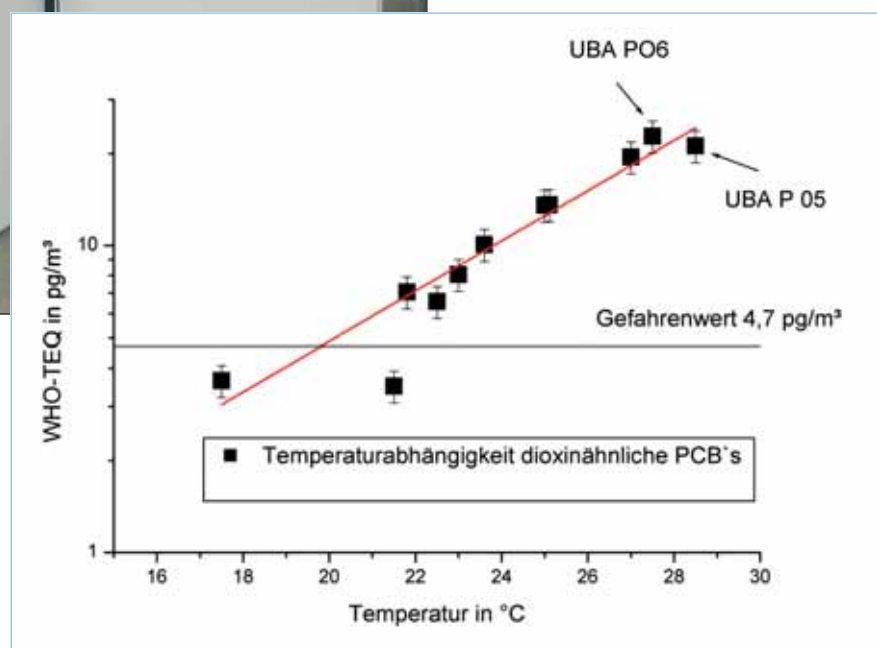
Ungeliebtes Erbe

Doch eine Million Tonnen einer Chemikalie mit äußerst geringer Neigung sich zu



Oben: Versuchseinrichtung.
Rechts: Temperaturabhängigkeit der Emission dioxinähnlicher PCB (Summe in Toxizitätsäquivalenten) in Innenräumen von Gebäuden mit vollflächig verlegten PCB-haltigen Deckenplatten unter Normbedingungen.

Bild u. Graphik: MPA Stuttgart



PCB in Gebäuden

In Gebäuden wurden PCB-Gemische primär als Weichmacher für Dichtungsmassen und Flammenschutzmittel für Anstriche verwendet. Weiterhin findet man PCB in Isolierflüssigkeiten von elektrotechnischen Bauteilen wie Transformatoren und Kondensatoren.

