

Jahresbericht 2000/2001



Jahresbericht 2000/2001



Herausgegeben von der
Landesanstalt für Umweltschutz
Baden-Württemberg
1. Auflage

Karlsruhe 2002

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg 76157 Karlsruhe · Postfach 21 07 52, http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de
ISSN	1439-6270 (Bd. 24, 2002)
Umschlaglayout	Stephan May · Grafik-Design, 76227 Karlsruhe
Titelbild	Dr. Christine Ritschel, 66123 Saarbrücken
Druck	Greiserdruck GmbH & Co. KG, 76437 Rastatt
Umwelthinweis	gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier
Bezug über	Verlagsauslieferung der LfU bei JVA Mannheim – Druckerei, Herzogenriedstr. 111, 68169 Mannheim Telefax 0621/398-370

Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.



Im Jahr 2000 hat die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) ihren 25-jährigen Geburtstag gefeiert. Mit zahlreichen Veranstaltungen haben wir uns aus diesem Anlass nicht nur an Fachleute aus der Umweltverwaltung, sondern auch an die breite Öffentlichkeit gewendet. Denn eine intakte Umwelt ist eines der wichtigsten gesellschaftspolitischen Ziele unserer Zeit. Wir verfolgen mit unserer Arbeit das Ziel, zu einer dauerhaften und umweltgerechten Entwicklung beizutragen, die auch zukünftigen Generationen noch Freiräume und Entwicklungschancen lässt. Diesem 1992 auf dem Weltgipfel von Rio de Janeiro im Rahmen der Agenda 21 beschlossenen Grundsatz einer nachhaltigen Entwicklung ist die LfU in vielfältiger Weise verbunden.

Die Vision von einer nachhaltigen Entwicklung des Standortes Baden-Württemberg durchzieht wie ein roter Faden unsere Arbeit bei der

Bewertung von umweltrelevanten Vorgängen und bei der Beratung der Ministerien und Fachbehörden des Landes in Fragen des Umweltschutzes, des Natur- und Artenschutzes sowie des technischen Arbeitsschutzes und des Strahlenschutzes. Wir arbeiten dabei eng mit den staatlichen und kommunalen Behörden, mit Verbänden und öffentlichen Einrichtungen sowie mit Wissenschaft und Forschung zusammen.

Zentrale Bedeutung bei einer nachhaltigen Entwicklung haben Maßnahmen zur Schonung der natürlichen Ressourcen. Die LfU befasst sich daher intensiv mit dem Einsatz regenerativer Energien wie der Solar- und Windenergie sowie alternativen Energiesystemen wie z.B. Blockheizkraftwerken.

Da die Erhaltung unserer natürlichen Lebensgrundlage jedoch nicht einseitig vom Staat verordnet werden kann, sondern zum festen Bestandteil des gesellschaftlichen Bewusstseins werden muss, unterstützen wir auch die Wirtschaft bei der Umsetzung der EG-Öko-Audit-Verordnung EMAS und der Einführung von Umweltmanagement-Systemen. Um langfristig den Flächenverbrauch – der in Baden-Württemberg noch immer täglich etwa 12 ha beträgt – zu senken, führen wir derzeit in den Städten Bruchsal und Bad Wildbad ein Modellprojekt zum Flächenressourcen-Management durch. Aus den dabei gewonnenen Erfahrungen wollen wir ein Instrumentarium entwickeln, das Städten und Gemeinden bei einem sparsameren Umgang mit ihren Flächen hilft. Ein weiteres Schwerpunktthema der LfU zur Verringerung des Energie- und Rohstoffverbrauches ist die Optimierung von Stoffströmen in kleinen und mittleren Unternehmen. Hier sind inzwischen zahlreiche branchenspezifische Modellstudien erstellt worden, die im Sinne einer „Best-Practice-Lösung“ für viele Unternehmen bereits Vorbildcharakter haben.

Zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen ist die LfU bei der Umsetzung der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie sowie der EU-Vogelschutzrichtlinie aktiv. Die LfU hat die Gebietsmeldungen bearbeitet und wird zukünftig landesweit die Maßnahmen zur Pflege und Entwicklung der Gebiete koordinieren.

Da Städte und Gemeinden für das Erreichen einer nachhaltigen Entwicklung eine entscheidende Rolle spielen, fördert die LfU durch die Arbeit ihres Agendabüros auch die Vernetzung von Initiativen und Konzepten aus den verschiedenen Themenbereichen wie beispielsweise „Ökologie, Soziales und Wirtschaft“. Das Büro unterstützt die Kommunen bei der Aufstellung und Umsetzung einer Lokalen Agenda 21. Inzwischen haben in Baden-Württemberg 337 Städte, Gemeinden und Landkreise beschlossen, eine Lokale Agenda 21 zu erarbeiten.

Mit dem vorliegenden Jahresbericht möchten wir Ihnen einen Einblick in die von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) in den Jahren 2000 und 2001 geleistete Arbeit vermitteln. Ich hoffe, dass es uns dabei gelungen ist, bei der Beschreibung unserer Ergebnisse auch für Leserinnen und Leser verständlich zu bleiben, die keine Fachleute sind. Noch mehr erfahren Sie über uns, wenn Sie uns im Internet unter <http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de> auf unserer gerade neu gestalteten Homepage besuchen.

Verwaltung

Die Verwaltung – Dienstleister in der LfU	6
Die LfU als lernende Organisation – vom Leitbild zum Mitarbeiterzirkel	9
Frauen in der LfU	13

Ökologie, Boden- und Naturschutz

Indikatoren – Kenngrößen der Nachhaltigkeit	17
BofaWeb – das Boden-Informationssystem	21
Gewässerversauerung geht zurück – Forellenbestände in Schwarzwaldbächen erholen sich	24
Wirkungsbezogene Sedimentuntersuchungen in den großen Flüssen Baden-Württembergs	26
Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung: Entwicklung von Hilfestellungen für die Praxis	29

Industrie und Gewerbe, Kreislaufwirtschaft

Die Störfallverordnung – Ein Meilenstein für die Anlagensicherheit	33
Holzhackschnitzelheizanlagen – ein Beitrag zum Klimaschutz	37
Kosten- und umweltbewusst Druck machen – Stoffstromoptimierung in der Druckerei	41
KfÜ 2000	47
Skylinksonden-Einbindung ins KfÜ	51
Ableitung eines Luftqualitätsindex für Baden-Württemberg	55
Elektromagnetische Strahlung des Mobilfunks und mögliche Auswirkungen auf den Menschen	59
Behördliches Chemikalienmanagement in Baden-Württemberg – Präsentation im Internet	66
Bioabfallbehandlungsanlagen in Baden-Württemberg – ein Beitrag zur Kreislaufwirtschaft	70
Abbruch von Wohn- und Verwaltungsgebäuden – aber wie?	73

Wasser und Altlasten

Zum 80. Geburtstag: Das Institut für Seenforschung zieht in ein neues Institutsgebäude	78
Eintragswege und Verbleib von Fäkalkeimen im Einzugsgebiet des Bodenseezuflusses Seefelder Aach	82
Untersuchungen zur Entwicklung von Felcheneiern am Grund des Bodensees	87
Xenobiotika in Schwebstoffen und Sedimenten der Fließgewässer Baden-Württembergs	90
Neue Ansätze zur ökologischen Bewertung der Fließgewässer – für die EUWRRL 2000	94
Salzbelastung des Grundwassers im südlichen Oberrheingraben – Von der Bestandsaufnahme zum Prognoseinstrument	100
Flächendeckende Darstellung der Grundwasserbeschaffenheit – Das SimIK ⁺ -Verfahren	107
Kooperationsvorhaben KLIWA und Wasserhaushaltsmodelle in Baden-Württemberg	111
Einsatzmöglichkeiten der Vor-Ort-Analytik im Rahmen der Altlastenbearbeitung	116

Informationstechnik

Referenzdatenbank WAABIS: gemeinsamer Datenpool	
„Land-Kommune“ zur Lösung von Umweltproblemen	120
Umweltinformation für das Landes-Intranet: Wie die Kommunen sicher auf Web-Server der LfU zugreifen	122
Migration zu Windows/Office 2000	125
Natur und Landschaft auf dem Bildschirm – Digitale Karten und Anwendungen für den Naturschutz	127
Mit Ariadne im Cyberspace – Wegweiser im Labyrinth der Umweltinformationen	132
Ihre Mail auf Wanderschaft – die Mailwege im Geschäftsbereich des UVM	137

Publikationen der Landesanstalt für Umweltschutz

Veröffentlichungen der LfU 2000/2001	140
Veröffentlichungen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter 2000/2001	146
Pressemitteilungen 2000/2001	150
Verzeichnis der Autorinnen und Autoren	153

Die Verwaltung – Dienstleister in der LfU

Eine wissenschaftlich-technische Fachbehörde wie die Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) bedarf zu einem möglichst reibungslosen Funktionieren eine große Zahl interner Dienstleistungen, die von der Abteilung 1 – Verwaltung – erbracht werden.

Das Referat 11: „Organisation, Innerer Dienst“ sorgt für die Unterbringung sowie die arbeitsschutzgerechte Raumausstattung, die Beschaffung von Büromöbeln und Verbrauchsmaterial sowie die Ausstattung z.B. mit Kopiergeräten.

Die LfU hat im Frühjahr 2000 das für das Jahr 2002 verordnete Sparziel von 399 Stellen erreicht. Nun kann – wenn auch im bescheidenen Umfang – wieder dazu übergegangen werden, freiwerdende Stellen zu besetzen. Es ist Aufgabe einer fachlich abgestimmten Personalplanung, die durch rigorose Einsparung aller frei werdenden Stellen in fachlicher Hinsicht eingetretenen Defizite zu minimieren.

Ein weiteres wichtiges Ziel der Stellenbesetzungsstrategie ist es, die große Zahl von Be-

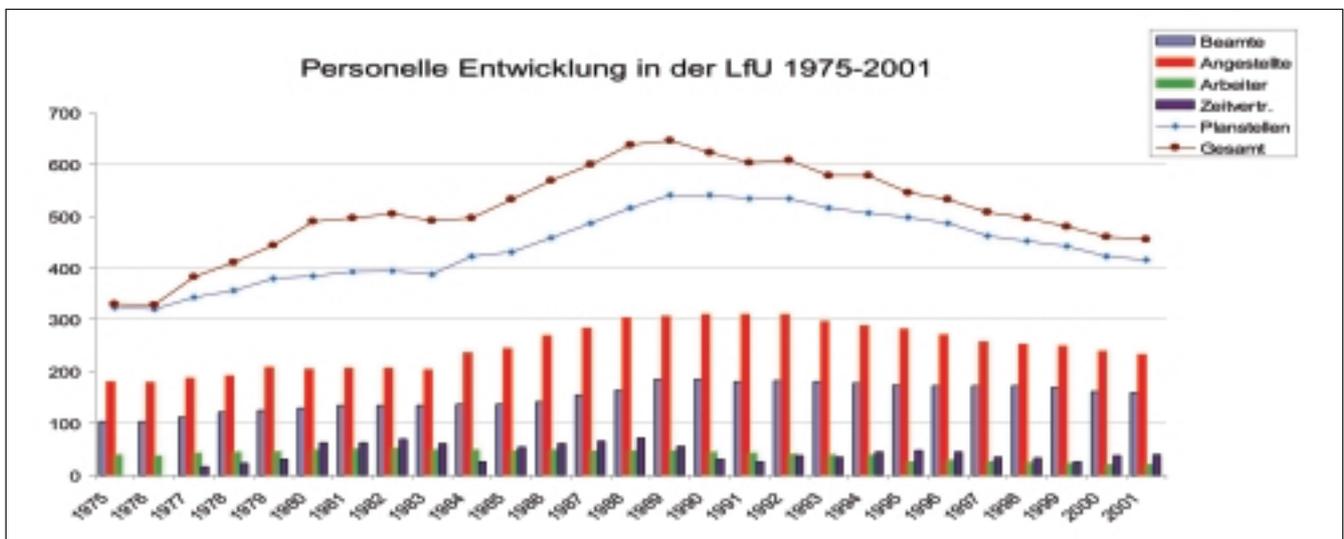


Abb. 1: Personelle Entwicklung in der LfU 1975–2001

Ein zentraler Schreibdienst ist für die Erstellung des Schriftguts eingerichtet, das in der Hausdruckerei vervielfältigt wird. Der Fuhrpark der LfU umfasst 25 PKW bzw. Kombifahrzeuge sowie neun Wasserfahrzeuge, darunter vier Untersuchungsschiffe, die überwiegend auf dem Rhein, dem Neckar und dem Bodensee zum Einsatz kommen.

Neun Kraftfahrer führen landesweit für die Fachabteilungen die Probenahme sowie die Wartungsarbeiten und Kalibrierung der Messeinrichtungen durch.

Personaleinsatz, Personalplanung sowie alle weiteren Aufgaben der Personalbewirtschaftung – soweit sie nicht beim UVM liegen – werden vom Referat 12: „Personal, Recht“ erfüllt.

diensteten mit Zeitverträgen durch Übernahme auf freie Stellen zu reduzieren.

Eine steigende Zahl sich verändernder, neuer Aufgaben, für die keine entsprechenden Stellen zur Verfügung gestellt werden, machten weitere Neueinstellungen in Zeitverträgen notwendig.

Die LfU bietet angehenden Diplom-Ingenieurinnen/Ingenieuren (BA) der Fachrichtungen Umwelt- und Strahlenschutz, Wirtschaftsinformatik sowie Informationstechnik als Ausbildungsfirma praxisorientierte Ausbildungsplätze.

Zusammen mit der Ausbildung zur Fachangestellten für Bürokommunikation sowie dem Lehrberuf Chemie-Laborant(in)

sind dies im Mittel 10 Ausbildungsplätze, die praxisnahe berufliche Bildung vermitteln.

Dazu kommen zahlreiche Praktikanten und Diplomanden, Teilnehmerinnen/Teilnehmer am freiwilligen ökologischen Jahr sowie Zivildienstleistende und schließlich Doktoranden, die alle bei der LfU als Lernende sowie als Bereicherung der innovativen Kräfte willkommen sind.

Die LfU hat nunmehr noch insgesamt 452 Beschäftigte, für die Personalkosten in Höhe von 18,8 Mio. € entstehen.

Einen erheblichen Teil der Fachaufgaben lässt die LfU von Dritten aufgrund von Werkverträgen erstellen. Insgesamt 6,1 Mio. € wurden hierfür im Jahr 2000 aufgewendet. Ausschreibung und Vergabe dieser Werkverträge werden vom Haushaltsreferat durchgeführt, dessen Aufgaben im Übrigen in der Gewährleistung eines planvollen, ordnungsgemäßen Haushaltsvollzuges liegen.

Fast 30.000 Einzelbuchungen und Überweisungen entlasten die Fachabteilungen vom Zahlungsgeschäft.

Ein elektronisches Haushaltsmanagementsystem, das auch die Fachabteilungen mit aktuellen Informationen über den Stand der Haushaltsmittel und der eingegangenen Verpflichtungen versorgt, erleichtert die geordnete Abwicklung des Haushalts der LfU, der im Jahr 2000 noch 105 Mio. DM umfasste. Die seither an die UMEG (Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit Baden-Württemberg) aus dem Haushalt der LfU geleisteten Zahlungen in Höhe von zuletzt 26 Mio. DM werden künftig der rechtsfähigen Anstalt direkt zugewiesen.

So erklärt sich, dass die Haushaltslage der LfU konstanter ist, als dies der Kurvenverlauf in der grafischen Darstellung (siehe Abbildung 2) vermuten lässt. Die Einführung der Kosten-Leistungs-Rechnung im Rahmen der Einführung Neuer Steuerungs-

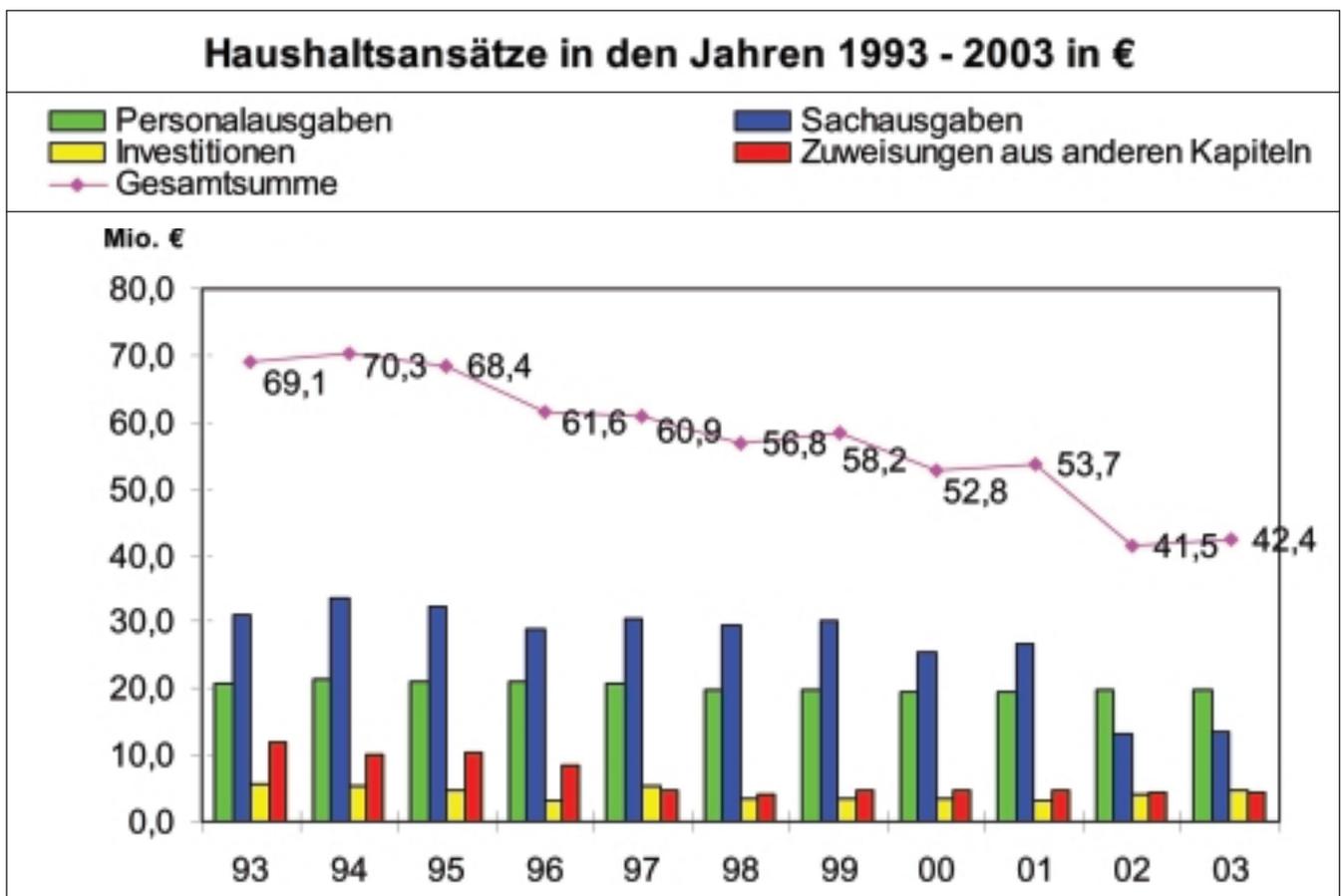


Abb. 2: Haushaltsansätze der LfU

instrumente (NSI) sowie eines Controlling wird künftig eine noch gezieltere Haushaltssteuerung erlauben.

Als weitere zentrale Service-Einrichtung ist das Chemische Zentrallabor mit seinen Querschnittsaufgaben in der Abteilung 1 der LfU angesiedelt.

Das Labor arbeitet eng mit den Fachabteilungen zusammen und führt analytisch-chemische Untersuchungen an verschiedenen Umweltproben wie Wasser, Boden, Sediment, Schwebstoff, Luft, pflanzlichen und tierischen Stoffen sowie an Abfallstoffen durch.

Dabei werden mit modernen Analysegeräten anorganische und organische (Schad-)

Stoffe bis in den unteren Spurenbereich bestimmt. Pro Jahr werden etwa 7.000 Proben mit circa 130.000 Einzelparametern untersucht. Der Schwerpunkt liegt, resultierend aus den Aufträgen, bei der Untersuchung von Wasser- und Bodenproben.

Weitere Aufgabengebiete sind die Entwicklung spezieller analytisch-chemischer Untersuchungsverfahren für die Umweltanalytik und die Qualitätskontrolle und Anerkennung (Zulassung) der für das Land Baden-Württemberg tätigen privaten analytisch-chemischen Untersuchungslabors.

Abteilung 1

Die LfU als lernende Organisation: Vom Leitbild zum Mitarbeiterzirkel

Zahlreiche Behörden des Landes haben inzwischen für ihre Arbeit ein Leitbild formuliert. Auch die LfU hat den Trend aufgegriffen und ebenfalls ein Leitbild entwickelt. Ausschlaggebend für diese Entscheidung war die Erkenntnis, dass erfolgreiches behördliches Handeln neben klaren Zielsetzungen auch „Teamgeist“, das heißt ein Stück weit eine gemeinsame Identität aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erfordert.

Für die LfU war daher wichtig, das Leitbild in einem Diskussionsprozess zu erarbeiten, bei dem möglichst alle, die in der LfU arbeiten, entweder direkt beteiligt sind oder sich zumindest einbringen können. Auf diese Weise sollte ein breiter Grundkonsens über die Werte und Ziele entstehen, auf denen die Arbeit der LfU basiert. Das Leitbild sollte dabei sowohl Maßstab für die tägliche Arbeit als auch Richtschnur für die zukünftige Entwicklung der LfU werden.

Der Beginn des Leitbildprozesses

Für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der LfU startete der Leitbild-Prozess im Mai 1999 mit der Auftaktveranstaltung. Die Präsidentin informierte über Sinn und Zweck eines Leitbildes und stellte den voraussichtlichen Verfahrensablauf zur Schaffung des Leitbildes vor. Vertreter der Polizeidirektion Offenburg und der Gewässerdirektion Donau/Bodensee berichteten über die in ihrem Bereich durchgeführten Leitbildprozesse.

Nach dieser Veranstaltung konstituierte sich eine abteilungsübergreifende Arbeitsgemeinschaft (AG Leitbild). Die AG legte die Rahmenbedingungen und das Grobraster des Leitbildes fest. Die anschließenden Feinarbeiten leisteten vier für die Mitarbeit aller Beschäftigten offene Unterarbeitsgruppen, die sich in moderier-

ten Workshops mit einzelnen Themenschwerpunkten befassten:

Gruppe 1:

- Erhalt und Weiter-(Fort-)entwicklung unserer Kompetenz und Fähigkeiten
- Kultur der Führung und Zusammenarbeit
- Wie gehen wir miteinander um?

Gruppe 2:

- Fachliche Aufgaben der LfU
- Was macht die LfU?
- Welchen Grundsätzen fühlen wir uns verpflichtet?

Gruppe 3:

- Wirkung und Kompetenz nach außen

Gruppe 4:

- Wie arbeiten wir?

Insgesamt haben 60 Beschäftigte (das heißt etwa rund ein Siebtel des LfU-Personals) in den abteilungsübergreifend zusammengesetzten Gruppen mitgewirkt.

Die AG Leitbild bündelte anschließend die Resultate aus den Gruppen und erstellte einen ersten Vorentwurf des Leitbildes, der im Intranet zur Stellungnahme veröffentlicht wurde. Auf diese Weise wurde eine möglichst frühzeitige und breite Beteiligung aller Beschäftigten sichergestellt. Ferner bestand die Möglichkeit, sich in einer speziell eingerichteten Newsgroup im Intranet und bei einer Fragebogenaktion zum Leitbild-Entwurf zu äußern.

Die AG Leitbild arbeitete die Ergebnisse der Anhörung in einen weiteren Entwurf ein. Nach der anschließenden Diskussion des Leitbildentwurfes auf Personalversammlungen in Karlsruhe, Stuttgart und Langen argen erfolgte die endgültige Verabschiedung des Textes – auch unter

Beteiligung des Personalrates – Anfang 2000.

Inhaltlich besteht das Leitbild der LfU aus einer Präambel und den folgenden fünf Leitsätzen, die im Leitbild-Text noch näher erläutert und konkretisiert werden:

- Die LfU sieht sich dem ganzheitlichen Umweltschutz verpflichtet.
- Die LfU trägt zur Erhaltung und weiteren Verbesserung der Umweltqualität in Baden-Württemberg bei.
- Das Wichtigste der LfU sind ihre Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.
- Wir sind Dienstleister.
- Die Qualität unserer Arbeit ist uns wichtig.

Umsetzung des Leitbildes

Allen an der Entstehung des Leitbildes Beteiligten war von Anfang an klar, dass mit dem Druck und mit der Ausgabe des westentaschengroßen und in Form des LfU-Logos geschnittenen Leitbildes der eigentliche Leitbildprozess noch nicht abgeschlossen ist.

Obgleich bereits die Formulierung des Leitbildes auch außerhalb der Arbeitsgruppen Diskussionen ausgelöst hat – beispielsweise über Führungsverhalten, Informationsmanagement und Umweltschutz am Arbeitsplatz – sind auch in Zukunft noch weitere Maßnahmen erforderlich, um die Gedanken des Leitbildes nachhaltig in der alltäglichen Arbeit der LfU zu verankern.

Eine wichtige Rolle für den Fortgang des Leitbildprozesses kommt der Geschäftsführung der AG Leitbild zu. Die Geschäftsführung besteht aus drei Mitgliedern – darunter ein Mitarbeiter der Koordinierungsstelle – die sich abteilungsübergreifend um die Umsetzung des Leitbildes kümmert.

Einführung von Mitarbeiterzirkeln

Die AG Leitbild schlug die Einführung von moderierten Mitarbeiterzirkeln (Qualitätszirkeln) vor. Die Zirkel knüpfen an den Satz

im Leitbild der LfU an, wonach das Wichtigste der LfU ihre Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sind.

Ein Mitarbeiterzirkel ist eine fach- und laufbahnübergreifende, aus ca. 5 bis 7 Personen zusammengesetzte Arbeitsgruppe, die sich mit einem Problem in der LfU beschäftigt und in der alle Mitglieder gemeinsam nach Lösungen suchen.

Die Mitarbeiterzirkel sind Ausdruck des Selbstverständnisses der LfU, die sich als „lernende Organisation“ begreift, die kontinuierlich ihr Handeln und ihre Struktur hinterfragt, um Verbesserungspotenziale zu ermitteln.

Die Mitarbeiterzirkel bieten dabei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern die Chance, Probleme anzupacken und Lösungen zu erarbeiten, statt sich „nur“ über Probleme zu ärgern. Reizvoll an der Arbeit im Zirkel ist besonders die Möglichkeit, in einem Team ohne Hierarchieschranken an Problemlösungen und Veränderungsprozessen zu arbeiten.

Um mögliche Themen für die Zirkel zu ermitteln, fand nach einer Einführungsveranstaltung, in der Vertreter des Regierungspräsidiums Karlsruhe über ihre Erfahrungen mit Zirkeln berichteten, eine schriftliche Mitarbeiterbefragung statt. Aus den eingegangenen Vorschlägen bildete die AG Leitbild mehrere Themenkreise, zu denen inzwischen fünf Zirkel stattgefunden haben. Insgesamt arbeiteten in den Zirkeln bislang – zusätzlich zu den normalen Aufgaben in der LfU – 44 Personen mit.

Die Vorschläge aus dem Zirkel „Umgang mit Verpackungsmaterial“ führten unter anderem zu Änderungen in den Musterverträgen mit den Lieferanten der LfU. Ziel ist, die Entsorgung von Verpackungsmaterial umweltfreundlicher und kostengünstiger zu gestalten.

Der Zirkel „Einführung neuer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter“ hat eine Informationsbroschüre erstellt, die zukünftig allen Neulingen an der LfU ausgehändigt wird. Ferner hat der Zirkel eine Checkliste

erarbeitet, die bei einem Personalwechsel einen reibungslosen Start der Nachfolgerin bzw. des Nachfolgers sicherstellen soll.

Ein weiterer Vorschlag zur Erleichterung der Einarbeitung betrifft die Einführung von „Paten“ für neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Die Zirkel „Informationsaustausch im Institut für Seenforschung“ und „Umgang mit elektronischer Post“ haben Vorschläge entwickelt, wie Tätigkeiten effektiver gestaltet werden können. Auf Anregung des Zirkels „Motivation geht alle an“ werden zum Beispiel Vorträge zum BAT- und zum Beamtenrecht stattfinden. Ferner soll die interne Rotation innerhalb der LfU erleichtert werden.

Um eine Einbindung der Zirkel in die Verwaltungsorganisation der LfU sicherzustellen, präsentieren die Zirkel ihre Arbeitsergebnisse vor der Umsetzung der „Lenkungsgruppe Leitbild“. Dieses aus der Präsidentin, Personalrat, Frauenvertretung, Schwerbehindertenvertretung und Geschäftsführung Leitbild zusammengesetzten Gremium entscheidet verbindlich über die Realisierung der Zirkelvorschläge.

Die im Anschluss erfolgende Umsetzung der Zirkel-Vorschläge obliegt nicht mehr den Zirkeln, sondern den zuständigen Abteilungen.

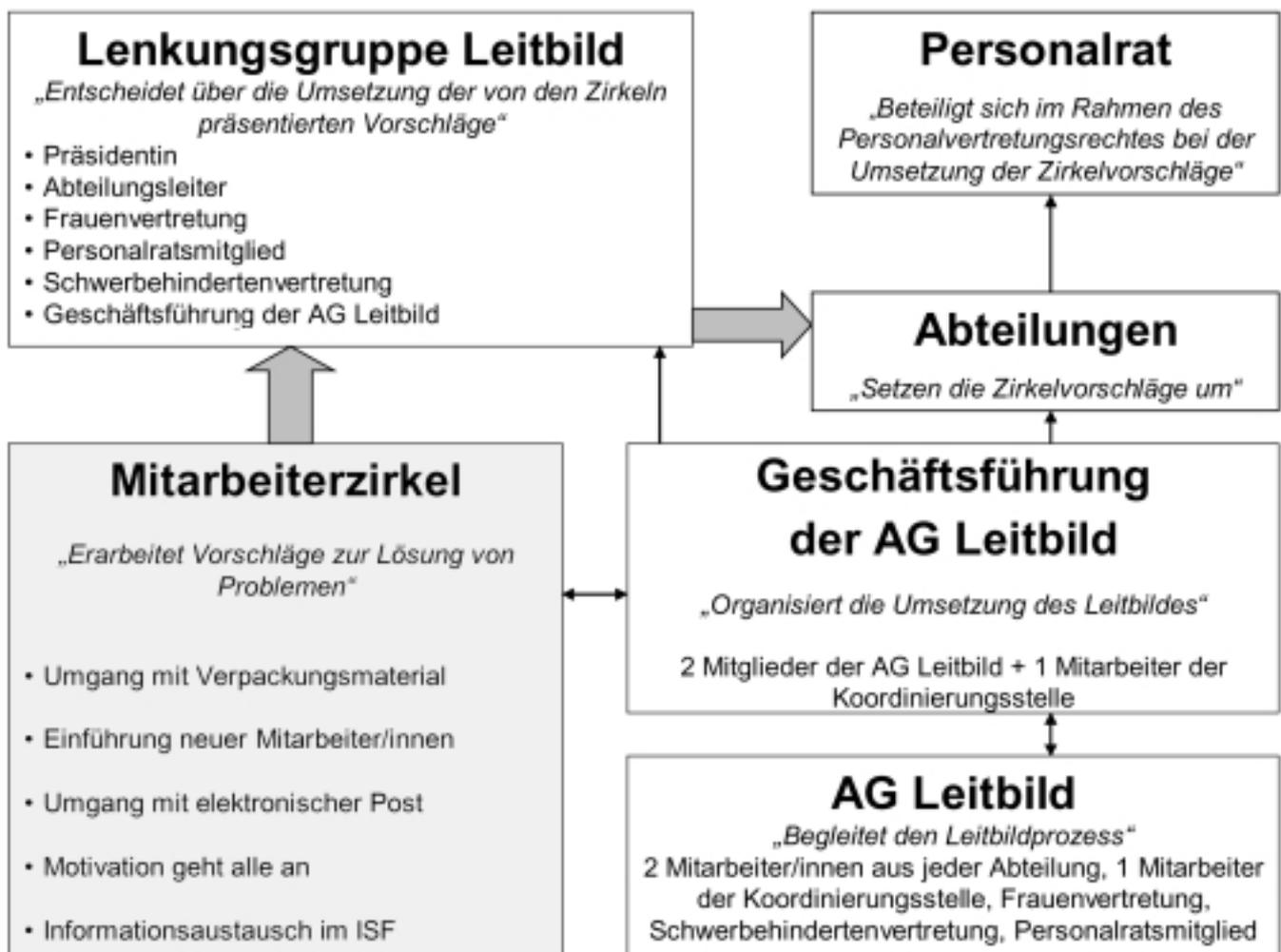


Abb. 1: Organisation des Leitbildprozesses

Moderatorenpool und Klausursitzungen

Die Moderation der Zirkel erfolgte durch LfU-Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die sich zuvor in einem mehrtägigen, von einer Beratungsfirma durchgeführten Moderationstraining auf die Rolle vorbereitet hatten.

Um die dabei gewonnenen Kenntnisse auch über die Zirkel hinaus besser zu nutzen, wurde ein Moderatorenpool geschaffen. Die Mitglieder des Pools moderieren auf Anfrage allein oder zu zweit in fremden Abteilungen oder Referaten, Besprechungen oder Workshops. Alltägliche Routinebesprechungen, Personalsachen oder Konfliktgespräche sind dabei jedoch ausgenommen.

Neben den Mitarbeiterzirkeln und dem Moderatorenpool sind regelmäßige Klausursitzungen der Präsidentin mit den Abteilungsleitern sowie der Abteilungsleiter mit den Referatsleitern weitere Resultate aus dem Leitbildprozess an der LfU.

Ausblick: Mitarbeiterbefragung

Führungskräften kommt bei der Umsetzung des Leitbildes eine Schlüsselfunktion zu: Auf Vorschlag eines Mitarbeiterzirkels wird daher in der LfU eine Mitarbeiterbefragung zum Führungsverhalten stattfinden. Die anonym durchgeführte Befragung soll Grundlage für ein – eventuell moderiertes – Gespräch zwischen Vorgesetzten und Mitarbeitern sein.

Eine „Benotung“ oder ein Vergleich der Führungskräfte untereinander ist nicht geplant. Die Konzeption der Befragung wird voraussichtlich von einem Mitarbeiterzirkel durchgeführt.

Damit ist der Leitbildprozess jedoch nicht abgeschlossen. Vielmehr sind auch weiterhin kontinuierliche Schritte erforderlich, um dem im Leitbild formulierten Anspruch gerecht zu werden.

Hubert Wenzel, Heinrich Hartig,
Oliver Morlock

Frauen in der LfU

Mit dem „Gesetz zur Förderung der beruflichen Chancen für Frauen und der Vereinbarkeit von Familie und Beruf im öffentlichen Dienst des Landes Baden-Württemberg (Fördergesetz/FG)“, das als Artikel 1 des Landesgleichberechtigungsgesetzes zu Beginn des Jahres 1996 in Kraft getreten ist, hat der Gesetzgeber die Rechtsgrundlage für die Gleichstellung von Frauen und Männern im öffentlichen Dienst ausdrücklich zu einem Grundsatz, einer Aufgabe und einem Ziel in der Landesverwaltung erklärt und konkretisiert. Das Gesetz konkretisiert das Verfassungsgebot „Frauen und Männer sind gleichberechtigt. Der Staat fördert die tatsächliche Durchsetzung der Gleichberechtigung von Frauen und Männern und wirkt auf die Beseitigung bestehender Nachteile hin.“ (Artikel 3 Abs. 2 Grundgesetz). Das Gesetz ist auf die berufliche Situation von weiblichen Beschäftigten des Landes ausgerichtet und nennt folgende Ziele:

- eine deutliche Erhöhung des Frauenanteils in Bereichen mit Unterrepräsentanz,
- eine Verbesserung der Zugangs- und Aufstiegsbedingungen für Frauen,

- die gezielte berufliche Förderung von Frauen,
- den Abbau von Benachteiligungen und
- die Vereinbarkeit von Beruf und Familie.

Wie haben sich die Entwicklungen der vergangenen Jahre niedergeschlagen und welche Auswirkungen zeigt das Frauenfördergesetz:

Beschäftigungsstruktur und Entwicklung des Frauenanteils in der LfU

Der Frauenanteil in der LfU hat sich seit Inkrafttreten des Gesetzes insgesamt positiv entwickelt und dies trotz gleichzeitigen Rückgangs der Gesamtzahl der Beschäftigten. Nahezu die Hälfte (40%) der bei der LfU Beschäftigten sind Frauen.

Aus der grafischen Darstellung in Abbildung 1 ist ersichtlich, dass die Frauen insgesamt immer noch unterrepräsentiert sind. Der Anteil der Frauen im höheren Dienst liegt bei 17% und im gehobenen Dienst bei 36%. Die Frauen in der LfU sind überwiegend in den unteren Dienststufen beschäftigt, was sich mit 70% Frauenanteil im mittleren Dienst deutlich zeigt.

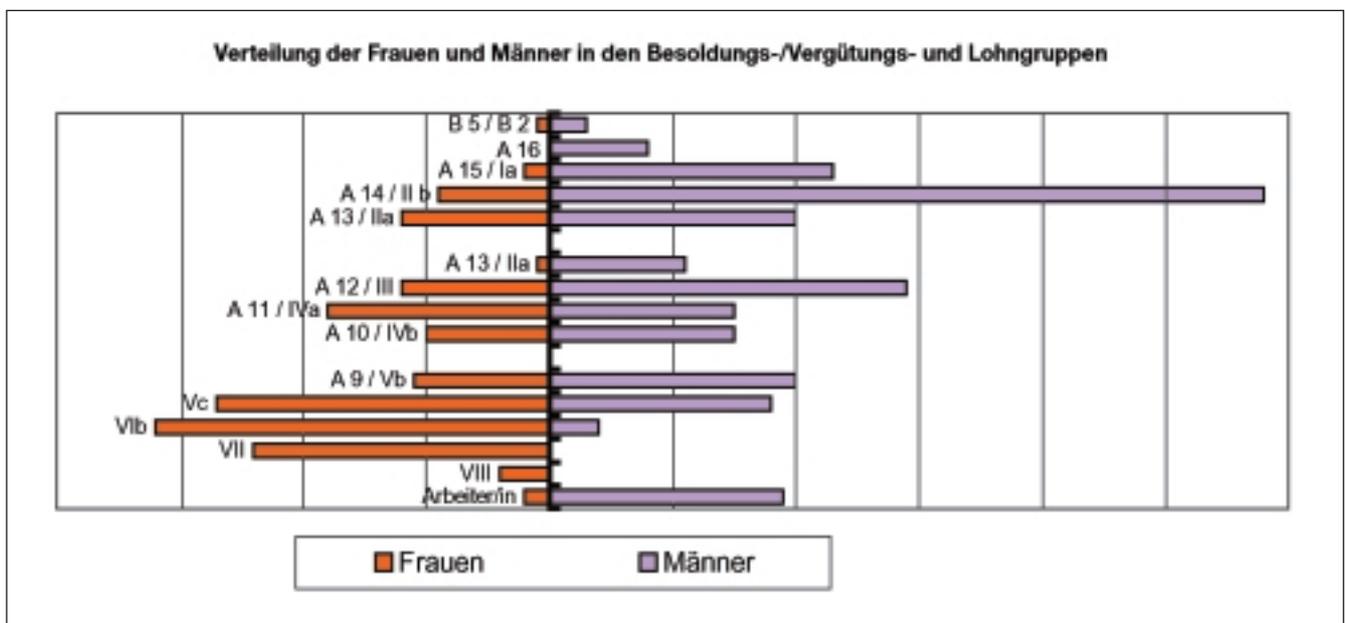


Abb. 1: Anteil der Frauen und Männer bei den Beschäftigten der LfU zum Stichtag 31.12.2001

Berufliche Fortentwicklung zeigt sich unter anderem auch dadurch, ob die Spitzenbesoldungsgruppen in der jeweiligen Laufbahn erreicht werden. In der LfU sind Frauen in den Spitzenbesoldungsgruppen weit geringer vertreten als ihrem Anteil an der Laufbahngruppe entspricht. Dies betrifft besonders den mittleren Dienst, was umso bemerkenswerter ist, da Frauen hier besonders stark vertreten sind. Auch einen Aufstieg im Beamtenbereich vom mittleren in den gehobenen Dienst hat bisher in der LfU 1 Mann, und vom gehobenen Dienst in den höheren Dienst haben an der LfU bisher 5 Männer und noch keine Frau erreicht.

Befristete und unbefristete Stellenbesetzungen, Verbeamtungen

Bei Einstellungen wurde verstärkt unter Beachtung des Leistungsgrundsatzes auf die Erhöhung des Frauenanteils in den unterrepräsentierten Bereichen geachtet. Vor dem Hintergrund der Stelleneinsparauflagen der vergangenen Jahre konnten in den Jahren 2000 und 2001 begrenzt wieder unbefristete Einstellungen vorgenommen werden. Bei den unbefristeten Stellenbesetzungen lag der Anteil der Frauen im Jahre 2000 bei 100% und im Jahre 2001 bei 70%, wobei der Anteil der Frauen bei den befristeten Stellenbesetzungen im Jahre 2000 bei ca. 50% und im Jahre 2001 bei ca. 70% lag.

Hinsichtlich des Frauenanteils bei den Verbeamtungen in den Jahren 2000 und 2001 ergibt sich folgendes Bild. Von den jeweils 6 Verbeamtungen pro Jahr wurde nur eine Verbeamtung im Jahre 2000 und 2 Verbeamtungen im Jahre 2001 für Frauen ausgesprochen.

Frauen in Führungspositionen

Beim Anteil der Frauen in Führungspositionen hat in den letzten Jahren eine kontinuierliche Steigerung stattgefunden.

Frauenanteil	1995	1999	2001
Präsident/in	0 (0 %)	1 (100 %)	1 (100 %)
Abteilungsleitung	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Referatsleitung	1 (3 %)	2 (8,3 %)	2 (8,3 %)
Sachgebietsleitung	4 (6,6 %)	3 (6,8 %)	5 (13,1 %)
Führungspositionen Insgesamt	5 (5,1 %)	6 (8,3 %)	8 (11,8 %)

Tab.1: Frauen in Führungspositionen

Bei der LfU sind Frauen in Führungspositionen nach wie vor eine Ausnahme. Noch immer wird keine der 5 Abteilungen von einer Frau geleitet. Von den 24 Referatsleitungen sind derzeit 2 mit Frauen besetzt. Die Anzahl der Sachgebietsleiterinnen hat sich auf 5 erhöht und somit liegt der Anteil der Frauen mit 13,1% über der Größenordnung wie zum Zeitpunkt des Inkrafttretens des Fördergesetzes.

Die Anzahl der Frauen in Führungspositionen insgesamt erhöhte sich von 1995 mit 5 Frauen auf 6 Frauen im Jahre 1999 und liegt im Jahre 2001 bei 8 Frauen.

Fortbildung

Nach § 10 des Frauenfördergesetzes soll die berufliche Fort- und Weiterbildung weiblicher Beschäftigter insbesondere durch Veranstaltungen zur Höherqualifizierung gefördert werden. Frauen sollen entsprechend ihrem Anteil an der Zielgruppe an den Maßnahmen berücksichtigt werden.

An den allgemeinen dienstlichen Fortbildungsveranstaltungen des Innenministeriums nahmen Frauen der LfU entsprechend ihrem Anteil an der Zielgruppe und teilweise darüber hinaus teil.

Der Anteil der Frauen an den Veranstaltungen des Innenministeriums lag im Jahre 2001 im höheren Dienst bei 40%, im gehobenen Dienst bei 50% und im mittleren Dienst bei 92%.

Darüber hinaus wurden spezielle Fortbildungsveranstaltungen für Frauen angeboten. So führt das Ministerium für Umwelt und

Verkehr seit 1997 in seinem Geschäftsbereich das Seminar „Persönliche Autorität und Einflusswirkung – Ein Seminar für Frauen“ durch. Seit Beginn nahmen jedes Jahr 5 Frauen der LfU daran teil. Die LfU selbst führt jährlich die Fortbildungsveranstaltung für Frauen „Mit mehr Selbstbewusstsein erfolgreicher kommunizieren“ durch.

Vereinbarkeit von Beruf und Familie

Laut Gesetz hat die Dienststelle ein ausreichendes Angebot an Teilzeitarbeitsplätzen, auch bei Stellen mit Vorgesetzten- und Leitungsaufgaben zu schaffen, soweit zwingende dienstliche Belange nicht entgegenstehen. Teilzeitbeschäftigten sind die gleichen beruflichen Aufstiegsmöglichkeiten und Fortbildungschancen einzuräumen wie Vollzeitbeschäftigten.

In der LfU besteht eine Reihe von Möglichkeiten zur flexiblen Arbeitszeitgestaltung für Voll- und insbesondere für Teilzeitbeschäftigte. Für die Teilzeitbeschäftigten existieren zur Zeit 39 verschiedene Teilzeitmodelle. Insgesamt steigt der Anteil der Teilzeitbeschäftigten bei der LfU seit Jahren kontinuierlich an.

Der Anteil der Teilzeitbeschäftigten insgesamt bei der LfU lag im Jahre 1999 bei 18%. Seither gab es eine leichte Steigerung um 3%. Der Anteil der männlichen Teilzeitbeschäftigten lag 1999 unter 2% und liegt zwischenzeitlich bei 3%, wovon die Hälfte Teilzeitvereinbarungen

Teilzeitbeschäftigung	1999	2000	2001
Insgesamt (ohne Altersteilzeit)	80 (18%)	79 (18%)	87 (21%)
weiblich	73	71	75
männlich	7	8	12
davon aus familiären Gründen	31 (7%)	31 (7%)	44 (11%)
weiblich	30	28	38
männlich	1	3	6

Tab. 2: Teilzeitvereinbarungen (ohne Altersteilzeit)

bezogen auf die Männer aus familiären Gründen waren.

Seit Inkrafttreten des Fördergesetzes enthalten die Stellenausschreibungstexte den Hinweis, dass die Stelle auch mit Teilzeitkräften besetzt werden kann. Auch die Führungspositionen wurden als Teilzeitstellen ausgeschrieben, wobei seither eine der Führungspositionen in Teilzeit besetzt werden konnte. Es ist erstrebenswert, den Anteil der Teilzeitstellen auf Führungsebene zu erhöhen.

Fazit

Aus dem statistischen Zahlenmaterial lässt sich ableiten, dass verstärkte Anstrengungen zur Steigerung des Frauenanteils überwiegend in folgenden Bereichen nach wie vor erforderlich sind:

- im höheren Dienst
- bei Funktionsstellen (Führungs- und Leitungspositionen)
- bei Funktionsstellen in Teilzeit
- im gehobenen technischen Dienst
- in der Spitzenbesoldungsgruppe im mittleren Dienst
- beim Aufstieg vom mittleren in den gehobenen Dienst und vom gehobenen in den höheren Dienst

Das Fördergesetz hat bisher noch zu keiner deutlichen Veränderung dieser Situation geführt.

Auch das zweite Ziel des Fördergesetzes, die Vereinbarkeit von Beruf und Familie für Frauen und Männer zu fördern, ist trotz der im Einzelfall erzielten Fortschritte, insgesamt noch nicht zufriedenstellend erreicht. Es bedarf gezielter Maßnahmen zur Vereinbarkeit von Beruf und Familie wie z.B. Abordnung in Teilzeit, um bestehende Benachteiligungen zu beseitigen.

Es gilt die erfolgreichen Ansätze in der LfU, die Chancengleichheit durch interne Aktivitäten herzustellen, zu stabilisieren, in der Zukunft kontinuierlich auszubauen und damit den positiven Trend fortzusetzen. Die

Herstellung von Chancengleichheit in der LfU als Aufgabe aller Beschäftigten und nicht nur als Aufgabe der Frauenvertretung zu sehen, wird weiterhin die große Herausforderung der nächsten Jahre sein.

Besondere Verantwortung kommt dabei nach wie vor den Führungskräften zu.

Andrea Eichhorn, Ruth Baumann

Indikatoren – Kenngrößen der Nachhaltigkeit

Auf der Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro verständigten sich 1992 Industrie- und Entwicklungsländer in der so genannten „Agenda 21“ darauf, die Ressourcen der Erde künftig so behutsam zu bewirtschaften, dass sie den Ansprüchen einer wachsenden Weltbevölkerung genügen und auch zukünftigen Generationen noch Freiräume und Entwicklungschancen bieten. Die inzwischen von 178 Staaten unterzeichnete Agenda 21 betrifft mit den Handlungsfeldern „Ökologie“, „Ökonomie“ und „Soziales“ alle wesentlichen Politikfelder. Ziel der Agenda 21 ist die Sicherstellung einer nachhaltigen Entwicklung.

Unmittelbar nach der Konferenz begann die Entwicklung von Indikatoren als Monitoringsystem für die Umsetzung der Agenda 21. Diese Indikatoren sind Jahresmittelwerte ausgewählter, quantifizierbarer Schlüsselgrößen, die als Kurvenverlauf abgebildet werden. Die Trendlinien verdeutlichen den Grad einer festgelegten Zielerreichung oder die Wirksamkeit einer festgelegten Maßnahme. Viele Handlungsziele und Maßnahmen im Sinne der Agenda 21 sind von der nationalen bis zur kommunalen Ebene hin gleich, müssen aber auf Grund einer sehr unterschiedlichen Datenverfügbarkeit bei Land, Kreis oder Kommune mit verschiedenen Indikatoren verknüpft werden.

Dynamische Entwicklung eines Instrumentariums

In einer relativ kurzen Zeitspanne reiften in den letzten 10 Jahren die Ideen zur Ausweisung von Indikatoren als Hilfsinstrumente politischer Entscheidungen. Zunächst, noch vor der Konferenz in Rio, existierte nur der internationale Ansatz zu Umweltindikatoren der OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), der ein Vergleich von Wirt-

schaftswachstum und Ressourcenverbrauch verdeutlichte. Mit der Einrichtung der CSD (Commission for Sustainable Development), ausgehend von der Rio-Konferenz, erfolgte eine Ausdehnung der Betrachtung der Umweltbelange auf die Nachhaltigkeitsfelder „Soziales“ und „Ökonomie“. Die CSD legte 1995 einen ersten im Sinne des Nachhaltigkeitsgedankens umfassenden Indikatorensatz vor. Diese äußerst umfangreiche Palette von 134 Einzelindikatoren wurde 1997 an 22 Staaten (u.a. Deutschland) zur Erprobung übergeben. Als Fazit aus dieser Bearbeitungsphase hat der Staatssekretärausschuss für Nachhaltige Entwicklung (Green Cabinet) der Bundesrepublik Deutschland im Dezember 2001 einen Entwurf zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie mit „21 Indikatoren für das 21. Jahrhundert“ präsentiert (Pressemitteilung des Presse- und Informationsamtes der Bundesregierung Nr. 588/01 vom 19.12.2001).

Indikatoren für das Land Baden-Württemberg

Basierend auf den Vorschlägen der OECD und CSD hatte die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) im Rahmen der Umweltberichterstattung in den Umweltdaten 1995/1996 [1] ein erstes Konzept für 16 Umweltindikatoren vorgelegt. Neben ressourcenorientierten Indikatoren wurden in den Umweltdaten des Landes u.a. Indikatoren zur Luft- und Gewässergüte ausgewiesen, die in knapper Form einen übersichtlichen Gesamteindruck zur Entwicklung der Umweltsituation vermitteln sollten.

Parallel zu den Aktivitäten der LfU entwickelte die Akademie für Technikfolgenabschätzung einen ökonomisch geprägten Indikatorensatz für das Land. Seit Mitte des Jahres 2000 haben sich die beiden Institutionen auf einen gemeinsamen

Kernindikatorenansatz geeignet, der Arbeitsgrundlage für das Kapitel „Umweltindikatoren“ in den Umweltdaten 2000 [2] und dem Statusbericht 2000 der Akademie für Technikfolgenabschätzung war [3].

Im Zentrum der weiteren Fortschreibung dieser Landesindikatoren steht zum Ersten die Verknüpfung mit den umweltpolitischen Handlungszielen des Umweltplans Baden-Württemberg [4] und zum Zweiten die Abstimmung mit dem Entwurf eines gemeinsamen Basisindikatorenansatzes im Rahmen eines 2000 gegründeten Länderarbeitskreises, der die bundesweite Harmonisierung der verschiedenen länderinternen Ansätze zum Ziel hat. Die Ausweitung der Landesindikatoren auf die Bereiche „Soziales“ und „Ökonomie“ ist vorgesehen. Erste Schritte wurden hierzu von der Akademie für Technikfolgenabschätzung im Statusbericht 2000: „Nachhaltige Entwicklung in Baden-Württemberg“ [3] unternommen. Es wurden Indikatoren zu Humanressourcen (Bildung und Wissen) und zu den Rahmenbedingungen einer nachhaltigen Entwicklung (Wirtschaft, Lebensbedingungen, Bevölkerung und Gesundheit) aufgezeigt.

Nachhaltigkeitsindikatoren im kommunalen Bereich

Für den kommunalen Bereich hat das Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg 1999 die Landesanstalt für Umweltschutz mit der Entwicklung von „Nachhaltigkeitsindikatoren für die Lokale Agenda 21“ beauftragt. Diesem Projekt haben sich die Bundesländer Bayern, Hessen und Thüringen angeschlossen. Aufbauend auf die vorhandenen Informationen des Bundes und der Länder wurden 24 Nachhaltigkeitsindikatoren ausgewiesen, die in einer umfangreichen Pilotphase in Gemeinden und Landkreisen getestet wurden. Zu festgelegten Handlungszielen wurden geeignete Schlüsselgrößen als Indikatoren ausgewiesen. Vor allem die Datenverfügbarkeit zur Erstellung von circa 10 Jahre zurückreichen-

den Trendlinien war eine stark selektierende Rahmenbedingung.

Das Ergebnis dieser Pilotphase ist die Broschüre „Leitfaden – Indikatoren im Rahmen einer lokalen Agenda 21“ [5], der Handlungsziele und die damit verknüpften und auch praktikablen Indikatoren darstellt. Ausgehend von diesem Leitfaden ist es für Kommunen und Landkreise möglich, Nachhaltigkeitsberichte zu erstellen. Eine Maske als Berichtsgrundlage wird zur Verfügung gestellt. Es besteht die Möglichkeit innerhalb dieser Nachhaltigkeitsberichte den vorgegebenen Indikatorenansatz im Hinblick auf spezielle Anliegen der jeweiligen Gemeinden zu erweitern.

Bewertung, Ranking und Aussagewert von Indikatoren

Indikatoren sollen zunächst nicht zu einem Vergleich der Kommunen, Regionen und Länder untereinander dienen, sondern sollen primär die jeweils eigenen Entwicklungen verdeutlichen. Jedoch wird eine solche Vergleichbarkeit oft als dringender Wunsch formuliert. Dabei muss darauf geachtet werden, dass Trendlinien auf die gleichen Datenquellen zurückgreifen (z. B. Datenquelle: Statistische Ämter) und dass ein Vergleich nur zwischen Einheiten mit ähnlicher Größe und Infrastruktur stattfindet.

Zielsetzungen für die weitere Arbeit

Neben der Evaluierung der Indikatorensysteme auf der Grundlage der wachsenden praktischen Erfahrungen, der Diskussion im Abgleich mit ständig neu entstehenden Indikatorensystemen und der intensiveren Berücksichtigung aller Teilaspekte eines nachhaltigen Handelns ist vor allem der ständige Dialog mit den Akteuren in den Kommunen der wesentliche Baustein für weitere methodische Arbeiten an einem durchgängigen, plausiblen Indikatorensys-

tem. Nachhaltiges Handeln angeregt durch allgemein gültige Handlungsziele setzt zweifelsohne bei jedem Einzelnen an.

Literatur

[1] Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (1997): Umweltdaten 95/96, Karlsruhe.

[2] Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg; Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.) (2000): Umweltdaten 2000, Karlsruhe.

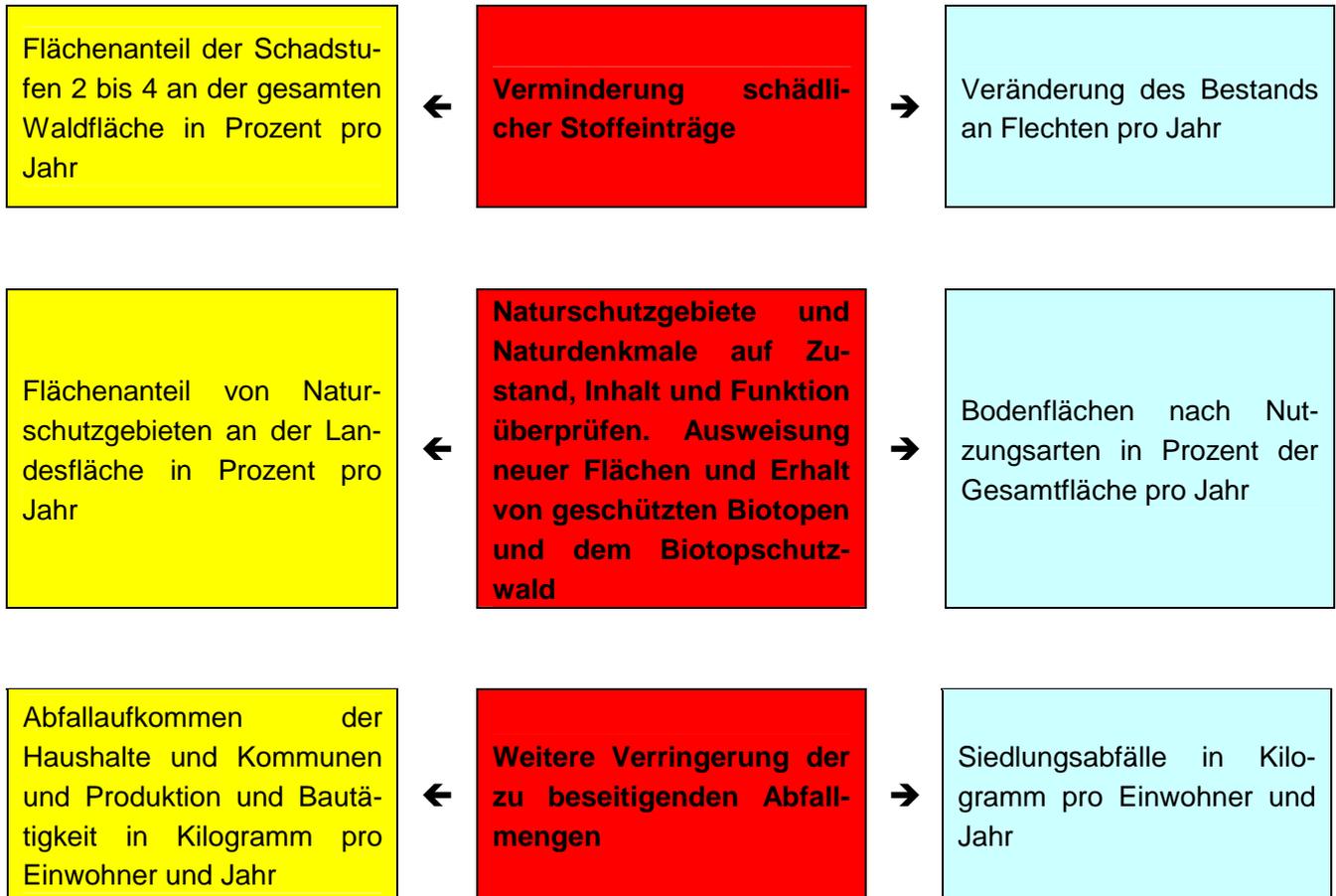
[3] Renn, Ortwin; Christian D. León, Günter Clar (2000): Nachhaltige Entwicklung in Ba-

den-Württemberg. – Statusbericht 2000, Arbeitsbericht der Akademie für Technikfolgenabschätzung 173, Stuttgart.

[4] Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (Hrsg.) (2001): Umweltplan Baden-Württemberg, Stuttgart.

[5] Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg; Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten, Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (Hrsg.) (2001): Leitfaden, Indikatoren im Rahmen einer lokalen Agenda 21, 2. Aufl., Darmstadt.





Tab. 1: Verknüpfungsbeispiele von umweltpolitischen Zielsetzungen mit Indikatoren

Rosemarie Umlauff-Zimmermann

Erschließung von Bodenschutz-Fachinformationen mit dem Web-basierten Fachinformationssystem BofaWeb

BofaWeb ist ein WWW-basiertes Fachinformationssystem des Landes Baden-Württemberg zum Thema Bodenschutz. Es ist Mitglied der XfaWeb-Familie, einer Systemfamilie hypermedialer Umwelt-Fachinformationssysteme des UIS Baden-Württemberg. Mittels XfaWeb kann der Benutzer schnell und übersichtlich Fachinformationen finden. Durch integrierte Links können weitere Berichte sowie zusätzliche externe Datenquellen zur gezielten Informationsbeschaffung herangezogen werden. Die XfaWeb-Werkzeuge lassen sich auch zum Aufbau anderer Informationssysteme mit ähnlicher Struktur verwenden.

Die Bearbeitung von Aufgaben im Umweltschutz erfordert häufig komplexes, interdisziplinäres Wissen sowie ein beträchtliches Maß an Fachinformationen. In den letzten Jahren wurden bereits viele Fachinformationen in Form von Handbüchern, Berichten, Datenbanken und Programmen zusammengestellt. Diese Arbeitshilfen sind aber den Sachbearbeitern in den zuständigen Behörden, in den Umweltbüros oder den interessierten Bürgern oft nicht bekannt oder direkt verfügbar und die Informationssuche ist sehr aufwendig. Daher werden zur Informationsaufbereitung und Informationsererschließung verstärkt moderne Informations- und Kommunikationstechniken eingesetzt, die im Internet, Intranet und auf CD-ROM genutzt werden.

Ziel des Vorhabens BofaWeb (Bodenschutz-Fachinformationen im World-Wide-Web) ist es, die in der Umweltverwaltung Baden-Württemberg vorliegenden Informationen und Handlungshilfen zum Boden und Bodenschutz so zu erschließen, dass alle beteiligten Stellen (Landesbehörden, Städte und Kommunen, Ingenieurbüros) in ihrer täglichen Arbeit bei der Umsetzung des Bodenschutzes unterstützt und entlastet werden. Darüber hinaus bietet BofaWeb auch dem interessierten Bürger die Mög-

lichkeit, sich über den Boden und den Bodenschutz zu informieren.

BofaWeb gibt einen allgemeinen Überblick zur Entstehung von Böden und deren Funktionen. Es zeigt deren Vielfalt am Beispiel ausgewählter Bodenprofile und typischer Bodenformen auf. Für den interessierten Bürger gibt es auch Hinweise, wie er den Boden schützen kann. Dargestellt sind auch die in Baden-Württemberg verfügbaren Informationssysteme im Bodenschutz sowie die für die Bearbeitung zur Verfügung stehenden Karten mit Beschreibung der Inhalte, der Verfügbarkeit und der Bezugsquellen. Wesentliche Inhalte sind die vorliegenden Informationen und Handlungshilfen – Berichte zum Bodenzustand und zur Bodenbeobachtung, zur Bodenbewertung, zur Vorsorge und zum Umgang mit schädlichen Bodenveränderungen. Das Excel-Programm ERDMAUS unterstützt bei der Optimierung des Erdmassenausgleichs. Strategien und Konzepte zum Schutze des Bodens sind ebenso enthalten wie die für die Bearbeitung erforderlichen Gesetze und Normen.

Das Informationsangebot in BofaWeb wird systematisch weiter ausgebaut. Derzeit werden unter anderem die Themen „Potenziale zur Bodenentsiegelung in Kommunen“ und „Strategien zum Flächenressourcenmanagement“ bearbeitet, weiter ist eine Detaillierung des Fachzugangs Recht vorgesehen.

Das Fachinformationssystem BofaWeb hält seinen Informationsbestand in einem Netz („Web“) von WWW-Seiten (HTML-, GIF-, JPEG-Files). Den Benutzer erwartet ein komfortables Zugangssystem zu diesen Informationen mit verschiedenen Suchhilfen:

- Die Berichteliste ermöglicht dem Benutzer, auf die Informationen über die Liste der eingestellten Berichte zuzugreifen.

- Der Fachzugang ist ein von Fachleuten unter dem Gesichtspunkt der praktischen Anwendung strukturierter Zugang.
- Eine Schlagwortsuche ermöglicht die Recherche über eine Liste vordefinierter Fachbegriffe aus dem Anwendungsgebiet.
- Mit der Volltextsuche können über beliebige Suchbegriffe Informationen recherchiert werden.
- Der XfaWeb-Explorer erlaubt einen Zugriff in Art des Windows-Explorers.

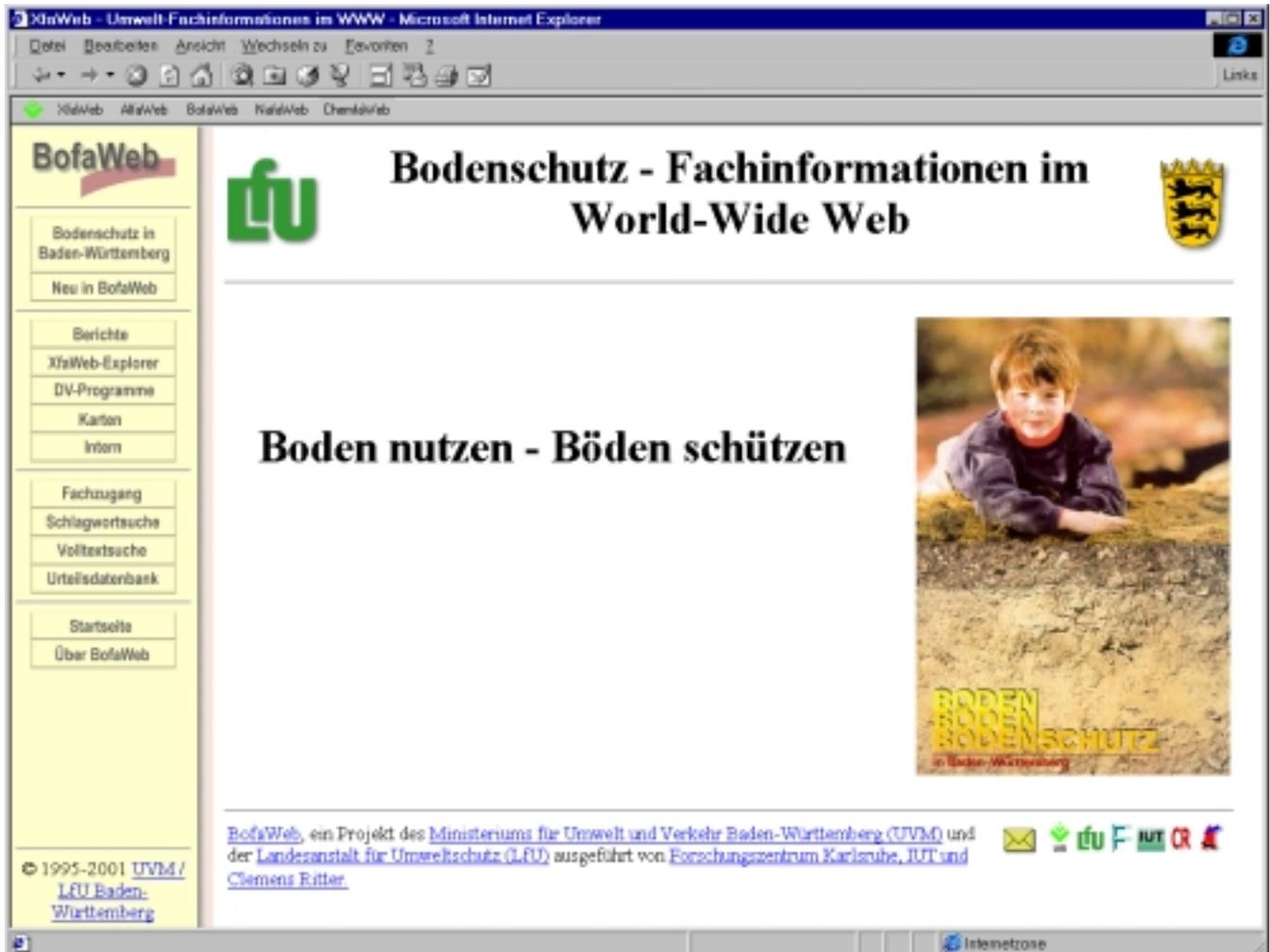


Abb. 1: Startseite BofaWeb

Daneben können allgemeine Informationen eingesehen, integrierte Anwendungsprogramme genutzt und auch Berichte im PDF-Format, Formulare und Folien heruntergeladen werden.

Das System basiert auf fachunabhängigen Programmen und Werkzeugen zur Verwaltung und Erschließung großer Informationsbestände. Kern ist die Systemverwaltungskomponente zum Aufbau, zur Pflege und zur Aktualisierung der Inhalte. Aufgaben der Systemverwaltungskomponente sind unter anderem:

Verwaltung der Berichtsdaten (Metadaten)

Überwachung der Verknüpfungen (Links) und der Datenkonsistenz

Ausführung der Konvertierungsprogramme

Bereitstellung der Daten für den Umweltdatenkatalog, das deutschsprachige Katalogsystem für Umweltdaten

Das System verwendet frei verfügbare sowie kommerzielle Software. Eingesetzt werden Standard-WWW-Browser, Acrobat Reader (Adobe), Java, Perl (Active State Tool Corp), RTFtoHTML (Chris Hector), SWISH-E (Berkeley Digital Library SunSITE) und Access 97 (Microsoft).

Die Erstellung und Wartung des Informationssystems ist weitgehend automatisiert. Die Berichte werden in WinWord auf der Basis einer spezifischen Dokumentenvorlage und einer zugehörigen Richtlinie erstellt. Nach Fertigstellung der Berichte werden die Berichtsdaten in die Systemverwaltungskomponente übernommen. Mit Hilfe von Konvertierungs- und Generierungsprogrammen werden die WWW-Seiten und die Suchhilfen erstellt und aktualisiert.

BofaWeb ist als Teil des F+E-Vorhabens AJA (früher: GLOBUS) im Rahmen des Umweltinformationssystems (UIS) Baden-Württemberg entwickelt worden. Zusammen mit AlfaWeb (Altlastenfachinformationssystem) und NafaWeb (Naturschutzfachinformationssystem) gehört BofaWeb zu der XfaWeb-Systemfamilie. Diese hypermedialen Fachinformationssysteme im Umweltbereich erlauben es dem Benutzer, schnell und übersichtlich benötigte Fachinformationen zu erschließen. Die XfaWeb-Werkzeuge lassen sich auch zum Aufbau anderer Informationssysteme mit ähnlicher Struktur verwenden. So werden z.B. derzeit für das Chemikalienmanagement in Baden-Württemberg ein ChemfaWeb und für ein Informationssystem Wasser ein WafaWeb entwickelt, bei deren Aufbau und Pflege die gleichen Werkzeuge eingesetzt werden.

Die Entwicklung von XfaWeb erfolgt durch das Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Angewandte Informatik, und die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Projektträger ist das Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg.

Das Land Baden-Württemberg ist an einer Zusammenarbeit mit anderen Bundesländern interessiert. Kooperationen wurden mit Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Sachsen abgeschlossen, wo inzwischen auch das Sächsische Altlasteninformationssystem SALFA-Web aufgebaut wurde. Den Fachbehörden des Bundes und anderer Länder, die die Entwicklung eigener Fachinformationssysteme planen, können die Werkzeuge zur Systementwicklung nach Abschluss eines Kooperationsvertrages zur Verfügung gestellt werden.

BofaWeb steht seit Juni 2000 im Internet zur Verfügung. Der Zugang zu BofaWeb kann über das Umweltinformationssystem Baden-Württemberg (<http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/>) oder das Umweltinformationsnetz Deutschland – GEIN (German Environmental Information Network, <http://www.gein.de>) erfolgen. GEIN wird federführend vom Umweltbundesamt entwickelt.

Ernst Schmid, Renate Ebel

Reduktion von Luftschadstoffen führt zur Erholung der Forellenbestände in Schwarzwaldbächen

Verbrennungsprozesse aller Art setzen in erheblichem Umfang sauer wirkende Stick- und Schwefeloxide frei. Die Ablagerung dieser Stoffe führte in den vergangenen Jahren nicht nur zu einer Versauerung der Böden, sondern besonders in den kalkarmen Regionen von Schwarzwald und Odenwald auch zu einer Versauerung der Gewässer. Dies löste wiederum eine Schädigung von Wasserorganismen aus.

Die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) untersucht seit 1984 im Rahmen des ökologischen Wirkungskatasters Baden-Württemberg die Auswirkungen der Gewässerversauerung auf die Fischfauna von 40 landesweit verteilten Fließgewässer-Dauerbeobachtungsstrecken. An jedem dieser Bäche besteht eine repräsentative Untersuchungsstrecke von 200 m Länge. Die Strecken werden regelmäßig wasserchemisch beprobt. Der Schwerpunkt der Untersuchungen erfolgt im Zeitraum Februar bis April, da es dann – vor allem während der Schneeschmelze – zu ausgeprägten Säureschüben bis in Bereiche unter pH 4 kommen kann.

Die Untersuchung der Fischfauna der Fließgewässer erfolgte anfangs durch eine im 2- bis 3-jährigen Turnus jeweils im Spätsommer durchgeführte Elektrobefischung. Seit 1995 finden die Wiederholungsuntersuchungen im Abstand von fünf Jahren statt.

Die größten ökologischen Schäden waren dabei Mitte der 80er Jahre bei den Fischen der Fließgewässer im nördlichen Schwarzwald feststellbar. Dort äußerten sich die Säureeinwirkungen in einer erhöhten Anreicherung des fischtoxischen Aluminiums in der Leber der Tiere, im schlechten Wachstum der Fische, in Reproduktionsstörungen und im Extremfall im Erlöschen ganzer Fischpopulationen.

