



[Startseite](#)

[Vorwort der Präsidentin](#)

[Inhalt / Download](#)

Die LfU im Wandel der Zeit

Ökologie, Boden- und
Naturschutz

Industrie und Gewerbe,
Kreislaufwirtschaft

Wasser und Altlasten

Informations- und
Kommunikationstechnik

Publikationen der LfU

[Impressum](#)



Jahresbericht 1998/99

25 Jahre LfU



Jahresbericht 1998/99

25 Jahre LfU

Vorwort der Präsidentin



Die Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) feiert in diesem Jahr ihr 25-jähriges Jubiläum. Mit einem Festakt, einem Tag der offenen Tür und zahlreichen Fachveranstaltungen wollen wir die Öffentlichkeit und die Fachwelt über das bisher Geleistete informieren und einen Einblick in unsere weitere Arbeit ermöglichen.

Ausgangspunkt für die Gründung der LfU im Jahr 1975 waren die zunehmenden Umweltprobleme als Folge des Wirtschaftsaufschwungs seit der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts. Die Verunreinigung von Wasser, Luft und Boden sensibilisierte die Bevölkerung für Umweltfragen und ließ auch in der Politik den Ruf nach mehr Umweltschutz laut werden. Dabei setzte sich die Erkenntnis durch, dass die anstehenden Probleme nur durch eine integrative, medienübergreifende Bearbeitung aller Umweltbereiche zufriedenstellend gelöst werden können.

Die baden-württembergische Landesregierung hat diesen ganzheitlichen Ansatz aufgegriffen und die LfU am 1. Januar 1975 errichtet. Auf Länderebene war sie die erste Institution in der Bundesrepublik Deutschland in der alle Umweltmedien und die Ökologie gemeinsam unter einem Dach bearbeitet wurden.

Hauptaufgabe der neu gegründeten LfU war zunächst der Aufbau einer landesweiten Umweltbeobachtung und -bewertung. Dazu wurden verschiedene Messnetze eingerichtet, um den Zustand der Luft, des Wassers und des Bodens in Baden-Württemberg flächendeckend zu erfassen. Mit Hilfe eines ökologischen Wirkungskatasters wurde begonnen, die Wirkung von Schadstoffen auf Pflanzen und Tiere aufzuzeigen. Ein Radioaktivitätsmessnetz dient der Überwachung der baden-württembergischen und der grenznahen ausländischen Kernkraftwerke.

Im Laufe der vergangenen 25 Jahre wurden zahlreiche umweltpolitische Maßnahmen in Gang gesetzt, die mittlerweile zu einer deutlichen Verbesserung des Umweltzustandes geführt haben. So konnte beispielsweise durch den Bau von Abgasreinigungsanlagen bei Kraftwerken und die Verwendung von schwefelarmen Brennstoffen die Schwefeldioxidfreisetzung in Baden-Württemberg in den letzten 25 Jahren um etwa 80 Prozent reduziert werden. Durch die zunehmende Ausstattung der Kraftfahrzeuge mit einem geregelten Katalysator und das Verbot bleihaltiger Kraftstoffe hat der Eintrag von Stickstoffoxiden, organischen Schadstoffen und Blei in die Luft und in den Boden deutlich abgenommen. Auch im Bereich des Gewässerschutzes sind durch die kontinuierlich verbesserte Abwasserreinigung trotz zunehmender Bevölkerung und Steigerung der industriellen Produktion viele Erfolge erzielt worden. Abzulesen ist dies beispielsweise an den Schwermetallgehalten im Neckar, die im letzten Vierteljahrhundert um etwa 90 Prozent abgenommen haben, oder an der erfolgreichen Wiedereinbürgerung des Lachses und anderer Tier- und Pflanzenarten im Rhein.

Für den Umweltschutz ist bisher viel erreicht worden, trotzdem besteht in vielen Bereichen noch Handlungsbedarf. Die Wirkung komplexer Schadstoffgemische auf Mensch und Umwelt ist zu bewerten, der Flächenverbrauch ist zu minimieren, dem Artenrückgang muss entgegengewirkt werden, Hochwasserschutzmaßnahmen sind auszubauen, nachhaltige Wirtschaftsweisen müssen gefördert werden und auch die Informationsmöglichkeiten der Öffentlichkeit sind mit Hilfe moderner Umweltinformationssysteme zu verbessern. Diese Beispiele mögen verdeutlichen, dass auf die LfU auch in den kommenden Jahren wichtige Aufgaben zukommen.

Während ihres 25-jährigen Bestehens ist die innere Organisation der LfU mehrmals verändert worden, um sich neuen Aufgaben zuwenden zu können. Dabei hat insbesondere die konzeptionelle Beratung und Unterstützung der Ministerien und der Umweltverwaltungen im Land einen wesentlich höheren Stellenwert erhalten. Die LfU hat sich dabei in den vergangenen Jahren vom "Messnetzbetreiber" zu einem modernen Dienstleistungsbetrieb fortentwickelt.

Mit der anstehenden Einführung einer Kosten und Leistungsrechnung sollen betriebswirtschaftliche Steuerungselemente für einen noch effektiveren Einsatz der Personal- und Haushaltsmittel genutzt werden. Dies ist notwendig, um sich den künftigen Herausforderungen stellen zu können und neue Aufgabenschwerpunkte erfolgreich zu bearbeiten.

Im letzten Jahr wurde mit der Festlegung von umweltpolitischen Arbeitsschwerpunkten begonnen, um bei besonders wichtigen Handlungsfeldern trotz knapper werdender personeller und finanzieller Ressourcen eine vordringliche Bearbeitung zu ermöglichen. Zu den prioritären Themen gehören derzeit die Unterstützung der Kommunen bei der Aufstellung und Umsetzung einer Lokalen Agenda 21, schonender Umgang mit dem Boden durch ein Flächenressourcen-Management, Stoffstromoptimierung in kleinen und mittleren Unternehmen zur Minimierung des Energie- und Rohstoffverbrauchs, Lärmvermeidung, Minderung der diffusen Gewässerbelastungen und die Umsetzung einer großräumigen Naturschutzkonzeption.

Zur Erfüllung der anstehenden Aufgaben bedarf es weiterhin der sachkundigen Tätigkeit aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Diese haben sich in der Vergangenheit mit viel Engagement für die Umwelt eingesetzt und werden dies auch künftig tun. Für die weitere Arbeit hat sich die LfU in ihrem jetzt erarbeiteten Leitbild dem ganzheitlichen Umweltschutz verpflichtet und will als Dienstleister zur Erhaltung und weiteren Verbesserung der Umweltqualität beitragen.

Margareta Barth
Präsidentin der Landesanstalt für Umweltschutz
Baden-Württemberg

Inhalt / Download

Landesanstalt für Umweltschutz im Wandel der Zeit - Mit uns hat Umwelt Zukunft

- Von Landesstellen und -instituten zur LfU 2000 - personelle, finanzielle und organisatorische Entwicklung der LfU in den letzten 25 Jahren
- 25 Jahre Frauen in der LfU - 5 Jahre Landesgleichberechtigungsgesetz
- Umweltanalytik - gestern und heute

Ökologie, Boden- und Naturschutz - Konzeptionelle Ideen für Natur und Umwelt

- Lokale Agenda 21 als Aufbruch ins nächste Jahrtausend - das Agenda-Büro der LfU
- 25 Jahre Umweltforschung Baden-Württemberg
- Umweltberichterstattung im Laufe der Zeit
- Böden im Wandel der Zeit - Bodendauerbeobachtung in Baden-Württemberg
- Nachhaltiger Bodenschutz durch aktives Flächenmanagement
- Moore als landschaftsgeschichtliche Urkunden
- Vom Wirkungskataster zur ökologischen Umweltbeobachtung
- Tiere als Bioindikatoren für Umweltbelastungen
- Gentoxikologische Untersuchungsmethoden als modernes Instrumentarium der biologischen Umweltüberwachung
- Meilensteine des Naturschutzes in Baden-Württemberg
- Was sind Rote Listen? Erläuterungen zu einem bewährten Naturschutzinstrument
- Dienst am Kunden - Fachdienst Naturschutz, Neue Wege in der Vollzugsunterstützung
- Das europäische Schutzgebietsnetz NATURA 2000 - Die Umsetzung in Baden-Württemberg
- Stand von § 24a-Kartierung und Waldbiotopkartierung - Erhebung geschützter Biotope zum größten Teil abgeschlossen
- PLENUM - eine Strategie für den großflächigen Naturschutz
- 10 Jahre Interregionale Arbeitsgruppe für Naturschutz - Die Zusammenarbeit zwischen den Vier-Motoren-Partnerregionen Wales und Sachsen

Industrie und Gewerbe, Kreislaufwirtschaft - Messbar bessere Lebensqualität schaffen

- Betriebliches Energie- und Stoffstrommanagement
- Die zentrale Meldung und Auswertung industrieller Störfälle in Baden-Württemberg von 1989 bis 1998
- Derzeitiger Stand des Einsatzes regenerativer Energien in Baden-Württemberg
- Radioaktive Kontaminationen an Behältern und Fahrzeugen zum Transport abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle
- Radioaktivitätsfunde bei Metallschrott und ihre Bewertung
- Fahrt in die Sperrzone um Tschernobyl - Teilnahme an einem internationalen radiologischen Messvergleich
- Entwicklung der Luftqualität in Baden-Württemberg seit 1975
- Motorräder, Leichtkrafträder, City-Roller - zumeist noch ohne Kat - Die Zweirad-Branche boomt, aber bei der Abgasreinigung besteht starker Nachholbedarf
- Lärmschutz in Baden-Württemberg
- Elektrische und magnetische Felder sowie Geräuschimmissionen im Umfeld von Hochspannungsleitungen
- Gefahrstoffbelastung beim Elektro- und Elektronikschrott-Recycling - Ein Arbeitsschutzproblem?

- Abfallwirtschaft im Wandel - der Weg zu einer umweltverträglichen Kreislaufwirtschaft
- 25 Jahre Begleitscheinwesen - ein Instrument zur Beurteilung des Sonderabfallgeschehens in Baden-Württemberg

Wasser und Altlasten - Sauberes Wasser, ein kostbares Gut

- Wie berechenbar ist der Alpenrhein-Einstrom in den Bodensee?
- Kläranlagenausbau am Bodensee: ökologische Erfolgskontrolle
- Leise rieselt im Bodensee - Sedimentfallenkampagne 1995/96
- 25 Jahre Gewässerschutz in Baden-Württemberg - Von der abwassertechnischen Zielplanung zum Lebens- und Erlebnisraum Fließgewässer
- Motorschiff Max Honsell - 20 Jahre im Dienst für den Gewässerschutz
- Regenwasser - Eine lange Jahre unterschätzte Belastungsquelle für unsere Fließgewässer
- Arzneimittel und hormonell wirksame Stoffe in Fließgewässern Baden-Württembergs
- Konfliktarme Baggerseen (KaBa) - Entscheidungshilfen für den Kies- und Sandabbau
- 25 Jahre Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung in Baden-Württemberg
- Von der Pegellatte zur Hochtechnologie im gewässerkundlichen Messwesen
- Umweltverträglicher Hochwasserschutz am Oberrhein und Aufgaben der Hochwasser-Vorhersage-Zentrale (HVZ)
- Erhebung von Altlasten in Baden-Württemberg
- Bewertung altlastverdächtiger Flächen in Baden-Württemberg - Bilanz der Erfahrungen mit den institutionalisierten Bewertungskommissionen
- Modellhafte Bearbeitung von Altlasten - Innovative Sanierungsverfahren im praktischen Einsatz

Informations- und Kommunikationstechnik - Kommunikation hilft Probleme lösen

- Die Veränderung der IuK-Landschaft in den Neunziger Jahren - Informations und Kommunikationstechnik für die LfU
- Das Informationssystem Wasser, Abfall, Altlasten, Boden (WAABIS) - eine Großbaustelle des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg
- Die LfU im World Wide Web - Berichte und Daten zur Umwelt online
- PC-gestützte Kartographie - ein Service für die ganze Umweltverwaltung
- Die informationstechnische Betreuung der Umweltdienststellen - Einführung und Betrieb des Zentralen Benutzerservices

Publikationen der Landesanstalt für Umweltschutz

- Veröffentlichungen der Landesanstalt für Umweltschutz 1998/1999
- Veröffentlichungen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter 1998/1999
- Pressemitteilungen 1998/1999
- Autorenverzeichnis

Inhalt / Download

Landesanstalt für Umweltschutz im Wandel der Zeit - Mit uns hat Umwelt Zukunft

Von Landesstellen und -instituten zur LfU 2000 - personelle, finanzielle und organisatorische Entwicklung der LfU in den letzten 25 Jahren

25 Jahre Frauen in der LfU - 5 Jahre Landesgleichberechtigungsgesetz

Umweltanalytik - gestern und heute

Inhalt / Download

Ökologie, Boden- und Naturschutz - Konzeptionelle Ideen für Natur und Umwelt

[Lokale Agenda 21 als Aufbruch ins nächste Jahrtausend - das Agenda-Büro der LfU](#)

[25 Jahre Umweltforschung Baden-Württemberg](#)

[Umweltberichterstattung im Laufe der Zeit](#)

[Böden im Wandel der Zeit - Bodendauerbeobachtung in Baden-Württemberg](#)

[Nachhaltiger Bodenschutz durch aktives Flächenmanagement](#)

[Moore als landschaftsgeschichtliche Urkunden](#)

[Vom Wirkungskataster zur ökologischen Umweltbeobachtung](#)

[Tiere als Bioindikatoren für Umweltbelastungen](#)

[Gentoxikologische Untersuchungsmethoden als modernes Instrumentarium der biologischen Umweltüberwachung](#)

[Meilensteine des Naturschutzes in Baden-Württemberg](#)

[Was sind Rote Listen? Erläuterungen zu einem bewährten Naturschutzinstrument](#)

[Dienst am Kunden - Fachdienst Naturschutz, Neue Wege in der Vollzugsunterstützung](#)

[Das europäische Schutzgebietsnetz NATURA 2000 - Die Umsetzung in Baden-Württemberg](#)

[Stand von § 24a-Kartierung und Waldbiotopkartierung - Erhebung geschützter Biotope zum größten Teil abgeschlossen](#)

[PLENUM - eine Strategie für den großflächigen Naturschutz](#)

[10 Jahre Interregionale Arbeitsgruppe für Naturschutz - Die Zusammenarbeit zwischen den Vier-Motoren-Partnerregionen Wales und Sachsen](#)

Inhalt / Download

Industrie und Gewerbe, Kreislaufwirtschaft - Messbar bessere Lebensqualität schaffen

Betriebliches Energie- und Stoffstrommanagement

Die zentrale Meldung und Auswertung industrieller Störfälle in Baden-Württemberg von 1989 bis 1998

Derzeitiger Stand des Einsatzes regenerativer Energien in Baden-Württemberg

Radioaktive Kontaminationen an Behältern und Fahrzeugen zum Transport abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle

Radioaktivitätsfunde bei Metallschrott und ihre Bewertung

Fahrt in die Sperrzone um Tschernobyl - Teilnahme an einem internationalen radiologischen Messvergleich

Entwicklung der Luftqualität in Baden-Württemberg seit 1975

Motorräder, Leichtkrafträder, City-Roller - zumeist noch ohne Kat - Die Zweirad-Branche boomt, aber bei der Abgasreinigung besteht starker Nachholbedarf

Lärmschutz in Baden-Württemberg

Elektrische und magnetische Felder sowie Geräuschemissionen im Umfeld von Hochspannungsleitungen

Gefahrstoffbelastung beim Elektro- und Elektronikschrott-Recycling - Ein Arbeitsschutzproblem?

Abfallwirtschaft im Wandel - der Weg zu einer umweltverträglichen Kreislaufwirtschaft

25 Jahre Begleitscheinwesen - ein Instrument zur Beurteilung des Sonderabfallgeschehens in Baden-Württemberg

Inhalt / Download

Wasser und Altlasten - Sauberes Wasser, ein kostbares Gut

Wie berechenbar ist der Alpenrhein-Einstrom in den Bodensee?