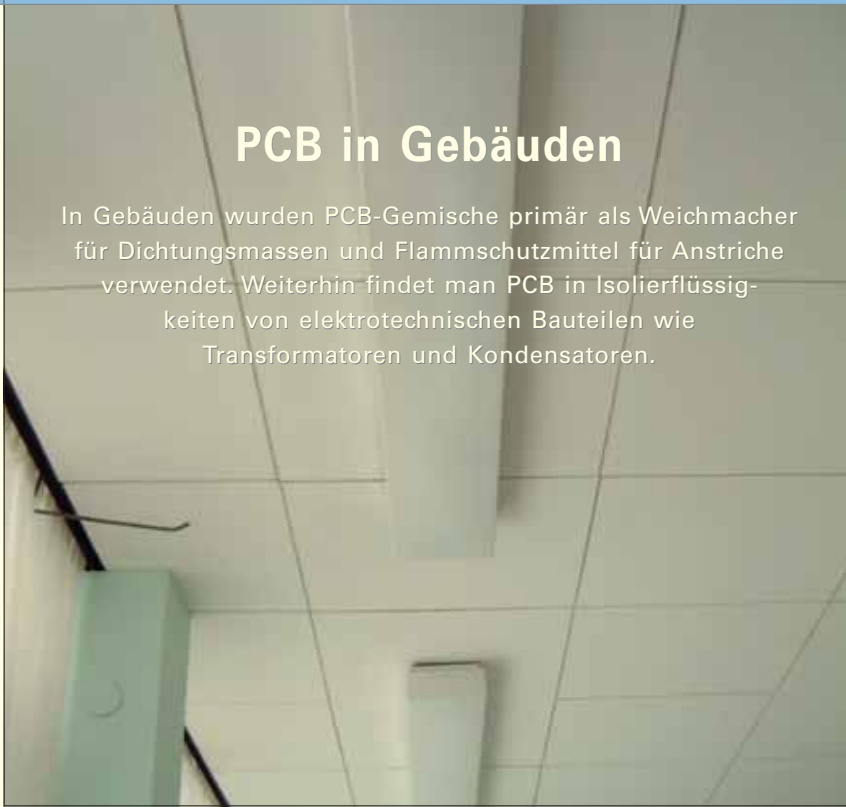


Bild: G. Zwiener

PCB-haltige „Wilhelmi-Deckenplatten“ fanden sich in vielen öffentlichen Gebäuden.



Bilder: G. Zwiener, Katalyse-Institut

Durch das Verdampfen des Weichmachers ist die Fugenmasse spröde und rissig geworden.



Aus den Kondensatoren alter Leuchtstofflampen kann PCB austreten.



Bild: Katalyse-Institut

Wand-Decken-Fuge aus PCB-haltiger Dichtungsmasse

zersetzen, verschwinden nicht einfach. Eine größere Menge an PCB findet sich zum Beispiel nach wie vor in Baumaterialien, etwa in Deckenplatten. „Das betrifft insbesondere Gebäude, die bis 1973 erstellt wurden“, erklärt Dr. Gerhard Volland, der die Abteilung „Dauerhaftigkeit und Schutz von Bauten und Anlagen“ der Materialprüfanstalt an der Universität Stuttgart leitet. Inzwischen fokussiert sich das Problem vor allem auf Gebäude der Öffentlichen Hand, meint er. „Industriegebäude haben eine viel kürzere Halbwertszeit“. Dennoch könnte man inzwischen fast von einem Problem der Vergangenheit reden, fügt Volland hinzu. Viele Gebäude seien schon saniert worden oder stünden zumindest auf dem Sanierungsplan. Bei einer ersten Abschätzung kamen die Experten der Materialprüfanstalt auf rund 100.000 Quadratmeter an PCB-belasteten Schallschutz-Deckenplatten allein in Gebäuden im Besitz des Landes Baden-Württemberg. Dies würde einen Sanierungsaufwand von 20 bis 40 Millionen Euro bedeuten, wenn die Innenraum-Belastung aller Räume mit PCB-haltigen Deckenplatten tatsächlich über den zulässigen Werten liegen sollte.

Viele Faktoren beeinflussen die Belastung

In einem Projekt, das bereits von 2002 bis 2003 lief, stellten Volland und sein Team einen bedenkenswerten Sachverhalt fest: Die Wissenschaftler konnten zeigen, dass die Konzentration von PCB in Innenräumen von zahlreichen Faktoren in ganz erheblichem Maße beeinflusst wird. Die Unterschiede können so weit gehen, dass ein messtechnisch überprüfter Raum an einem Tag die Kontrollen passiert, an einem anderen Tag jedoch saniert werden müsste. Wichtige Einflussfaktoren sind unter anderem die Temperatur und die Häufigkeit des Lüftens, die Größe der Fläche, die PCB abgibt, oder auch die Nutzung des Raumes.

Experten haben festgestellt, dass die Gehalte von PCB in ein und demselben In-



Bild: I. Lehmann

Dr. Gerhard Volland an seinem Schreibtisch

nenraum selbst unter den scheinbar vergleichbaren Messbedingungen, wie sie nach Norm-Vorgaben festgelegt sind, je nach Jahreszeit zwischen 700 und 2.000 Nanogramm pro Kubikmeter schwanken. Bekannt ist zum Beispiel, dass eine Erhöhung der Temperatur um etwa fünf Grad zu einer Verdopplung der Konzentration der verschiedenen Verbindungen führt, die zur Gruppe der polychlorierten Biphe-

nyle gerechnet werden. Eine Tatsache, zu der die BWPLUS-Studie der Materialprüfanstalt und eine Studie des Umweltbundesamts sehr gut übereinstimmende Ergebnisse erzielten (s. Graphik auf S. 79).