Im Jahre 2000 erfasste die LfU die Fischfauna von 18 Mittelgebirgsbächen mit 20 Untersuchungsstrecken. Dabei handelte es sich überwiegend um säuresensible Weichwasserbäche des Mittel- und Nord-schwarzwaldes sowie des südwestlichen Odenwaldes, deren Fischfauna insbesondere in den 80er Jahren durch Säureeinwirkungen teilweise deutlich geschädigt war. Im Vergleich zu den früheren Befischungen konnte diesmal jedoch bei 75 Prozent der Gewässer eine wieder zunehmende Bachforellenpopulation festgestellt werden (Abb. 1).

Diese positiven Entwicklungstrends können bereits seit Anfang der 90er Jahre als Folge abnehmender Schwefeldioxidemissionen durch verbesserte Luftreinhaltungsmaßnahmen in fast allen Untersuchungs-gewässern des Ökologischen Wirkungskatasters beobachtet werden.

Der Anstieg der pH-Werte (Abb. 2) sowie die abnehmende Aluminiumbelastung (Abb. 3) der Gewässer und der Fische haben zu einer deutlichen Erholung der Bachforellenbestände in ehemals säuregeschädigten Fließgewässeroberrläufen geführt.

Hans-Peter Straub

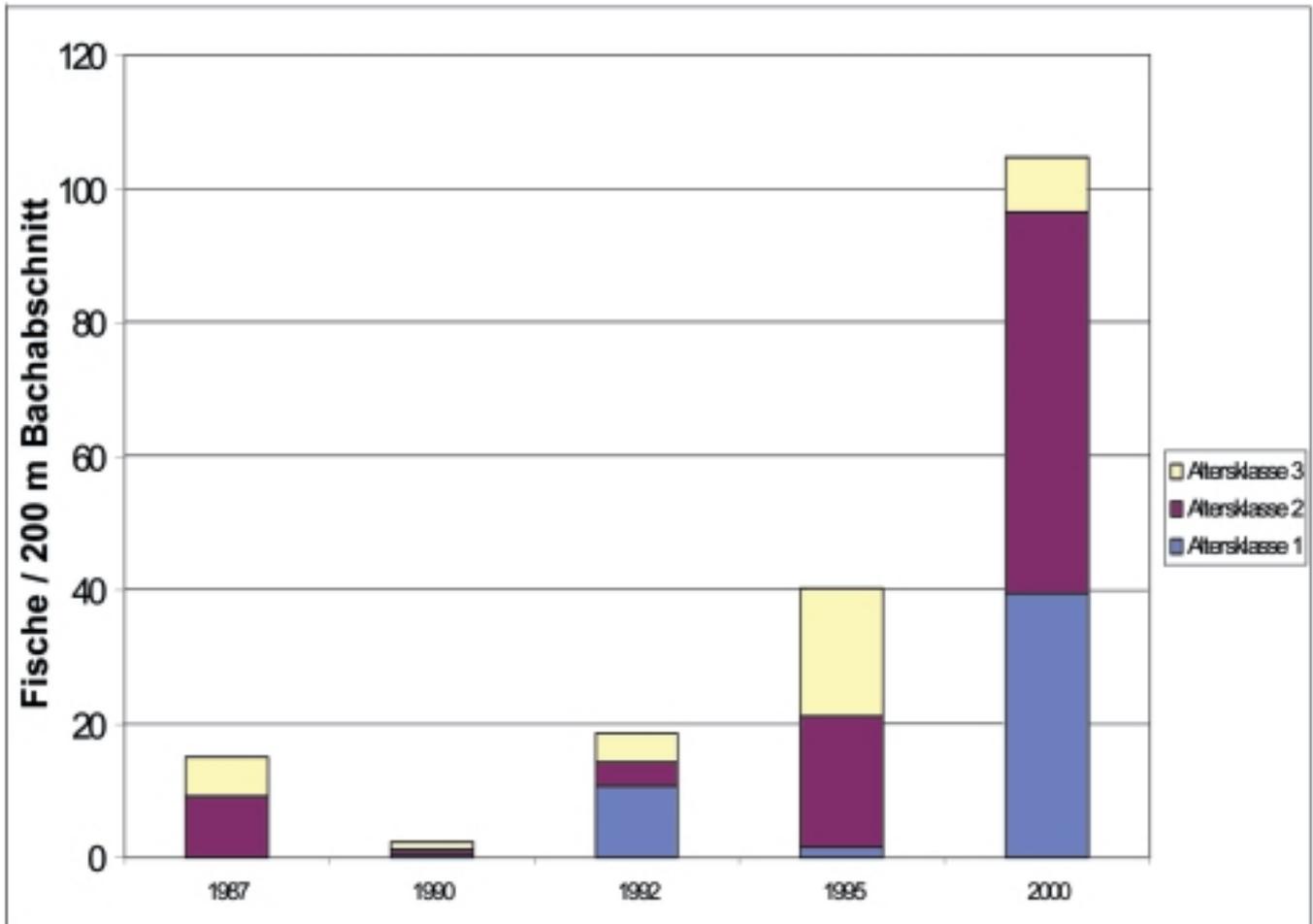


Abb. 1: Durchschnittliche Anzahl der Fische je 200 m Befischungstrecke von 3 Fließgewässeroberläufen: Kleine Kinzig, Wälzbach und Bühlott (unterteilt in 3 Altersklassen: 1-jährige Jungtiere blau; 2- bis 3-jährige Tiere rot, geschlechtsreife Tiere gelb)



Abb. 2: Entwicklung der minimalen pH-Werte

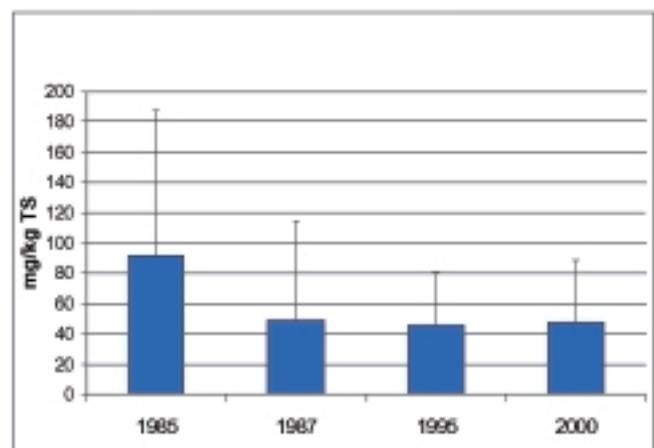


Abb. 3: Aluminium-Gehalte in Bachforellenlebern

Wirkungsbezogene Sedimentuntersuchungen in den großen Flüssen Baden-Württembergs

Die Sedimente bilden den Grund unserer Gewässer. Sie bestehen in der Regel aus Erdreich, Sanden, Mineralien und Biomasse. Die einzelnen Bestandteile werden aufgrund von Erosion in die Gewässer eingetragen oder entstehen im Gewässer als Partikel (Bioproduktion). Sedimente sind neben ihrer Funktion als Stoffspeicher auch der Lebensraum einer artenreichen Tier- und Pflanzenwelt. Aufgrund menschlicher Tätigkeiten (Industrie, Gewerbe, Haushalt) werden in die Gewässer auch Stoffe mit unerwünschten, das heißt schädlichen Wirkungen für die belebte Umwelt eingetragen. Viele dieser Schadstoffe lagern sich aufgrund ihrer stofflichen Eigenschaften an die Gewässersedimente an und können sich dort anreichern. Schädigungen an sedimentbewohnenden Organismen bzw. Sedimentschadstoffe in der Nahrungskette sind zu befürchten. Die Schadstoffe können aber auch durch mikrobielle Stoffumsetzungsprozesse, bei Hochwasserereignissen oder bei Baggermaßnahmen – z. B. in Flusstauhaltungen – wieder in die Wasserphase eintreten und dann die aquatischen Lebensgemeinschaften gefährden. Angesichts des Gefährdungspotenzials von kontaminierten Gewässersedimenten für die belebte Umwelt ergibt sich die Notwendigkeit, die biologische und chemische Sedimentqualität – in Anlehnung an die Wasserqualität – zu erfassen und einer Bewertung zu unterziehen. Allerdings ist die chemische Analytik allein nicht ausreichend, um auf mögliche Schädwirkungen von Sedimentkontaminationen – insbesondere von Substanzgemischen – hinzuweisen. Dagegen zeigen biologische Testverfahren die Wirkungen der bioverfügbaren Schadstoffanteile als Summenparameter an.

Biologische Testverfahren

Derzeit gibt es noch keine standardisierte Vorgehensweise für die wirkungsbezogene

Bewertung der Sedimentbelastung im Hinblick auf eine Schädigung der Lebensgemeinschaften. An der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) werden daher im Rahmen eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und vom Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg unterstützten Vorhabens Sedimente aus Rhein und Neckar mit einer Kombination aus biologischen Testverfahren (Abb. 1) untersucht. Auf diese Weise soll ein standardisiertes Testinstrumentarium geschaffen werden, mit dessen Hilfe die Ableitung von Qualitätskriterien und Handlungsempfehlungen für den Umgang mit kontaminierten Gewässersedimenten möglich wird. Damit wird das Ziel verfolgt, einen landesweiten Überblick über das von Gewässersedimenten möglicherweise ausgehende Gefährdungspotenzial zu erhalten.

Der Vorteil von biologischen Testverfahren bei Bewertungsaufgaben ist die integrale Erfassung von Schädwirkungen auch von analytisch nicht erfassten Schadstoffen. Die Testverfahren wurden so gewählt, dass mit Organismen aus den verschiedenen Stufen der Nahrungspyramide (Trophieebenen) wie Pflanzen (Produzenten), Bakterien (Destruenten) und Tieren (Konsumenten) das Gefährdungspotenzial eines Sedimentes hinsichtlich giftiger (toxischer), erbgutverändernder (gentoxischer) und hormonartiger (östrogener) Wirkungen erfasst wird. Begleitend zu den wirkungsbezogenen Sedimentuntersuchungen werden zusätzlich physikalisch-chemische Parameter ermittelt (Abb. 1).

Die Charakterisierung der gegenwärtigen Belastungssituation von Gewässerabschnitten des Rheins und des Neckars erfolgt durch die Entnahme von Oberflächensedimenten bis circa 15 cm Schichttiefe und der anschließenden Testung mit den in Abb. 1 aufgeführten biologischen

Biologische Testverfahren	Testgut
Akute Toxizität Leuchtbakterien-, Algen-, Daphnientest	Porenwasser, wässriges Eluat
Chronische Toxizität Chironomidentest	Gesamtsediment
Gentoxizität umu-Test , Comet Assay	Porenwasser, wässriges Eluat
Östrogene Wirkung hER-Screen	Ethanolischer Extrakt
Physikalisch-chemische Parameter Korngrößenverteilung, Nass- und Trockengewicht, pH-Wert, Redoxpotential, organischer und anorganischer Kohlenstoff, chlorierte Insektizide, polychlorierte Biphenyle, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Arzneimittel, Schwermetalle, hormonartig wirkende Substanzen	

Abb. 1: Biologische Testverfahren und physikalisch-chemische Untersuchungsparameter

Verfahren. Untersucht wird das im Porenraum des Sediments befindliche Wasser (Porenwasser) sowie das Eluat, das durch Suspendierung des Sediments mit einer definierten Wassermenge und anschließender Abtrennung der wässrigen Phase gewonnen wird. Im Chironomidentest haben die Testorganismen direkten Kontakt mit dem zu untersuchenden Sediment, während beim Test auf hormonähnliche Wirkung (hER-Screen) ein ethanolischer Sedimentextrakt getestet wird. Unerwünschte Wirkungen werden in den Testverfahren durch Hemmung von Stoffwechselfunktionen, durch die Induktion von Reporter genen bzw. durch den Nachweis der Schädigung des Erbguts angezeigt. Die Ergebnisse der Toxizitätstests mit Algen, Daphnien, Leuchtbakterien und Chironomiden werden in sechs Toxizitätsklassen mit Bewertungen von „keine Wirkung“ bis „sehr stark toxisch“ eingeteilt. Die Ergebnisse von Comet Assay, umu-Test und hER-Screen werden den beiden Klassen „keine Wirkung“ und „gentoxisch bzw. endokrin wirksam“ zugeordnet.

Ökotoxikologische Ergebnisse

In der überwiegenden Zahl zeigen die bisher entlang der Fließstrecke mit den biologischen Testverfahren untersuchten Oberflächensedimente von Rhein (Abb. 2) und Neckar

(Abb. 3) keine bzw. nur geringe ökotoxische Wirkungen. Nur im Algentest und im Leuchtbakterientest ist bei einem Teil der Porenwasserproben eine deutliche Wirkung festzustellen. Die Eluate und – mit Einschränkungen – das Gesamtsediment sind toxikologisch unauffällig. Einige wenige Proben waren bei den Untersuchungen auf erbgutverändernde Wirkung im Comet Assay positiv. Weder in den Rheinsedimenten noch in den Neckarsedimenten wurde eine östrogenartige Wirkung nachgewiesen.

Im Rahmen einer Bestandsaufnahme der Sedimentbeschaffenheit der Hauptgewässer in Baden-Württemberg werden von der LfU erstmals systematisch Informationen über biologische Wirkungen der Schadstoffbelastungen des Gewässersediments gewonnen. Zur Beurteilung der Belastungssituation in Form von Sedimentqualitätskriterien ist ein ortsunabhängig anwendbarer Bewertungsmaßstab unerlässlich. In Kooperation mit der Bundesanstalt für Gewässerkunde wird an der Entwicklung eines Bewertungsverfahrens gearbeitet. Die Erfassung des regionalen Zustands der Gewässersedimente hinsichtlich chemischer Belastung und biologischer Wirkung erlaubt den erreichten Status an Zielvorstellungen zu messen und so vorrangigen Handlungsbedarf zu erkennen. Um Belastungsänderungen zu erfassen, ist eine periodische Wiederholung der Unter-

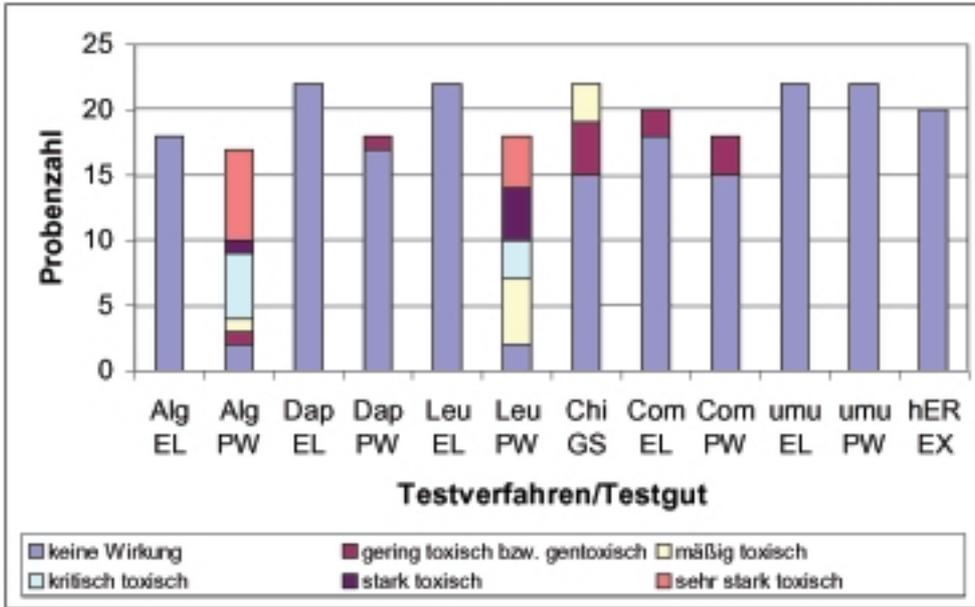


Abb. 2: Biologische Untersuchung von Oberflächensediment aus dem Rhein.

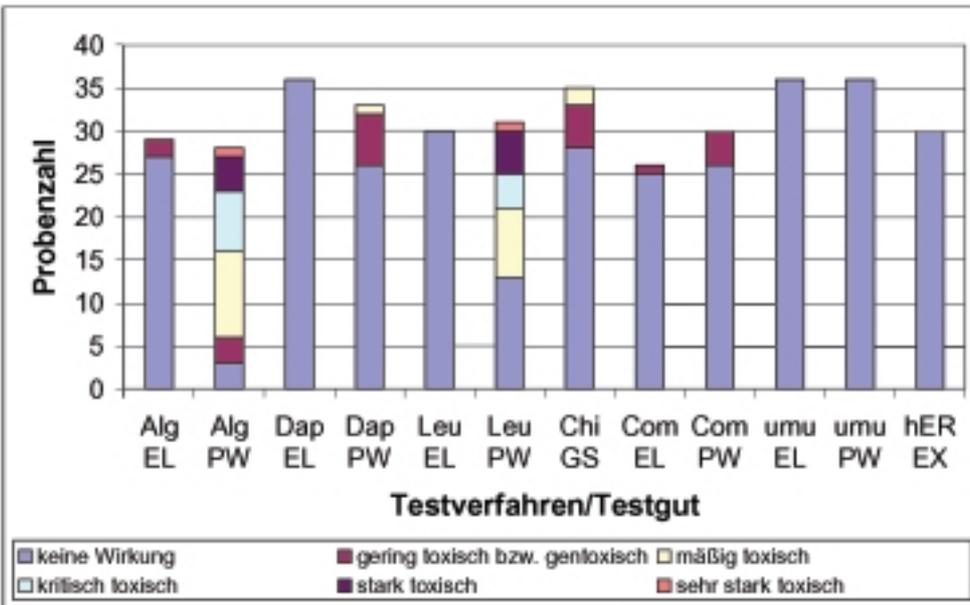


Abb. 3: Biologische Untersuchung von Oberflächensediment aus dem Neckar.

Alg: Algentest (akute Toxizität), Dap: Daphnientest (akute Toxizität), Leu: Leuchtbakterientest (akute Toxizität), Chi: Chironomidentest (chronische Toxizität), Com: Comet Assay (Gentoxizität), umu: umu-Test (Gentoxizität), hER: hER-Screen (östrogenartige Wirkung), EL: Eluat, EX: Extrakt, GS: Gesamtsediment, PW: Porenwasser

suchungen notwendig. Der Untersuchungsabstand ist nach den an den Probenahmestellen vorherrschenden Sedimentationsraten festzulegen.

Die angewandten Biotestverfahren bilden die Beschaffenheit eines Sediments hinsichtlich giftiger, erbgutverändernder und hormonartiger Wirkungen ab. Zusammen mit den physikalisch-chemischen Daten ergeben sie einen Methodensatz, der für die wir-

kungsbezogene Sedimentbewertung zum gegenwärtigen Kenntnisstand als mindestens erforderlich angesehen wird. In Weiterführung der Arbeiten sowie im Austausch mit Fachbehörden und Forschungseinrichtungen soll das Testinstrumentarium weiter standardisiert und optimiert werden.

Jürgen Zipperle, Karin Deventer

Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung: Entwicklung von Hilfestellungen für die Praxis

Über die Sicherung von Schutzgebieten hinaus zum flächendeckenden Mindestschutz

Ziel der Einführung der Eingriffsregelung in das Naturschutzrecht (BW: 1975, Bund: 1976) war die Gewährleistung eines flächendeckenden Mindestschutzes der nicht besonders geschützten Natur und die Schadensbegrenzung bei vorgesehenen schwerwiegenden Beeinträchtigungen des Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes. Die bis dahin vor allem auf Flächen- und Artenschutz gerichtete Aufmerksamkeit wurde nun auch auf die „Normallandschaft“ gelenkt, ihr Beitrag zur Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts und der Qualität des Landschaftsbildes wurde gewürdigt. Welche Bedeutung dieser Regelung zukommt, wird sichtbar am Beispiel des Flächenverbrauchs durch Verkehrswegebau oder die Erschließung von Baugebieten; Eingriffen, die überwiegend die weit verbreiteten, naturschutzfachlich oft weniger geschätzten (und deshalb auch nicht unter Schutz gestellten) Ökosysteme treffen (KÖPPEL et al. 1998, S. 14).

Bewusstmachen des Vorsorge- und Verursacherprinzips

Aus dem Vermeidungsgebot der Eingriffsregelung ergibt sich, dass der Vorsorge gegenüber Beeinträchtigungen Vorrang vor der Reparatur eingeräumt wird: Für den Vorhabensträger besteht zunächst die Pflicht, die erheblichen und nachhaltigen Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft so gering wie möglich zu halten. Diese Verpflichtung genießt nach dem Gesetz eindeutige Priorität vor allen weiteren Schritten. Damit ist es also nicht statthaft, Natur und Landschaft ‚Schaden‘ zuzufügen, ohne vorher alle Möglichkeiten der Vermeidung oder Verminderung ausgeschöpft zu haben; ein ‚Freikaufen‘ – sei es

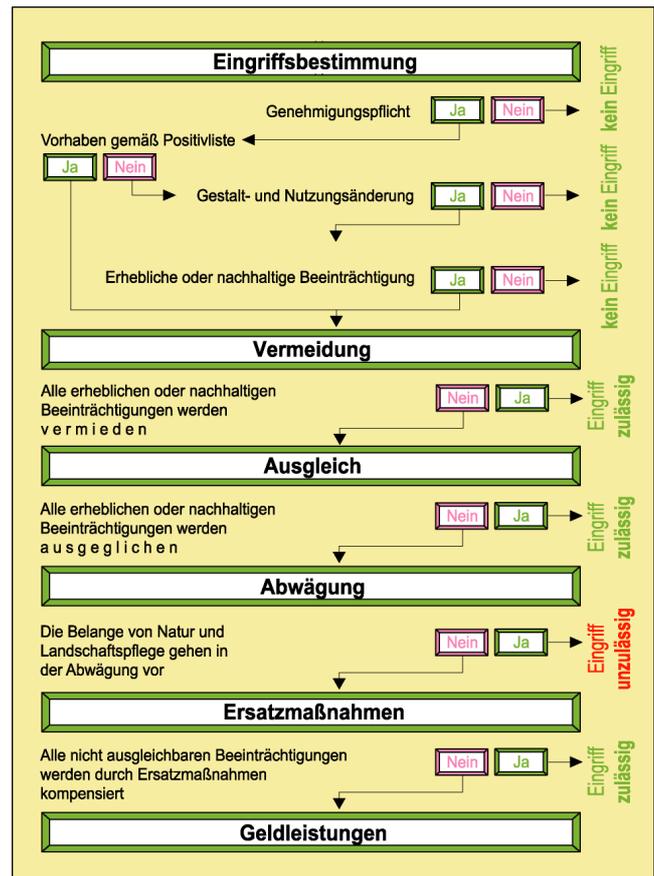


Abb. 1: Entscheidungsabfolge in der vorhabenbezogenen „klassischen“ Eingriffsregelung nach § 8 BNatSchG und §§ 10-12 NatSchG BW (Darstellung nach KIEMSTEDT et al. 1996, verändert)

natural in Form von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen oder monetär in Form einer Ausgleichsabgabe – widerspricht der gestuften Entscheidungsabfolge der Eingriffsregelung.

Großer Bedarf an Hilfestellungen

Um eine qualitativ befriedigende und rechts-sichere Umsetzung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung zu gewährleisten, müssen nicht nur Operationalisierungs- und Bewertungsprobleme, die die Leistungsfähigkeit von Naturhaushalt und Landschaftsbild betreffen, geklärt werden, auch die Vielzahl der unterschiedlichen

Eingriffstypen erfordert differenzierte, angepasste Vorgehensweisen. Zwar werden – verstärkt seit Mitte der neunziger Jahre – fachliche Umsetzungshilfen erarbeitet, doch besteht – vor allem bei der Eingriffsregelung in der Bauleitplanung – noch ein hoher Bedarf an praxisnahen Hilfestellungen und Werkzeugen.

Die Eingriffsregelung in der Bauleitplanung

Vor dem 01.05.1993 gab es keine besonderen gesetzlichen Vorgaben zur Berücksichtigung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung in der Bauleitplanung.

Das Verhältnis der Bauleitplanung zur naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung wurde durch das Investitionserleichterungs- und Wohnbaulandgesetz im Jahre 1993 neu bestimmt. Mit den §§ 8a-c Bundesnaturschutzgesetz wurde dabei hierfür erstmals eine bundesrechtlich abschließende Regelung geschaffen. Damit wurde die Anwendung der Eingriffsregelung des § 8 BNatSchG auch im Bereich der Bauleitplanung vorgeschrieben. Im Bau- und Raumordnungsgesetz (01.01.1998) wurden die städtebaulich relevanten Bestimmungen der Eingriffsregelung in das Baugesetzbuch übertragen. Der § 8a BNatSchG wurde dazu neu gefasst. (Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung in der Bauleitplanung, S. 14)

Die Eingriffsregelung in der Bauleitplanung ist durch mehrere Abweichungen und Besonderheiten gegenüber der „klassischen“ Eingriffsregelung nach § 10-12 NatSchG BW gekennzeichnet. Im Wesentlichen sind dies:

- **Vorverlagerung der Eingriffsprüfung von der Zulassungs- auf die Planungsebene**

Die Eingriffsregelung wird nun abschließend auf der Ebene der Bauleitplanung abgehandelt, d.h. sie wird von der Zulassungs- auf die Planungsebene vorverlagert. In dieser Phase kann die Behandlung der vielen ein-

zelnen durch die Bauleitplanung vorbereiteten Eingriffe zusammengeführt werden und planerisch gestaltet werden. Dies wäre bei Behandlung erst in den nachfolgenden Einzelgenehmigungen nicht mehr möglich. Dort findet nun lediglich noch der Vollzug der im Bebauungsplan getroffenen Festsetzungen zur Vermeidung und zum Ausgleich zu erwartender Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft statt.

- **Räumliche und zeitliche Flexibilisierung**

In Korrespondenz zur Vorverlagerung der Anwendung der Eingriffsregelung wurde die räumliche und zeitliche Flexibilisierung der Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen eingeführt.

Der Ausgleich unvermeidbarer Eingriffswirkungen kann danach auch an anderer Stelle als im Eingriffsraum selbst erfolgen (§ 1a Abs. 3 Satz 2 BauGB). Dies kann von einer anderen Stelle im selben Bebauungsplan über einen anderen (sog. Ausgleichs-) Bebauungsplan auf derselben Gemarkung bis zum Ausgleich über einen Bebauungsplan einer anderen Gemeinde im regionalen Bezug reichen. Der räumliche Bezug zwischen Eingriff und Ausgleich/Ersatz der klassischen Eingriffsregelung bleibt zwar erhalten, wird aber weiter ausgedehnt.

Maßnahmen zum Ausgleich können im zeitlichen Vorlauf von Baumaßnahmen und noch ohne Zuordnung zu konkreten Eingriffen durchgeführt werden (§ 135 Abs. 2 Satz 2 BauGB).

Räumliche und zeitliche Flexibilisierung zusammen geben den Gemeinden einen größeren Gestaltungsspielraum und ermöglichen es ihnen, Flächen und Maßnahmen zur Bewältigung der Eingriffsfolgen der Bauleitplanung bereits im Vorgriff auf spätere Baugebietsausweisungen „anzusparen“ und später den neuen Baugebieten zuzuordnen (Flächenpool und „Ökokonto“ = Maßnahmenpool).

• **Wegfall der naturschutzrechtlichen Abwägung zugunsten der planerischen Abwägungsgrundsätze nach § 1 Abs. 6 BauGB und Unterordnung des Begriffs Ersatz unter den Begriff Ausgleich**

Die naturschutzrechtliche Abwägung der klassischen Eingriffsregelung bei verbleibenden nicht ausgleichbaren Beeinträchtigungen, die bei Vorrang der Belange des Naturschutzes zur Unzulässigkeit des Eingriffs führen soll, entfällt. Damit wird auch die Unterscheidung von Ersatzmaßnahmen, die in der klassischen Eingriffsregelung bei Nichtvorrangigkeit durchgeführt werden müssen, hinfällig, und sie werden dem Begriff des Ausgleichs untergeordnet. An die Stelle der naturschutzrechtlichen Abwägung tritt die Abwägung nach den Grundsätzen des § 1 Abs. 6 BauGB, die die Zulässigkeit eines Eingriffs auch bei verbleibenden nicht ausgleichbaren Beeinträchtigungen und einer nicht vollständigen Kompensation der Eingriffsfolgen grundsätzlich ermöglicht. Da aber gleichzeitig die Durchführung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen durch die genannte räumliche und zeitliche Flexibilisierung sehr erleichtert wurde, ist eine Reduzierung des Kompensationsumfangs im konkreten Einzelfall rechtlich kaum stichhaltig begründbar.

Hilfestellungen zur „klassischen“ Eingriffsregelung

Aufbauend auf den Vorschlägen eines LANA-Gutachtens zur „Methodik der Eingriffsregelung und deren bundeseinheitliche Anwendung“ hat die LfU mit dem „Leitfaden für die Eingriffs- und Ausgleichsbewertung bei Abbauvorhaben“ eine Anleitung für diesen wichtigen Arbeitsschritt bei der Behandlung von Eingriffen in Natur und Landschaft im Bereich der „Steine und Erden“ zur Verfügung gestellt.

Die methodischen und inhaltlichen Vorgaben dieses Leitfadens finden inzwischen in übertragener Weise auch bei anderen Vorhabentypen wie Straßenbau, Versorgungseinrichtungen, Entsorgungs-

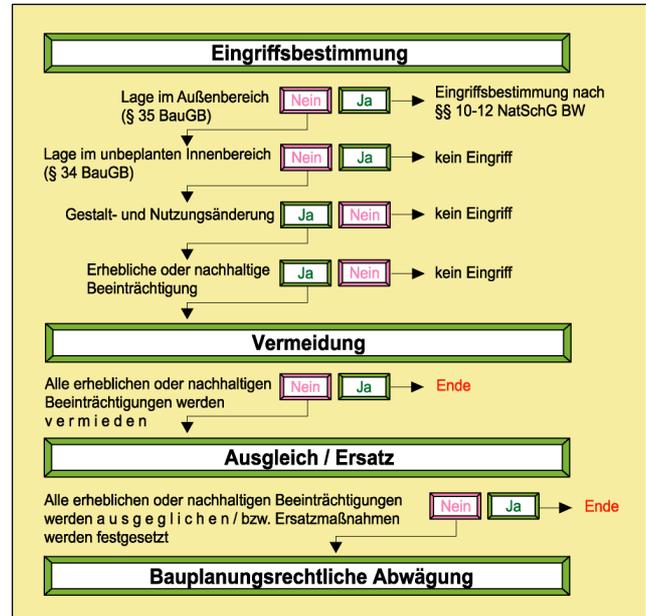


Abb. 2: Entscheidungsabfolge in der planungsbezogenen Eingriffsregelung der Bauleitplanung nach § 8, 8a BNatschG und §§ 1a, 200a BauGB (Darstellung nach KIEMSTEDT et al. 1996, verändert)

anlagen bis hin zur Bebauungsplanung Anwendung und tragen auf diese Weise zur Verfahrensbeschleunigung und Kostenersparnis bei.

Eine weitere praxisorientierte Handreichung zur Aufarbeitung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung hat die LfU mit dem Merkblatt „Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung im Außenbereich – Grundzüge“ (1999) zur Verfügung gestellt.

Das Eingriffs-/Ausgleichsflächenkataster

Der Umsetzung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung in der Bauleitplanung gilt ein besonderes Augenmerk. Vor kurzem hat die LfU hierzu den Leitfaden „Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung in der Bauleitplanung“ herausgegeben.

In Fortführung dieser Arbeit entwickelt die LfU derzeit ein EDV-Programm für eine Eingriffs- und Ausgleichsflächenverwaltung. Dabei fließen auch bereits vorliegende Erfahrungen auf diesem Gebiet der Landkreise Ludwigsburg und Ravensburg ein. Die geplanten Ziele der Anwendung sind

- Effiziente und zeitsparende Verwaltung von Ausgleichsflächen durch Ersatz manueller durch DV-gestützte Aktenführung,
- Einfacher und schneller Abruf von Informationen zu Funktion und Schutzstatus von Flächen durch Einbindung in geographische Informationssysteme (GIS),
- Gewährleistung von Rechtssicherheit durch Vermeidung der Doppelbelegung von Flächen und Kontrolle der auszuführenden Maßnahmen
- Bedarfsweise modulartige Erschließung von weiteren umfangreichen Daten und Methoden.

Die **Struktur** des Programms wird von den Nutzern und ihren Anforderungen bestimmt. Danach haben sich zwei Zugangswege als zweckmäßig erwiesen:

1. Auswahl eines Vorhabens,
2. Auswahl einer Fläche.

Abbildung 3 gibt die daraus entwickelte Struktur wieder. Die Verknüpfung dieser Struktur mit dem GIS und dem Fach-Informationssystem FIS-Natur ergibt die Gesamtstruktur des Eingriffs-/Ausgleichsflächenkatasters.

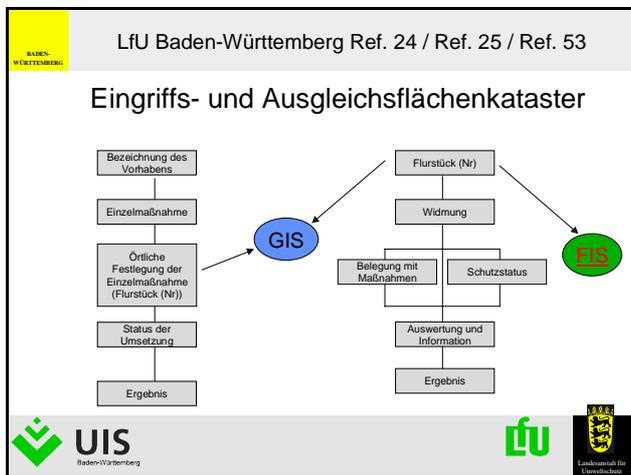


Abb. 3: Struktur des Eingriffs-/Ausgleichskatasters mit Verknüpfungen zu Geodaten und dem Fachinformationssystem Naturschutz

Weitere Hilfestellungen zur Eingriffsregelung in der Bauleitplanung

Die LfU wird gemeinsam mit den kommunalen Spitzenverbänden die in Kommunen und Landkreisen vorliegenden Erfahrungen mit dem „Öko-Konto“ auswerten. Darauf aufbauend sollen dann allgemein die qualitativen Anforderungen an Ökokonto-Modelle (z.B. Abdeckung der verschiedenen Schutzgüter, Funktionsbezug, Flächenbezug, Bewertungsregeln) und Anforderungen für die konkrete Bewertung der Schutzgüter erarbeitet werden.

Die LfU strebt dabei an, Werkzeuge zur Einhaltung der gesetzlich geforderten Entscheidungsabfolge, zur konkreten Bewertung der Beeinträchtigung von Schutzgütern durch Eingriffe sowie zur Aufwertung durch Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen zu entwickeln.

In einem ersten Schritt wird dazu demnächst ein Merkblatt der LfU zur der für das Ökokonto geltenden Entscheidungskaskade der Eingriffsregelung erscheinen.

Manfred Schmidt-Lüttmann

Die Störfall-Verordnung 2000 – Ein Meilenstein für die Anlagensicherheit

Was hat sich geändert?

Die Verabschiedung der neuen Störfall-Verordnung am 26. April 2000 (Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – Störfall-Verordnung – 12. BImSchV –; BGBl. I S. 603) führte zu einem Paradigmenwechsel in den gesetzlichen Regelungen über die Gefahren schwerer Industrieunfälle.

Die Änderung war bedingt durch die Verabschiedung der EU-Richtlinie 96/82/EG zur Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen am 9. Dezember 1996 (Abl. EG vom 14.01.1997 Nr. L 10/13), die auch als die Seveso-II-Richtlinie bekannt ist. Mehrere Gründe waren aus Sicht der Europäischen Kommission hierfür ausschlaggebend:

Defizite waren im alten Störfallrecht dadurch bedingt, dass nur einzelne Anlagen innerhalb von industriellen und gewerblichen Unternehmen betrachtet wurden. Die Neuregelung bezieht sich daher auf den gesamten unter der Aufsicht eines Betreibers stehenden Bereich, den so genannten Betriebsbereich.

Erfahrungen mit Unfällen haben gezeigt, dass es vielfach notwendig ist, das bestehende Risiko- und Unfallmanagement zu verbessern.

Die Unfälle in Bhopal und Mexico City zeigten, dass es im Hinblick auf die Verhütung schwerer Unfälle notwendig ist, die Flächen-nutzungsplanung hierauf auszurichten.

Die neue Störfall-Verordnung dient der bundesdeutschen Umsetzung dieser europäischen Richtlinie. Darüber hinaus haben das Bundesumweltministerium und einige Länder im Bundesrat durchgesetzt, dass weitere genehmigungspflichtige Anlagen ebenfalls unter die Störfall-Verordnung fallen, in denen bestimmte Mengen der drei Stoffe Ammoniak, Hochentzündliche verflüssigte Gase sowie Explosionsfähige Staub-Luft-Gemische enthalten sind.

Ein Novum ist, dass innerhalb Europas einheitliche Maßstäbe an die Aufgaben der Vollzugsbehörden der Mitgliedsstaaten angelegt werden. Dies bedeutet, dass die Behörden konkrete Pflichten bei der Umsetzung der Störfall-Verordnung erfüllen müssen. Die Behörden müssen beispielsweise Inspektionssysteme einrichten und die Durchführung von Inspektionsprogrammen sicherstellen. Weiterhin neu ist auch die Verpflichtung der Behörden, Betriebsbereiche, die sich im Störfall gegenseitig gefährden könnten, die so genannten Domino-Effekt-Betriebe, zu ermitteln, damit die Betreiber gegenseitig Informationen austauschen und Vorsorge treffen können.

Die LfU hat während der gesamten Entwicklung des neuen Störfallrechts in Europa und Deutschland häufig mit fachtechnischen Stellungnahmen und Kommentaren sowie in zahlreichen Expertenkreisen mitgewirkt. Dies ist eine wichtige Voraussetzung, um jetzt die Vollzugsbehörden in Baden-Württemberg mit Rat und Tat zu unterstützen und praxisnahe Lösungen zu finden.

Die Pflichten der Betreiber

Schriftliche Anzeige der Betriebsbereiche

Damit die Behörde überhaupt Kenntnis über die Betreiber erhalten konnte, waren diese verpflichtet, bis zum 3. August 2000 ihre Betriebsbereiche beim jeweils zuständigen Gewerbeaufsichtsamt anzuzeigen. Hierzu gehört die Mitteilung über die Art und Menge der am Standort vorhandenen gefährlichen Stoffe und damit zusammenhängende Tätigkeiten sowie die genaue Nennung der verantwortlichen Personen.

Das Gewerbeaufsichtsamt hatte als erste Aufgabe die Anzeige zu prüfen. Die Erfahrungen hierbei haben gezeigt, dass viele Betreiber große Schwierigkeiten hatten, diese Grunddaten zu ermitteln. Probleme haben

sich u.a. ergeben in der Festlegung von verantwortlichen Personen, der Anwendung von Additionsvorschriften für die vorhandenen Mengen unterschiedlichster gefährlicher Stoffe bis hin zu deren richtigen Einstufung gemäß den europäischen Stoffrichtlinien. Häufig waren die Fachkenntnisse des Fachbereichs Störfallvorsorge der LfU gefragt, um die Gewerbeaufsichtsämter bei der Überprüfung der eingegangenen Anzeigen zu unterstützen.

Sicherheitsmanagement

Das Europäische Störfallrecht bringt Denkweisen und Begriffe mit sich, die für viele Betreiber und auch für viele Behörden Neuland darstellen. Insbesondere die Anforderung, ein Sicherheitsmanagement im Betrieb einzurichten, das genau definierte Grundzüge der Seveso-II-Richtlinie enthält, erfordert eine neue Orientierung.

Aus Sicht der LfU können funktionierende Sicherheitsmanagementsysteme, die auch in den Betrieben „gelebt“ und angewendet werden, das Sicherheitsniveau in Deutschland noch weiter verbessern. Viele detailreiche Regelungen im bestehenden Sicherheitstechnischen Regelwerk verlieren nämlich dann ihre Wirksamkeit, wenn die Betreiber keine effektiven organisatorischen Instrumente zur Implementierung und Überwachung dieser Regeln auf allen Betriebsebenen besitzen.

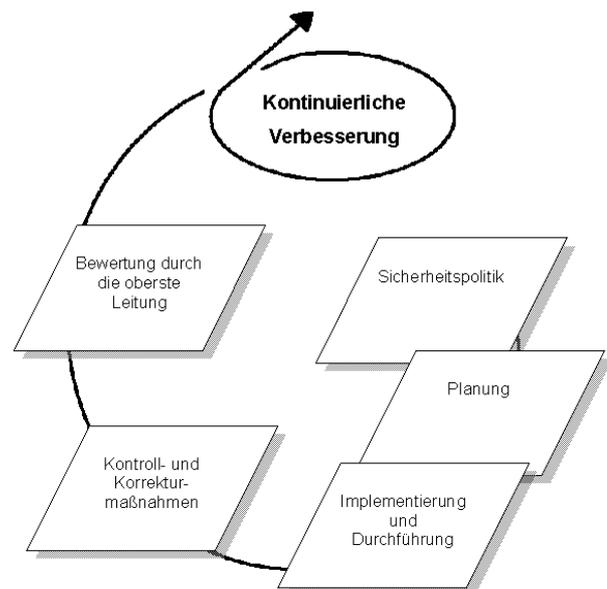
Was ist ein Sicherheitsmanagementsystem?

Ein Sicherheitsmanagementsystem (SMS) im Sinne der Störfall-Verordnung ist die strukturierte Umsetzung der Unternehmenspolitik zur Verhinderung von Störfällen. Die Darstellung des SMS muss mindestens die im Anhang III der Störfall-Verordnung aufgeführten Grundsätze beinhalten. Diese bieten genügend Freiraum, damit auch die jeweilige Unternehmenskultur sowie die vorhandenen Strukturen und Regelungen eingebunden werden können.

Ein Sicherheitsmanagementsystem umfasst Organisation, Abläufe und Anweisungen in ei-

nem Betriebsbereich einschließlich ihrer Dokumentation. Alle betrieblichen Prozesse, die einen sicherheitsrelevanten Charakter haben, sind darin enthalten. Geeignete und ausreichende Kontroll- und Korrekturmechanismen müssen vorgesehen werden, um die Funktionsfähigkeit des Systems prüfen zu können.

Sicherheitsmanagementsysteme können ähnlich aufgebaut sein wie die bekannten und in vielen Betrieben eingerichteten Qualitäts- oder Umweltmanagementsysteme. Solche Systeme dürfen nicht starr auf einem bestimmten Niveau verharren. Sie müssen vielmehr regelmäßig überprüft und bewertet werden. Ziel dabei ist die kontinuierliche Verbesserung und die Schaffung einer Sicherheitskultur im Betrieb und derartige Verbesserungsmöglichkeiten auch tatsächlich zu realisieren.



Modell des Sicherheitsmanagementsystems in Anlehnung an EN ISO 14001 / Umweltmanagementsysteme

Konzept zur Verhinderung von Störfällen

Jeder Betriebsbereich muss ein schriftliches Konzept zur Verhinderung von Störfällen erstellen. Es beinhaltet ausschließlich die Ziele und Grundsätze des Unternehmens zur Verhinderung von Störfällen. Ein solches Konzept muß noch keine technischen und organisatorischen Details enthalten. Es ist vielmehr ein Grundsatzdokument, in dem sich die Unternehmenspolitik widerspiegelt.

Das Sicherheitskonzept ist die Voraussetzung, um funktionierende Sicherheitsmanagementsysteme einzurichten.

Sicherheitsbericht

Betriebsbereiche mit erweiterten Pflichten, d.h. mit größeren Mengen an gefährlichen Stoffen, müssen das Sicherheitsmanagementsystem ausführlicher dokumentieren als Betriebsbereiche mit Grundpflichten. Diese Dokumentation ist ein Teil des Sicherheitsberichtes.

Der Sicherheitsbericht beinhaltet, neben der Dokumentation des Sicherheitsmanagementsystems, eine Darstellung der sicherheitsrelevanten Anlagen, ein Verzeichnis der vorhandenen chemischen Stoffe, eine systematische Ermittlung der Gefahrenquellen sowie hieraus abgeleitete Störfall-Szenarien einschließlich der hiergegen getroffenen Vorkehrungen. Im Sicherheitsbericht werden auch die Risiken für die Bevölkerung und die Umwelt dargestellt und bewertet.

Sicherheitsbericht für die Öffentlichkeit

Der Sicherheitsbericht muss vom Betreiber der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Diese weitreichende Öffentlichkeitsinformation geht deutlich über die bisherige Praxis der Offenlegung von Sicherheitsanalysen in immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren hinaus. Einige Betreiber denken darüber nach, den Sicherheitsbericht ins Internet zu stellen. Andere sehen eher mit gemischten Gefühlen derartige Dokumente in der Öffentlichkeit. Geschäfts- und Betriebsgeheimnisse sind natürlich nicht für die Öffentlichkeit zugänglich. Bedenkt man, dass je nach Größe des Betriebs ein Sicherheitsbericht einen bis zu mehrere Hundert von Aktenordnern füllen kann, bedeutet das Ausklammern dieser Informationen einen nicht unerheblichen Mehraufwand für die Betreiber. Die zuständigen Behörden erhalten hingegen alle Informationen, denn nur so ist es möglich, eine detaillierte Prüfung der Sicherheit vorzunehmen.

Die Behördenpflichten

Bereits im alten Störfall-Recht waren Verwaltungsbehörden, die Staatlichen Gewerbeaufsichtsämter und die LfU für den ordnungsgemäßen Vollzug der Störfall-Verordnung zuständig. Insbesondere waren bei Anlagen mit erweiterten Pflichten im Rahmen der Überwachung und Genehmigung vertiefte Kenntnisse im Bereich Anlagensicherheit eine Grundvoraussetzung für die Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen.

Ermittlung der Betriebsbereiche und Datenerfassung

Seit August 2000 werden die Basisdaten für einen effektiven Vollzug der Störfall-Verordnung ermittelt. Grundlage sind die Anzeigen der Betreiber. Die Staatlichen Gewerbeaufsichtsämter prüfen die Anzeigen vor. Die LfU prüft sie unter einheitlichen Gesichtspunkten und gibt sie zentral in ein eigens hierfür entwickeltes EDV-System ein. Somit kann eine hohe Datenqualität für die gesetzlichen Berichtspflichten und den staatlichen Vollzug gewährleistet werden. Die für den Vollzug zuständigen Behörden können nach dieser Ersteingabe mittels der Fachanwendung Gewerbeaufsicht (FA-GAA) bzw. des Umweltinformationssystems (UIS) über die Daten verfügen.

Der LfU wurde als neue Aufgabe zudem die regelmäßige Berichterstattung an das Bundesumweltministerium übertragen. Diese Berichterstattung wird über die neue EDV-Anwendung vorgenommen. Ergänzend hierzu dienen diese Daten dem Umweltministerium zur Konzeption von Arbeitsschwerpunkten im Bereich Anlagensicherheit.

Inspektionssystem

Die europäischen Vorgaben zur Planung, Durchführung und Dokumentation von Inspektionen erfordern in Deutschland ein auf die Behördenstruktur zugeschnittenes Inspektionssystem. In Baden-Württemberg ist die Gewerbeaufsicht für die Überwachung der Betreiber gemäß § 16 der Störfall-Verordnung zuständig. Unter der Federfüh-

rung der LfU wurden in einer gemeinsamen Arbeitsgruppe mit dem UVM, den Regierungspräsidien und den Gewerbeaufsichtsämtern hierfür die Voraussetzungen in Form eines Leitfadens geschaffen. Hiermit sind landeseinheitliche Rahmen entwickelt worden, für die Zielsetzung, Vorbereitung, Vor-Ort-Inspektion, Nachbearbeitung und Berichterstattung bei der Erfüllung der Überwachungspflichten. Ziel ist es, eine strukturierte und regelmäßige Überprüfung der technischen, organisatorischen und managementspezifischen Aspekte aller Betriebsbereiche zu gewährleisten.

Domino-Effekt

Nicht immer wissen die Betreiber, welche Tätigkeiten die Industrie- und Gewerbebetriebe in ihrer Nähe ausüben. Deshalb verlangt die Störfall-Verordnung von den Behörden die Ermittlung so genannter „Domino-Effekt-Betriebsbereiche“. Dies sind Bereiche, welche jeweils für sich unter die Störfall-Verordnung fallen, und bei denen aufgrund ihres Abstandes und der vorhandenen gefährlichen Stoffe eine gegenseitige nachteilige Beeinflussung die Folge wäre. Die LfU hat bei der Festlegung von praxisbezogenen Kriterien zur Einstufung derartiger Betriebe auf Bundesländer-Ebene wesentliche Beiträge geleistet. Damit wurden in Baden-Württemberg Voraussetzungen für den Vollzug geschaffen.

Prüfen von Sicherheitsberichten

Betreiber, die unter die erweiterten Pflichten fallen, müssen Sicherheitsberichte ausarbeiten. Aufgrund der Seveso-II-Richtlinie sind die Behörden verpflichtet, eine Prüfung dieses komplexen Dokumentes vorzunehmen und dem Betreiber in angemessener Zeit das Prüfergebnis mitzuteilen. Die Prüfung des Sicherheitsberichtes obliegt dem zuständigen Regierungspräsidium. Das Gewerbeaufsichtsamt wird als technische Fachbehörde i.d.R. an der Prüfung beteiligt.

In Einzelfragen wird die LfU um Stellungnahme gebeten. Hier kommen die langjährigen Erfahrungen und besonderen Kenntnisse sehr zur Geltung.

Meldung von Störfällen und schweren Unfällen

Sollte es trotz aller Vorkehrungen zu einem größeren Brand, einer Explosion oder einer Freisetzung gefährlicher Stoffe in einem Betriebsbereich kommen, ist dieses Ereignis sofort den Behörden zu melden. Darauf folgend müssen die betroffenen Betreiber eine schriftliche Bestätigung der Meldung innerhalb einer Woche an das zuständige Gewerbeaufsichtsamt senden.

Die LfU erhält als zentrale Störfallmeldestelle in Baden-Württemberg von den Gewerbeaufsichtsämtern die vorgeprüften Betreiber-meldungen. Von hier aus erfolgt eine Information der Zentralen Melde- und Auswertestelle (ZEMA) beim Umweltbundesamt in Berlin. Besonders schwere Ereignisse sind der Europäischen Kommission zu melden.

Zukünftige Entwicklung im Vollzug der Störfall-Verordnung

Durch den massiven Umbruch im Störfall-Recht sind intensive Schulungs- und Weiterbildungsmaßnahmen für die Mitarbeiter der Landesbehörden erforderlich. Die LfU ist hierfür ein kompetenter Partner, der sowohl bei individuellen Schulungen der einzelnen Dienststellen als auch bei zentralen Fortbildungen beteiligt ist.

Ziel der LfU ist es, das hier vorhandene Know-how und die landesweiten Erfahrungen mit dem Vollzug der Störfall-Verordnung praxisnah und aktuell weiterzugeben.

Die regelmäßigen Kontakte der LfU zu den Behörden in Baden-Württemberg, zu nationalen und internationalen Gremien sowie zu Sachverständigen und zur Industrie sind „last but not least“ auch eine Voraussetzung, um das Ministerium für Umwelt und Verkehr als für die Störfall-Verordnung zuständige oberste Landesbehörde engagiert und zuverlässig über die aktuellen Entwicklungen im Bereich der Anlagensicherheit zu beraten und zu unterstützen.

Thomas Hackbusch, Mark Hailwood

Holz hackschnitzelheizanlagen – ein Beitrag zum Klimaschutz

Einleitung

Der globale Temperaturanstieg in der Atmosphäre innerhalb der nächsten Jahrzehnte wird von wissenschaftlicher Seite nicht mehr in Frage gestellt. Der Klimaschutz ist deshalb eine der größten umweltpolitischen Herausforderungen im 21. Jahrhundert. Innerhalb der Europäischen Union hat sich die Bundesrepublik verpflichtet, zur Erfüllung des Kyoto-Klimaprotokolls vom 10.12.1997 die Treibhausgasemissionen bis 2008/2012 um 21% gegenüber 1990 zu reduzieren. Weiter hat sich Deutschland verpflichtet, über die internationale Klimarahmenkonvention von Kyoto hinaus, die CO₂-Emissionen bis 2005 gegenüber dem Stand von 1990 um 25% zu senken. Bei CO₂-Emissionen im Jahre 1990 von rund einer Milliarde Tonnen bedeutet dies eine absolute Reduktion des Jahresausstoßes an CO₂ um etwa 250 Millionen Tonnen gegenüber dem Stand von 1990. Dies ist nur durch eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen möglich.

Neben der Energieeinsparung kommt dabei der Substitution von fossilen Brennstoffen durch regenerative Energieträger eine besondere Bedeutung zu. In waldreichen Gebieten ist Holz ein wesentlicher Brennstofflieferant. Holz ist der traditionsreichste und von den Menschen am längsten genutzte Energieträger. In den Industrieländern wurde das Holz durch den verstärkten Einsatz fossiler Energieträger (Öl und Gas) weitgehend verdrängt.

Seit Beginn der Diskussion um steigende CO₂-Konzentrationen in der Erdatmosphäre wurde der Ruf nach der energetischen Nutzung von Holz auch in den Industriestaaten wieder lauter, denn die Nutzung von Holz als Energieträger ist in der Gesamtbilanz als weitgehend CO₂-neutral anzusehen. Bei der Verbrennung von Holz wird lediglich die Menge an CO₂ freigesetzt, die zuvor während des Wachstums in der Pflanze gebunden wurde. Außerdem ist Holz bei nachhalti-

ger Waldbewirtschaftung auf unbegrenzte Zeit verfügbar. Der Einsatz von Holz als regenerativem Brennstoff schont damit auch die fossilen Energiereserven der Erde.

Unter den beschriebenen Gesichtspunkten werden heute immer mehr Holz hackschnitzelfeuerungsanlagen im Rahmen von Nahwärmekonzepten zur Versorgung von Neubaugebieten oder größeren kommunalen Objekten errichtet.

Potenziale, Nutzungsgrad, Perspektiven

Nach Schätzungen liegt das technische Potenzial der aus Rest- und Altholz in Baden-Württemberg thermisch nutzbaren Energie bei ca. 54 PJ pro Jahr. Dies entspricht rund 3% des derzeitigen Primärenergieverbrauchs in Baden-Württemberg von etwa 1.600 PJ pro Jahr. Rund 20 PJ pro Jahr werden heute bereits in ca. 200.000 Holzzentral- und Einzelheizungen (Nennleistung ca. 800 bis 1.200 MWth), ca. 4.500 gewerblichen Feuerungsanlagen (Nennleistung ca. 1.300 MWth) sowie ca. 110 Holz hackschnitzelheizanlagen (Nennleistung ca. 70 MWth) energetisch genutzt (Stand Ende 2000).

Der Jahresenergieertrag der Holz hackschnitzelheizanlagen dürfte sich somit in der Größenordnung um 300.000 MWh (ca. 1 PJ) bewegen. Dies bedeutet, dass allein durch den Betrieb dieser Anlagen ca. 30 Mio. Liter Heizöl ersetzt und rund 100.000 t CO₂ eingespart werden. Moderne, richtig installierte und betriebene Holz hackschnitzelheizanlagen können allerdings noch einen erheblich größeren Beitrag zum Klimaschutz leisten als bisher. So erscheint in Baden-Württemberg ein jährlicher Ausbau, insbesondere im kommunalen Bereich, von etwa 25 MWth realisierbar. Dies würde bis 2010 etwa eine Verdreifachung der bestehenden Holz hackschnitzelheizanlagen mit einer zu-

sätzlichen Wärmeleistung von ca. 250 MWth bedeuten.

Technische Realisierung

Brennstoff

Holz hackschnitzel werden im Wesentlichen aus Rohholz (Waldholz und Grünschnitt), Industrierestholz (Holzabfälle) und Alt-Gebrauchtholz hergestellt. Die chemisch-stofflichen wie physikalischen Merkmale der Hackschnitzel sind dabei sowohl für den störungsfreien Betrieb der Heizanlage als auch für die Emissionen und die Aschequalität von entscheidender Bedeutung (Tabelle 3-1). Ihr Heizwert ist maßgeblich vom Wassergehalt abhängig. So steckt in einem Kilo Holz mit einem Wassergehalt von 50% nur halb soviel Energie wie in einem Kilo absolut trockenen Holzes. Hinzu kommt, dass für die Verdampfung des Wassers während des Verbrennungsprozesses zusätzlich Energie aufgewendet werden muss, die in den meisten Fällen nicht wieder zurückgewonnen werden kann und damit durch den Schornstein entweicht.

Feuerungsarten

Holz nimmt als gasreiches Multistoffgemisch gegenüber Kohle, Öl und Gas mit weitgehend gleichbleibenden Zusammensetzungen feuerungstechnisch eine Sonderstellung ein. Wegen der während des Verbrennungsvorganges ablaufenden komplexen chemisch-physikalischen Vorgänge stellt die schadstoffarme Verbrennung von Holz hohe Anforderungen an die eingesetzte Anlagentechnik.

Für die thermische Nutzung von Holz werden heute auf dem Markt unterschiedliche Feuerungssysteme angeboten, die jeweils in besonderer Weise auf die speziellen Eigenschaften der einzusetzenden Holzbrennstoffe (z. B. Stückigkeit, Feuchte, Aschegehalt, Rindenanteil usw.) abgestimmt sind. Ihr Hauptunterscheidungsmerkmal ist dabei die Feuerungsart. Häufig eingesetzte Feuerungsarten sind: Rostfeuerung, Unterschubfeuerung, Einblasfeuerung, Vorofenfeuerung, Wirbelschichtfeuerung und Schachtfeuerung. Abbildung 1 zeigt den schematischen Aufbau einer Treppenrostfeuerung.

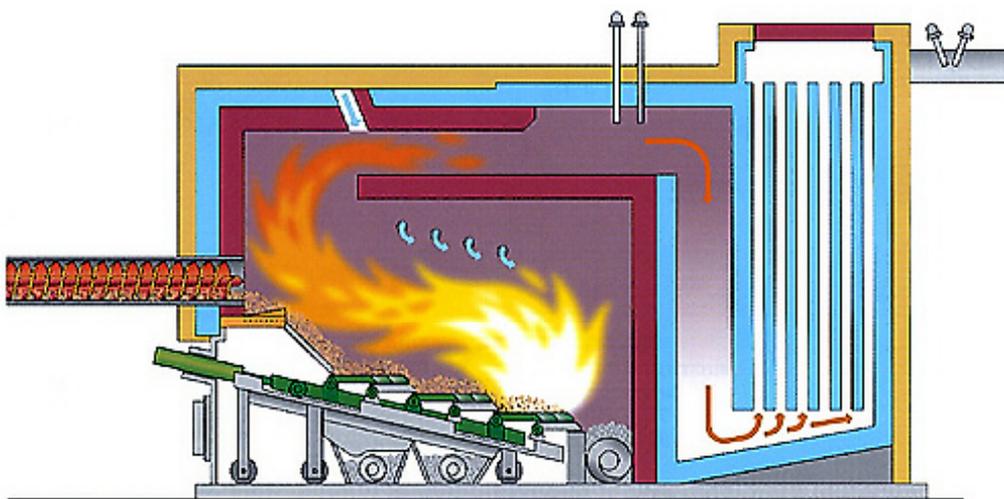


Abb. 1: Schnittdarstellung einer Treppenrostfeuerung [Fa. Tiba-Müller]

Luftreinhaltetechnik

Bei der Verbrennung von Holz werden die Verbrennungsprodukte hinsichtlich

- Produkten der vollständigen Verbrennung: Kohlendioxid, Wasser, Aschepartikel
- Produkten der unvollständigen Verbrennung: Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe, Dioxine, Teer, Ruß, unverbrannte Partikel, Geruchsstoffe und
- Produkten aus Brennstoffverunreinigungen: Stickstoffoxide, Schwefeloxide, Halogenkohlenwasserstoffe, Schwermetalle

unterschieden. Daraus ergeben sich hinsichtlich der Vermeidung der Produkte aus der unvollständigen Verbrennung primäre Minderungsoptionen durch Verbesserung des Ausbrandes und durch Selektion des Brennstoffs. Des Weiteren ergeben sich aus den Bildungsmechanismen der Stickoxide, die bei der Holzverbrennung nahezu ausschließlich dem Brennstoffstickstoff entstammen, Minderungsmaßnahmen über die Verbrennungsführung. Die Bildungsmechanismen für Ruß und Feinstaub erfordern zusätzlich Maßnahmen im Bereich der Abgasreinigung (Sekundärmaßnahmen).

Entstaubung der Abgase

Staubabscheidung erfolgt bereits in den Zügen des Kessels und der Brennkammer. Dennoch können auch bei guten Ausbrandbedingungen Partikelkonzentrationen $> 150 \text{ mg/m}^3$ im Abgas auftreten. In der Regel handelt es sich dabei um sehr feine Partikel ($< 1 \mu\text{m}$), die nur durch nachgeschaltete Abscheider (Sekundärmaßnahmen) aus dem Abgas entfernt werden können.

Zur Entstaubung von Rauchgasen aus Holzfeuerungsanlagen stehen heute unterschiedliche Technologien zur Verfügung. Grundsätzlich wird dabei zwischen Trockenabscheidung [Gravitationsabscheider, Flieh-

kraftabscheider (Zyklone), elektrostatische Abscheider, filternde Abscheider (Gewebe-filter)], Kondensationsabscheidung und Nassabscheidung (Abgaswäscher) unterschieden. Soweit Schwermetalle und schwerflüchtige organische Stoffe wie PAK und Dioxine partikelgebunden vorliegen, werden auch sie durch den Einsatz derartiger Systeme aus den Abgasen abgeschieden.

Die aufgeführten Abgasreinigungssysteme unterscheiden sich jedoch teilweise gravierend im Abscheidewirkungsgrad bei kleinen Partikeldurchmessern und in ihrer thermischen Belastbarkeit. Abbildung 2 zeigt im Überblick die Abscheideleistung der unterschiedlichen Systeme in Abhängigkeit von der Partikelgröße.

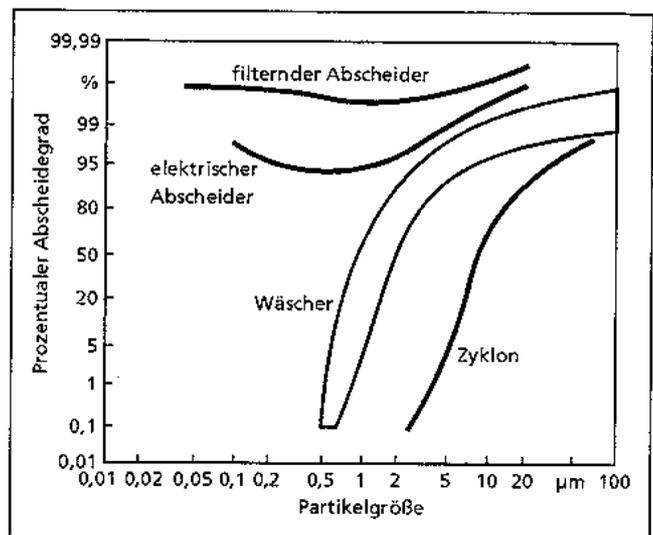


Abb. 2: Abscheideleistung unterschiedlicher Abgasreinigungssysteme in Abhängigkeit von der Partikelgröße [Mar99]

Asche aus Holzfeuerungsanlagen

Bei der Verbrennung wird naturbelassenes Holz überwiegend in gasförmige Bestandteile umgewandelt. Nur ein geringer Teil ist mineralischer Natur und verbleibt in der Asche. Bei Holzfeuerungsanlagen wird zwischen Grobasche (Rostasche), Mittelasche (Zyklonflugasche) und Feinstflugasche unterschieden. In Abbildung 3 sind die bei der Holzfeuerung anfallenden Aschefrak-

tionen schematisch dargestellt. Die angegebenen Gewichtsanteile am Gesamtasche-

anfall gelten für Rostfeuerungen mit Hackgut bzw. Rinde als Brennstoff.

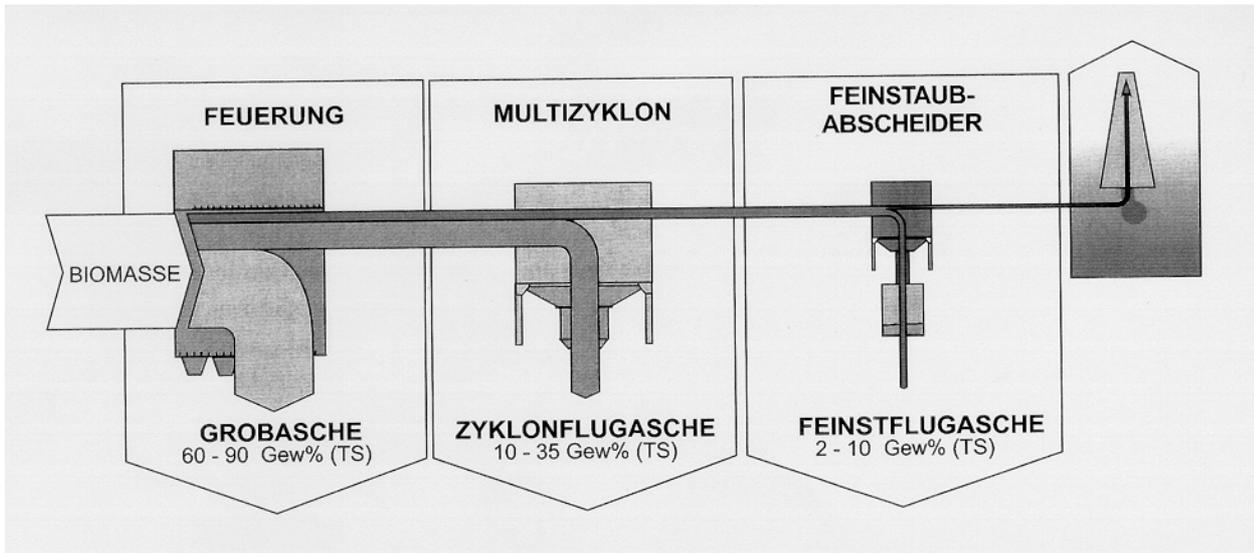


Abb. 3: Schematische Darstellung der in einer Biomassefeuerung anfallenden Aschefraktionen [FNR00]

Karl-Jürgen Kiesel, Franz Bauer

Kosten- und umweltfreundlich Druck machen – Stoffstromoptimierung in der Druckerei

Projektansatz

Eine zentrale Aufgabe von Industrie und Gewerbe für eine zukunftsfähige Entwicklung ist es, den Einsatz von Ressourcen durch effiziente Nutzung zu minimieren und die Stoffeinträge in die Umwelt weiter zu reduzieren. Um alle Möglichkeiten zur Steigerung der Ressourceneffizienz erkennen zu können, ist eine komplexe Betrachtung der innerbetrieblichen Energie- und Stoffströme erforderlich.

Vor allem in kleineren und mittleren Unternehmen ist häufig eine große Skepsis gegenüber Ansätzen zur Quantifizierung von Energie- und Stoffströmen sowie Umwelteinwirkungen festzustellen, weil man einerseits den Zusatzaufwand als zu hoch einschätzt, andererseits aber den dadurch gewonnenen Nutzen im Vorhinein schwer erkennen kann.

Die Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) Baden-Württemberg führt deshalb im Rahmen des umweltpolitischen Schwerpunktes „Stoffstromoptimierung in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU)“ Untersuchungen zur Einführung eines betrieblichen Energie- und Stoffstrommanagements durch. Ziel ist es, am Beispiel von branchenspezifischen Modellstudien aufzuzeigen, dass mittels eines betrieblichen Energie- und Stoffstrommanagements eine ressourcenminimierte Produktion realisiert und somit gleichzeitig Auswirkungen auf die Umwelt reduziert und die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens gesteigert werden kann.

Methode

Der erste Schritt einer Stoffstromuntersuchung ist eine systematische Erhebung der stofflichen und energetischen Daten im Betrieb bzw. in einer Betriebseinheit. Auf dieser Basis wird ein Modell der innerbe-

trieblichen Energie- und Stoffströme erstellt, meist mit Hilfe von speziellen EDV-gestützten Rechenmodellen. Es erfolgt eine methodische Schwachstellenanalyse sowie die Beschreibung der Stoff- und Energieeinsatzeffizienz mittels spezifischer Kennzahlen.

Stoffstromanalyse ist eine Optimierung der betrieblichen Stoffströme hinsichtlich Mengen, Umweltauswirkungen und Kosten sowie eine Verbesserung der Transparenz der Stoffströme und Prozessabläufe. Über eine kostenstellengenaue Abbildung der Stoff-, Energie- und Emissionsströme ist eine exakte Zuordnung zu einzelnen Produktionsschritten oder Aggregaten möglich. Die so erzielbare Transparenz kann ursachenbezogene Schwachstellen aufdecken, zum Beispiel Senken beim Energie- und Materialverbrauch und/oder die Ursachen für hohes Abfallaufkommen innerhalb der Produktionsprozesse. Voraussetzung für den dauerhaften Erfolg eines Stoffstrommanagements ist, dass das System anschließend in den Betrieben fortgeführt wird und dadurch zu einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess hinsichtlich Ressourcenminimierung, Energieeinsparung und Emissionsreduzierung führt.

Projektdurchführung

In der Regel beginnt der Projektablauf mit einem Initialisierungs-Workshop. Teilnehmer sind alle beteiligten Vertragspartner. Zunächst stellt der gemeinsam von dem beteiligten Unternehmen und der LfU ausgewählte Berater seine Methodik und Vorgehensweise vor. In Abstimmung aller Beteiligten erfolgt die genaue Zieldefinition und der Umfang bzw. Erfassungsrahmen (Scoping) des Projektes.

Nun beginnt die Erstellung der Sachbilanz (inventory analysis), welche den Kern von Energie- und Stoffstrommanagementsys-

temen darstellt. Der erste Schritt der Sachbilanz ist die Erfassung und Beschreibung der Betriebsstruktur sowie die Abbildung des Betriebes als Betriebsmodell (meist in geeigneten Softwaretools). Die folgende Betriebsanalyse (detaillierte Beschreibung des IST-Zustandes) enthält die zwei wesentlichen Elemente einer Stoffstromanalyse, die Betriebsbilanz und die Produktlinienbilanz. Die Betriebsbilanz („Black Box“) hat im Rahmen der Stoffstromanalyse die Funktion eines Referenzzustandes zur Validierung des Betriebsmodells. Eine Verfolgung von Stoff-, Energie- und Kostenströmen innerhalb des Betriebes ist damit noch nicht möglich. Dies leistet die Produktlinienbilanz, welche die stofflichen und energetischen Flüsse innerhalb des Betriebes auf der Basis von Prozessbilanzen beschreibt.

Nach der Bildung betriebsrelevanter Kennzahlen wird in dieser Projektphase das Stoffstrommodell dazu verwendet, anhand dieser Kriterien eine gezielte Schwachstellenanalyse durchzuführen, um Verbesserungs- und Einsparpotenziale aufzuzeigen. Auf der Basis der ermittelten Verbesserungspotenziale werden dann möglichst umsetzungsnahe Einsparmöglichkeiten für den Betrieb aufgezeigt. Im Allgemeinen ist damit die „Hilfestellung“ der LfU zu Ende, die Weiterführung des Stoffstrommanagementsystems beziehungsweise die Umsetzung der Lösungsvorschläge ist Sache des Betriebes.

Druckbranche allgemein

Zur Druckerei-Branche zählen neben Druckereien auch eigenständige Satz- und Repro- sowie Weiterverarbeitungsbetriebe, Versandunternehmen und Verlage. Am häufigsten sind in der Branche Druckereien anzutreffen, die einen Großteil der Satz- und Reproarbeiten sowie eine Reihe von Weiterverarbeitungsaufträgen im eigenen Unternehmen durchführen können. Zur Druckerei-Branche zählen in Deutschland etwa 14.000 Betriebe.

Eine Charakterisierung wird im Allgemeinen nach dem Druckverfahren vorgenommen. Obwohl es theoretisch möglich ist, mit nahezu jedem Druckverfahren jedes Druckprodukt herzustellen, lassen sich in der Praxis aufgrund wirtschaftlicher und technischer Vorteile die meisten Druckerzeugnisse einem bestimmten Druckverfahren zuordnen.