Kläranlagenausbau am Bodensee: ökologische Erfolgskontrolle

Leise rieselts im Bodensee - Sedimentfallenkampagne 1995/96

25 Jahre Gewässerschutz in Baden-Württemberg - Von der abwassertechnischen Zielplanung zum Lebens- und Erlebnisraum Fließgewässer

Motorschiff Max Honsell - 20 Jahre im Dienst für den Gewässerschutz

Regenwasser - Eine lange Jahre unterschätzte Belastungsquelle für unsere Fließgewässer

Arzneimittel und hormonell wirksame Stoffe in Fließgewässern Baden-Württembergs

Konfliktarme Baggerseen (KaBa) - Entscheidungshilfen für den Kies- und Sandabbau

25 Jahre Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung in Baden-Württemberg

Von der Pegellatte zur Hochtechnologie im gewässerkundlichen Messwesen

Umweltverträglicher Hochwasserschutz am Oberrhein und Aufgaben der Hochwasser-Vorhersage-Zentrale (HVZ)

Erhebung von Altlasten in Baden-Württemberg

Bewertung altlastverdächtiger Flächen in Baden-Württemberg - Bilanz der Erfahrungen mit den institutionalisierten Bewertungskommissionen

Modellhafte Bearbeitung von Altlasten - Innovative Sanierungsverfahren im praktischen Einsatz

Inhalt / Download

Informations- und Kommunikationstechnik - Kommunikation hilft Probleme lösen

Die Veränderung der IuK-Landschaft in den Neunziger Jahren - Informations- und Kommunikationstechnik für die LfU

Das Informationssystem Wasser, Abfall, Altlasten, Boden (WAABIS) - eine Großbaustelle des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg

Die LfU im World Wide Web - Berichte und Daten zur Umwelt online

PC-gestützte Kartographie - ein Service für die ganze Umweltverwaltung

Die informationstechnische Betreuung der Umweltdienststellen - Einführung und Betrieb des Zentralen Benutzerservices

Inhalt / Download

Publikationen der Landesanstalt für Umweltschutz

[Veröffentlichungen der Landesanstalt für Umweltschutz 1998/1999](#)

[Veröffentlichungen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter 1998/1999](#)

[Pressemitteilungen 1998/1999](#)

[Autorenverzeichnis](#)

IMPRESSUM

Herausgeber Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz
Baden-Württemberg (LUBW)
Griesbachstraße 1, 76185 Karlsruhe
www.lubw.baden-wuerttemberg.de

ISSN 1439-6270 (Bd. 23, 2000)

Umschlaglayout Stephan May, 76227 Karlsruhe

Titelbild Dr. Christine Ritschel, 66123 Saarbrücken

Druck Greiserdruck GmbH & Co. KG, 76437 Rastatt

Online-Fassung WKL - Wendt & Kastl GbR

Papierfassung gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier
Bezug über:

Verlagsauslieferung der LfU
bei der JVA Mannheim - Druckerei
Herzogenriedstraße 111, 68169 Mannheim
Telefax: 0621/398-370

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

Von Landesstellen und -instituten zur LfU 2000 – personelle, finanzielle und organisatorische Entwicklung der LfU in den letzten 25 Jahren

Anfang der 70er-Jahre trat in zunehmendem Maße die Umweltproblematik ins öffentliche Bewusstsein. Zuvor hatte in den Jahren des Wirtschaftswunders ein scheinbar unbegrenztes Wachstum mit hohen Zuwachsraten der industriellen Produktion neben einem materiellen Wohlstand auch eine Fortschrittsgläubigkeit erzeugt, die von einer unbegrenzten Belastbarkeit der Biosphäre ausging. Dass dies nicht so ist, wurde bald spürbar und so wurde bereits 1970 die Gründung einer Landesanstalt für Umweltschutz als zentraler fachkundigen Stelle von dem damals für den Naturschutz zuständigen Kultusminister angeregt. Die Landesregierung kündigte im „Mittelfristigen Umweltprogramm von 1974“ an zu prüfen, „ob ein Landesamt für Umweltschutz errichtet werden soll“.

Am 20.11.1974 fasste der Ministerrat den Beschluss, im Geschäftsbereich des damaligen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt und Forsten (Ernährungsministerium) zum 1. Januar 1975 die „Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg“ zu errichten.

Daraufhin wurden die vier bis dahin selbständigen Landeseinrichtungen

- Landesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Immissions- und Strahlenschutz in Karlsruhe
- Landesstelle für Gewässerkunde und wasserwirtschaftliche Planung in Karlsruhe
- Landesstelle für Naturschutz und Landespflege in Ludwigsburg
- Staatliches Institut für Seenforschung und Seenbewirtschaftung – Eugen-Kauffmann-Institut – in Langenargen

als Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) zusammengefasst. Die früheren Landeseinrichtungen wurden zu Abteilungen, die als Institute weiterge-

führt wurden. Das Institut für Ökologie und Naturschutz wurde im Februar 1976 von Ludwigsburg nach Karlsruhe verlegt. Das Institut für Seenforschung und Fischereiwesen behielt seinen bisherigen Sitz in Langenargen als Außenstelle der LfU bei.

Mehr als die Summe der integrierten Dienststellen

Die LfU war auf weit mehr als die Summe der integrierten Dienststellen angelegt. Ihr Auftrag ging von Anfang an über die Fachaufgaben dieser ehemaligen Dienststellen hinaus. Der zusätzliche Aufgabenaspekt bestand in dem Auftrag, umweltrelevante Geschehnisse fachübergreifend zu beurteilen und zu bewerten. Und das war nicht nur ein quantitatives Mehr; diese Betrachtungsweise stellte eine ganz neue Qualität der Anforderungen dar. Zunächst waren Wasser, Luft und Naturschutz die prägenden LfU-Themen. Später kam auch noch der Boden hinzu, einschließlich der Altlasten und des Abfalls.

Durch die Zusammenführung hatte die LfU bei ihrer Gründung bereits über 330 Mitarbeiter, die aus den vier bisher selbständigen Dienststellen stammten. Da deren Aufgaben auf die LfU übergingen, brachten diese Mitarbeiter aber auch ihre Arbeit mit. Der neue Aufgabenzweig konnte deshalb nur unzureichend zur Entfaltung kommen; die personellen und finanziellen Ressourcen waren auf die Stammaufgaben der früheren Dienststellen, nämlich die Umweltbeobachtung ausgelegt und hierfür gebunden.

Stagnation wegen schwacher Konjunktur

Von den Auswirkungen der schwachen Konjunktur der damaligen Zeit blieb auch die junge LfU nicht verschont. Kaum existent, musste sie zur Konsolidierung des Staatshaushalts beitragen.

Ihr personeller und finanzieller Ausbau stagnierte nicht nur; die Personalkapazität der ersten Jahre war infolge Stellenabbaus sogar rückläufig. Ende 1976 verfügte sie über 320 Planstellen, davon waren 93 (29 %) Stellen für wissenschaftliches Personal vorgesehen. Der finanzielle Aufwand hierfür belief sich mit rund 11,6 Mio. DM auf ca. 55 % der veranschlagten Gesamtausgaben von 21,3 Mio. DM. Diese hohe Personalkostenquote steigerte sich in den Jahren 1978 und 1983 auf 59 %. Heute steht sie bei 37 %.

Im Zuge der Organisationsüberprüfung und deren Folge trat eine deutliche Verbesserung der Ressourcen der LfU ein. Der Personalbestand wurde ausgebaut (s. Abb.1), die Haushaltsansätze erhöhten sich sprunghaft (s. Abb. 2). 10 Jahre nach Errichtung der LfU waren etwa 500 Mitarbeiter beschäftigt und die Gesamtausgaben betragen rund 40 Mio. DM. Dieser Personalzuwachs erfolgte nicht nur durch Erhöhung der Planstellen. Viele Mitarbeiter wurden außerhalb des Haushaltsplans finanziert, da der LfU im

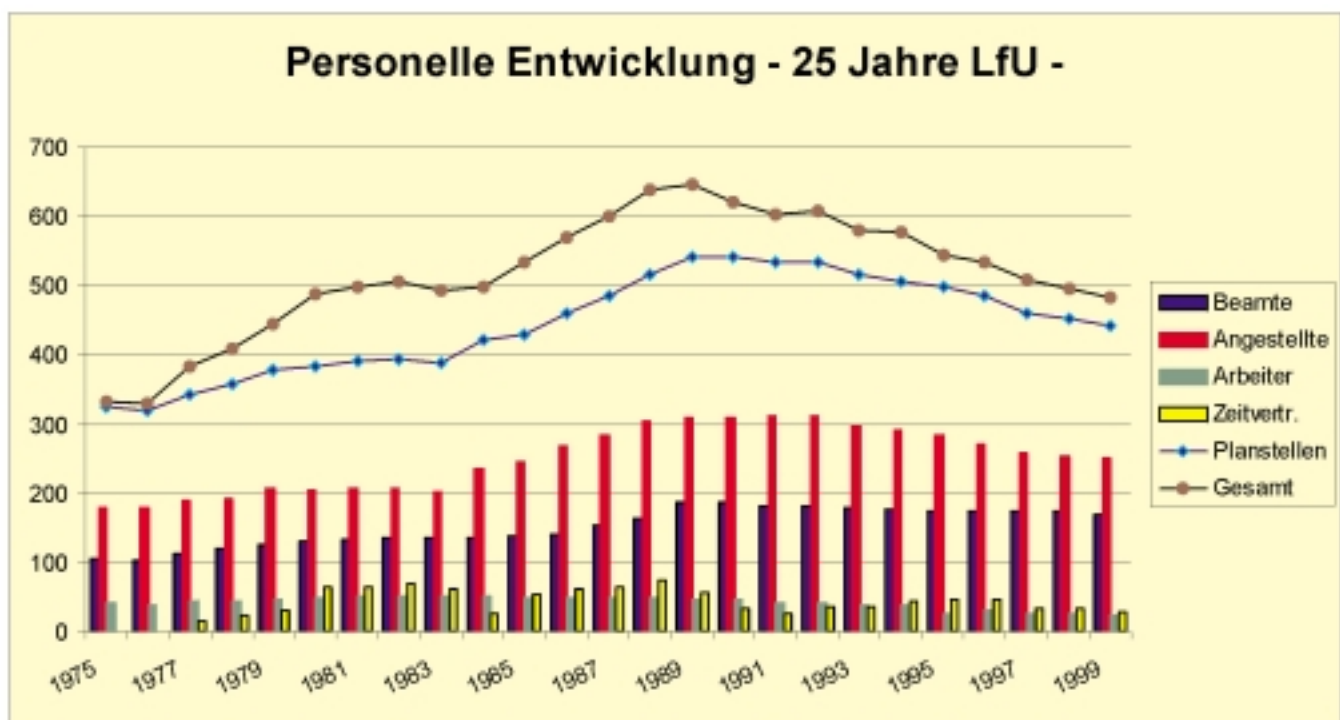


Abb. 1: Personelle Entwicklung 1975 – 1999.

Diese Stagnation verhinderte es, alle damals vorgesehenen 57 Referate personell auszustatten. Dazu reichte auch der Personalzugang der nächsten Jahre nicht aus bzw. er wurde dazu nicht verwendet. Ursache hierfür war die mit dem Zuwachs einhergehende Aufgabenerweiterung, aber auch die ab 1978 laufende Überprüfung der Aufbauorganisation. Bereits bei Gründung der LfU war eine Organisationsprüfung nach Ablauf von 3 Jahren vorgesehen. Sie wurde federführend vom Ernährungsministerium vorgenommen, dem Ministerium, dessen Geschäftsbereich die LfU angehörte. Sie führte 1983 zu einer neuen, schlankeren Struktur der LfU. Aufgaben und Personal wurden in 29 Referaten zusammengefasst, ferner entfiel die Führungsebene der Referatsgruppenleitung.

Laufe der Zeit immer wieder Planungs- und Entwicklungsaufträge erteilt wurden, die entweder als Projekt zeitlich begrenzt waren oder die Grundlagen für spätere Daueraufgaben schufen. Zur Projektunterstützung wurden der LfU Personalmittel für befristet beschäftigtes Personal zur Verfügung gestellt. In diesen Projektgruppen waren jährlich bis zu 73 Mitarbeiter im Zeitvertrag beschäftigt.

Es wird eng in der LfU

Der personelle Ausbau der LfU führte bald zu Engpässen in der räumlichen Unterbringung. Durch den Umzug des Instituts für Immissions-, Arbeits- und Strahlenschutz in einen Neubau im

Jahr 1979 entspannte sich die Raumsituation für kurze Zeit. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der anderen Institute waren weiterhin auf verschiedene Gebäude verteilt. Vorschläge für einen LfU-Neubau in Karlsruhe scheiterten letztlich an der jeweils aktuellen Finanzsituation des Landes. Der Raumbedarf wurde durch verschiedene Anmietungen befriedigt, was dazu führte, dass eine komplette räumliche Zusammenfassung der LfU weder in Karlsruhe noch am Bodensee

Die Ausstattung der LfU mit Finanzmitteln nahm seit 1975 von Jahr zu Jahr zu. Ursache hierfür waren nicht nur die steigenden Personalkosten. Die Ausrüstung der LfU musste verbessert und modernisiert werden. Zu diesen quasi hausinternen Investitionen kamen mit der Einrichtung und Ausweitung von Messnetzen weitere Ausgaben hinzu. Standen sächliche Haushaltsmittel 1975 noch in Höhe von knapp 7 Mio. DM zur Verfügung, waren es 1983 schon 14 Mio. DM. Damit

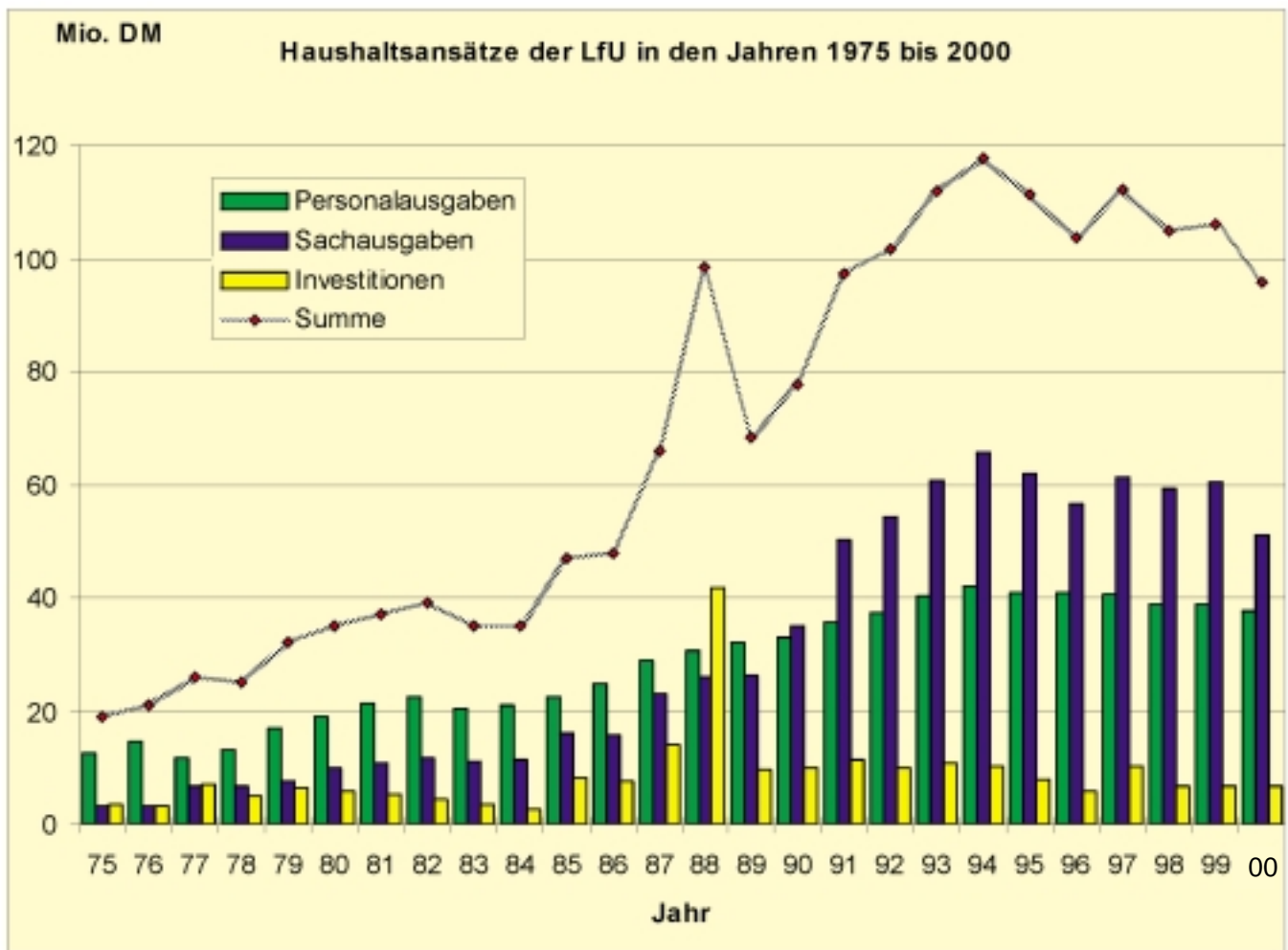


Abb. 2: Haushaltsansätze der LfU in den Jahren 1975 – 1999.

erreicht werden konnte. An beiden Standorten zusammen verteilte sich die LfU auf bis zu 18 Gebäude. Heute belegt die LfU noch 9 Dienstgebäude. In Karlsruhe war eine Reduzierung von 12 auf 4 Dienstgebäude möglich. Beim Institut für Seenforschung wird derzeit ein neues Dienstgebäude gebaut, welches im Jahr 2000 bezugsfertig wird. Danach kann das heute in fünf Gebäuden untergebrachte Institut eigene Räume unter einem Dach beziehen.

konnten die instrumentellen Voraussetzungen für solide Untersuchungs- und Messtätigkeiten verbessert werden.

Neue Aufgaben, neuer Aufschwung und neue Organisation

Die zunehmenden Erkenntnisse über die Vernetztheit der Umwelt führten auch bei der LfU zu

einer Erweiterung ihrer Beobachtungsaufgaben über Luft und Wasser hinaus. Anfang der 80er-Jahre wurde sie beauftragt, zur Bodenüberwachung ein Bodenmessnetz zu entwickeln. Ferner hatte sie ein Messnetz zur Feststellung der Auswirkungen von Luftschadstoffen auf die Vegetation einzurichten (ökologisches Wirkungskataster). 1987 wurde bei der LfU das Institut für Altlastensanierung eingerichtet. Im gleichen Jahr wurde die LfU dem neu geschaffenen Umweltministerium nachgeordnet.

Neue Aufgaben und der Ausbau der Luft- und Wassermessnetze führten zu weiteren Verbesserungen der finanziellen und personellen Ausstattung der LfU. Diese Entwicklung erreichte 1989 einen bisherigen Höhepunkt mit 646 Mitarbeitern und einem Finanzvolumen einschließlich zugewiesener Haushaltsmittel aus anderen Kapiteln von rund 100 Mio. DM. Seit ihrer Errichtung hatte sich das Personal der LfU damit fast verdoppelt, die Finanzmittel sogar verfünffacht.

Diese Entwicklung hatte jedoch 1990 ihr Ende. Die LfU wurde nach Plänen des Umweltministeriums und nach einem Gutachten der Firma McKinsey wieder neu strukturiert. Sie erhielt fünf Abteilungen mit insgesamt 24 Referaten, von denen 17 zusätzlich in 46 Sachgebiete untergliedert waren. Hinzu kam ein geändertes Aufgabenprofil. Ihre bisherigen operativen Aufgaben wurden zurückgenommen; routinemäßige Mess- und Untersuchungstätigkeiten sollten nur noch insoweit von ihr unmittelbar wahrgenommen werden, als es hierfür keine Dritten gab. Strategische und konzeptionelle Tätigkeiten im Umweltschutz, Beratung der Politik und Verwaltung wurde zentraler Auftrag der LfU.