Wahre Werte

„Allerdings war für uns der Zusammenhang mit der Temperatur nicht allein interessant,



Bild: Universität Stuttgart

Auch die Universitäten des Landes – hier der Campus in Stuttgart-Vaihingen – wurden nach Akustik-Deckenplatten mit PCB durchforstet. Nicht selten wurden die Wissenschaftler fündig.

PROJEKT

Dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (PCB) und polychlorierte Dioxine/Furane (PCDD/F) im Innenraum – Modelluntersuchungen zum Einfluss PCB-belasteter Bauteile und Baustoffe auf die Innenraumluft in Abhängigkeit von baulichen Einrichtungen und klimatischen Randbedingungen.

Laufzeit: 12/2003 bis 12/2004

KONTAKT

Dr. rer. nat. Gerhard Volland
Materialprüfanstalt Universität Stuttgart
Gerhard.Volland@mpa.uni-stuttgart.de
www.mpa.uni-stuttgart.de

sondern vor allem die Messung der PCB-Belastung unter tatsächlichen Nutzungsbedingungen statt unter den 'Norm-Bedingungen', so Volland. So werde zum Beispiel der Raum, in dem die Messung stattfinden soll, nach Norm-Bedingungen abends vor der Messung gut gelüftet. Und was in dem Raum tagsüber geschieht, spiele keine Rolle. Im Projekt wurden dagegen die fünf einbezogenen Gebäude, von denen eines zur Gegenkontrolle keine PCB-haltigen Deckenplatten enthielt, über einen längeren Zeitraum beprobt. Wo immer möglich, wählten die Wissenschaftler die Lage der Messräume in den untersuchten Objekten so aus, dass diese nach verschiedenen Himmelsrichtungen ausgerichtet waren. Vorgaben für die Nutzer zur Lüftungshäufigkeit gab es nicht. Parallel zur üblichen Erfassung der Luftfeuchte und Raumtemperatur wurde kontinuierlich der Gehalt der Luft an Kohlendioxid gemessen. Damit war es möglich, die von den Nutzern im Alltag tatsächlich durchgeführten Lüftungsmaßnahmen festzustellen. Die Messungen unter Real-Bedingungen zeigten eindeutig, dass die Gefährdungssituation durch PCB in der Innenraumluft anhand der in der Praxis üblichen Normmethode überschätzt wird.

„Insgesamt übertrifft der Anteil an PCB, der über die Nahrung aufgenommen wird, bei weitem die Menge an PCB, die man über die Luft einatmet“, stellt Volland fest. Die Mehrzahl der PCB-Kongene-

ner aus den Deckenplatten liegen in der Raumluft partikelgebunden vor, so dass man davon ausgehen muss, dass die Emissionsrate und damit die Konzentration in der Raumluft wesentlich auch von deren Feinstaubgehalt abhängt. Darum sei im Zusammenhang mit der Belastung mit polychlorierten Biphenylen auch die Feinstaubkonzentration der Luft von großer Bedeutung. Volland hält es deshalb für „dringend erforderlich“, die Korrelation zwischen Feinstaubkonzentration und schwer flüchtigen organischen Verbindungen zu erforschen.