Im Offsetdruckverfahren wird Farbe auf eine Druckplatte aufgetragen, die das Druckbild dann über eine Gummiwalze auf den Bedruckstoff überträgt (daher der Name „offset“). Dabei wird überwiegend mit Maschinen gearbeitet, die die Farbe auf die Druckplatte mit einem Alkohol-Wasser-Gemisch übertragen, das mit der Farbe auf der Platte eine Emulsion bildet. Während des Druckens verdunsten Wasser und Alkohol (meist Isopropanol) an die Umgebungsluft. Isopropanol trägt zur Gesundheits- und Umweltbelastung bei (Treibhausgas und

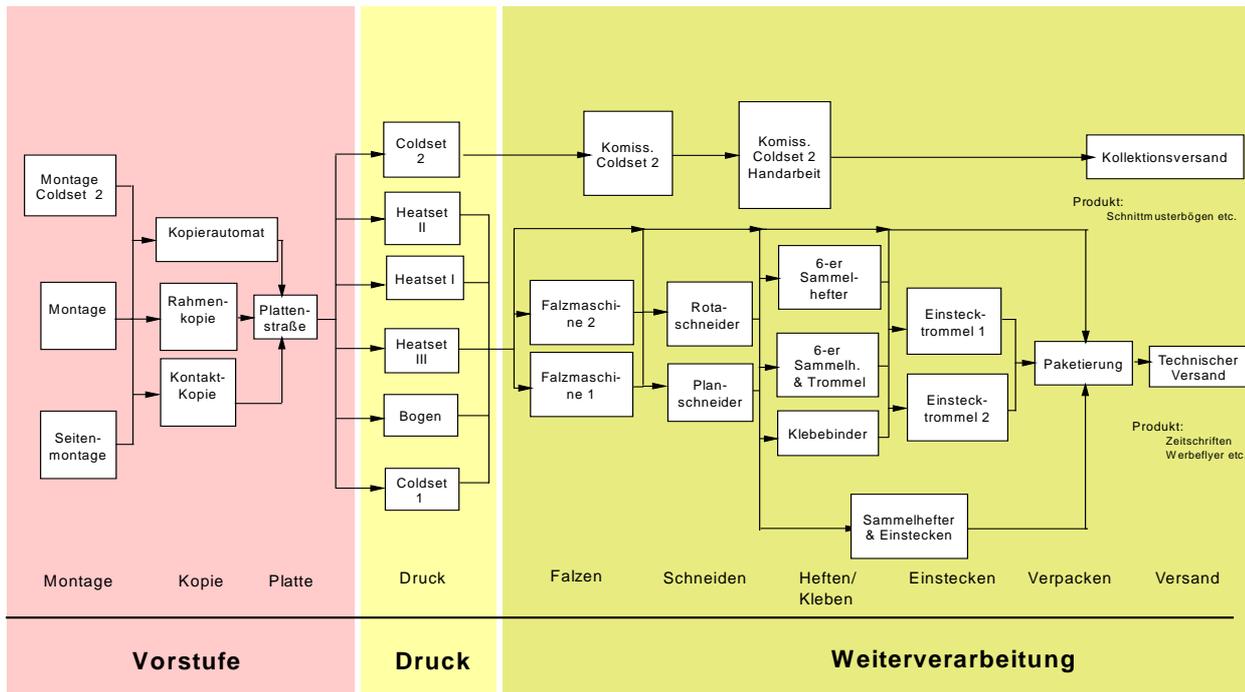
Offsetdruck			Tiefdruck			Flexodruck	Siebdruck
Lösemittelfreie Farben			Farbe auf Toluolbasis		Farbe auf Ethanol- oder Wasserbasis	Farbe auf Ethanol- od. Wasserbas.	diver. organ. Lösemittel oder Wasser
Bogen	Heatset	Coldset	Endlos	Illustration			
Akzidenzen	Akzidenzen, Zeitschriften	Zeitungen	Formulare	Zeitschriften	Verpackungen	Verpackungen	Schilder, Textilien
kleine und mittlere Auflage	mittlere Auflage	mittlere und hohe Auflage	kleine und mittlere Auflage	sehr hohe Auflage	mittlere Auflage	mittlere Auflage	kleine Auflage

Quelle: synergitec, Freiburg

sommersmog-bildende Ozon-Vorläufersubstanz). Typische Einsatzstoffe des Offsetdrucks sind neben Papier und Karton die Offsetdruckfarben, die auf der Basis von schwerflüchtigen Kohlenwasserstoffen hergestellt sind. Sie trocknen nicht durch Verdunstung eines Lösemittels, sondern durch Vernetzung des Bindemittels an der

Luft sowie durch Eindringen in den Bedruckstoff („Wegschlagen“).

In einer vollstufigen Offsetdruckerei kann man die Produktionsstufen Vorstufe, Druck und Weiterverarbeitung unterscheiden. Ein zusätzlicher Betriebsbereich ist die produktionsnotwendige Infrastruktur.



Quelle: ifeu, Heidelberg

Die Modellbetriebe

Insgesamt wurden seit 1999 neun Stoffstromprojekte durchgeführt, davon drei in Druckereien. Diese lassen sich wie folgt charakterisieren:

Betrieb 1 ist ein mittelgroßer Betrieb des Druckereigewerbes und beschäftigt sich hauptsächlich mit den Offset-Druckverfahren: Heatset-Rollenoffsetdruck, Bogenoffsetdruck und Coldsetdruck. Der Betrieb ist Bestandteil einer größeren Verlagsgruppe und innerhalb dieser für den regelmäßigen Druck verschiedener Zeitschriften und Periodika zuständig. Von der Produktpalette und dem Maschinenpark her ist der Modellbetrieb nur bedingt typisch für die kleinen und mittleren Unternehmen der Druckbranche, da die Produktion zu über $\frac{3}{4}$

von den Anforderungen der Verlagsgruppe geprägt ist.

Betrieb 2 ist eine typische Mittelstandsdruckerei in Baden-Württemberg. Sie besteht aus einem räumlichen Zusammenschluss von zwei Bogenoffsetdruckereien mit je einer Satz- und Reproabteilung sowie einem gemeinsamen Druckerei- und Lagerraum. Außerdem befinden sich im Haus ein Betrieb der Weiterverarbeitung, ein Versandunternehmen sowie ein Verlag. Die Hauptprodukte sind Zeitschriften, Broschüren, Prospekte, Akzidenz-/Geschäftsdruck und Kataloge.

Betrieb 3 ist ein in den letzten Jahren stark expandierendes mittelständisches Unternehmen mit einer vielschichtig ausgeprägten, kundenorientierten Produktpalette

im Rollen- und Bogenoffsetdruck. Die Hauptprodukte sind Kataloge, Zeitschriften, Prospekte, Beilagen und Hüllen/Umschläge auf verschiedenen Papierqualitäten.

Die Energie- und Stoffstromanalysen zur Einführung von Stoffstrommanagementsystemen wurden nach Auswahl durch die zu untersuchende Firma und die LfU von folgenden Beraterfirmen durchgeführt (die jeweils eingesetzte Software ist mit angegeben):

Ingenieurbüro synergitec, Freiburg;
(Access, Excel)

ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH,
Heidelberg; (Umberto)

GWU – Beratungsgesellschaft für wirtschaftliches Umweltschutzmanagement mbH, Siegen; (AUDIT).

Ergebnisse

Mit der Methode des Energie- und Stoffstrommanagements ist in allen drei Modellbetrieben zunächst eine wesentlich höhere Transparenz der ablaufenden Energie- und Materialströme sowie der Kostenverteilung erreicht worden, welche die Geschäftsleitungen selbst überrascht hat. Insbesondere die Kostenverteilungen entlang der Stoffströme waren so bisher nicht bekannt und werden auch von den bestehenden, mehr betriebswirtschaftlich orientierten Kostensystemen nicht erfasst und führen zu neuen Erkenntnissen.

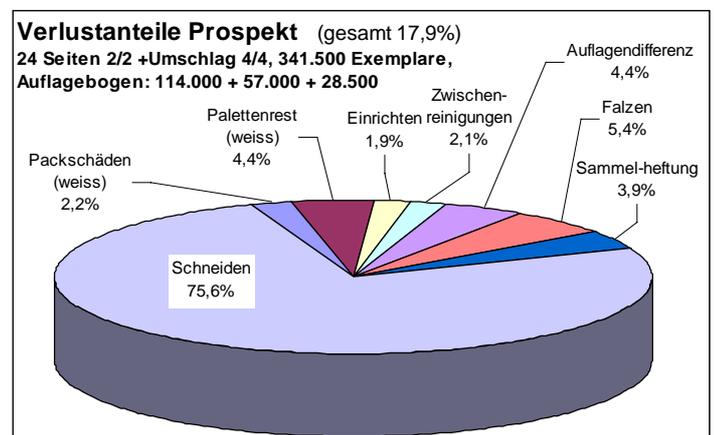
Durch Kennzahlenbildung und gezielte Schwachstellenanalyse wurden zahlreiche Optimierungs- und Einsparpotenziale, sowohl im organisatorischen als auch im technischen Bereich, gefunden. Im Druckgewerbe zeichnen sich vier Produktionsbereiche ab, welche die größten Einsparpotenziale aufweisen:

- Makulaturanfall (Papierabfall)
- Lösemittelanteil im Lösemittel-Wasser-Gemisch vor den Druckmaschinen
- Druckluftherzeugung

- Trockner (Heizwerke an den Druckmaschinen)

Der Hauptvorteil des Stoffstrommanagements gegenüber bisherigen Methoden ist, dass gezielte Detailanalysen oder Simulationsrechnungen mit aktuellen Daten durchgeführt werden können. Dabei kann zum Beispiel das Produkt mit der höchsten Makulatur identifiziert und anschließend analysiert werden.

Das folgende Bild zeigt ein Beispiel von gemessenen Papierverlusten bei der Herstellung eines Prospektes. Der Gesamtverlust an Papier beträgt 17,9%.

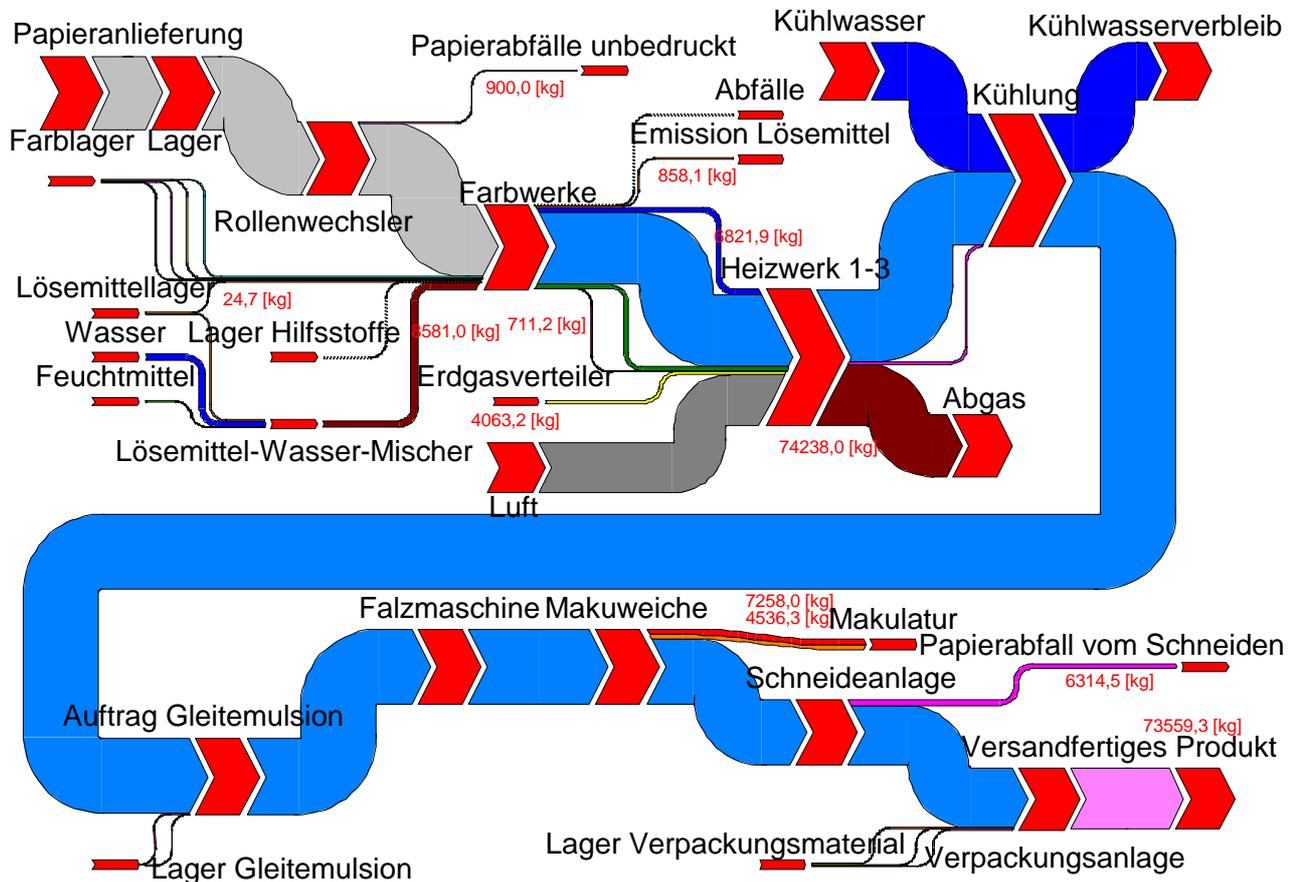


Quelle: synergitec, Freiburg

Bei allen drei Modellbetrieben hat sich die Ermittlung des tatsächlichen Makulaturanteiles als sehr schwierig herausgestellt. Hier sind jedoch sehr große Einsparpotenziale vorhanden, eine Reduzierung um 1,5% bis 2% erbringt Ersparnisse in Millionenhöhe. Die ermittelten Makulaturanteile liegen zwischen 15% und 19%.

Nachfolgendes Bild zeigt den Leistungsprozess einer Rotationsdruckmaschine als Sankeydiagramm.

Die Lösemittelanteile im Feuchtwasser an den Druckplatten betragen zwischen 7% und 18%. In einem Fall ist eine Reduzierung von 7% auf 6% durch eine genauere Messmethode der Mischungsverhältnisse erfolgt, in einem zweiten Fall konnte durch Umstellung des Feuchtmittelzusatzes der Lösemittelanteil von 18% auf 8% gesenkt



Quelle: GWU, Siegen

werden. Diese Ergebnisse führen zum Beispiel auch zu dem Schluss, dass es eigentlich Sache der Druckmaschinenhersteller ist, bessere Einstellungstechniken an ihren Maschinen mitzuliefern. Die Untersuchungen haben auch gezeigt, dass mit der zur Verfügung stehenden spezifischen Stoffstrom-Software die nach der VOC-Richtlinie (Richtlinie 1999/13/EG vom März 1999) geforderten Lösemittelbilanzen problemlos erstellt werden können.

Die Energiekosten für die Druckluftherzeugung in einem der Modellbetriebe konnten durch den Einbau einer elektronischen Stufenregelung um 15% reduziert werden. Durch die Umstellung der Steuerungssoftware für die erdgasbefeuerten Trockner in einem anderen Betrieb kann mehr als 50% des Erdgasverbrauchs eingespart werden.

Auch im organisatorischen Bereich sind Einsparmöglichkeiten vorhanden. Gefunden wurden zum Beispiel folgende Mängel:

Lagerein- und -ausgänge werden nur mangelhaft erfasst.

Es ist kein Stoffverwaltungssystem vorhanden.

Betriebs- und Hilfsstoffe werden nur monetär und nicht mengenmäßig erfasst.

Fazit

Die Einführung von Energie- und Stoffstrommanagementsystemen hat in allen drei Modellbetrieben zu Verbesserungsvorschlägen mit zum Teil erheblichen Nutzeffekten sowohl im ökologischen als auch im ökonomischen Bereich geführt. Im Falle einer Implementierung des Systems, im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses, in die bestehenden Betriebs/Prozessleitsysteme können die Nutzeffekte kurz-, mittel- bis langfristig erreicht werden.

Die **ökologischen Vorteile** für Druckereibetriebe aufgrund von Energie- und Stoff-

strommanagement ergaben zum Teil erhebliche Reduzierungen des Abfalls beziehungsweise Ressourcenschonungen, zum Beispiel von Papier, Lösemitteln, Farben, Hilfsstoffen und Energie. Gleichzeitig konnten deutliche Emissionsminderungen von Luftschadstoffen nachgewiesen werden, zum Beispiel Emissionsreduzierungen von Lösemitteldämpfen, Stickstoffoxiden und Kohlendioxid.

Der **ökonomische Nutzen** bzw. die gefundenen Sparpotenziale liegen zwischen 100.000 DM bis zu über 500.000 DM pro Jahr, je nach der Höhe der notwendigen Investitionen und der Amortisationszeiten.

Christian Kühne, Karl-Heinz Röhm

Integration von ausländischen radiologischen Daten in die neue Kernreaktor-Fernüberwachung Baden-Württemberg (KFÜ)

Das Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (UVM) betreibt als Aufsichtsbehörde für kerntechnische Anlagen ein System zur Kernreaktorfernüberwachung (KFÜ).

Die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) ist hierbei für den technischen Betrieb zuständig. Zum Schutz der Bevölkerung vor den Gefahren, die von kerntechnischen Anlagen ausgehen können, insbesondere dem Einfluss von ionisierender Strahlung, werden der Betrieb der Kernkraftwerke des Landes (Obrigheim – KWO, Philippsburg – KKP I, KKP II und Neckarwestheim – GKN I, GKN II) sowie die kerntechnischen Anlagen des grenznahen Auslands (Fessenheim/Frankreich und Leibstadt/Schweiz) ständig überwacht.

Die Kernreaktorfernüberwachung (KFÜ) ist ein komplexes Mess- und Informationssystem, das tagtäglich unabhängig von den

Betreibern 110.000 Messwerte erfasst, kontrolliert und archiviert.

Nachdem ein Datenaustausch mit externen Partnern wie dem Deutschen Wetterdienst (DWD) und dem Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) bisher schon realisiert war, wurde zur Optimierung dieser nationalen Überwachung zusätzlich im Rahmen der Teilerneuerung der Kernreaktorfernüberwachung (KFÜ) auch eine gegenseitige Datenlieferung mit den ausländischen Nachbarn OPRI (l'Office de Protection contre les Rayonnements Ionisants; französisches KFÜ; Abb. 1; Internet: www.opri.fr) und MADUK (Messnetz zur Automatischen Dosisleistungsüberwachung in der Umgebung der Kernkraftwerke der Schweiz, schweizerisches KFÜ, Abb. 2, vereinbart (Internet: www.hsk.psi.ch/maduk_1.html).

Auf der Karte in Abb. 1 kann man einen typischen Kartenausschnitt der neuen Be-

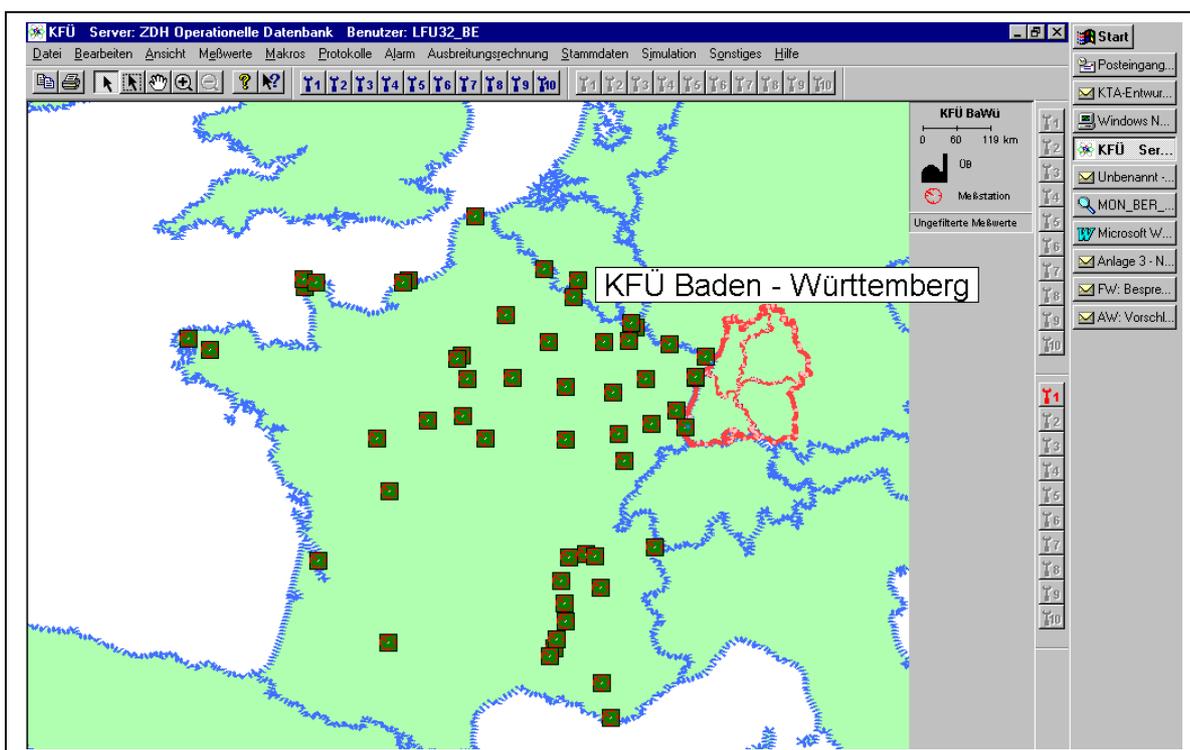


Abb. 1: Standorte französischer Messstationen, die Werte zur Ortsdosisleistung für das erneuerte System der Kernreaktorfernüberwachung liefern.

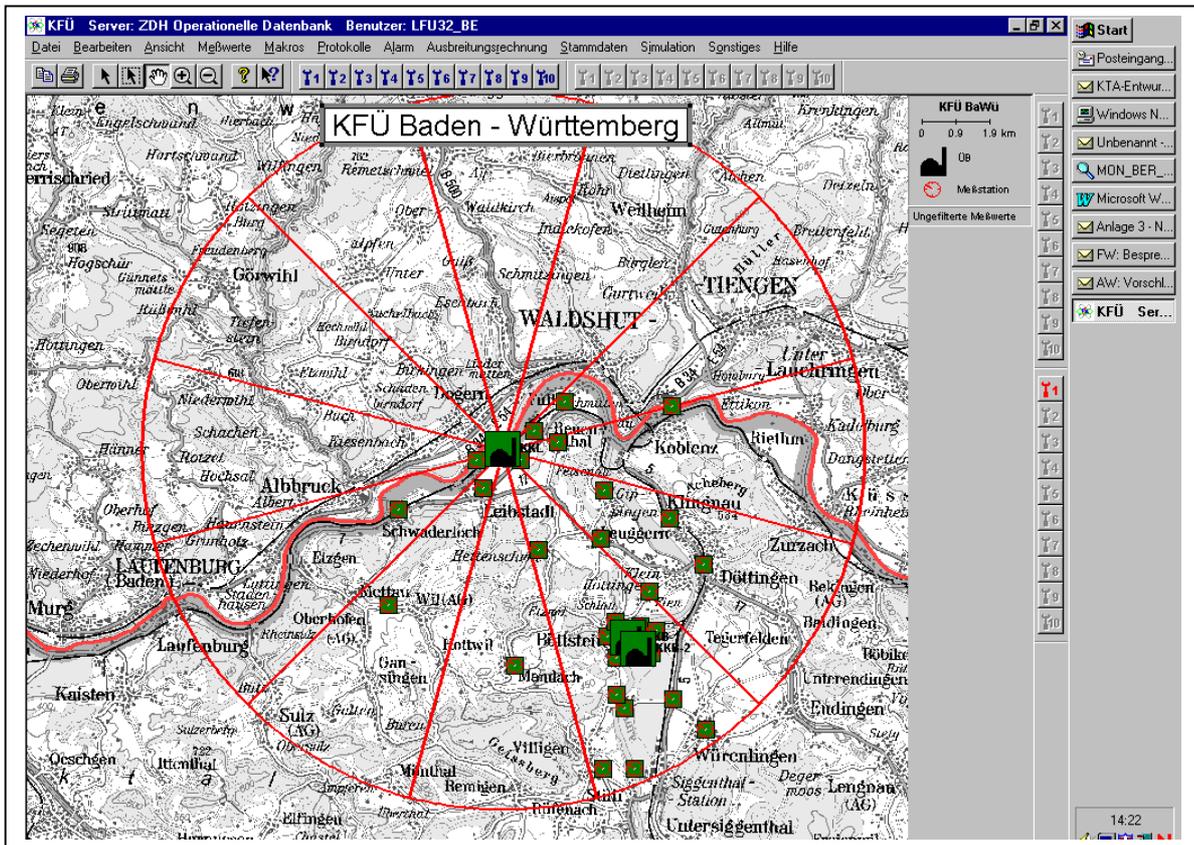


Abb. 2: Standorte der Schweizer Kernkraftwerke Leibstadt und Beznau 1+2 (bei Böttstein) mit Positionen der Schweizer Stationen zur Messung der Ortsdosisleistung im 10-km-Radius um Leibstadt

nutzeroberfläche erkennen, wobei die grün markierten Standorte französischer Messstationen radiologische Daten der Ortsdosisleistung direkt ins KFÜ übertragen.

Mit dem teilerneuten System, welches seit 01.10.2000 für den Routinebetrieb zur Verfügung steht, kann das Ministerium für Umwelt und Verkehr (UVM) als atomrechtliche Aufsichtsbehörde seinen Aufsichtspflichten sicherer und wirtschaftlicher nachkommen.

Für das UVM und die LfU als technischen Betreiber ergeben sich die folgenden entscheidenden Vorteile. Sämtliche verfügbaren Daten der Umgebungsüberwachung wie Immissionsdaten, Meteorologie, aber auch kraftwerksinterner Betriebsparameter (z.B. Neutronenfluss) baden-württembergischer Kernkraftwerke werden simultan, schnell und sicher in einer graphischen Benutzeroberfläche sichtbar gemacht. Diese Verlaufskurven der Messwerte können individuell gestaltet werden (bezüglich Skalierung,

Laufzeit), wobei „signifikante Erhöhungen“ schnell erkennbar sind.

Die neue Kernreaktor-Fernüberwachung als komplexes System besteht aus Messtechnik, Datenvernetzung für alle vorgesehenen Teilnehmer (Ministerium für Umwelt und Verkehr, Landesanstalt für Umweltschutz, Regierungspräsidien, Landespolizeidirektion Freiburg und die Kraftwerksbetreiber) und einer zeitgemäßen graphischen Benutzeroberfläche.

Die Standorte kerntechnischer Anlagen und der umgebungsüberwachenden Messstationen können auf hinterlegten Karten angezeigt werden (siehe Abb. 2 unten). Weiterhin ist es möglich, in der so genannten Schutzzieldarstellung die Entwicklung zahlreicher Betriebsparameter eines Kernkraftwerks auch im Zeitraffer graphisch darzustellen.

In der folgenden Abbildung 2 sind im Süden von Baden-Württemberg bei Waldshut-Tiengen im Zentrum des 10-km-Kreises das

Kernkraftwerk Leibstadt (CH) und rechts unterhalb davon die zwei Kernkraftwerke in Beznau (bei Böttstein) zu erkennen.

Um diese Standorte werden innerhalb des dargestellten Kreises mit 10-km-Radius zahlreiche Stationen zur Messung der Ortsdosisleistung auf deutschem und schweizerischem Gebiet betrieben. Zwischen deutscher und schweizerischer Behörde ist anders als mit den französischen Kollegen bisher nur ein gegenseitiger Austausch dieser regional begrenzten Daten vereinbart.

Der Datenfluss läuft hierbei über einen Knotenpunkt beim IAR (Institut für Atmosphärische Radioaktivität) in Freiburg.

Natürliche Radioaktivität

Im Bezug auf die „Radioaktivität“ wird oft vergessen, dass jeder Mensch auf der Erde auf natürliche Weise ionisierender Strahlung

ausgesetzt ist (2,4 mSv/Jahr) und niemand sich ihr entziehen kann. Die natürliche Strahlenbelastung setzt sich aus innerer und äußerer Strahlenexposition zusammen. Rund zwei Drittel der natürlichen Strahlenbelastung (1,7 mSv/Jahr) beruhen auf der inneren Strahlenbelastung durch Aufnahme von natürlichen Radionucliden in den Körper. Der Beitrag durch das Einatmen des natürlich vorkommenden radioaktiven Edelgases Radon (Rn-222, Rn-220) beträgt im Mittel 1,4 mSv/Jahr und durch Nahrungsaufnahme kommen noch etwa 0,3 mSv/Jahr hinzu (resultiert aus dem natürlichen Gehalt der Nahrung an Kalium-40).

Der Beitrag der äußeren Strahlenexposition beträgt ca. ein Drittel (0,7 mSv/Jahr) der gesamten natürlichen Strahlenbelastung und beruht etwa zur Hälfte aus der kosmischen Strahlung, welche von der Sonne auf die Erde abstrahlt und überwiegend aus energiereichen Teilchen und Gammastrahlung

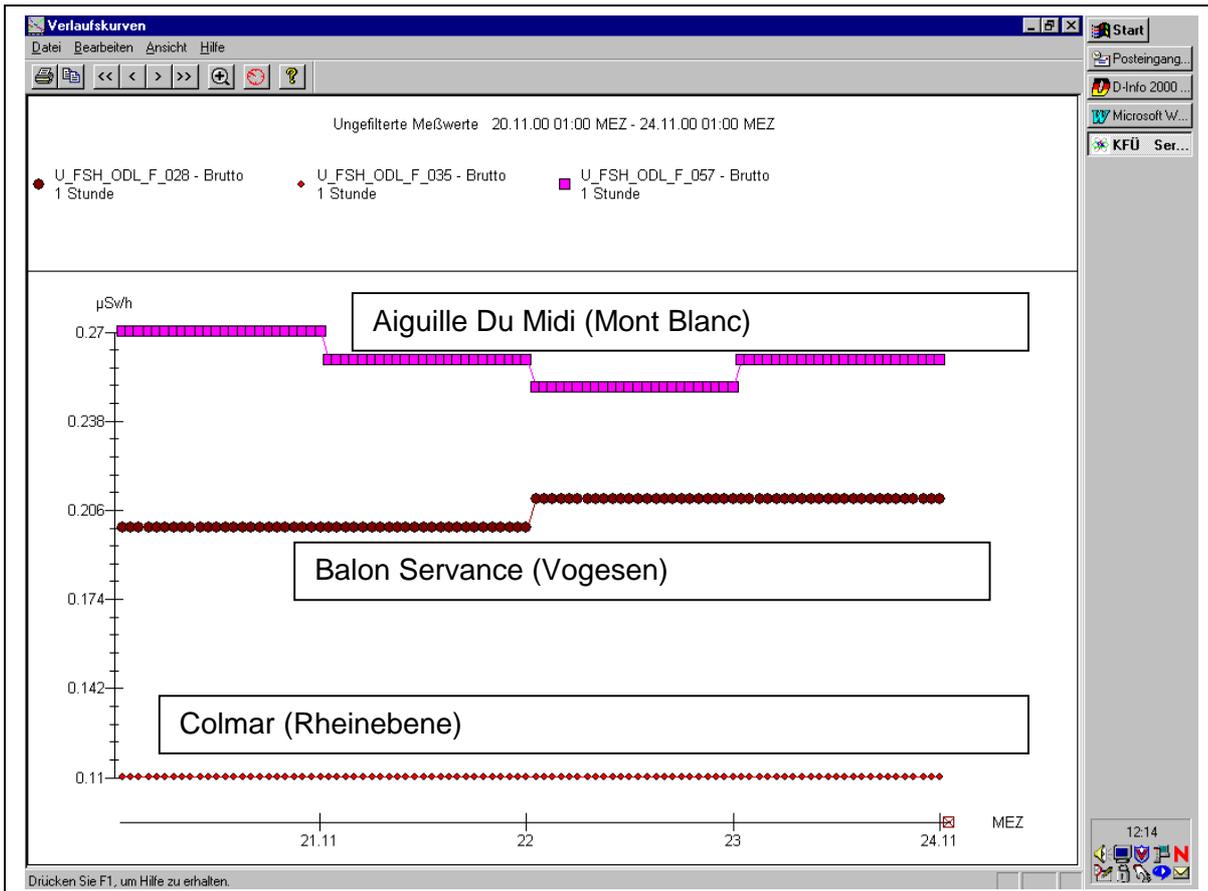


Abb. 3: Französische Stationen zur Messung der Ortsdosisleistung bei Aiguille Du Midi (Mont Blanc), Balon Servance (Vogesen) und Colmar (Rheinebene)

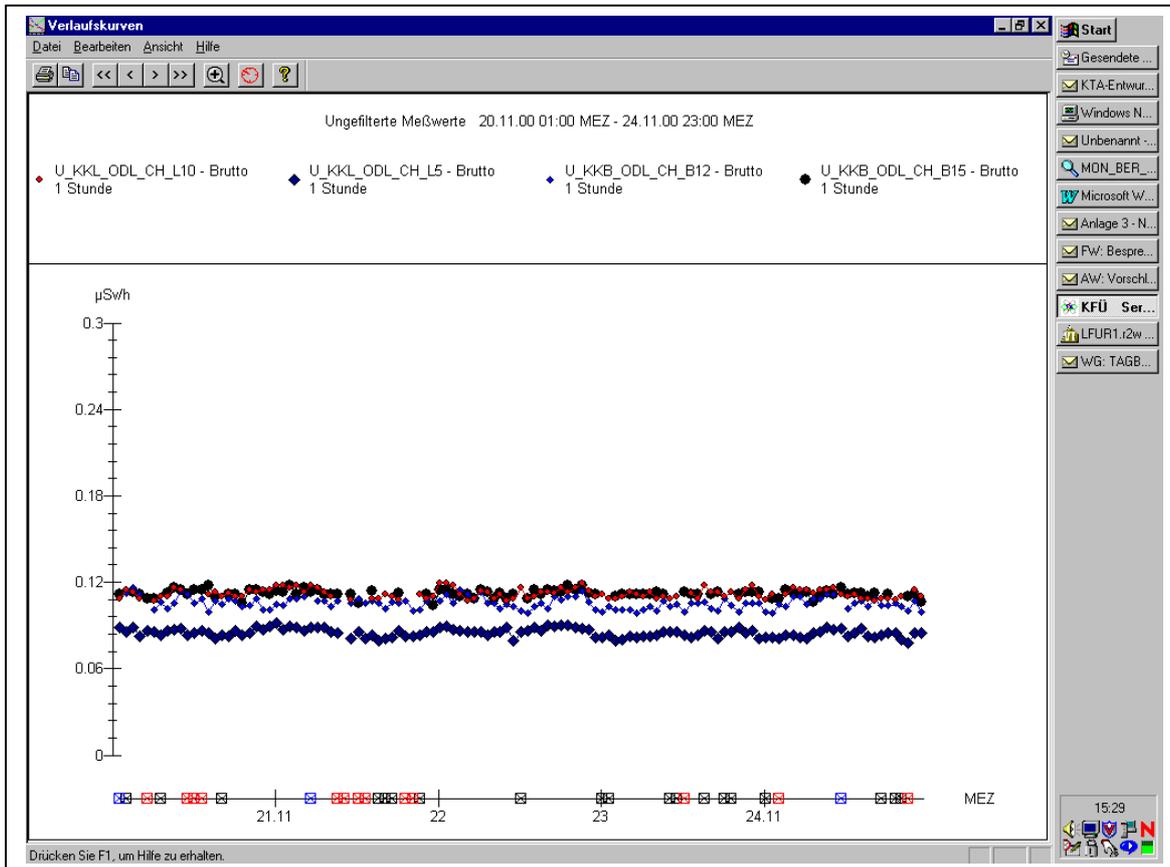


Abb. 4: Schweizer Stationen zur Messung der Ortsdosisleistung um die Kernkraftwerke Leibstadt und Beznau (bei Böttstein) liefern direkt Messwerte für das KFÜ Baden-Württemberg

besteht. Die Luft in unserer Atmosphäre dient hierbei als Absorbens, wodurch die Intensität dieser Strahlung abgeschwächt wird (Effekt siehe Abb. 3).

In der Abbildung 3 ist die Messung der kosmischen Höhenstrahlung bei Messstationen in verschiedenen geographischen Höhen zu erkennen. Die oberste Kurve zeigt die Stunden-Mittelwerte der französischen Messstation bei Aiguille du Midi in der Nähe des Mont Blanc. Bei einer solchen Höhe ist der Einfluss der Höhenstrahlung der Sonne schon deutlich zu erkennen: Der durchschnittliche Wert beträgt $0,26 \mu\text{Sv}/\text{Stunde}$, wohingegen er in der Rheinebene bei Colmar (untere Kurve) nur etwa $0,11 \mu\text{Sv}/\text{Stunde}$ beträgt.

In der Abbildung 4 sind von je zwei Messstationen um die Schweizer Kernkraftwerke Leibstadt und Beznau (bei Böttstein) die Verlaufskurven zu erkennen. Dargestellt sind die Messwerte der Ortsdosisleistung im sel-

ben Zeitraum wie bei den in Abbildung 3 dargestellten französischen Stationen. Die Werte bewegen sich in einem engen Bereich zwischen $0,07$ und $0,13 \mu\text{Sv}/\text{Stunde}$.

Da es in dieser Region keine größeren topographischen Differenzen gibt, ist der Einfluss der Höhenstrahlung nicht quantifizierbar.

Zusammenfassung

Mit der Integration ausländischer Daten zur Ortsdosisleistung sind für das Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg als Aufsichtsbehörde bei Störfällen in Frankreich und der Schweiz Messwerte direkt verfügbar, welche zur Lagebeurteilung in einem Ereignisfall notwendig sind.

Ralf Bechtler

Kommunikation ohne Grenzen: Erfahrungen mit einem neuartigen mobilen Datenfunksystem zur Erfassung der γ -Ortsdosisleistung (ODL) im Nahbereich der baden-württembergischen Kernkraftwerke

In der Umgebung der Kernkraftwerke Philippsburg, Obrigheim und Neckarwestheim wird seit 1984 an 90 Messstellen kontinuierlich die γ -Ortsdosisleistung erfasst. Diese γ -Ortsdosisleistungsmessstellen, so genannte Immissionsmessstationen, sind in öffentlichen Gebäuden oder eigenständigen Messhäuschen untergebracht und über das Telefonleitungsnetz an die Kernreaktorfernüberwachung Baden-Württemberg (KfÜ) angeschlossen. Im radiologischen Ereignisfall werden diese Messdaten zur Beurteilung der Lage herangezogen. Die bisher eingesetzte Messtechnik ist 20 Jahre alt und soll in den nächsten Jahren teilweise durch eine moderne Funktechnologie ersetzt werden. Die LfU erprobt seit Juli 2000 in den genannten Bereichen ein neuartiges Datenfunksystem,

bestehend aus 27 mobilen batteriebetriebenen ODL-Funksonden im hügeligen Gelände Nordbadens und einer Datenempfangsantenne auf dem Funkturm des Fernsehsenders „Königstuhl“ bei Heidelberg (Abb. 1). Die empfangenen Messdaten werden über eine ISDN-Datenleitung zur Datenzentrale nach Karlsruhe geschickt. In der BRD kommt diese neuartige Funktechnologie erstmalig zum Einsatz. Charakteristisch sind die kompakte Konstruktion der ODL-Funksonden, sowie eine vergleichsweise geringe Stromaufnahme und Sendeleistung. Das Funkkonzept besticht weiterhin durch minimale Projektionskosten, minimale Installationskosten durch einfachste Installation, höchstmögliche Flexibilität und Wartungsfreiheit über 3 Jahre bei einer hohen Betriebssicherheit.

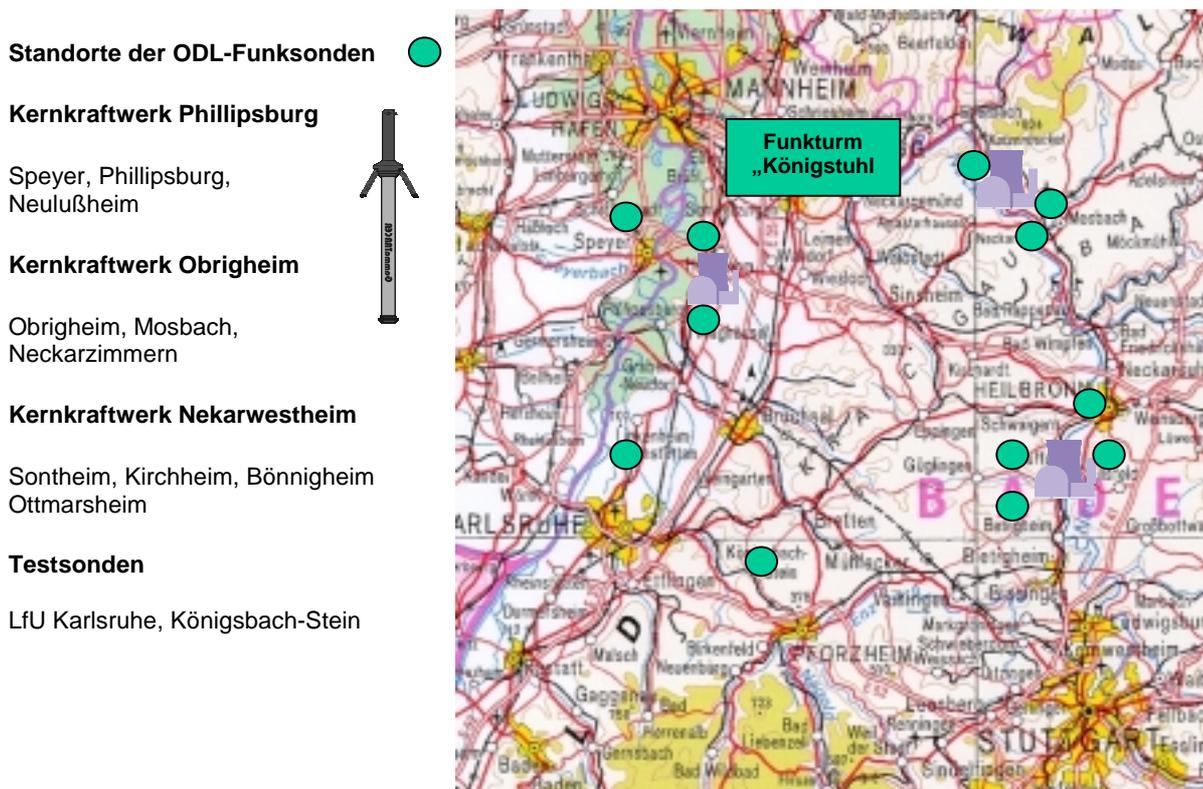


Abb. 1: Standorte der ODL-Funksonden im Norden Baden-Württembergs

Technisches Konzept der ODL-Funksonde

Die batteriebetriebene Hardware der ODL-Funksonde ist in einem stabförmigen, hermetisch abgeschlossenen kompakten Aluminiumgehäuse untergebracht. Die Ortsdosisleistungserfassung ist mit zwei Geiger-Müller-Zählrohren redundant ausgelegt. Außentemperatursensoren sowie Betriebsparameter ergänzen die Messdatensätze, die in einem variabel einstellbaren Zeittakt zwischen 1 Minute und 2 Stunden erfasst und bis zu drei Monaten auf einem internen Datenspeicher abgespeichert werden. Zyklisch überträgt die Funkeinheit (Trägerfrequenz 433 MHz) nach jedem Erfassungstakt die Messdaten bis zu 100 km weit an die Empfangsantenne. Ein jahrelanger wartungsfreier Dauerbetrieb ist gegeben, da modernste Technologie und geringe Sendeleistung von nur 10 Milliwatt stromsparend ausgelegt sind. Versorgt wird die gesamte Messelektronik mit einem Lithiumbatteriepaket, das die Messsonde bei einer einstündigen Messaufzeichnung über 3 Jahre wartungsfrei mit Strom versorgt. Über eine Infrarotschnittstelle bleiben die Messwerte auch bei einem Ausfall des Funkbetriebes jederzeit lückenlos abrufbar erhalten.

Bei einer Alarmschwellenüberschreitung wird der Messwernerfassungstakt automatisch z.B. von 60 Minuten auf 10 Minuten verkürzt. Die zulässige Arbeitstemperatur

zwischen -40 bis $+60$ °C und der Feuchtebereich von 0 bis 100% rF ermöglichen vielseitigste Einsatzmöglichkeiten.

Technisches Konzept der Empfangsanlage

In Baden-Württemberg wurde auf dem 630 m hohen „Königstuhl“ bei Heidelberg ein Standort gefunden, der die Umgebung der Kernkraftwerke Philippsburg, Obrigheim und Neckarwestheim mit dem ODL-Funksondensystem abdeckt. Die Empfangsantenne steht auf der obersten Plattform des Fernsenders „Königstuhl“. Die dort empfangenen Messdaten werden über eine Koaxialleitung an die Basisstation am Fuße des Funkturmes weitergeleitet. Darin befindet sich die Receiveranlage mit dem Erfassungsrechner, auf dem die Messdaten zwischengespeichert und danach per ISDN-Leitung nach Karlsruhe an die Datenzentrale weitergeleitet werden (Abb. 2). Die Datenzentrale ist im Wesentlichen eine SQL-Datenbank mit einer leicht bedienbaren graphischen Oberfläche (Abb. 3). Standardisierte Verlaufskurven der wichtigsten Messdaten und Parameter erleichtern die Betriebskontrolle. Die farbliche Kennzeichnung des Betriebsstatus der ODL-Funksonden auf einem geografischen Kartenausschnitt und die Einbindung von digitalen Bildern der Aufstellungsstandorte dokumentieren jederzeit den Status des Datenfunkmessnetzes. Über Clients-Anwendungen

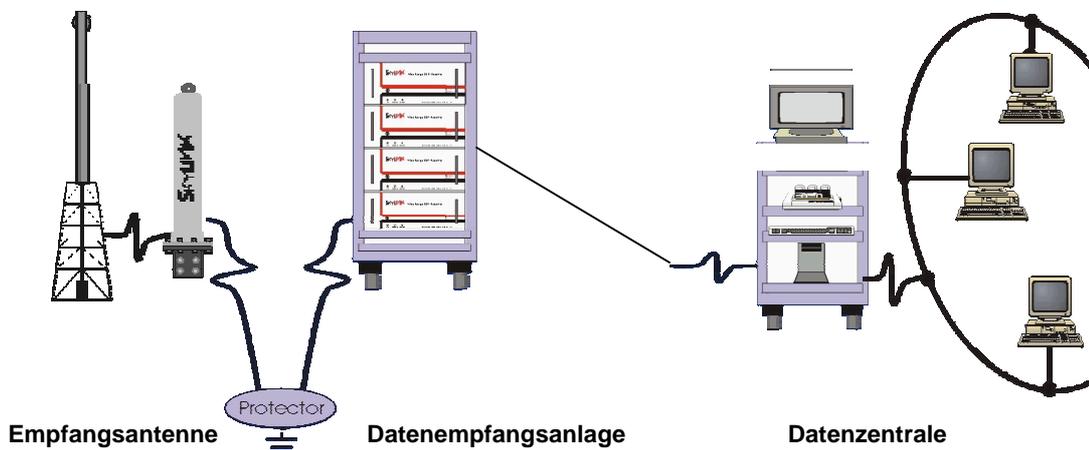


Abb. 2: Datenempfangseinrichtung für das ODL-Funksondensystem

sind die Arbeitsplatzrechner der zuständigen Sachbearbeiter mit dem Zentralsystem verbunden. Eine Notstromversorgung sichert den unterbrechungsfreien Betrieb.

Das Datenfunksystem ist als eigenständiges Subsystem in die Kernreaktorfernüberwachung Baden-Württemberg KfÜ integriert, d.h. das Funksystem wird unabhängig und eigenständig von den zentralen Funktionen der KfÜ betrieben. In den Abrufzyklus oder die Parameterisierung der ODL-Funksonden kann KfÜ-seitig nicht eingegriffen werden.

Die zentrale Datenhaltung der KfÜ greift auf eine SQL-Exportdatenbankschnittstelle des Datenfunksystems im Sekundentakt zu. Das Datenfunksystem selbst sorgt für die Aktualität der Messdaten. In der KfÜ können so die γ -Ortsdosisleistungsdaten der ODL-Funksonden zusammen mit ortsfesten Immissionsstationen des KfÜ, dem landeseigenem Radioaktivitätsmessnetz RAM und dem Bundesmessnetz WADIS auf geographischen Karten, in Tabellen und Verläufen dargestellt werden. Mobile Funksonden können so im Anforderungsfall bei kerntechnischen Ereignissen oder auch Trans-

portunfällen einfach und ohne große Fachkenntnis verdichtend in die bestehende Infrastruktur der Kernkraftwerksfernüberwachung eingebunden werden.

Weder die ODL-Funksonden noch die Empfangsstation benötigen ein aufwendiges personalintensives Wartungsintervall. Außer dem alle 3 Jahre durchzuführenden Batteriewechsel sind an den Sonden keine weiteren Wartungen notwendig. Mit Hilfe eines integrierten Qualitätssicherungssystems werden alle Komponenten der Sonde permanent überwacht und gegebenenfalls auftretendes Fehlfunktionen sofort weitergeleitet. Die Systempflege der EDV-Einrichtungen erfolgt per Datenfernübertragung. Doch sollte man aber auch einige Nachteile des Datenfunksystems nicht verschweigen:

Alle Messdaten werden über nur eine Empfangsanlage eingesammelt. Dies kann bei möglichen Ausfällen der Empfangsanlage oder Bauarbeiten am Funkturm unweigerlich zum Datenausfall führen.

Ein spezieller Historie-Algorithmus in der ODL-Sonde füllt fehlende Messdaten bei



Abb. 3: Displaydarstellung der Datenzentrale

nicht zustande gekommenen Funkübertragungen nachträglich im Datenspeicher der Empfangszentrale auf. Dies kann bei schwachen Empfangsfeldstärken der Fall sein.

Somit ist eine lückenlose Datenaufzeichnung gewährleistet.

Es kann nur eine begrenzte Anzahl von Sonden mit kurzen Messzeiten an eine Empfangsantenne angeschlossen werden. Totzeitprobleme, Überschneidung, Auslöschung der Funksignale treten dabei auf. Trotz dieser Vor- und Nachteile kommt man zu dem Entschluss, dass das Datenfunksystem eine zukunftsorientierte Ergänzung zu den vorhandenen leitungsgebundenen Immissionsstationen im KfÜ darstellt.

Ausblick

Das Land Baden-Württemberg hat durch den ergänzenden Einsatz von mobilen ODL-Funksonden alle Möglichkeiten, im Anforderungsfall möglichst flexibel zu reagieren. Es gilt nun im derzeitigen Probebetrieb weitere Erfahrungen zu gewinnen. Insbesondere soll das Einsatzspektrum der Funksonden entweder als Ersatz für die fest installierten Immissions-Messstationen oder für mobile Einheiten zur Verdichtung des ortsfesten Messnetzes und zur Unterstützung der Strahlenspürtrupps getestet werden.

Hubert Wenzel

Ableitung eines tagesaktuellen Luftqualitätsindex (LUQX) für Baden-Württemberg

Mitte der siebziger Jahre wurde in Baden-Württemberg begonnen, die Luftqualität systematisch zu überwachen. Heute werden an derzeit 61 Luftmessstationen die Konzentrationen der wichtigsten Luftschadstoffe wie zum Beispiel Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Kohlenmonoxid, Ozon und Staub rund um die Uhr gemessen. Die gemessenen Konzentrationen werden der Bevölkerung über verschiedene Medien wie Videotext und Internet in Tabellen- und Kartenform aktuell zur Verfügung gestellt. Um aber diese gemessenen Luftschadstoffkonzentrationen bewerten zu können, das heißt, einen Überblick über die Güte der Luft zu erhalten, müssen zusätzliche Informationen wie vorgegebene Grenzwerte oder Richtwerte für die einzelnen Schadstoffe herangezogen werden. Die Beurteilung der Luftqualität ist für die Bevölkerung daher recht schwierig und nur mit Detailkenntnissen möglich.

Aus diesem Grund wurde in den Jahren 2000/2001 unter Federführung der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) in Zusammenarbeit mit dem Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe GmbH (FoBiG) und dem Meteorologischen Institut der Universität Freiburg (MIF) ein wirkungsbezogener Tages-Luftqualitätsindex LUQX entwickelt. Er berücksichtigt alle wichtigen Luftverunreinigungen, die relevant für die Luftqualität sind und die in allen Regionen Baden-Württembergs kontinuierlich gemessen werden. Mit Hilfe des LUQX ist es möglich, der Bevölkerung eine landesweite, tagesaktuelle und vor allem verständliche Information zur Luftqualität zu geben.

Überwachung der Luftqualität in Baden-Württemberg

Die kontinuierlichen Messungen der Luftschadstoffkonzentrationen werden in Ba-

den-Württemberg vom Zentrum für Umweltmessungen, Umwelterhebungen und Gerätesicherheit Baden-Württemberg (UMEG) im Auftrag des Landes durchgeführt. Das Messnetz ist so ausgelegt, dass das gesamte Land repräsentativ erfasst wird. Durch die Standortwahl der Messstationen können unterschiedlich belastete Gebiete miteinander verglichen werden. Neben den Stationen in den Ballungsräumen Karlsruhe, Mannheim, Stuttgart werden auch Stationen in kleineren Städten und in so genannten Reinluftgebieten betrieben. Die Standorte dieser Hintergrundmessstationen liegen in Gebieten abseits von Industrie-, Gewerbe-, Besiedlungs- und Verkehrseinflüssen (Schwarzwald, Schwäbische Alb, Welzheimer Wald).

Folgende Luftverunreinigungen werden kontinuierlich gemessen:

- Schwefeldioxid
- Stickstoffoxide
- Kohlenmonoxid
- Ozon
- Schwebstaub und Inhaltsstoffe
- Ruß
- organische Verbindungen.

Die Bewertung der gemessenen Luftschadstoffkonzentrationen erfolgt auf Grundlage der seit 1996 von der Europäischen Union erlassenen Luftqualitäts-Richtlinien. Ziel dieser Richtlinien ist es, nach Ablauf bestimmter Fristen, eine Luftqualität zu erreichen, die den Erfordernissen eines hohen Schutzes der menschlichen Gesundheit und der Umwelt Rechnung trägt. Von den Mitgliedstaaten wird gefordert, dass sie die Einhaltung von Grenzwerten sicherstellen und dafür erforderliche Maßnahmen ergreifen. In Deutschland wird das europäische Recht über die „22. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz“ – 22. BImSchV –, die zurzeit auf Grundlage der EU-Richtlinien novelliert wird, in nationales Recht umgesetzt. Deren Immissionsgrenz-

werte sind rechtsverbindlich, das heißt, bei Erreichen bzw. Überschreiten der vorgegebenen Immissionsgrenzwerte (Alarmschwellen) müssen von den Bundesländern Maßnahmen zur Reduzierung der betreffenden Luftverunreinigungen eingeleitet werden.

Luftqualitätsindizes

Bei der Bildung eines Luftqualitätsindex werden Messwerte für einen oder mehrere Luftschadstoffe mit geeigneten Bezugswerten wie Grenz- oder Richtwerte in Beziehung gesetzt. Als Ergebnis erhält man eine dimensionslose Zahl oder einen festgelegten Begriff, der die Luftbelastungssituation in einem Gebiet für einen bestimmten Zeitraum zutreffend charakterisiert. Der Vorteil eines Luftqualitätsindex gegenüber der Verwendung von Konzentrationswerten für einzelne Luftschadstoffe liegt in der Berücksichtigung mehrerer Luftschadstoffe und vor allem in einer für den Laien verständlichen Darstellung der Luftbelastungssituation. Diese kann zum einen durch die Verwendung von Zahlen, im Sinne von Schulnoten, oder beschreibenden Begriffen wie z.B. „ausreichende“ Luftqualität, siehe auch Grundlagen der Bewertung, bei gleichzeitiger Vermeidung physikalischer Einheiten erfolgen. In Deutschland werden Luftqualitätsindizes bislang fast ausschließlich für Planungszwecke (Flächennutzung,

Stadtplanung) sowie für die Kontrolle von Luftreinhaltemaßnahmen eingesetzt. Daneben werden in einigen anderen Staaten wie z.B. Frankreich (ATMO; l'indice de qualité de l'air d'une agglomération) und Amerika (AQI; Air Quality Index) bereits Luftqualitätsindizes auch für eine Tagesprognose, das heißt für eine tagesaktuelle Charakterisierung der regionalen Luftbelastungssituation zur Information der Öffentlichkeit genutzt.

Ableitung eines tages- und wirkungsbezogenen Luftqualitätsindex (LUQX) für Baden-Württemberg

Der neu entwickelte tagesaktuelle Luftqualitätsindex für Baden-Württemberg wurde auf Basis von toxikologisch begründeten Bewertungsskalen für die Luftverunreinigungen Stickstoffdioxid (NO₂), Schwefeldioxid (SO₂), Kohlenmonoxid (CO), Ozon (O₃) und Staub (PM₁₀-Staubpartikel mit einer Größe kleiner oder gleich 10 µm) erstellt. Für diese Stoffe konnten akute (kurzfristige) Wirkungen auf den Atemtrakt und/oder das Herz-Kreislauf-System nachgewiesen werden.

Jeder einzelne dieser fünf Schadstoffe wird entsprechend seiner toxikologischen Eigenschaft individuell mit seinen Konzentrationen einer Bewertungsskala zugeordnet (Tab. 1).

Bewertung	Index	NO ₂ 1-h- Mittelwert (µg/m ³)	SO ₂ 1-h- Mittelwert (µg/m ³)	CO 8-h- Mittelwert (mg/m ³)	O ₃ 1-h- Mittelwert (µg/m ³)	PM ₁₀ 24-h- Mittelwert (µg/m ³)
sehr gut	1	0-24	0 – 24	0 – 0,9	0-32	0 – 9,9
gut	2	25 – 49	25 – 49	1 – 1,9	33 – 64	10 – 19,9
befriedigend	3	50 – 99	50 – 119	2 – 3,9	65 – 119	20 – 34,9
ausreichend	4	100 - 199	120 – 349	4 – 9,9	120 – 179	35 – 49,9
schlecht	5	200 - 499	350 - 999	10 – 29,9	180 - 239	50 – 99,9
sehr schlecht	6	500 -	1000 -	30 -	240 -	100 -

Tab. 1: Bestimmung der Klassengrenzen für den LUQX. Für den Übergang von ausreichend nach schlecht wurde der jeweilige Immissionsgrenzwert der EU-Tochrichtlinien festgelegt.

Grundlagen der Bewertung

„sehr gut“ - Index 1:

„Vorsorgebereich“, deutlich unterhalb der Wirkungsschwelle, auch wenn neben Kurzzeitwirkungen des Einzelstoffs Kombinationswirkungen und Langzeitwirkungen bei empfindlichen Personen berücksichtigt werden.

„gut“ - Index 2:

„Wirkungsschwelle“ oder darunter, auch wenn neben Kurzzeitwirkungen des Einzelstoffs Kombinationswirkungen und Langzeitwirkungen bei empfindlichen Personen berücksichtigt werden.

„befriedigend“ – Index 3:

Keine Wirkung beim Einzelstoff unter Kurzzeitbelastung; bei empfindlichen Personen oder Langzeitbelastung sind jedoch in Kombinationswirkungen erste Effekte möglich.

„ausreichend“ – Index 4:

Geringgradige Wirkung des Einzelstoffes ohne klar nachteiligen Charakter bei Empfindlichen oder deutlichere Effekte in Kombinationswirkung sind möglich.

„schlecht“ – Index 5:

Nachteilige Wirkungen auf die Gesundheit können bei Empfindlichen gegenüber dem Einzelstoff auftreten, in Kombinationswirkung sind auch bei der weniger empfindlichen Bevölkerung deutliche Effekte erkennbar.

„sehr schlecht“ – Index 6:

Nachteilige Wirkung auf die Gesundheit durch den Einzelstoff sind auch bei der weniger empfindlichen Bevölkerung möglich.

Der LUQX stellt einen Kurzzeit-Luftqualitätsindex auf Basis einer Einzelstoffbeurteilung dar. Die gemessenen Konzentrationen der einzelnen Luftschadstoffe werden auf einer jeweils schadstoffspezifischen Bewertungsskala in die Indexklasse eingruppiert. Für die Erhebung der Klassengrenzen gehen die maximalen 1-Stunden-Mittelwerte (1-h-MW) von NO₂, SO₂ und O₃, der maximale gleitende 8-Stunden-Mittelwert (8-h-MW) von CO sowie der 24-Stunden-Mittelwert (24-h-MW) für die Schwebstaubfraktion PM₁₀ ein. Der am höchsten eingestufte Schadstoff bestimmt dann den Wert des Luftqualitätsindex.

Für die Festlegung der Konzentrationsbereiche der Indexklassen wurden ausschließlich Studien zu gesundheitlichen Wirkungen auf den Menschen herangezogen. Es wurde versucht, das Auftreten möglicher Kombinationswirkungen, das heißt Verstärkungen gesundheitlicher Effekte durch das gleichzeitige Vorliegen mehrerer Luftschadstoffe (wie es üblicherweise in der Außenluft gegeben ist), zu berücksichtigen. Nur für die Festlegung der Grenze zwischen der Indexklasse 4 (ausreichend) und 5 (schlecht) wurde eine Ausnahme gemacht. Diese Indexgrenze entspricht dem für die jeweiligen Schadstoffe von der Europäischen Union in den neuen Richtlinien zur Luftqualität festgelegten Grenzwerten. In diesen Grenzwerten werden auch Langzeiteffekte und Wirkungen auf die Umwelt berücksichtigt, deshalb verschiebt sich die Grenze der Indexklassen 4–5 auf niedrigere Konzentrationen im Vergleich zur toxikologischen Betrachtung der anderen Klassengrenzen. Hiermit wird dem Vorsorgeprinzip stärker Rechnung getragen.

Der LUQX wird im Internet täglich in Kartendarstellung um 16.00 Uhr für den vergangenen Tag veröffentlicht (Abb. 1). Zum veröffentlichten Index wird es zusätzliche Informationen geben, durch welchen Schadstoff der Index bestimmt wird und in welchem Bereich der Index für den an zweiter Stelle stehenden Schadstoff liegt.

Die Grundlagen für die Bewertung und die Einstufung in die verschiedenen Indexklassen sind in verkürzter Form dargestellt (siehe Grundlagen der Bewertung). Sie gelten für jeden Schadstoff.

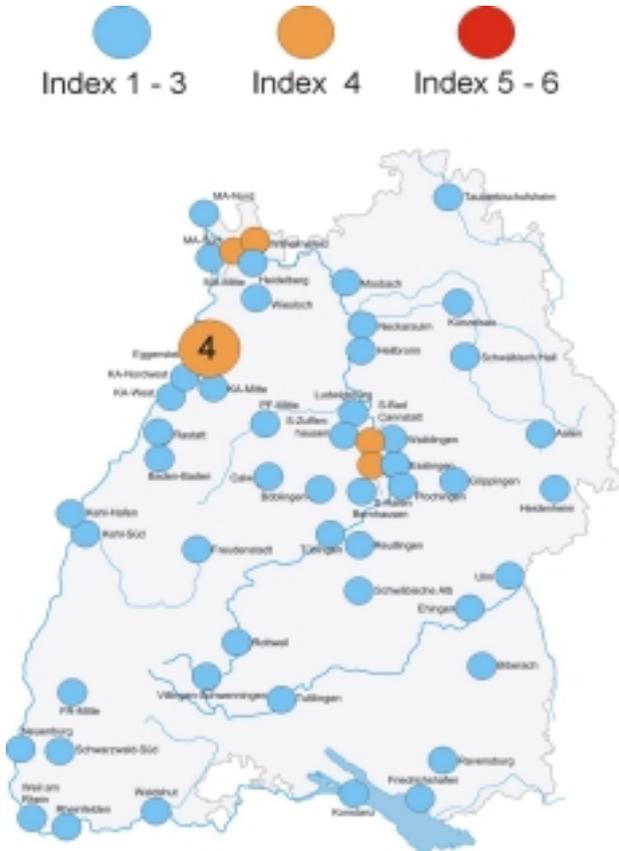


Abb. 1: Vorschlag für die Darstellung des LUQX in Kartenform im Internet

Eine ähnliche Form der Darstellung wurde in Frankreich bereits erfolgreich für den ATMO realisiert. Dieser unterscheidet sich zwar durch die zugrunde liegende Bewertung und die Anzahl der eingehenden Luftverunreinigungen von dem neu entwickelten LUQX, es gibt aber in Frankreich Bestrebungen, eine Neubewertung des ATMO durchzuführen. In Folge würde eine größtmögliche Anpassung der beiden Indizes erzielt und damit die in der Rheinebene auftretenden Unterschiede bei der Darstellung der Luftqualität minimiert.

Darstellung des LUQX am Beispiel charakteristischer lufthygienischer Messstationen

In statistischen Rechnungen des Meteorologischen Instituts der Universität Freiburg wurden Daten der Jahre 1996–1998 für drei Luftmessstationen ausgewertet, die charakteristisch für eine ländliche Station (Schwä-

bische Alb), eine städtische Station (Ehingen) und eine Station in einer Großstadt (Mannheim) sind. Die resultierenden Indizes sind als Häufigkeitsverteilung in Abbildung 2 dargestellt. Aus der Grafik geht deutlich hervor, dass der LUQX meist im Bereich der Indexklasse 3 liegt, gefolgt von der Indexklasse 4. Über drei Jahre gemittelt ergeben sich keine sehr starken Unterschiede zwischen der ländlichen und den städtischen Stationen. Allerdings wird der Index an der Station Schwäbische Alb vorrangig durch Ozon bestimmt, während der Index an der Station Mannheim vorwiegend durch Stickstoffdioxid gefolgt von Ozon und Staub geprägt ist.

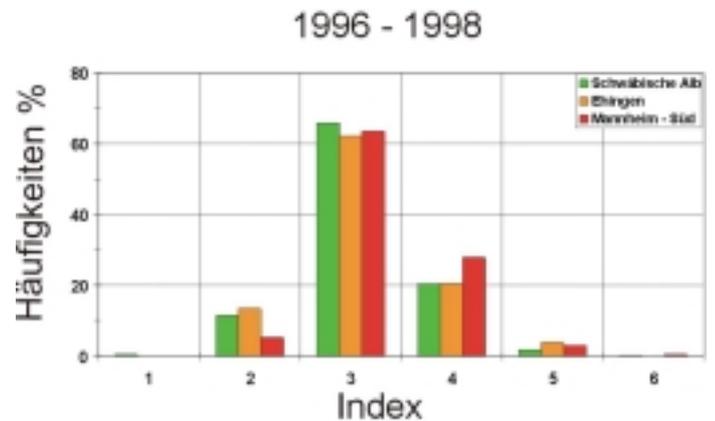


Abb. 2 Häufigkeitsverteilung des LUQX von 1996–1998 an drei lufthygienisch charakteristischen Luftmessstationen in Baden-Württemberg

Zusammenfassung

Mit Hilfe des von der LfU in Zusammenarbeit mit der Firma FoBiG und dem MIF entwickelten tages- und wirkungsbezogenen LUQX ist es möglich, den Bürgerinnen und Bürgern in einer einfachen und übersichtlichen Weise die Luftqualität in Baden-Württemberg tagesaktuell darzustellen. Der LUQX ist ein Kurzzeitindex, der die kurzfristigen gesundheitlichen Auswirkungen der wesentlichen Luftverunreinigungen Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Kohlenmonoxid, Ozon und Staub bewertet.

Beate Knörzer

Messungen der elektromagnetischen Strahlung des Mobilfunks und anderer elektromagnetischer Felder in Baden-Württemberg

Zur großflächigen Ermittlung der Immissionen von Funkwellen führt das Land Baden-Württemberg ein umfangreiches Messprogramm in den Jahren 2001 und 2002 durch. Die Konzeption und Koordination des Messprogrammes liegt in den Händen der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU).

Das Messprogramm hat im Oktober 2001 im Raum Heidelberg/Mannheim begonnen und soll bis Ende 2002 abgeschlossen sein. Die Messgebiete werden dabei von einem Rasternetz von 2 mal 2 Kilometer aus Messpunkten überzogen. Diese werden unabhängig von Standorten der Funkseideanlagen festgelegt. Mit diesem Messansatz erhält man Aussagen über die Stärke der Immissionsbelastung durch Funkwellen in der Fläche, die dadurch auch auf andere Gebiete übertragbar sind. Um solche repräsentativen Aussagen zu erhalten, kann die Lage der Messorte nicht durch individuelle Wünsche verändert werden.

Die Messungen werden in den Gebieten Mannheim/Heidelberg, Stuttgart, Freiburg und Oberschwaben (Raum Ravensburg/Friedrichshafen) durchgeführt. Neben den Stadtgebieten werden dabei auch ländliche Räume erfasst. Die Gesamtfläche der Messgebiete beträgt über 3000 km² und erfasst rund ein Drittel der Bevölkerung Baden-Württembergs, vergleiche Tabelle 1.

Im Messprogramm wird die Stärke der Funkwellen von Sendeanlagen im Frequenzbereich von 9 Kilohertz [kHz] bis 3 Gigahertz [GHz] gemessen. In diesem Frequenzbereich befinden sich alle wichtigen Funkseideanlagen von Rundfunk, Fernsehen, Mobilfunk, Polizei und Feuerwehr usw., vergleiche Tabelle 2.

Für die Messungen wird eine mobile Ausrüstung eingesetzt, die aus Antennen, einem Frequenzanalysator und einem Auswertecomputer besteht. Die Antennen dienen zur Erfassung der elektrischen und magnetischen Felder, der Funkwellen. Mit dem Frequenzanalysator können die aufgenommenen Funkwellen frequenzselektiv den einzelnen Sendeanlagen, wie z.B. den Mobilfunkbasisstationen oder den Fernseh- und Rundfunksendern, zugeordnet werden.

An einzelnen ausgewählten Standorten werden zusätzlich Langzeitmessungen über 24 Stunden im Frequenzbereich zwischen 100 kHz und 3 GHz durchgeführt. Die genauen Standorte dieser ergänzenden Messungen werden erst nach Auswertung der Rastermessungen unter dem Gesichtspunkt der Übertragbarkeit auf andere Gebiete und Standorte festgelegt.

Da die Messungen frequenzabhängig erfolgen, können damit die Immissionen des Mobilfunks separat in ihrer Intensität und räumlichen Struktur erfasst werden. Damit

Gebiet	Fläche in km ²	Einwohner	Anzahl der Messpunkte
Stuttgart und Umgebung	2 335	2 071 049	580
Heidelberg/Mannheim	658	782 209	166
Oberschwaben	328	178 192	81
Freiburg	299	247 697	77
Gesamt	3 620	3 279 147	904

Tab. 1: Umfang der Funkwellen-Rastermessungen in Baden-Württemberg

Anlage	Frequenz [MHz]	Sendeleistung [Watt]
Rundfunksender (Langwelle)	0,15 bis 0,285	bis 2 000 000
Rundfunksender (Mittelwelle)	0,51 bis 1,605	bis 1 000 000
Rundfunksender (Kurzwellen)	3,95 bis 30	bis 100 000
Amateurfunk	zwischen 1,8 und	10 bis 750
CB-Funk	27	1 bis 4
Fernsehsender (VHF I)	47 bis 68	bis 500 000
Rundfunksender (Ultraschwellen)	87,5 bis 108	bis 100 000
Polizei, Feuerwehr	zwischen 108 und	< 12
Fernsehsender (VHF III)	174 bis 230	bis 500 000
Fernsehsender (UHF)	470 bis 790	bis 500 000
Mobilfunk-Basisstation (D-Netz)	890 bis 960	10 bis 50 (je Kanal)
Mobilfunk-Basisstation (E-Netz)	1710 bis 1880	10 bis 20 (je Kanal)
UMTS-Basisstation	1920 bis 2170	10 bis 20 (je Kanal)
Richtfunk	400 und 26 000	< 10 (häufig unter 1)
Radar (Luftüberwachung, Militär)	Frequenzbereiche 1000 bis 12 000	bis 2 000 000 (Impulsleistung)

Tab. 2: Leistung und Frequenz ausgewählter wichtiger Sendeanlagen

sind erstmals landesspezifische Aussagen zur Belastung durch den Mobilfunk und in Relation zu anderen Sendeanlagen möglich. Der Mobilfunk ist auch deshalb ins öffentliche Interesse geraten, weil er noch relativ neu ist, während die meisten anderen Anlagen seit Jahren oder Jahrzehnten bestehen. Das gesamte Programm soll zur Versachlichung der Diskussion über Auswirkungen des Mobilfunks beitragen und die tatsächliche Belastung der Bevölkerung mit Funkwellen im Land feststellen. Die gemessenen Feldstärken werden nach den Grenzwerten der 26. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV) bewertet.

Da sich die aktuelle Diskussion um Auswirkungen elektromagnetischer Felder im Wesentlichen auf den Mobilfunk konzentriert, werden im Folgenden einige Ausführungen zur Mobilfunktechnik und zur Beurteilung hochfrequenter elektromagnetischer Felder angefügt.

Technik des Mobilfunks

Die historische Entwicklung des Mobilfunks in Deutschland begann 1958 mit

einem ersten flächendeckenden, handvermittelten Funktelefonnetz, dem A-Netz. Es folgten 1972 das B-Netz, das erstmals ohne Handvermittlung auskam, und 1984 das C-Netz. Diese analogen Mobilfunknetze sind inzwischen nicht mehr in Betrieb. Mit der Einführung der digitalen D-Netze im Jahr 1992 und des E-Netzes im Jahr 1994 erfolgte ein sprunghafter Anstieg der Handybenutzer. Die heutigen Mobilfunknetze ermöglichen neben einer guten Übertragungsqualität auch Zusatzdienste, wie Fax, Kurzmitteilungen und Datentransfers. In Deutschland gibt es derzeit vier digitale Mobilfunknetze, siehe Tabelle 3, mit ungefähr 50 Millionen Mobilfunkteilnehmern (Stand: Dezember 2000). Zukünftig können mit dem neuen UMTS-Standard (Universal Mobile Telecommunication System) nicht nur Sprache oder kurze Texte übertragen werden, sondern auch bewegte Bilder in hoher Qualität und ein schnellerer Internetzugang wird möglich. Mit der Einführung von UMTS ist aber auch die zusätzliche Errichtung von Basisstationen verbunden. Die Anzahl der Standorte mit Mobilfunkbasisstationen muss sich daher in

den nächsten 10 Jahren wahrscheinlich verdoppeln.

Netz	Frequenz [MHz]	In Betrieb seit
D 1	890 bis 960	1992
D 2	890 bis 960	1992
E 1	1710 bis 1880	1994
E 2	1710 bis 1880	1998
UMTS	1920 bis 2170	ab 2002

Tab. 3: Digitale Mobilfunknetze in Deutschland

Beim Rundfunk und Fernsehen kann auf Grund der hohen Sendeleistungen in der Regel mit einem Sendeturm ein sehr großes Gebiet von bis zu 100 Kilometer Umkreis versorgt werden. Im Gegensatz dazu muss beim Mobilfunk ein so genanntes „zellulares Netz“ mit einer Vielzahl von kleinräumigen, nahtlos aneinander grenzenden „Funkzellen“ aufgebaut werden. Verantwortlich für die Versorgung einer Funkzelle ist die Basisstation. Die einzelnen Basisstationen sind untereinander und mit der zentralen Vermittlungsstelle des Netzbetreibers über Kabel oder Richtfunk verbunden. Jede Mobilfunkbasisstation deckt je nach ihrer Sendeleistung, der sie umgebenden Landschaft und ihrer Bebauung Gebiete in einem Umkreis von einigen hundert Metern und wenigen Kilometern ab.