Neu strukturiert wurde auch der Bereich Umweltforschung. Die im Jahre 1975 eingerichtete Zentrale Koordinierungsstelle für Umweltforschung (ZKU) wurde in die Abteilung Grundsatz, Ökologie als Referat Umweltforschung umgesetzt. Am 31. Mai 1991 wurde der LfU die Projektleitung des Projektes „Angewandte Ökologie“ (PAÖ) übertragen. Das PAÖ wurde 1998 mit drei anderen Forschungsförderungsprojekten unter dem Namen „**B**aden-**W**ürttemberg – **P**rogramm **L**ebensgrundlage **U**mwelt und ihre **S**icherung“ (BW-PLUS) zusammengefasst. Der LfU wurde

die Aufgabe übertragen, den Forschungstransfer zu unterstützen.

„Verschlankung“ der Aufgaben

Die LfU gab jedoch auch als Folge der Umstrukturierung verschiedene Aufgaben ab. Zu kleineren Einschnitten führten hierbei die Ausgliederung des fischereiwirtschaftlichen Bereichs des Instituts für Seenforschung und Fischereiwesen sowie der staatlichen Vogelschutzwarte. Sie gab ferner die Aufgabe der Amtlichen Personendosismessstelle ab. Als gravierender Eingriff wirkte sich hingegen die Übertragung des weiteren Ausbaus und des Betriebs des Luftmessnetzes auf die dazu geschaffene private Gesellschaft für Umweltmessungen und Umwelterhebungen mbH (UMEG) aus. Zu ihr wechselten auch knapp 60 Mitarbeiter, die größtenteils diese Aufgabe bisher bei der LfU wahrgenommen hatten.

Diese zum 01.03.1990 in Kraft getretene Neuordnung der LfU wurde bereits zum 01.01.1991 durch die Angliederung des Informationstechnischen Zentrums (ITZ) des Ministeriums Ländlicher Raum (MLR) und des Umweltministeriums (UM) an die LfU ergänzt. Das ITZ entstand durch den Zusammenschluss der Datenverarbeitungsstelle der LfU mit Teilen der Datenverarbeitungs- und Entwicklungsstelle des UM und des MLR. Teile des ITZ sind in Stuttgart verblieben. Mit dieser Angliederung verbunden war ein Personalzugang, der numerisch die Personalabwanderung zur UMEG in etwa wieder ausgeglichen hat.

Die LfU erhält ihr jetziges Gesicht

Im Jahre 1996 hat die Verwaltungsreformkommission beim Innenministerium das Projekt „Untersuchung des Aufgabenbestandes und der Organisation der LfU“ in ihr Arbeitsprogramm aufgenommen. Wesentliche Ziele hierzu waren eine Stelleneinsparung von mindestens 8 % in den Jahren 1997 bis zum Jahr 2002, die kritische Überprüfung der Aufgabenstruktur einschließlich Organisationsprüfung sowie die Effizienzsteigerung (u. a. durch Verbesserung der Koordination zwischen LfU und Ministerium, Zielorientierung,

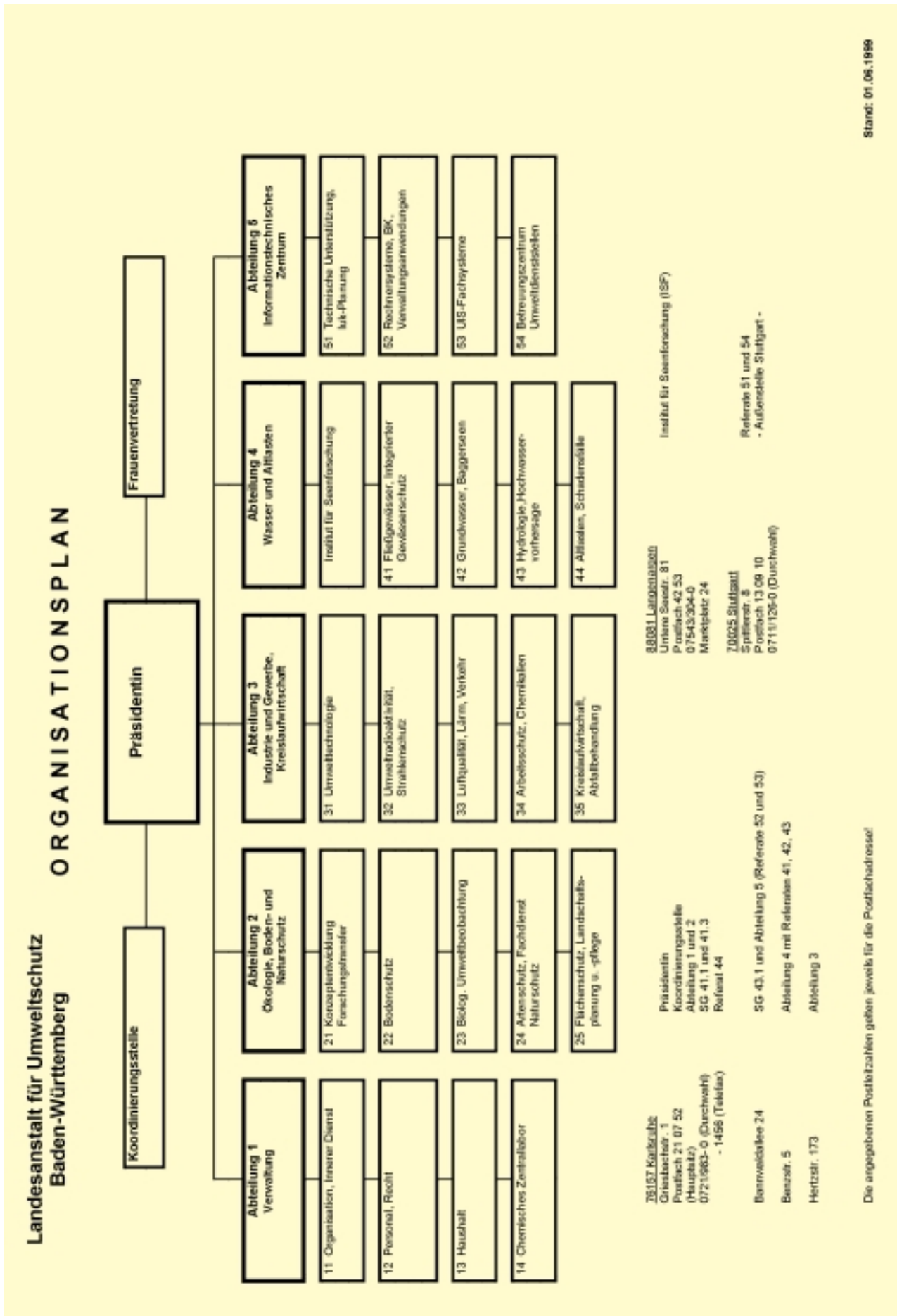


Abb. 3: Organisationsplan der LfU.

Controlling, Einführung betriebswirtschaftlicher Instrumente). Die Überprüfung wurde im Jahre 1997 durch das Ministerium für Umwelt und Verkehr durchgeführt.

Der Ministerrat hat am 24. 11. 1997 beschlossen, die Landesanstalt zum 01. 01. 1998 neu zu gliedern. Die im Jahr 1990 gegründete Abteilung 5 „Boden, Abfall, Altlasten“ wurde aufgelöst. Die LfU besteht heute aus 5 Abteilungen mit 22 (statt bisher 28) Referaten, einer Koordinierungsstelle und dem Institut für Seenforschung (s. Abb. 3).

Hochschulabsolventen	
	Anzahl
Gesamt	142
davon	
Naturwissenschaften	83
Biologie	28
Chemie	17
Physik	13
Geographie	8
Forstwirtschaft	3
Meteorologie	3
Geoökologie	5
Agrarbiologie	3
Lebensmittelchemie	2
Ozeanographie	1
Mineralogie	1
Ingenieurwissenschaften	53
Bauingenieurwesen	25
Agraringenieurwesen	7
Maschinenbauwesen	3
Chemieingenieurwesen	3
Hydrologie	2
Elektrotechnik	1
Wirtschaftsingenieurwesen	1
Landespflege	2
Informatik	8
Mathematik	1
Sonstige	6
Jura	5
Medizin	1

Tab. 1: Berufsgruppen in der LfU 1999.

Die LfU wird seit 1992 zu Einsparungen von Personalstellen herangezogen. Einschließlich der 1996 zusätzlich festgelegten 8 prozentigen Personalstelleneinsparung beträgt die Einsparungsquote etwa 24 %, die bis Ende 2001 erfüllt werden muss und zu einer Reduzierung der Planstellen auf 399 führen wird. Aktuell hat die LfU bei 439 Personalstellen 479 Mitarbeiter. Davon sind rund 180 im höheren Dienst. Insgesamt sind bei ihr 24 akademische Fachrichtungen tätig (s. Tab. 1).

Die Sparpolitik des Landes zeigt auch bei der finanziellen Ausstattung der LfU Wirkung. Die gegenüber dem Jahre 1989 noch stärkeren Zuwächse in den Jahren 1991 bis 1994 (117 Mio. DM) sind seitdem rückläufig; die Haushaltsmittel erreichen in 1999 den Betrag von rund 96 Mio. DM. Die Steigerung bis 1994 erklärt sich hauptsächlich aus der Zunahme der

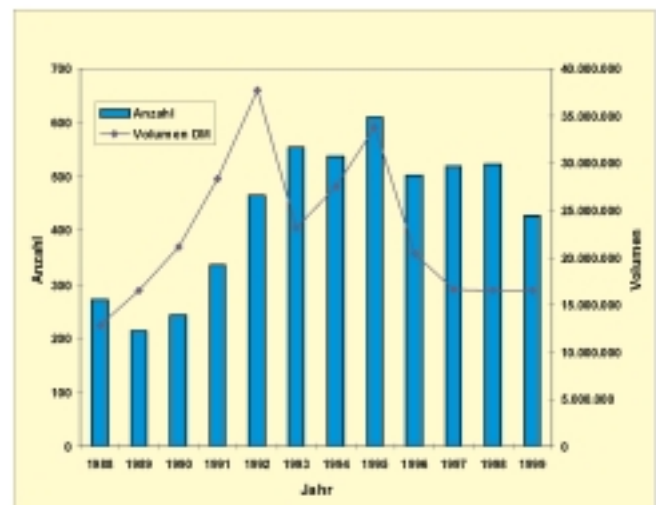


Abb. 4: Abgeschlossene Werk- und BVB-Verträge in den Jahren 1987–1998.

Personalkosten sowie der Tatsache, dass die Kosten der UMEG im Haushalt der Landesanstalt für Umweltschutz abzudecken sind; sie wurden für das Jahr 1994 allein mit knapp 35 Mio. DM veranschlagt. Die LfU arbeitet mit einer Vielzahl von privaten Unternehmen zusammen. Die haushaltsrechtlichen Voraussetzungen hierfür wurden bereits 1986 geschaffen; seither sind steigende Auftragszahlen zu verzeichnen. 1987 wurden durch 237 Werkverträge rund 10 Mio. DM abgewickelt. 1998 hatten 523 Werkverträge ein Auftragsvolumen von 16,5 Mio. DM (Abb. 4).

Im Jahr 2000 feiert die LfU ihr 25-jähriges Bestehen. Die äußeren Rahmenbedingungen werden im neuen Jahrtausend nicht einfacher werden. Mit der Einführung der Kosten- und Leistungsrechnung wird die notwendige Transparenz geschaffen, um die knapper werdenden Res-

sourcen zielgerichtet einsetzen zu können. Denn es ist das Bestreben der LfU, den bisherigen hohen Qualitätsstandard auch in Zukunft aufrechtzuerhalten.

Horst Kaiser, Peter Schäfer u. a.

25 Jahre Frauen in der LfU – 5 Jahre Landesgleichberechtigungsgesetz

Rahmenbedingungen

Lange bevor die LfU zum 1. Januar 1975 gegründet wurde, wurde in der ersten Verfassung der Bundesrepublik die Gleichberechtigung von Frau und Mann als Grundrecht verankert: „Männer und Frauen sind gleichberechtigt“. Wie wenig allerdings dieser Artikel 3 Abs. 2 des Grundgesetzes tatsächlich verwirklicht wurde, zeigt sich dadurch, dass er 1994 im Rahmen der Verfassungsreform durch folgenden Zusatz ergänzt wurde: „Der Staat fördert die tatsächliche Durch-

setzung der Gleichberechtigung von Frauen und Männern und wirkt auf die Beseitigung bestehender Nachteile hin.“ Seither geht es also nicht mehr nur um Schutz vor Diskriminierung, sondern auch um aktive Förderung von Frauen. 20 Jahre nach Gründung der LfU verabschiedete der Landtag von Baden-Württemberg (als eines der letzten Bundesländer) im Dezember 1995 das „Gesetz zur Förderung der beruflichen Chancen für Frauen und der Vereinbarung von Familie und Beruf im öffentlichen Dienst des Landes Baden-Württemberg (Fördergesetz/FG)“, das als

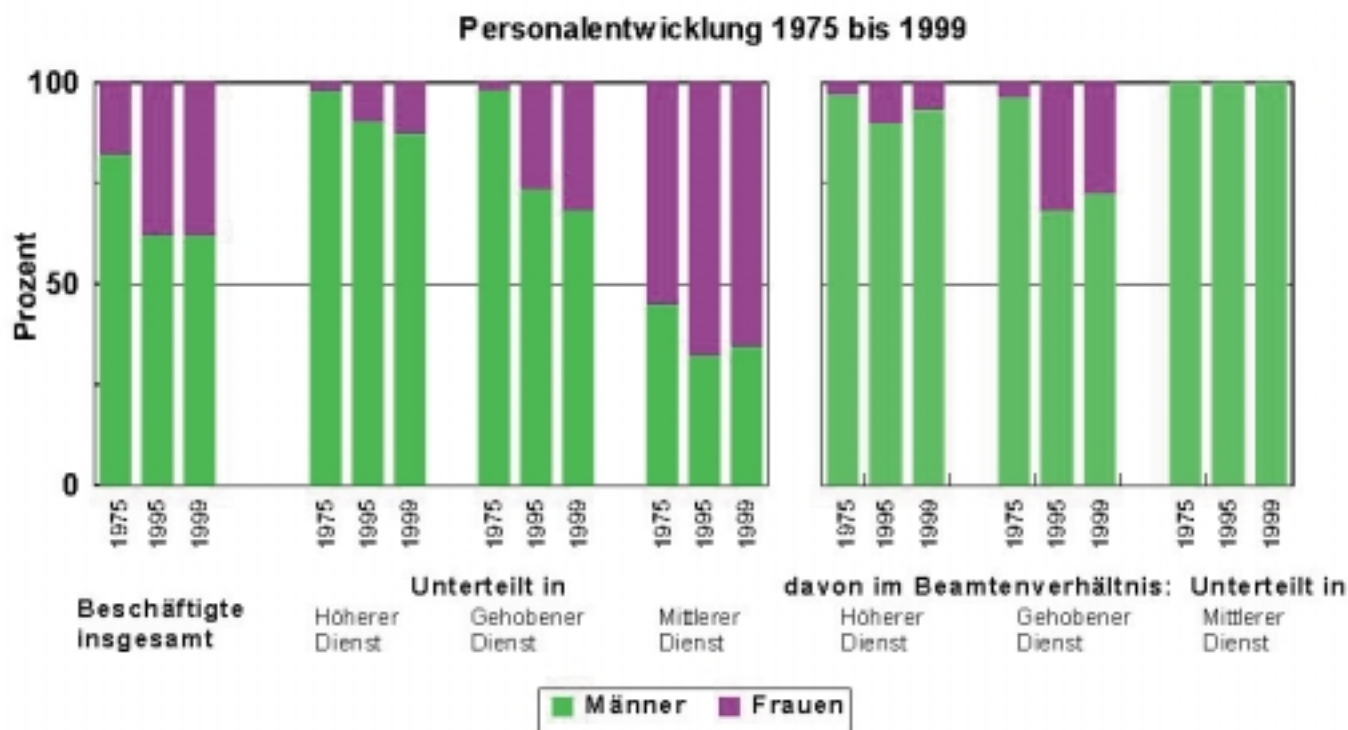


Abb. 1: Anteil der Frauen und Männer bei den Beschäftigten der LfU (1975 bis 1999).

Artikel 1 des Landesgleichberechtigungsgesetzes verkündet wurde. Das Fördergesetz soll einen wesentlichen Beitrag zur Beseitigung von Benachteiligungen von Frauen im Beruf, zu ihrer Förderung und zur besseren Vereinbarkeit von Familie und Erwerbstätigkeit für Frauen und Männer im Landesdienst leisten.

Auswirkungen auf die LfU

Wie haben sich die Entwicklungen der letzten 25 Jahre in der LfU niedergeschlagen und zeigt das Fördergesetz schon Auswirkungen? Dazu werden die Zahlen der Personalsituation bei Gründung der LfU, bei der Verabschiedung des Fördergesetzes und fünf Jahre nach Inkrafttreten des Gesetzes gegenübergestellt.

Aus der grafischen Darstellung in Abbildung 1 ist ersichtlich, dass sich der Frauenanteil seit Gründung der LfU im Jahre 1975 bis heute verdoppelt hat, wobei Frauen insgesamt immer noch unterrepräsentiert sind. Seit Inkrafttreten des Fördergesetzes im Jahre 1995 hat sich der Anteil der Frauen insgesamt nicht verändert. Der Anteil der Frauen im höheren und im gehobenen Dienst hat nur geringfügig zugenommen. Die große Mehrzahl der Frauen in der LfU sind überwiegend in den unteren Dienststufen beschäftigt, was sich mit 65,4 % Frauenanteil im mittleren Dienst deutlich zeigt.