Noch viel zu erforschen

Insgesamt ist die Bewertung von PCB und damit auch die Festsetzung eines Richtwerts, unter der die Belastung in jedem Fall bleiben muss, ausgesprochen schwierig: Der Mix aus verschiedenen chemischen Verbindungen, der unter dem bekannten Namen PCB zusammengefasst wird, ist keineswegs so einheitlich wie das Kürzel suggeriert. PCB ist vielmehr ein Gemisch aus mehr als 200 Einzelverbindungen (Kongenere: con genus, vom gleichen Stamm) mit vergleichbarer Grundstruktur, jedoch unterschiedlichem Chlorierungsgrad. Einige der Verbindungen wirken dioxinähnlich, die große Masse wurde als „nicht-dioxinähnliche PCB“ eingestuft. Eine von der Europäischen Kommission bei der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (European Food Safety Authority – EFSA) in Auftrag gegebene Studie ergab zahlreiche Hinweise auf nachhaltige Schädigung der Gesundheit durch die PCB-Gruppe. Für die über die Innenraumluft eingeatmeten Substanzen sind die Forschungen allerdings noch nicht abgeschlossen. Dennoch gab eine Arbeitsgruppe der Innenraumluftthygiene-Kommission 2007 neue Richtwerte für Innenräume heraus. Für die Festlegung der Werte waren nicht zuletzt die Messungen der Stuttgarter Wissenschaftler von Bedeutung.

Iris Lehmann

Es gibt noch mehr ...

Internetpräsenz der Umweltforschung Baden-Württemberg

Seit gut 25 Jahren fördert das Land Baden-Württemberg Vorhaben der Umweltforschung. Eine Auswahl besonders erfolgreicher Projekte stellt die vorliegende Publikation vor. Doch es gibt noch mehr: Weiteres zu abgeschlossenen Projekten, aber auch zu ganz aktuellen Ausschreibungen bieten die Internetseiten des Umweltministeriums, des PTKA und der LUBW zur Umweltforschung Baden-Württemberg.

Forschungsförderung

Erfolgreicher Umweltschutz muss dynamisch sein: Die Fragestellungen zum Erhalt unserer natürlichen Lebensgrundlagen wandeln sich, neue Umweltprobleme werden erkannt. Baden-Württemberg orientiert seine Umweltforschung an den gegenwärtigen Herausforderungen und passt die Förderschwerpunkte daher regel-

mäßig an. Eine Übersicht über aktuelle Ausschreibungen, derzeit laufende Förderprogramme, Pressemitteilungen und weitere Informationen zur Umweltforschung Baden-Württemberg stellt das Umweltministerium auf seinen Internetseiten unter www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/9277/ zur Verfügung.



Bild: Umweltministerium Bad.-Württ.

Projektbegleitung

Der Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe (PTKA) ist Partner und Mitgestalter bei der Förderung wissenschaftlicher und anwendungsorientierter Forschung. Er dient als Anlaufstelle und Berater für Antragsteller und unterstützt und begleitet die Zuwendungsempfänger bei der Durchführung ihrer Forschungsprojekte.

Neben Förderprogrammen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie und der Landesstiftung Baden-Württemberg betreut der PTKA auch das Baden-Württemberg Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung (BWPLUS) des Umweltministeriums.

Detaillierte Informationen zu aktuellen Ausschreibungen und Bewerbungsfristen in BWPLUS, Hinweise für Antragsteller und alle relevanten Formulare können auf den Internetseiten von BWPLUS abgerufen werden unter www.bwplus.fzk.de.

Forschungstransfer

Die LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg fördert den Austausch zwischen Wissenschaft und Anwendern, begleitet den Transfer der Projektergebnisse in die Öffentlichkeit und klärt im Dialog mit der Praxis den Forschungsbedarf. Informationen zum Forschungstransfer finden sich im Internet unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/35988/.

Hier können beispielsweise alle Journale zur Umweltforschung und Umwelttechnik in Baden-Württemberg kostenlos heruntergeladen werden. Über den Button „Fachinformationen“ erhält der Nutzer Zugang zu den Zwischen- und Schlussberichten laufender und abgeschlossener Umweltforschungsprojekte.

Ruth Heesen



Screenshots der Internet-Seiten des Umweltministeriums Karlsruhe und der LUBW zur Umweltforschung Baden-Württemberg



Bild: Forschungszentrum Karlsruhe



Bild: LUBW



Projekträger
Forschungszentrum
Karlsruhe (PTKA)



Baden-Württemberg
UMWELTMINISTERIUM