Eingeschaltete Handys und jeweils eine nahe gelegene Mobilfunkbasisstation stehen nicht ständig miteinander in Funkverbindung. Nach dem Anmeldevorgang geht das Handy in einen reinen Empfangsmodus. Nur etwa alle 30 bis 60 Minuten wird es, wenn es in der gleichen Funkzelle bleibt, von der Basisstation aufgefordert, eine kurze Meldung abzuschicken, die etwa eine Sekunde lang dauert. Würde ein in Bereitschaft befindliches Handy permanent senden, wäre die Batterie nach sehr kurzer Zeit entladen. Wird ein Handy über größere Strecken, z.B. im Auto, bewegt, so sendet es automatisch immer dann ein kurzes Signal ab, wenn es die Funkzelle wechselt. Ein Handy sendet daher nur dann, wenn

- ein Telefongespräch geführt wird
- ein Anruf ankommt oder
- ein Funkzellenwechsel stattfindet.

Beim Mobilfunk wird das analoge Sprachsignal digitalisiert. Die digitalen Signale können allerdings nicht direkt über die Antenne übertragen werden. Hierzu wird ein hochfrequentes Signal als Transportmedium (Trägerfrequenz) genutzt und mit der digitalen Sprachinformation verknüpft (Modulation). Um Übertragungskapazität zu gewinnen, erfolgt das Senden der Sprachsignale nicht im Dauerbetrieb, sondern in zeitlich aufeinander folgenden kleinen Datenpaketen, welche in einem festen zeitlichen Abstand 217 Mal in der Sekunde gesendet werden. Bei der Basisstation ist die Signalstruktur wesentlich kontinuierlicher, da zum einen in der Regel mehrere Handys gleichzeitig angesprochen werden und außerdem Signalisierungsaufgaben zu erledigen sind. Wickelt eine Basisstation gerade überhaupt kein Gespräch ab, wie z.B. mitten in der Nacht, ist dennoch ein quasi kontinuierliches Signalisierungssignal messbar.

Die Sendeleistung des Handys und mit Einschränkungen auch die der Basisstation wird in Abhängigkeit von der Verbindungsqualität gesteuert. Dies bedeutet, dass bei schlechter Verbindungsqualität eine deutlich höhere Sendeleistung erforderlich ist als bei guter Versorgung. Die maximalen Sendeleistungen von Handys liegen im D-Netz bei 2 Watt und im E-Netz bei 1 Watt. Die Sendeleistungen von Basisstationen liegen im D-Netz zwischen 10 Watt (je Kanal) in Wohngebieten und bis zu 50 Watt (je Kanal) entlang von Autobahnen. Beim E-Netz und beim zukünftigen UMTS-Netz beträgt die Sendeleistung maximal 20 Watt (je Kanal). Mit den Sendeleistungen können Funkverbindungen über einige 100 Meter in den Städten und einigen Kilometern in der freien Landschaft erreicht werden. Eine flächendeckende Mobilfunkversorgung ist daher nur mit einer großen Dichte von Basisstationen zu erreichen.

Für die Aufstellung der Antennen werden vorrangig höher gelegene Masten oder

höhere Gebäude gesucht, damit die einzelnen Basisstationen möglichst abschattungsfrei ihr Versorgungsgebiet abdecken können. In Städten können auch Antennen in Litfasssäulen oder auf Telefonzellen errichtet werden.

Obwohl die Sendeleistung der Basisstationen um einen Faktor von 10 bis 100 höher liegt als die Sendeleistung von Handys, ist der Handy-Nutzer mit den vom Handy ausgestrahlten Wellen etwa 10.000-fach stärkeren Feldern ausgesetzt. Der Grund hierfür ist die Nähe der Handy-Antenne zum Kopf des Nutzers.

Immissionen durch hochfrequente elektromagnetische Felder

Neben dem Mobilfunk treten hochfrequente elektromagnetische Felder auch bei einigen Geräten des täglichen Lebens, wie z.B. Mikrowelle, Babyphon usw. und bei Sicherungsanlagen in öffentlichen Bereichen auf. Mit Hilfe der oben beschriebenen speziellen Messungen, die den gesamten Frequenzbereich der hochfrequenten elektromagnetischen Felder in Tabelle 2 abdecken, können die insgesamt von Funkseudeanlagen ausgehenden Immissionen an ausgewählten Standorten ermittelt werden.

In der Abbildung 1 ist aus früheren Messungen beispielhaft die Immissionsbelastung für einen städtischen Wohnbereich (7. Stock eines Hochhauses) in der unmittelbaren Umgebung von Sendeanlagen des Mobilfunks, Lang-, Mittel- und Kurzwellensendern sowie von Fernseh- und Ultrakurzwellensendern dargestellt. Die Abbildung 2 zeigt vergleichend eine beispielhafte Immissionsbelastung für den Wohnbereich eines Einfamilienhauses im ländlichen Umfeld durch Mobilfunksender sowie Fernseh- und Ultrakurzwellensender. Zur besseren Vergleichbarkeit ist in den Abbildungen die Immissionsbelastung in Prozent zu den Grenzwerten (bezogen auf die elektrische Feldstärke) der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV) angegeben. Allerdings ist zu

beachten, dass Geräte des täglichen Lebens, wie zum Beispiel Handys, Babyphone oder Mikrowellenherde, nicht unter den Anwendungsbereich der 26. BImSchV fallen.

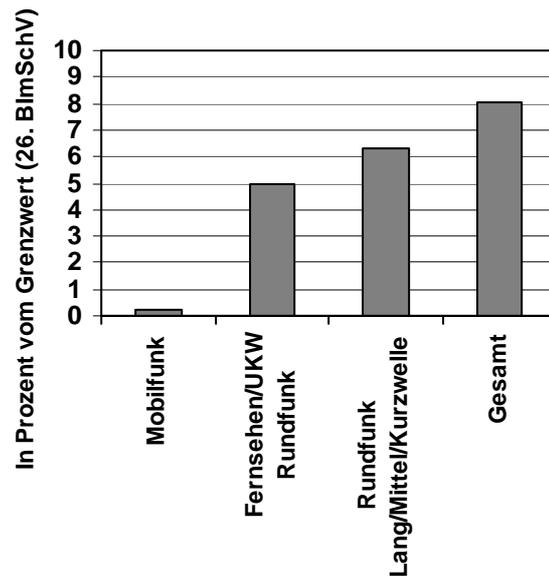


Abb. 1: Beispielhafte Immissionsbelastung für einen städtischen Wohnbereich (7. Stock eines Hochhauses) in der unmittelbaren Umgebung von Sendeanlagen des Mobilfunks, Lang-, Mittel- und Kurzwellensender sowie Fernseh- und Ultrakurzwellensender.

Aus den Abbildungen ist ersichtlich, dass die Belastung an ausgewählten Wohnorten mit hochfrequenten elektromagnetischen Feldern selbst an stark exponierten Orten unter 10 Prozent der Grenzwerte der 26. BImSchV liegt. Außerdem ist die Immissionsbelastung durch leistungsstarke Rundfunk- und Fernsehsender häufig noch im Abstand von mehreren Kilometern stärker ausgeprägt als die Felder von Mobilfunksendern, die sich in unmittelbarer Nähe des Wohnortes befinden. Ob solche Verhältnisse auch typisch für große Gebiete Baden-Württembergs sind, wird das laufende Messprogramm erweisen.

Biologische Wirkungen

Die Wirkungen elektromagnetischer Felder auf biologische Systeme können sehr vielfältig sein. Sie hängen im Wesentlichen von

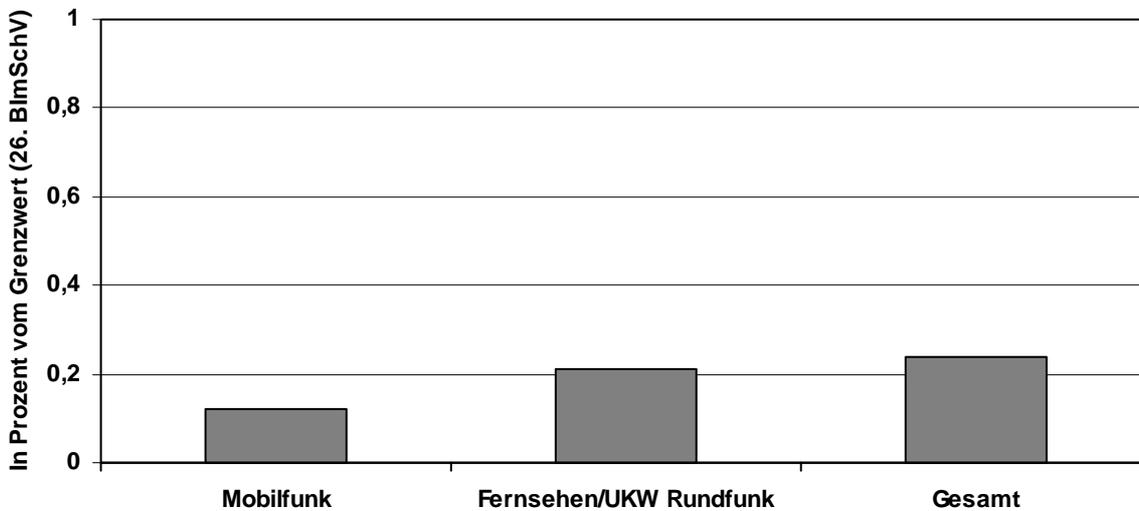


Abb. 2: Beispiel für die Immissionsbelastung im Wohnbereich eines Einfamilienhauses im ländlichen Umfeld durch Mobilfunksender sowie Fernseh- und Ultrakurzwellensender.

der Frequenz, Modulation und Intensität der einwirkenden Felder ab, daneben aber auch von individuellen Eigenschaften wie Körperform und Körpergröße sowie von bestimmten physikalischen Randbedingungen wie der Erdung oder Ausrichtung im Feld.

Bei hochfrequenten Feldern sind die thermischen Wirkungen vorherrschend, d.h. eine Erwärmung des Körpers bzw. bestimmter Körperteile durch Absorption elektromagnetischer Strahlung.

Hinsichtlich der thermischen Wirkung von Hochfrequenzstrahlung sind insbesondere die Eindringtiefe und die Absorption im Gewebe von Bedeutung. Die pro Zeiteinheit im Gewebe absorbierte Energie ist somit eine Basisgröße für die Beurteilung der thermischen Wirkung von Hochfrequenzstrahlung. Man bezeichnet sie als Spezifische Absorptions-Rate (SAR) mit der Einheit Watt pro Kilogramm [W/kg]. Wird die absorbierte Leistung über den ganzen Körper gemittelt, erhält man den Ganzkörper-SAR-Wert. Werden nur Teile des Körpers exponiert, z.B. bei körpernahen Sendern, oder müssen Inhomogenitäten im Körper berücksichtigt werden, zum Beispiel bei der Augenlinse, so ist die Verwendung lokaler oder Teilkörper-SAR-Werte notwendig.

Die Absorption von Hochfrequenzstrahlung im menschlichen Körper ist stark frequenzabhängig, siehe Abbildung 3. Im so genann-

ten Subresonanzbereich (bis etwa 30 MHz) ist das Absorptionsvermögen des Körpers gering. Im Frequenzbereich von 30 bis 300 MHz sind die Abmessungen des menschlichen Körpers und die Wellenlänge der Felder von ähnlicher Größenordnung. Die Energieabsorption erreicht hier ihr Maximum. Im Frequenzbereich von 300 MHz bis 300 GHz ist die Wellenlänge der hochfrequenten Strahlung klein im Verhältnis zu den menschlichen Abmessungen. Da die Eindringtiefe der Strahlung mit steigender Frequenz immer kleiner wird, dominiert hier die Teilkörpererwärmung, z.B. im Kopf oder an der Oberfläche.

Unter Normalbedingungen führen beim erwachsenen Menschen Ganzkörper-SAR-

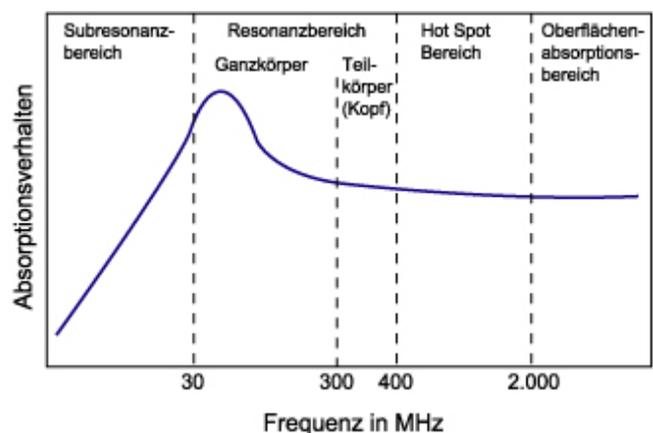


Abb. 3: Absorptionsverhalten des menschlichen Körpers (Erwachsener) in Abhängigkeit von der Frequenz.

Werte von 1 bis 4 W/kg zu einer durchschnittlichen Temperaturerhöhung von weniger als 1 °C. Eine noch stärkere Körpererwärmung kann z.B. durch körperliche Arbeit oder sportliche Betätigung hervorgerufen werden, sie gilt deshalb für den gesunden Menschen als normal und ungefährlich. Bei einem Ganzkörper-SAR-Wert < 0,1 W/kg treten keine merklichen Temperaturerhöhungen mehr auf.

Wie ein Organismus auf den zusätzlichen Wärmeeintrag reagiert, hängt insbesondere von der Lufttemperatur, der Luftfeuchte und der Bekleidung sowie der Leistungsfähigkeit der Thermoregulation der betreffenden Person ab. Im Hinblick auf den Schutz vor möglichen gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch Temperaturerhöhung im gesamten Körper infolge der Einwirkung hochfrequenter Felder sollte diese nicht mehr als 0,1 °C betragen. Dies wird auch unter ungünstigen Bedingungen dann eingehalten, wenn ein Ganzkörper-SAR-Wert von 0,1 W/kg nicht überschritten wird.

In der Literatur werden den hochfrequenten Feldern auch weitere nichtthermische, so genannte athermische Wirkungen zugeschrieben, die insbesondere auf einer Langzeitwirkung schwacher Felder beruhen sollen. Der kausale wissenschaftliche Nachweis dieser Effekte ist aber bisher nicht erbracht worden.

Grenzwerte

Grenzwertempfehlungen für den Aufenthalt in elektrischen und magnetischen Feldern werden sowohl von internationalen als auch

von nationalen Gremien veröffentlicht. Die Internationale Kommission zum Schutz vor nichtionisierenden Strahlen (ICNIRP, International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) hat dabei eine Vorreiterrolle übernommen, indem sie in Zusammenarbeit mit der Weltgesundheitsorganisation (WHO) Empfehlungen für Grenzwerte zum Schutz der Bevölkerung und von Arbeitnehmern vor der Einwirkung nichtionisierender elektromagnetischer Felder aufgestellt hat. Diese Vorschläge wurden von der Europäischen Union und der Bundesregierung aufgegriffen und im eigenen Geltungsbereich eingeführt.

Regelungen in der Europäischen Union

Der Rat der Europäischen Union hat 1999 seine Empfehlung zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung durch elektromagnetische Felder veröffentlicht. Ziel dieser Empfehlung ist es, die Bevölkerung vor nachweislich gesundheitsschädigenden Auswirkungen zu schützen. Zugleich wird damit die Absicht verfolgt, einen Gemeinschaftsrahmen für die Exposition durch elektromagnetische Felder in allen Mitgliedsstaaten zu schaffen. Die Empfehlung stellt allgemeine Grundsätze und Methoden für den Schutz der Bevölkerung auf, wobei es den Mitgliedsstaaten überlassen bleibt, detaillierte und darüber hinausgehende Vorschriften zu erlassen. Im Einklang mit den Empfehlungen der ICNIRP wurden frequenzabhängige Werte zur Begrenzung der Exposition festgelegt.

Wirkungen	Ganzkörper-SAR [W/kg]
Keine merkliche Temperaturerhöhung	0,1
Geringe Temperaturerhöhung (< 0,5° C)	0,4
Temperaturerhöhung < 1° C	1 bis 4
Gesundheitsgefahren möglich, Temperaturerhöhung > 1° C	> 4

Tab. 4: Wirkungen verschiedener Ganzkörper – SAR – Werte bei einem erwachsenen Menschen

Regelungen in Deutschland

In Deutschland wurde zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern 1996 die „Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV“ erlassen. Die Verordnung legt Grenzwerte für den Gesundheitsschutz fest, die auf den international anerkannten Empfehlungen basieren.

Die Verordnung enthält Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb von Niederfrequenz- und Hochfrequenzanlagen. Sie gilt jedoch nur für ortsfeste Anlagen, die gewerblichen Zwecken dienen oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen Verwendung finden. Im Hochfrequenzbereich regelt die Verordnung die Frequenzbereiche zwischen 10 bis 300 000 MHz, die

eine bestimmte Sendeleistung überschreiten. Nicht einbezogen sind Rundfunksender der Kurz- und Mittelwelle.

Die Grenzwerte liegen mit einem Sicherheitsfaktor bis zu 50 unterhalb der Schwellenwerte, die akute Wirkungen einleiten könnten. Damit wird der Unsicherheit infolge individueller Empfindlichkeit, Umgebungsbedingungen und unterschiedlichen Alters und Gesundheitszustandes von Einzelpersonen in der Bevölkerung Rechnung getragen. Die Gültigkeit der Grenzwerte wird von der unabhängigen Strahlenschutzkommission (SSK) beim Bundesumweltminister durch regelmäßige Neubewertung der einschlägigen Literatur und Untersuchungen überprüft. Die bestehenden Grenzwerte wurden zuletzt im Jahr 2001 bestätigt.

Frequenz [MHz]	Elektrische Feldstärke [V/m]	Magnetische Feldstärke [A/m]
10 bis 400	27,5	0,073
900 (D1, D2)	41,3	0,111
1800 (E1, E2)	58,3	0,157
>2 000 (UMTS)	61	0,16

Tab. 5: Grenzwerte für Hochfrequenzanlagen gemäß der 26. BImSchV

Behördliches Chemikalienmanagement in Baden-Württemberg – Präsentation im Internet

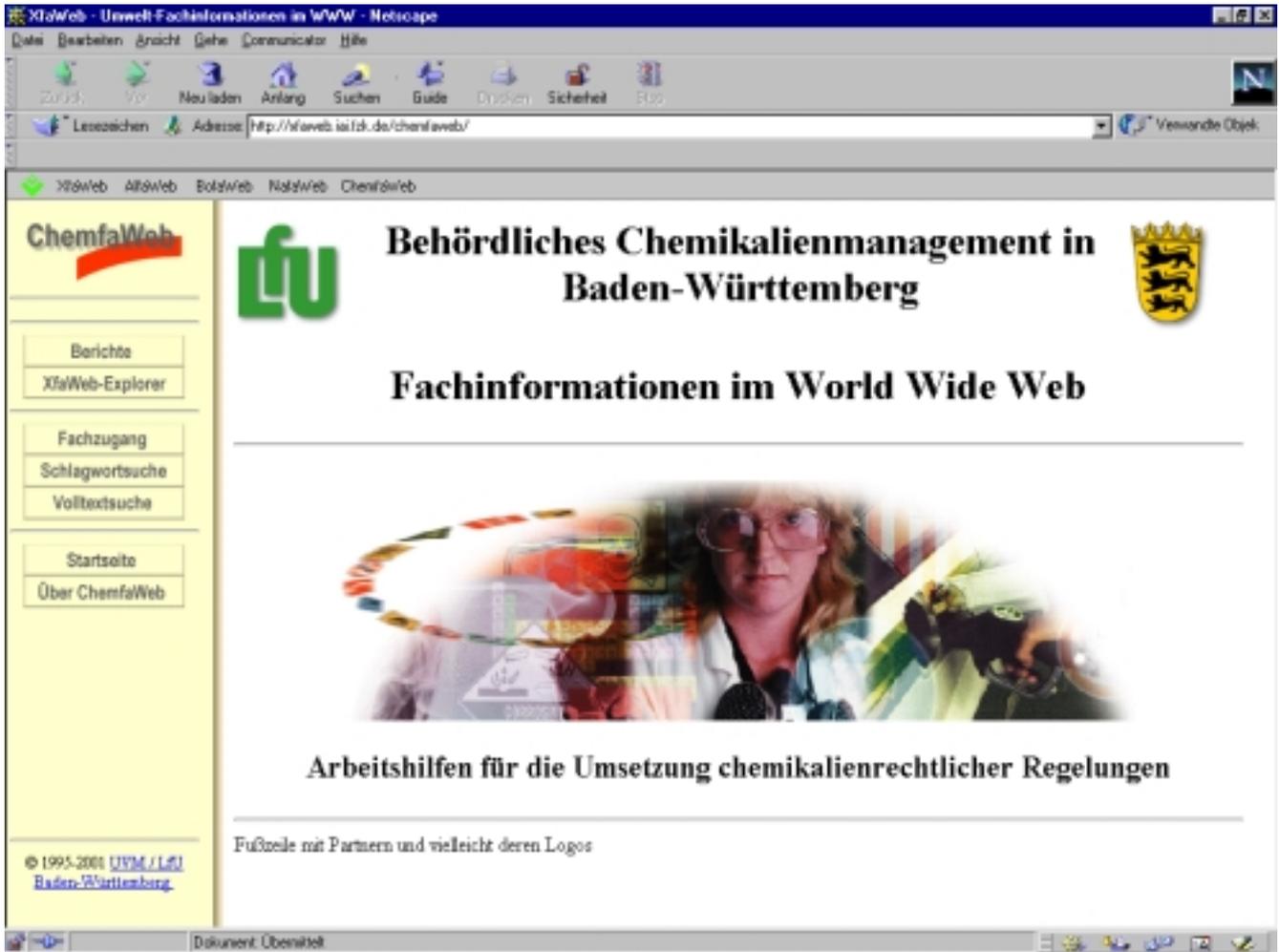


Abb. 1: Startseite ChemfaWeb

Zukunftsfähige Chemiepolitik

Von Chemikalien können Gefahren für Mensch und Umwelt ausgehen. Diese Gefahren zu beherrschen ist eine besondere Herausforderung der Gesellschaft. Die Konferenz über Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen 1992 in Rio de Janeiro hat für das 21. Jahrhundert ein Aktionsprogramm, die Agenda 21, verabschiedet, das unter dem Leitbild des „sustainable development“, übersetzt mit „nachhaltiger Entwicklung“ oder „zukunftsfähiger Entwicklung“ steht. Kapitel 19 dieser Agenda formuliert Ziele für eine zukunftsfähige Chemiepolitik und den umweltverträglichen

Umgang mit gefährlichen Stoffen. Zur weltweiten Kontrolle und Harmonisierung dieser Ziele wurde 1994 das Zwischenstaatliche Forum für Chemikaliensicherheit (IFCS) gegründet, welches Empfehlungen für Regierungen sowie internationale und zwischenstaatliche Organisationen erarbeitet. Das IFCS empfiehlt vordringlich, eine Bestandsaufnahme der nationalen Strukturen zum Chemikalien-Management, ein so genanntes „National Profile“ (NP) und damit Informationen über die jeweiligen Verantwortlichkeiten und Verfahrensabläufe hinsichtlich chemischer Substanzen zu geben. Für Deutschland wurde ein erstes NP Ende 1999 erstellt.

In der Bundesrepublik Deutschland werden die chemiepolitischen Ziele von staatlicher Seite durch gesetzliche Regelungen, Instrumente und Maßnahmen zur Abwendung schädlicher Auswirkungen umgesetzt.

Chemikalienmanagement ist Risikomanagement

Behördliches Chemikalienmanagement umfasst die Gesamtheit der Strukturen, Verfahrensabläufe, Verantwortlichkeiten, Informationsflüsse und Hilfsmittel zur Umsetzung chemikalienrechtlicher Vorschriften und chemiepolitischer Ziele. Es dient damit der Beherrschung der vom Chemikalien ausgehenden Gefahren. Im englischen Sprachraum wird dafür der Begriff „Risk Management“, Risikomanagement, gebraucht. Der Begriff Risiko schließt die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadens und damit die Exposition mit ein.

Gefahren erkennen, bewerten, begrenzen

Zweck des Chemikaliengesetzes ist es, „den Menschen und die Umwelt vor schädlichen Einwirkungen gefährlicher Stoffe und Zubereitungen zu schützen, insbesondere sie erkennbar zu machen, sie abzuwenden und ihrem Entstehen vorzubeugen“ (§ 1 ChemG).

Das Ziel, der Schutz des Menschen und der Umwelt vor gefährlichen Stoffen, wird durch folgende Vorgehensweise erreicht:

Gefahren erkennen, z. B. durch die Prüfung neuer Stoffe auf ihre Gesundheits- und Umweltgefährlichkeit,

Gefahren bewerten, z. B. durch Zuordnung zu Gefährlichkeitsmerkmalen,

Gefahren begrenzen, z. B. durch Verbote und Beschränkungen.

Fachinformationssystem ChemfaWeb

ChemfaWeb heißt „Behördliches Chemikalienmanagement Baden-Württemberg – Fachinformationen im World Wide Web“.

Handlungshilfen zum Chemikalienmanagement liegen in unterschiedlicher Form als Fachberichte, Handbücher, Dateien, Akten, Programme, Datenbanken, Webseiten an den unterschiedlichsten Stellen vor und sind kaum mehr zu überschauen und effektiv zu nutzen.

ChemfaWeb stellt als Fachinformationssystem die notwendigen Fachinformationen und Vollzugshilfen zum Chemikalienmanagement strukturiert am Arbeitsplatz jedes Bearbeiters zur Verfügung.

Mit dem Fachinformationssystem ChemfaWeb werden

- Fachinformationen und Vollzugshilfen zum Chemikalienmanagement zur Verfügung gestellt,
- chemikalienrechtliche Regelungen für den Vollzug transparent dargestellt,
- Informationen über aktuelle Entwicklungen gegeben und
- Entwicklungen zur nachhaltigen Chemie aufgezeigt.

Zielgruppen sind Behörden in Baden-Württemberg wie Gewerbeaufsichtsämter, Wirtschaftskontrolldienst bei den Polizeidienststellen, Gesundheitsämter, Zolldienststellen, Universitäten und Fachhochschulen sowie die interessierte Öffentlichkeit. Unterschieden wird die allgemein zugängliche Internet- und die behördeninterne Intranetversion.

Informationstechnische Strukturen

Im Rahmen des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg wurde XfaWeb als Familie hypermedialer Fachinformationssysteme entwickelt. Dieses Web-basierte Informationssystem hat sich in den Bereichen Altlasten, Boden und Naturschutz zum schnellen und übersichtlichen Zugriff auf komplexe Fachinformationen bewährt. XfaWeb mit den Fachinformationssystemen AlfaWeb (Altlasten), BofaWeb (Boden) und NafaWeb (Naturschutz) ist strukturell einheitlich aufgebaut und Bestandteil des Intranet- und

Internet-Angebotes der LfU und findet breite Akzeptanz bei Behörden, Ingenieurbüros, Industrie, Forschung und Öffentlichkeit.

Das Fachinformationssystem „Behördliches Chemikalienmanagement Baden-Württemberg“, ChemfaWeb, ist neues Mitglied dieser Systemfamilie. Es ist strukturell gleich aufgebaut, erscheint mit gleichem Layout auf der bekannten Web-Seite von XfaWeb der LfU und bedient sich der seit 1995 entwickelten Werkzeuge und Suchhilfen.

Genutzt werden die in XfaWeb entwickelten informationstechnischen Instrumente. Das Fachinformationssystem enthält ein Netz von WWW-Seiten. Für die Recherche wurde ein Zugangssystem implementiert, das folgende Suchhilfen bietet:

- Die **Berichtliste** ermöglicht es dem Benutzer, über eine hierarchische Struktur auf Berichte und Informationen zuzugreifen.
- Mit Hilfe des **Fachzugangs** kann auf der Basis fachlicher Gliederungen des Anwendungsgebietes aus der Sicht eines Sachbearbeiters auf die Berichtseiten zugegriffen werden.
- Die **Schlagwortliste** ermöglicht eine Recherche über einen Katalog vordefinierter Fachbegriffe.

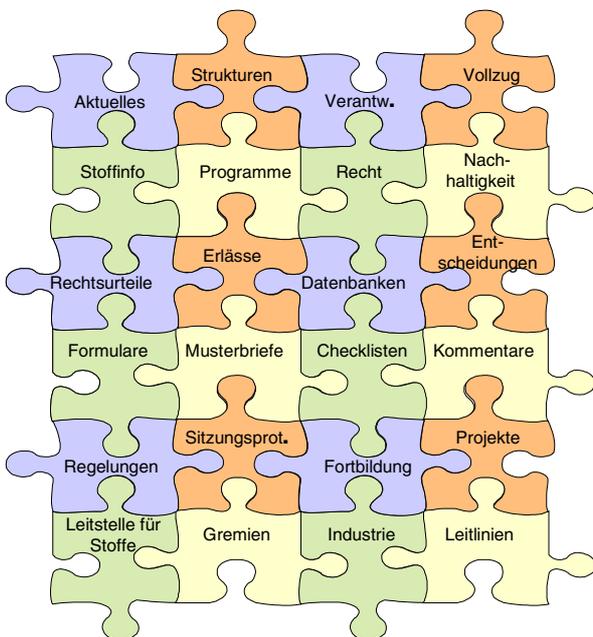


Abb. 2: ChemfaWeb Allgemeiner Einstieg

- Im Rahmen der **Volltextsuche** können beliebige Begriffe für die Suche in den Dokumenten und Datenbanken vorgegeben werden.
- Der **XfaWeb-Explorer** erlaubt einen Datenzugriff in Form des Windows-Explorers.

Inhalt

Die abgebildeten Puzzles symbolisieren Vielfalt und Ausbaufähigkeit der Inhalte. Im Fachinformationssystem sind die Inhalte entsprechend der Explorer-Struktur systematisch und hierarchisch geordnet.

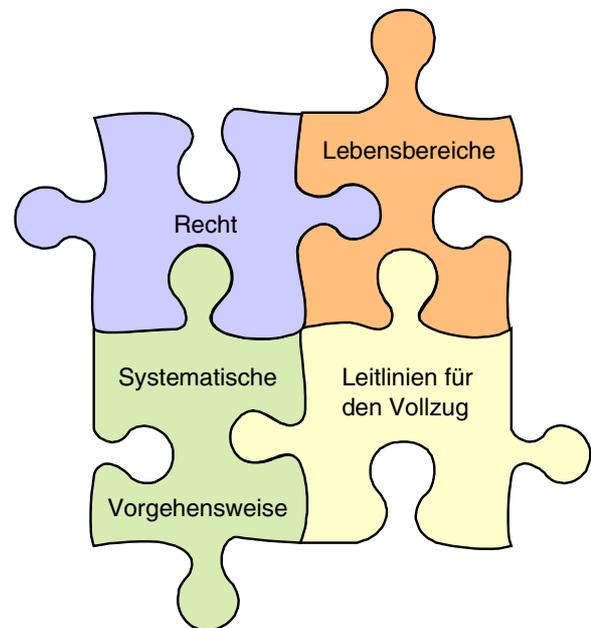


Abb. 3: ChemfaWeb Fachzugang

Im allgemeinen Einstieg sind Vollzugshilfen, Strukturen und Verantwortlichkeiten ein Schwerpunkt, daneben finden Sie aber auch die Stoffdaten-Information Baden-Württemberg (SIBW), aktuelle Informationen und ein Forum für Informationen zur Nachhaltigkeit.

Die Stoffdaten-Information Baden-Württemberg ist ein umfangreiches, speziell auf die Anforderungen des Umwelt- und Arbeitsschutzes eingestelltes Stoffinformationssystem. Es enthält die Datenbestände des GSBL (Gemeinsamer zentraler Stoffdatenpool des Bundes und der Länder), der GdL (Gefahrstoffdatenbank der

Länder) und des IGS (Informationssystem gefährliche und umweltrelevante Stoffe), insgesamt Stoffinformationen im Umfang von 1,2 GByte.

Die Fachzugänge erlauben einen gezielten Einstieg mit speziellen Fragestellungen, z.B. der Fachzugang „Recht“ oder „systematische Vorgehensweise“. Mit dem Fachzugang „Leitlinien für den Vollzug des Chemikaliengesetzes“ erhalten Sie einen strukturierten Zugriff auf die von der Bund-Länder-Arbeitsgruppe Chemikaliensicherheit (BLAC) erarbeiteten Materialien.

Die Informationen stammen aus dem umfangreichen Angebot von Behörden, Industrie und Verbänden auch außerhalb von Baden-Württemberg. Sie werden zusammengestellt, strukturiert, bei Bedarf überarbeitet oder neu erarbeitet und nach XfaWeb-Vorgaben aufbereitet. Links zu wichtigen Intranet- und Internetangeboten,

wie z.B. zum Web-Angebot der Gewerbeaufsicht werden einbezogen.

Stand

Die Arbeiten zur Erstellung der informationstechnischen Strukturen mit Systemrahmen und Benutzeroberfläche sind weitgehend abgeschlossen.

Ein erheblicher Teil der Informationen wurde zusammengestellt, aufbereitet, strukturiert und in das System eingestellt. Eine erste Version von ChemfaWeb ist fertig gestellt und steht einem begrenzten Kreis von Fachleuten zu Testzwecken zu Verfügung. Die weitere fachliche Erarbeitung und Pflege der Inhalte wird noch längere Zeit in Anspruch nehmen.

Werner Eitel

Bioabfallbehandlungsanlagen in Baden-Württemberg – ein Beitrag zur Kreislaufwirtschaft

In Baden-Württemberg fallen derzeit jährlich über 920.000 Tonnen Grün- und 430.000 Tonnen Bioabfälle an. Diese werden zum überwiegenden Teil in Kompostierungs- oder Vergärungsanlagen einer biologischen Behandlung unterzogen und als Kompost verwertet. Baden-Württemberg verfügt über zahlreiche Kompost- und Vergärungsanlagen mit unterschiedlichen Kapazitäten und Verfahrenskonzeptionen.

Eine Erhebung der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) gibt den Stand von Mai 2000 wieder und fasst die biologischen Abfallbehandlungsanlagen in Baden-Württemberg mit den nachfolgend genannten Abfallarten zusammen:

Kompostanlagen ab einer Kapazität von mehr als 3.000 Tonnen pro Jahr

- Grünabfall
- Bioabfall
- gewerbliche Bioabfälle, wie Fettabscheiderinhalte, Speisereste, Flottatfette,
- verdorbene Lebensmittelpartien und anderes mehr

Vergärungsanlagen ab einer Kapazität von 2.000 Tonnen pro Jahr

- Bioabfall
- gewerbliche Bioabfälle, wie Speisereste, Flottatfette, Fettabscheiderinhalte und andere nativ-organische Gewerbeabfälle

Anlagen vergleichbarer Technik, jedoch mit anderen Inputmaterialien, wie beispielsweise Kompostanlagen für kommunale Klärschlämme,

Kompostanlagen für Rindenabfall, Rotteanlagen für Restabfall,

Vergärungsanlagen für tierische Exkrememente (Gülle),

Vergärungsanlagen für tierische Exkrememente in Kombination mit anderen Bioabfällen (Ko-Vergärung) wurden nicht berücksichtigt.

Kleinere und Kleinstanlagen wurden nicht erfasst. Ein Anspruch auf Vollständigkeit ins-

besondere der Grünabfallkompostanlagen besteht nicht.

Die Erhebung ergab zum Erhebungszeitpunkt einen Bestand von insgesamt 74 Anlagen. Die gesamte Verarbeitungskapazität dieser Anlagen beträgt knapp 980.000 Tonnen pro Jahr.

Grünabfallkompostanlagen stellen mit 46 Anlagen und einer Kapazität von insgesamt 411.280 Tonnen pro Jahr den größten Anteil dar. Hiervon kompostiert eine Anlage mit einer Kapazität von ca. 7.000 Tonnen pro Jahr Sägemehl/Grünabfälle gemeinsam mit Klärschlamm. Sieben Anlagen liegen über der genehmigungstechnisch bedingten Kapazitätsgrenze von 6.570 Tonnen. Die größte Grünabfallkompostanlage Baden-Württembergs hat eine Kapazität von über 87.000 Tonnen pro Jahr. 28 Anlagen haben eine jährliche Behandlungskapazität zwischen 6.000 und 6.570 Tonnen und zehn zwischen 3.000 und 6.000 Tonnen. 45 Anlagen bestehen verfahrenstechnisch aus offenen Kompostmieten, eine arbeitet mit Zwangsbelüftung nach dem Klappzellenbodenverfahren.

Grünabfall besteht aus den pflanzlichen Reststoffen aus dem Garten inklusive (gehäckseltem) Baum- und Strauchschnittgut. Grünabfall allein ist gut kompostierbar, jedoch müssen größere Mengen strukturloser Zusammensetzung, wie zum Beispiel Laub- oder Grasschnittgut, mit strukturreichem Material, wie z.B. Baum- und Strauchschnittgut, vermischt werden. Grünabfälle werden in Baden-Württemberg landesweit in einer Vielzahl von Sammel- und Häckselplätzen erfasst, aufbereitet und entweder direkt kompostiert oder zu zentraleren Anlagen für eine Weiterbehandlung verbracht.

Ein Vergleich des vom Statistischen Landesamt genannten Grünabfallaufkommens (ca. 920.000 Tonnen) mit der Jahresge-

samtkapazität aller erhobenen Grünabfallkompostanlagen von etwa 411.000 Tonnen ergibt zum Erhebungszeitpunkt einen rechnerischen Mengenüberschuss von etwa 509.000 Tonnen. Der größte Teil dieser Menge wird in den hier nicht erfassten Klein- und Kleinstanlagen kompostiert, des Weiteren werden Grünabfälle üblicherweise als Strukturmaterial in Bioabfallkompostanlagen verwendet. Daneben erfolgt in einigen Gebieten die Verwertung von Grünabfällen nach dem Ebersberger bzw. Rottweiler Modell über landwirtschaftliche Maschinenringe als Behandler und angeschlossene landwirtschaftliche Betriebe als Verwerter. Die Verwertung erfolgt häufig durch Direktaufbringung des gehäckselten Grünschnittgutes als Mulchmaterial (Flächenkompostierung). Schwerpunkte dieser Verwertung liegen unter anderem auf der Baar, im Gebiet Donau-Heuberg, im Kraichgau, im Bauland und in Ostwürttemberg.

Bioabfallkompostanlagen bilden mit 22 Anlagen die zahlenmäßig zweitstärkste Gruppe. Die Erhebung ergab für diese Anlagen eine Gesamtkapazität von 483.640 Tonnen pro Jahr. 15 Anlagen liegen über der genehmigungstechnisch bedingten Kapazitätsgrenze von 6.570 Tonnen pro Jahr, sieben Anlagen haben eine jährliche Behandlungskapazität von etwa 6.500 Tonnen. Die größte Bioabfallkompostanlage hat eine jährliche Kapazität von etwa 75.000 Tonnen. Folgende Kompostierungsverfahren sind hierbei vertreten:

- Boxen-/Containerkompostierung: mit sieben Anlagen
- geschlossene Tafelmieten: mit sechs Anlagen
- Boxen mit Membranabdeckung: mit zwei Anlagen
- Mieten mit Membranabdeckung: mit zwei Anlagen
- Tunnel-/Zeilenkompostierung: mit zwei Anlagen
- offene, jedoch überdachte Einzelmieten: mit zwei Anlagen
- Brikollareverfahren, geschlossen: mit einer Anlage

Bioabfall ist der nativ organische Anteil des Hausmülls, der getrennt erfasst wird. Hauptbestandteile sind die Abfälle, die bei der Verarbeitung von Obst und Gemüse im Haushalt, aber auch im Gewerbe- oder Industriebetrieb, anfallen. Üblicherweise ist Bioabfall allein für die Kompostierung in größerer Schichtdicke weniger geeignet. Der Wassergehalt ist häufig zu hoch und die fehlende Struktur führt zu geringem Porenvolumen, worunter die Durchlüftbarkeit leidet. Erst durch Zumischung von Strukturmaterial wie Grünschnitt und durch Begrenzung der Feuchte auf den Bereich um 55–65% wird Bioabfall zum idealen Kompostrohstoff.

In Baden-Württemberg sind 6 **Vergärungsanlagen** mit einer Kapazität von mehr als 2.000 Tonnen pro Jahr in Betrieb. Ihre Gesamtkapazität beträgt 82.500 Tonnen pro Jahr. Zwei Anlagen davon sind Großanlagen mit Behandlungskapazitäten von jeweils 25.000 und 36.000 Tonnen pro Jahr, die übrigen vier Anlagen liegen zwischen 2.000 und 8.000 Tonnen pro Jahr. Vergärungsanlagen landwirtschaftlicher Betriebe mit rein innerbetrieblicher Gülleverwertung bleiben unberücksichtigt.

Verfahrenstechnisch sind fünf der sechs Vergärungsanlagen als Nassverfahren ausgelegt, das heißt, der Wassergehalt wird durch Wasserzugabe auf mehr als 85 Gewichtsprozent angehoben. Sie arbeiten im mesophilen Temperaturbereich (ca. 35 bis 40 °C). Die sechste Anlage, die zugleich auch die größte Anlage in Baden-Württemberg ist, wird im Trockenverfahren betrieben und ist für den thermophilen Temperaturbereich (ca. 55 bis 60 °C) ausgelegt. Die Vergärungsreaktoren aller sechs Anlagen sind vertikal angeordnet. In fünf der sechs Vergärungsanlagen wird der verbleibende Gärrest entwässert und nachgerottet. In einem Fall erfolgt die Ausbringung des Gärrestes als Flüssigung.

Für die Vergärung ist Bioabfall allein verwendbar. Gewerbliche Bioabfälle wie z.B. Speisereste, Fettabscheiderinhalte, Panzeninhalte, Tierfäkalien lassen sich gut ver-

gären. Eine Zugabe von strukturreichen Materialien ist nicht nötig und kann eher zu Störungen führen. Hohe Fett- und Eiweißgehalte erhöhen die Gasausbeute.

Zum Erhebungszeitpunkt werden in 27 von 44 Stadt- und Landkreisen Baden-Württembergs Bioabfälle flächendeckend getrennt erfasst und verwertet. Dabei ist der Anschluss an das Erfassungssystem in einigen Kreisen freiwillig, in anderen Kreisen gibt es jedoch auch einen Anschluss- und Benutzungszwang. Sieben Landkreise erfassen Bioabfälle auch nur in Teilgebieten. Zehn Landkreise führen zum Erhebungszeitpunkt noch keine getrennte Erfassung von Bioabfällen durch.

In Vergärungsanlagen werden häufig zusätzlich gewerbliche Bioabfälle mitbehandelt. In einigen Kreisen werden auch Bioabfälle erfasst, ohne dass sich im Kreisgebiet eine Kompost- oder Vergärungsanlage für diese Abfälle befindet. Es bestehen in diesen Fällen vertragliche Vereinbarungen mit Fremdanlagen außerhalb des Kreises oder auch mit Anlagenbetreibern in anderen Bundesländern. Dies kann auch für Teilmengen gelten, wenn die örtliche Anlage über eine zu geringe Kapazität verfügt.

Verwertungsfähige Erzeugnisse der insgesamt 74 Grün- und Bioabfallbehandlungsanlagen in Baden-Württemberg sind die folgenden verkaufsfähigen Produkte und Abprodukte:

- Mulchmaterial, leicht angerottet,
- Frischkompost (Rottegrad II – III),
- Fertigkompost (Rottegrad IV – V),
- diverse Spezialkomposte und Fertigerden,
- Gärreststoff (kompostähnliches Material mit Rottegradangabe),
- Biogas bzw. Wärme- und Elektroenergie.

Die seit 1.10.1998 gültige Bioabfallverordnung (BioAbfV) soll die umweltverträgli-

che Verwertung von Bioabfällen bzw. daraus erstellten Komposten auf landwirtschaftlich, gärtnerisch und forstwirtschaftlich genutzten Böden sicherstellen. Sie enthält schadstoffbezogene Anforderungen, die für die dünge-mittelrechtliche Zulassung zur Verwertung als Sekundärrohstoffdünger erforderlich sind. In 60 Anlagen werden die Produkte entsprechend der Bio AbfV regelmäßig güteüberwacht und können somit auch in Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwirtschaft eingesetzt werden (RAL-Gütezeichen oder ähnlich). Die erzeugten Komposte werden jeweils zu etwa einem Drittel im Landbaubereich sowie im Garten- und Landschaftsbau verwertet. Das letzte Drittel verteilt sich zu regional unterschiedlichen Anteilen auf die Bereiche Erdenwerke, Hobbygartenbau und Spezialkulturen. Die Verkaufsmengen ließen sich in der Erhebung nicht genau erfassen. Noch vor etwa 20 Jahren waren die Hauptabnehmer für Komposte aus Siedlungsabfällen der Bereich Landschaftsbau/Rekultivierung, während die Landwirtschaft bestenfalls Abnehmer von geringen Mengen für Sonderkulturen/Weinbau war.

Biogas wird u.a. zu Heizzwecken (innerbetrieblich zur Beheizung von Vergärungsreaktoren und Gebäuden, außerbetrieblich zur Einspeisung in das Fernwärmenetz) oder zur Verstromung (mit Netzeinspeisung) genutzt.

In allen der beschriebenen Anlagen zur Behandlung und Verwertung von Grün- und Bioabfällen werden mit der Rückführung von Komposten und kompostähnlichen Gärreststoffen in den Boden Kreisläufe geschlossen und somit ein direkter Beitrag zur Kreislaufwirtschaft geleistet.

Lüder Kahmann

Abbruch von Wohn- und Verwaltungsgebäuden – aber wie?

Gebäude können auf verschiedene Arten abgebrochen werden. Die Vorgehensweisen unterscheiden sich im Wesentlichen durch den Umfang der vor oder während des Abbruchs durchgeführten Demontearbeiten. Ein gezielter Rückbau von Bauteilen kann die Vermischung der Materialien deutlich verringern und dadurch erheblich höhere Verwertungsquoten ermöglichen. Dies würde insbesondere den Grundsätzen eines nachhaltigen Wirtschaftens und der Ressourcenschonung stärker Rechnung tragen. Rückbauen bzw. Demontieren verursachen jedoch höhere Kosten als die konventionelle Methode mit der Abrissbirne. Sie können allerdings häufig durch eine kostengünstigere Entsorgung der dann sortenrein vorliegenden Materialfraktionen ausgeglichen werden. Die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg hat daher eine Handlungshilfe erstellt, die es Bauherren, Planern, Abbruchunternehmen, Behörden etc. ermöglichen soll, unter den jeweils spezifischen Rahmenbedingungen vor Ort das voraussichtlich wirtschaftlichste Abbruchvorgehen zu ermitteln.

Grundsätzliche Abbruchalternativen

Es lassen sich drei grundsätzliche Vorgehensweisen für den Abbruch von Gebäuden unterscheiden.

Konventioneller Abbruch

Beim konventionellen Abbruch wird die Bausubstanz, zumeist durch Zertrümmern, ohne zwingende Anforderungen hinsichtlich Entrümpelung oder Entkernung des Gebäudes, zerstört und in transportierbare Bestandteile zerlegt. Die hierbei anfallenden Abbruchabfälle stellen ein heterogenes Gemisch aller Baustoffe des vormaligen Gebäudes dar. Die Vermischung der Ab-

bruchabfälle ist im Hinblick auf die Entsorgung sehr ungünstig. Für die Entsorgung fallen höhere Kosten an, da das Materialgemisch in einer Sortieranlage getrennt werden muss. Häufig findet daher bereits auf der Abbruchbaustelle eine grobe Vorsortierung statt. Nachteilig ist auch, dass das Materialgemisch oft durch Schad- und Störstoffe aus einzelnen Bauteilen verunreinigt ist, die sich durch eine nachträgliche Sortierung kaum entfernen lassen. Eine hochwertige Verwertung der Abbruchabfälle ist somit stark eingeschränkt. Dennoch wird der konventionelle Abbruch auch in Zukunft beispielsweise bei einsturzgefährdeten oder durch Brand, Erschütterungen oder ähnlich geschädigten Objekten von Bedeutung sein.

Teilselektiver Abbruch (Teilselektiver Rückbau)

Als teilselektiver Abbruch wird der Abbruch eines Gebäudes mit vorhergehender, zumindest teilweiser Entrümpelung und Entkernung des Innenausbaus bezeichnet. Hauptzweck dieser Vorarbeiten ist es, die Vermischung der anfallenden Abbruchabfallfraktionen zu reduzieren und Schad- und Störstoffe weitgehend auszusondern, so dass ein großer Teil der Abbruchabfälle einer direkten Verwertung zugänglich wird. Der Umfang der Demontearbeiten kann beim teilselektiven Abbruch unterschiedlich sein. Es ist sowohl eine Annäherung an den „konventionellen Abbruch“ als auch an den „selektiven Abbruch“ möglich.

Selektiver Abbruch (Selektiver Rückbau)

Der selektive Abbruch beinhaltet die vollständige Demontage eines Gebäudes. Alle Bau-, Konstruktions- und Ausrüstungsteile werden nach ihrer Funktion oder nach ihrer Materialzusammensetzung demontiert. Hauptzweck des selektiven Abbruchvorgehens ist die Wiederverwendung gut erhal-

tener Bauteile, die sortenreine Verwertung und Beseitigung der anfallenden Abbruchabfälle sowie die Ausschleusung von Stör- und Fremdstoffen aus den jeweiligen Abbruchabfallfraktionen. Die Demontage der Gebäude erfolgt beim selektiven Abbruch zumeist in umgekehrter Reihenfolge des Auf- und Einbaus.

Schadstoffhaltige Baustoffe und Bauteile

Gebäude können schadstoffhaltige Baustoffe und Bauteile enthalten, die im Vorfeld der eigentlichen Abbrucharbeiten aus dem Gebäude zu entfernen sind. Abbildung 1

zeigt eine beispielhafte Auflistung potentiell schadstoffhaltiger Bau- und Gebäudeteile, die in Wohn- und Verwaltungsgebäuden auftreten können. Fallen derartige Teile mit den übrigen Abbruchabfällen vermischt an, führt dies häufig für das gesamte Abbruchmaterial zu erheblich höheren Entsorgungskosten. Im Vorfeld des Abbruchs sollte daher zunächst durch eine Begehung des Gebäudes sowie eine Recherche über die vormalige Nutzung ermittelt werden, ob mit schadstoffhaltigen Bau- und Gebäudeteilen zu rechnen ist. Im Falle möglicher oder bestehender Kontaminationen oder schadstoffhaltiger Bau- und Gebäudeteile sollte ein Fachgutachter zur Analyse der Schadstoffe sowie zur Erstellung eines

Schadstoffe	Kritische Bau- und Gebäudeteile
Asbest	<ul style="list-style-type: none"> • Leichtgebundene Asbestfasern (in Hohlräumen als Spritzasbest, extrem hohes Gefahrenpotential) • Gebundene Asbestfasern <ul style="list-style-type: none"> - Asbestzementplatten (als Dachabdeckung, Verkleidungen, Blumenkästen, etc.) - in brandschutzrelevanten Bauteilen (Feuerschutztüren, Isolation und Dichtungen bei Feuerungsanlagen, etc.) - Nachtspeicheröfen - Bodenbeläge (Flexplatten, quadratische 50er-Jahre PVC-Bodenbelagsplatten) - sonstige Bauteile (Trennwände, Fensterbänke, Eternit (vor 1970) etc.)
Blei	<ul style="list-style-type: none"> • Rohrinstallationen
Holzschutzmittel	<ul style="list-style-type: none"> • Holzbauteile im Außenbereich (Fassadenbekleidungen, Terrassen, Wintergärten und Pergolen) • Konstruktionshölzer für tragende Teile • Holzfenster und Außentüren aus Holz • Dämm- und Schallschutzplatten, die mit Mitteln behandelt wurden, die PCB enthalten
Künstliche Mineralfasern	<ul style="list-style-type: none"> • Isoliermaterial (Dachisolierung, Rohrummantelung, etc.)
Mineralöl-Kohlenwasserstoffe	<ul style="list-style-type: none"> • Kontaminationen durch Mineralöl-Kohlenwasserstoffe finden sich <ul style="list-style-type: none"> - in der Nähe von Heizöl-/Kraftstofftanks und Brennstofflagern - in der Nähe von Heizungsanlagen - in Garagen, Autowerkstätten - an anderen Orten, an denen Mineralöl-Kohlenwasserstoffe eingesetzt werden
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	<ul style="list-style-type: none"> • Transformatoren <ul style="list-style-type: none"> - Sekundärkontaminationen der umgebenden Bauteile (Betonteile, Zwischenwände, Fensterbänke, etc.) • Dichtungsmassen (in Fugen, Spalten, etc.) • Anstriche (in hochbeanspruchten Bereichen, beispielsweise in Treppenhäusern der 50er- und 60er-Jahre) • Kondensatoren (Leuchtstoffröhren älteren Herstelungsdatums)
Quecksilber	<ul style="list-style-type: none"> • Leuchtstoffröhren • Schalter
Ruß	<ul style="list-style-type: none"> • Schornsteine und Kamine • Brandschäden
Teer (PAK)	<ul style="list-style-type: none"> • Bitumenbahnen, Bitumenplatten älteren Herstelungsdatums, teerhaltige Dachpappen <ul style="list-style-type: none"> - Anwendungsbereich: Terrassen, Dächer, Deckenaufbauten von Feuchträumen, etc. • Schutzanstriche (an Fundamenten, Kellern, Feuchträumen, unter Parkett, etc.)

Abb. 1: Beispielhafte Auflistung potentiell schadstoffhaltiger Bau- und Gebäudeteile

Sanierungskonzeptes herangezogen werden.

Entscheidungskriterien für die Wahl einer Abbruchvariante

Die Entscheidung für eine Abbruchvariante ist von einzelfallspezifischen Kriterien abhängig, die sich vereinfacht in Wirtschaftlichkeitskriterien, umweltrelevante Kriterien und sonstige Kriterien zusammenfassen lassen. In der Praxis sind Wirtschaftlichkeitskriterien wie die Höhe der jeweils anzusetzenden Abbruch- und Demontagekosten, der Entsorgungs- und Transportkosten

sowie der Planungskosten für die Abbrucharbeiten von entscheidender Bedeutung. Die Berücksichtigung umweltrelevanter Kriterien ist vor allem von abfallwirtschaftspolitischem Interesse. Für den Bauherren als Abfallerzeuger spielen sie jedoch meist nur eine untergeordnete Rolle. Vorgaben des Denkmalschutzes, Vorgaben bezüglich des Zeitrahmens für die Abbruchmaßnahme, der Einfluss regionaler Verwertungs- und Beseitigungsmöglichkeiten sowie der Einfluss von Gebäudestandort und den Platzverhältnissen sind weitere Kriterien, die in Einzelfällen die Wahl der Abbruchvariante allein festlegen können. Die wesentlichen Kriterien sind in Abbildung 2 gegenübergestellt.

Entscheidungskriterien	Konventioneller Abbruch	Teilselektiver Abbruch	Selektiver Abbruch
Wirtschaftlichkeitskriterien			
Abbruch- und Demontagekosten	+	o	-
Entsorgungskosten	-	+	+
Transportkosten	o	o	o
Planungskosten für Abbrucharbeiten	o	o	-
Umweltrelevante Kriterien			
Steigerung der Verwertungsquote	-	+	+
Förderung des hochwertigen Recyclings	-	o	+
Möglichkeiten zur Störstoffausschleusung	-	+	+
Sonstige Kriterien			
Denkmalschutz	o	o	o
Vorgegebener Zeitrahmen für die Abbruchmaßnahme	+	o	-
Einfluss regionaler Verwertungs- und Beseitigungsmöglichkeiten	+	+	+
Einfluss von Gebäudestandort und Platzverhältnissen	o	o	o

* In Einzelfällen können sich, bedingt durch gebäudetypische Besonderheiten, Abweichungen von der Bewertung ergeben.

Zeichenerklärung: “+“ = positiver Einfluss der Abbruchvariante auf das betrachtete Kriterium
 “o“ = neutral, bzw. keine Aussage möglich
 “-“ = negativer Einfluss der Abbruchvariante auf das betrachtete Kriterium

Abb. 2 : Entscheidungskriterien für die Wahl der Abbruchvariante und Bewertung

Instrumente zur Entscheidungsunterstützung

Zur Grobkalkulation der Abbruch- und Entsorgungskosten steht ein Formular zur Verfügung (siehe Abbildung 3). Der Rechenablauf unterteilt sich in die Ermittlung des Gebäudevolumens (3), in die Ermittlung der wesentlichen Materialmassen (4), in die Ermittlung der Abbruchkosten (5) sowie die Ermittlung der Entsorgungskosten (6). Zur vereinfachten Ermittlung der Materialmassen werden je nach Gebäudetyp grobe Richtwerte für die Materialzusammensetzung angeboten. Das Gebäudevolumen (in Kubikmeter Bruttorauminhalt) ist durch ein Aufmaß

am Gebäude zu ermitteln. Die jeweils spezifischen Kosten für den Abbruch (in DM pro Kubikmeter Bruttorauminhalt) sowie die jeweils spezifischen Entsorgungskosten für die einzelnen Materialfraktionen (in DM pro Tonne) müssen vom Nutzer des Formulars durch Preisabfragen eingeholt werden.

Zusätzlich steht ein Rechenprogramm zur Verfügung, das unter der Internetadresse <http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de/lfu/abt3/abbruch/>

kostenfrei bezogen werden kann.

Dieter Schlag

1. Schritt: Wahl des Gebäudetyps Wählen Sie eine Gebäudeklasse, die dem abzurechnenden Gebäude weitestgehend entspricht, aus. Grobe Richtwerte für die Materialzusammensetzung des Gebäudes finden Sie in nebenstehender Tabelle. (BRI = Bruttorauminhalt)

Markieren Sie die gewählte Gebäudeklasse durch Ankreuzen und Sie lesen die Richtwerte für die Materialzusammensetzung aus der Tabelle ab.

<input type="checkbox"/>	Massivbau vor 1918
<input type="checkbox"/>	Massivbau 1918 bis 1948
<input type="checkbox"/>	Massivbau ab 1949
<input type="checkbox"/>	Holz-Fachwerkhhaus
<input type="checkbox"/>	Stahlbeton-Skelettbau
<input type="checkbox"/>	Beton-Massivbau
<input type="checkbox"/>	Stahl-Fachwerk-Gebäude

Gebäudetyp	Beton (t/m³ BRI)	Ziegel (t/m³ BRI)	Holz (t/m³ BRI)	Metalle (t/m³ BRI)	Restabfall (t/m³ BRI)	Sonstiges (t/m³ BRI)
Massivbau vor 1918	0,125	0,214	0,008	0,007	0,002	0,001
Massivbau 1918 bis 1948	0,116	0,224	0,009	0,006	0,004	0,002
Massivbau ab 1949	0,137	0,206	0,008	0,003	0,015	0,003
Holz-Fachwerkhhaus	0,036	0,238	0,028	0,003	0,004	0,001
Stahlbeton-Skelettbau	0,230	0,006	0,004	0,002	0,002	0,002
Beton-Massivbau	0,369	0,050	0,002	0,006	0,002	0,002
Stahl-Fachwerk-Gebäude	0,077	0,023	0,009	0,016	0,001	0,001

2. Materialzusammensetzung des Gebäudes Übertragen Sie die gebäudespezifischen Richtwerte für die Materialzusammensetzung des gewählten Gebäudetyps.

Beton (t/m³ BRI)	Ziegel (t/m³ BRI)	Holz (t/m³ BRI)	Metalle (t/m³ BRI)	Restabfall (t/m³ BRI)	Sonstiges (t/m³ BRI)

3. Bruttorauminhalt (BRI) des Gebäudes Errechnen Sie anhand der tatsächlichen Außenabmessungen des Gebäudes den Bruttorauminhalt (BRI) Ihres Gebäudes, indem Sie die untenstehenden Rechenanweisungen befolgen. Bei geneigten Dächern ist die Höhe durch den Wert "2" zu teilen.

	Länge (m)	Breite (m)	Höhe (m)	Volumen (m³)	
Volumen Keller	<input type="text"/>	x <input type="text"/>	x <input type="text"/>	= <input type="text"/>	
Volumen Geschosse	<input type="text"/>	x <input type="text"/>	x <input type="text"/>	= <input type="text"/>	Gesamtvolumen (m³ BRI)
Volumen Dach	<input type="text"/>	x <input type="text"/>	x <input type="text"/>	= <input type="text"/>	

4. Massen der wesentlichen Materialien des Gebäudes Errechnen Sie einen Grobwert für die wesentlichen Materialmassen Ihres Gebäudes (Gesamtvolumen (BRI) x Richtwert für Materialzusammensetzung).

Beton (Tonnen)	Ziegel (Tonnen)	Holz (Tonnen)	Metalle (Tonnen)	Restabfall (Tonnen)	Sonstiges (Tonnen)

5. Abschätzung der Abbruchkosten Errechnen Sie anhand des Gebäudevolumens (Gesamtvolumen m³ BRI) die überschlägigen Kosten für den Abbruch Ihres Gebäudes anhand untenstehender Rechenanweisung.

	Kosten (€/m³ BRI)	Gesamtvolumen (m³ BRI)	Abbruchkosten (€)	
Abbruchkosten entkerntes Gebäude	<input type="text"/>	x <input type="text"/>	= <input type="text"/>	Gesamtabbruchkosten (€)
Kosten für die Entkernung	<input type="text"/>	x <input type="text"/>	= <input type="text"/>	
Sonstige Abbruchkosten	<input type="text"/>	x <input type="text"/>	= <input type="text"/>	

6. Abschätzung der Entsorgungskosten Errechnen Sie anhand der Materialmassen Ihres Gebäudes die überschlägigen Kosten für die Entsorgung der anfallenden Abbruchabfälle anhand untenstehender Rechenanweisung. Erlöse sind mit negativem Vorzeichen zu versehen.

	Entsorgungskosten (€)	Bauabfall (t)	Entsorgungskosten (€)	
Entsorgungskosten Beton	<input type="text"/>	x <input type="text"/>	= <input type="text"/>	Gesamtentsorgungskosten (€)
Entsorgungskosten Ziegel	<input type="text"/>	x <input type="text"/>	= <input type="text"/>	
Entsorgungskosten Holz	<input type="text"/>	x <input type="text"/>	= <input type="text"/>	
Entsorgungskosten Metalle	<input type="text"/>	x <input type="text"/>	= <input type="text"/>	
Entsorgungskosten Abbruchgemisch	<input type="text"/>	x <input type="text"/>	= <input type="text"/>	
Beseitigungskosten Restabfall	<input type="text"/>	x <input type="text"/>	= <input type="text"/>	
Entsorgungskosten Sonstiges	<input type="text"/>	x <input type="text"/>	= <input type="text"/>	

7. Berechnung der Gesamtkosten Errechnen Sie anhand der Gesamtabbruchkosten und der Gesamtentsorgungskosten die Kosten für den Abbruch Ihres Gebäudes anhand untenstehender Rechenanweisung.

Gesamtabbruchkosten (€)		+	Gesamtentsorgungskosten (€)		=	Gesamtkosten (€)
Gesamtkosten	<input type="text"/>		<input type="text"/>			<input type="text"/>

Abb. 3: Formular zur Grobkalkulation der Abbruch- und Beseitigungskosten

Zum 80. Geburtstag: Das Institut für Seenforschung zieht in ein neues Institutsgebäude

Das Aufgabenfeld des Instituts für Seenforschung (ISF) der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg umfasst den Bodensee mit seinen baden-württembergischen Zuflüssen sowie die weiteren stehenden Gewässer des Landes – insgesamt über 4000 Wasserflächen.

Mit dem Einzug in ein neues Institutsgebäude im September 2000 beging das Institut für Seenforschung (ISF) gleichzeitig das 80-jährige Jubiläum seines Bestehens. Dies ist Anlass für eine Rückschau, aber auch für einen Blick auf die heutigen Aufgaben des Instituts und auf den Neubau.

Ein kurzer Abriss der Institutsgeschichte:

- 1920 Gründung des Vereins für Seenforschung und Seenbewirtschaftung; Institutsgründung in Langenargen.
- 1925 Einweihung des Institutsneubaus in Langenargen in der Unteren See-straße
- 1960 Verstaatlichung des Instituts mit Zuordnung zur Kultusverwaltung des Landes.
- 1970 Eingliederung der 1919 gegründeten Anstalt für Bodenseeforschung der Stadt Konstanz: Staatliches Institut für Seenforschung und Seenbewirtschaftung.
- 1975 Gründung der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU); Eingliederung des Instituts sowie der Außenstelle Reichenau der Landesstelle für Gewässerkunde und Wasserwirtschaftliche Planung (Karlsruhe)
- 1990 Neuorganisation der LfU: Umbenennung des Instituts in „Institut für Seenforschung“
- 2000 Bezug des Neubaus an der Malerecke in Langenargen

So wechselvoll wie die äußeren Bedingungen waren in diesen 80 Jahren auch die Arbeitsschwerpunkte des Instituts.

Die ersten 15 Jahre waren dem eigentlichen Gründungsziel gewidmet. Durch die Erforschung des Bodensees sollten die wissenschaftlichen Grundlagen für eine bessere fischereiliche Bewirtschaftung des Bodensees bei gleichzeitiger Schonung der Fischbestände geschaffen werden. Es entstanden seinerzeit zahlreiche, bis heute gültige grundlegende Veröffentlichungen zur Natur des Sees und der wissenschaftlichen Zusammenhänge im Seegeschehen. Auch weitere Seen im Lande wurden in die Arbeit einbezogen.

Bereits damals begann man, einen See als ein kompliziertes System gegenseitiger Abhängigkeiten zu verstehen. Das zentrale Element dieser Betrachtungsweise ist das Denken in ganzheitlichen Kategorien und die Erkenntnis, dass im See nichts losgelöst vom anderen existiert.

Für eine erfolgreiche Tätigkeit im Gewässerschutz, ist diese Denkweise eine unverzichtbare Grundlage. Erste Anzeichen von Veränderungen im Bodensee, die mit der Belastung durch Abwasser in Zusammenhang gebracht werden konnten, waren bereits in den 30er Jahren zu beobachten. Zu Beginn der 50er Jahre waren die Folgen einer schnell ansteigenden Überdüngung des Sees für die Wissenschaftler bereits so deutlich, dass das Arbeitsgebiet des Instituts durch die Angliederung einer selbstständigen Forschungs- und Beratungsabteilung für „Reinhaltung der Gewässer“ umfassend erweitert wurde. Eine Zusammenarbeit aller Disziplinen war nötig, um wissenschaftlich fundiert festzustellen, welche Vorgänge sich in den Gewässern bei der Verschmutzung abspielen und mit welchen Mitteln wirksam eingegriffen werden kann.

Die Arbeiten zur Seereinhaltung führen in die gegenwärtigen Hauptaufgaben des Instituts.

Als 1959 die Internationale Gewässer-schutzkommission für den Bodensee (IGKB) gegründet wurde, um gemeinsam gegen die rasant zunehmende Seeverschmutzung vorzugehen, waren Sachverständige aus dem Institut von Anfang an mit dabei.

Heutige Aufgaben

Die heutige Hauptaufgabe des Instituts im Rahmen seiner Arbeit für den Gewässer-schutz ist es, den Bodensee und ausgewählte andere Seen des Landes in Langzeituntersuchungen und durch Schwerpunktaktionen zu beobachten, den Zustand und die Entwicklung zu dokumentieren und zu bewerten und daraus Handlungsempfehlungen zu entwickeln. Die Arbeitsergebnisse dienen zur Beratung von Politik und Verwaltung und zur Information der Bürger. Das Institut ist fachlich in die drei Sachgebiete Hydrographie, Hydrochemie und Hydrobiologie mit Fischökologie gegliedert. In allen Bereichen fallen Arbeiten im Freiland, analytische und experimentelle Arbeiten im Labor, umfangreiche Datenverarbeitung und -dokumentation sowie das Ausarbeiten von Stellungnahmen und Berichten an.

Der Neubau

Bei dem mit den neuen Aufgaben seit Beginn der 60er Jahre verknüpften Zuwachs an Aufgaben, Anforderungen an die Untersuchungskapazitäten und Personalbestand war der alte Institutsbau von 1925 bald zu klein. Spätestens seit Beginn der 70er Jahre war die Notwendigkeit einer neuen Unterbringung unübersehbar. Inzwischen behalf man sich mit der Anmietung weiterer Räume, so dass das Institut schließlich in fünf verschiedenen Bauten quer durch Langenargen untergebracht war. Keines der drei Sachgebiete konnte in einem einzigen Haus untergebracht werden. Die täglich notwendige Zusammenarbeit litt dadurch unter ständigen Erschwernissen.

Im Jahr 1986 erwarb das Land ein Grundstück im Yachthafen in Langenargen. Dieser Standort bietet eine unmittelbare Nähe zu den institutseigenen Forschungsschiffen und zum Seewasser, das für viele Arbeiten gebraucht wird. Dieser Grundstückserwerb erwies sich als ein Glücksfall und war ein erster Schritt zum Neubau. Die Gemeinde Langenargen, der damit die Möglichkeit der Unterbringung des Instituts auch in weiterer Zukunft erhalten blieb, hat das Vorhaben des Landes voll unterstützt.

Unmittelbar nach Erwerb des 60 Ar großen Grundstückes wurden Nutzungsanforderungen und Raumprogramme für den Neubau des Seenforschungsinstituts in intensiven Gesprächen mit den beteiligten Ministerien erstellt, diskutiert und optimiert. Nach etlichen Verzögerungen und Rückschlägen konnte schließlich 1996 die Planung angegangen werden.

Am 17. November 1998 fand der erste Spatenstich statt. Am 31. Juli 2000 war der Bau dann bezugsfertig.

Das Institutsgebäude selbst ist ein zweigeschossiger Stahlbetonbau mit vorgehängter Holzfassade aus unbehandeltem Lärchenholz. Es bietet bei Gesamtkosten von rund 17 Mio. DM ein Volumen von etwa 24 000 m³ mit rund 3000 m² Nutzfläche für Laboratorien, Büros, Bibliothek, Vortragsaal, Aquarien- und Werkstatträume. Auf eine Unterkellerung musste aus Kostengründen verzichtet werden. Die umfangreiche Haustechnik, u.a. mit einer umweltfreundlichen gasbefeuelten Brennwertheizung, ist nahezu komplett im Dachraum untergebracht. In den drei kurzen Flügeln westlich der offenen zweigeschossigen Eingangshalle befinden sich die Laborbereiche. Die zwei längeren Flügel östlich der Eingangshalle beherbergen die Werkstätten und Büroräume sowie den öffentlichen Bereich mit Vortragssaal, Schulungslabor und Bibliothek.



Abb. 1: Laborarbeiten im ISF

Die Uferlage des Grundstückes am Rande eines Landschaftsschutzgebietes und das auf den Umweltschutz ausgerichtete Aufgabengebiet des Institutes erforderten eine besonders naturverbundene Bauweise. Dies wurde bei der Gebäudeform durch eine

kammartige Struktur erreicht, die eine Verzahnung mit der umgebenden Landschaft ermöglicht. Bei der Auswahl der Baustoffe wurde auf umweltfreundliche Produkte geachtet. Im konstruktiven Bereich wurde Holz in großem Umfang eingesetzt.



Abb. 2: Unbehandeltes Lärchenholz prägt die Fassade des ISF

Der Bezug des Hauses zu seiner seenahen Lage wird auch im Beitrag der Künstlerin Andrea Zaumseil zur „Kunst am Bau“ aufgenommen. Diese Arbeit mit dem Titel „Der See träumt sich“ ist eine Klang- und Videoinstallation, welche die vielfältigen Klänge und Bilder der Bodenseewelt in die große Eingangshalle holt. Der Künstler Diether F. Domes, der mit graphisch gestalteten Wandtafeln den zweiten Beitrag zur Kunst am Bau und damit die Verbindung von Innen- und Außenraum schuf, sagte zum Neubau: „Wenn man vorbeigeht, meint man, das Institut sei schon immer dagewesen“ – das höchste Lob für die gelungene Integration des neuen Hauses in die umgebende Landschaft.

Im Jahr 2002 wird der Institutsbau noch mit einer Solaranlage und einer geothermischen Anlage zur Wärmegewinnung ausgerüstet. Diese Installationen sind als Demonstrationsanlagen gedacht und sollen gleichzeitig die Heizung und Warmwasserbereitung unterstützen.

Das neue Institutsgebäude mit seinen optimalen Voraussetzungen erleichtert die zukunftsorientierte Arbeit aller Institutsmitglieder erheblich. So kann das Institut noch mehr als bisher als ein Zentrum der Seenforschung wirken und eine Plattform für die Diskussion und Koordination der Anliegen eines grenzüberschreitenden Gewässerschutzes bieten.

Helmut Müller

Eintragswege und Verbleib von Fäkalkeimen im Einzugsgebiet des Bodenseezuflusses Seefelder Aach

Die nahe dem Mündungsbereich der Seefelder Aach gelegenen Badeplätze der Gemeinde Uhdlingen-Mühlhofen am Bodensee waren in den letzten Jahren wiederholt bakteriologisch beanstandet worden. Über diese aktuelle lokale Problematik hinaus ging es in dem hier zusammengefassten Projekt um die Frage nach Quellen, Eintragswegen und der Bewertung bakteriologischer Belastung potenziell fäkalen Ursprungs an Gewässern. Dies ist auch im Hinblick auf die anstehende Überarbeitung der Europäischen Badegewässerrichtlinie von Bedeutung. So wurde vom Institut für Seenforschung ein vertieftes Untersuchungsprogramm für die Seefelder Aach und ihr Einzugsgebiet (ca. 280 km², siehe Abb. 1) aufgestellt und zwischen 1998 und 2001 durchgeführt. Die Finanzierung erfolgte über das Förderprogramm BWplus.

Das Projekt verfolgte insbesondere folgende Ziele:

- Lokalisierung und Bewertung der Belastungsschwerpunkte im Einzugsgebiet der

Seefelder Aach (punktförmig oder diffus) und Verknüpfung mit anderen Belastungsarten.

- Prüfung des Indikatorpotenzials verschiedener Keimgruppen mutmaßlich fäkaler Herkunft (*Escherichia coli*, Streptokokken, Clostridien).
- Entwicklung eines optimierten bakteriologischen Monitorings in Oberflächengewässern, auch im Hinblick auf die Novellierung der EU-Badegewässerrichtlinie.