Frauen in Führungspositionen

Beim Anteil der Frauen in Führungspositionen hat seit Gründung der LfU ein positiver Veränderungsprozess stattgefunden, wenn auch insgesamt die Frauen noch stark unterrepräsentiert sind (Tabelle 1).

Um die Zahlen seit Inkrafttreten des Fördergesetzes mit den Zahlen von 1999 vergleichen zu können, muss beachtet werden, dass zwischenzeitlich eine Umstrukturierung der LfU stattgefunden hat, bei der die Anzahl der Abteilungen, Referate und Sachgebiete und damit der Führungspositionen deutlich (um 27 %) verringert wurden. Nach wie vor wird keine der nun 5 Abteilungen von einer Frau geleitet. Von den 24 Referatsleitungen

	1975	1995	1999
Frauenanteil			
Präsident/in	0 (0%)	0 (0%)	1 (100%)
Abteilungsleitung	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Referatsleitung	1	1 (3%)	2 (8,3%)
Sachgebietsleitung	-*	4 (6,6%)	3 (6,8%)
Führungspositionen	1	5 (5,1%)	6 (8,3%)
Insgesamt			

Tab. 1: Frauenanteil in Führungspositionen.

*1975 gab es keine Sachgebietsleitungen

sind derzeit 2 mit Frauen besetzt. Von den 61 Sachgebieten im Jahre 1995, die als unterste Führungsebene eingeführt worden waren, wurden 4 von Frauen geleitet. Die absolute Anzahl der Sachgebietsleiterinnen hat sich 1999 zwar auf 3 verringert, aufgrund der geringeren Anzahl von Sachgebieten (von 61 auf 48) liegt der Anteil der Frauen mit 6,8 % aber in der gleichen Größenordnung wie bei Inkrafttreten des Fördergesetzes. Die Anzahl der Frauen in Führungspositionen insgesamt erhöhte sich von 1995 mit 5 Frauen auf 6 Frauen im Jahre 1999.

Fazit: Bei der LfU sind Frauen in Führungspositionen nach wie vor eine Ausnahme. Obwohl die Tendenz insgesamt positiv ist, ist es bemerkenswert, dass Frauen trotz gleicher beruflicher Qualifikation und trotz gleicher rechtlicher Rahmenbedingungen in Führungspositionen so gering vertreten sind. Das liegt zum Teil auch daran, dass überwiegend die Frauen ihre Prioritäten auf den familiären Bereich legen.

Berufliche Fortentwicklung

Berufliche Fortentwicklung zeigt sich unter anderem auch dadurch, ob die Spitzenbesoldungsgruppe 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 und gehobenen Dienst, was umso bemerkenswerter ist, als Frauen hier besonders stark vertreten sind. Auch einen Aufstieg im Beamtenbereich vom gehobenen Dienst in den höheren Dienst haben an der LfU bisher 5 Männer und noch keine Frau erreicht.

Ausbildung an der LfU

Der Ausbau des Bildungswesens in der Bundesrepublik Deutschland hat seit Ende der 60er-Jahre zu einem deutlichen Anstieg der Beteiligung von Mädchen und Frauen an höherqualifizierten Bildungsgängen geführt. Immer häufiger wählten sie auch naturwissenschaftliche und technische Berufe. Dies zeigt sich auch in der Ausbildungssituation an der LfU. Zu Gründungszeiten bildete die LfU in den Bereichen Chemie- und Biologielaborant/in aus. Später kamen dann Ausbildungsbereiche wie Bürogehilfe/in, Feinmechaniker, Fischereigehilfe/in, Bauzeichner/in, Berufsakademie in den Bereichen Umwelttechnik und Strahlenschutz hinzu.

Da die Ausbildungskapazität der LfU in den vergangenen 25 Jahren sehr unterschiedlich war, ist eine Bewertung schwierig. Eindeutig ist, dass der Anteil der Mädchen an den Auszubildenden über die Jahre zugenommen hat.

- 1975 43 %
- 1995 57 %
- 1999 72 %

Bis auf den Bereich der Feinmechaniker, in dem ausschließlich Jungen ausgebildet wurden, waren in allen anderen Bereichen die Auszubildenden überwiegend Mädchen. Da die Ausbildungsbereiche überwiegend im mittleren Dienst lagen, entspricht dies der Repräsentanz der Frauen in dieser Laufbahngruppe.

Vereinbarkeit von Familie und Beruf

Der Anteil der berufstätigen Frauen hat insgesamt bundesweit zugenommen. Die Verbesserung der Vereinbarkeit von Familie und Beruf für Männer und Frauen ist aber in unserer Gesellschaft immer noch nicht zufriedenstellend gelöst und daher für den Staat und die Wirtschaft ein aktuelles Handlungsfeld und zugleich eine wichtige Zukunftsaufgabe. Der Gesetzgeber hat in den vergangenen Jahren wichtige gesetzliche Maßnahmen ergriffen, die es ermöglichen, berufliche und familiäre Aufgaben besser miteinander in Einklang zu bringen. Beispielhaft sind hier der Erziehungsurlaub, der Rechtsanspruch auf einen

Kindergartenplatz und die Gleichberechtigungsgesetze zu nennen, die zu Gründungszeiten der LfU noch nicht existierten. Verbesserungen auf diesem Gebiet lassen sich aber nicht ausschließlich durch gesetzliche Regelungen realisieren. Flexiblere, familienfreundliche Arbeitszeiten und mehr familiengerechte Teilzeitarbeitsplätze können nur in den Behörden (und Betrieben) selbst geschaffen werden.

In der LfU besteht eine Reihe von Möglichkeiten zur flexiblen Arbeitszeitgestaltung für Voll- und insbesondere für Teilzeitbeschäftigte. Für die Teilzeitbeschäftigten existieren zur Zeit 24 verschiedene Teilzeitmodelle. Dagegen gab es bei Gründung der LfU nur ein einziges, nämlich das 50%-Teilzeitmodell, das damals ausschließlich von Frauen wahrgenommen wurde. Der Anteil der männlichen Teilzeitbeschäftigten lag 1995 bei 1,3% und liegt zwischenzeitlich bei 7%. Insgesamt steigt der Anteil der Teilzeitbeschäftigten im öffentlichen Dienst seit Jahren kontinuierlich an. Der Anteil der Teilzeitbeschäftigten bei der LfU lag im Jahre 1995 bei 14%. Seither gab es keine deutliche Veränderung in diesem Bereich (Anteil der Teilzeit 1999: 14,5%). Seit Inkrafttreten des Fördergesetzes wurden die Führungspositionen als Teilzeitstellen ausgeschrieben, die dann aber mit Ganztagskräften besetzt wurden. Seit 1999 wird eine Führungsposition in der LfU von einer Teilzeitkraft wahrgenommen. Dennoch ist es weiterhin wünschenswert, den Anteil der Teilzeitstellen auf Führungsebenen zu erhöhen.

Seit 1998 wurde – zunächst als Versuch – mit einem Telearbeitsplatz eine weitere Möglichkeit der flexiblen Arbeitszeit und der Verbesserung der Vereinbarkeit von Familie und Beruf für Frauen und Männer geschaffen.

Anteil der Beurlaubungen

Insgesamt waren bei der LfU seit Gründung 7 Männer aus familiären Gründen beurlaubt. Bei Inkrafttreten des Fördergesetzes 1995 waren 3 Männer im Erziehungsurlaub und zur Zeit ist ein Mann von insgesamt 25 Beurlaubten im Erziehungsurlaub (entspricht einem Anteil von 4%). Bundesweit liegt der Anteil der Väter, die

Erziehungsurlaub nehmen, durchschnittlich zwischen 2 und 3 %. Weiterführende Beurlaubungen aus familiären Gründen (in der Regel Beurlaubungen im Anschluss an den dreijährigen Erziehungsurlaub) wurden bislang ausschließlich von Frauen wahrgenommen.

Frauenvertretung

Mit Inkrafttreten des Fördergesetzes war von den weiblichen Beschäftigten der LfU erstmals eine Frauenvertreterin und deren Stellvertreterin für eine Amtsperiode von 4 Jahren zu wählen. Die Frauenvertretung ist unmittelbar der Dienststelle zugeordnet und ist bei ihrer Aufgabenerledigung weisungsungebunden. Sie ist zur Verschwiegenheit verpflichtet. Zu Beginn ihrer Amtszeit war es Aufgabe der Frauenvertretung, ihre Stellung in der LfU und allgemeine Verfahrensregelungen zu klären. Abstimmungsgespräche zwischen Dienststelle und Frauenvertretung haben dazu geführt, die Arbeit der Frauenvertretung zu institutionalisieren und somit die Grundlage für eine effiziente Wahrnehmung der Interessen der weiblichen Beschäftigten zu schaffen. Ferner hat die LfU mit der erstmaligen Erstellung der Frauenförderpläne im Jahre 1996 ihre Ziele zur Frauenförderung und zur besseren Vereinbarkeit von Familie und Beruf formuliert. Die Frauenvertretung unterstützt die Dienststellenleitung bei der Aufgabe, das Gesetz umzusetzen und zu erfüllen und damit die Chancengleichheit in der LfU herzustellen und für Frauen bestehenden Nachteile abzubauen.

Fazit

Wie auch in anderen Beschäftigungsbereichen (Industrie, Hochschule usw.) hat der Frauenanteil an der LfU in den letzten 25 Jahren deutlich zuge-

nommen, wobei die Frauen von einer paritätischen Besetzung in den höheren Laufbahngruppen und im besonderen Maße bei den Führungspositionen immer noch weit entfernt sind. Das Fördergesetz hat bisher noch zu keiner deutlichen Veränderung dieser Situation geführt. Eine Bewertung der Zahlen seit Inkrafttreten des Fördergesetzes muss jedoch mit Vorsicht erfolgen, da an der LfU seitdem ein Stellenabbau stattgefunden hat und Neueinstellungen praktisch nur noch über Zeitverträge möglich waren. Um aber klare Tendenzen aufzeigen zu können, ist der zu betrachtende Zeitraum von 5 Jahren noch zu kurz.

Auch das zweite Ziel des Fördergesetzes, die Vereinbarkeit von Familie und Beruf für Frauen und Männer zu fördern, ist trotz der im Einzelfall erzielten Fortschritte der vergangenen 5 Jahre insgesamt noch nicht zufriedenstellend gelöst.

Die erfolgreichen Ansätze in der LfU, die Chancengleichheit durch interne Aktivitäten in der LfU herzustellen, müssen in der Zukunft kontinuierlich ausgebaut werden. Die Herstellung von Chancengleichheit in der LfU als Aufgabe aller Beschäftigten und nicht nur als Aufgabe der Frauenvertretung zu sehen, wird die große Herausforderung der nächsten Jahre sein. Besondere Verantwortung kommt dabei den Führungskräften zu. Eine Möglichkeit wäre zum Beispiel, die Erfolge bei der Frauenförderung, insbesondere bei der Erfüllung der Frauenförderpläne als positives Kriterium bei der dienstlichen Beurteilung von Führungskräften mit Personalverantwortung mit zu berücksichtigen.

Andrea Eichhorn

Umweltanalytik – gestern und heute

Die Bedeutung der Umweltanalytik liegt in erster Linie in der Überwachung der Umwelt. Zusätzlich werden aus Beobachtungen der Umwelt mit Hilfe chemischer Analysen Schlussfolgerungen gezogen. In kurzer Form wird dargelegt, wie sich dieses Teilgebiet der Chemischen Analytik in der Vergangenheit entwickelt hat, sich zur Zeit darstellt und wohin seine künftige Entwicklung gehen könnte.



Abb. 1: Fließinjektions-Fotometriesystem im Chemischen Zentrallabor der LfU.

Was ist Umweltanalytik, was ist ihre Aufgabe?

Der Begriff Umweltanalytik ist so alt wie der Begriff Umweltschutz, aus dem er sich ableitet, d. h. etwa 25 bis 30 Jahre. Wie es schon vor dieser Zeit „Umweltschutz“ – ohne diesen Namen – gab, existierten zuvor auch analytische Untersuchungen auf diesem Gebiet. Zentrale Bereiche waren dabei die Untersuchungen von Wasser und Luft.

Umweltanalytik wird heute als Teil zweier Oberbegriffe verstanden:

- der allgemeinen chemischen Analytik, deren Aufgabe die Untersuchung der stofflichen Zusammensetzung eines Materials oder einer Probe auf Art und Menge der Inhaltsstoffe ist.

Das Spektrum der Analysen reicht einerseits von Hauptbestandteilen bis hin zum Ultraspurenbereich, andererseits auch von der Gesamtzusammensetzung einer Probe bis hin zu Gehalten einzelner Elemente oder chemischer Verbindungen;

- der Umweltmesstechnik, diese umfasst chemische, biologische und physikalische Untersuchungsverfahren einschließlich von Probenahmetechniken und ihre Anwendung bei technischen Verfahren.

Die Umweltanalytik als Teilgebiet von beiden beschreibt stoffliche Untersuchungen, die mit der Überwachung, Beobachtung und Bewertung umweltrelevanter Stoffe befasst sind. Sie ist abzugrenzen von biologischen, physikalischen, medizinischen und lebensmittelchemischen Untersuchungen. Obwohl vor allem die letzteren den umweltanalytischen Methoden häufig sehr ähnlich sind, dienen sie doch anderen Zwecken und Zielen. Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die so definierte Umweltanalytik.

Die Aufgaben und Ziele der Umweltanalytik sind vielfältig, wie folgende beispielhafte Aufzählung zeigt:

- Untersuchung natürlich auftretender Stoffe,
- Untersuchung anthropogen erzeugter oder freigesetzter Stoffe,
- der Überwachung von Grenzwerten dienende Untersuchungen,
- der Umweltbeobachtung dienende Untersuchungen,
- Entwicklung neuartiger Untersuchungsverfahren,
- Entwicklung von Untersuchungsmethoden für neue Stoffe,
- Umweltforschung.

Die Aufgaben der Umweltanalytik werden von spezialisierten analytisch-chemischen Laboratorien wahrgenommen, dies sind:

- freie private Prüflaboratorien,
- Betriebslaboratorien größerer Industriebetriebe,
- staatliche Laboratorien,
- Laboratorien an Universitäten, Untersuchungs- und Forschungsstellen.

Die Aufgabenschwerpunkte dieser Labors sind dabei sehr unterschiedlich. In Baden-Württemberg werden für umweltanalytische Untersuchungen jährlich finanzielle Mittel in dreistelliger Millionenhöhe aufgewandt. Der weitaus größte Teil davon betrifft die Untersuchungstätigkeit freier Privatlabors, denen deshalb eine zentrale Rolle in der Umweltanalytik in Baden-Württemberg zukommt.



Abb. 2: Klassische Maßanalyse mit Titration bei der Bestimmung des Permanganat-Index.

Gerätetechnisch-messtechnische Entwicklung der Umweltanalytik

In der Analytischen Chemie hat eine kontinuierliche Verschiebung von den klassischen chemischen Verfahren hin zu physikalisch-chemischen Methoden stattgefunden. Klassische Analyseverfahren wie Gravimetrie (Gewichtsmessungen), Titration (Volumenmessung) oder Fotome-

trie (Messung der optischen Durchlässigkeit) werden nur noch selten angewandt. Sie sind personal- und zeitaufwendig und genügen häufig den Anforderungen an die geforderte Messempfindlichkeit nicht mehr.

Heute angewandte physikalisch-chemische Messmethoden sind beispielsweise die Atom-spektrometrie, die Gas- und Flüssigchromatografie, die Massenspektrometrie sowie Laser- und Plasmatechniken. Hierzu sind große und teure Geräte erforderlich. Ein ökonomischer Betrieb derartiger Geräte wurde vielfach erst durch die rasche Entwicklung auf dem Gebiet der elektronischen Datenverarbeitung, mit neuen Möglichkeiten bei der Steuerung und Auswertungsarbeit komplizierter Analysensysteme, möglich. Schon kleinere Analysensysteme haben heute in der Regel einen PC als Steuerungs- und Auswerteeinheit.

Weiterhin trat in der Analytischen Chemie eine Verschiebung von der Makroanalyse/Gesamtanalyse hin zur Untersuchung von Spurenbestandteilen ein. Dies hängt einerseits mit veränderten Fragestellungen zusammen, andererseits damit, dass die technische Entwicklung die Messung immer neuer Stoffe in immer geringeren Konzentrationen möglich macht. Häufig ist nur noch ein Ultraspurenbestandteil einer Probe von Interesse, während der Rest der Probe nur „störendes Beiwerk“ für die Untersuchung darstellt.

Die gerätetechnische Entwicklung der Messtechnik hat demnach das stoffliche Spektrum umweltanalytischer Untersuchungen ganz wesentlich mit geprägt. Viele Stoffe und Stoffgruppen wurden in der Umwelt erst festgestellt, nachdem genügend empfindliche Messverfahren zur Verfügung standen. Beispielsweise wäre ohne die technische Entwicklung der Gaschromatografie mit den zugehörigen hochempfindlichen Detektoren eine Feststellung und Untersuchung polychlorierter Dibenzodioxine und Dibenzofurane (häufig kurz als Dioxine und Furane bezeichnet) gar nicht möglich gewesen. Als weiteres Beispiel kann die Entwicklung der Atom-spektroskopie vom einfachen Flammfotometer bis hin zur Plasma-Massenspektrometrie mit deren enormen Nachweismöglichkeiten genannt werden.

Diese Entwicklung hat der Umweltanalytik gelegentlich den – unberechtigten – Vorwurf eingetragen, Umweltprobleme entstünden erst durch die verfeinerte Messtechnik. Hier wird jedoch Ursache und Wirkung verwechselt.

Medienbezogene Entwicklung der Umweltanalytik

Die medienbezogene Betrachtung der Umweltanalytik bedarf zunächst der Definition dieser Medien. Klassische Umweltmedien sind:

- **Luft** mit den Untergruppen Gase, Stäube, Aerosole, Schwebstoffe usw.,
- **Wasser** mit den Untergruppen gelöste und nichtgelöste sowie ionische und nichtionische Bestandteile, anorganisch-chemische und organisch-chemische Bestandteile, Schwebstoffe, Sedimente usw.,
- **Boden** mit den Untergruppen anorganisch-chemische und organisch-chemische Bestandteile, Bodenwasser, Bodenluft, Extrakten, Eluaten (wässrigen Auszügen) usw.