Das hierzu entwickelte Untersuchungskonzept beinhaltete ein zweijähriges regelmäßiges Überwachungsprogramm von der Quelle bis zur Mündung (54 km) zur Kennzeichnung der raumzeitlichen Schwerpunkte der Keimbelastung. Dieses wurde durch ereignisbezogene Feld- und Experimentalstudien ergänzt, um zusätzliche verlässliche Aussagen zu Quellen, Eintragswegen und Verbleib der Keimbelastungen erbringen zu können. Die Arbeiten wurden von einem Facharbeitskreis aus Vertretern des Ministeriums für Umwelt und Verkehr, verschiedener Fachbehörden und der Wissenschaft begleitet.

Auswahl der Keimgruppen

Die bisher geltende Badegewässerüberwachung sieht die bakteriologische Bewertung vor allem mittels gesamtcoliformer und fäkalcoliformer Keime vor, für die es auch Grenz- und Leitwerte gibt. Vielfach werden zusätzlich auch fäkale Streptokokken erfasst, für die bislang nur ein Leitwert festgelegt wurde. Die anaeroben Sporenbildner (Clostridien) wurden in die Untersuchungen mit einbezogen, obwohl sie mehrheitlich nicht fäkalen Ursprungs sind, um damit das Verhalten von Keimen mit persistenten Dauerstadien bewerten zu können.



Abb. 1: Schematische Darstellung der Seefelder Aach als Teileinzugsgebiet des Bodensees

Raumzeitliches Belastungsbild des Flusses

Im Einzugsgebiet der Seefelder Aach weisen alle untersuchten Probestellen Belastungen mit E.coli auf, die mehrheitlich über dem derzeitigen Badegewässer-Leitwert jedoch unterhalb des Grenzwertes für E.coli lagen und somit mäßige bis kritische Belastungen

aufwiesen. Dabei wurden deutliche räumliche und zeitliche Belastungsunterschiede festgestellt: Grenzwertüberschreitungen für E.coli waren auf Regenwetter beschränkt und wurden auch dann nur in Flussabschnitten mit Abwasserbelastung beobachtet. Das zeitliche Muster der Keimbelastung ist durch sehr kurzfristige Belastungsspitzen geprägt (Abb. 2).

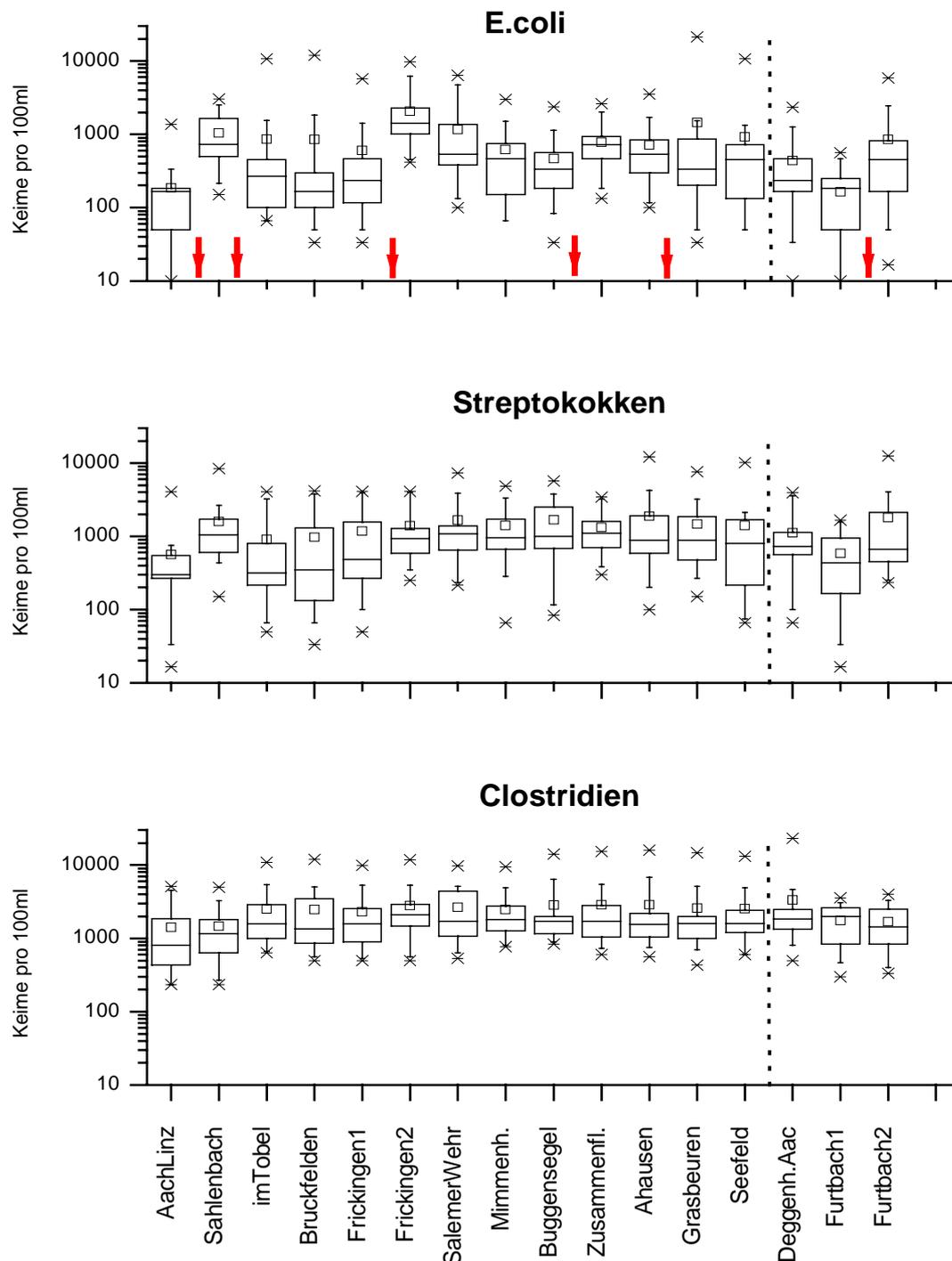


Abb. 2: Keimbelastung der Seefelder Aach vom Oberlauf bis zur Mündung. Perzentildarstellung mit 50% (Kasten) und 90% (Balken), Median (Querstrich), Mittelwert (Quadrat) und Extrema. Einleitungen von Kläranlagen sind mit roten Pfeilen gekennzeichnet

Diese raumzeitlichen Unterschiede waren am ausgeprägtesten bei E.coli, weniger deutlich bei Streptokokken, jedoch kaum erkennbar für die Gesamt-Gruppe der anaeroben Sporenbildner (Clostridien). Einmal ins Gewässer gelangte Keime haben unter natürlichen Bedingungen im Wasser relativ kurze Überlebenszeiten im Bereich weniger Tage. In Sedimenten können die Bakterien dagegen länger überleben und bei erhöhten Abflüssen wieder aktiviert werden.

Eintragsquellen

Der Siedlungsbereich dominierte bei den Eintragsquellen der Fäkalkeimbelastung. Dabei stellen die Abläufe von zentralen und dezentralen Kläranlagen die Grundlast bei Trockenwetter dar. Unter den Verdünnungsverhältnissen der Seefelder Aach bewirken Kläranlagenabläufe für sich allein genommen noch keine Grenzwertüberschreitungen von E.coli, da über 99% der Keime in den Kläranlagen zurückgehalten werden. Grenzwertüberschreitungen kommen bei dem im Einzugsgebiet vorherrschenden Mischkanalsystem vor allem durch die Spitzenbelastungen der Regenüberläufe zustande (Abb. 3).

Demgegenüber erhöhen zwar auch diffuse Einträge aus landwirtschaftlichen Flächen die Belastung mit Fäkalkeimen merklich über den natürlichen Background, sie sind jedoch mit einem deutlich geringeren Risiko der Grenzwertüberschreitung für E.coli verbunden. Diese Feststellung bezieht sich jedoch ausschließlich auf die Ursache von E.coli Grenzwertüberschreitungen und sollte auf keinen Fall mit einer Bescheinigung der ökologischen oder hygienischen Unbedenklichkeit von Gülleausbringung gleichgesetzt werden.

Bakteriologisches Monitoring und Gewässergütebewertung

Keimbelastungen berühren in erster Linie Belange der Gesundheitsfürsorge und wurden deshalb zur ökologischen Bewertung von Gewässern nicht heran gezogen. Ebenso wenig richtete sich die Badegewässer-Richtlinie am ökologischen Zustand der Gewässer aus. Wie Abbildung 4 zeigt, gleicht das räumliche Verteilungsbild für E.coli besonders dem von Ammonium und mit Abstrichen dem von Phosphor. Beide werden vorwiegend als Punktquellen aus dem Abwasser eingetragen. Ein weit

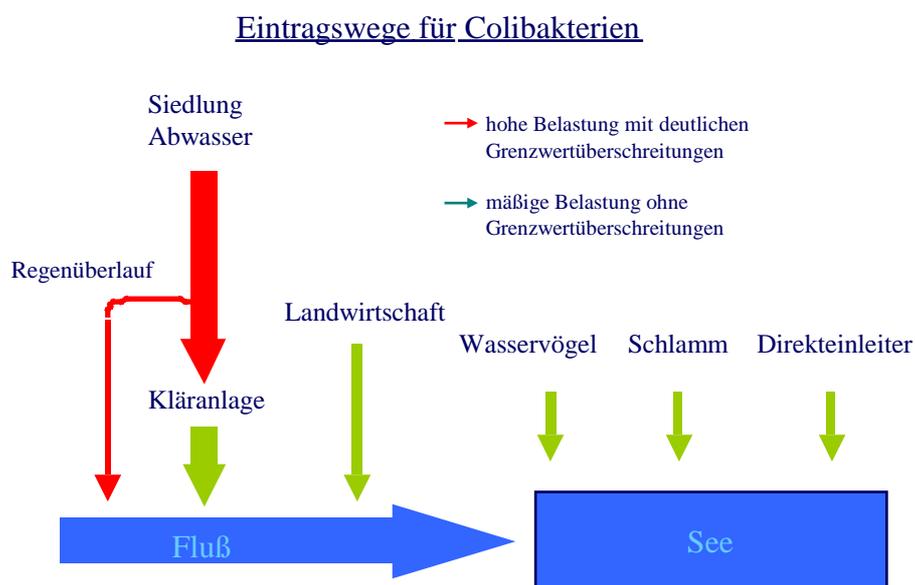


Abb. 3: Schematische Darstellung der Eintragsquellen von E.coli im Einzugsgebiet der Seefelder Aach sowie in der mündungsnahen Flachwasserzone des Bodensees

abweichendes Bild ergibt sich für Nitrat als typischem Vertreter von diffus eingetragenen Stoffen.

Die Befunde verweisen auf das Potenzial, E.coli als Zeiger für junge Abwassereinträge zu benutzen. Mit diesem Screening-Instrument könnten abwasserbelastete Stellen schnell aufgefunden werden. Damit könnten auch andere schwerer nachweisbare Abwasser-Inhaltsstoffe treffsicherer aufgespürt werden. So konnte die Einschichtung abwasserkontaminierter Flusswasserkörper beim Extremhochwasser 1999 in den Bodensee leicht an Spitzenwerten von E.coli erkannt werden.

Schlussfolgerungen für den Gewässerschutz

E.coli erwies sich als bester Indikator für die Verunreinigung mit Abwasser, während fäkale Streptokokken eher mit diffusen fäkalen Verunreinigungen in Verbindung gebracht werden können. Die Information zur Keimbelastung kann als wertvolle Unterstützung in die Konzeption des ganzheitlichen Gewässerschutzes integriert werden. Besonders hervorzuheben ist dabei ihr Zeigerpotenzial für Kontaminationen mit jungem Abwasser.

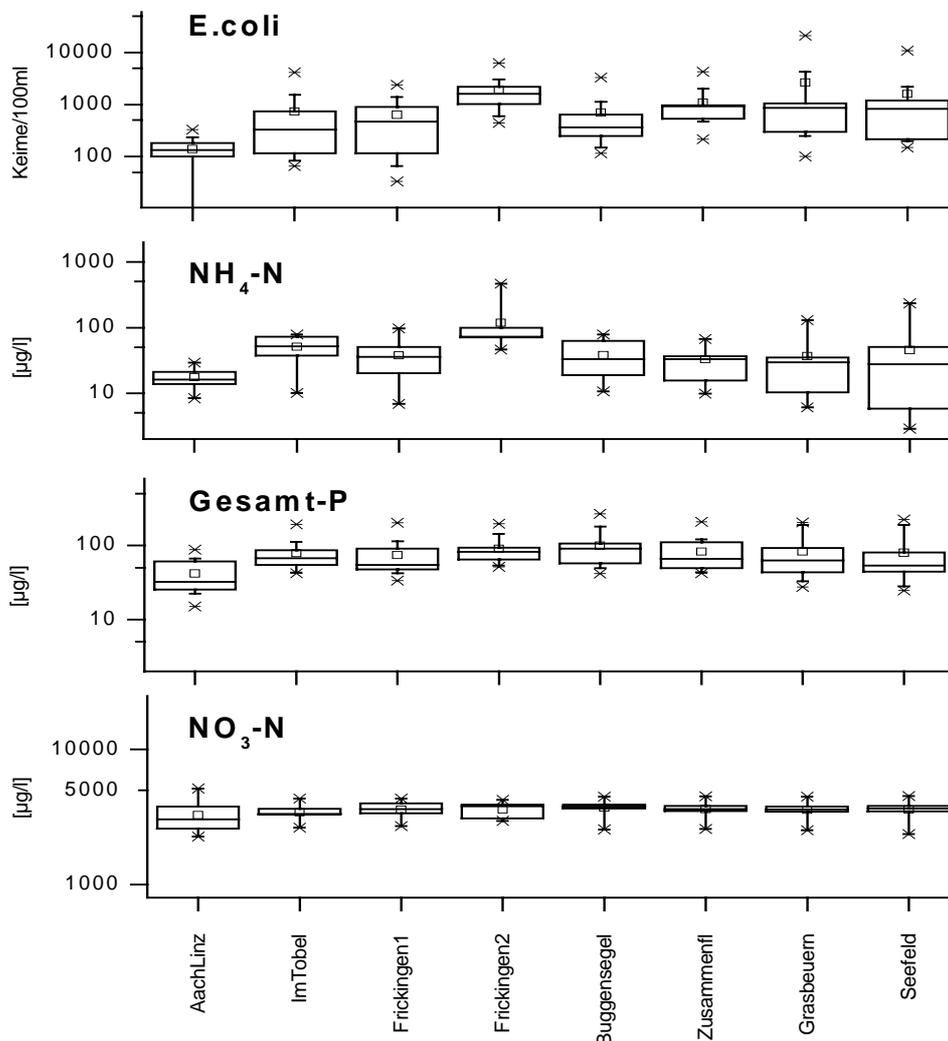


Abb. 4: Vergleich chemischer und bakteriologischer Verteilungsmuster für die Seefelder Ach

Szenarienberechnungen bestätigen die Kernaussage der Studie, dass der Ausbau von Regenwasserrückhalt und Regenwasserbehandlung über Bodenfilter die wirkungsvollsten Maßnahmen zur Vermeidung von Spitzenbelastungen mit Fäkalkeimen darstellen. Damit kann das Ziel, nachhaltig Keimkonzentrationen unterhalb des bisherigen Grenzwerts einzuhalten mit hoher Wahrscheinlichkeit erreicht werden. Für die Einhaltung niedrigerer Grenzwerte, wie sie für die neue Badegewässer-Richtlinie im

Gespräch sind, sind jedoch weiter gehende Maßnahmen erforderlich.

Detailliertere Informationen zum Projekt und die Darstellung der Einzelergebnisse finden Sie im Projektabschlussbericht (Förderkennzeichen PAÖ Ö97008) auf der Web-Seite des Projektträgers (<http://www.bwplus.fzk.de>) als pdf-Dokument.

Hans Güde

Qualitative und quantitative Untersuchungen zur Entwicklung des Felchenlaichs im Bodensee

Im Winter 2000/2001 wurde am Institut für Seenforschung (ISF) der LfU in Langenargen die qualitative und quantitative Entwicklung der Felcheneier am Bodenseegrund untersucht. Bereits seit 1968 beprobt das ISF Felchenlaich zwei- bis dreimal pro Jahr. Mit diesem Langzeit-Monitoring werden u.a. Trends beim Überleben der Felcheneier einer Fortpflanzungsperiode beobachtet. Diese geben Hinweise auf den Bestand an Laichtieren, die Eignung der Sedimente für die Eientwicklung sowie auf die Sauerstoffverhältnisse an der Grenzschicht zwischen Sediment und Wasser.

Die aktuelle Untersuchung wurde von Herrn Tobias Jüngling im Rahmen einer Diplomarbeit beim ISF durchgeführt.

Allgemeines zu den Felchen

Der Felchen (*Coregonus lavaretus*), ein typischer Bodenseefisch, gehört zur Familie der *Salmonidae* (Lachsartigen) und ist eine Fischart, die sich ausschließlich von Plankton ernährt. Bei den Felchen des Bodensees unterscheidet man die drei Formen Blaufelchen, Sandfelchen und Gangfisch. Die Laichzeit aller drei Formen fällt in die Wintermonate, hauptsächlich in die zweite Hälfte des Novembers und die erste Dezemberhälfte. Der Gangfisch und das Sandfelchen laichen ufernah (litoral) ab. Der Blaufelchen dagegen lebt und laicht im freien Wasser (pelagial).

Das Laichgeschäft dauert in der Regel nur kurze Zeit und die Hauptmasse der Eier (Abb. 1) wird in wenigen Tagen abgelegt. Innerhalb weniger Stunden sinkt der Laich der Blaufelchen auf den Bodenseegrund ab. Bei einer Wassertemperatur von ca. 4,5 °C dauert dort die Eientwicklung ca. 70 Tage, so dass aus einem Mitte Dezember abgelegten Ei die Larve zur Zeit der ersten Planktonblüte Anfang Februar schlüpft und dann zur Oberfläche schwimmen kann.

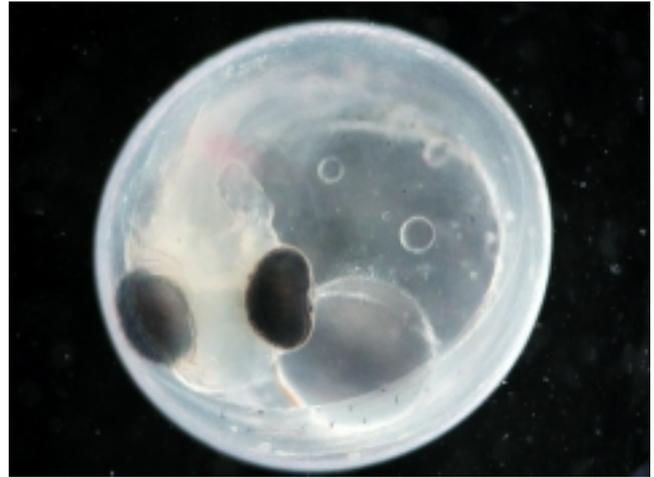


Abb. 1: Felchenei ca. 50 Tage nach dem Laichtermin

Material und Methoden

An fünf Stellen des Bodensee-Obersee wurde Blaufelchenlaich entnommen. Die Probestellen liegen in der Mitte des Obersees in einer Tiefe von 170 – 253 m. Zwischen dem 12. Dezember 2000 und dem 20. März 2001 fanden insgesamt 12 Probenahmen statt. Zur Probennahme wurde ein spezieller Schlitten (Dredge) benutzt. Nach dem Ablassen der Dredge wird diese 10 min mit einer Geschwindigkeit von 0,33 m/s über den Seeboden gezogen. Die geringe Geschwindigkeit ist notwendig, damit die Dredge nicht vom Boden „abhebt“ und über dem Grund zu „schweben“ beginnt. Durch diese Methode werden ca. 100 m² Seeboden beprobt. Voraussetzung für einen optimalen Dredgegang sind gute Sicht und ruhige See.

Neben Felcheneiern befanden sich regelmäßig auch zahlreiche Strudelwürmer und deren Eier, Röhrenwürmer, Zuckmückenlarven, seltener Gammariden, Schnecken und Muscheln im Schlitten. Der an den fünf Probenstellen des Bodensee-Obersees gesammelte Laich wurde grundsätzlich noch am selben Tag ausgezählt. Wenn dies aufgrund der großen Anzahl nicht möglich war, wurden die Proben in einer Klimakammer bei 4 °C belüftet und am folgenden Tag ausgewertet.

Erste Ergebnisse

Bei der ersten Probennahme Mitte Dezember wurde mit über 16 Eiern/m² mehr Laich gefangen als in früheren Jahren. Im Vergleich der Januarwerte gab es seit 1968 nur 4 Jahre, in denen die Eizahl noch höher war.

Zu Beginn der Laichzeit waren 95% der gefundenen Eier befruchtet. Durch die ruhige und milde Witterung zur Laichzeit wurde offensichtlich eine optimale Befruchtung ermöglicht. Von Dezember bis Ende Januar erfolgte dann eine nahezu lineare Abnahme der Gesamt-Eizahl, die durch das Verpilzen unbefruchteter bzw. abgestorbener Eier sowie durch Fraß von Würmern und Fischen zu erklären ist. Leere Eihüllen waren über den ganzen Winter vorhanden, da Würmer die gesunden Eier als Nahrung nutzen und die sich entwickelnde Larve mit ihrem Dotter aus der übrig bleibenden Eihülle saugen.

Ende Januar nahm die Anzahl der Felcheneier durch den beginnenden Schlupf der Felchenlarven deutlich ab. Unter den leeren Eihüllen fanden sich immer mehr

Hüllen geschlüpfter Larven. Trotzdem waren Anfang Februar noch über 10% der anfänglich gesunden Eier vorhanden (Abb. 2). Danach setzte der Hauptschlupf ein, was zum weiteren Rückgang der gefundenen gesunden Eier führte.

Bei der letzten Fahrt am 20. März wurden an allen 5 Probestellen insgesamt noch 10 Eier gefunden. Zu einem so späten Zeitpunkt wurden bislang noch nie gesunde Felcheneier im Bodensee nachgewiesen.

Bewertung und Ausblick

Der Winter 2000/2001 war für die Reproduktion der Bodenseefelchen sehr gut. Im Vergleich zu früheren Jahren, als mit gleicher Technik gedredgt wurde, konnten deutlich mehr gesunde Eier gefunden werden. Die hohe Zahl befruchteter Eier zu Beginn der Untersuchung zeigt, dass sich viele geschlechtsreife Fische im Bodensee befinden, und dass die Fortpflanzung in diesem Jahr optimal verlief. Die überdurchschnittlich zahlreichen gesunden Eier (45% der gefangenen Eier) auf dem Seegrund Anfang

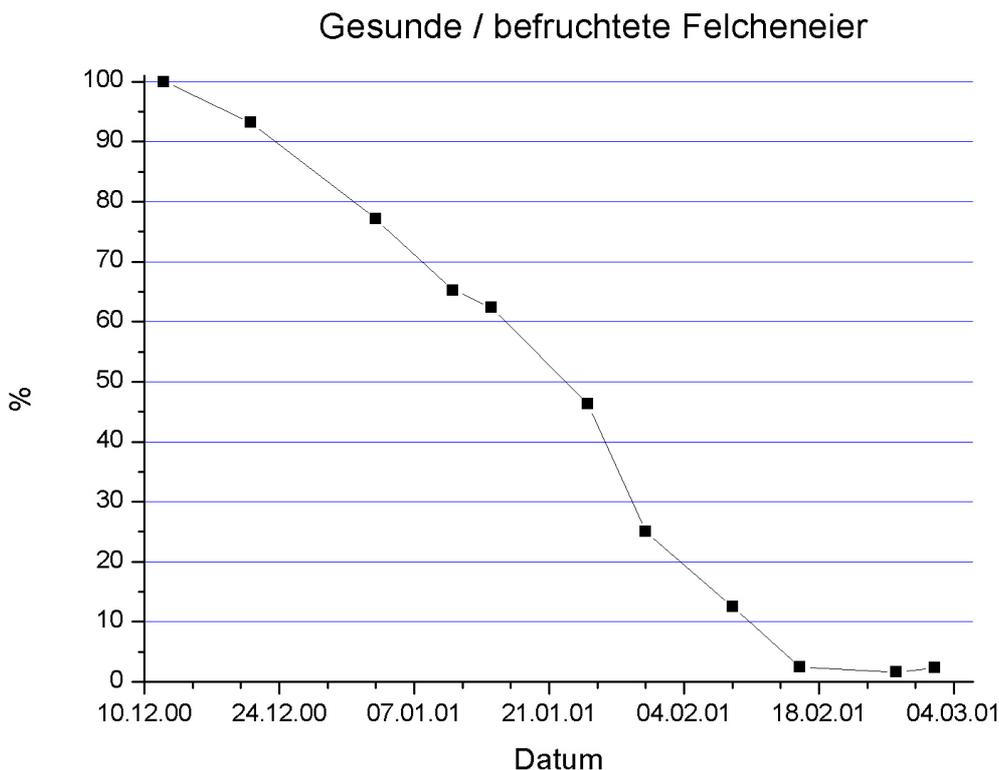


Abb. 2: Gesunde Eier in Prozent, bezogen auf den Dredgefang vom 12.12.2000

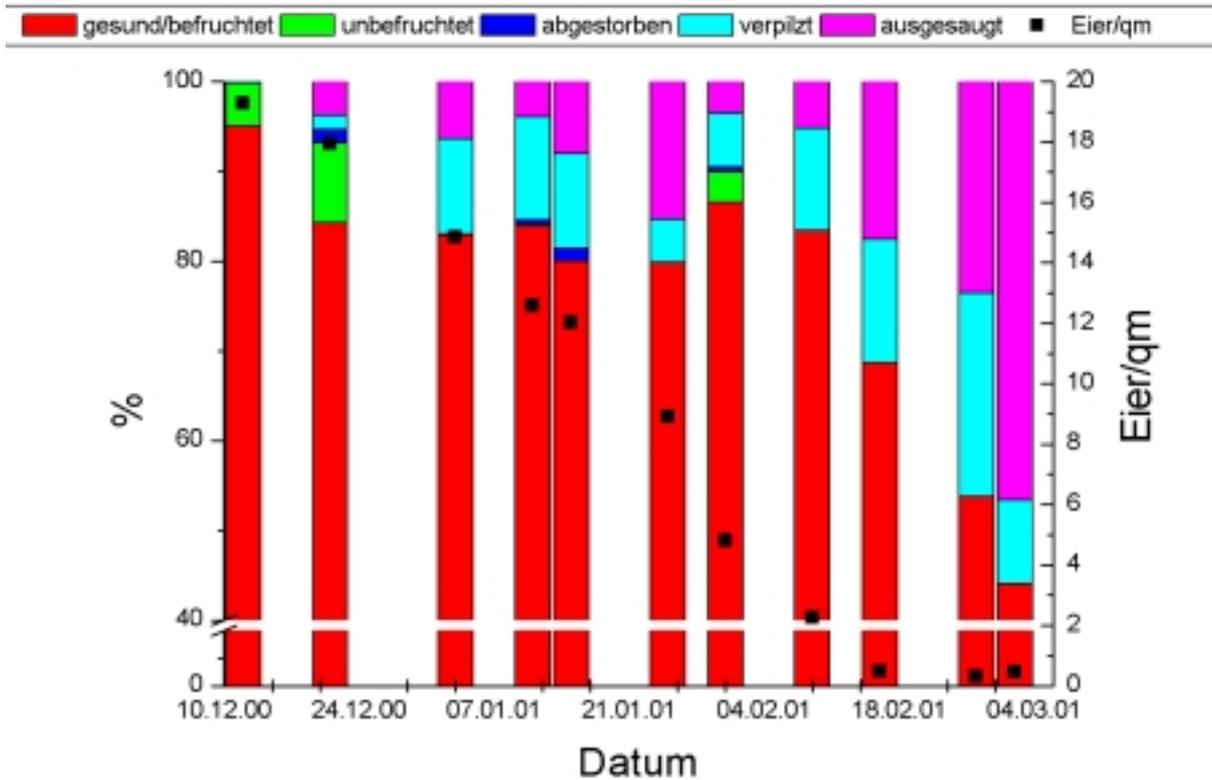


Abb. 3: Qualitative Verteilung der Felcheneier

Februar bis Mitte März lassen auf optimale Entwicklungsbedingungen und damit auf eine gute Sauerstoffversorgung des Wassers über der Sedimentoberfläche schließen.

Im Anschluss an die Freilandarbeiten erfolgten im Rahmen der Diplomarbeit noch weitere Auswertungen der gesammelten Daten sowie ein Laborversuch zum Schlupfverhalten der Felcheneier.

Herbert Löffler

Xenobiotika in Schwebstoffen und Sedimenten der Fließgewässer Baden-Württembergs

Eine Vielzahl naturfremder Stoffe wird aus den verschiedensten Bereichen menschlicher Tätigkeiten (Industrie, Gewerbe, Haushalt) in unsere Gewässer eingetragen. Viele dieser naturfremden Stoffe, so genannte Xenobiotika, sind wegen Eigenschaften, wie schlechter biologischer Abbaubarkeit, Anreicherungsvermögen in Sedimenten und Biota (Lebewesen) und möglicher längerfristiger Schädigungen der aquatischen Lebensgemeinschaft im Sinne des vorsorgenden Gewässerschutzes kritisch zu beobachten. Zur Beurteilung des Gewässerzustandes reicht es wegen des starken Anreicherungsvermögens dieser Stoffe daher nicht aus, allein die Wasserphase zu untersuchen, vielmehr sind auch die an Schwebstoffen und Sedimenten gebundenen Gehalte sowie deren Wirkungen zu erfassen.

Das Land Baden-Württemberg hat daher ein beim Technologiezentrum Wasser (TZW) Karlsruhe bearbeitetes Forschungsvorhaben gefördert, bei dem im Rahmen der Umweltüberwachung bislang wenig beachtete Xenobiotika dahingehend überprüft wurden, inwieweit diese eine Relevanz für die Beschaffenheit der Schwebstoffe und Sedimente besitzen. Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse ist in der LfU-Schriftenreihe „Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie“ als Band 67 erschienen.

Welche Stoffe wurden untersucht?

Die untersuchten Stoffgruppen sind unter Angabe der erfassten Einzelverbindungen mit ihrem bevorzugten Anwendungsgebiet zusammenfassend in Tab. 1 aufgeführt. Neben den, z.B. in Wasch- und Kosmetikartikeln breit eingesetzten synthetischen Duftstoffen (Nitromoschusverbindungen, polycyclische Moschusverbindungen) wurden insbesondere Stoffe berücksichtigt, die

derzeit im Verdacht stehen, endokrin wirksam (also auf das Hormonsystem einwirken) zu sein (z.B. die synthetischen und natürlichen Östrogene und die Alkylphenole). Auch häufig in den Fließgewässern vorgefundene Arzneimittelwirkstoffe sowie Stoffe, die durch die EG-Wasserrahmenrichtlinie als prioritäre Schadstoffe eingestuft wurden (bromierte Diphenylether, Nonylphenol), wurden mit in das Untersuchungsprogramm aufgenommen.



Abb. 1: Sedimentprobenahme mit dem Messschiff „Max Honsell“

Welche Stoffe erwiesen sich als bedeutend für die Beschaffenheit der Schwebstoffe und Sedimente?

Erste orientierende Untersuchungen an ausgewählten Proben zeigten, dass einige

Stoffgruppe	Erfasste Verbindungen	BG (µg/kg)	Anwendungsgebiet
Nitromoschusverbindungen	Moschus-Keton, Moschus-Xylol, Moschus-Ambrette, Moschus-Tibeten, Moschus-Mosken	10 - 20	Künstliche Duftstoffe in Wasch- und Reinigungsmitteln, Körperpflegemitteln (zunehmend werden die Nitromoschusverbindungen durch die polycyclischen Moschusverbindungen ersetzt)
Polycyclische Moschusverbindungen	HHCB, DPMI, ATII, AHTN, AHMI, ADBI	5	
Alkylphenole	Iso-Nonylphenole, 4-tert.-Oktylphenol,	10 – 20	Industriechemikalien, Ausgangsstoffe für die Herstellung bzw. Abbauprodukt von Alkylphenolethoxylaten, die als nichtionische Tenside in Reinigungslösungen, Farbstoffen, Kosmetika, usw. eingesetzt werden
	Bisphenol A, Bisphenol F	10	
Bromierte Ether	2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether	500	In Vergangenheit als Flammschutzmittel (Elektroindustrie, Baustoffe, Textilien) eingesetzt. Ersatz u.a. durch Tetrabrombisphenol A
	Tetrabrombisphenol A	100	
Arzneimittelwirkstoffe	Gemfibrozil, Bezafibrat, Fenofibrinsäure, Clofibrinsäure, Ibuprofen, Fenoprofen, Ketoprofen, Diclofenac, Indometacin, Carbamazepin, Pentoxifyllin	10	Wirkstoffe eingesetzt als Lipidsenker, entzündungshemmende Mittel, durchblutungsfördernde Mittel, Antiepileptika
Natürliche und synthetische Östrogene	Hexestrol, Diethylstilbestrol, Androsteron, Equilin, Estron, 17-β-Estradiol, Testosteron, Mestranol, Norethisteron, 17-α-Ethinylestradiol, Estriol, Daidzein, β-Sitosterol	10	Steroidhormone (z.B. als Kontrazeptiva), Veterinärpharmaka, Phytoöstrogene

Tab. 1: Übersicht über die untersuchten Stoffgruppen und deren bevorzugtes Anwendungsgebiet (BG = analytische Bestimmungsgrenze)

Moschusduftstoffe – hier insbesondere die polycyclischen Verbindungen HHCB und AHTN, die hormonähnlich wirkenden iso-Nonylphenole (Isomerenmischung) sowie das pflanzliche Östrogen β-Sitosterol mengen-

mäßig eine Relevanz für die Schwebstoff- und Sedimentbeschaffenheit besitzen. Dagegen konnten bei den erreichten analytischen Bestimmungsgrenzen (siehe Tab. 1) in keiner der Proben Arzneimittelwirkstoffe,

Steroidhormone, bromierte Ether, das pflanzliche Östrogen Daidzein, Bisphenol A, Bisphenol F oder tert-Oktylphenol nachgewiesen werden.

Untersuchungen an insgesamt 109 Schwebstoffproben aus Rhein und Neckar (Beprobungsjahre 1998/99) sowie der Donau (Beprobungsjahr 1997) ergaben für die bestimmbareren Verbindungen bezüglich der Konzentrationsniveaus erhebliche Schwankungsbreiten und deutliche Unterschiede zwischen den Flussgebieten.

Die höchsten Gehalte wurden bei dem pflanzlichen Östrogen **β -Sitosterol** vorgefunden, wobei die Schwebstoffe der Donau sowohl beim Median- als auch beim Maximalwert die weitaus höchsten Werte aufwiesen (8.400 $\mu\text{g}/\text{kg}$ bzw. 26.000 $\mu\text{g}/\text{kg}$). In Rhein und Neckar beträgt das Konzentrationsniveau der Schwebstoffe nur rund ein Drittel bis ein Viertel der Donau.

Auch bei den **iso-Nonylphenolen** werden in den Schwebstoffen der Donau mit Abstand die höchsten Werte vorgefunden (Median: 940 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Maximum: 9.900 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Demgegenüber sind in Rhein und Neckar die

Gehalte mit Medianwerten von 265 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Maximum: 4.100 $\mu\text{g}/\text{kg}$) bzw. 230 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Maximum: 4.400 $\mu\text{g}/\text{kg}$) deutlich geringer (Abb. 2).

Die Messwerte der synthetischen Duftstoffe sind im Vergleich zu den zuvor genannten Verbindungen in der Regel eine Größenordnung kleiner. Dies ist mitunter auch damit zu erklären, dass das Verteilungsgleichgewicht Wasserphase/Feststoffphase für diese Stoffe weit auf der Seite der Wasserphase liegt, wie Laborversuche zeigten. Bei dieser Stoffgruppe lässt sich eine – wenn auch nicht sehr ausgeprägte – Abhängigkeit des vorgefundenen Konzentrationsniveaus vom Abwasseranteil des untersuchten Gewässers erkennen. So werden in der Regel die höchsten Gehalte im Neckar vorgefunden, in dem die Verbindungen HHCB und AHTN einen Medianwert von 49 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Maximum: 180 $\mu\text{g}/\text{kg}$) bzw. 43 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (Maximum: 199 $\mu\text{g}/\text{kg}$) aufweisen. In den Rheinschwebstoffen werden entsprechend des geringen Abwasseranteils deutlich niedrigere Gehalte bestimmt; die Werte der Donau liegen in der Regel zwischen denen des Rheins und des Neckars (Abb. 3).

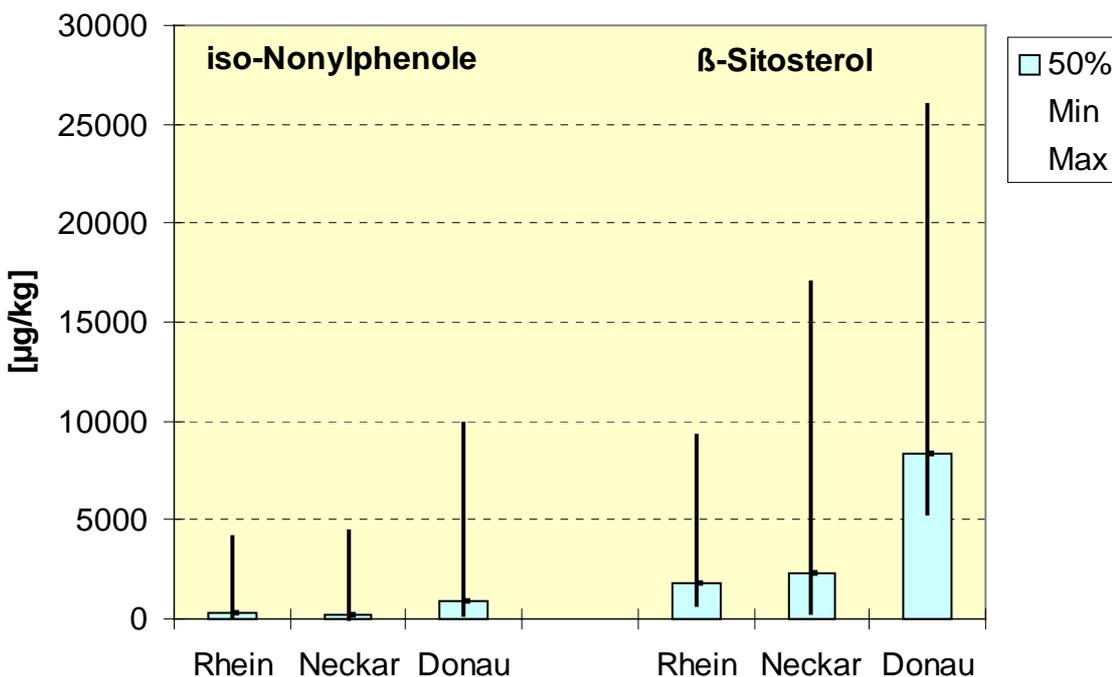


Abb. 2: Gehalte von iso-Nonylphenol und β -Sitosterol in Schwebstoffen von Rhein, Neckar und Donau* (1998–99, *1997)

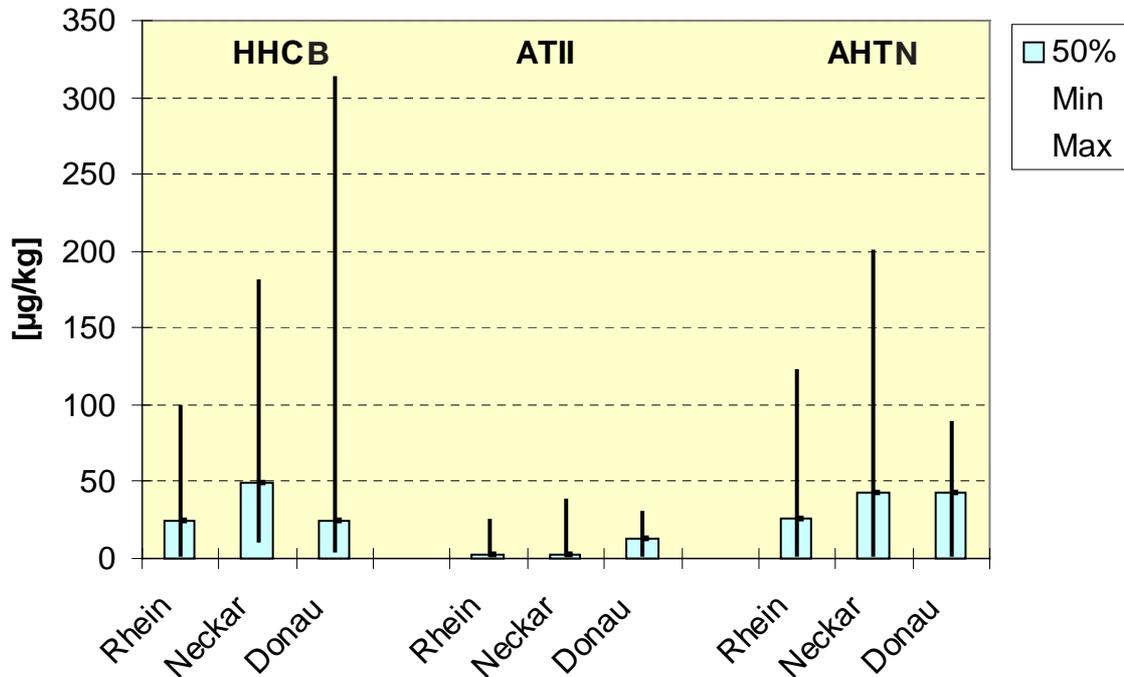


Abb. 3: Gehalte künstlicher Duftstoffe in Schwebstoffen von Rhein, Neckar (1998–1999) und Donau (1997)

Ausblick

Durch Übersichtsuntersuchungen konnten einige bislang wenig beachtete Verbindungen identifiziert werden, die aufgrund ihrer breiten Anwendungsgebiete – sicher über das Land Baden-Württemberg hinaus – zumindest mengenmäßig relevant für die Beschaffenheit der Schwebstoffe und Sedimente der Gewässer sind. Während die Gehalte der untersuchten synthetischen Duftstoffe im Wesentlichen durch die breite Anwendung in Wasch- und Kosmetikartikeln und deren Eintrag über das kommunale Abwasser zurückgeführt werden können, deuten die Befunde der Donau bzgl. iso-Nonylphenole und β -Sitosterol – das auch natürlicherweise als pflanzliches Östrogen vorkommt und das z.B. bekanntermaßen bei der Zellstoffproduktion in größeren Mengen emittiert wird – auf ganz spezifische Eintragsquellen hin. Zur näheren Eingrenzung

dieser Eintragspfade sind weitere Untersuchungen notwendig.

Eine abschließende Bewertung der vorgefundenen Befunde ist derzeit noch nicht möglich. Zwar sind akute Wirkungen aufgrund des gegenwärtigen Kenntnisstandes nicht zu besorgen, jedoch gilt es, die Beurteilungsgrundlage dieser Xenobiotika hinsichtlich längerfristiger Wirkungen auf die aquatischen Lebensgemeinschaften weiter zu verbessern. Insgesamt zeigen wirkungsbezogene Sedimentuntersuchungen, dass in den frisch abgelagerten Sedimenten in der Regel keine bzw. nur geringe ökotoxikologische Wirkungen vorgefunden werden (siehe hierzu auch den Beitrag „Wirkungsbezogene Charakterisierung von Oberflächensedimenten aus Rhein und Neckar“ auf S. 26 ff.).

Markus Lehmann

Neue Ansätze bei der ökologischen Fließgewässerbewertung für die Europäische Wasserrahmenrichtlinie

Am 22. Dezember 2000 trat die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) zum Schutz aquatischer Ökosysteme in Kraft. Die Richtlinie enthält vielschichtige Anforderungen an die Qualität der Oberflächen-gewässer und des Grundwassers. Hauptziel ist es, den guten Zustand der Gewässer europaweit zu erreichen, wobei zwischen natürlichen und künstlichen bzw. erheblich veränderten Gewässern unterschieden wird. Die Gewässerbewertung richtet sich nach einem Referenzzustand, der mit einer hohen Gewässerqualität bei natürlichen Gewässern und dem höchsten ökologischen Potenzial bei künstlichen und erheblich veränderten Gewässern gleichgesetzt wird.

Die bislang in Deutschland für die biologische Gewässerüberwachung angewandte Gewässergütebeurteilung nach LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) erfüllt nicht die weiter reichenden Anforderungen der EG-WRRL. Da es in Deutschland also kein entsprechendes ökologisches Bewertungsverfahren gibt, wurden mehrere Forschungsprojekte zum Thema „Gewässerbewertung“ initiiert. Eines dieser Forschungsvorhaben, das sich mit der ökologischen Bewertung von Fließgewässern anhand der wirbellosen Kleinlebewesen (Makrozoobenthos) beschäftigt, wird seit 01.06.1998 in der LfU bearbeitet und vom Umweltbundesamt in Berlin finanziert.

Ökologische Zustandsbewertung von Fließgewässern

Die ökologische Gewässerqualität wird über biologische, hydromorphologische und chemisch-physikalische Merkmale definiert. Hydromorphologische Qualitätskomponenten, zum Beispiel Durchgängigkeit der Stromsohle, wirken ebenso wie chemisch-physikalische Kenngrößen, beispielsweise Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt, auf die biologischen Artengruppen. Hierzu ge-

hören die Fische, das Phytoplankton (Algen des Freiwasserraumes), die Makrophyten (höhere Wasserpflanzen und Wassermoose) und das Makrozoobenthos (wirbellose Kleinlebewesen) (Abbildung 1).



Abb. 1: Ökologische Zustandsbewertung der verschiedenen Qualitätskomponenten

Das Makrozoobenthos, wirbellose Kleinlebewesen, die verschiedenen Tiergruppen zuzuordnen sind, leben im Lückensystem der Gewässersohle, sind standorttreu und zeigen aufgrund ihrer ökologischen Ansprüche bestimmte Lebensbedingungen an.

Zu den ökologischen Faktoren, die das Vorkommen der Kleinlebewesen bestimmen, gehören Sauerstoffgehalt und Temperatur des Wassers, Strömungsgeschwindigkeit und Korngröße des Sohlsubstrates.

Da viele Arten auf Veränderungen ihres Lebensraumes empfindlich reagieren, wie zum Beispiel auf Belastungen mit organisch leicht abbaubaren Schadstoffen oder Befestigung der Gewässersohle, zeigen sie die ökologische Situation an und besitzen damit sehr gute Indikatoreigenschaften für die Fließgewässerbewertung (Abbildung 2 und 3). Das Makrozoobenthos eignet sich besonders, um die ökologische Gewässerqualität zu bewerten.



Abb. 2: Die Larven der Steinfliegen (z. B. *Perla marginata*) brauchen viel Sauerstoff und grobes Substrat, sie leben in unbelasteten, schnell strömenden Bachoberläufen und indizieren eine hohe ökologische Qualität.



Abb. 3: Die Larven der Zuckmücken (z. B. *Chironomus thummi*) leben im Schlamm organisch belasteter Gewässer, sind strömungsindifferent und zeigen eine geringe ökologische Qualität an.

Die wirbellosen Kleinlebewesen werden schon seit Anfang des letzten Jahrhunderts im so genannten Saprobien-system als Zeigerorganismen eingesetzt. Das System enthält eine Zusammenstellung von Organismen, deren ökologischer Verbreitungsschwerpunkt in bestimmten Belastungszonen eines Fließgewässers liegt und die eine Belastung mit organisch leicht abbaubaren Substanzen anzeigt. Da das Saprobien-system auf einen bestimmten Aspekt des ökologischen Zustandes beschränkt ist, die EG-WRRL aber eine gesamtökologische Bewertung vorschreibt, wird die Entwicklung eines neuen Bewertungsverfahrens notwendig.

Im Rahmen des bei der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU)

durchgeführten Forschungsvorhabens soll ein Vorschlag für die zusammenfassende Bewertung des ökologischen Zustands der Fließgewässer entwickelt werden. Als Grundlage wurden die benötigten biologischen Daten von den Bundesländern zur Verfügung gestellt und bei der LfU in einer Datenbank zusammengeführt. Die hinsichtlich der Probennahmemethodik und Bestimmungstiefe sehr heterogenen Daten führten zu Vereinfachungen und ließen bei einigen Auswertungen nur begrenzte fachliche Aussagen zu. Im Folgenden werden zwei Ansätze der ökologischen Fließgewässerbewertung vorgestellt.

Gewässertypspezifische Leitbilder

Methodisch sieht die EG-WRRL vor, dass gewässertypspezifische biologische Referenzbedingungen ausgewiesen werden sollen, die eine Bewertung des Zustandes von Oberflächengewässern per Definition als Abweichung vom Referenzzustand möglich machen. Vor diesem Hintergrund wurde zunächst ein leitbildbezogener Bewertungsansatz verfolgt, der gewässertypspezifische Leitbilder voraussetzt.

In Deutschland gibt es circa 25 wichtige Fließgewässertypen, die die Fließgewässer geologisch, morphologisch und chemisch-physikalisch charakterisieren. Die Typen gehen aus der Karte „Fließgewässerlandschaften Deutschlands“, die derzeit im digitalen Entwurf beim Umweltbundesamt in Berlin vorliegt (Briem 2000, unveröffentlicht), hervor.

Bei der Bewertung des ökologischen Zustandes nach Fließgewässertypen werden spezifische Lebensgemeinschaften geomorphologischen Grundtypen zugeordnet. Das bedeutet, dass für jeden Fließgewässertyp Referenzgewässer, die den natürlichen und damit besten Zustand anzeigen, ausgewählt werden. Pro Typ werden Gewässerproben entnommen, aus denen Referenzartenlisten für den jeweiligen Fließgewässertyp resultieren.

In Anlehnung an die vorhandene Datenlage wurden morphologisch ähnliche Fließgewässertypen zu 8 Typen zusammengefasst.

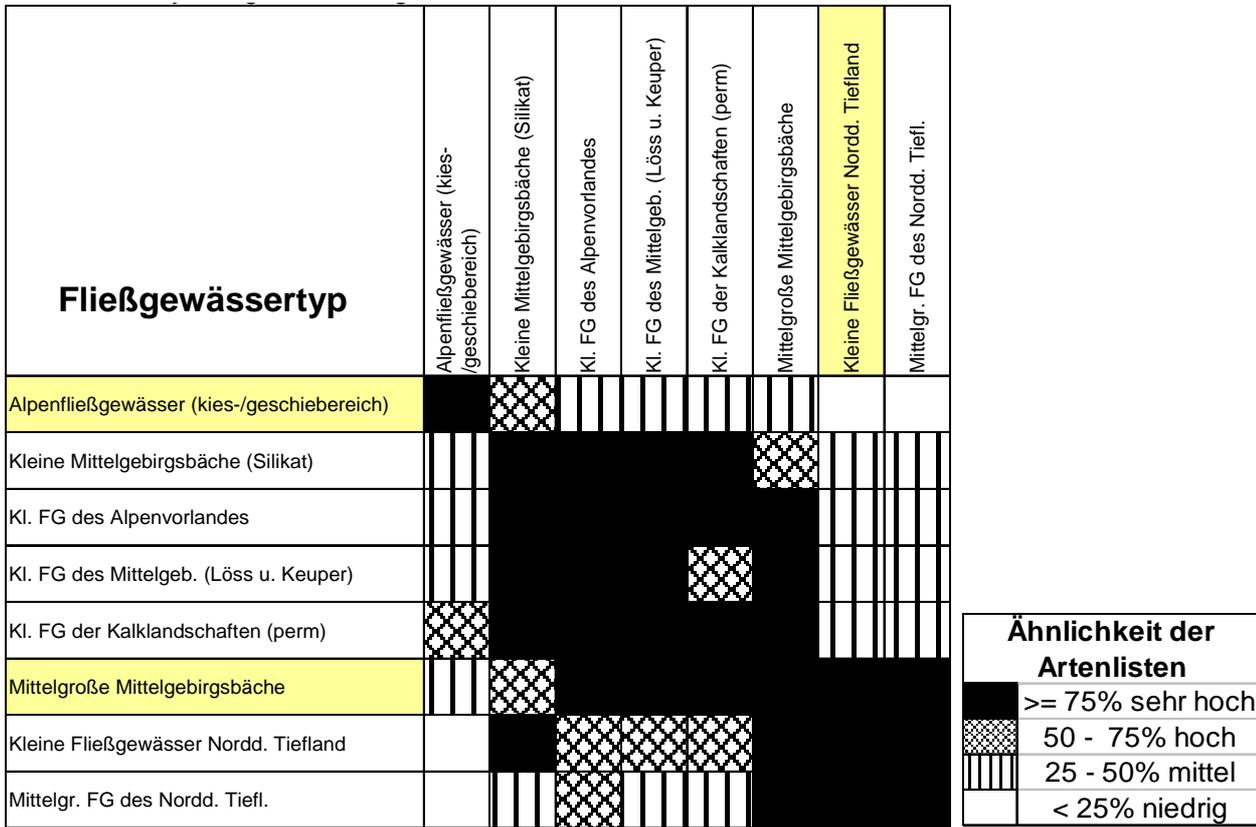


Abb. 4: Ähnlichkeitsvergleiche der Makrozoobenthosbesiedlung von 8 Fließgewässertypen

Die Artenlisten dieser ausgewählten Typen wurden nach statistischen Kriterien gefiltert, zu Referenzlebensgemeinschaften zusammengestellt und für die Typvergleiche ausgewertet.

Die Vergleiche der 8 Fließgewässertypen ergaben eine große Ähnlichkeit der meisten Fließgewässertypen bezüglich des Makrozoobenthos. Nur die drei Ökoregionen Alpen, Mittelgebirge und Norddeutsches Tiefland ließen sich deutlich unterscheiden.

Die Makrozoobenthosbesiedlung wird offensichtlich in erster Linie von den physikalischen Randbedingungen wie Fließgeschwindigkeit, Substrat- und Sauerstoffverhältnisse sowie der Artenverbreitung in den drei Ökoregionen geprägt. Leitbilder für die einzelnen Fließgewässertypen sind zumindest mit den vorhandenen Daten nicht abzuleiten, weil sich die Referenzartenlisten der einzelnen Typen nicht deutlich genug voneinander unterscheiden (Abbildung 4). Aus diesem Grund konnte, zumindest mit dem dem Projekt zur Verfügung stehenden Datenmaterial, anhand gewässertypspezifischer

Leitbilder kein fundiertes ökologisches Bewertungssystem aufgebaut werden.

Benthosindex

Im Forschungsvorhaben wurde ein indikatives Verfahren entwickelt, das die Bandbreite eines Index mit den in der EG-WRRRL vorgeschriebenen 5 ökologischen Zustandsklassen korreliert. Der Vorteil gegenüber einem typspezifischen Verfahren besteht darin, keine Referenzlebensgemeinschaften pro Fließgewässertyp ausweisen zu müssen.

Fließgewässer sind, sofern sie im Bergland entspringen, im Längsverlauf natürlicherweise in drei Zonen gegliedert:

Der Quellbereich, **das Krenal**, in dem die Wassertemperatur im Jahresverlauf relativ gleichbleibend ist.

Der Bachoberlauf, **das Rhithral**, in dem die Wassertemperatur im Jahresverlauf 20 °C nicht überschreitet. Es ist der sommerkalte, steinig-kiesige Fließgewässerabschnitt.

Der Tieflandfluss, **das Potamal**, in dem die Wassertemperatur im Jahresverlauf stark schwankt und 20 °C überschreiten kann. Es ist der sommerwarme, sandig-schlammige Abschnitt eines Fließgewässers.

Die Arten des Makrozoobenthos besiedeln im Längsverlauf zonenspezifisch ihren Lebensraum und integrieren viele ökologisch relevante Parameter, wie zum Beispiel die Temperatur, den Sauerstoffgehalt, das Gefälle und das Substrat eines Gewässerabschnitts.

Die Gewässertypen werden mit Hilfe des Längszonierungsaspektes unterschieden.

An dieser Stelle wird das Bewertungsverfahren exemplarisch für das Rhithral vorgestellt. Die indikativ orientierte ökologische Bewertung über den hier vorgestellten Benthosindex orientiert sich am Leitbild der makrozoobenthischen Besiedlung des Rhithrals. Eine Weiterentwicklung für das Potamal ist vorgesehen.

Grundlage für die Berechnung des Index ist eine offene Artenliste, die gegenwärtige und potenziell vorkommende Arten – in erster Linie charakteristische Rhithralarten – enthält. Die Arten erhalten Ökologie-Werte (ECO-Wert) von 1 bis 5, wobei Arten mit hohen ökologischen Ansprüchen den Wert 5 (sehr guter Zustand) und solche mit geringen ökologischen Ansprüchen den Wert 1 (schlechter Zustand) zugeordnet bekommen. Insgesamt wurden 1068 Arten, deren artspezifisches ökologisches Verhalten in Literaturlisten nach einem Punktesystem angegeben ist, bewertet (Moog, O. 1995; Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 1996). Für die in der Literatur angegebene maximale Punktzahl von 10, die hochgradige Rhithralart bedeutet, wird der ECO-Wert 5 vergeben. Wenige Rhithralpunkte dagegen korrelieren mit niedrigen ECO-Werten. Mit „Expertenwissen“ wurden die Ökologie-Werte, sofern bestimmte zusätzliche ökologische Informationen vorhanden waren, um jeweils einen Punkt auf- oder abgewertet. So wurden beispielsweise gefährdete Arten auf- bzw. belastungstolerante Arten abgewertet. In die Formel für die

Berechnung des Benthosindex fließt die Summe der Ökologie-Werte der Arten sowie die Artenhäufigkeit für die zu bewertende Probe ein. Die Berechnung ist mit der des Saprobienindex vergleichbar.

Die ökologische Qualität des untersuchten Fließgewässers wird mit dem Benthosindex nach den 5 Zustandsklassen der EG-WRRL von sehr gut bis schlecht beurteilt. Zum Vergleich wurden bei den unten aufgeführten Beispielen Saprobienindex und Güteklassen den ökologischen Zustandsklassen zugeordnet. Die bisher üblichen 7 LAWA-Güteklassen wurden entsprechend den Vorgaben der EG-WRRL zu 5 Klassen zusammengefasst (Tabelle 1).

Klasse	Benthosindex (BI) Ökologischer Zustand	Saprobienindex (DIN)	Güteklasse
1	Sehr gut	1,0 - 1,7	I u. I-II
2	Gut	1,8 - 2,2	II
3	Mäßig	2,3 - 2,6	II-III
4	Unbefriedigend	2,7 - 3,1	III
5	schlecht	3,2 - 4,0	III-IV u. IV

Tab. 1: Ökologische Zustandsklassen des Benthos- und Saprobienindex sowie der Güteklassen

Getestet wurde das Benthosindex-Verfahren anhand zwei unterschiedlich belasteter und geochemisch geprägter Flussgebiete in Baden-Württemberg (Tabelle 2):

Elz-Dreisam-Gebiet bei Freiburg (Abbildung 5)



Abb. 5: Naturnaher gering belasteter Oberlauf der Elz

Flussgebiet Kraichbach-Leimbach	Flussgebiet Elz-Dreisam
Kalkreiche Fließgewässer des Keuper-Muschelkalks nördlich von Karlsruhe	Kalkarme Fließgewässer des Gneis und Granits im Südschwarzwald
Einzugsgebietsgröße ca. 580 km ²	Einzugsgebietsgröße ca. 1.400 km ²
Stark belastete Gewässerabschnitte, Verbesserung der saprobiellen Situation in den letzten Jahren durch Kläranlagenausbau auf Güteklasse II	Gewässer wenig belastet, Gewässergüte I und I-II in den Oberläufen große Bereiche durch Großkläranlage Breisgauer Bucht abwasserfrei
Viele Gewässer stark degradiert Struktur- naturfern	Viele Gewässerunterläufe ausgebaut Struktur- güte: naturfern

Tab. 2: Charakteristika der Flussgebiete Kraichbach-Leimbach und Elz-Dreisam

und das Kraichbach-Leimbach-Gebiet nördlich von Karlsruhe (Abbildung 6)

Bei den nachfolgend dargestellten Ergebnissen wird die Zustandsbewertung mit dem Benthosindex der bisher in Deutschland für die biologische Gewässerüberwachung angewandten Gewässergütebeurteilung nach LAWA gegenübergestellt (Abbildung 7).



Abb. 6: Oberlauf des Kraichbachs mit Abwassereinleitung

Die Verminderung der organischen Einträge der letzten Jahre im Leimbach-Kraichbach-Gebiet spiegelt sich – mit dem Saprobienindex gemessen – in einer mäßigen Belastung (Klasse 2) an den meisten Probestellen wider. Der Benthosindex bewertet dagegen den gesamtökologischen Zustand in einem Großteil der Untersuchungsabschnitte mit mäßig (Klasse 3) und bei ähnlich hohen Probestellen-Anteilen mit gut (Klasse 2) bzw. unbefriedigend (Klasse 4).

Der unbelastete bis mäßig belastete Zustand der meisten Gewässer des Elz-Dreisam-Gebietes schlägt sich beim Saprobienindex in einer Bewertung mit Klasse 1 und 2 nieder. Die ökologische Qualität laut Benthosindex ergibt dagegen mit Klasse 1 einen sehr guten Zustand. Die Bewertung der übrigen Probestellen verteilt sich fast gleichmäßig auf die Klassen 2 bis 4, gute, mäßige und unbefriedigende Qualität.

Der Saprobienindex empfiehlt sich als Bewertungsmethode für die Belastung mit leicht abbaubaren organischen Stoffen, während der Benthosindex zusätzlich weitreichendere Defizite in der ökologischen Gewässerqualität berücksichtigt.

Die dem Benthosindex zugrunde liegenden Ökologiewerte beziehen neben der Belastungsempfindlichkeit bzw. -toleranz der Arten zusätzliche ökologische Ansprüche mit ein. So wird z.B. die Belastung in Kombination mit einer strukturarmen Stromsohle und/oder geringem Anteil typischer Rhithralarten mitbewertet.

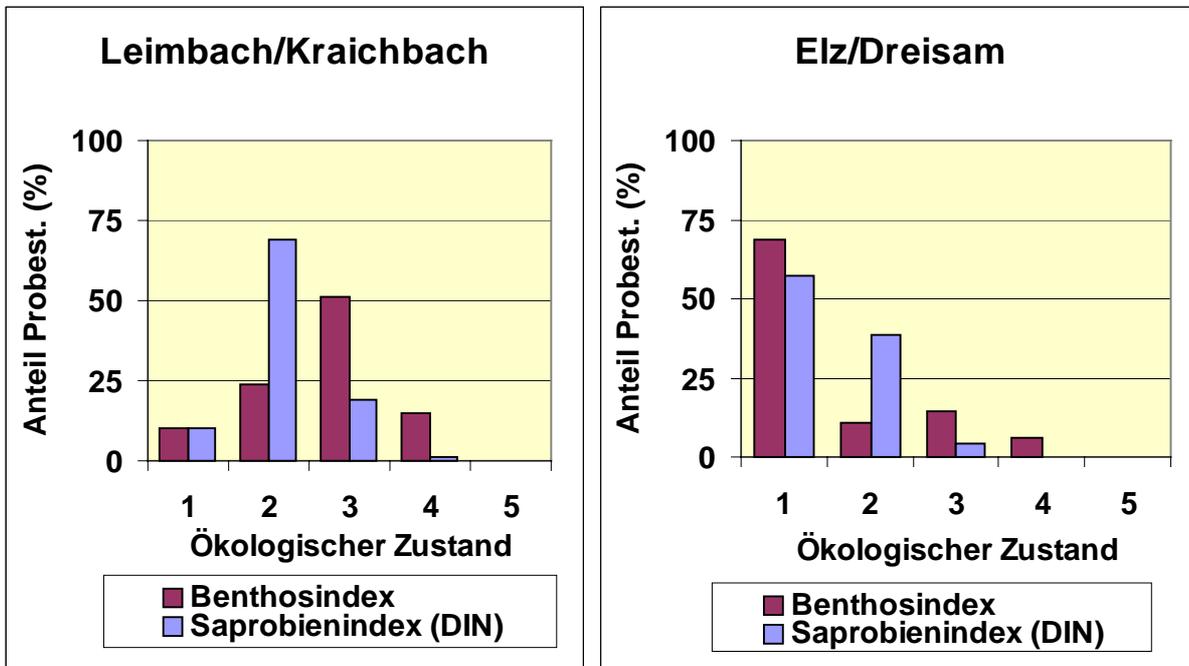


Abb. 7: Bewertung des ökologischen Zustandes in den Fließgewässern des Leimbach-Kraichbach-Gebietes und des Elz-Dreisa-Gebietes

Die Gegenüberstellung der ökologischen Zustandsklassen des Benthosindex und des Saprobienindex hat ergeben, dass der Benthosindex weiter gefächert und über mehrere Klassen verteilt bewertet als der Saprobienindex. Der Benthosindex gibt ein differenzierteres Bild des ökologischen Gewässerzustandes als der Saprobienindex wider (Abbildung 7).

Zusammenfassung und Ausblick

Es wurden zwei Verfahrensansätze zur ökologischen Fließgewässerbewertung im Sinne der EG-WRRL vorgestellt, von denen, in Anlehnung an die projektbezogene Datenlage, die indikative Methode als vielversprechend angesehen wird. Im letzten Zeitabschnitt des Forschungsprojektes wird der Benthosindex vertieft geprüft und

auf andere Fließgewässerzonen ausgedehnt.

Die ökologische Zustandsbeurteilung über ein indikatives Verfahren – in diesem Fall über den Benthosindex – wird auch von anderen Forschungsgruppen favorisiert. Zukünftig wird es in Deutschland eine gemeinsame Forschungsgruppe mit Vertretern verschiedener Universitäten und Behörden geben, die ein einheitliches Bewertungsverfahren für Fließgewässer anhand des Makrozoobenthos, das der EG-WRRL genügt, entwickelt. Bundesweit gibt es weitere Forschungsvorhaben, die sich mit der Bewertung auch anhand anderer aquatischer biologischer Gruppen wie den Fischen oder den Makrophyten beschäftigen.

Regina Biss, Peter Kübler

Salzbelastung des Grundwassers im südlichen Oberrheingraben – Von der Bestandsaufnahme zum Prognoseinstrument

Der Raum südlich des Kaiserstuhls und südlich von Colmar wurde in der Vergangenheit intensiv von der deutschen und französischen Kaliindustrie zur Gewinnung von Steinsalz (NaCl und KCl) genutzt. Als Folge der Abbautätigkeit infiltrierte chloridhaltiges Wasser über viele Jahre ins Grundwasser. Aufgrund seiner höheren Dichte sinkt salzhaltiges Grundwasser im Grundwasserleiter bis zur Aquiferbasis ab, wobei der Salz-

transport ebenfalls von der allgemeinen Grundwasserströmung beeinflusst wird. Wegen der Gefährdung der im Abstrom liegenden Trinkwasserfassungen müssen die bisherige Ausbreitung der Salzfahnen erkundet und Prognosen für deren weitere Ausbreitung gemacht werden. Zur Beschreibung, Quantifizierung und Prognose des Salztransports ist die Aufstellung eines numerischen Modells erforderlich.

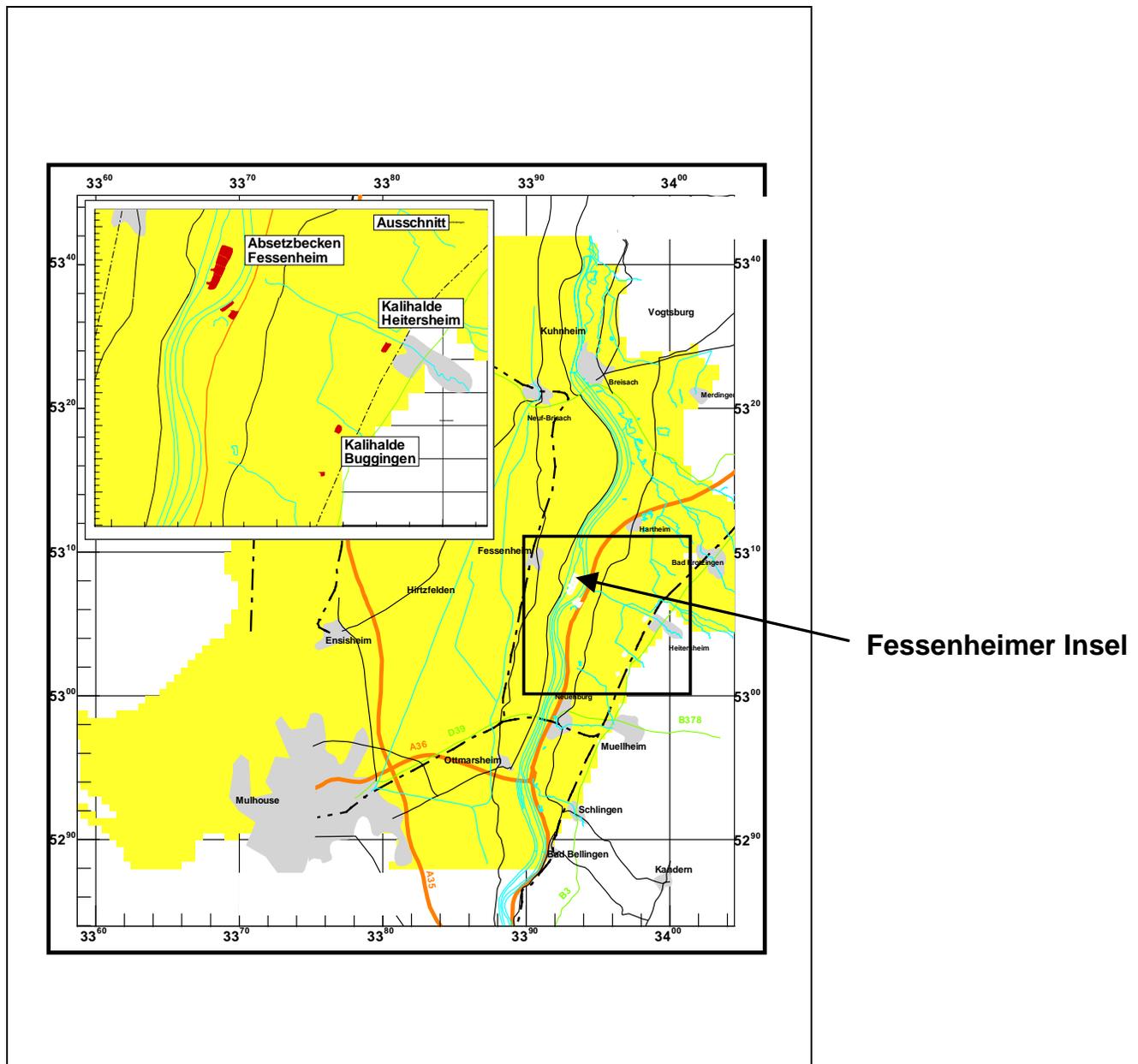


Abb. 1: Lage der Salzeintragsstellen Fessenheimer Insel, Heitersheim und Buggingen

Salzeintragsbereiche

Die Lage der drei wichtigsten Eintragsstellen von Chlorid für den rechtsrheinischen Teil des Oberrheingrabens ist in Abbildung 1 dargestellt.

Absetzbecken Fessenheim: Diese Absetzbecken befinden sich zwischen Rhein und Rheinseitenkanal, auf der so genannten Fessenheimer Insel, und wurden von der französischen Kaliindustrie zwischen 1957 und 1976 betrieben, um chloridhaltiges Abwasser zwischenzuspeichern. Durch den periodischen Betrieb der Becken bildeten sich Trockenrisse in der lehmigen Beckensohle, die zu einer Leckage von salzhaltigem Wasser führten. Über die Größe der Versickerungsmengen liegen nur Anhaltswerte vor. In LGRB (1997) wurde die Versickerung auf 54.000 t Cl/a abgeschätzt.

Kalirückstandshalde Buggingen: Charakteristische Spitzkegelhalde mit rund 3,6 ha Fläche und einem Ablagerungsvolumen von rund 400.000 m³. Die Halde wurde von der deutschen Kaliindustrie zwischen 1926 und 1973 zur Ablagerung von Abraum sowie Rückstandsresten und Schlämmen aus der Kaliproduktion genutzt. Der Haldenkörper ist bislang nicht abgedeckt. Aus dem Haldenvolumen ergeben sich 200.000 bis 300.000 t Cl auf der Halde. Ein Verwaltungsgerichtsverfahren zur Durchführung einer Haldensicherung ist derzeit anhängig.

Kaliabraumhalde Heitersheim: Plateauförmige Halde mit rund 3,1 ha Fläche und einem Ablagerungsvolumen von rund 50.000 m³. Diese Halde wurde ebenfalls von der deutschen Kaliindustrie errichtet und diente ab 1961 zur Aufnahme von gering salzhaltigem Abraum vom Bau eines Schachtes. Hinzu kamen später auch höher belastete Rückstände aus der Kaliproduktion. Aus dem Haldenvolumen ergeben sich rund 40.000 t Cl auf der Halde. Derzeit erfolgt eine Haldensicherung durch eine qualifizierte Erdabdeckung mit anschließender Bepflanzung durch die Kali & Salz Beteiligungsgesellschaft mbH, wodurch eine Eintragsminderung erzielt werden soll.

Bisherige Untersuchungen zur Grundwasserversalzung im südlichen Oberrheingraben

Die Untersuchungen im Zusammenhang mit der Salzverunreinigung des Grundwassers begannen 1966 unter Federführung des Regierungspräsidiums Freiburg und wurden bis Mitte der 70er Jahre intensiv fortgeführt (RP Freiburg, 1978). Bis Anfang der 90er Jahre schlossen sich regelmäßige Leitfähigkeitsmessungen an ausgewählten Messstellen an.

Die Untersuchungen wurden 1991 wieder intensiviert, nachdem im Zuge von Erschließungsarbeiten für einen neuen Brunnen der Stadt Breisach unerwartet hohe Chloridkonzentrationen im tiefen Bereich des Grundwasservorkommens angetroffen wurden. 1992 konstituierte sich die Arbeitsgruppe „Salz“ mit dem Ziel, die zahlreichen in der Vergangenheit gewonnenen Daten zu bewerten, weitere Maßnahmen zur näheren Erkundung der Salzbelastung durchzuführen und gemeinsam mit den Behörden auf französischer Seite ein Konzept zur weiteren Entwicklung der Belastungssituation zu erstellen (LGRB, 1997).

Auf Grundlage der an den tiefen Grundwassermessstellen bestimmten Chloridkonzentrationen wurden Verteilungen der Chlorid-fahnen konstruiert, die eingetragenen Chloridmengen abgeschätzt und die Verlagerung der Salz-fahnen im Hinblick auf bestehende Trinkwasserfassungen bewertet. Die höchsten Chloridkonzentrationen mit Werten im Grammbereich werden nördlich des Salzeintragsbereichs „Fessenheimer Insel“ angetroffen. Die anhand der bisher vorliegenden Untersuchungsergebnisse konstruierte Isolinie der 250-mg/l-Konzentration (Grenzwert nach Trinkwasserverordnung) reicht bis in den Bereich Hartheim. Die Ausbreitung nach Süden und Osten ist aufgrund fehlender Messstellen unbekannt. Von den beiden Kalihalden Heitersheim und Buggingen gehen ebenfalls Fahnen mit Konzentrationen von 100 bis 10.000 mg/l aus. Zum Vergleich: Die Chloridkonzentration von Meerwasser liegt bei rd. 35 g/l, der Grenzwert nach Trinkwasserverordnung beträgt 250 mg/l.

Grundwassermodellbetrachtung

Die Anwendungsgebiete von Grundwassermodellen sind grundsätzlich zweifach. Zunächst soll ihre Anwendung auf Messdaten helfen, die Vergangenheit oder den Ist-Zustand zu verstehen. Ist dies gelungen, so dient das Modell zur Prognose von zukünftigen Veränderungen von Strömungs- und Transportvorgängen im Grundwasservorkommen.

Vorstudie zu numerischen Transportbetrachtungen

Ende der siebziger Jahre wurden erste Voruntersuchungen zum prinzipiellen Ausbreitungsverhalten von versickerndem Salzwasser durchgeführt (IWB, 1981). Allerdings verfügte man zur damaligen Zeit noch nicht über die für eine Problemlösung erforderlichen numerischen Verfahren. Heute, rund 20 Jahre später, stehen geeignete Verfahren zur Verfügung, um eine großräumige numerische Modellierung der komplexen, dichtebeeinflussten Strömungs- und Transportvorgänge anzugehen.

Hierfür ist es wichtig, die bestimmenden physikalischen Prozesse zu identifizieren und darauf aufbauend ein geeignetes Modellkonzept zu entwickeln. Die gekoppelten Strömungs- und Transportprozesse unterliegen unterschiedlichen Raum- und Zeitskalen. Aus diesem Grund war eine Vorstudie erforderlich (KuP, 1999). Im Rahmen einer Sensitivitätsstudie ließ sich der Einfluss einzelner Untergrundparameter und Randbedingungen ermitteln. Folgende Einflussgrößen wurden betrachtet:

- Schichtung des Aquifers
- Durchlässigkeiten und Anisotropie der Grundwasserleiter
- Eintragsrandbedingungen
- Natürliche Grundwasserströmung

Überarbeitung der hydrogeologischen Modellvorstellung

Zur Berechnung der dichtebeeinflussten Verlagerung der Salzverunreinigung mit dem

numerischen Modell ist die detaillierte Kenntnis des Aquiferaufbaus erforderlich. Daher wurde die Interpretation des geologischen Aufbaus grenzüberschreitend abgestimmt und aufbereitet (LGRB, 2000; BRGM, 1998).

In vertikaler Richtung lässt sich der poröse Grundwasserleiter südlich des Kaiserstuhls in drei geologische Einheiten unterteilen. Diese sind der hochdurchlässige Riß-Würm-Komplex sowie der obere und untere Teil der Breisgauschichten mit deutlich geringeren Durchlässigkeiten. Darunter folgen die sehr gering durchlässigen Iffezheimer Schichten, deren Oberkante für die Modellbetrachtung als Aquiferbasis definiert wurde (siehe Abbildung 2).

Der Riß-Würm-Komplex weist eine mittlere Mächtigkeit von circa 30 m auf (LGRB, 2000). Lediglich im Raum Hartheim steigt die Mächtigkeit des Riß-Würm-Komplexes auf circa 70 m an. Die Durchlässigkeiten nehmen vom Schwarzwaldrand bis zum Rhein hin zu. In der Rheinaue treten Durchlässigkeiten von 3×10^{-3} bis über 10^{-2} m/s auf.

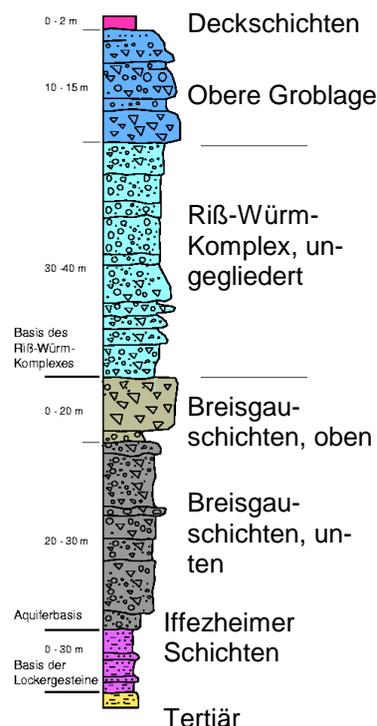


Abb. 2: Gliederung der Lockergesteine im Säulenprofil, LGRB (2000)

Die Durchlässigkeiten des oberen Teils der Breisguschichten sind circa eine Zehnerpotenz und die des unteren Teils circa zwei Zehnerpotenzen geringer als die des Riß-Würm-Komplexes. Damit ergibt sich für den Grundwasserleiter südlich des Kaiserstuhls eine von oben nach unten abnehmende Durchlässigkeit, die im Hinblick auf die laterale Salzausbreitung eine wichtige Rolle spielt. Denn das nach unten gesunkene Salzwasser bewegt sich hier nur mit sehr geringen Geschwindigkeiten.

Aktuelle Untersuchungen

Die Kenntnisse über den unteren Teil des Grundwasserleiters südlich des Kaiserstuhls waren bei Kiesmächtigkeiten von rund 200 m noch nicht ausreichend, um die Salzwasserverlagerung beurteilen zu können. Daher wurden im Rahmen des INTERREG-II-Projektes „Erkundung des tiefen Aquifers zwischen Fessenheim und Breisach“ bis Ende 2001 weitere Erkundungen zu Aufbau und Eigenschaften des Aquifers sowie zur Salzverbreitung im

Grundwasser im Raum Fessenheim-Breisach durchgeführt. Hierfür wurden Bohrarbeiten und geophysikalische Untersuchungen ausgeführt, die durch eine erste großräumige Salztransportbetrachtung vorbereitet und unterstützt wurden (KuP, 2001). Denn die Modellergebnisse waren die Grundlage für die Festlegung von Bohransatzpunkten für die Erkundung des tiefen Aquifers.

Hierfür wurde das Grundwassermodell „Fessenheim-Breisach“ zunächst unter Berücksichtigung sämtlicher aktueller Daten und Informationen für stationäre Strömungsprozesse aufgebaut. Als Modellsystem wurde das Programm SPRING (GKW, 1999) verwendet, mit dem dichtegetriebene Strömungsprozesse im Untergrund simuliert werden können. Das numerische Modell basiert auf dem Finite-Elemente-Verfahren, bei dem für die Netzgenerierung die Geometrie der Oberflächengewässer, Grundwasserentnahmen und die Salzeintragsstellen berücksichtigt wurden (Abbildung 3). Das Modell wurde dreidimensional unter Berücksichtigung der dreigeteilten

geologischen Struktur aufgebaut und im Bereich der Salzwasserversickerung und der prognostizierten Salzfahren in vertikaler Richtung weiter verfeinert (9 Modellschichten).

Um die Ergebnisse des numerischen Modells mit vorliegenden Messungen vergleichen zu können, erfolgten erste Transportbetrachtungen ohne Dichteinfluss. Hierbei wurde berechnet, in welchen Bereichen Rheinwasser in das Grundwasser gelangt und in welchen Bereichen Grundwasser dem Rhein zufließt. Das Ergebnis ist in Abbildung 4 für den oberflächennahen Grundwasserleiter (Riß-Würm-Komplex) rot und für die darunter folgenden Breisguschichten grün dargestellt.

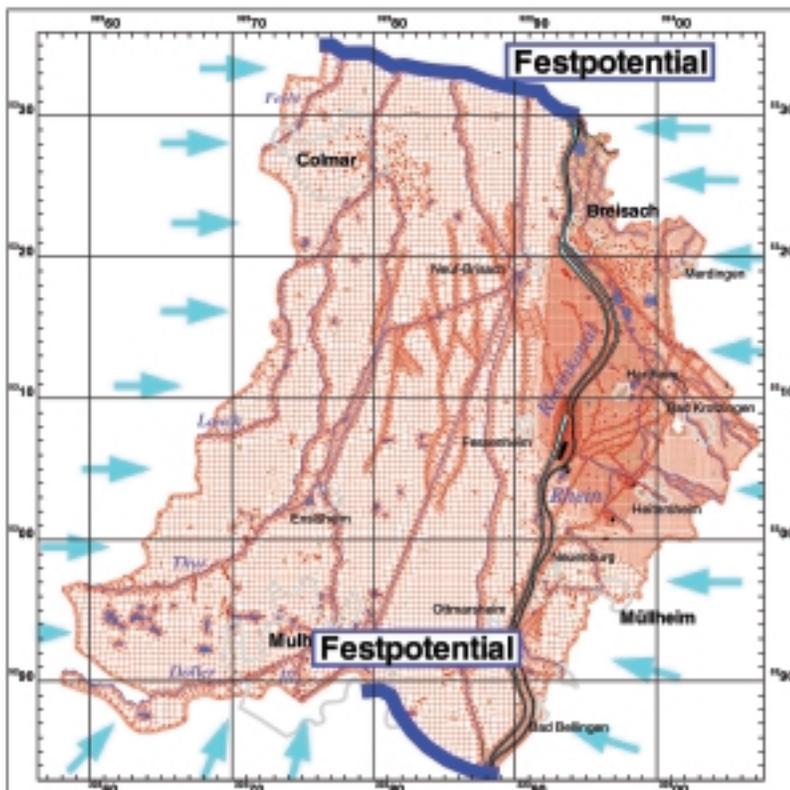


Abbildung 3: Lage des Modellgebietes und Modellsnetz mit Randbedingungen

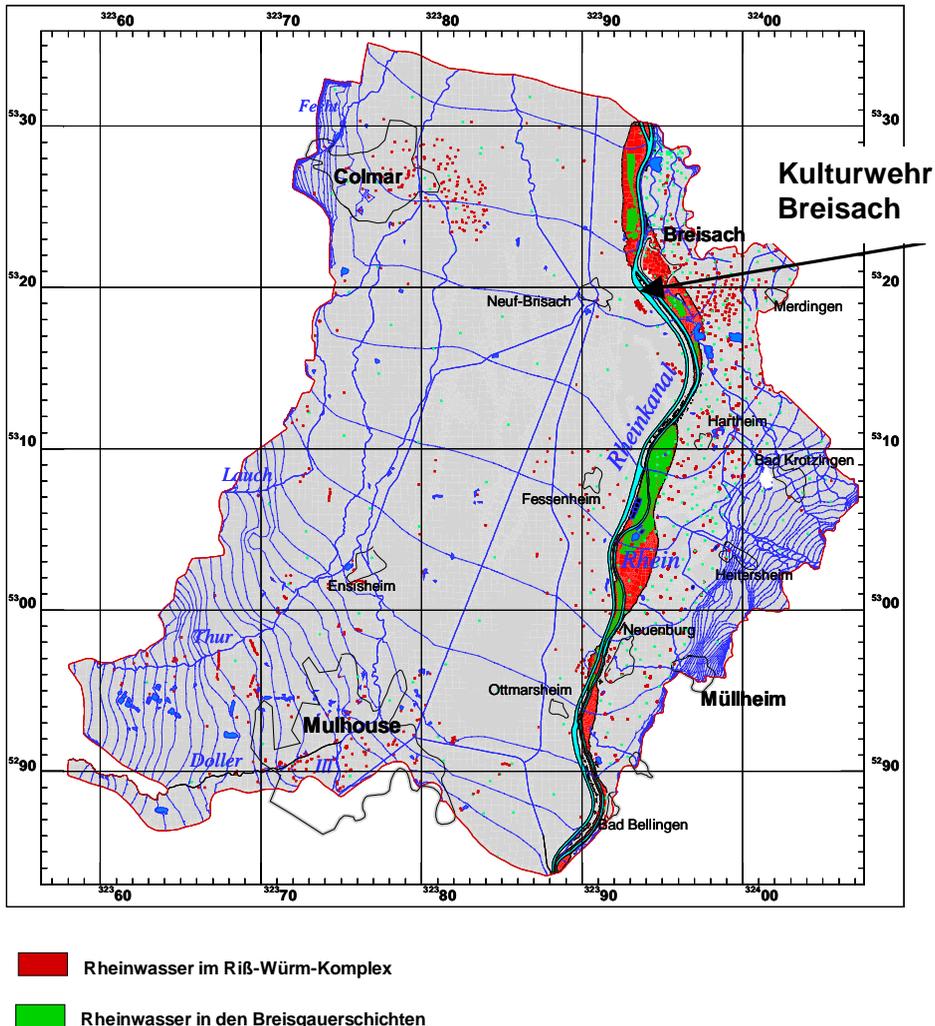


Abb. 4: Berechnete Ausbreitung des Rheinwasser im Grundwasserleiter unter der Annahme eines stationären Strömungsfeldes

Hieraus geht hervor, dass Rheinwasser, welches südlich der Fessenheimer Insel in den Grundwasserleiter gelangt, unter der Fessenheimer Insel hindurchströmt und bis in den Raum Hartheim rheinparallel abströmt. Das Rheinwasser gelangt auch in die tiefer liegenden Breisgauschichten (grüne Flächen). Im weiteren Verlauf wird der Rhein durch das Kulturwehr Breisach aufgestaut, was auch hier zur Infiltration von Rheinwasser in den Grundwasserleiter führt.

Im Anschluss an die Untersuchungen ohne Dichteeinfluss erfolgten erste instationäre Salztransportberechnungen über 40 Jahre, um die Salzfahren aus den Absetzbecken von Fessenheim und die Fahnen aus den Kalihalden von Buggingen und Heitersheim zu analysieren. Bei diesen Berechnungen wurden die Strömungsrandbedingungen

stationär gemäß den Vorgaben der stationären Modelleichung angesetzt. Weiterhin wurde das numerische Modell anhand der gemessenen Chloridkonzentrationen an die vorhandenen Verhältnisse angepasst, so dass die Verlagerung der Salzfahren mit Hilfe des Modells grob nachgebildet werden konnte. Die Modellergebnisse waren die Grundlage für die weitere Vorgehensweise bei der Erkundung des tiefen Aquifers.

Zwei unterschiedliche Modellberechnungen (Modellläufe A und B) zeigen in Abbildung 5 die berechneten Chloridkonzentrationen an der Aquiferbasis im Abstrom der Fessenheimer Insel. Hierbei ging es um die Fragestellung, von welchen Eintragungsmengen auszugehen ist, und wie sich deren Verbreitungsverhalten abschätzen lässt. Beide Varianten zeigen einen „Pool“ der

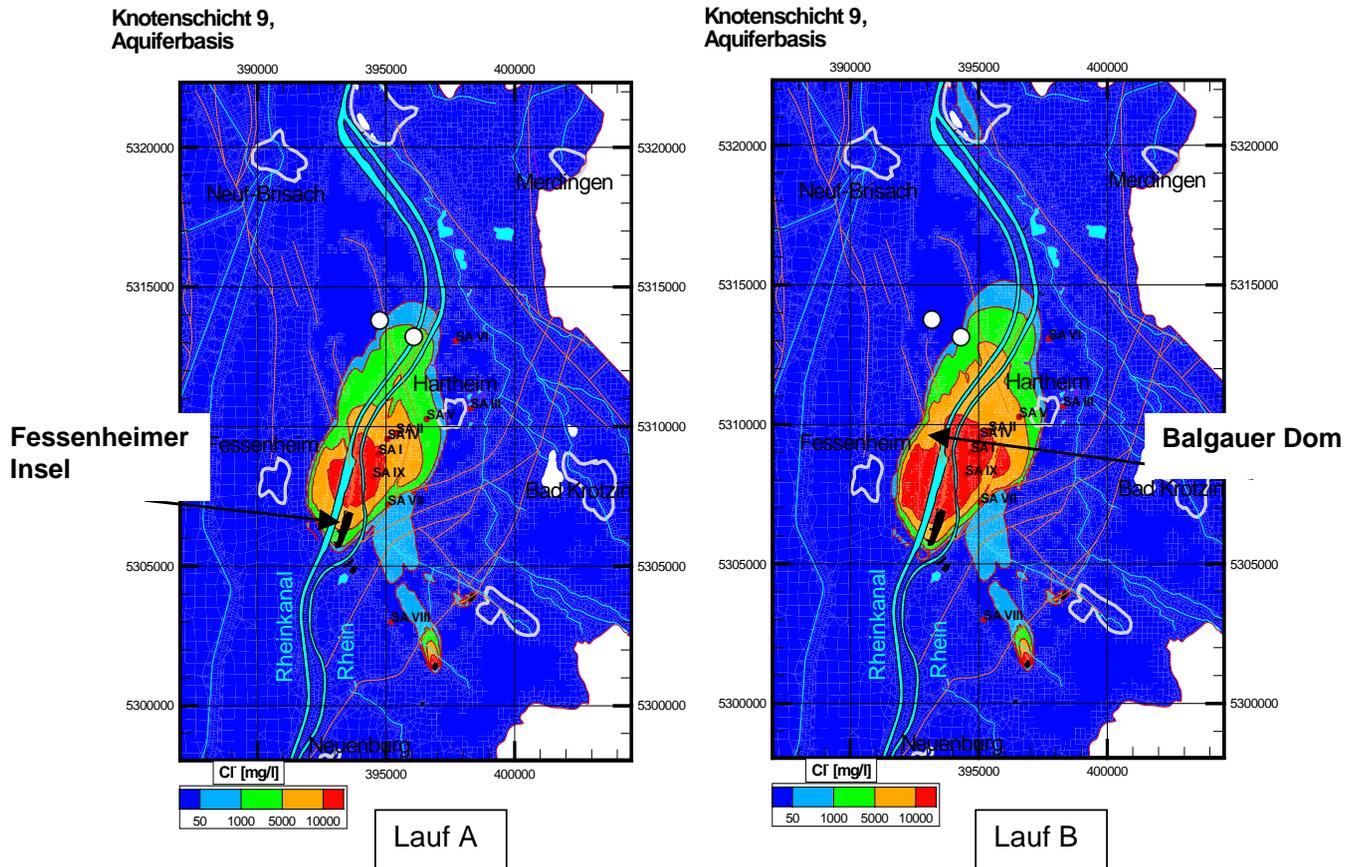


Abb. 5: Berechnete Verteilung der Chloridkonzentration an der Aquiferbasis (Anfang 2000) bei einer Versickerungsrate von 30 l/s (Lauf A) und 44 l/s (Lauf B) an den Absetzbecken der Fessenheimer Insel

salzhaltigen Lösung nördlich der Fessenheimer Insel. Entsprechend der unterschiedlich angenommenen Salzeinträge sind die Ausbreitung und die Konzentrationen bei Lauf B größer als bei A.

Aus dem Konzentrationsverlauf wird auch der Einfluss der Aquiferbasis deutlich. So hemmt der so genannte Balgauer Dom (Erhebung in der Aquiferbasis) nordöstlich der Fessenheimer Insel das weitere Abströmen nach Frankreich. Da der Balgauer Dom nach der aktuellen geologischen Interpretation nur eine lokale Erhebung der Basis ist, wird dieser aufgrund der größeren Masse an Salzwasser bei dem Modelllauf B südlich umströmt. Nach Westen wird die Salzfahne durch einen Versatz in der Aquiferbasis begrenzt.

In Abbildung 5 sind auch die aufgrund der vorausgegangen Modellberechnungen vorgeschlagenen Bohransatzpunkte für zwei weitere Erkundungsbohrungen dargestellt. Diese liegen im direkten Abstrom der Salz-

fahne nach Norden. An diesen Messstellen ist zunächst mit geringen bis mittleren Chloridkonzentrationen zu rechnen, die im Verlauf der nächsten Jahre und Jahrzehnte weiter ansteigen werden. Anhand dieser neuen Erkundungsbohrungen wird sich auch überprüfen lassen, ob der hochkonzentrierte Salzpool in Richtung der Aquiferbasis nach Nordwesten abdriftet und in Richtung des Tiefpunktes der Aquiferbasis südlich von Neuf-Brisach fließt.

Ausblick

Die bisherigen Modellbetrachtungen brachten erste wichtige Ergebnisse zur Salzausbreitung unter Annahme stationärer Strömungsrandbedingungen. Zur Erstellung entscheidungsrelevanter Prognosen ist eine weitere Verbesserung des numerischen Modells notwendig. Hierbei geht es in erster Linie um eine möglichst wirklichkeitsgetreue Nachbildung des gesamten Salzeintrags-

geschehens, wobei die teilweise vorhandene Unsicherheit bezüglich der Datenqualität erschwerend hinzukommt. Darum sind im Wesentlichen folgende Arbeiten notwendig:

- Anhand einer detaillierten instationären Modelleichung muss das Strömungsmodell weiter verbessert werden. Dabei müssen einerseits kurzfristige Änderungen, z.B. durch Hochwasserereignisse, erfasst werden, die sehr gute Informationen zum Austausch zwischen Rhein und Grundwasser liefern, und andererseits die langfristigen hydrologischen Schwankungen sowie die Veränderungen am Gewässernetz (z.B. Bau des Kulturwehres Breisach) berücksichtigt werden.
- Die Bestimmung repräsentativer Daten zu den Chloridkonzentrationen für den Vergleich mit den Modellergebnissen ist bislang mit größeren Unsicherheiten verbunden, da unterschiedliche Messverfahren zu unterschiedlichen Ergebnissen führten. Hier sollten die unterschiedlichen Messverfahren durch gezielte Untersuchungen überprüft werden. Dabei ist zwischen Leitfähigkeitsmessungen, Schöpfproben, tieferorientierter Probenahme und Pumpproben in vollständig und teilverfilterten Messstellen zu unterscheiden.
- Basierend auf dem instationär geeichten Strömungsmodell müssen weitere Salztransportbetrachtungen durchgeführt werden, bei denen eine detaillierte Modelleichung auf transportrelevante Einflussgrößen erfolgt.
- Mit dem auf den Salztransport geeichten Modell lassen sich dann abgesicherte Prognosebetrachtungen zur weiteren Entwicklung der Salzfahnen durchführen. Dabei können auch unterschiedliche Szenarien, gegebenenfalls auch mit Sanierungsmaßnahmen, untersucht werden.
- Die modelltechnischen Arbeiten im Grundwasser müssen durch ein geeignetes Erkundungsprogramm mit Erfassung der zeitlichen Entwicklung der Chloridkonzentrationen ergänzt werden.

Thomas Gudera

Flächendeckende Darstellung der Grundwasserbeschaffenheit – Das SimIK⁺-Verfahren

Im Rahmen des Grundwasser-Überwachungsprogramms werden für Baden-Württemberg derzeit jährlich etwa 2.800 Messstellen beprobt. Die Anzahl der Messstellen variiert je nach untersuchtem Parameter. Für die wichtigsten Parameter liegen seit Anfang der 90er Jahre Messdaten von 2.000 bis 2.800 Messstellen vor. Dies entspricht einer mittleren Messstellendichte von einer Messstelle pro 17,9 km² bis 12,8 km². In Abhängigkeit von der wasserwirtschaftlichen Bedeutung der Regionen schwankt dieser Wert lokal erheblich. Insbesondere in den dicht besiedelten Gebieten und im Oberrheingraben ist die Dichte höher als etwa im Schwarzwald oder auf der Schwäbischen Alb. Die Messstellendichte ist aber ausreichend hoch, um aus den punktuellen Daten eine flächige Beschreibung der Grundwasserbeschaffenheit abzuleiten. Größtmöglicher Maßstab ist etwa 1:200.000. Die Darstellung hat damit immer noch Überblickscharakter und liegt in der Größenordnung, die in der neuen Wasserrahmenrichtlinie der EU für die erstmalige Beschreibung der Grundwasserkörper gefordert wird. Einer Ermittlung der örtlichen Grundwasserbeschaffenheit ist damit aber keinesfalls vorgegriffen.

Für die räumliche Interpolation der Messwerte sind geostatistische Verfahren, insbesondere das Kriging, am besten geeignet. Das Ordinary Kriging (OK) setzt jedoch homogene Verhältnisse im gesamten Untersuchungsgebiet voraus, das heißt, dass nur die Lage der Messstellen zueinander und deren Messwert in die Berechnung eingehen. Tatsächlich wird die Grundwasserbeschaffenheit durch eine Vielzahl von Einflussfaktoren bestimmt. Dazu gehören z. B. die petrografischen, lithologischen und geohydraulischen Eigenschaften des Grundwasserleiters, hydrologische Einflüsse wie Grundwasserneubildungsraten und Flurabstände, klimatische Einflüsse und nicht zuletzt die Eigen-

schaften potenzieller Stoffquellen. Auch die Eigenschaften des für die Probengewinnung genutzten Grundwasseraufschlusses (Brunnen, Beobachtungsrohr, Quelle) sind nicht ohne Auswirkungen auf die Messwerte. Es wurde deshalb ein Verfahren entwickelt, mit dem solche Einflussfaktoren explizit berücksichtigt werden können.

Dieses Verfahren – SimIK⁺ – umfasst die Prozeduren

- „Simple Updating Kriging“ unter Verwendung von Zusatzinformationen und
- „Indikatorkriging“ unter Verwendung von Zusatzinformationen.

Zusatzinformationen

Die Geologie des Grundwasserleiters hat einen erheblichen Einfluss auf die Konzentrationen der meisten Wasserinhaltsstoffe. Die Landnutzung trägt durch Stoffeinträge über die örtliche Grundwasserneubildung zu chemischen und/oder physikalischen Veränderungen im Grundwasser bei. Diese beiden Einflussfaktoren wurden als die wichtigsten bewertet und für das Verfahren ausgewählt.

Die Zusatzinformationen müssen einerseits für die Messstellen und andererseits für jedes Element eines flächendeckenden Rasters bekannt sein. Die Grundwasserleitereigenschaften werden zusammengefasst durch die Eingruppierung in 19 oberflächennahe Aquifere beschrieben (Abbildung 1). Tiefe Aquifere werden ausgeschlossen. Die Landnutzung wurde aus einer Satellitenaufnahme bestimmt. Grundlage war eine LANDSAT-Aufnahme von 1993 in 30 m x 30 m Pixeln. Zur Begrenzung des Rechenaufwands wurden die Pixel zu 300 m x 300 m Rasterelementen aggregiert. Die Landnutzung wird in 16 verschiedenen Klassen dargestellt (Abbildung 2).

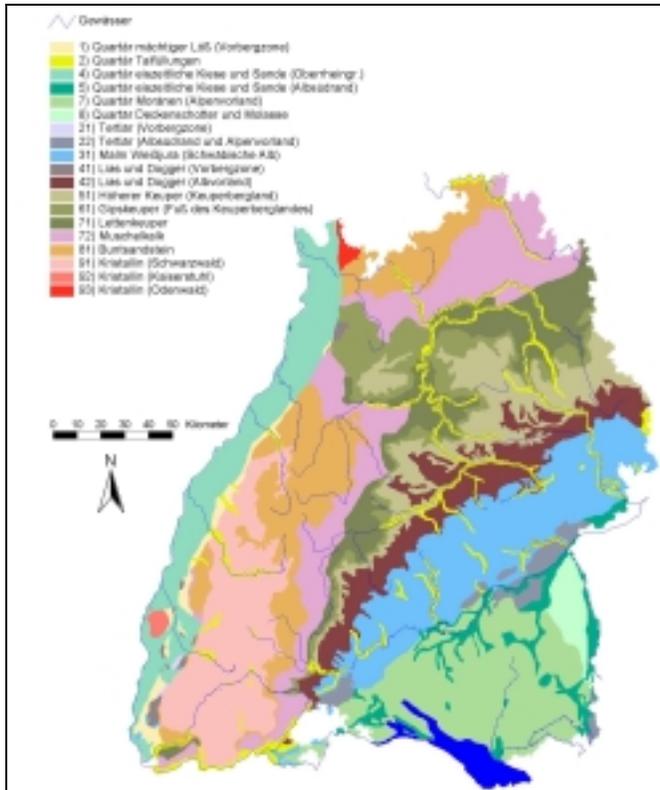


Abb. 1: Geologische Zusatzinformation

Für die Messstellen müssen die Zusatzinformationen ebenfalls vorliegen. Diese sollten direkt für die Messstelle bestimmt sein und nicht nur über eine kartographische Verschneidung mit den flächigen Darstellungen der Zusatzinformationen. Dies bedeutet beispielsweise für die Geologie, dass die Lage des verfilterten Bereiches und dessen geologische Einordnung per zugehörigem hydrogeologischen Profil bestimmt werden muss.

Simple Updating Kriging (SUK)

Aus allen Messwerten mit derselben Kombination von Zusatzinformationen werden das jeweilige Mittel und die Varianz gebildet. Dies ergibt einen Schätzer für alle zu berechnenden Punkte mit identischer Zusatzinformation. Unter Verwendung dieses Schätzwertes ergibt sich durch Kriging der Erwartungswert für einen konkreten Punkt im Raum.

Indikatorkriging (IK)

Für die Berechnung mit SUK muss eine Mindestanzahl der Messwerte über der analyti-

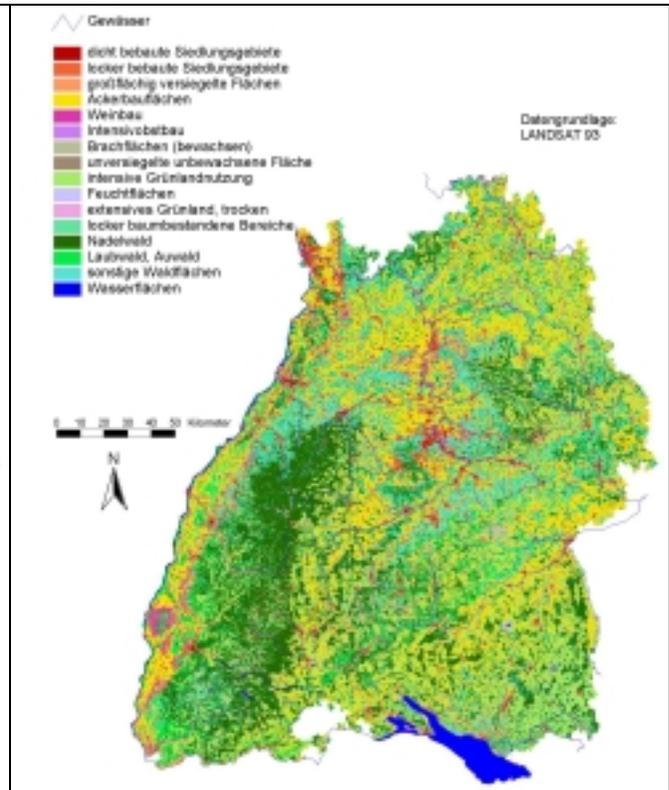


Abb. 2: Zusatzinformation Landnutzung

schen Bestimmungsgrenze liegen. Treten zu viele (je nach Variabilität der Bestimmungsgrenze ab 15% bis 20% der Daten) quantitativ nicht bestimmbare Werte auf, ist SUK nicht mehr sinnvoll anzuwenden.

Bis zu einem relativ hohen Anteil an Messwerten „kleiner Bestimmungsgrenze“ (maximal circa 90%) kann das Indikatorkriging (IK) eingesetzt werden. Die erstellten Karten geben dann keine Konzentrationswerte an, sondern Wahrscheinlichkeiten für die Überschreitung eines zuvor festgelegten Schwellenwertes. Der Schwellenwert wird anhand der statistischen Verteilung der Messwerte festgelegt und sollte im oberen Wertebereich der Messwerte liegen. Die realen Messwerte werden daraufhin mit 0 oder 1 codiert:

Messwert < Schwellenwert → 0

Messwert ≥ Schwellenwert → 1

Werte kleiner Bestimmungsgrenze erhalten folgenden Code:

Bestimmungsgrenze < Schwellenwert → 0

Bestimmungsgrenze ≥ Schwellenwert →

der Wert wird gestrichen, da sich die Information nicht sicher umsetzen lässt.

Die per IK errechneten Karten sind etwas schwieriger zu interpretieren, da Wahrscheinlichkeiten dargestellt werden, mit denen für einen betrachteten Punkt der Erwartungswert größer/gleich oder kleiner dem Schwellenwert ist. Dieses Verfahren ist aber eine sehr gute Möglichkeit, um die zahlreichen Parameter mit größerem Anteil von nicht quantifizierbaren Werten zufriedenstellend flächenhaft darzustellen. Die Anwendung des Verfahrens ist zeitintensiver als SUK und erfordert mehr Erfahrung, unter anderem wegen der Festlegung geeigneter Schwellenwerte. Je nach Messwertverteilung im Datensatz kann es aber vorkommen, dass eine gute Darstellung trotz eines relativ hohen Anteils an Messwerten „größer Bestimmungsgrenze“ nicht möglich ist.

Atlas des Grundwasserzustandes in Baden-Württemberg

Die beschriebenen Verfahren werden bereits seit 1999 für die Darstellung der aktuellen landesweiten Verteilung der Nitratkonzentration im Grundwasser eingesetzt („Ergebnisse der Beprobung 1998“ und folgende Berichte).

Insgesamt 55 Parameter, die zusammen alle relevanten Aspekte der Grundwasserbeschaffenheit erfassen, sind in dem „Atlas des Grundwasserzustandes in Baden-Württemberg“ nach den beschriebenen Verfahren flächendeckend dargestellt. Beispiele für die Ergebnisse zeigen Abbildung 3 und Abbildung 4, in denen die mittleren Verhältnisse über den Zeitraum 1990 bis 1999 dargestellt sind.

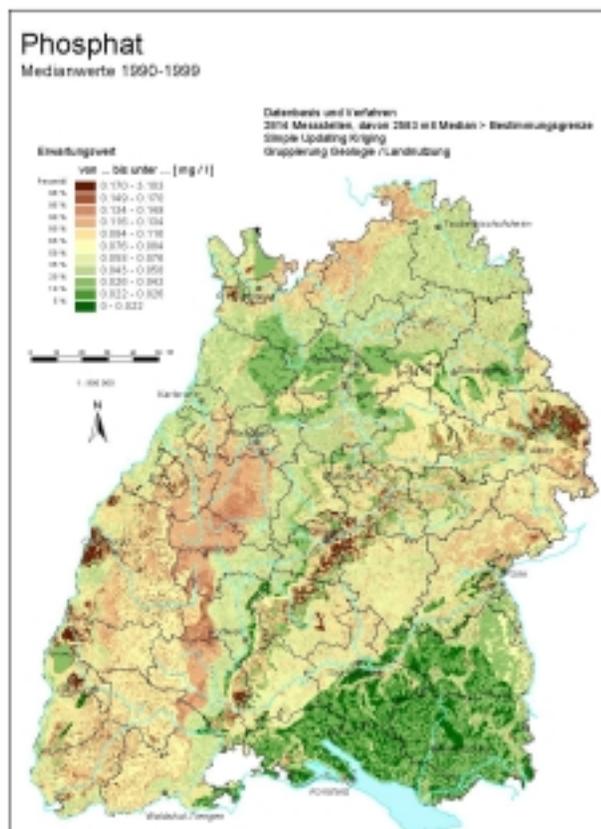


Abb. 3: Beispiel eines SU-Kriging-Ergebnisses, Parameter: Phosphat

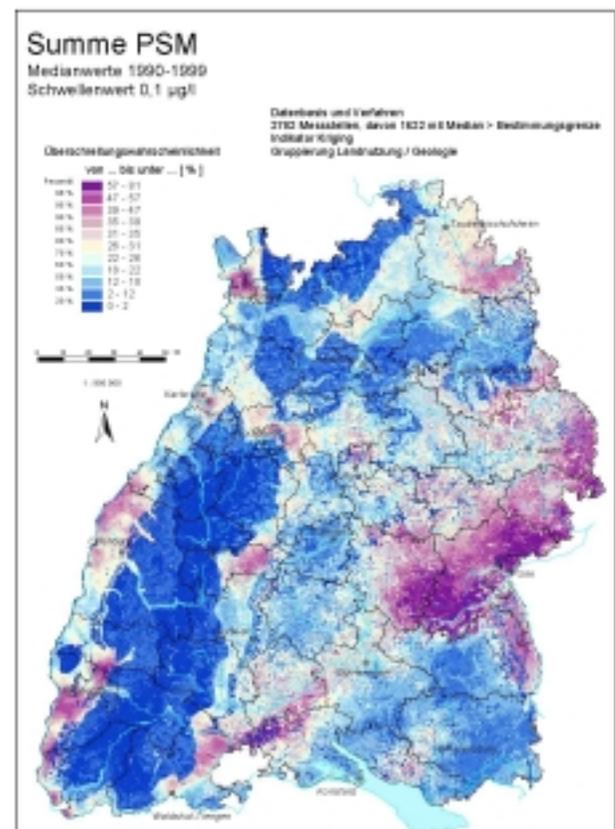


Abb. 4: Beispiel eines Indikator-Kriging-Ergebnisses, Parameter: Summe PSM

Zeitliche Entwicklung der Beschaffenheit

In der Entwicklung befindet sich zurzeit ein Verfahren, mit dem auch die zeitliche Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit bestimmt und auf statistische Signifikanz geprüft werden kann. Grundwasserbeschaffenheitsdaten sind in dieser Hinsicht besonders schwierig zu bewerten, da die Zeitreihen sehr kurz, die zeitliche

Datendichte gering und die Messintervalle in der Regel ungleichmäßig sind. Mit Verfahren der räumlichen Geostatistik soll versucht werden, statt der Zeitreihen an den einzelnen Messstellen Veränderungen der räumlichen Verteilung der Messwerte von Jahr zu Jahr zu analysieren.

Jost Grimm-Strele, Clemens Rometsch

Kooperationsvorhaben KLIWA und Wasserhaushaltsmodelle in Baden-Württemberg

Im dritten Bericht des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) aus dem Jahr 2001 wird eine Erhöhung der mittleren globalen Lufttemperatur zwischen 1,4 und 5,8 °C bis zum Jahr 2100 prognostiziert. Es ist danach zu erwarten, dass dieser Temperaturanstieg zu einer Intensivierung des Wasserkreislaufs und damit zu erhöhten Verdunstungs- und Niederschlagsraten führt.

Die bisherigen Aussagen über Klimaveränderungen, die aus globalen Klimamodellen hergeleitet werden, beziehen sich im Wesentlichen auf großräumige Bereiche wie z.B. Nordeuropa. Angaben über Änderungen der Klimagrößen und des Wasserhaushaltes im regionalen Bereich liegen aber noch nicht vor. Gerade solche Erkenntnisse sind aus der Sicht der Wasserwirtschaftsverwaltungen der Länder Baden-Württemberg und Bayern jedoch notwendig, um eine zukunftsorientierte, nachhaltige Wasserwirtschaftspolitik auf eine solide Grundlage stellen zu können.

Die Wasserwirtschaftsverwaltungen der Länder Baden-Württemberg und Bayern sowie der Deutsche Wetterdienst haben daher im April 1999 ein gemeinsames längerfristiges Vorhaben zum Thema „Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft“ (KLIWA) vereinbart, das sich mit den Auswirkungen von Klimaveränderungen auf den regionalen Wasserhaushalt befasst. Der Projektrahmen (Abb. 1) wurde abgesteckt und ein Aktionsprogramm mit zahlreichen Einzelprojekten definiert. Das Kooperationsvorhaben ist auf mindestens 5 Jahre angelegt.

Aufgrund der engen Koppelung zwischen Klima und Wasserhaushalt können Klimaveränderungen erhebliche Auswirkungen auf oberirdische Abflüsse, das Grundwasser u. dgl. haben. Diese hätten eine unmittelbare Auswirkung auf wesentliche Teilbereiche der Wasserwirtschaft, insbesondere auf

- den Hochwasserschutz durch die Veränderung der Höhe, Dauer

und Häufigkeit extremer Hochwasser und dadurch die Erhöhung des Schadensrisikos

- die Wasserversorgung durch die Änderung der Grundwasser-Neubildung und folglich der Grundwasser-Bewirtschaftung
- den Gewässerschutz durch die Änderung der jahreszeitlichen Abfluss- und Temperaturverhältnisse mit Auswirkung auf den Stoffhaushalt der Flüsse und Seen
- die Gewässerentwicklung durch die Änderung der Dynamik der Fließgewässer und Seen, ihrer morphologischen Verhältnisse, ihres Wärmehaushaltes und ihrer Ökosysteme
- die Nutzung der Gewässer durch die Änderung der Bewirtschaftung der Hochwasser- und Trinkwasserspeicher, der Wasserkraftnutzung, der landwirtschaftlichen Bewässerung u. dgl.

Der KLIWA-Projektrahmen gliedert sich in folgende Bereiche:

Ermittlung bisheriger Veränderungen des Klimas und des Wasserhaushaltes

(Bereich A in Abb. 1)

Die Ermittlung der Variabilität bzw. der Veränderungen von Klima- und Wasserhaushaltsgrößen in der Vergangenheit ist als Basis aller weiteren Untersuchungen und für Vergleichsbetrachtungen zwingend erforderlich. Sie erfolgt durch Analyse der vorhandenen vieljährigen Zeitreihen (Abb. 2).

Abschätzung der Auswirkungen möglicher Klimaveränderungen auf den Wasserhaushalt

(Bereich B in Abb. 1)

Zur Abschätzung künftiger Veränderungen der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse

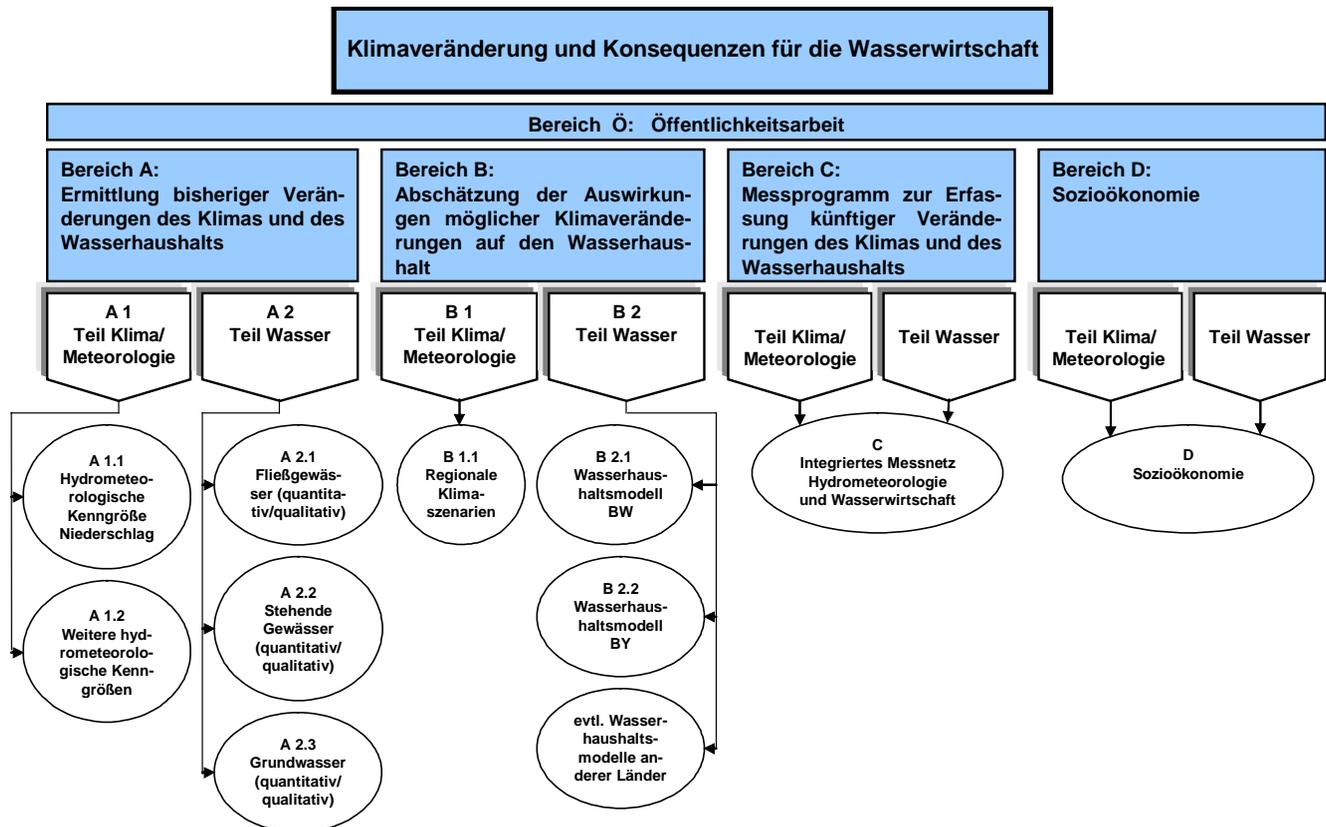


Abb. 1: Projektrahmen KLIWA

werden Simulationsrechnungen mit Wasserhaushaltsmodellen durchgeführt, die als Eingangsdaten simulierte Klimagrößen, so genannte Klimaszenarien, verwenden. Wasserhaushaltsmodelle sind mathematische Rechenverfahren zur Beschreibung und Quantifizierung der räumlichen und zeitlichen Verteilung wesentlicher Komponenten des Wasserhaushaltes wie Niederschlag, Verdunstung, Versickerung, Bodenwasserspeicherung und Abfluss. Mit ihrer Hilfe können die Wirkungen von Veränderungen der eingehenden Komponenten auf das Gesamtsystem „Wasserhaushalt“ dargestellt und beurteilt werden.

Messprogramm zur Erfassung künftiger Veränderungen des Klimas und des Wasserhaushaltes

(Bereich C in Abb. 1)

Von wesentlicher Bedeutung im Rahmen des Gesamtprogrammes ist ein längerfristiges Monitoring von relevanten hydrometeorologischen und hydrologischen Kenngrößen,

um künftige Veränderungen des regionalen Klimas und des Wasserhaushaltes erkennen zu können. Dazu werden vorhandene Messstellen aus den bestehenden Messnetzen verwendet, die über lange zuverlässige Zeitreihen verfügen; diese werden für KLIWA-Auswertungen zu einem „KLIWA-Messnetz“ zusammengefasst. Das Messnetz ist integrierend und länderübergreifend konzipiert.

Sozioökonomie

(Bereich D in Abb. 1)

Um nachhaltige wasserwirtschaftliche Vorsorge-Konzepte entwickeln zu können, müssen Art und Umfang der sozioökonomischen Folgewirkungen der Klimaveränderung ermittelt werden. Dabei wird untersucht, wie sich klimabedingte Änderungen im Wasserhaushalt und in der Gewässerbeschaffenheit auf die vielfältigen Nutzungen, von Trinkwasser- und Energiegewinnung über Abwasserreinigung bis hin zur Fischerei, auswirken. Das Gleiche gilt für Schutzfunk-

tionen, wie beispielsweise die Hochwasservorsorge.

Öffentlichkeitsarbeit

(Bereich Ö in Abb. 1)

Die Öffentlichkeitsarbeit nimmt im KLIWA-Projekt einen breiten Raum ein. Nur über regelmäßige Information der interessierten Öffentlichkeit, der Fachleute und nicht zuletzt der Entscheidungsträger über Vorhaben, Ziele und Ergebnisse kann Verständnis, Akzeptanz und Unterstützung für durchgeführte und geplante Maßnahmen gewonnen werden.

Bisherige KLIWA-Ergebnisse

Hydrometeorologie

Die untersuchten hydrometeorologischen Größen in Baden-Württemberg signalisieren in ihrem Langzeitverhalten regionsspezifisch eine signifikante Zunahme winterlicher Niederschläge, insbesondere von Starkniederschlägen; auch deren Dauer nimmt zu. Weiterhin zeigen die bisherigen Ergebnisse eine Abnahme der Schneedeckendauer, eine Zunahme der klimatischen

Wasserbilanz (Differenz aus Niederschlag und potenzieller Verdunstung) im Winterhalbjahr sowie eine Abnahme der potenziellen Verdunstung im Sommer.

Hydrologie

Die bisherige Analyse langer Zeitreihen (70 Jahre und länger) der Hochwasserabflüsse (Beispiel siehe Abb. 2) ergab, dass die meisten Pegel in Baden-Württemberg und Bayern keine statistisch signifikanten Trends zu einer Erhöhung der jährlichen Höchstwerte aufweisen. Bei der Betrachtung der letzten 30 bis 50 Jahre wurde jedoch eine Tendenz zu einem häufigeren Auftreten von Hochwasserereignissen festgestellt. Außerdem hat sich das jahreszeitliche Verhalten der monatlichen Höchstabflüsse verschoben: Im Winterhalbjahr treten ab den 70er Jahren höhere Monatswerte auf als in der Zeit davor.

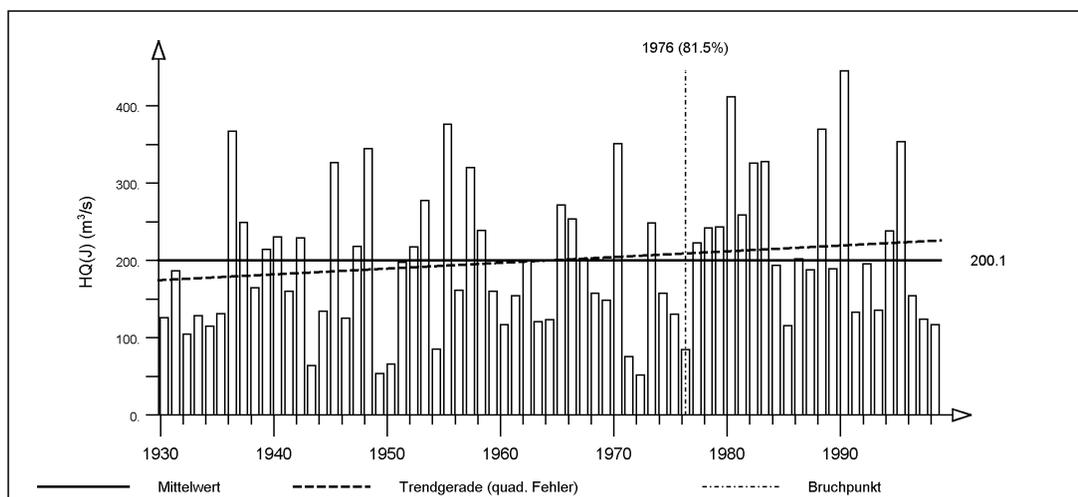
Wasserhaushaltsmodelle

Wasserhaushaltsmodelle sind geeignete Instrumente, um auf der Basis von Klimaszenarien Änderungen des Wasserhaushaltes zu ermitteln und daraus rechtzeitig

Pegel Berg/Donau

(Pegel-Nr. 125)

Jährliche Höchstabflüsse HQ(J) 1930-1998 (hydrologisches Jahr)



Mittelwert, Bruchpunkt nach Mann-Whitney und linearer Trend: $0.744 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{a}$
(Trend-Signifikanz nach Mann-Kendall: 50%)

Abb. 2: Zeitreihe der jährlichen Höchstabflüsse am Pegel Berg/Donau

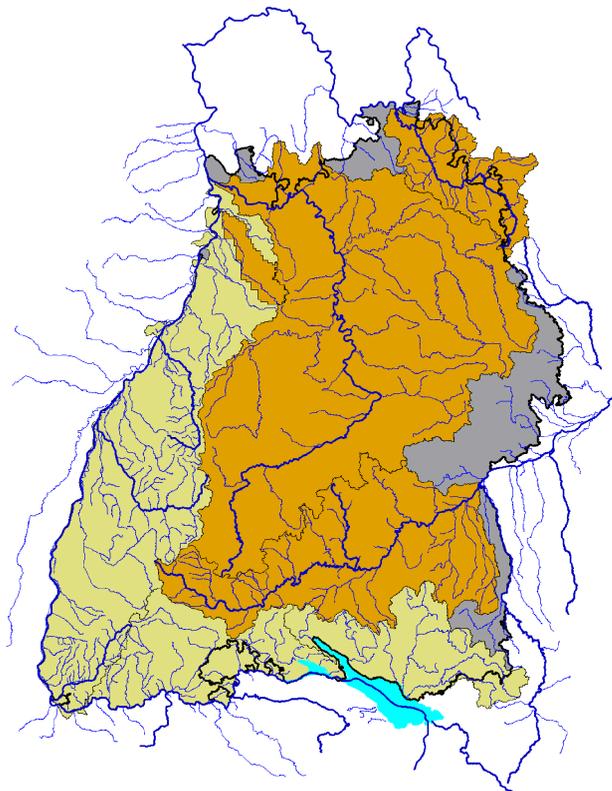


Abb. 3: Wasserhaushaltsmodelle in Baden-Württemberg

Handlungsstrategien abzuleiten. Mit ihrer Hilfe lassen sich die Wirkungen von Veränderungen der eingehenden Komponenten auf das Gesamtsystem „Wasserhaushalt“ ermitteln und dann beurteilen.

Die Anwendung der vorhandenen Wasserhaushaltsmodelle für verschiedene Flussgebiete Baden-Württembergs und Bayerns ist im Gange bzw. in Vorbereitung. Derzeit liegen in Baden-Württemberg für rd. 2/3 der Landesfläche gebietsspezifische Modelle vor. Ab 2002 werden für nahezu die gesamte Fläche des Landes Baden-Württemberg Wasserhaushaltsmodelle vorliegen (Abb. 3). In Bayern wurden zunächst Modelle für die Flusseinzugsgebiete von Naab, Regen, Regnitz und Tauber erstellt oder sind in Bearbeitung.

Die Wasserhaushaltsmodelle für das Land Baden-Württemberg werden auf Basis des Programmsystems LARSIM (Large Area Runoff Simulation Model) erstellt. Mit ihnen werden bei einer rasterbasierten Flächenauflösung von 1 x 1 km u.a. folgende hydrologische Teilprozesse beschrieben: Interzeption, Verdunstung,

Schneeakkumulation, -kompaktion und -schmelze, Bodenwasserspeicherung, Speicherung und lateraler Wassertransport in der Fläche sowie Translation und Retention in Gerinnen und Seen.

Die Modelle wurden auf der Basis von Tageswerten kalibriert und verifiziert. Abb. 4 zeigt die gemessene und die berechnete Abflussganglinie für die Jahre 1992 bis 1994 des Pegels Wendlingen am Neckar. Derzeit werden für Baden-Württemberg und Bayern Klimaszenarien entwickelt, mit denen dann die Simulationen des Wasserhaushalts durchgeführt werden.

Wasserhaushaltsmodelle dienen ebenfalls:

- der kontinuierlichen Abflussvorhersage für Niedrig-, Mittel- und Hochwasser im operationellen Betrieb insbesondere zur Verbesserung der Niedrigwasserbewirtschaftung und zur Verbesserung der Hochwasservorsorge;
- regionalen Untersuchungen des Wasserhaushalts auf der Basis von Flusseinzugsgebieten im Sinne der künftigen EU-Wasserrahmenrichtlinie;

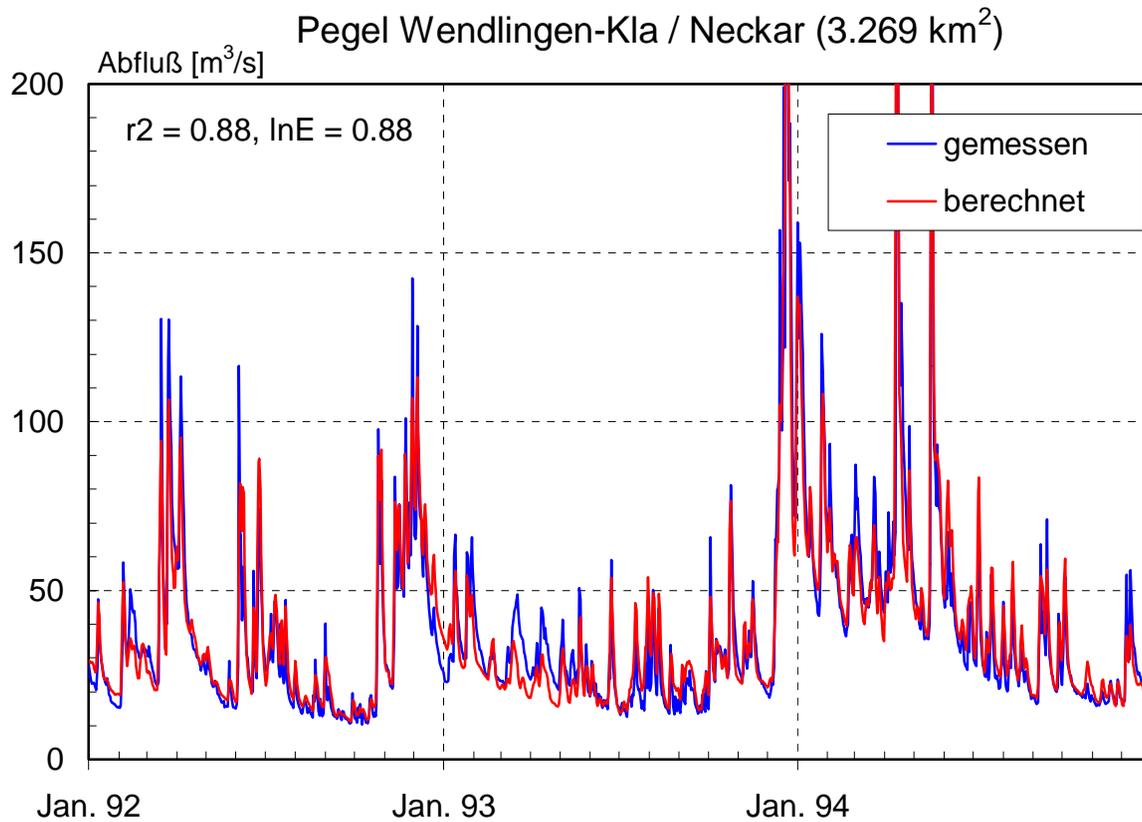


Abb. 4: Gemessene und mit dem Wasserhaushaltsmodell berechnete Abflussganglinie

- Prognosen und Szenarien für die Gewässerentwicklungsplanung;
- der Bereitstellung von hydrologischen Eingangsgrößen für Gewässergüte- und Grundwassermodelle (z.B. für Wärme- und Sauerstoffhaushalt, Grundwasserneubildung usw.).

Vassilios Kolokotronis, Helmut Straub

Einsatzmöglichkeiten von Vor-Ort-Analytik im Rahmen der Altlastenbearbeitung

Im Arbeitsschutz, bei der Prozesssteuerung, in der Medizin sowie bei der Luft- und Gewässerüberwachung ist Vor-Ort-Analytik längst zum unentbehrlichen Hilfsmittel geworden. Dagegen ist sie in der Altlastenbearbeitung noch wenig verbreitet, obgleich auf dem Markt für alle häufigen altlastrelevanten Stoffe feldfähige Analysatoren angeboten werden (Tabelle 1). Diese wurden durch Automatisierung bzw. Miniaturisierung bekannter oder durch Anwendung neuartiger Analysenprinzipien möglich. Abbildung 1 zeigt beispielsweise die Bestimmung von Mineralölkohlenwasserstoffen im Feld.

Aus mehrfacher Sicht sollte es für jeden planenden Ingenieur im Altlastenbereich eine Herausforderung darstellen, die Vorteile dieses innovativen Geräteangebots zur Einsparung von Untersuchungszeit und -kosten zu nutzen. So weist Ziffer 2.1 des Anhangs 1 zur Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) auf die Anwendung von Vor-Ort-Analytik als Möglichkeit zum zielgerichteten Einsatz von eingeführter Labor-Analytik hin. Weiter sollte der hohe Anteil von Laborleistungen an den Gesamtkosten der Altlastenbearbeitung Motivation genug sein, um über Kosteneinsparungen nachzudenken. Nicht zuletzt stellt die inhomogene Schadstoffverteilung in Altlasten – wie nachfolgend gezeigt wird – neue Anforderungen an die Erkundungsstrategie.

Problematisch bei der Erkundung von Altlasten ist die heterogene Schadstoffverteilung. Nur wenige Dezimeter auseinander liegende Probennahmestellen können grundlegend verschiedene Stoffkonzentrationen aufweisen. Wie sinnvoll sind aufwändige und exakte Analyseergebnisse in einem Medium, welches nur wenige Dezimeter neben der Untersuchungsstelle ganz andere Belastungen aufweisen kann?



Abb. 1: Einsatz eines feldfähigen Geräts zur Bestimmung von Mineralölkohlenwasserstoffen im Boden

Die zum Jahresende 2001 erschienene „Handlungsempfehlung Einsatzstrategie Vor-Ort-Analytik“ der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) zeigt auf, dass bei heterogenen Stoffverteilungen mit vielen Messergebnissen einer weniger präzisen Analytik eine bessere Untersuchungsqualität erreicht werden kann als mit wenigen Messwerten einer hochwertigen Analytik. Wichtigster Grund ist die Art der Fehleraddition gemäß Fehlerfortpflanzungsgesetz.

Der Gesamtfehler setzt sich aus Proben- und Analysenfehler zusammen. Probenfehler treten auf, wenn die Messergebnisse an einer Probennahmestelle auf Umgebungsbereiche übertragen werden, für

Analyt	Analysenmethode
Schwermetalle	Röntgenfluoreszenz
	Reaktionsküvettenphoto- metrie
	Voltametrie
flüchtige organi- sche Stoffe (VOC), wie leicht- flüchtige chlorier- te Kohlenwasser- stoffe (CKW)	Gaschromatographie (GC) gekoppelt mit PID, FID, IMS, MS oder ECD
	Gassensoren (substanz- unspezifisch)
	Prüfröhrchen (nur einzelne Stoffe)
Chloraromaten, Phenole	Gaschromatographie (GC) mit MS oder ECD
	enzymatische Sensoren (nur für Phenole)
Mineralölkohlen- wasserstoffe (MKW)	Gaschromatographie (GC) mit FID
	nichtdispersive Infrarotmess- technik (NDIR)
	Dünnschichtchromato- graphie (DC)
	Immunoassays
	Laserinduzierte Fluoreszenz (LIF)
Polycyclische Aromatische Koh- lenwasserstoffe (PAK)	Gaschromatographie (GC) mit MS
	Dünnschichtchromato- graphie (DC)
	Immunoassays
	Spektraler Absorptionskoeff- fizient (SAK)
	Laserinduzierte Fluoreszenz (LIF)
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	Immunoassays
ausgewählte Pflanzenschutz- mittel, Nitrover- bindungen	stoffselektive Immunoassays
	Gaschromatographie (GC) mit MS

Tab. 1: Analysenmethoden und -systeme für häufig in Altlasten vorkommende Analyten

Abkürzungen:

PID	Photoionisationsdetektor
FID	Flammenionisationsdetektor
IMS	Ionenmobilitätsspektrometrie
MS	Massenspektrometrie
ECD	Elektroneneinfangdetektion

die sie nicht mehr gültig sind. Analysenfehler sind unvermeidliche Unsicherheiten bei der chemischen Analyse. Der Gesamtfehler aus Proben- und Analysenfehler errechnet sich nach:

$$f_{P+L} = \sqrt{f_P^2 + f_L^2} \quad (1)$$

$$f_{P+V} = \sqrt{f_P^2 + f_V^2} \quad (2)$$

mit:

f_{P+L} Gesamtfehler aus Proben- und Analysenfehler mit Laboranalytik

f_{P+V} Gesamtfehler aus Proben- und Analysenfehler mit Vor-Ort-Analytik

f_P Probenfehler

f_L Analysenfehler Laboranalytik

f_V Analysenfehler Vor-Ort-Analytik

Weil der Probenfehler bei heterogenen Medien sehr hoch ist, bewirkt die Art der Fehlerfortpflanzung, dass Fehler bei der Analyse sich nur wenig auf den Gesamtfehler auswirken, wie Abbildung 2 verdeutlicht.

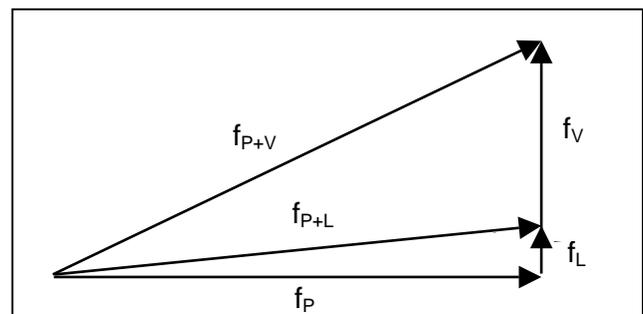


Abb. 2: Addition von Probenfehler und Analysenfehler nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetz. Erläuterungen der Abkürzungen wie für die Gleichungen (1) und (2).

Aus diesen Überlegungen resultieren neue Forderungen an die Untersuchungsstrategie bei Altlastenuntersuchungen. Analysenqualität darf nicht mehr als feste, auf höchstem Niveau stehende Größe angesehen werden, sondern muss an die jeweilige Aufgaben- und Fragestellung angepasst werden.

Die hohe Zuverlässigkeit und Genauigkeit von Labor-Analytik sollte bei der Erkundung von Altlasten nur dort eingesetzt werden, wo sie tatsächlich gebraucht wird, beispiels-

weise bei Entscheidungen im Bereich von Prüf- oder Maßnahmenwerten nach BBodSchV oder bei der Qualitätssicherung von Vor-Ort-Analytik. Übererkundung, das heißt Vergeudung von Zeit und Ressourcen für zu exakte Analyse, muss vermieden werden.

Unter diesen Bedingungen sind vielfältige Einsatzbereiche für Vor-Ort-Analytik in der Altlastenbearbeitung denkbar. Die wichtigsten sind in Tabelle 2 aufgeführt und erläutert.

Das Angebot marktverfügbarer Analysatoren erlaubt eine variable Analysenqualität. Es ist Aufgabe des planenden Ingenieurs, dieses Angebot sinnvoll und kostensparend bei der Altlastenbearbeitung einzusetzen.

Vor-Ort-Analytik hat ihren Preis, der nicht immer geringer als Labor-Analytik ist. Die schnelle Datenbereitstellung durch Vor-Ort-Analytik kann jedoch Kostenvorteile an anderer Stelle erbringen, beispielsweise durch gezielten bzw. gesteuerten Einsatz von Erkundungs- und Sanierungsanlagen.

Wichtige Einsatzbereiche für Vor-Ort-Analytik sind:

- gezielte Probennahme,
- Steuerung der Erkundungsrichtung,
- Steuerung von Sanierungen.

Die Vielfalt und Unterschiedlichkeit der Vor-Ort-Analysatoren und die bei ihrem Einsatz zu beachtenden Kriterien sind zunächst verwirrend und erfordern eine umfassende

Einsatzbereiche	Vorteile der Vor-Ort-Analytik
Festlegung von Probennahmestellen	Gezielte Probenauswahl ist möglich. Dadurch kann die Erkundungsrichtung gesteuert und die Zahl der exakt zu analysierenden Proben minimiert werden.
Gefahrverdachtserkundung	Es muss geprüft werden, ob bestimmte Schwellenwerte über- oder unterschritten werden. Deshalb sind über große Messbereiche zuverlässige Konzentrationsangaben nicht erforderlich. Wegen der Heterogenität der Schadstoffverteilung können allerdings viele Messdaten in enger räumlicher Distanz zueinander erforderlich werden. Für viele Analyten sind Vor-Ort-Analysatoren marktverfügbar, welche solche „Ja-Nein-Entscheidungen“ ermöglichen.
Gefahrenherderkundung	Der Gefahrenherd muss anhand festgelegter Schwellenwerte abgegrenzt werden. Dafür sind, ebenso wie bei der Gefahrverdachtserkundung, keine über große Messbereiche zuverlässige Konzentrationsangaben erforderlich, sondern nur „Ja-Nein-Entscheidungen“. Für eine hinreichend genaue räumliche Abgrenzung sind jedoch viele Einzelmessungen erforderlich. Dafür eignen sich Vor-Ort-Messungen.
Steuerung von Stoffströmen	Mit den Ergebnissen schneller Vor-Ort-Analytik kann über den Verbleib von Aushubmaterial zeitnah entschieden werden. Dadurch können die sonst üblichen Zwischenlagerflächen, auf denen bei herkömmlicher Vorgehensweise das ausgehobene Material bis zum Vorliegen des analytischen Ergebnisses zwischengelagert werden muss, verzichtet werden.
Vermeidung von Probenveränderungen	Während des Transports von Materialproben zum Labor können namentlich bei leichtflüchtigen oder instabilen Analyten Verluste oder Veränderungen vorkommen. Diese können bei Einsatz von Vor-Ort-Analytik minimiert werden. Bei der Wasseranalytik gehört es zum Stand der Technik, bestimmte leicht veränderliche Parameter bereits am Ort der Probennahme zu bestimmen.

Tab. 2: Einsatzbereiche und die Vorteile der Vor-Ort-Analytik

Einarbeitung. Die erwähnte Handlungsempfehlung der LfU hat vor allem zum Ziel, die Einarbeitung des Altlastsachverständigen in diesen komplexen Bereich zu erleichtern. Die grundsätzliche Vorgehensweise zeigt das „Strategiediagramm“ in Abb. 3.

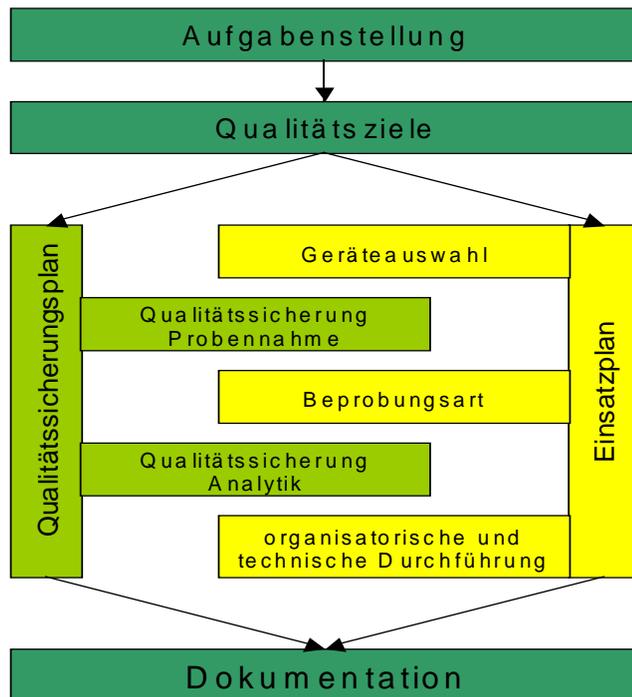


Abb. 3: Stufenweise Vorgehensweise bei der Entwicklung einer Erkundungsstrategie

Der Planungsprozess wird in einzelne Stufen unterteilt. Dadurch wird er überschaubar und nachvollziehbar. Die Ergebnisse einzelner Planungsstufen stehen in Abhängigkeit zueinander. Deshalb muss die Einsatzstrategie iterativ ermittelt werden, das heißt, einzelne Planungsstufen müssen möglicherweise mehrfach durchlaufen werden. Darüber hinaus enthält diese Handlungsempfehlung einen Anhang mit Beispielen für die Vorgehensweise an charakteristischen Fallkonstellationen. Weitere Anhänge informieren über Messprinzipien und marktverfügbare Geräte.

Obwohl einige Vor-Ort-Analysatoren sogar von angelerntem Personal bedient werden könnten, darf dies nicht zu leichtfertigem Umgang verleiten. Bei Auswahl und Einsatz der Analysatoren muss stets chemisches Fachwissen präsent sein.

In Deutschland gibt es für Vor-Ort-Analysatoren (noch) keine offizielle Geräteprüfung und -anerkennung in Form einer Verifizierung von Geräteeigenschaften und -leistungen, wie dies in den USA schon seit Jahren der Fall ist. Dies ist zu bedauern, denn dadurch wäre die Anerkennung der Ergebnisse durch Behörden wesentlich erleichtert.

Durch Vor-Ort-Analytik soll der Preis- und Leistungsdruck auf die herkömmliche Labor-Analytik keinesfalls verstärkt werden. Vielmehr gilt es, die Möglichkeiten und Chancen neuartiger Analysemethoden bei der Bearbeitung komplexer Fragestellungen zu nutzen.

Die Entwicklung der Geräte und Methoden steht am Anfang. Fachleute prognostizieren ein erhebliches Entwicklungspotenzial. So werden neuartige Analysemethoden erforscht und bekannte Methoden hinsichtlich Robustheit und Feldtauglichkeit weiter verbessert. Diese Entwicklungen werden aber nur zum Abschluss gebracht, wenn ein entsprechender Markt vorhanden ist und der Absatz großer Stückzahlen zu erwarten ist.

Bei allen Erkundungsvorhaben im Altlastenbereich sollten zeit- und kostensparende Möglichkeiten der Vor-Ort-Analytik geprüft werden.

Frieder Kern

Referenzdatenbank WAABIS: gemeinsamer Datenpool „Land-Kommune“ zur Lösung von Umweltproblemen

Das Informationssystem WAABIS (Wasser, Abfall, Altlasten, Boden Informationssystem), das bereits in früheren Jahresberichten der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) beschrieben wurde, ist als einheitliches luK-System für die genannten Fachbereiche geschaffen worden. Es deckt gleichzeitig einen erheblichen Teil der Umweltthemenbereiche des ressort- und medienübergreifenden Umweltinformationssystems (UIS) des Landes Baden-Württemberg ab. WAABIS ist als Land-Kommunen-Verbundvorhaben realisiert und wird derzeit bei den Dienststellen des so genannten WAABIS-Kernbereichs und bei der LfU eingesetzt (siehe Abbildung 1).

Im Folgenden soll über die Referenzdatenbank als wichtigem Teil von WAABIS berichtet werden.

Wozu wird eine WAABIS-Referenzdatenbank benötigt?