Weiterhin sind als eigenständige Gebiete die

- Abfallstoffe mit Untersuchungsbereichen wie Zusammensetzung, Auslaugbarkeit, Deponiesickerwasser, Deponiegas usw., sowie
- Altlasten und Schadensfälle, die alle bisher genannten Fragestellungen beinhalten können,

zu nennen. Am Anfang stand die Untersuchung der Umweltmedien Luft und Wasser mit relativ einfachen Untersuchungsparametern wie beispielsweise Schwefeldioxidgehalt oder Staubmenge in der Luft bzw. pH-Wert oder elektrischer Leitfähigkeit in Wasser. Luft und Wasser sind bis heute qualitativ und quantitativ die zentralen Untersuchungsgebiete der Umweltanalytik, wobei die Art der Untersuchungen sich durch die ständige Erweiterung des Stoffspektrums immer mehr verfeinert und verzweigt hat.

Als nächstes Gebiet trat Mitte der 70er-Jahre die Abfallanalytik hinzu. Etwa 10 Jahre später folgte

die Bodenanalytik. Die Untersuchung von Altlasten und die Altlastenanalytik kam als bisher letzter Bereich hinzu. Sie zeigt in hohem Maße Kombination und Überlagerung der zuvor genannten Medien und ihrer Analysenmethoden.

Stoffbezogene Entwicklung der Umweltanalytik

Die Zahl und Vielfalt der **anorganischen** Untersuchungsparameter nahm zwischen 1970 und 1980 sehr rasch zu, mit Parametern wie beispielsweise Ozon, Nitrat, Nitrit, Ammonium, Phosphat, Cyanid, und einer Reihe gängiger Elemente und Schwermetalle wie Calcium, Magnesium, Blei, Cadmium, Kupfer, Zink. Danach erfolgten auf dem anorganisch-chemischen Gebiet nur noch wenige Erweiterungen des Parameterspektrums. Bedeutsamer war die Einführung neuer Messtechniken mit höheren Empfindlichkeiten. Als wichtige Beispiele seien die Entwicklungen in der Atomspektrometrie der Elemente und in der Ionenchromatografie genannt.

Die vermehrte Untersuchung **organisch-chemischer** Verbindungen im Umweltbereich begann, von wenigen Vorläufern abgesehen, zwischen 1975 und 1980 und gewann sehr rasch an Umfang und Bedeutung. Dies war vor allem mit der technischen Entwicklung der Gaschromatografie und Flüssigchromatografie verbunden. Zunächst lag das Hauptinteresse bei leichtflüchtigen Verbindungen, wie organischen Lösemitteln. Beispiele sind Benzol und Trichlorethen (TRI).

Die Weiterentwicklung ging zu schwererflüchtigen, als toxisch erkannten Stoffen wie Polycyclischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK), chlororganischen Verbindungen wie Polychlorierten Biphenylen (PCB), Organochlorpestiziden wie Hexachlorcyclohexan (HCH) und DDT, bis hin zu den Polychlorierten Dibenzodioxinen (PCDD) und Furanen (PCDF). Es erfolgte eine kontinuierliche Ausweitung des Parameterspektrums und die Steigerung von Empfindlichkeit und Selektivität der Analysenverfahren. Dies wurde vor allem durch die vermehrte Anwendung der Gaschromatografie/Massenspektrometrie erreicht.



Abb. 3: Modernes Gaschromatografie/Massenspektrometrie-Analysensystem für die organisch-chemische Spurenanalyse.

Weitere Schritte in den 90er-Jahren waren Untersuchungstechniken für neuartige wasserlösliche Pflanzenschutzmittel und Pestizide. Zur Zeit wird intensiv an der Entwicklung von Analyseverfahren zur Messung endokrin wirksamer Substanzen und Arzneimittel in Wasser gearbeitet.

Entwicklungen bei Kosten und Qualität in der Umweltanalytik

Die Preise für umweltanalytische Untersuchungen mit genormten Verfahren – dies ist im wesentlichen das Gebiet der Routineanalytik – sind am freien Markt seit einer Reihe von Jahren rückläufig, teilweise sogar stark rückläufig. Dieser Rückgang ist aus fachlicher Sicht nicht berechtigt, da sich der Aufwand für die Untersuchungen durch gestiegene Qualitätsanforderungen nicht vermindert, sondern erhöht hat. Ursache des Preisverfalls ist einerseits das nicht mehr wachsende, sondern eher rückläufige Analysenaufkommen. Andererseits sind bei den Privatlabors erhebliche Überkapazitäten entstanden, was bei der gegenseitigen Konkurrenz teilweise zu Tiefpreisen führen, welche die tatsächlichen Kosten der Untersuchungen in keiner Weise zu decken vermögen. Auch ist erkennbar, dass in den privaten Labors, aus den o. g. Gründen, nur noch wenige Investitionen für größere Analysengeräte getätigt werden, was zu überalterten Geräteparks in den Labors führt.

Diese Entwicklungen sind mit Sorge zu betrachten, denn qualitativ hochwertige Analytik muss ihren Preis wert sein! Zwar konnte die Qualität umweltanalytischer Messungen u. a. durch die Einführung der Analytischen Qualitätssicherung (AQS) mit Kontrollringversuchen und Laborbegehungen in den vergangenen zehn Jahren wesentlich verbessert werden, inwieweit der erreichte Qualitätsstandard unter dem oben beschriebenen Kostendruck erhalten bleiben kann oder noch zu verbessern ist, bleibt abzuwarten.

Entwicklung in den Labors der LfU

Während Privatlabors in der Regel auf dem Gebiet genormter Analyseverfahren („Routineanalytik“) arbeiten, sind die Aufgaben staatlicher Umweltlabors großenteils anderer Art. Sie können wie folgt zusammengefasst werden:

- Entwicklungsarbeiten auf neuen Gebieten der Umweltanalytik
- Sonderuntersuchungen mit nicht genormten Verfahren
- Qualitätskontrolle bei den im Auftrag der öffentlichen Hand tätigen Privatlabors
- Feuerwehrfunktion als Umweltanalytisches Labor der Umweltverwaltung
- Routinemessungen im genormten Bereich zur Erhaltung des Know-hows.

Die Entwicklung der chemischen Analytik in den LfU-Laboratorien hat sich im Wesentlichen entsprechend den Ausführungen der vorhergehenden Kapiteln dieses Berichtes vollzogen, wobei neuartige Untersuchungsverfahren stets im Vordergrund standen.

Bei guter technischer Ausstattung arbeiteten und arbeiten die Labors im Rahmen ihrer personellen Möglichkeiten auf dem Gebiet der Untersuchung neuer Stoffe und neuer Analysetechniken. Der derzeitige Personalabbau erfordert jedoch die Beschränkung auf wesentliche, ausgewählte Arbeitsfelder.

Ausblick

Wohin wird die Entwicklung der Umweltanalytik zukünftig gehen? Die technische Entwicklung von Analysengeräten und Analysenverfahren wird fortschreiten, ebenso werden ständig neue Stoffe und Stoffgruppen auftreten, die umweltrelevant sind oder dafür gehalten werden, und die demzufolge zu untersuchen sind.

Völlig neuartige Untersuchungstechniken sind derzeit nicht erkennbar. Inwieweit biologische und mikrobiologische Untersuchungsverfahren in

der Umweltanalytik an Bedeutung gewinnen werden und wie schnell, bleibt abzuwarten.

Es wäre erfreulich, wenn die Umweltanalytik in absehbarer Zeit zunächst von der Überwachung zur Beobachtung/Vorsorge übergehen könnte und dann eines Tages ganz überflüssig würde, weil alles in Ordnung ist.

Ein Blick auf die Geschichte der Menschheit deutet darauf hin, dass dies eine Illusion bleiben wird.

Rolf-Armin Laber

Lokale Agenda 21 als Aufbruch in das nächste Jahrtausend – das Agenda-Büro der LfU

Von Rio ins Ländle: Lokale Agenda 21

Mit der „Agenda 21“ wurde 1992 auf der Konferenz für Umwelt und Entwicklung in Rio de Janeiro ein Aktionsprogramm für das nächste Jahrhundert verabschiedet. Deutschland zählte zu den mehr als 170 Unterzeichnerstaaten dieses umfangreichen, weltweiten Aktionsprogramms für eine umweltverträgliche und nachhaltige Entwicklung.

Hauptziel ist es, zwei wichtige globale Probleme mit einer gemeinsamen Strategie zu lösen: Das Problem von Unterentwicklung und Armut in den Ländern der „Dritten Welt“ sowie den zunehmenden Ressourcenverbrauch, besonders durch die Industrieländer. Hier besteht ein enger Zusammenhang, denn die Industrieländer verbrauchen mit rund $\frac{1}{4}$ der Weltbevölkerung rund $\frac{3}{4}$ der weltweiten Ressourcen. Dies ist weder gerecht noch weiter möglich. Der Weg aus der Unterentwicklung für die armen Länder muss durch eine nachhaltige Entwicklung erfolgen, da wir nicht eine zweite, dritte oder vierte Welt schaffen können. Deshalb bilden der sparsame Umgang mit unseren natürlichen Ressourcen sowie die Beachtung der sozialen, ökologischen und ökonomischen Aspekte wesentliche Merkmale der angestrebten nachhaltigen Entwicklung.

Den Kommunen kommt bei der Umsetzung der Agenda 21 eine entscheidende Rolle zu. In die Umsetzung dieses Programms sollen die Öffentlichkeit und wichtige gesellschaftliche Gruppen einbezogen werden. Viele Probleme und Lösungsansätze, die in der Agenda 21 behandelt werden, sind auf lokaler Ebene wirksam. Deshalb ist im Kapitel 28 der Agenda 21 die Aufforderung an die Kommunen enthalten, gemeinsam mit ihren Bürgerinnen und Bürgern sowie gesellschaftlichen Gruppen eine „Lokale Agenda 21“ aufzustellen und umzusetzen.

Wie dies erfolgen soll, bleibt allerdings offen. Jede Kommune muss ihren eigenen Weg finden. Um hierbei Hilfestellung zu leisten, wurde das

Agenda-Büro in Absprache mit den kommunalen Spitzenverbänden bei der LfU eingerichtet.

Die Arbeit des Agenda-Büros der LfU

Baden-Württemberg war im April 1998 etwa zeitgleich mit Hessen und Sachsen-Anhalt das vierte Bundesland, das nach Schleswig-Holstein, Nordrhein-Westfalen und Bayern eine entsprechende Beratungseinrichtung gründete. Inzwischen wurden in anderen Bundesländern weitere Beratungsinstitutionen ins Leben gerufen. Auf bundesweiten Treffen erfolgt ein regelmäßiger Erfahrungsaustausch dieser Agenda-Büros.



Abb. 1: Agenda-Büro der LfU.

Das Agenda-Büro soll den Kommunen beim Einstieg und der Durchführung einer Lokalen Agenda 21 praxisnahe Hilfestellung leisten. Dies erfolgt durch

- Information der Kommunen zur Lokalen Agenda 21 durch Materialien, Veranstaltungen sowie telefonische oder schriftliche Beantwortung von Anfragen.
- Beratung der Kommunen zum Einstieg und zur Durchführung einer Lokalen Agenda 21 mit Einzelberatung, Durchführung von Einsteigerworkshops, Vorträgen vor Ort und auf regionalen Veranstaltungen, Bereitstellung von Praxis-

leitfäden und Materialien, Vermittlung von Referenten oder Ansprechpartnern zu inhaltlichen Schwerpunkten. Ein besonderer Schwerpunkt wird auf die Beratung der vielen kleinen Gemeinden gelegt.

- Organisation des Erfahrungsaustauschs der Kommunen zur Lokalen Agenda durch Veranstaltungen, Dokumentation und Weiterverbreitung von praktischen Beispielen aus den Kommunen und durch Rundschreiben des Agenda-Büros.

Das Agenda-Büro arbeitet mit den kommunalen Spitzenverbänden und weiteren Institutionen, wie beispielsweise der Klimaschutz- und Energieagentur, der Landeszentrale für politische Bildung, den Volkshochschulen, der Stiftung Entwicklungszusammenarbeit und der Geschäftsstelle Bürgerschaftliches Engagement zusammen.

Die bisherigen Erfahrungen hinsichtlich der praktischen Arbeit des Büros sind sehr positiv: Die Dienstleistungen des Agenda-Büros finden eine rege Nachfrage und sind auf große Zustimmung gestoßen. So ist beispielsweise eine kostenlose Wanderausstellung für Kommunen in doppelter Ausfertigung auf Monate hinaus ausgebucht. Allein im ersten Halbjahr 1999 mussten aufgrund der großen Nachfrage 10 Einsteigerworkshops für Kommunen durchgeführt werden. An einem ersten landesweiten Erfahrungsaustausch der Kommunen zur Lokalen Agenda 21 nahmen im April 1999 über 200 Interessierte teil.

Lokale Agenda auf dem Vormarsch

Waren bei Gründung des Büros im April 1998 erst 10 Beschlüsse von Gemeinderäten zur Aufstellung einer Lokalen Agenda 21 in Baden-Württemberg bekannt, so stieg diese Zahl bis Anfang 1999 zunächst auf rund 40, um dann bis zum Oktober 1999 auf mehr als 150 Kommunen anzuwachsen. Dabei zeigt sich ein deutliches Gefälle nach den Gemeindegrößen: Während alle neun Großstädte in Baden-Württemberg mit mehr als 100.000 Einwohnern eine Lokale Agenda beschlossen haben und bei den mittelgroßen Städten über 20.000 Einwohnern schon rund die Hälfte aktiv sind, ist besonders bei den kleinen

Gemeinden noch viel Nachholbedarf. Dies liegt auch daran, dass die Lokale Agenda 21 in Deutschland primär von den Großstädten ausging. Inzwischen breitet sie sich von dort in die Region aus.

Darüber hinaus ergab eine Umfrage des Landkreistages Baden-Württemberg, dass im Mai 1999 bereits 10 von 35 Landkreisen einen Beschluss zur Lokalen Agenda 21 gefasst haben. Gemeinsam mit den Landkreisen kann es gelingen, den vielen kleinen Gemeinden in Baden-Württemberg – 80 % der 1.110 Kommunen haben weniger als 10.000 Einwohner – auf dem Weg zur Lokalen Agenda 21 behilflich zu sein.

Dabei wächst auch das Interesse der gesellschaftlichen Gruppen für diesen Prozess. Über die in diesem Bereich sehr aktiven Umweltverbände wie BUND und NABU hinaus haben inzwischen auch die Naturfreunde und die Gartenfreunde Baden-Württembergs entsprechende Unterstützungsaktivitäten auf Landesebene in die Wege geleitet. Auch die Kirchen sind im Lokalen Agenda-Prozess sehr aktiv. Im wichtigen Bereich der Wirtschaft hat der Handwerksrat Baden-Württemberg einen entsprechenden Unterstützungsbeschluss gefasst. Der Landessportverband Baden-Württemberg und der Baden-Württembergische Landessportbund waren an der Herausgabe eines Handbuchs „Agenda 21 im Sportverein“ beteiligt. Dieses breite Interesse zeigt, welche große Unterstützung aus wichtigen gesellschaftlichen Bereichen die Lokale Agenda 21 inzwischen erfährt.



Abb. 2: Zahl der Gemeinderatsbeschlüsse zum Einstieg in eine Lokale Agenda 21.

Erste Erfahrungen zur Lokalen Agenda in Baden-Württemberg

Die wichtigste Erfahrung ist, dass keine Lokale Agenda 21 der anderen gleicht. Dies macht deutlich: eine Art „Muster-Agenda“ kann es nicht geben. Jede Kommune muss ihren eigenen Weg finden. Entscheidend für das Gelingen ist allerdings überall der Konsens zwischen Verwaltung, Politik (Gemeinderat) und Öffentlichkeit bzw. gesellschaftlichen Gruppen. Er muss im Agenda-Prozess frühestmöglich gesucht und im weiteren Verlauf immer wieder durch gegenseitige Information und Abstimmung aufrecht erhalten werden.

Unerlässlich ist auch die Benennung einer verantwortlichen Person in der Verwaltung. Sie fungiert sowohl als Anlaufstelle „nach innen“ in die Verwaltung als auch „nach außen“ in den Agenda-Prozess. Wenn eine Kommune über ein eigenes Umweltamt verfügt, wird die Lokale Agenda häufig dort angesiedelt.

Die für die Lokale Agenda kennzeichnende Bürgerbeteiligung erfolgt oft durch offene Arbeitskreise zu Schwerpunktthemen, an denen jeder Interessierte teilnehmen kann. Die Bezeichnung der Arbeitskreise entspricht, besonders in den kleinen Gemeinden, oft den „drei Säulen der Nachhaltigkeit“: Wirtschaft, Soziales, Umwelt. Inhaltliche Schwerpunkte sind häufig Klimaschutz/Energie, Mobilität/Verkehr, Umwelt- und Naturschutz sowie Stadtentwicklung und Wohnen.

Die meisten Lokalen Agenda-Prozesse sind stark praxisorientiert und werden projektartig durchgeführt. Bei einer Ausrichtung auf Einzelprojekte muss allerdings geklärt werden, wie diese in der übergreifenden Lokalen Agenda (beispielsweise durch Leitbilder) zusammengeführt werden können.

Die Praxisorientierung wird durch einen landesweiten Ideenwettbewerb des Ministeriums für Umwelt und Verkehr gefördert, der für 1999 insgesamt 1 Mio. DM für beispielhafte und innovative Projekte aus der Lokalen Agenda 21 bereitstellte.

Dieser Wettbewerb lässt viele Ideenwerkstätten entstehen, die sowohl zur Beteiligung der Öffentlichkeit und gesellschaftlicher Gruppen als auch zur Entwicklung interessanter Projekte beitragen. Die vielen Ideen, Aktionen und Projekte müssen gesammelt, dokumentiert und weitergegeben werden, damit sie anderswo Nachahmer finden und dadurch viele kleine Mosaiksteine für eine nachhaltige Entwicklung entstehen.

Die relativ jungen Erfahrungen mit der Lokalen Agenda lassen hoffen, dass die Kommunen und die beteiligten gesellschaftlichen Gruppen gemeinsam mit der Bevölkerung die nachhaltige Entwicklung so voranbringen, wie dies ein afrikanisches Sprichwort umschrieben hat: „Viele kleine Leute, an vielen kleinen Orten, die viele kleine Dinge tun, werden das Gesicht der Welt verändern.“

Gerd Oelsner

25 Jahre Umweltforschung Baden-Württemberg

Der Zustand der Umwelt hat sich in Baden-Württemberg in den letzten Jahren in vielen Bereichen deutlich verbessert.

- Die Luftqualität hat sich bei den klassischen Luftschadstoffen sehr positiv entwickelt, so dass z. B. die Wintersmogverordnung aufgehoben werden konnte.
- Nur 3 % der Gewässer zeigen noch eine gravierende Verschmutzung; seit langem in Baden-Württemberg ausgestorbene Fischarten besiedeln wieder den Rhein.
- Umweltmanagement und moderne Umwelttechnik unterstützen eine nachhaltige Entwicklung der Gesellschaft zum Schutz der Umwelt. Mit mehr als 300 nach der EG-Ökoaudit-Verordnung zertifizierten Betrieben liegt Baden-Württemberg bundesweit mit an der Spitze.
- 90 % der Landesflächen konnten mit modernen Methoden auf altlastenverdächtige Bereiche untersucht werden, viele werden mit neuentwickelten Techniken saniert.

So sehen einige der zahlreichen Fortschritte aus, die allein in der letzten Dekade im Rahmen der Umweltpolitik erzielt worden sind.

Die Erfolge basieren nicht zuletzt darauf, dass die Umweltforschung der Umweltpolitik in den letzten 25 Jahren ein immer tragfähigeres Fundament an Wissen über die Funktionen und komplexen Zusammenhänge in der Umwelt zur Verfügung stellen konnte. Die Umweltforschung hat nicht nur beim Erkennen und Bewerten von Umweltproblemen geholfen. Es wurden Konzepte und Lösungsvorschläge geliefert, die auch in die praktische Umsetzung gelangten.

Die Umweltforschung in Baden-Württemberg kann dabei auf eine besonders lange und erfolgreiche Vergangenheit an Hochschulen und Forschungseinrichtungen zurückblicken.

Eine Koordinierung der Umweltforschung in Baden-Württemberg wurde vor 25 Jahren mit

Gründung der LfU und der dort eingerichteten Zentralen Koordinierungsstelle für Umweltforschung (ZKU) begonnen.

In dieser Stelle liefen bis 1989 die Informationen über die Umweltforschung im Land zusammen. Aktuelle Probleme im Umweltbereich wurden für die Konzeption von Forschungsprojekten aufgezeigt, Forschungsergebnisse wurden dokumentiert und für Stellungnahmen für Politik und Verwaltung ausgewertet.

In den 80er-Jahren erfuhr die Umweltforschung eine weitere Aufwertung. Verschiedene Ereignisse (Seveso, Sandoz, Tschernobyl, neuartige Waldschäden) verstärkten die Aufmerksamkeit für die Umwelt und rückten den Umweltschutz in das Zentrum der gesellschaftlichen Diskussion.

Die Landesregierung Baden-Württemberg zeigte ein besonderes Engagement in der Umweltforschung und gründete vier Projektträgerschaften, die für bestimmte Umweltbereiche eine strukturierte und koordinierte Forschungsförderung betrieben. Das Ministerium für Umwelt und Verkehr und seine Vorläuferressorts richteten am Forschungszentrum Karlsruhe (FZK) und der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) folgende Projektträgerschaften ein:

Abk.	Bezeichnung	P.T.	Jahr
PEF	Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung	FZK	1983
PWAB	Projekt Wasser-Abfall-Boden	FZK	1985
PUG	Projekt Umwelt und Gesundheit	FZK	1991
PAÖ	Projekt Angewandte Ökologie	LfU	1991

Mit diesen Projektträgerschaften wurde ein thematisch breit gefächertes Spektrum der Umweltforschung unterstützt.

Fast 700 Forschungsprojekte wurden mit ca. 190 Millionen DM gefördert. Die Forschungsprojekte wurden in fünf Forschungsreporten des Landes

Projekt-trägerschaft	geförderte Projekte	Mittel in Mio. DM
PEF	274	80
PWAB	205	72
PUG	89	24
PAÖ	121	15
Gesamt	689	191

dokumentiert; mehr als 200 Einzelberichte der Projektträger erschienen. Die Ergebnisse der Projekte wurden in über 1.400 wissenschaftlichen Publikationen veröffentlicht.

Die Erfolge und Auswirkungen dieser Forschungsförderung sind nachfolgend kurz zusammengefasst.

In der **Projektträgerschaft PEF** lag die Zielsetzung auf der

- Erfassung und Analyse der Ausbreitung und Einwirkungen von Luftschadstoffen,
- Entwicklung und Optimierung technischer Verfahren zur Vermeidung von Emissionen,
- Bereitstellung von Instrumenten und Empfehlungen für den wirtschaftlichen und politischen Bereich.

Für das „Waldsterben“ wurden Schwefeldioxid und Stickstoffoxide zunächst hauptverantwortlich gemacht. Im Rahmen von PEF-Vorhaben wurden innovative Entwicklungen zur Emissionsminderung initiiert, die auch später in Kraftwerken, z. B. bei der Entschwefelung und Entstickung, zum Einsatz kamen.

Auch zur Vermeidung von gesundheitsschädlichen Feinststäuben und Aerosolen wurden neuartige Filter- und Abscheideverfahren entwickelt, die hohe Wirtschaftlichkeit und Effizienz miteinander verknüpfen.

Die zahlreichen Untersuchungen zu den Ursachen der Waldschäden haben zu einem besseren Verständnis der komplexen Funktio-

nen des Ökosystems „Wald“ geführt und die multifaktoriellen Ursachen der Waldschäden belegt. Heute eingesetzte vorbeugende und therapeutische Maßnahmen (z. B. Kalk- oder Magnesium-Düngung) basieren auf diesen Erkenntnissen.

Als Folge von PEF-Vorhaben konnten auch Instrumente und Strategien entwickelt werden, die z. B. für die Luftreinhaltung von Ballungsräumen (erstmalig in Stuttgart) in Kommissionen des Landes einfließen und von politischer und energiewirtschaftlicher Seite aufgegriffen und umgesetzt wurden.

Die **Projektträgerschaft PWAB** konzentrierte sich auf die thematischen Felder

- Gewässer/Wasserqualität,
- Abfallwirtschaft/Abfallentsorgung,
- Boden,
- Altlasten/Schadensfälle.

Die großen Abfallmengen erforderten verbesserte Vermeidungs-, Entsorgungs- und Recyclingstrategien. Das Recycling von Baurestmassen wurde durch die Ergebnisse eines Forschungsprojektes erleichtert, dass ein Szenario für die Demontage von Wohngebäuden und die technische Eignung des Recyclingmaterials entwarf.

Die Verwertung von Abfallstoffen wurde auch bei einem Projekt groß geschrieben, dass die grundsätzlichen Anwendungen von organischen Reststoffen, sogenannten Bioabfällen, im landwirtschaftlichen Pflanzenbau untersuchte. Die Ergebnisse zeigten, dass die eingesetzten Reststoffe die Erodierbarkeit von Böden verringern und die Befahrbarkeit verbessern. Die Untersuchungen lieferten wichtige Grundlagen für die Formulierung von Anwendungsrichtlinien für einen standort- und nutzungsverträglichen Einsatz von Rest- und Abfallstoffen.

Für eine realistische Risikoabschätzung bei Müllverbrennungsanlagen wurde ein Anreicherungs- und Analytikverfahren entwickelt, um 250 Einzelsubstanzen im Abgas nachweisen zu können.

Dadurch kann eine bessere toxikologische Einschätzung erfolgen.

In ökologischen Untersuchungen von Fließgewässern wurde die Wirksamkeit von Maßnahmen zur naturnahen Gestaltung überprüft oder Verfahren zur Bewertung der Gewässergüte entwickelt.

Ein besonderes Highlight der Aktivitäten des PWAB stellt der 1995 fertiggestellte Bau der zentralen Versuchseinrichtung zur Grundwasser- und Altlastensanierung (VEGAS) an der Universität Stuttgart dar. Vom Laboratoriumsexperiment bis zur Pilotanlage werden in dieser Versuchsanlage neue Verfahren zur Sicherung und Sanierung von Altlasten entwickelt. Die Aktivitäten von VEGAS haben den breiten industriellen Einsatz von Sanierungsverfahren zum Ziel und orientieren sich dabei auch eng an den Sanierungsaufgaben in Baden-Württemberg. Die Einrichtung wird national und international für Forschungsarbeiten genutzt.

Forschungsvorhaben der **Projektträgerschaft PUG** bearbeiteten

- den Zusammenhang zwischen Luftverunreinigungen und Atemwegserkrankungen,
- Allergien und Unverträglichkeiten durch Lebensmittel,
- Erkrankungen durch zivilisationsbedingte Umweltspurenstoffe.

Forschungsergebnisse aus diesem Bereich haben wesentlich dazu beigetragen, ein besseres Verständnis der Wirkungsweise von Luftverunreinigungen und Umweltspurenstoffen im menschlichen Organismus zu bekommen. PUG-Projekte haben vielfach zu neuen diagnostischen und therapeutischen Verfahren geführt. Kontrovers diskutierte Probleme, wie das häufig bedrohliche Krankheitsbild „Pseudokrapp“ bei Kleinkindern, konnten durch Forschungsprojekte des PUG aufgeklärt werden. Als Ursache für Pseudokrapp konnte eine Virusinfektion identifiziert werden und nicht die meist dafür verantwortlich gemachten Luftschadstoffe. In großen Untersuchungsreihen konnten Einflüsse von Ozon,

Stickoxiden und Stäuben auf die Lungenfunktion und die Entstehung entzündlicher Veränderungen der Atemwege bei Kindern festgestellt werden.

Bei der Frage nach der Auslösung von Allergien durch Lebensmittel und Umweltspurenstoffe führten PUG-geförderte Projekte zu neuen Nachweismethoden und zur Identifizierung von Allergenen. Lebensmittelzusätze treten nach den Untersuchungen gegenüber natürlichen Aromastoffen als Auslöser pseudoallergener Reaktionen zurück.

Die **Projektträgerschaft PAÖ** hatte die Schwerpunkte

- Natur und Landschaft,
- Ökotoxikologie,
- Risikoabschätzung und Bewertung im Umweltschutz.

Das Themenspektrum des PAÖ reichte von der Entwicklung neuer Strategien für den Natur- und Landschaftsschutz, der Untersuchung von Schadstoffwirkungen auf Organismen und Ökosystemen bis zur Entwicklung von Strategien für eine nachhaltige umweltschonende Wirtschaftsweise von Betrieben.

Als Beispiel für PAÖ-geförderte Projekte sei PLENUM, das Projekt des Landes zur Erhaltung und Entwicklung von Natur und Umwelt, erwähnt. Hier wurde eine Konzeption für einen großflächigen Naturschutz und eine umweltgerechte Entwicklung der Kulturlandschaft für 20 repräsentative Landschaften Baden-Württembergs entwickelt und in einem Modellvorhaben im Raum Isny/Leutkirch umgesetzt. Weitergehende Informationen sind in diesem Jahresbericht in einem eigenen Artikel zu PLENUM zu finden.

Ein weiteres Beispiel für die anwendungsbezogene und an der Umsetzung orientierte Umweltforschung sind die Projekte zur ökologisch orientierten Unternehmensführung. Umweltmanagement als Element der Unternehmensführung ist ein Eckpunkt auf dem Weg in eine nachhaltige

Wirtschaftsweise. Für wichtige Branchen in Baden-Württemberg wurden in Zusammenarbeit mit Unternehmen prototypische Umweltbetriebsprüfungen nach der EG-Ökoaudit-Verordnung durchgeführt und Umweltmanagementsysteme entwickelt. Die Ergebnisse der Pilotprojekte stießen auf ein unerwartet großes Interesse. Mittlerweile wurden 14 Leitfäden mit einer Gesamtauflage von 60.000 Exemplaren veröffentlicht. Diese Projekte haben dazu beigetragen, dass Baden-Württemberg mit mehr als 300 zertifizierten Betrieben bundesweit mit an der Spitze liegt.

In das nächste Jahrtausend geht die Umweltforschung Baden-Württemberg mit einer neuen Struktur. Das Ministerium für Umwelt und Verkehr führte zum 1.1.1998 die vier bisherigen Projektträgerschaften zu der **Projektträgerschaft BW-PLUS** am Forschungszentrum Karlsruhe zusammen. Das **Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung (PLUS)** soll noch gezielter anwendungsorientierte Forschungsprojekte im Umweltbereich fördern. BW-PLUS-Projekte sollen über die Analyse hinaus praktisch verwertbare Konzepte und ökologisch, aber auch ökonomisch tragfähige Problemlösungen liefern.

BW-PLUS richtet sich an Universitäten, Fachhochschulen, private Forschungseinrichtungen aber auch an Unternehmen, Ingenieurbüros und Kommunen.

Zu den zukünftigen Förderschwerpunkten gehören die Themenkreise

- Nachhaltigkeitsstrategien,
- Ökologische und gesundheitliche Beeinträchtigungen durch anthropogene Umweltbelastungen,
- Ressourcenschutz und Strategien zur Verminderung von Umweltbelastungen,
- Regionale Klimaschutzstrategien,
- Abfall, Altlasten, Umwelttechnik.

Der Transfer der Umweltforschung in Baden-Württemberg, d. h. die Verbreitung und Umsetzung von Ergebnissen aus der Umweltforschung in die Praxis, wird durch den an der LfU neu eingerichteten Bereich **Forschungstransfer** gefördert.

Der Forschungstransfer berät bei der Ermittlung des Forschungsbedarfs und unterstützt die Kooperationen von Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung. Veranstaltungen und Veröffentlichungen tragen zur Verbreitung der Forschungsergebnisse bei.

Informationen über die Zielsetzung, Strukturen und Ergebnisse der Umweltforschung Baden-Württemberg, über die Projektträgerschaft BW-PLUS und den Forschungstransfer der LfU sind über die Internetseite <http://www.umweltforschung.baden-wuerttemberg.de> oder <http://www.bwplus.fzk.de> verfügbar.

Kai-Achim Höpker

Umweltberichterstattung im Laufe der Zeit

„Möglichst exakte Erhebungen über die Umweltqualität bilden eine wichtige Voraussetzung für sachgerechtes umweltpolitisches Handeln mit gesamtökologischer Orientierung und Zielsetzung.“ Mit diesen Worten wurde 1979 der erste baden-württembergische Umweltqualitätsbericht vom damaligen Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt, Gerhard Weiser, und von der Ministerin für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung, Annemarie Griesinger, begleitet. Der Bericht hatte zum Ziel, den Zustand der Umwelt für jedermann, also für Laien und Fachleute, verständlich und umfassend zu beschreiben. Er war bundesweit die erste medienübergreifende Datensammlung dieser Art. Eine vergleichbare Darstellung für das gesamte Bundesgebiet wurde 1987 vom Umweltbundesamt mit den „Daten zur Umwelt“ vorgelegt.

Im Jahr 1990 wurde vom Ministerrat der EG die „Richtlinie über den freien Zugang zu Informationen über die Umwelt“ verabschiedet, die 1994 mit dem Umweltinformationsgesetz in nationales Recht umgesetzt wurde. Das Recht der Öffentlichkeit, Umweltinformationen zur Verfügung gestellt zu bekommen, wurde von Baden-Württemberg schon viel früher befriedigt. Doch nicht nur „nackte Zahlen“ sollten die Aktivitäten der im Rahmen von Umweltprogrammen erhobenen Ergebnisse dokumentieren. Vielmehr wurden zunehmend auch Erläuterungen und Bewertungen zu den einzelnen Umweltbereichen vermittelt. So wurde bereits 1979 im ersten Umweltqualitätsbericht in 8 Kapiteln eine Bestandsaufnahme der Umweltsituation Baden-Württembergs durchgeführt.

Kapitel	1979	1983	1987	89/90	91/92	93/94	95/96	2000
Allgemeine Daten				x	x	x	x	x
Verkehr						x	x	x
Energie						x	x	x
Abfall	x	x	x	x	x	x	x	x
Altlasten			x	x	x	x	x	x
Luft	x	x	x	x	x	x	x	x
Wasser	x	x	x	x	x	x	x	x
Boden			x	x	x	x	x	x
Lebensmittel	x	x	x	x	x	x	x	x
Radioaktivität	x	x	x	x	x	x	x	x
Lärm	x	x	x	x	x	x	x	x
Wald			x	x	x	x	x	x
Natur und Landschaft	x	x	x	x	x	x	x	x
Umweltchemikalien	x	x	x					
Umweltökonomie		x	x	x	x	x	x	x
Umweltindikatoren							x	x
Elektromagnetische Felder								x
Umweltinformationssysteme								x

Tab. 1: Entwicklung der Berichtskapitel in den Umweltdaten 1979 bis 2000.

In dem Kapitel Umweltchemikalien wurden die Auswirkungen der in die Umwelt gelangenden Schadstoffe auf Boden, Wald und Lebewesen zusammenfassend dargestellt. Ab 1987 kamen eigenständige Kapitel für Boden und Wald hinzu und lösten das Kapitel Umweltchemikalien ab. In der Tabelle 1 ist die Entwicklung der Berichtskapitel übersichtlich dargestellt. Hier wird deutlich, dass zur Berichterstattung über die Umweltqualität auch ergänzende Informationen über die Verursacher von Umweltbelastungen erforderlich wurden. So kamen nach und nach eigene Kapitel für Allgemeine Daten, Energie und Verkehr hinzu.