Träger des Projekts WAABIS ist das Ministerium für Umwelt und Verkehr (UVM), das gegenüber dem Landtag, dem Bund, der EU und der Öffentlichkeit in beträchtlichem Umfang Berichts- und Informationspflichten zu erfüllen hat. Um diesen Pflichten zeitnah und in ausreichender Qualität nachkommen zu können, ist die Zusammenführung der bei den einzelnen Dienststellen dezentral erfassten Umweltdaten unerlässlich. Das Informationsstechnische Zentrum (ITZ) der LfU ist mit dieser Aufgabe beauftragt und betreibt für landesweite und fachübergreifende Berichts- und Auswertefunktionen die Referenzdatenbank WAABIS. Nutzer sind derzeit der oben genannte WAABIS-Kernbereich und die LfU.

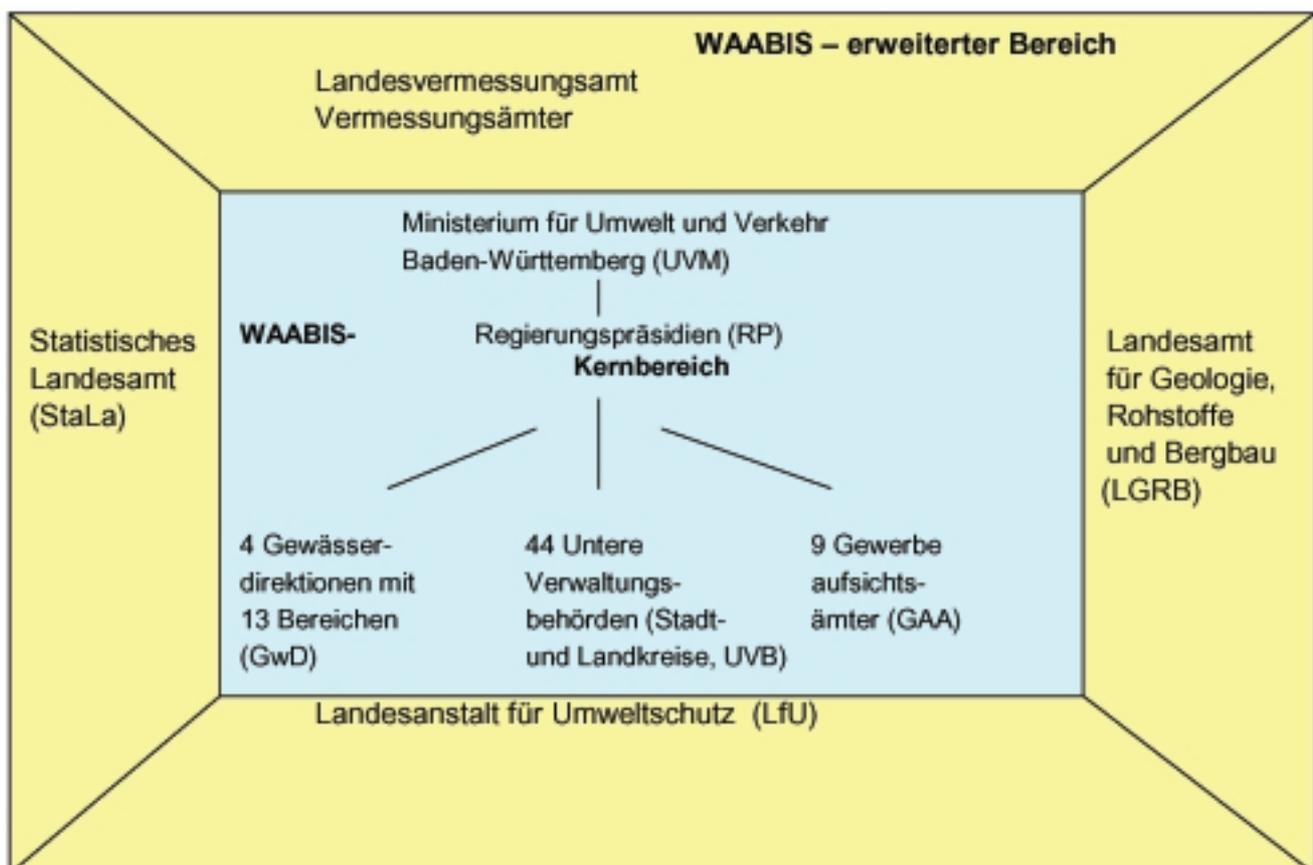


Abb. 1

Modul 2 AGS	Anlagenbezogener Gewässerschutz/Abfallanlagen; Stamm- und Überwachungsdaten der kommunalen Abwasseranlagen; Daten der gewerblichen Abwasseranlagen und der Abfallanlagen, für deren Genehmigung und Überwachung die Unteren Verwaltungsbehörden (UVB) zuständig sind.
Modul 6 FIS-AGB	Fachinformationssystem Altlasten, grundwassergefährdende Flächen, Bodenbelastungen; Führung der fachtechnischen Daten zu Altlasten, Boden- und Grundwasserschäden nach dem Bundesbodenschutzgesetz
Modul 7 GEWIS	Gewässer-Informationssystem; UVB: fachtechnische Verwaltung der Wasserschutzgebietsflächen; Gewässerdirektionen: Führung von Daten zu Gewässern, Überschwemmungsgebieten und wasserbaulichen Anlagen sowie zu Grundwasserleitern.
Modul 8 GWDB	Grundwasserdatenbank; Führung der Daten zu Grundwasseraufschlüssen (Brunnen, Quellen, Messstellen).
Modul 10 GEO	WAABIS-Kartographiesystem; GIS-System ArcWaWiBo.
Modul 11 WEE	Wasserentnahmeentgelt

Abb. 2: Übersicht WAABIS-Module, zu denen Daten derzeit in die Referenzdatenbank bei der LfU übernommen werden

Welche Daten fließen in der Referenzdatenbank zusammen?

WAABIS ist ein Komplex unterschiedlicher EDV-Fachanwendungen, so genannten Modulen, die zentral von der LfU in Zusammenarbeit mit der Datenzentrale Baden-Württemberg entwickelt und – unter Beteiligung der Regionalen Rechenzentren – bei den UVB sowie bei der LfU und den GwD installiert werden. In Abbildung 2 sind von den insgesamt 16 Modulen diejenigen genannt, aus denen Daten in die zentrale Referenzdatenbank übernommen werden.

Wie gelangen die im ganzen Land erfassten WAABIS-Umweltdaten in die Referenzdatenbank?

Ein Grundbaustein für den Betrieb der WAABIS-Referenzdatenbank ist der sog. Datenaustauschdienst, ein EDV-Programm, das mit den Modulen bei jedem der genannten Ämter installiert wird. Durch diesen Dienst wird ein landesweiter Datenaustausch ermöglicht. Im Einzelnen funktioniert der Datenaustausch folgendermaßen:

- Die Verantwortlichen dieser Dienststellen erzeugen monatlich mittels des Datenaustauschdienstes menügesteuert für jedes Modul so genannte Exportfiles.

- Die drei regionalen Rechenzentren führen die Exportfiles der 44 Stadt- und Landkreise zusammen und machen sie dem ITZ über einen speziell dafür vorgesehenen FTP-Server zugänglich. Entsprechend gehen die vier Gewässerdirektionen mit ihren 13 Bereichen vor.
- Die vom ITZ über das Landesverwaltungsnetz gesammelten Daten werden dann mittels komplexer EDV-Programme auf die aktuelle Datenbank-Versionierung hin überprüft und ersetzen die Vorversion. Der Datenumfang beträgt dabei rund 10 Gigabytes.

Über den Datenaustauschdienst wird künftig auch ein Teil des Datenbestandes den einzelnen Dienststellen zurückübertragen. Dabei handelt es sich um übergreifende Daten, die die Dienststellen für ihre WAABIS-Fachanwendungen vor Ort auf der lokalen Datenbank benötigen (z.B. Messwerte aus Nachbarkreisen oder Daten aus dem eigenen Kreis, für deren Erfassung jedoch andere Dienststellen zuständig sind).

Wer hat mit welchen Hilfsmitteln Zugang zur WAABIS-Referenzdatenbank?

Der Zugriff auf die Referenzdatenbank ist derzeit nur im Landesintranet realisiert. Zu

diesem haben die in Abbildung 1 genannten Ämter Zugang (vgl. auch Koch, A., „Umweltinformationen für das Landesintranet“ in diesem Heft). Bisher wurden verschiedene Auswertungen, vor allem für das UVM, gefertigt, denn die Dienststellen sollen ja von der Erstellung von Einzelstatistiken und der Beantwortung von Umfragen möglichst entlastet werden.

In nächster Zukunft soll dann das **WAABIS-Berichtssystem** allen beteiligten Stellen den direkten und komfortablen Zugriff auf die Referenzdatenbank ermöglichen; es ist derzeit bereits bei mehreren Dienststellen im Test. Das Berichtssystem ist ein Programm, mit dem Daten gesucht, ausgewertet und dargestellt werden können. Unterschiedlichste Abfragen können interaktiv gestellt werden. Es ist sowohl für kundige als auch für weniger kundige Nutzer geeignet. Auf die Daten kann selbstverständlich nur im lesenden Modus und soweit die Berechtigung gegeben ist zugegriffen werden. Das Berichtssystem erschließt dann auch in entsprechender Weise die Daten der Ge-

werbeaufsichtsämter, die ebenfalls beim ITZ zusammengeführt werden. Für die Zukunft ist geplant, einen noch zu definierenden Teil der Referenzdatenbank auch für die Öffentlichkeit (Internet) über das Berichtssystem zugänglich zu machen.

Abschließend lässt sich sagen:

Die WAABIS-Referenzdatenbank im ITZ Stuttgart hat sich als Baustein des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg bewährt. Die Sachbearbeiter der Ämter können so die Berichtspflichten erfüllen und werden von Sonderanfragen entlastet; auf Ministerialebene sowie bei den übrigen Dienststellen des WAABIS-Kernbereichs und bei der LfU, beim StaLa und künftig auch beim LGRB dient die Referenzdatenbank als Basis bei Entscheidungen in Umweltfragen und zukünftig werden auch interessierte Bürgerinnen und Bürger auf ihre Kosten kommen.

Armin Wölfle

Umweltinformation für das Landesintranet: Wie die Kommunen sicher auf Web-Server der LfU zugreifen

Die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) verfügt über zahlreiche Umweltinformationen, die für andere Landesbehörden oder die Kommunen sehr interessant sind. Die gleiche Aussage gilt für das Ministerium für Umwelt und Verkehr (UVM), die Gewerbeaufsicht (GAA) und die Gewässerdirektionen (GwD). Um die Umweltinformationen für die berührten Verwaltungen zugänglich zu machen, werden diese zunehmend auf Webservern im Landesintranet zur Verfügung gestellt.

Der Zugriff auf Webserver der LfU ist im Geschäftsbereich des UVM von jedem Arbeitsplatz aus möglich. Das Landesverwaltungsnetz (LVN) bietet darüber hinaus die Infrastruktur, um den Zugriff auf die Webserver

der LfU auch von anderen Landesbehörden aus zu ermöglichen.

Die „Spielregeln“ im Landesverwaltungsnetz (LVN)

Das LVN kann als Intranet der gesamten Landesverwaltung betrachtet werden. Aus Sicherheitsgründen gibt es aber Einschränkungen: Die Polizei etwa oder die Finanzverwaltung haben im Gegensatz zur LfU das Interesse, dass ihre Informationen nicht zugänglich sind. Daher wurde im Landessystemkonzept festgelegt, dass die Dienststellen der verschiedenen Geschäftsbereiche und auch die Kommunalverwaltung a priori voneinander getrennt sind.

Ausnahmen sind nach dem Landessystemkonzept möglich, wenn eine Risikoanalyse und ein Sicherheitskonzept ein unbedenkliches Vorgehen nachweisen. Das Informationstechnische Zentrum (ITZ) hat eine solche Risikoanalyse sowie ein technisches Konzept, das eine Absicherung über eine geeignete Firewall vorsieht, erstellt. Nach dem Konzept werden Server, auf die von Landes- und/oder Kommundienststellen zugegriffen werden soll, in einem physikalisch getrennten Teilnetz (dem so genannten UVM-Server-Netz) aufgestellt, sodass Benutzer aus allen diesen Dienststellen zwar auf dieses Teilnetz, nicht jedoch auf die sonstigen Server und Clients des Geschäftsbereiches des UVM (UVM-Intranet) zugreifen können.

Kopplung Landesverwaltungsnetz (LVN) – Kommunales Verwaltungsnetz (KVN)

Analog zum LVN gibt es das KVN. Über das KVN sind auch die Unteren Verwaltungsbehörden bei den Stadt- und Landkreisen mit-

einander verbunden. Die Verbindung zwischen LVN und KVN erfolgt an einer zentralen Firewall im Zentrum für Kommunikationstechnik und Datenverarbeitung (ZKD). Das ITZ hat dafür gesorgt, dass die Angebote der LfU im UVM-Server-Netz von der zentralen Firewall im ZKD erreichbar sind – die Tür seitens der LfU ist offen. Es ist Aufgabe der anderen Geschäftsbereiche bzw. der Kommunalverwaltungen, durch die Tür zu gehen und dafür zu sorgen, dass die Netzverbindungen auf deren Seite realisiert werden, um die Webserver der LfU nutzen zu können. Die LfU hat detaillierte Informationen hierzu herausgebracht.

Die Abbildung 1 „UVM-Server-Netz“ zeigt die Struktur dieser Lösung für den Zugriff der Unteren Verwaltungsbehörden. Für die anderen Geschäftsbereiche gilt das Konzept analog. Aus dem KVN und LVN kann nur auf das UVM-Server-Netz, nicht auf das UVM-Intranet zugegriffen werden. Das Konzept beinhaltet, dass neue Webserver ohne weiteren Aufwand bezüglich Risikoanalysen im LVN aufgebaut und angeboten werden können. Für andere Zugriffe, wie zum Beispiel

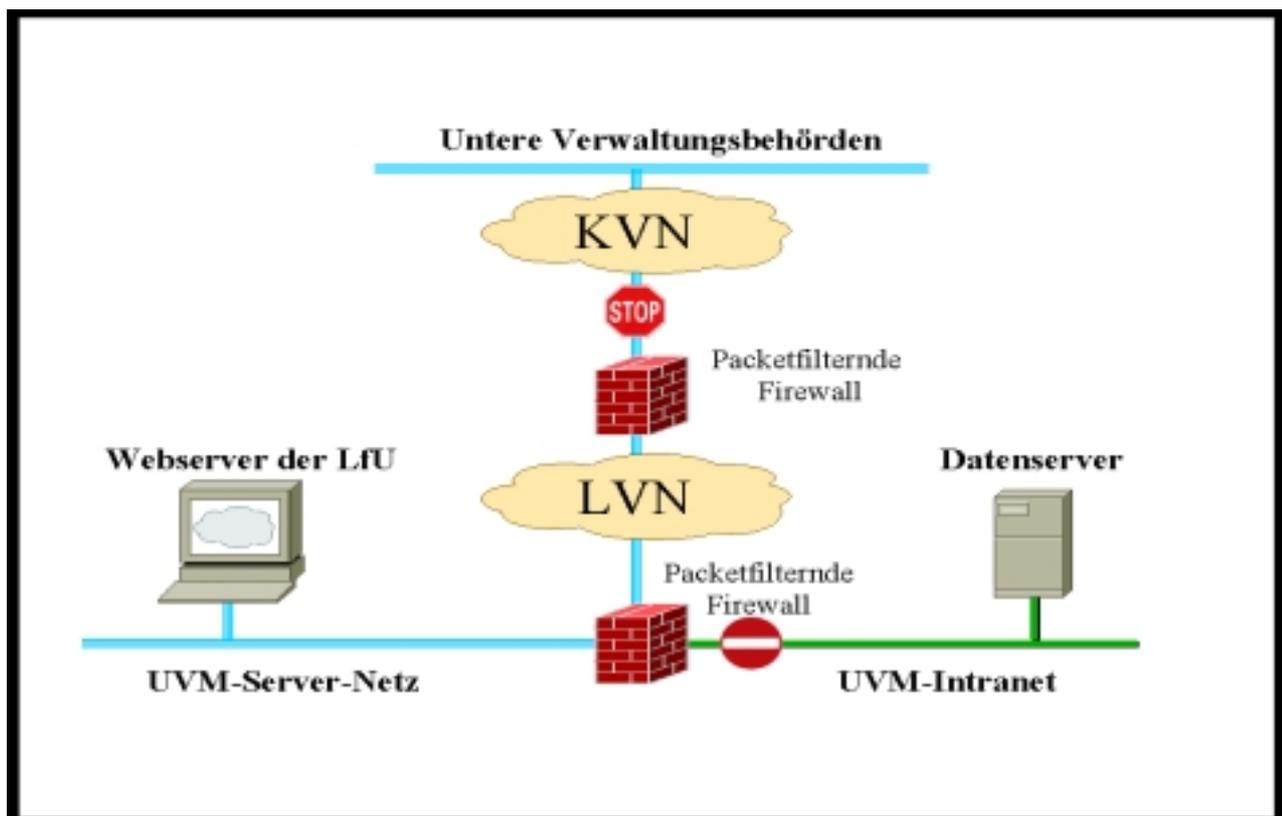


Abb. 1: UVM-Server-Netz

die direkte Nutzung einer Fachanwendung, muss fallbezogen eine Risikoanalyse und gegebenenfalls ein Sicherheitskonzept erstellt werden.

Das Informationsangebot

Die umgesetzte Lösung – das UVM-Server-Netz – wurde nicht nur für die Webserver der LfU aufgebaut, sondern sie wird für alle landesweit interessanten Informationsangebote aus dem Geschäftsbereich eingesetzt. Das UVM betreibt ein so genanntes Portal, das

die „Drehscheibe“ für die Angebote des Geschäftsbereiches beinhaltet. So muss sich niemand alle Webserver selbst merken, sondern es gibt einen Punkt, an dem alle Informationen zusammenfließen. Abbildung 2 zeigt den aktuellen Stand des Informationsangebotes. Unabhängig von dem Portal ist es natürlich notwendig, dass die Anbieter in den Fachabteilungen ihre „Kunden“ über ihre Angebote informieren.

Armin Koch



Abb. 2: Portal UVM

Migration zu Windows / Office 2000

Im September 2000 bekam das Informationstechnische Zentrum (ITZ) vom Umweltministerium (UVM) die Randbedingungen (Hardwarebedarf, Software-Spezifika), um eine Migration zu Windows 2000 zu definieren.

In der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) sind insgesamt 450 Arbeitsplatzrechner sowie 20 Netware-, NT-, UNIX- und LINUX-Server zu betreuen. Die Kommunikation erfolgt über ein LAN mit 10/100 Mbit (Twisted Pair) und zwischen den Gebäuden mit 1 Gbit (Lichtwellenleiter). Im Jahr 2001 wurde als letztes Gebäude die Hertzstraße komplett neu verkabelt. Es wurde dabei generell auf DHCP (Dynamic Host Control Protocol = automatische IP-Adressen-Vergabe) umgestellt, was die Administration der Arbeitsplatzrechner deutlich vereinfachte.

Warum Windows 2000?

Aus Sicht des ITZ bietet Windows 2000 viele Vorteile im Bereich der Betreuung. Und eine leichtere Betreuung bringt vor allem auch dem Endanwender Vorteile. Den größten Zeitaufwand im Rahmen der Benutzerbetreuung verursacht die Reparatur von nicht ordnungsgemäß installierter oder teilweise gelöschter Software. Der Windows Installer unterstützt das automatische Reparieren fehlerhafter oder beschädigter Installationen. Dadurch entfallen lange Fehlersuchen bzw. zeitaufwendige Neuinstallationen.

Im Bereich der Neuinstallationen scheint die Hardwareunterstützung zu halten, was sie verspricht. Die neue Generation von Plug & Play macht es einfach, neue Hardware ins System einzubinden. Unterstützt werden systemseitig mehr als 11.000 Hardwarekomponenten. Für neuere Komponenten fehlen jedoch oft die passenden Treiber im System. In einem solchen Fall besteht die

Möglichkeit, diese Treiber (für Grafikkarten, Netzwerkkarten, Modems oder Soundkarten) Windows 2000 im so genannten Installations-Point bekannt zu machen und dort zu hinterlegen. Diese werden dann bei Installationen automatisch erkannt und installiert, so dass ein Benutzereingriff nicht mehr notwendig ist.

Auch USB (Universal Serial Bus) wird von Windows 2000 unterstützt, ebenso wie Infrarot-Schnittstellen des Standards der Infrared Data Association (IrDA) sowie der Standard IEEE 1394. Mausehrchen, Scanner und Soundkarten werden unter Windows 2000 erkannt und aktiviert. Zudem werden viele Druckertreiber mitgeliefert, die in der LfU-Umgebung in Verbindung mit NDPS (Novell Distributed Print Services) eingesetzt werden können. Der Vorteil dieser Neuerung ist die automatische Verteilung der Druckertreiber. Auf der täglichen Aufgabenliste im Bereich PC-Basisbetreuung ist das Thema „Druckertreiber“ relativ weit oben angesiedelt. Durch die automatische Druckertreiberverteilung wird Zeit gespart bei Neuinstallationen, bei Umzügen in andere Referate oder Stockwerke und auch bei der Einführung neuer Drucker.

Anforderungen von Windows 2000

Im Rahmen der Erstellung des Migrationskonzepts wurde im ITZ ein Testnetz aufgebaut, in dem die Vor- und Nachteile einer Neuinstallation von Windows 2000 gegenüber dem Upgrade vorhandener NT-Installationen ermittelt wurden. Bereits während der Erstellung des Konzepts wurde klar, dass der Einsatz eines Netzwerkmanagement-Tools für einige Migrationsschritte eine notwendige Voraussetzung ist. Damit ist es unter anderem möglich, den Hard- und Softwarebedarf automatisiert zu ermitteln sowie die Software während der

eigentlichen Migration entsprechend zu verteilen. In Bezug auf die Hardware wurden bei den Tests folgende Mindestanforderungen ermittelt, die ein sinnvolles Arbeiten garantieren:

Ein Pentium II mit 300 MHz, 128 MB RAM und mindestens 1,5 GB freien Platz auf der Festplatte. Das bedeutete für die LfU, dass rund 80 PCs neu beschafft werden mussten. Das Aufrüsten auf mindestens 128 MB RAM ist, dank der stark gefallen Preise für Speichermodule, erschwinglich.

Praktische Erfahrungen

Seit Beginn 2001 werden bereits alle neu gelieferten Rechner mit Windows 2000 und Office/Outlook 2000 installiert. Von Seiten der Benutzer wurden bislang wenige Probleme gemeldet. Von der technischen Seite jedoch wird es immer wieder Probleme geben, die uns sicher noch für längere Zeit auf Trab halten werden.

Ein Beispiel aus unserer „Laborküche“: Bei einigen neu installierten Rechnern trat anfänglich das Phänomen auf, dass der Druckwarteschlangendienst nach dem Neustart eine Riesensmenge Arbeitsspeicher beanspruchte und den Prozessor immer stärker in Anspruch nahm. Nach etwa zwei Stunden war der Prozessor voll ausgelastet und der Rechner ‚stand‘. Die einzige Lösung war das Beenden und erneute Starten. Da der betreffende Rechner zudem Unmengen an Daten verschickte und empfing, fiel unser Verdacht auf den Novell-Client. Diese Vermutung schien sich zu bestätigen, als das Phänomen bei der vollständigen Deinstallation des Clients verschwand. Doch zeigten weitere Versuche, dass das Problem auch bei Arbeitsplatzrechnern in reinen Windows-Segmenten auftrat – sofern eine Grafikkarte der Marke Matrox G 450 im Einsatz war. Recherchen im Internet zeigten, dass wir nicht allein waren in dieser Welt mit diesem Problem. Wir fanden einige ‚Mitleidende‘ mit der Kombination Matrox G 450 und Novell Client 4.8. Letztlich scheint hier ein verhängnisvolles Zusammenspiel

zwischen der Kombination P3B Board, 450 MHz Prozessor, Matrox G 450 und Novell Client 4.8 im Spiel gewesen zu sein, das dann durch einige neue Patches beseitigt werden konnte.

Zum Glück haben wir diese Erfahrungen vor der offiziellen Einführung von Windows 2000 gemacht, wenn auch viele Stunden bei der Fehlersuche verloren gegangen sind. Die Betriebssysteme und auch Programme sind inzwischen so komplex geworden, dass man ohne die technischen Support-Seiten im Internet nahezu hilflos ist. Leider kommen zwangsläufig erst die Fehler und dann die Lösungen ...

Die Umstellung

Es wurde eine differenzierte Vorgehensweise festgelegt. Bei Rechnern, auf denen nur die Standard-Anwendungen laufen und keine zusätzliche Software installiert ist, wird ein automatisiertes Update gefahren. Die Vorteile hierbei sind hauptsächlich die enorme Zeitersparnis und das Beibehalten der benutzerspezifischen Einstellungen. Der Nachteil ist, dass das System natürlich nicht so ‚sauber‘ ist wie bei einer Neuinstallation, aber die Erfahrung hat gezeigt, dass genau diese ‚einfachen‘ Rechner auch mit dem Upgrade weiterhin sehr stabil laufen.

„Komplexere“ Rechner werden hingegen wie folgt neu installiert: Es wird über eine Diskette gebootet, die gleich mit dem Netzwerk verbindet (DOS). Man loggt ein und startet GHOST, ein Programm zum Erstellen und Nachbilden von Images, also ‚Abbildern‘ von ganzen Festplatten oder Partitionen. In GHOST wird ein Image verwendet, das schon einige der von LfU-Mitarbeitern benutzte Voreinstellungen ‚eingebaut‘ hat. Nach Abschluss des Ladens des Images auf die jeweilige Festplatte startet der Rechner neu und greift vor der Anmeldung auf eine Datei auf dem Diskettenlaufwerk zu, die SYSPREP heißt. Diese wird ausgelesen und beinhaltet verschiedene Details wie z.B. den Rechnernamen. Dieser muss vorher per Hand in die

jeweilige SYSPREP-Datei eingesetzt werden.

Inzwischen wurde entschieden, direkt auf Office XP anstatt Office 2000 umzustellen. Die Installation von Office XP wird mit Hilfe von Novell Application Launcher und ZEN Works automatisiert werden. Hier zeigt sich der Vorteil von XP besonders bei der Outlook-Installation. Viele Einstellungen (speziell Dienste wie ‚Persönliches Adressbuch‘ etc.) können vorab in das automati-

sche Setup mit aufgenommen werden, was selbst bei Outlook 2000 noch nicht möglich war.

Die eigentliche Migration erfolgte, nach Organisationseinheiten gestaffelt, bis zum Jahresende. Dies ist möglich, da die Koexistenz zwischen WindowsNT/Office 97 und Windows 2000/Office XP gegeben ist.

Diana Bagger

Natur und Landschaft auf dem Bildschirm – Informationstechnik für den Naturschutz

Ausgangslage

Lange Zeit führte die IuK-Technik im Bereich von Naturschutz und Landschaftspflege ein „Mauerblümchen-Dasein“. Zwar gab es bereits Anfang der 80er Jahre spezielle Fachanwendungen, wie beispielsweise ein Fundortkataster zum Vorkommen von Mollusken (Schnecken), erstellt durch die Universität Heidelberg; auch existierten verwaltungsorientierte Anwendungen bei den Bezirksstellen für Naturschutz und Landschaftspflege (IuK-BNL) und bei der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU), z.B. für die landesweite Biotopkartierung, dennoch blieben solche Verfahren entweder nur sektoral beschränkt auf Verwaltungsaspekte und wichtige Rechtsverfahren oder sie bezogen sich räumlich begrenzt auf einzelne Schutzgebiete oder Artengruppen. In Einzelprojekten wurde teilweise auf hohem technischem Niveau gearbeitet, wie etwa bei Populationsuntersuchungen von mit Peilsendern ausgestatteten Rebhühnern oder bei Satellitenbilddauswertungen zur Entwicklung von Pflanzengesellschaften im Federseemoor.

Jedenfalls gab es, im Gegensatz etwa zur Wasserwirtschaftsverwaltung, im Natur-

schutz erst recht spät Bestrebungen, flächendeckend für das Land einheitlich strukturiert Arten- und Gebietsdaten zu erheben. Ein möglicher Grund für die oft uneinheitliche Vorgehensweise liegt in den historischen Wertvorstellungen im Naturschutz, nach denen es als vorrangig galt, die regional und artenspezifisch bedeutsame Seltenheit und Vielfalt zu beschreiben, um diese zu erhalten. Inzwischen ist ein deutlicher Wandel vom Objektschutz zur großflächigen Betrachtungsweise erkennbar.

Bereits 1975 wurde mit der Einführung der Eingriffsregelung und der Landschaftsplanung in das Naturschutzgesetz auch der Bedarf nach „querschnittsorientierten Instrumentarien zur Erhaltung und Entwicklung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes“ formuliert. Die LfU hat diesen Anforderungen, etwa durch die Bereitstellung eines so genannten Datenschlüssels der Naturschutzverwaltung Baden-Württemberg, Rechnung getragen.

Deutlich wurde, dass nur durch die Schaffung einheitlicher Kartieranleitungen, Datendefinitionen und Regelwerke qualifizierte und damit fachlich und rechtlich belastbare Daten für ein „koordiniertes, fundiertes und einheitliches Verwaltungs-

handeln im Naturschutz“ (so die Forderung einer Organisationsuntersuchung) bereitzustellen sind. Diese Anforderung war durch die Beachtung von Standards und Regeln bei allen betroffenen Anwendern und ihrer Umsetzung in gemeinsam benutzte Software zu erfüllen.

Stand der Entwicklungen

Das Informationstechnische Zentrum (ITZ) der LfU ist in seiner Funktion als Entwicklungsstelle sowohl bei der Verfahrensentwicklung für die Wasserwirtschaftsverwaltung in der Zuständigkeit des Ministeriums für Umwelt und Verkehr (UVM) als auch in die vom Ministerium Ländlicher Raum (MLR) verantworteten Verfahren des Naturschutzes gleichermaßen eingebunden. Dadurch wird es möglich, die Anforderung des ressortübergreifenden Umweltinformationssystems (UIS) nach „durchgängiger Integration von Daten und Werkzeugen“ in idealer Weise zu erfüllen.

Das im Rahmen des LuK-Verbunds Landkommune für den Aufgabenbereich Wasser, Abfall, Altlasten und Boden eingesetzte Informationssystem WAABIS wurde 1999 vom UVM an die Unteren Verwaltungsbehörden bei den Stadt- und Landkreisen ausgeliefert. Kern dieses Informationssystems ist eine einheitlich strukturierte Datenbank unter dem Datenbankssystem Oracle, in der bereits seit längerem alle wichtigen Umweltobjekte aus den Bereichen Wasser, Boden und Abfall mit ihren Sachinformationen und der genauen Lageinformation (Koordinaten) in einheitlicher Form gehalten werden.

Nach diesem Vorbild wurden die ursprünglich auf einzelne Dienststellen und Aufgaben zugeschnittenen Naturschutz-Anwendungen für die Bearbeitung von Schutzgebieten, Biotopen etc. vereinheitlicht und unter Verwendung der in WAABIS entwickelten Programme erweitert. Damit wird es für die Naturschutzverwaltung möglich, über alle Dienststellen hinweg sowohl die „Naturschutz-Objekte“, als auch die „WAABIS-

Objekte“ mit gemeinsamen Werkzeugen zu bearbeiten und zu präsentieren.

Der Vorteil liegt auf der Hand: Unabhängig von der zuständigen Dienststelle – bei Naturschutzgebieten sind dies die Bezirksstellen für Naturschutz und Landschaftspflege (BNL), bei Landschaftsschutzgebieten die Unteren Naturschutzbehörden der Kreisverwaltungen – erhält jeder Anwender Zugriff auf alle aktuellen Daten. Werden etwa zur Durchführung von Gewässerentwicklungsplänen Daten aus der Gewässerkunde benötigt, so stehen diese auch in den Naturschutz-Anwendungen zur Verfügung. Durch einen allgemeinen technischen Datenaustauschdienst werden alle im Vollzug und für Berichtsaufgaben benötigten UIS-Fachdaten zwischen den Dienststellen ausgetauscht (vergleiche Beitrag zu Referenzdatenbank WAABIS).

Im Einzelnen handelt es sich um folgende Daten und Anwendungen:

Schutzgebiete

Mit der Schutzgebieten-Bearbeitung können alle nach dem Naturschutzgesetz festgelegten Schutzgebietstypen (Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, Naturdenkmale etc.) verwaltet werden. Zu jedem Schutzgebiet können umfassende Informationen gespeichert werden. Dies sind beispielsweise Texte zu Verordnung und Würdigung, Verschlagwortung von Verboten und Einschränkungen, Angaben zu Biotoptypen, Arten und Beeinträchtigungen. Weiterhin können die Flurstücksnummern der betroffenen Gebiete erfasst werden.

Biotopkartierung nach Naturschutzgesetz § 24a

Die LfU hatte den Unteren Naturschutzbehörden zur Datenverarbeitung der Biotopkartierung nach § 24a bereits seit 1993 eine Anwendung mit Datenbank zur Verfügung gestellt. Mit diesem Programm konnten die rechtlich definierten Bio-

toptypen, Artendaten sowie beschreibende Texte zum Gebiet und z.B. zu den erforderlichen Schutzmaßnahmen erfasst und die Daten zur LfU übertragen werden. Diese Software wurde inzwischen durch eine dem Stand der Technik entsprechende Version mit Kartendarstellung fortgeschrieben. Eine hilfreiche Komponente stellt das „Berichtssystem“ dar, mit dem alle benötigten Berichtsfomulare (so genannte „Reports“) und auch Flächenstatistiken vom Sachbearbeiter automatisch erstellt werden können.

Landschaftspflege

Mit diesem Programmteil aus der Anwendung „Fachinformationssystem Naturschutz“ (FIS Natur) ist die Verwaltung von Landschaftspflegemaßnahmen in und außerhalb von Schutzgebieten möglich. Erfasst werden können wesentliche Sachinformationen von den in Pflegeplänen vorkommenden Biotoptypen, geplante Maßnahmen sowie die betroffenen Flurstücksnummern. Auch das gesamte vertragliche Pflegemanagement wie die Vertragsabwicklung und das Controlling kann hiermit unterstützt werden.

Grunderwerb

Hiermit können Informationen zu den von Naturschutzmaßnahmen betroffenen Grundstücken bearbeitet werden. Wesentliche Möglichkeiten sind die Verarbeitung von Angaben zu Kauf oder Pacht sowie zu sonstigen vertraglichen Regelungen. Vorgesehen ist zudem eine Funktion zur haushaltstechnischen Abwicklung der Maßnahmen.

Artenerfassung

Mit der bestehenden Teilanwendung aus FIS Natur ist die Erfassung von Artenfunden in Schutzgebieten und Pflegeflächen möglich. Derzeit wird ein Zusatz für ein spezielles dezentral einsetzbares Artenerfassungsmodul entwickelt, das die Kartierung und Aufnahme von circa 15 Artengruppen (höhe-

re Pflanzen, Flechten, Vögel, Fledermäuse, Libellen etc.) ermöglicht. Damit sollen Artenkartierer ihre Artenfunde erfassen und digital (z.B. auf Diskette) an die Auftraggeber in der Naturschutzverwaltung weitergeben können. Diese Daten können anschließend über eine Schnittstelle in das Artenmodul der FIS Natur übernommen werden.

Alle Komponenten ermöglichen eine digitale Kartierung auf Grundlage von topographischen Karten oder von Liegenschaftsdaten.

Beispiele für Karten und Anwendungen

Die bislang überwiegend zentral bei der LfU oder den BNL verfügbaren Daten wurden bereits über mehrere Wege innerhalb der Naturschutzverwaltung bis hin zur Öffentlichkeit verteilt.

Mit insgesamt 8.000 Exemplaren der CD „NATURA 2000“ wurden alle im Rahmen des Konsultationsverfahrens Beteiligten Mitte 2000 über die vorläufigen und Anfang 2001 über die endgültigen an die EU gelieferten Abgrenzungen der Flora-Fauna-Habitat- und Vogelschutzgebiete informiert.

Hierzu wurden die Topographischen Karten 1:25.000 von Baden-Württemberg in einer komprimierten Form auf einer CD zusammengestellt. Mit einem marktüblichen kostenfreien Browser (Netscape, MS-Explorer) können gewünschte Kartenausschnitte mit den zugehörigen Schutzgebieten am Bildschirm dargestellt und ausgedruckt werden. Durch „Anklicken“ der Flächen können relevante Textinformationen mit den EU-Bestimmungen zu den vorkommenden geschützten Tier- und Pflanzenarten sowie zu den Habitaten (Lebensräumen) angezeigt werden. Auch der Ausdruck von Karten an einem einfachen DIN-A4-Farbdrucker ist damit möglich.

Für eine weitergehende Nutzung und Auswertung von Karteninformationen wurde Mitte 1999 eine CD-Version eines „Geographischen Informationssystems“ kurz: GIS, an alle Naturschutzbeauftragten und zuständigen Ökologen der Kreise verteilt.

Mit Schulungen in allen Regierungsbezirken wurden die Anwender in die Lage versetzt, ihre Aufgaben, wie die Bewertung von Eingriffsmaßnahmen oder die Erarbeitung von Vorschlägen zur Ausgleichsregelung, an ihrem PC vor Ort zu erledigen.

Grundlage für eine effektive Unterstützung beim Vollzug sind einfach handhabbare GIS-Werkzeuge (so genannte Viewer), die für ein Planungsgebiet alle wesentlichen Naturschutzinformationen wie Schutzgebiete und Artenfundorte zusammen auf unterschiedlichen Kartengrundlagen präsentieren. Ist zur gemeinde- oder kreisweisen Übersichtsdarstellung etwa aller Naturdenkmale noch eine Präsentation im Maßstab 1:25.000 geeignet, so muss zur sachgerechten Bewertung etwa eines Heckenbiotops eine Hintergrundinformation auf Basis der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) und zusätzlich möglichst hochauflösender Ortho-Luftbilder hinterlegt werden. Auch die einfache Suche von

Planungsobjekten ist möglich: Durch Eingabe einer Gemarkung und einer Flurstücks-Nummer wird direkt auf die betroffene Parzelle „gezoomt“, und dafür die wichtigsten Informationen angezeigt.

Als Ergänzung zu den mitgelieferten Daten kann beispielsweise ein Naturschutzbeauftragter direkt eigene Gebietsabgrenzungen und Notizen, z.B. als Ergebnis einer Ortsbegehung abspeichern. Mit einem „Mausklick“ auf ein gewünschtes „Gebiets-Objekt“ erhält er alle dazu verfügbaren Informationen. Abbildung 1 zeigt einen Bildschirmausdruck aus FIS Natur mit Informationen über das Schutzgebiet „Fritschlach“. Zusätzlich zu den Text- und Karteninformationen können inzwischen auch zugeordnete Fotos aus einem in Aufbau befindlichen digitalen Bildarchiv angezeigt werden.

Über den Viewer sind aber auch andere Themenbereiche für einen Sachbearbeiter er-

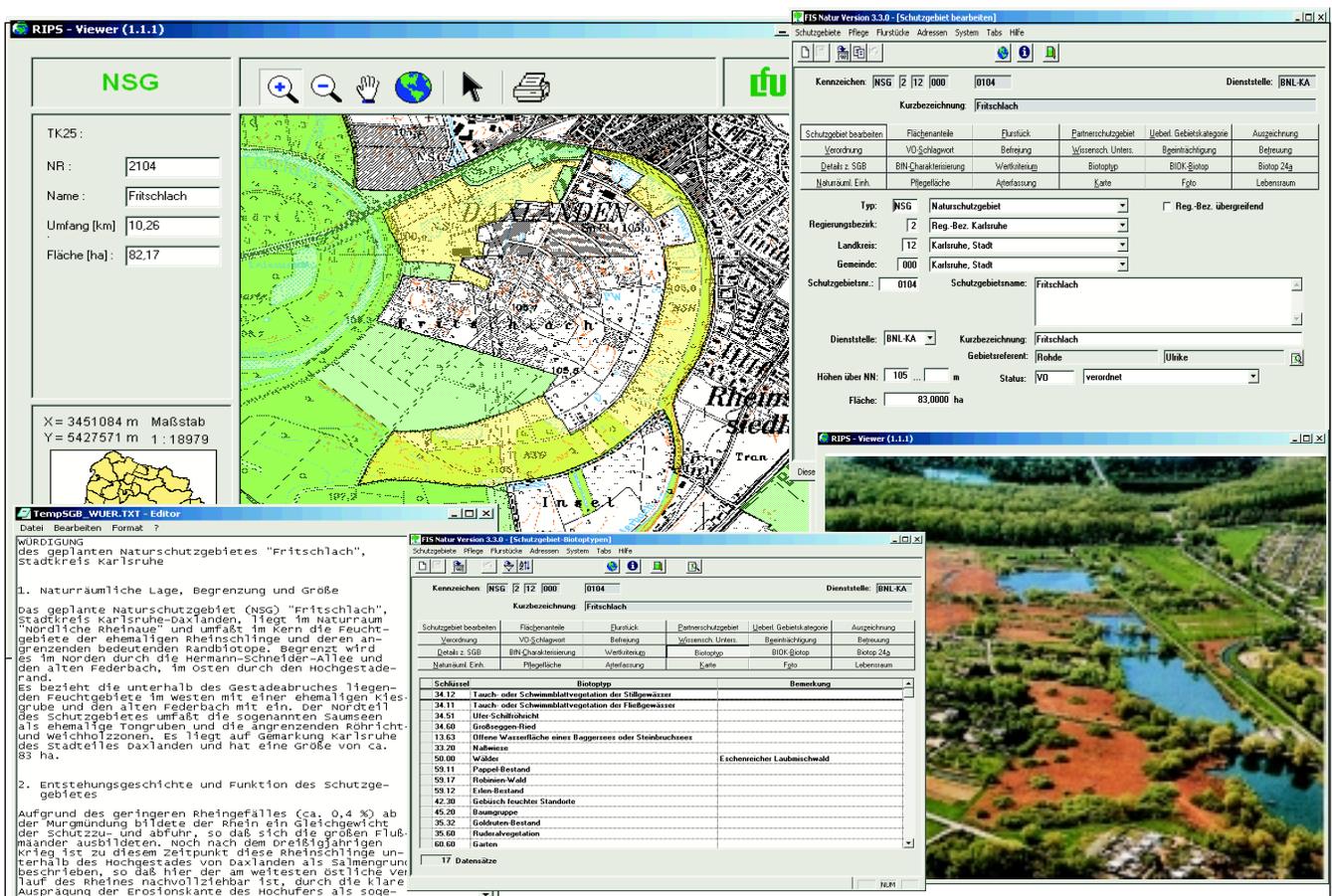


Abb. 1: Bildschirmauszug aus der aktuellen Anwendung FIS Natur mit angebandenem Bildarchiv

schließbar. So ist es für die Bewertung eines Feuchtgebiets wichtig, auch Informationen über die Grundwasserstände oder benachbarte Altlastenstandorte zu erhalten. Auch diese Daten aus anderen Themenbereichen können mit der neuen durchgängigen „UIS-Architektur“ der im Land-Kommune-Verband eingesetzten Programme verfügbar gemacht werden, ohne dass hierfür vertiefte technische Kenntnisse benötigt werden.

Ausblick

Die angeführten und bereits Realität gewordenen Beispiele zeigen, welche Möglichkeiten sich durch Verbundanwendungen für den Naturschutz, aber auch für alle anderen betroffenen Fachverwaltungen ergeben. Die LfU steht in engem Kontakt mit den Betreibern der großen GIS-Anwendungen FOGIS bei der Forstverwaltung und GISELa bei der Landwirtschaft. Durch die Nutzung standardisierter Austausch-Schnittstellen könnten künftig z.B. alle Flächen aus verschiedenen Förderprogrammen (SchAIVo, MEKA) aktuell in einer einheitlichen Präsentation mit den Pflegeflächen und Schutzgebieten eines Landkreises dargestellt werden. Damit könnten z.B. Antragsverfahren für Landwirte sehr effizient unterstützt werden.

Im Mai 2001 wurde eine wichtige Vereinbarung zwischen dem MLR einerseits, dem Städtetag und dem Landkreistag andererseits zur Entwicklung landesweit einheitlicher Verfahren für die Unterstützung der Aufgabenerledigung im Bereich Naturschutz und Landschaftsschutz getroffen. Darin werden die Stadt- und Landkreise durch die kostenfreie Bereitstellung von Software einschließlich der zugehörigen Schulung unterstützt und die Weiterentwicklung der Konzepte und Programme zugesagt. Diese Vereinbarung bildet die Grundlage für einen

zu etablierenden qualifizierten Datenaustausch zwischen den Naturschutzdienststellen, der für eine effektivere und wirtschaftlichere Aufgabenerledigung sorgen soll.

In einer weiteren Vereinbarung vom Juni 2001 zwischen dem UVM und dem Landkreistag wurde die einheitliche Nutzung der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) festgelegt. Bereits 2001 erhielten alle Naturschutzdienststellen einen auf Landkreisebene aufbereiteten und in die vorhandenen Programme integrierten Datenbestand der ALK. Da alle rechtsrelevanten Planungen vor allem nach dem Baugesetzbuch §1 mit der Eingriffs-Ausgleichsregelung und einem damit verbundenen Ökokonto auf Grundlage der ALK erfolgen, erfahren leistungsfähige GIS- und Kartografieanwendungen zunehmende Bedeutung für die Verwaltungen und die Öffentlichkeit.

Es bleibt zu hoffen, dass mit der stärkeren Einbindung der Unteren Naturschutzbehörden in den UIS-Verband die neuen IuK-Techniken auch effizient für die tägliche Arbeit genutzt werden. Die Ziele eines nachhaltigen Naturschutzes können innerhalb der gesetzlichen Rahmenbedingungen etwa durch beschleunigte Eingriffs- und Ausgleichsverfahren, Erstellung von qualifizierten Landschaftspflegeplänen oder integrierten Artenschutzprogrammen und deren Einbindung in die Landschaftspläne sicher wirksam umgesetzt werden. Die LfU ist bemüht, alle Anwender in der Naturschutzverwaltung mit den bestmöglichen Werkzeugen und qualifizierten Grundlagendaten weiter bei dieser wichtigen Arbeit zu unterstützen.

Manfred Müller

Mit Ariadne im Cyberspace – Wegweiser im Labyrinth der Umweltinformationen

In der Fülle von vernetzten Informationen im Internet sind Orientierungshilfen, Wegweiser und Suchmöglichkeiten dringend notwendig, damit die Nutzer diejenigen Informationen finden, die Antworten auf ihre Fragen geben. Wie aus Ariadnefäden geknüpft muss man sich Informationsnetze mit ihren Portalen vorstellen, die durch das Labyrinth der Informationen führen. Da die Netze wiederum untereinander verknüpft sind, ergibt sich eine dritte Dimension, die ein räumliches Labyrinth aufspannt, das oft als Cyberspace bezeichnet wird. Schon dieses Bild übersteigt das Vorstellungsvermögen, deshalb ist es kein Wunder, dass der Ausdruck „lost in cyberspace“ so verbreitet ist.

Die gezielte Suche nach Informationen im Internet, das Sichten und Zusammenführen ist eine anspruchsvolle Tätigkeit, die bereits wie Lesen und Schreiben als neue unverzichtbare Kulturtechnik angesehen wird. Das neue Berufsbild des Informationsbrokers umfasst die Informationsrecherche als Serviceleistung. Es gibt inzwischen Firmen, die sich ausschließlich mit der elektronischen Recherche nach Informationen beschäftigen. Fachleute behaupten sogar, dass jeder, der die Recherchetechniken nicht beherrscht und nicht nutzt, im Wettbewerb um gute Ausbildung und gute Jobs den Anschluss verlieren wird, vergleichbar mit Analphabeten in der Welt.

Auch die Umweltverwaltung nutzt Recherchetechniken, um die täglichen Aufgaben schnell und effizient zu erledigen. Andererseits muss die Verwaltung auch ihr Internet-Angebot an Umweltinformationen recherchierbar machen und die Techniken dafür bereitstellen.

Das Informationsangebot zum Thema Umwelt wird in Baden-Württemberg zum überwiegenden Teil von der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) bereitgestellt. Die LfU ist seit 1996 zusammen mit dem

Ministerium für Umwelt und Verkehr (UVM) online im Internet und im Landesintranet vertreten. Das Angebot umfasst inzwischen circa 40.000 Webseiten, davon sind circa 25.000 auch im Internet für die Öffentlichkeit zugänglich.

Ein so umfangreiches Angebot muss übersichtlich strukturiert sein und möglichst einheitliche Zugangswege zu den Informationen bereitstellen (Navigation). Dennoch reicht bei zunehmender Informationstiefe eine gute Strukturierung nicht mehr aus, da die Wege zu den Informationen trotzdem zu lang sind („3-click-Regel“: mit 3 Links am Ziel). Dann muss ein direkter Weg bereitgestellt werden, der den Inhalt des Angebots nach verschiedensten inhaltlichen Gesichtspunkten erschließt. Das wird mit Suchmaschinen und Portalen erreicht.

Portale und Suchmaschinen

Suchmaschinen stellen eine Suchfunktion bereit, die über eine zuvor angelegte Verweisliste (Index) von Stichworten direkt auf die Informationen zugreifen kann. Die Suchfunktion selbst wird häufig als Suchmaschine bezeichnet, eigentlich umfasst der Begriff aber auch die Software, die den Index anlegt und die Suchbegriffe interpretiert. Die schnellste Suchmaschine im Internet ist derzeit Google (<http://www.google.de>) mit etwa 1 Milliarde indizierter Webseiten.

Wenn zusammen mit der Suchfunktion auch noch eine strukturierte Sammlung von Schlagworten („Katalog“) angeboten wird, dann spricht man von einem Portal. Als Portal mit einem umfangreichen Katalog ist Yahoo (<http://www.yahoo.de>) bekannt.

Alle Suchmaschinen im Internet erfassen insgesamt weniger als die Hälfte der dort vorhandenen Informationen.

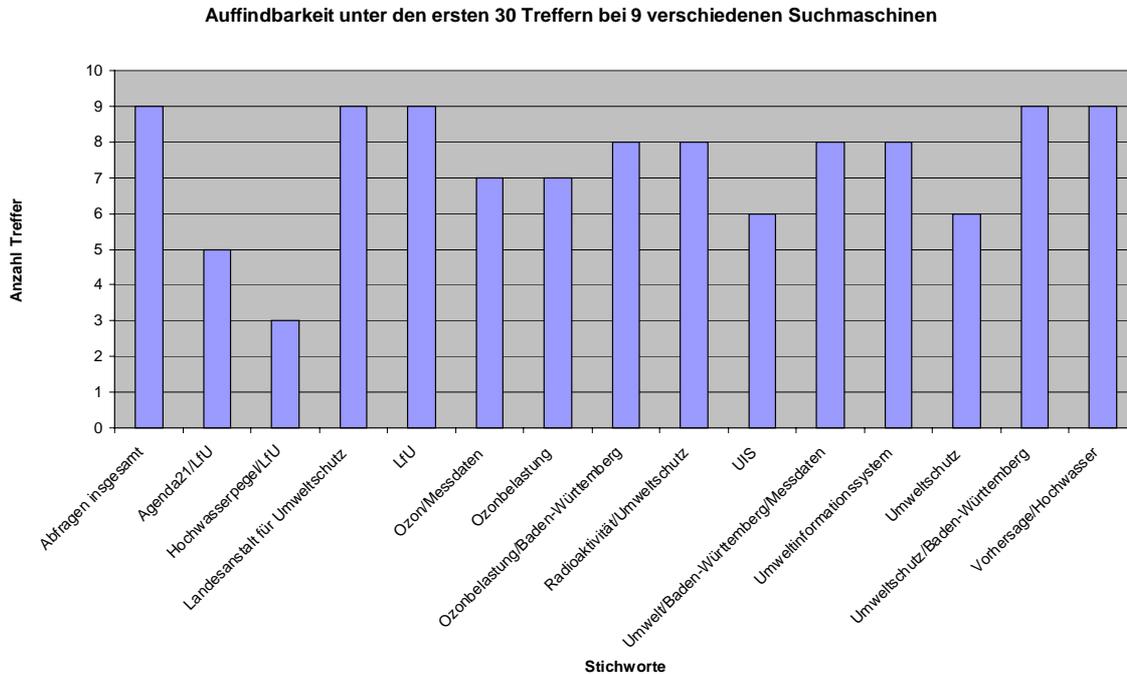


Abb. 1: Ergebnisdiagramm LfU in den Suchmaschinen (yahoo, lycos, altavista, google, fireball, eule, metager, metaspinner, hotbot) bei Suche mit Umweltbegriffen. Bei Angabe mehrerer Begriffe wurde mit UND-Verknüpfung gesucht.

Für die LfU ist wichtig, dass ihre Umweltinformationen über solche allgemeinen Portale und Suchmaschinen gefunden werden können. Leider ist der Einfluss darauf nur sehr gering und das Ergebnis häufig unbefriedigend. Eine systematische Analyse im Jahre 2001 ergab zwar für eine Stichprobenauswahl von Suchworten eine zufrieden stellende Verteilung der Position von LfU-Informationen in den Trefferlisten. Eine Verbesserung der Positionierung ist aber leider gar nicht oder nur durch unverhältnismäßig hohen Aufwand zu erreichen, da die Suchmethoden nur unzureichend offen gelegt oder von kommerziellen Gesichtspunkten gesteuert werden. Die Kataloge in den Portalen werden von eigenen Redaktionsteams erstellt und gepflegt. Außer einer Anmeldung hat man auf die Einordnung in die vorhandene Katalogstruktur keinerlei Einfluss. Hier muss die LfU darauf zählen, dass die Qualität des gemeldeten Angebots geprüft wird und letztlich überzeugt. Das war z.B. beim Portal Lycos (<http://www.lycos.de>) der Fall, das die LfU-Homepage im Jahre 2001 mit einer Qualitätsauszeichnung versehen hat.

Deutsche Umweltportale

Um die Recherchemöglichkeiten nach Umweltinformationen in Deutschland für die Öffentlichkeit zu verbessern, wurden in den letzten Jahren zwei Umweltportale der Umweltbehörden entwickelt: Das Umweltinformationsnetz Deutschland GEIN (German Environmental Information Network) und der Umweltdatenkatalog Deutschland (V-UDK für Virtueller UDK). Es ist geplant, beide Portale mittelfristig noch enger als bisher zu verknüpfen und langfristig zu einem Portal zusammenzuführen.

Der Umweltdatenkatalog Deutschland ist ein zentraler Zugang, der in allen Umweltdatenkatalogen der Bundesländer suchen kann. Der Umweltdatenkatalog in Baden-Württemberg (UDK) wird für den zentralen Nachweis von Umweltinformationen für die Umweltdienststellen des Landes konsequent eingesetzt und wurde im Jahresbericht 1998/99 ausführlich beschrieben. Er steht für den V-UDK im Internet in vollem Umfang zur Verfügung.

Mit GEIN (<http://www.gein.de>) wurden im Jahr 2000 erstmals Internet-Angebote zu Umweltinformationen von Bund und Län-

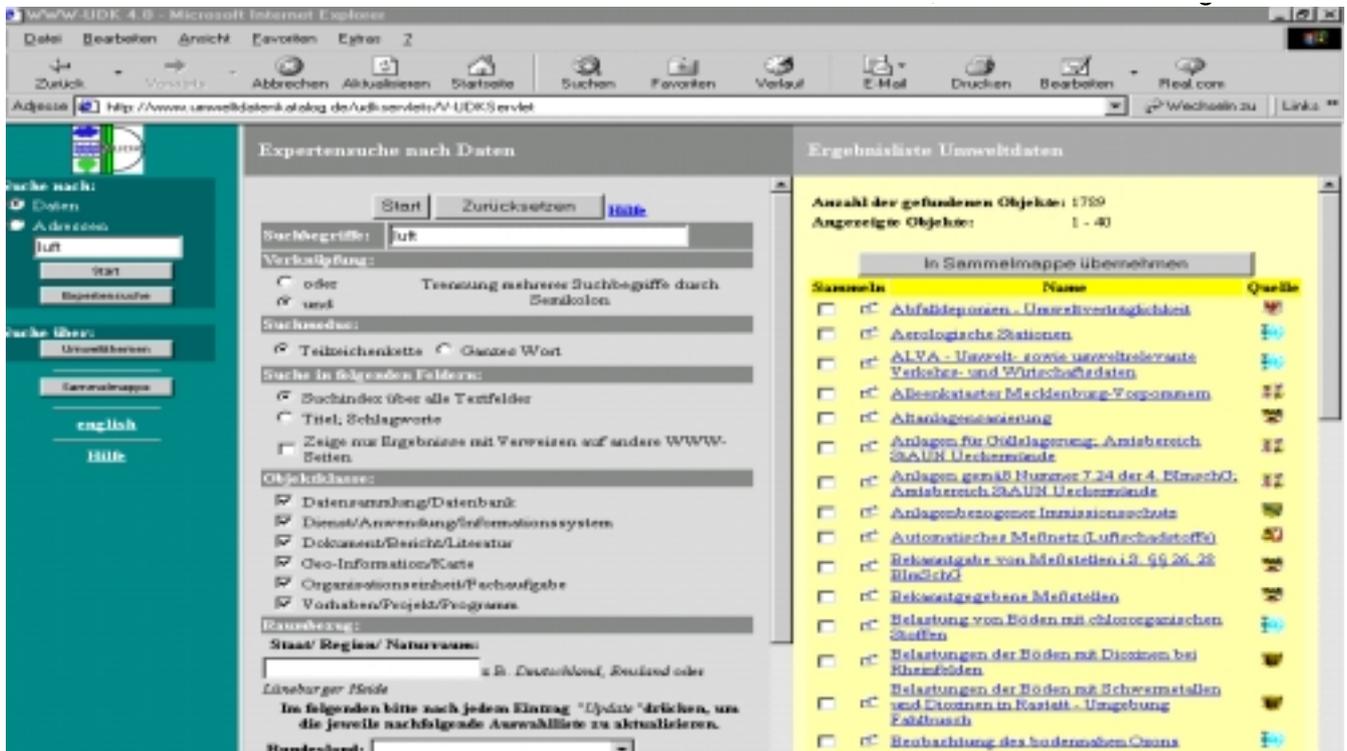


Abb. 2: Umweltdatenkatalog Deutschland (V-UDK)

dem vernetzt und über eine zentrale Verteilerstelle recherchierbar gemacht. GEIN stellt für die Nutzer mehrere Suchfunktionen bereit und bietet für die Informationsanbieter Werkzeuge und Schnittstellen an, um die lokalen Angebote für GEIN verfügbar zu machen. Der Nutzer braucht jetzt nicht mehr in allgemeinen Portalen und Suchmaschinen mühsam nach Umweltinformationen zu suchen, sondern hat ein zentrales Portal, das ausschließlich umweltbezogene Informationen bereitstellt. Jeder Informationsanbieter hat selbst Einfluss auf die Präsentation seines Angebots in GEIN, da die Arbeitsweise von GEIN in einem Bund-Länder-Arbeitskreis festgelegt wurde und daher bekannt ist.

Das gesamte recherchierbare Informationsangebot in GEIN umfasst derzeit circa 120.000 Webseiten von 80 Behörden in Bund und Ländern und bietet zusätzlich die Möglichkeit, Inhalte aus Datenbanken über eine spezielle Schnittstelle (XML) einzusehen, was bei den allgemeinen Portalen und Suchmaschinen bisher nicht möglich ist.

Für den Zugang zu den Umweltinformationen in Baden-Württemberg stellt die LfU

zusätzlich zu dem UDK Baden-Württemberg eigene Portale und Suchmaschinen bereit, die das Gesamtangebot im WWW (Intranet und Internet) erschließen.

Das Portal Umwelt enthält einen Katalog von Umweltschlagworten, der genau dem Katalog in GEIN entspricht. Es handelt sich um die gleichen Umweltklassen, die auch im UDK bereits verwendet werden, da Einheitlichkeit für die Wiedererkennung von großem Vorteil ist. Sämtliche Umweltinformationen von Behörden im Land sind über dieses Portal zu finden. Zusätzlich werden ausführliche Informationen zu den Entwicklungen des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg (UIS) angeboten. Die Seiten für jede Umweltklasse sind auch zugleich die Portalseiten, die im GEIN-Katalog zu einer Umweltklasse für alle Länder und Bundesbehörden zu finden sind. Als Suchmaschine verwendet die LfU eine frei verfügbare Software, die auch in der Volltextsuche in GEIN genutzt wird. Die Suchmaschine stellt sowohl im Intranet als auch im Internet einen Index über alle entsprechenden Angebote des UVM-Geschäftsbereichs bereit, der täglich aktuali-

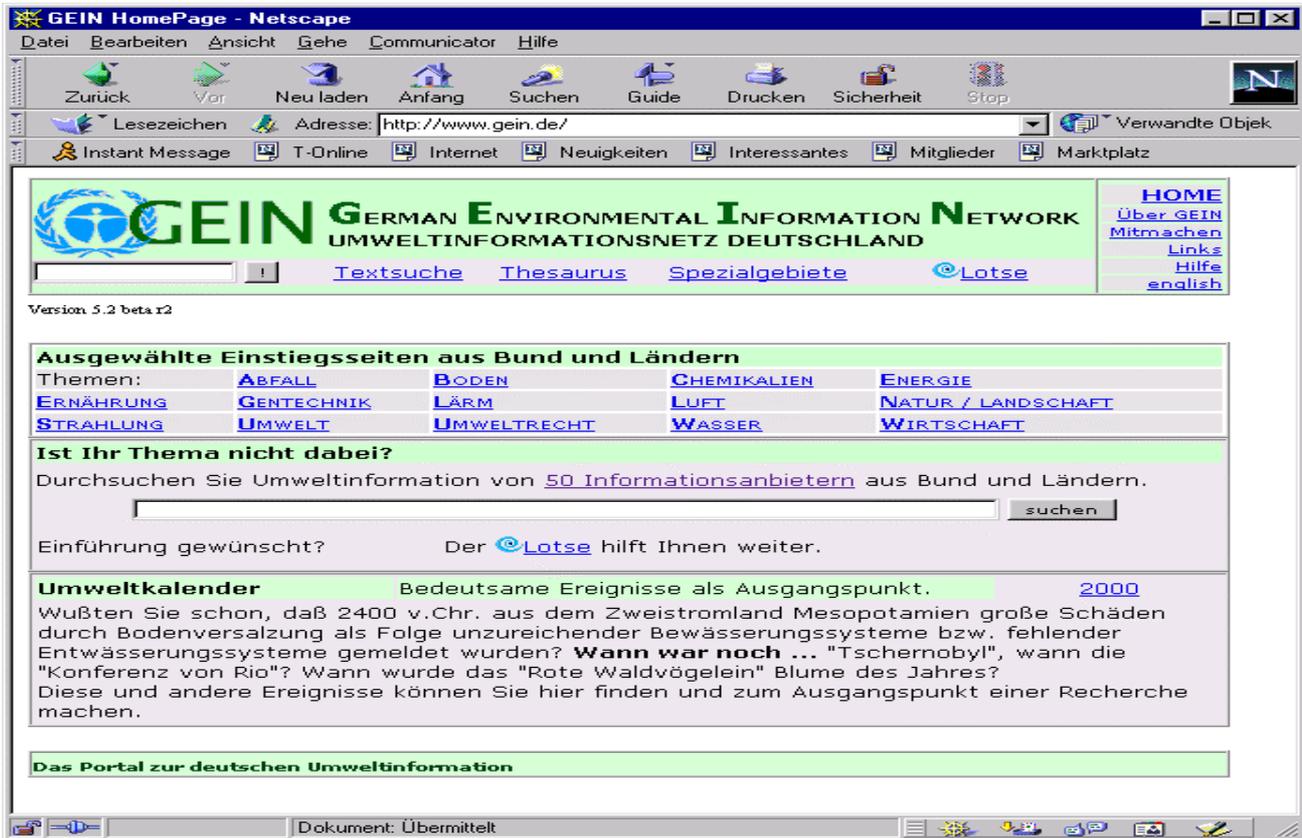


Abb. 3: Startseite von GEIN: Die LfU vertritt Baden-Württemberg bei der Entwicklung von GEIN und koordiniert die Bereitstellung der Informationsangebote von bisher drei Informationsanbietern im Land. Weitere Informationsanbieter aus der Umweltverwaltung werden hinzukommen.



Abb. 4: Portal Umwelt des UIS Baden-Württemberg

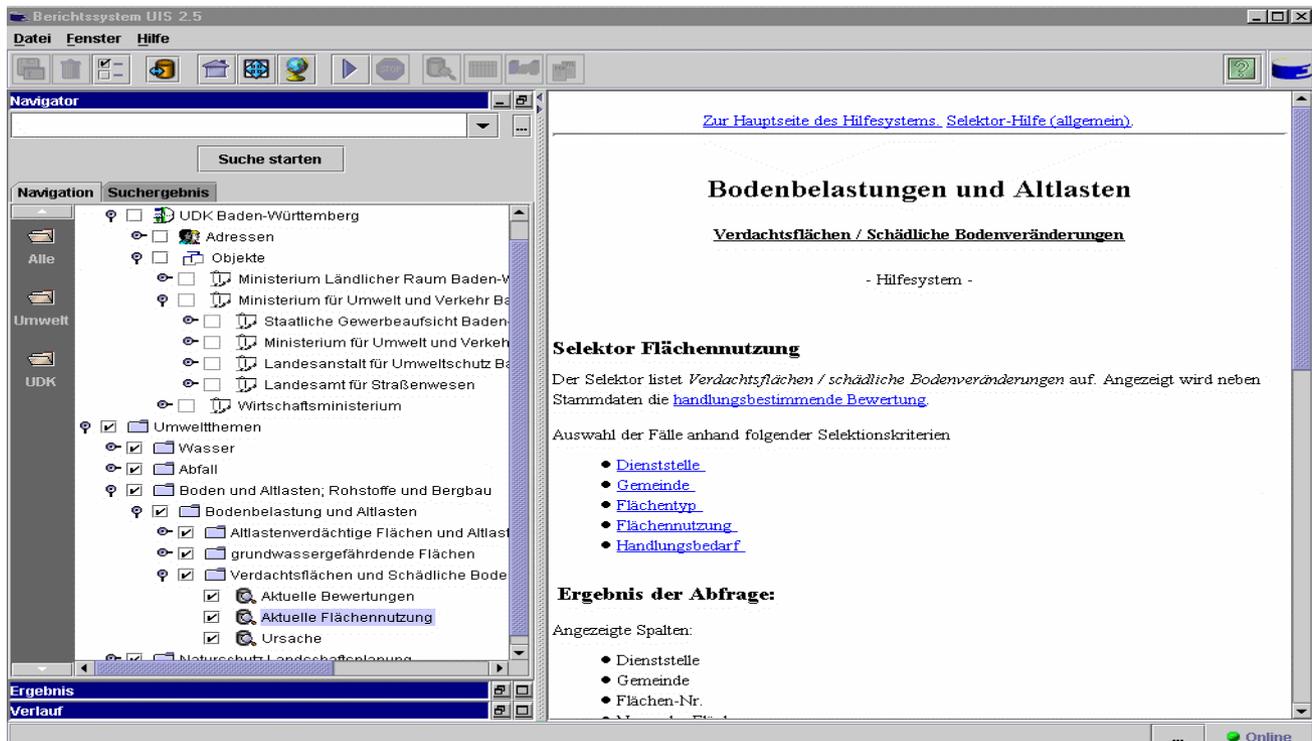


Abb. 5: Beispiel Suche nach einem Umweltdatenbestand mit dem Navigationsdienst des UIS-Berichtssystems

siert wird. Die Suchfunktion ist in die Homepages von UVM und LfU integriert und wird im Portal Umwelt verwendet. Zusätzlich wird sie im Intranet-Portal des Geschäftsbereichs für Land und Kommunen genutzt (abgebildet in Koch, A., „Umweltinformation für das Landesintranet“, Abb. 2). Mit den Portalen und mit der LfU-Suchmaschine können nur statische Webseiten erschlossen werden. Den Zugang zu den Daten in den Umweltdatenbanken des Landes liefert der Navigationsdienst des UIS-Berichtssystems, der bisher ausschließlich im Intranet verfügbar ist. Damit wird ab dem Jahr 2003 die Aarhus-Konvention, die den Zugang zu Umweltdatenbanken für die Öffentlichkeit fordert, auch in Baden-Württemberg erfüllt werden können.

Ariadnes Strategie

Die geschilderten Aktivitäten der LfU sind Bausteine einer Strategie, die für eine gute Auffindbarkeit des Umweltangebots des Landes im Internet und im Landesintranet sorgt. Die LfU stellt damit Ariadnefäden bereit, mit denen die Nutzer sich durch das Labyrinth der Umweltinformationen aus Baden-Württemberg schnell und effizient bewegen können, ohne die Orientierung zu verlieren. Eingängige Serveradressen für die Homepages sind dabei ebenso wie Portale mit ihren Katalogen und Suchfunktionen als Einstiegspunkte unverzichtbar. Die optimale Einbindung in übergreifende Informationsnetze und Portale wie GEIN und V-UDK stellt sicher, dass Nutzer auch ohne tiefere Kenntnis der föderalen Struktur oder der Behörden in Deutschland Umweltinformationen finden.

Renate Ebel

Ihre Mail auf Wanderschaft – die Mailwege im Geschäftsbereich des UVM

Erika Maier (Name frei erfunden) ist interessiert an Umweltinformationen aus Baden-Württemberg. Sie möchte dazu mit der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) in Karlsruhe Kontakt aufnehmen. Natürlich könnte sie das per Telefon oder Fax erledigen, könnte auch einen Brief schreiben. Erika Maier hat jedoch einen PC mit Internetanschluss und möchte ihre Frage per E-Mail an die LfU schicken.

Wie erreicht sie die LfU – die E-Mail-Adressen

Erika Maier hat schon öfter E-Mails versandt, jedoch noch nie an die LfU. Ihr liegt eine Broschüre der LfU vor, darauf ist die E-Mail-Adresse vermerkt. Sie lautet:

poststelle@lfuka.lfu.bwl.de

Vielleicht hat sie auch die LfU auf ihrer Internet-Seite (<http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de>) besucht und dort die Adresse gefunden. Oder sie hat im E-Mail-Adressbuch für Baden-Württemberg (<http://www.email.baden-wuerttemberg.de>) gesucht. Dort sind neben der LfU weitere circa 1.850 Institutionen mit ihrer E-Mail-Adresse vertreten.

Die Zustellung einer E-Mail erfolgt anhand einer Adresse, die aus einem Kürzel oder einem Namen zur Identifizierung des Adressaten (in unserem Fall „Poststelle“), dem Zeichen @ (at, englisch: bei) und der Adresse des Rechners oder der Organisation besteht, wohin die E-Mail zugestellt werden soll (in unserem Fall wiederum: „lfuka.lfu.bwl.de“). Über den Mail-Server des Online-Providers von Erika Maier wird die E-Mail ins Internet geleitet.

Die Basis – Das Internet und das Landesverwaltungsnetz

Die E-Mail von Erika Maier geht nun auf Wanderschaft durch das Internet und landet

schließlich im Landesverwaltungsnetz Baden-Württemberg.

Beim Internet handelt es sich um einen weltweiten Verbund unterschiedlicher Computer, die durch Datenleitungen miteinander verbunden sind, meistens einfachen Telefonleitungen. In Deutschland können das digitale ISDN-Anschlüsse oder auch analoge Modemanschlüsse sein. Jeder Internet-Provider unterhält mindestens eine Telefonleitung, die permanent bestehen bleibt. Solche Fest- oder Standleitungen verbinden die Provider untereinander.

Im Internet gibt es zwei Protokolle: Das Internet Protocol (IP) und das Transmission Control Protocol (TCP). Das Internet Protocol teilt die Daten in einzelne Pakete auf, die mit einem Kopf (Header) versehen sind, in dem die Adresse des Empfängers steht. Das Transmission Control Protocol ist für die korrekte Zustellung der Daten verantwortlich. Fehler können sein: Datenpakete gehen verloren, Pakete kommen in falscher Reihenfolge an. TCP nummeriert die einzelnen Pakete, die beim Empfänger in der richtigen Reihenfolge zusammengesetzt werden. Da beide eine Einheit bilden, nennt man sie kurz TCP/IP. Aus alledem ergibt sich eine Definition des Internets: Es ist die Gesamtheit aller Netzwerke, die mit TCP/IP arbeiten und miteinander in Verbindung stehen.