Im Kapitel Umweltindikatoren wurde in den Umweltdaten 95/96 erstmals versucht, Mess- und Kenngrößen für die bessere Erfassung, Beschreibung und Bewertung der Umweltsituation darzustellen. Mit ihnen soll ermöglicht werden, die Belastungen und den Zustand der Umwelt mit Hilfe weniger, überschaubarer Angaben darzustellen sowie Entwicklungstrends aufzuzeigen.

In den Bericht Umweltdaten 2000 werden zwei weitere Kapitel aufgenommen. Im Kapitel Elektromagnetische Felder (im Volksmund: Elektromog) werden die Umweltauswirkungen von nichtionisierender Strahlung dargestellt. Vor allem die rasante Entwicklung beim Mobilfunk und die anhaltende Diskussion über umweltrelevante Auswirkungen in der Umgebung von Hochspannungsleitungen führten zur Aufnahme dieses Kapitels in die Umweltdaten. Das zweite neu aufgenommene Kapitel Umweltinformationssysteme beschreibt die Entwicklung von rechnergestützten Informations- und Rechercsystemen

für Umweltdaten in Baden-Württemberg. Die rasche Verfügbarkeit von aktuellen Daten über Intra- und Internet bringt eine neue Qualität bei Umweltinformation mit sich.

Der erste Umweltqualitätsbericht 1979 war durchgängig schwarz/weiß gedruckt. Im zweiten Bericht 1983 wurde bereits eine Ergebnisdarstellung mehrfarbig dargestellt. 1987 wurden das Titelbild und über 20 Abbildungen und Grafiken farbig gestaltet. Seit 1989/1990 werden alle Ausgaben im Vierfarbdruck hergestellt. Farbe wird zunehmend zur Darstellung komplexer Informationen eingesetzt. Nachdem inzwischen auch Geoinformationen in digitaler Form zur Verfügung stehen, ist die Gestaltung von gebietsbezogenen Daten erheblich einfacher geworden. In den Umweltdaten 2000, die im September 2000 erscheinen, werden deshalb mehr und qualitativ bessere Kartendarstellungen enthalten sein.

Die extrem rasche Entwicklung im Medienbereich führt dazu, dass künftig die Umweltdaten Baden-Württemberg nicht nur in gedruckter Form veröffentlicht werden. Die Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) hat maßgeblich an dem Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Hypermediatechnik für Umweltdaten“ des Umweltbundesamtes mitgewirkt und wird die dabei gewonnenen Erfahrungen zur rechnergestützten Veröffentlichung von Umweltdaten im WorldWideWeb und in Form von CD-ROMs nutzen. Trotzdem wird die gedruckte Version erste Priorität behalten. Nach wie vor ist die Gebrauchsfähigkeit von Informationen in Papierform universell und am einfachsten.

Alfred Reimann

Böden im Wandel der Zeit – Bodendauerbeobachtung in Baden-Württemberg

Bodendauerbeobachtung als Element der Umweltüberwachung

Der Aufbau von Messnetzen zur Umweltüberwachung hatte seinen Schwerpunkt in den 70er- und 80er-Jahren. Mittlerweile werden in den klassischen Bereichen der Umweltbeobachtung (Wasser, Luft) aufgrund verbesserter Umweltbedingungen die Messnetze gestrafft und die Zahl der Messstellen reduziert.

Bodenschutz hingegen ist ein Nachzügler, ein sehr spätes Kind der Umweltpolitik und die regelmäßige Bodenüberwachung gilt es erst noch zu etablieren. Doch dieser scheinbare Nachteil wandelt sich jetzt zum Vorteil: Die bisher gewonnenen Erfahrungen aus den etablierten Umweltmessnetzen kann der Bodenschutz nutzen. Wichtigste Erkenntnis der Vergangenheit war, dass die traditionelle, separate Erfassung der einzelnen Umweltmedien die komplexen, ineinander übergreifenden Prozesse im Naturhaushalt nicht ausreichend abbilden konnte. Wegen der zentralen Steuerungsfunktion des Bodens im Naturhaushalt bietet es sich geradezu an, Bodenmessstationen als integrierte Umweltmonitoring-Standorte zu konzipieren.

Bodendauerbeobachtung als behördlicher Auftrag

Mit dem im Jahr 1986 vom Land Baden-Württemberg beschlossenen Bodenschutzprogramm und dem 1991 verabschiedeten Landesbodenschutzgesetz wurde die Bodendauerbeobachtung als Aufgabe bei der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) verankert. Auch im Bundesbodenschutzgesetz aus dem Jahr 1998 hat die Bodendauerbeobachtung durch die Forderung nach Einrichtung und Führung von Bodeninformationssystemen (§ 21, § 19) einen besonderen Stellenwert. Mittlerweile werden in vielen Ländern Ausführungsgesetze zum Bundesbodenschutzgesetz vorbereitet, worin diese Aufgabe explizit festgeschrieben wird. Damit gewinnt die Bodendauerbeobach-

tung als jüngster Teil der Umweltüberwachung zunehmend an Bedeutung.

Drei wesentliche Handlungsziele sollen mit der Bodendauerbeobachtung verfolgt werden:

- Diagnose der Bodenqualität, d. h. Funktionsfähigkeit der Böden im Naturhaushalt,
- Prognose der Bodenqualität und Früherkennung schädlicher Einwirkungen auf Böden,
- Dokumentation des Ist-Zustandes der Böden als Referenz bei Störfällen.

Die Bodendauerbeobachtung kann damit als Instrument genutzt werden, um

- aktuelle und gesicherte Umweltdaten als Grundlage für politische Entscheidungen bereitzustellen und
- Umweltschutzmaßnahmen auf ihre Wirksamkeit und ihren Erfolg zu kontrollieren.



Abb. 1: Bodenprofil von der Bodendauerbeobachtungsfläche Kislau bei Bruchsal (Braunerde über Rheinsanden, frühere Nutzung als Acker, heute Grünland).

Konzeption der Bodendauerbeobachtung

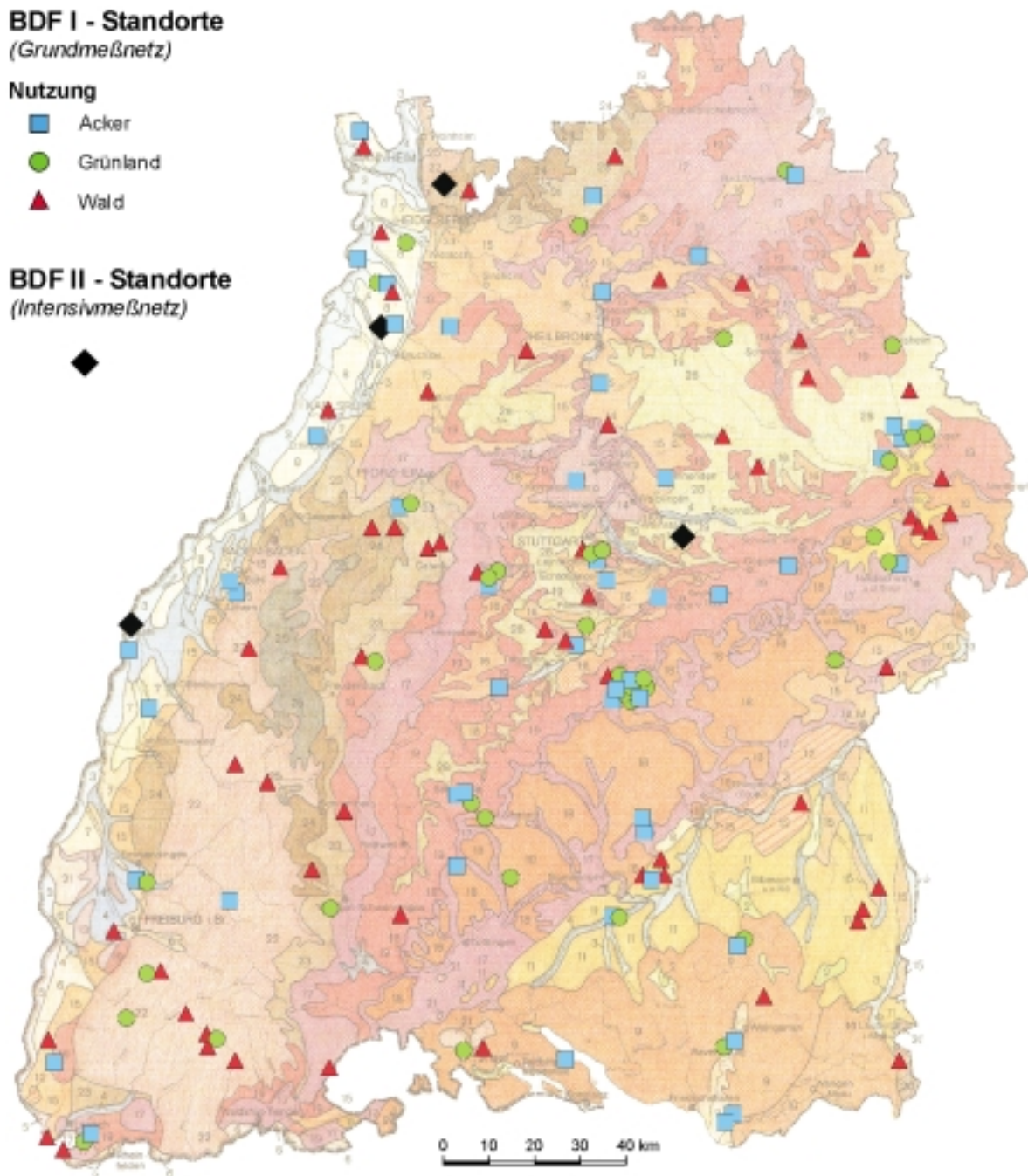
Das Bodendauerbeobachtungsprogramm Baden-Württemberg ist vom Ansatz zweigeteilt

(Abb. 2). Die Bodendauerbeobachtungsflächen BDF I (Grundmessnetz) wurden bereits im Jahre 1986 eingerichtet und zielen auf eine repräsentative Darstellung der Bodensituation im Land. Sie weisen folgende Charakteristik auf:

- Extensives Grundmessprogramm (Beprobungsintervall > 10 Jahre),

- Stoffinventar-Ansatz (Mengen),
- Abbildung der vielfältigen Bodenlandschaften und -nutzungen (155 Standorte).

Mit den Bodendauerbeobachtungsflächen BDF II (Intensivmessnetz) wird ein zielgerichtetes Bodenmonitoring verfolgt. Zur effektiven und



Kartengrundlage:
Bodenkarte Baden-Württemberg; Originalmaßstab 1 : 1 000 000.
Bearbeitet vom Geologischen Landesamt (GLA) Baden-Württemberg, Freiburg i. Br. 1986.

Abb. 2: Standorte des Bodendauerbeobachtungsprogramms Baden-Württemberg.

rationellen Gestaltung des Programms wird jeder einzelne Standort auf ein Schwerpunktthema mit dem dazugehörigen spezifischen Untersuchungsprogramm ausgerichtet. Folglich unterscheiden sich die Messstationen auch im Ausrüstungsgrad und in der Messintensität, wobei sie folgende Charakteristik aufweisen:

- Intensives Messprogramm,
- Stoffflussbilanz-Ansatz (Einträge, Austräge, Mengenänderung),
- Frühwarnfunktion an Standorten mit erhöhten schädlichen Einwirkungen bei empfindlichen Böden.

Ergebnisse aus den Bodendauerbeobachtungsflächen BDF II dokumentieren einzelne Problemfelder und spezifische Gefährdungspotentiale für den Boden. In erster Linie sind dies Bodengefährdungen infolge des Schadstoffeintrages über die Luft. An diesen Standorten wird auch die Wirksamkeit von Umweltschutzmaßnahmen, z. B. der Luftreinhaltung oder der Verminderung von Kfz-Emissionen (Rückgang bei Blei) aber auch die Einbringung neuer Stoffe wie beispielsweise Platin aus Abgaskatalysatoren, betrachtet.

BDF II – Standorte haben somit Frühwarnfunktion und dienen als Kontroll- und Entscheidungsinstrument für notwendige umweltpolitische Maßnahmen.

Standort	Betriebsbeginn	Lage über N.N.	Bodentyp/Nutzung	Einwirkung
Forst	1993	107 m	Braunerde aus pleistozänem Sand unter Wald	Verkehr BAB 5 (Frankfurt-Basel)
Wilhelmsfeld	Dez. 1995	350 m	Podsol-Braunerde (Buntsandstein) unter Wald	Industrieller Ballungsraum Mannheim/Heidelberg
Baltmannsweiler	Dez. 1995	510 m	Pseudogley-Parabraunerde (Stubensandstein) unter Wald	Industrieller Ballungsraum Stuttgart/Esslingen
Kehl	Dez. 1997	135 m	Auenbraunerde unter Grünland	Industrieller Ballungsraum Kehl/Straßburg

Tab. 1: Standorte des Programms Bodendauerbeobachtung BDF II.



Abb. 3: Messschacht der Bodenmessstation Forst an der Autobahn A5.

Langfristige Entwicklung der Böden im ländlichen Raum

Über die langfristige Entwicklung des Bodenzustands im ländlichen Raum geben die Beobachtungsflächen des Grundmessnetzes (BDF I) Aufschluss. Mögliche Veränderungen können jedoch nur innerhalb großer Zeiträume erfasst werden, weil an diesen Standorten lediglich mit ubiquitären, diffusen Schadstoffeinträgen zu rechnen ist.

Die Ergebnisse der Erstuntersuchung haben gezeigt, dass die Höhe der ubiquitären Schwermetall- und Arsengehalte in den Oberböden (A-Horizonte) in erster Linie von der Bodenart und dem Ausgangssubstrat der Bodenbildung abhängt. Schadstoffhintergrundgehalte in Böden bestehen aus einem natürlichen, geogenen Anteil und einem durch diffuse Einträge in die Oberböden hier bereits ubiquitär vorhandenen anthropogenen Anteil. Geogene Grundgehalte im Sinne von natürlichen Schwermetallgehalten sind daher nur noch in den tieferen Bodenhorizonten (B-, C-Horizonte) zu finden. In der Regel ist der ubiquitäre anthropogene Schadstoffanteil in den Oberböden (organische Auflagen bei Waldstandorten sowie A-Horizonte) jedoch klein gegenüber dem aus dem Ausgangssubstrat der Bodenbildung natürlich ererbten Anteil.

Hohe Schwermetallgehalte in Böden bedeuten daher nicht notwendigerweise eine hohe Belastung. Der Belastungsgrad eines Bodens muss vielmehr aus der Größe des Unterschieds zwi-

schen den nach Ausgangsgestein und Bodenart zu erwartenden (geogenen) und den in diesem Boden tatsächlich vorhandenen (geogenen und anthropogenen) Schwermetallgehalten erschlossen werden.

PAK	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (16 Einzelstoffe)
PCB	Polychlorierte Biphenyle (6 Einzelstoffe)
HCB	Hexachlorbenzol
HCH	Hexachlorcyclohexan (5 Stoffisomere)
PCP	Pentachlorphenol
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan (2 Stoffisomere)

Tab. 2: Übersicht über die untersuchten organischen Schadstoffgruppen.

Die untersuchten organischen Schadstoffe waren je nach Stoffgruppe an 43–99 % der untersuchten Standorte nachweisbar (Abb. 4). PAK und PCB wurden in allen Regionen des Landes gefunden. Die Schadstoffgehalte in unbelasteten Böden liegen jedoch auf niedrigem Niveau, d. h. die Medianwerte liegen unter oder wenig über der analytischen Nachweisgrenze. Ausnahmen sind die PAK-, PCB- und HCH-Gehalte in den organischen Auflagen von Waldböden und PAK in mineralischen Oberböden.

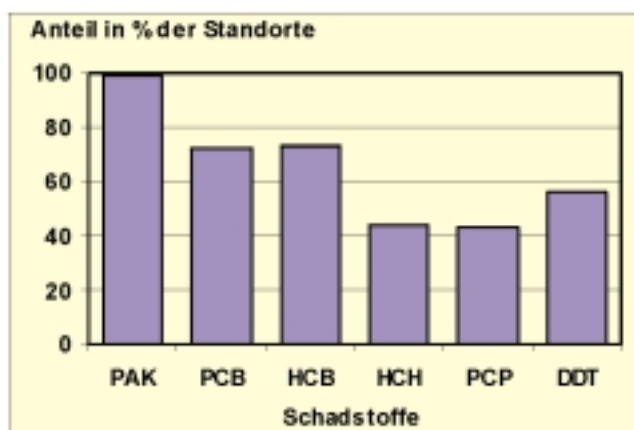


Abb. 4: Anteile der Standorte mit nachweisbaren Schadstoffgehalten in Oberböden.

In mineralischen Bodenhorizonten werden die Schadstoffe nur geringfügig tiefenverlagert. Berechnete Schadstoffmengen (PAK, PCB) im Boden je Flächeneinheit zeigen, dass in der Regel mehr als 90 % der Schadstoffe in den oberen 20 Zentimetern des Mineralbodens akkumuliert sind. In Waldböden zeigt sich auch, dass – trotz höherer Schadstoffgehalte in den organischen Auflagen – aufgrund des geringen spezifischen Gewichts der Auflagen die überwiegende Menge der Schadstoffe im mineralischen Oberboden enthalten ist (Abb. 5). Eine Verlagerung von PAK, PCB, HCB, HCH, PCP und DDT in tiefere Bodenschichten kann jedoch in Einzelfällen nicht ausgeschlossen werden.