Das Landesverwaltungsnetz Baden-Württemberg, abgekürzt LVN, ist ein eigenständiges, vom Internet durch eine so genannte Firewall abgeschottetes Netz (Intranet). In ähnlicher Weise sind z.B. die deutschen Universitäten untereinander mit einem eigenen Hochgeschwindigkeitsnetz verbunden (Wissenschaftsnetz). Auch Firmen vernetzen ihre eigenen Unternehmensteile miteinander und bilden so eigenständige Netze (Intranet). Das Landesverwaltungsnetz (LVN) ist über Provider mit dem Internet

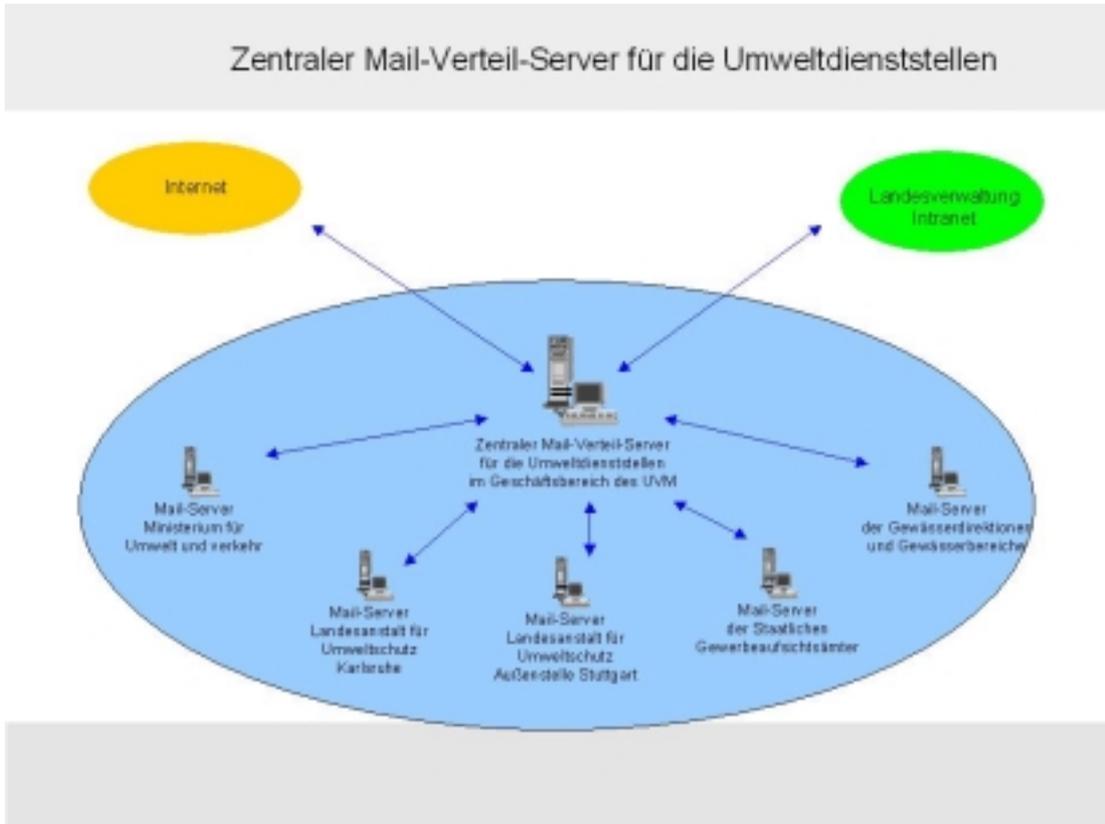


Abb. 1: Zentraler Mail-Verteil-Server

verbunden. Ein Rechner des Providers erkennt an der Adresse „bwl.de“, dass die E-Mail von Frau Maier ins LVN Baden-Württemberg geleitet werden soll.

Der Zentrale Mail-Verteil-Server für die Umweltdienststellen im ITZ Stuttgart

Die Außenstelle Stuttgart der LfU, das Informationstechnische Zentrum Stuttgart (ITZ Stuttgart), betreibt einen zentralen Mail-Verteil-Server für die Umweltdienststellen im Geschäftsbereich des Umweltministeriums. Die E-Mail von Frau Maier wird vom Internet-Provider nun an diesen Mail-Verteil-Server im ITZ Stuttgart übergeben. Hier wird die Mail zunächst auf Viren untersucht, die gegebenenfalls entfernt werden. Der Mail-Verteil-Server im ITZ Stuttgart kennt die lokalen Mail-Server der Landes-Umweltdienststellen. Dazu gehören das Ministerium für Umwelt und Verkehr, die 9 Staatlichen Gewerbeaufsichtsämter, die 4 Gewässerdirektionen mit ihren Gewässerbereichen

sowie die LfU. Aus der von Frau Maier angegebenen E-Mail-Adresse-Endung „lfuka.lfu.bwl.de“ erkennt der Mail-Verteil-Server, dass die E-Mail zur LfU nach Karlsruhe an den dortigen Mail-Server über den LVN-Weg geleitet werden soll.

Das Ziel: ein Postfach auf dem Mail-Server der LfU

Die E-Mail von Erika Maier ist auf dem Mail-Server der LfU angekommen. Auf diesem Mail-Server sind neben den Postfächern der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen der LfU auch etliche organisatorische Postfächer angelegt. Ein solches Postfach besitzt den Namen „Poststelle“ und dient als zentraler elektronischer Posteingang für die LfU, vergleichbar mit der Postanschrift für die herkömmliche Briefpost. In diesem Postfach erscheint die E-Mail von Frau Maier nun im Posteingangs-Verzeichnis. Diese elektronische Poststelle wird mehrmals täglich von Bediensteten der LfU auf neue Posteingänge überprüft. Die E-Mail von Frau Maier wird

entsprechend dem Geschäftsgang der LfU weitergeleitet und bearbeitet.

Versandprobleme und andere Hürden

Frau Maier hat schon öfter E-Mails versendet und auch schon Fehlernachrichten erhalten. Eine solche Nachricht weist darauf hin, dass die E-Mail nicht an die Zieladresse ausgeliefert werden konnte.

Die häufigste Fehlerursache ist eine falsch geschriebene Adresse rechts vom @-Zeichen. Deshalb sollte zunächst überprüft werden, ob dieser Teil der Adresse richtig angegeben wurde. Gibt es diese Adresse nicht, erhält Erika Maier die Fehlernachricht „Host unknown“. Dies bedeutet: die E-Mail konnte den angegebenen Rechner nicht erreichen. Die Fehlernachricht sagt dagegen nichts darüber aus, ob die Empfängeradresse – in unserem Beispiel wäre dies die Poststelle – auf dem Rechner existiert oder nicht.

Die Fehlernachricht „User unknown“ weist darauf hin, dass zwar die Rechneradresse richtig angegeben, der eigentliche Empfänger – in unserem Beispiel wiederum die „Poststelle“ – auf dem Zielrechner unbekannt ist. In diesem Fall muss überprüft werden, ob der Empfängername (links vom @) richtig geschrieben ist. Ist dies der Fall existiert der Empfänger auf dem Zielsystem nicht. Da bleibt wohl nur das Telefon, Fax oder Briefpapier ...

Der Rückweg

Erika Maier erhält nun eine Antwort vom zuständigen Bearbeiter der LfU, die er ebenfalls per E-Mail versendet. Er macht noch gleich eine Kopie für einen Kollegen bei einem Amt, in dessen Bezirk Frau Maier wohnt. Für diese Adresse bietet ihm das LfU-BK-System einige Suchhilfen an, in denen er bereits derzeit eine ganze Reihe von Adressen von Behördenmitarbeitern aus dem ganzen Land findet. Wenn die Antwort mit den beiden Adressen erstellt ist, wird sie zunächst im BK-System der LfU zwischengespeichert. Von dort wird sie an den zentralen Umwelt-Mailserver in Stuttgart weitergereicht. Die Mail für Erika Maier wird an den Internet-Provider übergeben und findet ihren Weg durchs Internet zum Ziel. Anhand der Adresse erkennt nun der zentrale Mailserver, dass die Kopie nicht ins Internet laufen soll, sondern über das Landesintranet an eine Landes- oder Kommunalbehörde. Über das so genannte Testa-Netz sind sogar auch einige andere Bundesländer, der Bund und die EU zu erreichen, ohne das weniger sichere Internet benutzen zu müssen.

Auch hier sind immer wieder Störungen nicht zu vermeiden. Deswegen bewahrt jeder Mail-Server „Seine“ Post so lange auf, bis vom Zielsystem der Empfang bestätigt wird. In aller Regel wird so der Verlust von Mails vermieden, auch wenn es einmal länger dauert. Bei ganz wichtiger Mail sollte sich unser Bearbeiter aber den Eingang vom Empfänger bestätigen lassen – so wie beim guten alten Einschreiben der Briefpost.

Thomas Scherrieble

Veröffentlichungen der LfU 2000/2001

LfU allgemein

25 Jahre LfU. Jahresbericht 1998/99 - 236 Seiten; Karlsruhe 2000; P6-097 JB

Umweltdaten 2000 - 256 S.; Karlsruhe 2000; P6-102 FB - vergriffen

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: Nous œuvrons pour l'avenir de l'environnement - Imagebroschüre in französischer Sprache; 20 S.; Karlsruhe 2000; P9-101 IN

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg: The future in our hands - Imagebroschüre in englischer Sprache; 20 S.; Karlsruhe 2000; P9-107 IN

Agenda 21 und Umweltmanagement

Leitfaden. Indikatoren im Rahmen einer Lokalen Agenda 21 - 79 S., 1 CD-ROM; Heidelberg 2000; P1-030 LF

Prozessorientierte Integrierte Managementsysteme - 62 S.; Karlsruhe 2000; P7-003 LF

Der Weg zu EMAS - 29 S., Anhänge; Karlsruhe 2001; P7-056 LF

Naturschutz und Landschaftspflege

Modell-Landschaftsplan Verwaltungsraum Gottmadingen - 200 S.; Karlsruhe 2000 [Naturschutz-Praxis: Landschaftspflege. 1]; P8-048 VG

Baumaterialien für den Amphibienschutz an Straßen - Ergebnisse der Eignungsprüfung an einer Anlage; 159 S.; Karlsruhe 2000 [Naturschutz-Praxis: Artenschutz. 3]; P7-055 BA; 11 €

NATURA 2000 in Baden-Württemberg - 162 S.; Stuttgart/Karlsruhe 2000; P9-118 NA

NATURA 2000 in Baden-Württemberg: CD-ROM - Karten, Verzeichnis und Daten zu den NATURA 2000 Gebieten; CD-ROM; Stuttgart/Karlsruhe 2000; P9-119 CD; 2,50 €

Schlangen in Gefahr: Mythos Äskulapnatter; Faltblatt Karlsruhe 2000; P8-041 FB

Naturschutzgebiet Teck - Von Ernst Blocher et al. - 120 S.; Ubstadt-Weiher 2000 [Naturschutz-Spectrum: Gebiete. 24]; Bezug nur bei: Verlag Regionalkultur, Ubstadt-Weiher bzw. über den Buchhandel; 8,40 €

Rote Liste der Bienen Baden-Württembergs - 3., neu bearbeitete Fassung; Stand 15. Februar 2000, 48 S.; Karlsruhe 2000 [Naturschutz-Praxis: Artenschutz. 4]; P3-053 RL; 6 €

Vom Wildstrom zur Trockenaue - Natur und Geschichte der Flusslandschaft am südlichen Oberrhein - 496 S., 3 Beilagen, Ubstadt-Weiher 2000 [Naturschutz-Spectrum: Themen. 91]; Bezug nur bei: Verlag Regionalkultur, Ubstadt-Weiher bzw. über den Buchhandel; 29,80 €

Moore in Baden-Württemberg - Faltblatt, Karlsruhe 2000; P6-106 FB

Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung in der Bauleitplanung - 117 S.; Karlsruhe 2000; P9-055 PS; 11 €

PLENUM - Regionen aktiv und nachhaltig gestalten - PLENUM-Tagung vom 5. bis 8. Oktober 1999 in Isny/Leutkirch, 116 S.; Karlsruhe 2001 (PLENUM-Tagungsband); P8-051 PS

Moore, Sümpfe, Röhrichte und Riede - 47 S.; Karlsruhe 2001 [Biotope in Baden-Württemberg. 9]; P3-035 AB

Wälder, Gebüsche und Staudensäume trockenwarmer Standorte - 36 S.; Karlsruhe 2001 [Biotope in Baden-Württemberg. 11]; P3-036 AB

Verzeichnis der Naturschutz- und Landschaftsschutzgebiete des Landes Baden-Württemberg - 4., neu bearbeitete Auflage; Stand: 31.12.1999; 28 S., 1 CD-ROM, 2 Karten; Karlsruhe 2001 [Naturschutz-Praxis: Flächenschutz. 3]; P6-043 VN;

Köcherfliegen - Baukünstler und Bioindikatoren unserer Gewässer; 48 S.; Karlsruhe 2001 [Naturschutz-Praxis: Arbeitsblätter. 25]; P3-001 AB

NATURA 2000 in Baden-Württemberg; Gebietsmeldung März 2001: CD-ROM, Karten, Verzeichnis und Daten zu den NATURA 2000 Gebieten; Stuttgart/Karlsruhe 2001; P9-129 CD; 2,50 €

Rote Liste der Schwebfliegen Baden-Württembergs - 2. Fassung, Stand 15. September 2000; 49 S.; Karlsruhe 2001 [Naturschutz-Praxis: Artenschutz. 5]; P3-054 RL; 6 €

Arten, Biotope, Landschaft - Schlüssel zum Erfassen, Beschreiben, Bewerten - Von Thomas Breunig et al.; 3. Aufl.; 321 S.; Karlsruhe 2001 [Naturschutz-Praxis: Allgemeine Grundlagen 1]; P9-096 BR; 8 €

§ 24a-Kartierung Baden-Württemberg - Kartieranleitung für die besonders geschützten Biotope nach § 24a Naturschutzgesetz; 5. Aufl., 215 S., Anhang; Karlsruhe 2001 [Naturschutz-Praxis: Allgemeine Grundlagen 2]; P9-097 BR; 8 €

Höhlen und Dolinen - 2. Auflage; 21 S.; Karlsruhe 2001 [Biotope in Baden-Württemberg. 2]; P3-005 UG

Magerrasen - 2. Auflage, 32 S.; Karlsruhe 2001 [Biotope in Baden-Württemberg. H. 4]; P3-005 UG

Felsen und Blockhalden - 2. Auflage, 36 S.; Karlsruhe 2001 [Biotope in Baden-Württemberg. 6]; P3-009 UG

Verlandungsbereiche stehender Gewässer, Hülen und Tümpel - 40 S.; Karlsruhe 2001 [Biotope in Baden-Württemberg. 10]; P3-030 AB

Naturschutz-Info 2/2000 - 61 S.; Karlsruhe 2000; P9-123 BR; 3 €

Naturschutz-Info 3/2000 - 46 S.; Karlsruhe 2000; P9-126 BR; 3 €

Naturschutz-Info 1/2001 - 59 S.; Karlsruhe 2001; P9-128 BR; 3 €

Naturschutz-Info 2/2001 - 66 S.; Karlsruhe 2001; P9-130 BR; 3 €

Merkblätter zum Naturschutz

Gemeinsame Öffentlichkeitsarbeit im Naturschutz - Übersicht der vorhandenen Materialien [Naturschutz-Praxis - Allgemeine Grundlagen. Merkblatt 1]; P9-124 MB

Checkliste für naturschutzfachliche Stellungnahme zu Eingriffsvorhaben im Außenbereich [Naturschutz-Praxis - Eingriffsregelung. Merkblatt 2]; P9-125 MB

Schlangen in Gefahr: Mythos Äskulapnatter [Faltblatt]; P8-041 FB

Erstaufforstungen [Naturschutz-Praxis - Landschaftspflege, Merkblatt 5]

Feuerwehrprogramme: Erste Hilfe für bedrohte Arten - Faltblatt; Karlsruhe 2001; P6-083 FB

Gemeinsame Öffentlichkeitsarbeit im Naturschutz - Übersicht der vorhandenen Materialien [Naturschutz-Praxis - Allgemeine Grundlagen. Merkblatt 2]

Unsere geschützte Natur - gemeinsames Faltblatt der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg und des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz; Faltblatt; Karlsruhe 2001; P9-116 FB

Bodenschutz

Erhebungsuntersuchungen zur Qualität von Geländeauffüllungen - Bewertung von Auftragsböden nach ihrer Leistungsfähigkeit; 90 S., Anhang; Karlsruhe 2000 [Bodenschutz 4]; P6-096 EG 11 €

Bodenschutzfachinformationssystem „Bofa Web“, Version 1.0, CD-ROM; Karlsruhe 2000, P6-100 CD; 15 €

Boden nutzen, Böden schützen - Fragen und Antworten rund um das Thema Geländeauffüllungen; 19 S.; Karlsruhe 2000; P6-103 BR

Boden nutzen, Böden schützen - Fragen und Antworten rund um das Thema Geländeauffüllungen; Faltblatt; Karlsruhe 2000; P6-104 FB

Erhebung von Entsiegelungspotenzial in Kommunen - Studie und Verfahrensanleitung am Beispiel der Stadt Ettlingen; Karlsruhe 2000 [Bodenschutz 7]; nur online verfügbar: <http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/bofaweb/>

Flächenressourcen - Management - Sparsamer und schonender Umgang mit Boden und Fläche (Werkstattbericht), Karlsruhe 2000 [Bodenschutz 8]; nur online verfügbar: <http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/bofaweb/>

Geologische Naturdenkmale im Regierungsbezirk Karlsruhe - Unveränderter Nachdruck der Originalversion aus dem Jahre 1984; 159 S., 1 CD-ROM; Karlsruhe 2000 [Bodenschutz 5]; P7-013 GN; 15 €

Maßnahmen zum Bodenschutz - Umgang mit schädlichen Bodenveränderungen - Sanierungsverfahren - 41 S.; Karlsruhe 2001 [Bodenschutz 9]; P6-107 BA

Arbeitshilfe zur Bearbeitung von Verdachtsflächen/altlastverdächtigen Flächen und schädlichen Bodenveränderungen/Altlasten nach BbodSchG - 73 S., Anhang; Karlsruhe 2001 [Bodenschutz 6]; P6-042 AA; 9 €

Industrie und Gewerbe

Betriebliche Energie- und Stoffstrommanagementsysteme - Methoden, Praxiserfahrungen, Software - eine Marktanalyse - 62 S.; Karlsruhe 2000 [Industrie und Gewerbe 3]; P6-099 ES 9 €

Blockheizkraftwerke - Technik, Ökologie, Ökonomie - 38 S.; Karlsruhe 2001 [Industrie und Gewerbe 4]; P4-001 LF; 6 €

Regenerative Energien in Deutschland und Baden-Württemberg - 46 S.; Karlsruhe 2001; P7-050 RE; 8 €

Holz hackschnitzel-Heisanlagen - 78 S.; Karlsruhe 2001 [Industrie und Gewerbe 5]; P4-063 PR; 9 €

Radioaktivität und Strahlenschutz

Überwachung der baden-württembergischen Umgebung kerntechnischer Anlagen

auf Radioaktivität. Jahresbericht 1999 - 209 S., Anh.; Karlsruhe 2000 [Radioaktivität und Strahlenschutz. 4]; P9-004 JB

Überwachung der baden-württembergischen Umgebung kerntechnischer Anlagen auf Radioaktivität. Jahresbericht 2000 - 201 S., Anh.; Karlsruhe 2001 [Radioaktivität und Strahlenschutz. 5]; P9-008 JB

Luftqualität, Lärm und Verkehr

Lärm und seine dauerhafte Minderung durch kommunale Planung - Planungsleitfaden für Städte und Gemeinden in Baden-Württemberg - 33 S.; Karlsruhe 2000 [Luftqualität, Lärm, Verkehr. 2]; P8-049 LP - vergriffen

Lärmkongress 2000 - Tagungsband zum Lärmkongress 2000; 25./26. September 2000 in Mannheim; 171 S., Anhang; Karlsruhe 2000; P8-050 BR

Ferntransporte von Luftverunreinigungen nach Baden-Württemberg - 35 S.; Karlsruhe 2000 [Luftqualität, Lärm, Verkehr. 3]; P6-105 BR

Kreislaufwirtschaft und Abfallbehandlung

Handlungsmöglichkeiten in der kommunalen Abfallwirtschaft unter Wirtschaftlichkeitsaspekten - 200 S.; Karlsruhe 2000 [Kreislaufwirtschaft. 16]; P9-122 AW; 9 €

Abbruch von Wohn- und Verwaltungsgebäuden - Handlungshilfe; 19 S.; Karlsruhe 2001 [Kreislaufwirtschaft. 17]; P2-026 HH

Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie

Beschaffenheit der Fließgewässer - Jahresdaten-katalog 1999; CD-ROM; Karlsruhe 2000; [Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie. Bd. 64]; P2-028 CD; 31 €

Hydrochemische und biologische Merkmale regionaler Bachtypen in Baden-Württemberg - 501 S.; Karlsruhe 2000 [Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie. Bd. 56]; P4-045 HM

Zustand der Baggerseen in der Ober-
rheinebene - 151 S.; Karlsruhe 2000
[Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie.
Bd. 61] P3-052 ZB 9 €

Niederschlagsdaten Baden-Württemberg -
13 S., 20 Anlagen; Karlsruhe 2000 [Ober-
irdische Gewässer, Gewässerökologie Bd.
60]; P1-028 ND; 8 €

Seenphysikalische Prozesse in Baggerseen
- Modellgestützte Bewertungs- und Ent-
scheidungshilfen, 57 S.; Karlsruhe 2000
[Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie.
Bd. 62]; P5-033 SP; 15 €

Unterhaltung und Pflege von Gräben - 2.
veränderte Auflage, 51 S.; Karlsruhe 2000 -
[Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie.
Bd.55]; P4-041 UP; 11 €

Wasserhaushaltsgesetz und Wassergesetz
für Baden-Württemberg - Stand: 1. August
2000, 183 S.; Karlsruhe 2000; P4-056 WG

Anlagen zur Herstellung der Durch-
gängigkeit von Fließgewässern - Raue
Rampen und Verbindungsgewässer; 191 S.;
Karlsruhe 2000; ISBN 3-88251-274-1
[Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie.
Bd. 63;] P4-018 AF; 15 €

Das Hochwasser vom Oktober / November
1998 in Baden-Württemberg - 144 S.;
Karlsruhe 2000; ISBN 3-88251-275-X
[Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie.
Bd. 65]; P4-030 HW; 12 €

Fließgewässer in Baden-Württemberg als
Lebensraum ausgewählter Artengruppen -
52 S., 1 Karte; Karlsruhe 2001 [Oberirdische
Gewässer, Gewässerökologie. Bd. 66]; P2-
027 LA; 9 €

Beschaffenheit der Fließgewässer - Jahres-
datenkatalog 1999 - CD-ROM; Karlsruhe
2001 [Oberirdische Gewässer, Gewässer-
ökologie. Bd. 64]; P2-028 CD

Schadstoff-Informationssystem Wasser
(SIWAS) - CD-ROM; Karlsruhe 2001
[Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie.
Bd. 68;] P4-059 CD; 15 €

Hochwasserabfluss-Wahrscheinlichkeiten in
Baden-Württemberg - CD-ROM; Karlsruhe
2001 (ISBN 3-88251-278-4) [Oberirdische
Gewässer, Gewässerökologie. Bd. 69];
P4-045 CD; 31 €

Wasser- und Bodenatlas Baden
Württemberg (WaBoA) - 2 CD-ROMs;
Karlsruhe 2001 (ISBN 3-88251-276-8) P7-
057 PR; 107 €

Wasser- und Bodenatlas Baden-
Württemberg (WaBoA digital) - Nur CD-
ROM Ausgabe; 2 CD-ROMs; Karlsruhe
2001; P7-058 CD; 77 €

Gewässerstrukturgütekartierung in Baden-
Württemberg - 45 S. Karlsruhe 2001
[Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie.
Bd. 70]; P4-061 WS; 11 €

Untersuchungen zum Vorkommen von
Xenobiotika in Schwebstoffen und Sedi-
menten Baden-Württembergs - 92 S.;
Karlsruhe 2001 [Oberirdische Gewässer,
Gewässerökologie. Bd. 67]; P4-062 UG; 9 €

Klimaveränderung und Konsequenzen für
die Wasserwirtschaft - Fachvorträge beim
KLIWA-Symposium am 29. und 30.11.2000
in Karlsruhe; 278 S.; Karlsruhe 2001
[KLIWA-Berichte. 1]; P7-059 VG

Grundwasserschutz, Wasserversorgung

Arzneimittelrückstände und endokrin wir-
kende Stoffe in der aquatischen Umwelt;
Literaturstudie - 99 S.; Karlsruhe 2000;
[Grundwasserschutz. 8]; P3-049 AU; 9 €

Grundwasserüberwachungsprogramm:
Rahmenkonzept Grundwassermessnetz -
2., unveränderte Aufl., 40 S.; Karlsruhe 2000
[Grundwasserschutz. 10]; P3-048 GR 8 €

Dem Wasser auf der Spur - Ein Film über
das Lebenselixier Wasser; VHS-Video, 15
Minuten; Karlsruhe 1999; P4-046 WS

Grundwasserüberwachungsprogramm:
Grundwasseroberfläche im Oktober 1986
und April 1998 im Oberrheingraben zwi-
schen Karlsruhe und Basel - Karlsruhe 2000
[Grundwasserschutz. 12]; P1-029 ND; 23 €

Beschaffenheit des Grundwassers - Jahresdatenkatalog 1994 bis 1998 Physikalisch-chemische Messwerte der Jahre 1994 bis 1998 aus dem Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz des Landes, CD-ROM; Karlsruhe 2000 [Grundwasserschutz. 13]

Grundwasserüberwachungsprogramm: Ergebnisse der Beprobung 1999 - 69 S.; Karlsruhe 2000 [Grundwasserschutz. 14]; P4-054 GE; 12 €

Grundwasserüberwachungsprogramm: Leitfaden für Probenahme und Analytik von Grundwasser - 50 S.; Karlsruhe 2000 [Grundwasserschutz. 15]; P4-055 GA; 8 €

Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein-Neckar-Raum - Fortschreibung 1983 - 1998; 155 S., 18 Karten, 1 CD-ROM Stuttgart, Wiesbaden, Mainz 1999; P4-037 KT; 77 €

Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben - (deutsch, französisch) 102, 218, 134, 192, 30 Seiten, 11 Karten; Karlsruhe/Strasbourg 2000; P4-040 BG; 161 €

Grundwasserüberwachungsprogramm: Ergebnisse der Beprobung 2000 - 103 S.; Karlsruhe 2001 [Grundwasserschutz. 16]; P4-028 GE; 15 €

Statistische Signifikanztests zur Bewertung von Änderungen der Grundwasserbeschaffenheit - 45 S.; Karlsruhe 2001 [Grundwasserschutz. 17]; P4-058 SG; 12 €

Grundwasserüberwachungsprogramm: Karlsruhe 2001 [Grundwasserschutz. 18]; P4-060 GR; 23 €

Jahresdatenkatalog Grundwasser 1995 - 2000 Physikalisch-chemische Messwerte, Grundwasserstandsdaten und Quellschüttungen der Jahre 1995 bis 2000 aus dem Teil des Grundwassermessnetzes des Landes, der von der LfU betrieben wird. [Grundwasserschutz. 20]; P4 -064 CD; 31 €

Handlungsempfehlungen und Projektbeispiele zum Bau und Betrieb einer kostengünstigen öffentlichen Wasserversorgung - 93 Seiten; Stuttgart 2000; P6-088 HW; 15 €

Siedlungswasserwirtschaft

Information zur gesplitteten Abwassergebühr - 50 S.; Karlsruhe 2000 [Siedlungswasserwirtschaft. 11]; P5-030 AG

Abwasserentsorgung im ländlichen Raum - Teil 1: Grundlagen - 78 S.; Karlsruhe 2000 [Siedlungswasserwirtschaft. 12/I]; P5-031 AE; 9 €

Abwasserentsorgung im ländlichen Raum - Teil 2: Modellvorhaben in der Gemeinde Gschwend - 89 S.; Karlsruhe 2000 [Siedlungswasserwirtschaft. 12/II]; P5-032 AE; 9 €

Niederschlagsreihen für die Langzeitsimulation - 17 S., 1 CD-ROM; Karlsruhe 2000 [Siedlungswasserwirtschaft. 14]

Phosphorelimination in kommunalen Kläranlagen - Optimierungsmöglichkeiten - 32 S.; Karlsruhe 2000 [Siedlungswasserwirtschaft. 15]; P4-057 PK; 8 €

Leitfaden zur Abwasserbeseitigung im ländlichen Raum - 2., veränderte Auflage, 45 S.; Karlsruhe 2001 [Siedlungswasserwirtschaft 9]

Die neue Eigenkontrollverordnung (EKVO) - Hinweise für Betreiber kommunaler Abwasseranlagen; 75 S.; Karlsruhe 2001 [Siedlungswasserwirtschaft 17]; 5 €

Beeinflussung der Wasserführung im Neckareinzugsgebiet durch Wasserüberleitungen - 78 S.; Karlsruhe 2001 [Siedlungswasserwirtschaft 18]; P1-032 UG; 14 €

Regenwasserbehandlung und Kläranlagen - Leistungsreserven erkennen und nutzen - 90 S.; Karlsruhe 2001 [Siedlungswasserwirtschaft. 16]; P1-031 RK; 9 €

Leitfaden zur Abwasserbeseitigung im ländlichen Raum - 2., veränderte Auflage, 45 S.; Karlsruhe 2001 [Siedlungswasserwirtschaft 9]; Bezug nur über: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Kernerplatz 9, 70182 Stuttgart

Altlasten und Grundwasserschadensfälle

Analysenplanung bei der Erkundung von Altstandorten - XUMA-Analysenplan (XUMA-

AMOR); CD-ROM; Dresden 2000 [Materialien zur Altlastenbearbeitung. Bd. 28]; 207 €; Update auf Version 3.3 79 €; für öffentliche Einrichtungen 50 €; Bezug nur über: Stoller Ingenieurtechnik GmbH, Bärensteiner Straße 27, 01277 Dresden, Fax: 0351-2123959

Handlungsempfehlung Entnahme von Bodenluftproben - 17 S.; Karlsruhe 2001 [Altlasten und Grundwasserschadensfälle 32]; P6-040 HB

Handlungsempfehlung zum Einsatz von Vor-Ort-Analytik - 112 S.; Karlsruhe 2001 [Altlasten und Grundwasserschadensfälle 33]; P6-039 HB; 9 €

Handlungsempfehlung Durchführung von Deponiegasmessungen bei Altablagerungen - 88 S.; Karlsruhe 2001 [Altlasten und Grundwasserschadensfälle 34]; P6-038 HB; 8 €

Verfahren zur Steigerung des Schadstoffaustrages bei Bodenluftabsaugungen - Modellvorhaben Mühlacker; 42 S.; Karlsruhe 2001 [Altlasten und Grundwasserschadensfälle 31]; P6-041 BS; 8 €

Dioxinfall Crailsheim-Maulach - 68 S.; Karlsruhe 2001 [Bodenschutz 10]; P6-108 ES

Bestellungen sind unter Angabe der Bestellnummer bei der Verlagsauslieferung der LfU, JVA Mannheim, Herzogenriedstraße 111, 68169 Mannheim, möglich. Die Preise verstehen sich zuzüglich einer Porto- und Versandkostenpauschale pro kostenpflichtiger Sendung von 3 € (Ausland 5 €).

Veröffentlichungen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter 2000/2001

- AURES, R. (2001): Aus dem Raritäten-Fundus der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg - Früher stand man auf Radioaktivität. - Strahlenschutzpraxis 4/2001.
- BAUER, F.; KAMM, K.; GÜTLING, K. (2000): Regenerative Energien in Baden-Württemberg - Stand und Perspektiven im bundesweiten Vergleich. - WLB Wasser, Luft und Boden 4/2000; S. 30-34.
- BECKER, A.; BLÜBAUM-GRONAU, E.; V. DANWITZ, B.; DIEHL, K.; DIGEL, V.; HERBST, L.; HÖHNE, L.; KÜCHLER, L.; MARTEN, M.; RECHENBERG, B. (2000): Einsatzmöglichkeiten des Biomonitoring zur Überwachung von Langzeit-Wirkungen in Gewässern. - Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.), LAWA-Arbeitskreis 'Biomonitoring', Kulturbuch, Berlin; 44 S.
- BREMICKER, M. (2000): Das Wasserhaushaltsmodell LARSIM - Modellgrundlagen und Anwendungsbeispiele. - Freiburger Schriften zur Hydrologie, Band 11. Institut für Hydrologie der Universität Freiburg.
- BREMICKER, M.; Gerlinger, K. (2001): Operational application of the water balance model LARSIM in the neckar basin - Runoff Generation and Implications for River Basin Modelling - Proceedings of the International Workshop 9.-13. Oktober 2000, p. 306-312. Freiburger Schriften zur Hydrologie, Band 13. Institut für Hydrologie der Universität Freiburg.
- DEVENTER, K. (2000): The comet assay as tool to detect the genotoxic potential of surface water samples: In vivo and in vitro assays using green algae, protozoa, molluscs, fish as well as primary and permanent cellcultures from fish and mammals. - Mutation Research, 2000.
- DEVENTER, K. (2000): The use of isolated cells from gills of *Dreissena polymorpha* for detecting genotoxic effects in water samples and during exposition in the river Rhine (in vivo) Symeans of comet assay. Mutation Research, 2000.
- DEVENTER, K.; ZIPPERLE, J. (2000): Bewertung der Sedimentqualität der Hauptfließgewässer Baden-Württembergs. - Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hrsg.), Mitteilungen Nr. 22; S. 151-153.
- FUNSCH, B.; NEU, A. (2000): Ein weiterer Uranwürfel aus dem Haigerlocher Nuklearprogramm ist wieder an seinem ursprünglichen Verwendungsort. - Strahlenschutzpraxis 2/2000; S. 53-54.
- GARTISER, S.; STIENE, G.; HARTMANN, A.; ZIPPERLE, J. (2001): Einsatz von Desinfektionsmitteln im Krankenhausbereich - Ursache für ökotoxische und gentoxische Wirkungen im Abwasser? Vom Wasser 96; S. 71-88.
- GLOGER, S.; LEHLE, M. (2001): Flächenressourcen-Management - ein umweltpolitischer Schwerpunkt im Land Baden-Württemberg. Marktredwitzer Bodenschutztag, Tagungsband 2 „Umsetzung der Bodenschutzgesetze und Flächenressourcen-Management“, S. 7-16.
- GRIMM-STRELE, J. (2001): Grenzüberschreitender Gewässerschutz am Oberrhein. gwa-Gas-Wasser-Abwasser (Schweiz) 12/2001; S. 817-823.
- GRIMM-STRELE, J. (2002): Grundwasser im Blickpunkt. - Brauner-Noack, M. (Hrsg.): „Trinkwasser-Grundwasserschutz“. -WWT-Wasserwirtschaft-Wassertechnik, 1/2001; S. 50-52.
- GRIMM-STRELE, J. (2001): Regionalisierung der Grundwasserbeschaffenheit in Baden-Württemberg. - Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (Hrsg.): „Aufbruch

nach Europa - Hydrologie vor neuen Aufgaben“. - Tagung 14./15.11.2001 - Geozentrum Hannover. Arbeitshefte Wasser 1/2001; S. 59-63.

HAASE, M.; BARNIKEL, G.; FISCHER, M.; MOSER, M.; MÜLLER, M.; STEGMAIER, A. (2001): GIS-unterstützte Erstellung von Gewässerentwicklungskonzepten. - L. M. Hilty, P. W. Gilgen (Eds.): Informatics for Environmental Protection 2001, Sustainability in the Information Society, Metropolis-Verlag, Marburg.

HAHN, R.; KÖPPLER, J.; SCHNEIDER, U. (2001): Historische Vorerkundung von 14 altlastenverdächtigen Rüstungsstandorten in Baden-Württemberg. - Altlastenspektrum 2001.

HERB, G.; KADEMANN, H.; ZARTNER-NYILAS, G. (2001): Wege zur nachhaltigen Entwicklung: Umwelt und Umweltpolitik in Baden-Württemberg. - Die Wirtschaft Baden-Württembergs im Umbruch, Hrsg. H. Cost und M. Körber-Weik. Stuttgart 2001; S. 250-265.

JAEGER, J.; ESSWEIN, H.; SCHWARZ VON RAUMER, H.-G.; MÜLLER, M. (2001): Landschaftszerschneidung in Baden-Württemberg. - Naturschutz und Landschaftsplanung 33; S. 305-317.

KAMM, K. (2000): Rationeller Energieeinsatz und Vermeidung von CO₂-Emissionen durch BHKW in Baden-Württemberg. - WLB Wasser, Luft und Boden 10/2000; S. 55-58.

KAMM, K. (2000): Regelwerke und beste verfügbare Techniken zur Luftreinhaltung in der Zementindustrie. - WLB Wasser, Luft und Boden.

KAMM, K.; WIEST, J. (2000): Emissionsbegrenzungen für Zementwerke. - WLB Wasser, Luft und Boden 5/2000; S. 63-67.

KERN, F. (2000): Probenahmeplanung gemäß BBodSchV, Anh. 1, Abs. 2 Erkundungsstrategie mit Vor-Ort-Analytik. - TerraTech Oktober 2000.

KERN, F. (2001): Erkundungsstrategie mit Vor-Ort-Analytik. - Handbuch der Altlastensanierung, Hrsg. Franziskus/Brand/Wolf.

KERN, F. (2001): Untersuchungsumfang in Abhängigkeit von der Entscheidungssicherheit bei Altlasten. - Tagungsband der 7. Freiburger Probenahmetagung am 02. und 03.11.2001 in Freiberg (Sachsen).

KERN, F. (2001) Field Screening Europe 2001 - Strategies and Techniques for On-Site Investigation and Monitoring of Contaminated Soil, Water, Air and Waste, in SENSPOL Newsletter Nr. 3, Silsoe (UK); Dezember 2001.

KOHL, R. (2000): Ausbringung von Materialien aus Böden - Was bringt uns die neue Bodenschutzverordnung? - Tagungsband des Fortbildungsverbandes Boden und Altlasten zum Fachseminar „Bodenschutz - Abfälle verwerten“.

KOHL, R. (2000): § 12 BBodSchV - Anforderungen an die Nützlichkeit. - Bundesverband Boden, Tagungsband der Tagung zum Thema „Altlasten/Bodenschutz“, Reihe BVB - Materialien.

KOHL, R. (2000): Anforderungen an Untersuchungsstellen nach § 18 BBodSchG. - Tagungsband der Tagung zum Thema „Altlasten/Bodenschutz“, Reihe BVB - Materialien.

KOHL, R. (2000): Bodenschutz und Rekultivierung. - Tagungsband der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Freiburg zur Fachtagung vom 06./07. Juli 2000 zum Thema Rekultivierung.

KÜHNE, CH. (2000): Betriebliches Energie- und Stoffstrommanagement - Chance für Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit in mittelständischen Unternehmen. - Umwelt Bd. 30, Nr. 7/8; S. 15-16.

KÜHNE, CH.; NUNGE, S.; GELDERMANN, J.; RENTZ, O. (2001): Innerbetriebliches Stoffstrommanagement in kleinen und mittleren Unternehmen der Industrie- und Lohnlackierung. - metalloberfläche - mo, im Druck.

LANGE, F. T.; SACHER, F.; BRAUCH, H.; BLANKENHORN, I. (2001): Pharmaceuticals in groundwaters - Analytical Methods and results of a monitoring program in Baden-

- Württemberg, Germany: J. Chromatogr. A 938 (1-2); S. 199-210.
- LEHLE, M. (2001): „Flächenressourcen-Management“ Umweltpolitischer Schwerpunkt der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. - Tagungsband zum Fachgespräch „vorsorgender Bodenschutz“ Materialie 3/2001; S. 49-54. Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, Mainz.
- LUFT, G.; IHRINGER, J. (2000): Ermittlung von Hochwasserabfluss-Wahrscheinlichkeiten für das Donau-Einzugsgebiet in Baden-Württemberg - Ergebnisse eines Regionalisierungsverfahrens. XX. Konferenz der Donauländer über hydrologische Vorhersagen und wasserwirtschaftliche Grundlagen. Bartislava/Slovakia, 4.-8. Sept. 2000, S. 149-158. CD-ROM.
- MARTEN, M.; SCHWOERER, R. (2000): Stand der Entwicklung kontinuierlicher Biotestverfahren zur Überwachung von Stoßbelastungen in der Bundesrepublik Deutschland aus der Sicht des Anwenders im Labor und Messstationsbetrieb. - Deutsche Gesellschaft für Limnologie e.V. (2001), Tagungsbericht 2000, Kaltenmeier Söhne, Krefeld; S. 687-691.
- MARTEN, M. (2001): Das Makrozoobenthos der Alb im Stadtgebiet von Karlsruhe. - Lauterbornia 41; S. 89-103.
- MARTEN, M. (2001): Environmental Monitoring in Baden-Württemberg with special reference to biocoenotic trend-monitoring of macrozoobenthos in rivers and methodical requirements for evaluation of long-term biocoenotic changes. - Aquatic Ecology 35; S. 159-171.
- MARTEN, M. (2001): Überwachung der Biodiversität in Fließgewässern Baden-Württembergs. - Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 31; S. 1.
- MÜLLER, M. (2001): GIS-Systemkonzeption im WAABIS - Gegenwart und Zukunft des GIS-Einsatzes im Umweltbereich. Dokumentation des Workshops des Bund/Länderarbeitskreises Umweltinformationsgespräche am 22.03.2001 in Stuttgart. Hrsg.: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- NEU, A.; WEINER, S. (2000): Internationaler Workshop MORAL-12 in der Sperrzone bei Tschernobyl. - Strahlenschutzpraxis 1; S. 80-87.
- OELSNER, G. (2000): Lokale Agenda - Was können die Bundesländer tun? - Hermann, W. u.a.: Lokale Agenda 21 - Anstöße zur Zukunftsfähigkeit; S. 5-10.
- OELSNER, G. (2000): Der Lokale Agenda-Prozess in kleinen und mittleren Gemeinden. - Forum für Stadtentwicklungs- und Kommunalpraxis e. V., Nr. 17; S. 29-37.
- OELSNER, G. (2000): Lokale Agenda in kleinen Gemeinden. - Pro Regio, Zeitschrift für Eigenständige Regionalentwicklung, Nr. 24/25; S. 31-40.
- OELSNER, G.; ROSS, P. (2001): Thesen zur Verknüpfung und Förderung bürgerschaftlichen Engagements und Lokaler Agenda 21 in Baden-Württemberg. - Die Gemeinde, Organ des Gemeindetages Baden-Württemberg, Nr. 10/2001; S. 377-380.
- OELSNER, G. (2001): Die Verwaltung als Träger einer nachhaltigen Bürgerkommune. - Mitteilungen des IAW, Nr. 4/2000; S.11-16.
- OELSNER, G. (2001): Lokale Agenda und Gewässerentwicklung. - WBW - Statusbericht WBW 2000/2001; S. 42-44.
- PRUESS, A.; BORHO, W.; KOHL, R.; GRIMM-STRELE, J.; WILPERT, K.; HUG, R. (2000): Depositionsmessungen in Baden-Württemberg. - Atmosphärische Stoffeinträge in der Bundesrepublik Deutschland, Institut für Energetik und Umwelt, Leipzig.
- PURSCHE, K.; FUCHS, C.; HAASE, M.; SCHNEIDER, W.; BLANKENHORN, I.; HENSELER, A. (2001): Vorgangunterstützung für die Archivierung von Rechtsdokumenten für die Umweltdienststellen Baden-Württemberg. - Tagungsbericht 4. Workshop Hypermedia im Umweltschutz am FAW Ulm.
- REIFFERSCHIED, G.; ZIPPERLE, J. (2000): Entwicklung und Erprobung luminometri-

scher und fluorometrischer umu-Testverfahren zur Untersuchung genotoxischer Substanzen in Oberflächenwasser. - Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.), Forschungsverbundvorhaben „Erprobung, Vergleich, Weiterentwicklung und Beurteilung von Genotoxizitätstests für Oberflächenwasser“ 1995-1999, Abschlussbericht 1999; S. 140-164.

SACHER, F.; BRAUCH, H.; BLANKENHORN, I. (2000): Occurrence of pharmaceuticals in groundwaters - results of a monitoring program in Baden-Württemberg. - Beitrag des TZW Karlsruhe zum 10. Symposium on Handling of Environmental and Biological Samples in Chromatography.

SACHER, F.; MATSCHI, A.; METZINGER, M.; WENZ, M.; LANGE, F.; BRAUCH, H.; BLANKENHORN, I. (2001): Arzneimittelwirkstoffe im Grundwasser - Ergebnisse eines Monitoring-Programms in Baden-Württemberg. - Tagungsband der Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft in Bad Wildungen vom 21. bis 23. Mai 2001.

SCHMID, E. (2000): Die Xfaweb- Systemfamilie - Ziele, Umsetzung und Einsatz. - Tagungsband des Workshops „Fachinformationssysteme“. - Tagungsband zum Workshop „Fachinformationssysteme“.

SCHWÖRER, R.; MARTEN, M. (2000): Mathematische Sprungerkennung (Hinkley-Detektor und Steigerungsoperatoren) im Einsatz bei der Erkennung von Messwert-Niveausprüngen bei kontinuierlichen Biotestgeräten. - Deutsche Gesellschaft für Limnologie e. V. (2001), Tagungsbericht 2000, Kaltenmeier Söhne, Krefeld; S. 692-696.

WURSTER, U.; OTT, G.; FALLER, H. (2000): Freisetzung von Phosphorwasserstoff bei der Oberflächenreinigung von Aluminiumteilen. - Gefahrstoffe, Reinhaltung der Luft, 60; S. 301 ff.

WURSTER, U.; OTT, G.; FALLER, H. (2001): Gefahrstoffbelastung beim Elektro(nik)-schrott-Recycling - ein Arbeitsschutzproblem? - Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft, 61; S. 175 ff.

ZIPPERLE, J.; DEVENTER, K. (2000): Entwicklung und Erprobung einer Strategie zur Beurteilung der Sedimentbeschaffenheit auf der Basis von Wirktests. - Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hrsg.), Veranstaltungen 5/2000.

ZIPPERLE, J.; REIFFERSCHIED, G. (2001): Development and application of luminometric and fluorometric umu test systems for the detection of genotoxic compounds in surface water. Mutation Research. Submitted.

Pressemitteilungen 2000

- | | | | |
|----------|--|----------|--|
| 27.01.00 | Landesanstalt für Umweltschutz geht neue Wege im Bodenschutz: Bad Wildbad und Bruchsal als Pilotkommunen beim Flächenressourcen-Management | 12.08.98 | Die LfU mit neuer Internetadresse im Netz |
| 01.02.00 | Landesanstalt für Umweltschutz übergibt einen Uranwürfel an das Atomkeller-Museum in Haigerloch | 15.05.00 | Diskussionsforum zum Thema Grundwasser und Lärm |
| 08.02.00 | Neue Fortbildungsangebote der Landesanstalt für Umweltschutz erschienen | 23.05.00 | Diskussionsforum zum Thema Klimaveränderung und Wasserhaushalt |
| 17.02.00 | Weniger Fischsterben in Baden-Württemberg | 26.05.00 | Einladung zur Eröffnung des multimedialen Informationsstandes „LärmPunkt“ |
| 22.02.00 | Wolfgang Rügert neuer Verwaltungschef der Landesanstalt für Umweltschutz, Horst Kaiser verabschiedet | 30.05.00 | So kommen Amphibien sicher über die Straße: Leitfaden für den Amphibienschutz an Straßen |
| 03.03.00 | Dem Wasser auf der Spur: Videofilm zum Thema Grundwasser | 05.06.00 | Lärm geht uns alle an: Staatssekretär Stefan Mappus eröffnet am „Tag der Umwelt“ den multimedialen Informationsstand „LärmPunkt“ |
| 08.03.00 | Lokale Agenda 21 auf dem Vormarsch: Bereits 200 machen mit | 13.06.00 | Diskussionsforum zum Thema Lärm |
| 15.03.00 | Hydrochemische und biologische Merkmale von kleinen Fließgewässern in Baden-Württemberg | 13.06.00 | Tag der offenen Tür: Blick hinter die Kulissen der Landesanstalt für Umweltschutz |
| 17.03.00 | Internationaler Tag des Wassers: Erfolge und Defizite im Gewässerschutz | 16.06.00 | Festakt zum 25-jährigen Bestehen der LfU |
| 23.03.00 | Quellen und deren typische Umgebung sind besonders geschützte Biotope | 23.06.00 | Diskussionsforum zum Thema Hochwasser im Internet |
| 29.03.00 | Luft und Wasser in Baden-Württemberg sind sauberer geworden. LfU zieht Bilanz ihrer 25-jährigen Arbeit | 28.06.00 | Wirkungen von Emissionen des Kfz-Verkehrs auf Pflanzen und auf die Umwelt |
| 04.04.00 | Abwasserentsorgung im ländlichen Raum | 28.06.00 | Hochwasserabfluss-Wahrscheinlichkeiten in Baden-Württemberg |
| 04.04.00 | Einfluss urbaner Flächennutzung auf die Grundwasserqualität | 29.06.00 | Rundfahrt mit einem Solarboot im Karlsruher Hafen |
| 04.04.00 | Kostengerechte Abwassergebühr | 30.06.00 | Diskussionsforum im Internet |
| 09.05.00 | LfU veröffentlicht Modelllandschaftsplan | 07.07.00 | Landesanstalt für Umweltschutz informiert über Umweltchemikalien im Internet |
| | | 10.07.00 | Tipps zum Umweltmanagement und Öko-Audit im Internet |

- | | | | |
|----------|--|----------|---|
| 21.07.00 | Diskussionsforum im Internet: Altlasten – Erbe der Industriegesellschaft | 16.10.00 | Emissionsdaten aus Industrieunternehmen zukünftig für die Öffentlichkeit zugänglich |
| 17.08.00 | Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen 1999 | 30.10.00 | Buchvorstellung: „Vom Wildstrom zur Trockenaue – Natur und Geschichte der Flusslandschaft am südlichen Oberrhein“ |
| 25.08.00 | Umsetzung des Europäischen Schadstoffemissionsregisters (EPER): Nationaler Workshop | 14.11.00 | Symposium „Betriebliches Energie- und Stoffstrom-Management“ |
| 06.09.00 | Jahrestagung der Interregionalen Arbeitsgruppe für Naturschutz in Ettlingen: Ausstellung MAIL-ART NATURA 2000 | 22.12.00 | Internationaler Tag zur Erhaltung der Artenvielfalt am 29. Dezember 2000: Patenschaftsprogramm „ARTEN suchen PATEN“ |
| 08.09.00 | Kosteneinsparung und Umweltschutz – kein Widerspruch: LfU hilft Unternehmen bei der Ressourcenschonung | 28.12.00 | Jahresbericht 1999 zur Überwachung der Radioaktivität in der Umgebung kerntechnischer Anlagen |
| 12.05.99 | Bodenfilter zur Regenwasserbehandlung: Handbuch für Bemessung, Bau und Betrieb von Bodenfilteranlagen erschienen | 29.12.00 | Weniger Phosphor im Abwasser schont Gewässer und Geldbeutel |
| 14.09.00 | Rote Liste der Bienen Baden-Württembergs | 29.12.00 | Wirkungsbezogene Sedimentuntersuchungen zur Ableitung von Qualitätsmerkmalen und Handlungsempfehlungen |

Pressemitteilungen 2001

- | | | | |
|----------|---|----------|--|
| 05.01.01 | Gefahrstoff-Belastung in Altauto Recyclingbetrieben | 20.03.01 | Internationaler Tag des Wassers am 22. März 2001 |
| 09.01.01 | Senkung der Müllgebühren durch Kosteneinsparungen möglich: Handlungsmöglichkeiten der kommunalen Abfallwirtschaft | 21.03.01 | Blockheizkraftwerke: Technik, Ökologie, Ökonomie |
| 09.01.01 | Geländeauffüllungen mit Bodenaushub | 23.03.01 | Anhaltend hohe Wasserstände |
| 05.02.01 | Ferntransporte von Luftverunreinigungen nach Baden-Württemberg | 27.03.01 | Info-Broschüre „Moore, Sümpfe, Röhricht und Riede“ |
| 12.02.01 | Managementsysteme kostengünstig und rationell einführen | 27.03.01 | Info-Broschüre „Wälder, Gebüsche und Staudensäume trockenwarmer Standorte“ |
| 12.02.01 | Neue Fortbildungsangebote der Landesanstalt für Umweltschutz erschienen | 28.03.01 | Info-Broschüre „Naturnahe Uferbereiche und Flachwasserzonen des Bodensees“ |
| | | 30.03.01 | Leitfaden zur naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung in der Bauleitplanung: Hilfestellung für die Praxis |

- | | | | |
|----------|---|----------|---|
| 10.04.01 | Flächenressourcen-Management: Ein Weg zur Reduzierung des Flächenbedarfs | 18.08.01 | Ochsenfrosch breitet sich in Karlsruher Gewässern aus: – ausgesetzte Froschart gefährdet heimische Amphibien |
| 12.04.01 | Arbeitshilfe zur Bearbeitung von schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten | 20.08.01 | Regenerative Energien in Deutschland und Baden-Württemberg |
| 24.04.01 | Ein Tag für die Ruhe – gegen den Lärm | 11.09.01 | Handlungsempfehlung zur Entnahme von Bodenluftproben |
| 08.05.01 | Schutzgebietsverzeichnis: Alle Naturschutz- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs auf einen Blick | 09.10.01 | Workshop Brand- und Explosionsschutz |
| 12.06.01 | Steigerung des Schadstoffausstrages bei Bodenluftabsaugungen | 04.12.01 | Handlungsempfehlung zur Durchführung von Deponiegasmessungen bei Altablagerungen |
| 13.06.01 | Gebäudeabbruch mit Konzept – Hilfestellung bei der Planung | 12.12.01 | Das nächste Hochwasser kommt bestimmt – Pressegespräch 10 Jahre Hochwasservorhersagezentrale des Landes Baden-Württemberg |
| 02.07.01 | Köcherfliegen: Baukünstler und Bioindikatoren unserer Gewässer | 21.12.01 | Leitfaden zur EG-Umwelt-Audit-Verordnung EMAS II |
| 03.08.01 | Rote Liste der Schwebfliegen Baden-Württembergs erschienen | | |

Autorinnen und Autoren



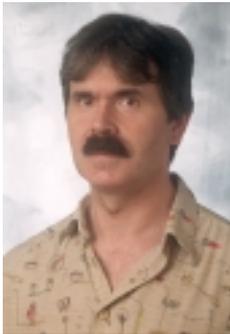
Diana J. Bagger

geb. 1960; Psychologiestudium an der Uni Mannheim ohne Abschluss, 15 Jahre US Army, davon 6 Jahre in der Office Automation Branche, berufliche Weiterbildung zum Wirtschaftsinformatiker (IHK), MCP (Microsoft Certified Professional), CNA (Certified Novell Administrator); im ITZ der LfU tätig.



Renate Ebel

geb. 1955, verheiratet, drei Kinder. Nach Informatikstudium an der Universität Karlsruhe von 1981 bis 1986 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer-Institut IITB in Karlsruhe (Software-Entwicklung). Bei der LfU seit 1988, Leiterin des Sachgebietes „Informationsmanagement, UIS-Berichtssysteme“.



Dr. Franz Bauer

geb. 11.07.1953; Studium der Chemie und Promotion an der Universität Karlsruhe. Zunächst Industrietätigkeit (Entwicklung von Sekundenklebern) und Forschungsarbeit am Forschungszentrum Karlsruhe (Erarbeiten von Sickerwasserbehandlungsmethoden). Seit 1986 bei der LfU in den Bereichen Luftchemie, technischer Umweltschutz und regenerative Energien tätig.



Andrea Eichhorn

Studium an der Fachhochschule für Technik in Mannheim. Seit 1987 bei der LfU, zunächst im Bereich Arbeitsschutz tätig, im Anschluss daran im Sachgebiet Abfallbehandlung, Deponietechnik, zurzeit Mitarbeiterin der Koordinierungsstelle, seit Juli 1996 zusätzlich Frauenvertreterin der Landesanstalt für Umweltschutz.



Ruth Baumann

1973 Ausbildung zur landwirtschaftlich-technischen Assistentin, 1975 Saatzuchtassistentin in einem Saatzuchtbetrieb, 1980 TA an der Universität Bielefeld, Fakultät für Biologie am Lehrstuhl für Evolutionsforschung, seit Okt. 1988 bei der LfU im Ref. 23.1: Ökosystemare Umweltbeobachtung. Außerdem: Mitarbeit in der Arbeitsgruppe Leitbild als Vertreterin der Abt. 2, seit August 2000 stellvertretende Frauenvertreterin der LfU.



Dr. Werner Eitel

Studium der Chemie an der Universität Stuttgart. Seit 1971 bei der Landesstelle für Gewässerkunde und wasserwirtschaftliche Planung, die 1975 in der LfU aufgegangen ist. Tätig in den Bereichen Sonderabfall, Umweltgefährdung Wasser/Abfall, mobile Boden- und Wassereinsatzgruppe, Labor Boden, Abfall, Altlasten. Seit 1998 Leiter des Sachgebietes Chemikalien.



Dr. Ralf Bechtler

geb. 28.03.1965, verh., 2 Kinder; Chemiker, 1987–92 Studium an der Uni Heidelberg mit Vertiefung in Radiochemie, Dissertation 1996 im FZ Karlsruhe über die Bildungsmechanismen von polychlorierten Dioxinen auf Flugasche der Müllverbrennung, 1996 Nachwuchswissenschaftler im FZK. Seit 2000 im Ref. 32 der LfU im Bereich der Kernreaktorfernüberwachung tätig.



Dr. Karin Deventer

Studium der Biologie an der Universität Karlsruhe, Diplomarbeit an der LfU 1989, seit 1991 WA zur Bearbeitung von Forschungsprojekten des UVM und des BMBF, Arbeitsbereiche Ökotoxikologie, Gentoxikologie, Ersatzmethoden zur Reduzierung von Tierversuchen, Promotion 1998, zzt. Bestimmung der Sedimenttoxizität in Sedimenten der Hauptgewässer Baden-Württembergs.



Regina Biss

Geb. 1958, Studium der Biologie, Schwerpunkte Limnologie und Geobotanik an der Uni Freiburg, danach mehrere Jahre als freiberufliche biologische Gutachterin in terrestrischer und aquatischer Ökologie tätig. Seit 1998 Bearbeitung des UBA-Forschungsprojektes „Entwicklung eines biozönotischen Bewertungsverfahrens für Fließgewässer anhand des Makrozoobenthos“ bei der LfU.



Dr. Jost Grimm-Strele

geb. 05.08.1941; Studium Bauingenieurwesen Univ. Dresden, VEB Tiefbau Union Rostock, Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau Berlin (West), Master of Science and Promotion Iowa Institute of Hydraulic Research (USA), Sonderforschungsbereich 80 Univ. Karlsruhe, Engler-Bunte-Institut Univ. Karlsruhe, seit 1983 LfU, Ref. Grundwasser.



Dr. Hans Güde

Jg.1946; 1966–1972 Studium der Biologie in Freiburg, 1972–1976 Promotion in Konstanz, 1976–1979 wiss. Mitarbeiter bei Gesellsch. Biotechnol. Forschung in Braunschweig, seit 1979 bei der LfU am Institut für Seenforschung (Schwerpunkt Gewässermikrobiologie), ab 1991 Leiter des Sachgebiets Hydrobiologie.



Lüder Kahmann

Studium der Agrarwissenschaften in Gießen, Dipl.-Ing. agr. 1971, wiss. Mitarbeiter Universität Gießen, seit 1975 bei der LfU, Schwerpunkt zunächst Müll-Klärschlamm-Kompostierung, Kompostanwendungsversuche im Gebiet Südlicher Oberrhein (Weinbau), später Abfallverwertung/Kreislaufwirtschaft, Schwerpunkte: biologische Abfallbehandlung (Kompostierung, Vergärung), stoffliche Verwertung (Verpackungsmaterialien).



Thomas Gudera

Studium Bauingenieurwesen mit Vertiefungsrichtung Wasserbau an der TH Karlsruhe. Nach kurzer Tätigkeit an der Bundesanstalt für Wasserbau in Karlsruhe seit 1987 als wissenschaftlicher Angestellter bei der LfU. Seit 1996 Leitung des Sachgebiets „Grundwasserhydro-logische Modelle und Verfahren“.



Frieder Kern

Studium des Bauingenieurwesens an der Universität Stuttgart von 1965 bis 1970; Abschluss als Dipl.-Ingenieur, 2. Staatsprüfung 1973, 1973 bis 1980 Landesstelle für Gewässerkunde bzw. Landesanstalt für Umweltschutz, 1980 bis 1985 Wasserwirtschaftsamt Karlsruhe, Leiter des Referats Umweltschutz, seit 1985 Landesanstalt für Umweltschutz.



Thomas Hackbusch

Jahrgang 1962, Studium des Chemieingenieurwesens an der Universität Karlsruhe. Seit 1989 Gewerbeaufsichtsbeamter beim Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt Stuttgart. An die LfU abgeordnet seit 1995. Aufgaben in den Bereichen Anlagensicherheit und Störfallvorsorge.



Karl-Jürgen Kiesel

Geb. 19.06.1955, verh., 2 Kinder. Studium an der FH für Technik in Furtwangen. Seit 1981 bei der LfU. Bisher tätig in den Bereichen Lärm, Erschütterungen, Licht, elektromagnetische Felder und regenerative Energien. Mitarbeit in mehreren Arbeitsausschüssen beim DIN in Berlin.



Mark Hailwood

Jg. 1967, Studium der „Applied Chemistry“ an der University of Salford, UK; BSc (Hons.) 1989 und berufsbegleitendes Studium des „European Health and Safety Law“; MPhil. 1999. Seit 1991 Mitarbeiter der LfU im Sachgebiet Anlagensicherheit, inzwischen im Referat Umweltechnologie, Sachgebiet Luftreinhaltung, Störfallvorsorge, Energie tätig.



Vassilis Kolokotronis

geb. 1950; Studium Bauingenieurwesen mit Vertieferrichtung Wasserbau an der Uni Karlsruhe, dort bis 1986 als wiss. MA im Theodor-Rehbock-Flussbaulaboratorium des Inst. für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik tätig. Seit 1986 WA bei der LfU, Ref. „Grundwasser, Baggerseen“, seit 1998 im Ref. „Hydrologie, Hochwasservorhersage“ mit dem Themenkomplex KLIWA beschäftigt.



Heinrich Hartig

Maschinenbautechniker, 1979–1981 Uni Karlsruhe SFB 80 Kultur und Wasserbau, 1982 LfU in wechselnden Aufgabengebieten Grundwasser Betreuung von 2 Testgebieten Versickerung in Bächen, Altlasten MOBO-WEG Bearbeitung von Schadensfällen, Bodenschutz Betreuung der Dauerbeobachtungsflächen, Strahlenschutz Aufbau eines Qualitätsmanagements.



Peter Kübler

geb. 1963, Studium des Chemieingenieurwesens an der Universität Karlsruhe, danach freiberuflich für die LfU auf dem Gebiet der Datenauswertung und als Software-Entwickler (Software für die Bemessung von Kläranlagen) tätig. Von 1998 bis 2001 bei der LfU Mitarbeit im UBA-Forschungsprojekt „Entwicklung eines biozönotischen Bewertungsverfahrens für Fließgewässer anhand des Makrozoobenthos.“



Dr. Christian Kühne

geb. 17.12.1959; Dipl.-Chemiker. Promotion 1990. Anschließend Arbeiten zur Grundwassersanierung an der Martin-Luther-Universität in Halle. 1991-97 an der LfU mit der Beurteilung des physikalisch-chemischen Zustandes von Fließgewässern befasst. Nach Abordnung an Gewerbeaufsichtsamt Karlsruhe seit 1998 Leiter des Sachgebietes „Industrielle Stoffströme und Industrieabwasser“ bei der LfU.



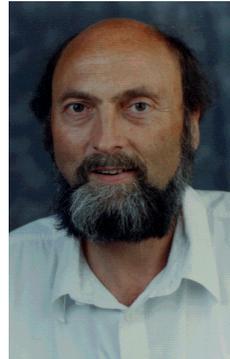
Dr. Helmut Müller

Geb. 15.09.1939 in Friedrichshafen, Studium der Biologie und Limnologie in Stuttgart, Tübingen und Freiburg, Dipl.-Biologe, Promotion 1971. Fünf Jahre Tätigkeit in limnologischer Forschung und Lehre als wiss. Assistent am Limnologischen Institut der Univ. Freiburg in Konstanz. Seit Nov. 1976 beim Institut für Seenforschung der LfU in Langenargen, von 1987 bis heute dessen Leiter.



Markus Lehmann

geb. 07.12.1966; Studium der Geoökologie an der Universität Karlsruhe. Zunächst wissenschaftl. Mitarbeiter beim dortigen Institut für Petrographie und Geochemie (1994), mit kurzer Unterbrechung seit 1995 bei der LfU als Referent für Fragestellungen zur chemisch-physikalischen Beschaffenheit der Fließgewässer tätig, von 01-10/1996 wissenschaftl. Angestellter beim Technologiezentrum Wasser.



Manfred Müller

geb. 09.06.1949; Studium der Agrarbiologie in Hohenheim. Seit 1980 bei der LfU tätig; zuerst in der Landschaftsökologie und Biotopkartierung. 1983 Wechsel zur Informationstechnik. 1989 bis 1993 Abordnung an das Umweltministerium Stuttgart. Mitverantwortlich im Projekt „Aufbau eines Umweltinformationssystems BW“. Seit 1993 Leiter des Sachgebiets „Raumbezogene Informationssysteme“ im ITZ.



Dr. Herbert Löffler

geb. 1950, verheiratet, 4 Kinder. Studium der Biologie, Hauptfach Zoologie, an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen. Diplom 1975, Dissertation 1981 über ein fischereibiologisches Thema. Seit 1976 beim Institut für Seenforschung der LfU als wissenschaftlicher Mitarbeiter, derzeitige Arbeitsschwerpunkte Fischökologie und Öffentlichkeitsarbeit. Sachverständiger des Landes Baden-Württemberg in der Internationalen Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei.



Karl-Heinz Röhms

Jahrgang 1943, Studium der Elektrotechnik an der Staatlichen Ingenieurschule Karlsruhe, seit 1969 bei der LfU und Vorläuferinstitut zunächst im Bereich des technischen Umweltschutzes, danach innerhalb der Abteilung 3 in den Fachbereichen Emission-Transmission-Immission (Partikel, Gase, Geruchsstoffe), seit 1991 im Sachgebiet Industrielle Stoffströme Industrieabwasser.



Dr. Heinrich Menges

Dipl.-Physiker; geb. 03.06.1959; verheiratet, 2 Kinder; Studium der Physik und Promotion an der Universität Karlsruhe; 1991-1996 Beschäftigung bei der LfU im Rahmen des zeitlich befristeten Modellprojekts „Schallimmissionspläne“; seit 1997 bei der LfU im damaligen Referat (jetzt Sachgebiet) „Lärm, Erschütterung und nichtionisierende Strahlung“ tätig.



Clemens Rometsch

Geb. 27.10.1972, 1994-1999 Studium Diplom-Geoökologie Uni Bayreuth. 1998 Universidad de León, Spanien. 2000 als WA in der LfU, Ref. 42, Grundwasser und Baggerseen. U. a. Mitarbeit Projekt INTERREG II, Grundwasserzustand im Oberrheingraben; Mitwirkung Konzepterarbeitung für die EU-WRRL; 2001 UMEG Baden-Württemberg, Fachgebiet Boden, Hydrogeologie und Pflanzen.



Oliver Morlock

geb. 1961; Jurist, seit 1992 in der Landesverwaltung, zunächst im Sozialamt des Rhein-Neckar-Kreises, anschließend in verschiedenen Bereichen im Regierungspräsidium Karlsruhe tätig (Naturschutz, Ausländer-, Wasser- und Abfallrecht), Teilnehmer des 13. Kurses der Führungsakademie, seit 2001 Mitarbeiter der Koordinierungsstelle der LfU.



Thomas Scherrieble

geb. 19.11.1959, verh., ein Kind. Studium der Agrarbiologie Uni Hohenheim. Von 1990-1994 Zeitangestellter beim damaligen Umweltministerium im Bereich Aufbau Umweltinformationssystem Baden-Württemberg. Seit 1995 im Informationstechnischen Zentrum in der Außenstelle Stuttgart der LfU. Derzeit Leiter des Sachgebiets „Zentraler Benutzerservice, Standardanwendungen“ im Betreuungszentrum für die Umweltdienststellen.



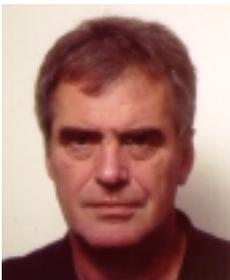
Dieter Schlag

Diplom-Ingenieur, 1974–80 Maschinenbaustudium an der Universität Karlsruhe, danach wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung sowie an der Universität Karlsruhe; seit 1986 bei der LfU, 1992–97 Leiter des Sachgebiets Abfallvermeidung und Abfallverwertung, seit 1998 Leiter des Sachgebiets Kreislaufwirtschaft, Abfallvermeidung.



Dr. Rosemarie Umlauff-Zimmermann

geb. 1952; Studium der Pädagogik, Germanistik, Geographie und Biologie an den Universitäten Mainz und Gießen. Lehrtätigkeit an den Universitäten Gießen und Trier Fachbereich Biologie. 1984 Promotion an der Uni Gießen. 1984 LfU, Ref. „Umweltbeobachtung“. 2000, Ref. „Konzeptentwicklung, Forschungstransfer“, zuständig für Umweltforschung und Indikatorenansätze.



Ernst Schmid

Geb. 01.03.1947. Bauingenieurstudium an der Technischen Universität Stuttgart. Seit 1973 verschiedene Tätigkeitsfelder in der Straßenbauverwaltung und ab 1976 in der Wasserwirtschaftsverwaltung sowie bei der LfU; ab 1998 Leiter des Referates Bodenschutz.



Hartmut Vobis

Diplom Biologe, Studium an der Universität Gießen. Seit 1972 an der LfU im Bereich Gewässerbiologie tätig, mit Schwerpunkt limnologische Verfahren für die Praxis und Ökosystem Rhein.



Manfred Schmidt-Lüttmann

Geb. 1949; Dipl.-Ing. Landespflege; freiberufliche Tätigkeit; 1979–1980 wiss. Mitarbeiter beim Rat von Sachverständigen für Umweltfragen; 1980–1986 Referent, 1986–1989 Referatsleiter am Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz; 1989–2000 Referent beim Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg; seit 2000 Sachgebietsleiter „Landschaftsplanung, Eingriffsregelung“ bei der LfU.



Hubert Wenzel

Dipl.-Ing. (FH), geb. 1952, Studium Feinwerktechnik, Elektrotechnik an der Fachhochschule Karlsruhe; seit 1977 an der LfU im Referat Umwelt-radioaktivität und Strahlenschutz, zuständig für den Betrieb, die Konzeption und Weiterentwicklung im Radioaktivitätsmessnetz, bei mobilen Messsystemen und in der Kernreaktorfernüberwachung.



Dr. Hans-Peter Straub

Diplom-Biologe, Studium und Promotion an der Universität Stuttgart-Hohenheim. 1990–1992 Tätigkeit als Abfall- und Umweltberater beim Landratsamt des Schwarzwald-Baar-Kreises. Ab 1992 bei der LfU zuständig für biologische Untersuchungen im Rahmen der Ökologischen Umweltbeobachtung an Wald-, Grünland- und Fließgewässer-Dauerbeobachtungsstellen, seit August 2001 beim Schwarzwald-Baar-Kreis (untere Naturschutzbehörde) tätig.



Armin Wölfle

Dipl.-Ing. agr. (Studium der Allg. Agrarwissenschaften an der Uni Hohenheim). Nach dem Referendariat für das höhere Lehramt an beruflichen Schulen in Ludwigsburg Weiterbildung zum praxisorientierten Datenverarbeitungsfachmann am Rechenzentrum Stuttgart-Möhringen. Seit 1990 beim ITZ der LfU. Seit 1993 Sachgebietsleitung „Betriebssysteme und Datenbanken“ im ITZ Stuttgart.



Helmut Straub

geb. 1941; Studium des Bauingenieurwesens an der Universität Karlsruhe, Vertieferrichtung Wasserbau; nach zweiter Staatsprüfung ab 1970 bei der LfU in wechselnden Aufgabengebieten: quantitative Hydrologie der Fließgewässer, Mess- und Gerätetechnik; seit 1998 Leiter des Sachgebiets „Quantitative Hydrologie, Klima und Wasserwirtschaft“.



Dr. Jürgen Zipperle

Diplom-Biologe/Mikrobiologe. Studium der Biologie an der Universität Karlsruhe, Promotion 1992. Seit 1992 bei der LfU. Schwerpunkte: Ökotoxikologische und gentoxikologische Untersuchungen an Oberflächengewässern, Gewässersedimenten und Abwässern; Entwicklung und Weiterentwicklung von Verfahren zur Gewässerzustandsbewertung; Normierung von gentoxikologischen Testverfahren.

**Veröffentlichungen der Reihe
Berichte der Landesanstalt für
Umweltschutz Baden-Württemberg
ISSN 0939-8236**

Titel	Band	Jahr der Heraus- gabe	Preis (falls lieferbar)
Jahresbericht 1990 (LfU)	1	07/91	-,--
Die Luft in Baden-Württemberg (3)	2	06/91	-,--
Jahresbericht 1990 Radioaktivität in Baden- Württemberg (3)	3	11/91	-,--
Jahresbericht 1991 (LfU)	4	05/92	-,--
Jahresbericht 1991 Die Luft in Baden-Württemberg (3)	5	05/92	-,--
Jahresbericht 1991 Radioaktivität in Baden-Württemberg (3)	6	06/92	-,--
Jahresbericht 1992 der LfU (LfU)	7		-,--
Jahresbericht 1992 Radioaktivität in Baden-Württemberg (3)	8	07/93	-,--
Jahresbericht 1992 Die Luft in Baden-Württemberg (3)	9		-,--
Jahresbericht 1993 der LfU (LfU)	10	05/94	-,--
Die Luft in Baden-Württemberg Jahresbericht 1993 (3)	11	05/94	-,--
Radioaktivität in Baden-Württemberg Jahresbericht 1993 (3)	12	07/94	-,--
20 Jahre LfU, 1975-1995 (LfU)	13	06/95	-,--
Die Luft in Baden-Württemberg (3) Jahresbericht 1994	14	06/95	-,--
Radioaktivität in Baden-Württemberg Jahresbericht 1994 (3)	15	09/95	-,--
Lärmschutz in Baden-Württemberg Jahresbericht 1994 (3)	16	09/95	-,--
Jahresbericht 1995 (LfU)	17	10/96	-,--
Jahre nach Tschernobyl (3) Radioaktivität in Baden-Württemberg Jahresbericht 1995	18	06/96	-,--
Die Luft in Baden-Württemberg (3) Jahresbericht 1995	19		-,--

Elektrische und magnetische Felder im Alltag (3) - Vorkommen, Wirkungen, Grenzwerte -	20	07/97	-,--
Jahresbericht 1996/1997 (LfU)	21	04/98	-,--
Radioaktivität in Baden-Württemberg Jahresbericht 1996 (3)	22	07/98	-,--

Titel	Band	Jahr der Heraus- gabe	Preis (falls lieferbar)
-------	------	-----------------------------	-------------------------------

**Die Reihe
„Berichte der Landesanstalt für
Umweltschutz“ geht über in die Reihe
„Jahresbericht“
ISSN 1439-6270**

25 Jahre LfU Jahresbericht 1998/99	23	2000	-,--
--	----	------	------