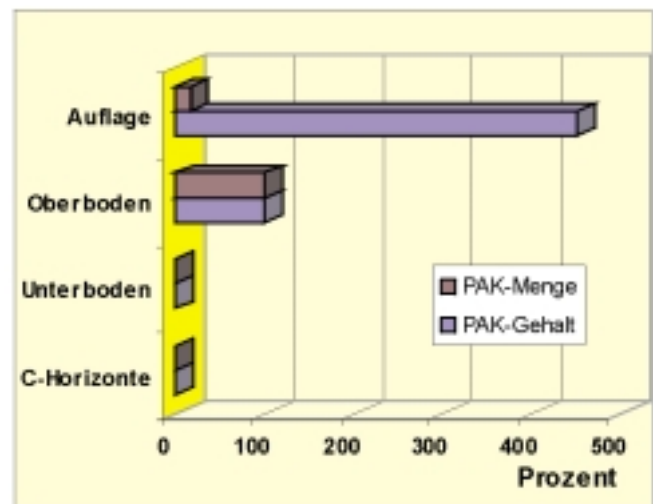


Abb. 5: Tiefenverteilung von PAK (Gehalte je Gewichtseinheit und Mengen) in verschiedenen Bodenbereichen bezogen auf den Oberboden.

In Waldböden wurden für PAK und PCB höhere Gehalte als für Acker- und Grünlandböden ermittelt. Die Ergebnisse weisen auch auf bewirtschaftungsbedingt höhere Gehalte von HCB in Acker, von HCH in Wald- und von DDT in Wald- und Ackerböden hin.

Die Siedlungsstruktur verschiedener Regionen hat keinen eindeutigen Einfluss auf die PCB-Gehalte der ubiquitären Schadstoffe in den Böden. Bei PAK deutet sich eine Anreicherung im Umfeld der Ballungsräume an.

Bisher wurden an zehn Grundmessnetzstandorten Wiederholungsuntersuchungen auf Schwermetalle durchgeführt, um Hinweise auf „schleichende“ Veränderungen der Böden zu erhalten.

Erste Ergebnisse zeigen jedoch, dass Veränderungen im Stoffbestand innerhalb des ursprünglich projektierten Turnus für Wiederholungsuntersuchungen von 12 Jahren nicht gesichert nachgewiesen werden können.

Langfristige Entwicklung der Böden in exponierter Lage

In der Umweltbeobachtung hat man erst in den letzten Jahren begonnen, den Boden in die Messprogramme einzubeziehen. Obwohl gesicherte Aussagen zur Entwicklung der Bodenqualität längere Messzeiträume erforderlich machen, lassen die bisher gewonnenen Ergebnisse schon erste Hinweise über Veränderungen der Bodenqualität zu wie am Beispiel des Intensivmessstandortes Forst aufgezeigt werden kann.

Die Beobachtungsstation befindet sich an einem vielbefahrenen Abschnitt der BAB 5 bei Bruchsal. Beprobungsfläche und Messeinrichtungen weisen eine Distanz von 14 bis 18 m zur Fahrbahn auf (Abb. 3).

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass infolge der weitgehenden Umstellung auf bleifreien Kraftstoff die Bleieinträge in straßennahe Böden auf ein ähnliches Niveau wie bei straßenfernen Standorten gesunken sind. So wurde 1997 am Standort Forst bei einem täglichen Verkehrsaufkommen von ca. 100.000 Fahrzeugen ein Bleieintrag von 36 g/ha als Jahressumme gemessen. Bei der straßenfernen Dauerbeobachtungsfläche Baltmannsweiler betrug im Vergleichszeitraum der Bleieintrag in den Boden 46 g/ha.

Bei den durch die Verbrennung von Kraftstoffen freigesetzten PAK stellt sich die Situation anders dar. Im Zeitraum 1997 wurden an der Messstation Forst 1.925 mg/ha PAK (als Summe von 16 Einzelverbindungen) in den Boden eingetragen. Am straßenfernen Standort Baltmannsweiler waren es 1.020 mg/ha.

Für viele Schwermetalle und PAK-Einzelsubstanzen ist der 6-jährige Vergleich zwischen den Jahren 1992 und 1998 von leichten Zunahmen geprägt, die in den überwiegenden Fällen auch signifikant sind. So stieg der Gesamtgehalt der

16 PAK-Verbindungen im mineralischen Oberboden an der Bodendauerbeobachtungsfläche Forst von 1.800 µg/kg Boden in 1992 über 2.185 µg/kg in 1995 und auf 2.440 µg/kg in 1998.

Bedingt durch die große Schwankungsbreite der Mittelwerte während des gesamten Messzeitraumes ist diese „signifikante“ Zunahme dennoch mit Vorbehalt zu deuten. Erst Beobachtungen über einen noch längeren Zeitraum können hier eindeutige Ergebnisse liefern.

Gegen den allgemeinen Trend zeichnet sich jedoch eine Abnahme des Bleigehalts und nahezu analog dazu auch der Bleimengen in den oberen Bodenschichten ab. Bedingt durch den niedrigen pH-Wert des Bodens kommt es zur Verlagerung bzw. Auswaschung von Blei im Boden. Aufgrund der stark gesunkenen Bleiemissionen des Kraftfahrzeugverkehrs bleiben auch die Neueinträge in den Boden begrenzt. Diese Entwicklung ist für die Bleikonzentrationen in der organischen Streuauflage statistisch signifikant und im Oberboden (Ah-Horizont) als Trend zu erkennen. Eine Zunahme des Bleigehalts zeichnet sich dagegen im darunter liegenden Unterboden (Bv-Horizont) ab (Abb. 6).

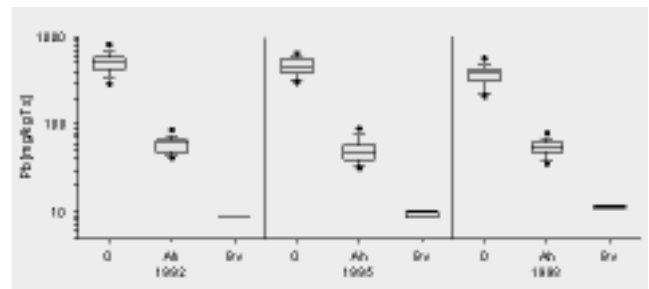


Abb. 6: Verteilung der Bleigehalte in der Organischen Streuauflage (O), Oberboden (Ah) und Unterboden (Bv) der Bodendauerbeobachtungsfläche Forst.

Für die Stoffgruppe der PCB ist ein eindeutiger Trend während der 6-jährigen Beobachtungszeit sowohl in der Auflage als auch im Oberboden nicht zu erkennen. Die Höhe der PCB-Gehalte bewegen sich im Jahr 1998 in der gleichen Größenordnung wie im Jahr 1992.

Folgerungen und Ausblick

Die bisherigen Arbeiten im Bereich des stofflichen Bodenschutzes waren geprägt von der

Erhebung, Dokumentation und Bewertung von Daten über den Bodenzustand in Baden-Württemberg. So wurden mit Hilfe der Bodendauerbeobachtung die ubiquitär in den Böden vorkommenden relevanten organischen und anorganischen Stoffgehalte ermittelt. Diese als Hintergrundwerte dargestellten Informationen sind Grundlage für das Bodeninformationssystem und finden als wichtiger Bewertungsmaßstab mittlerweile Anwendung im Verwaltungsvollzug des Bodenschutzes.

Während die Ergebnisse der Bodendauerbeobachtung des Typ I (Grundmessnetz) bisher der

landesweiten Bestandsaufnahme diente, wurde mit Typ II (Intensivmessprogramm) ein Instrument entwickelt, um zielgerichtet und problembezogen die künftige Entwicklung der Böden abschätzen zu können. Um die erforderliche Prognosesicherheit zu erreichen, sind allerdings lange Untersuchungszeitreihen erforderlich. Mit bisher vier Messstationen wurden dazu die ersten Grundlagen gelegt. Ergebnisse der Bodendauerbeobachtungsfläche Forst lassen bei einem Beobachtungszeitraum von sechs Jahren erste Trends erkennen.

Raimund Kohl, Thomas Nöltner, Manfred Schöttle

Nachhaltiger Bodenschutz durch aktives Flächenmanagement

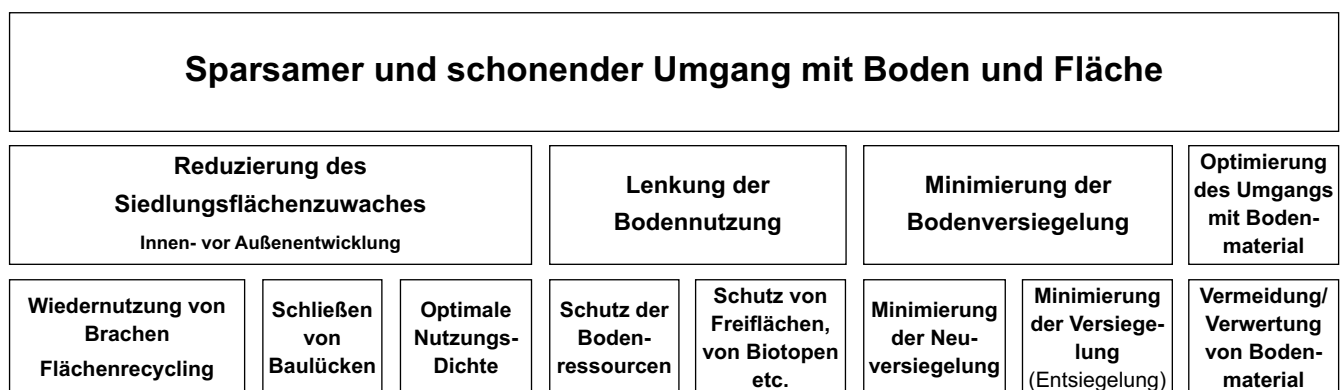
Einleitung

Eines der großen und ungelösten Probleme des Umweltschutzes ist der anhaltend hohe Verbrauch an Flächen für Siedlungen und Verkehr. Mit der Versiegelung werden teilweise Böden mit höchster Leistungsfähigkeit zerstört. Jede Bebauung von vordem land- und forstwirtschaftlich oder naturnah genutzten Flächen verändert die bisherigen Verhältnisse unumkehrbar und stellt einen Eingriff in den Naturhaushalt und die Leistungsfähigkeit der Böden dar.

Böden sind eine endliche, nicht vermehrbare Ressource – dennoch werden in Baden-Württemberg täglich ca. 11 Hektar unbebaute Land-

schaft in Siedlungs- und Verkehrsflächen umgewandelt. Hatten diese Flächen Ende der 60er-Jahre noch einen Anteil von knapp 8 % an der Gesamtfläche, so sind dies heute bereits 13 %. Von einer nachhaltigen Entwicklung kann beim augenblicklichen Trend nicht gesprochen werden.

Wie wichtig das Thema des fortschreitenden Flächenverbrauchs ist, zeigt auch, dass sich die „Enquete-Kommission zum Schutz des Menschen und der Umwelt“ des letzten Deutschen Bundestages ausführlich mit dem Thema Boden und Fläche auch unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit befasst hat. Die Ergebnisse belegen die Dringlichkeit, umsetzbare Strategien und



Tab. 1: Handlungsfelder beim Flächenressourcen-Management

Instrumente für eine Reduktion der Flächeninanspruchnahme, also eines sparsamen und schonenden Umgangs mit dem Boden zu entwickeln.

Handlungsfelder

Zentraler Gedanke eines nachhaltigen Entwicklungsmodells ist, dass die drei Komponenten Umwelt, Wirtschaft und Soziales Berücksichtigung finden. Für das Umweltziel des sparsamen und schonenden Umgangs mit Boden ist ein haushälterisches Bodenmanagement unverzichtbar. In der Umsetzung muss dieses für soziale Belange offen gestaltet werden. Auch wird zu prüfen sein, inwieweit der wirtschaftlichen Seite Rechnung getragen wird und neue Gestaltungsspielräume eröffnet werden können.

Der Gedanke des sparsamen und schonenden Umgangs mit Boden lässt sich in die in Tabelle 1 genannten operationalisierbaren Teilbereiche aufspalten.

Ein zentraler Bereich ist hierbei der Vorrang der Innenentwicklung vor einer Entwicklung im Außenbereich. Für die Vergangenheit und mehr noch für die Zukunft gilt, dass die Nutzung von Flächen, insbesondere der Industrie- und Gewerbeflächen, zeitlich befristet ist. Für den Innenbereich gilt es folglich, Strategien und Instrumentarien einzusetzen, um Brachflächen in möglichst kurzer Zeit wieder einer Nutzung zuzuführen. Als eines der Haupthindernisse für eine Wiedernutzung hat sich in 30 – 40 % der Fälle das Vorhandensein von Altlasten bzw. ein Altlastenverdacht herausgestellt (Abb. 1). Zusätzlich sind für eine Reduzierung des Siedlungsflächenwachstums, Potenziale für eine Nutzungsverdichtung auf aktuell untergenutzten Flächen auszuschöpfen und auf eine Schließung vorhandener Baulücken (Abb. 2) hinzuwirken. So zeigte sich, dass in einer Stadt mittlerer Größe bei einer Vielzahl von z. T. schon 15 Jahre alten Baugebieten noch 20 – 30 % des erschlossenen Baulandes ungenutzt blieben.

Da eine alleinige Innenentwicklung jedoch auf bisher nicht absehbare Zeit Illusion bleibt, müssen auch die Instrumente eingesetzt werden, die den sparsamen und schonenden Umgang mit Boden



Abb. 1: Baureifmachung für die zukünftige Nutzung im Rahmen des Flächenrecyclings einer Altlast [Foto: Blankenhorn, Stadt Karlsruhe].

bei der Außenentwicklung zum Ziel haben. Dies gilt im Rahmen der Bauleitplanung sowohl für Flächennutzungspläne, als auch für die in Bebauungsplänen festgelegten Nutzungsdichten und baulichen Ausführungen. Im ersten Fall sind Instrumente zur Lenkung der Bodennutzung einzusetzen, die eine möglichst umweltverträgliche Planung ermöglichen, weil auch die Belange des Bodenschutzes beachtet werden. Im zweiten Fall ist bei der Umlegung, der Entwurfs- und Bauplanung darauf hinzuwirken, dass notwendige Flächenversiegelungen minimiert werden und Bodenaushub entsprechend seiner Eignung wiederverwendet wird.

Auch auf der bestehenden Siedlungs- und Verkehrsfläche kann mit Boden sparsam und schonend umgegangen werden. Maßnahmen zur Bodenentsiegelung leisten hierzu einen wesentlichen Beitrag und tragen gleichzeitig zur Verbesserung des Wohn- und Arbeitsumfeldes bei. Mit dem wirtschaftlichen Strukturwandel von der industriellen Nutzung hin zur Dienstleistungsgesellschaft verändern sich auch die Standortanforderungen. Neben den klassischen Standortfaktoren treten heute vermehrt qualitative Kriterien wie Umwelt und Umfeld in den Vordergrund. Vor diesem Hintergrund sind Maßnahmen zur Bodenentsiegelung heute mehr als ein ökologischer Beitrag in der Kommune.

Voraussetzungen zur Umsetzung

Der ungebremsste Ressourcenverbrauch durch Siedlungsexpansion zeigt, dass Planung stärker

als bisher, vorbeugend und aktiv durch Management betrieben werden muss. Jedes Management erfordert jedoch als erstes eine solide Datengrundlage. Erst auf Grundlage dieser Bestandsaufnahme ist es dann möglich, konsensfähige Strategien, die auch unterschiedlichen Ansprüchen an die begrenzte Ressource Boden gerecht werden, zu skizzieren. Ein entsprechendes Management setzt also auf den Dialog der Beteiligten. Wege der Bürgerbeteiligung werden zur Zeit auch im Bereich der Siedlungsentwicklung im Rahmen der Lokalen Agenda 21 entwickelt und vereinzelt bereits getestet.



Abb. 2: Baulückenkataster (Auszug aus einem Baugebiet; Erschließungsjahr 1980; 33% nicht bebaut).

Zur Reduzierung des Siedlungsflächenwachstums sind im Innenbereich Brachflächen, Baulücken und untergenutzte Flächen zu erheben. Um Strategien zur Mobilisierung der Flächen entwickeln und umsetzen zu können sind über die alleinigen Flächendaten hinaus weitere detailliertere Daten wie z. B. Eigentumsverhältnisse, Erschließungsstand, Vorliegen einer(s) Altlasten(verdachts) und zum bestehen-

de Baurecht erforderlich. Mit den erhobenen Daten sollte einerseits eine Priorisierung im Sinne der kurz, mittel- oder langfristigen Mobilisierungschancen möglich sein, andererseits sollte eine grundsätzliche Vorgehensweise zur Mobilisierung abgeleitet werden können.

Wie für den Innenbereich, so ist auch im Außenbereich für Planungen der weiteren Siedlungsentwicklung eine vollständige Datengrundlage erforderlich. Hierbei muss auch die Leistungsfähigkeit der Böden erhoben und bewertet werden. Erst dann können die Flächen ausgewählt werden, die bei einer notwendigen Siedlungsentwicklung im Außenbereich die geringste Eingriffsintensität erwarten lassen und damit auch einem schonenden Umgang mit dem Boden gerecht werden.

Ausblick

Gemeinsam mit dem Ministerium für Umwelt und Verkehr wurden an der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) umweltpolitische Schwerpunkte festgelegt. Einer davon ist das „Flächenressourcen-Management“. Dabei werden in Pilotgemeinden Instrumente, Konzepte und Strategien für einen sparsamen und schonenden Umgang mit Boden und Fläche Vor-Ort erarbeitet und getestet. Die Pilotkommunen sollen Einwohnerzahlen zwischen 10.000 bis 50.000 aufweisen. Wie erwartet, zeigen die Erhebungen zur Auswahl der Pilotkommunen große Unterschiede bei den bereits vorhandenen Datengrundlagen und dem Planungsstand. Es wurde deshalb entschieden, durch die Auswahl



Abb. 3: Bodenentsiegelungs-/Belagänderungspotential auf Parkplätzen [Foto: Murschel, Leonberg].

von zwei Kommunen einen möglichst weiten Bereich hinsichtlich der Einwohnerzahlen abzudecken. Dadurch soll eine möglichst große Übertragbarkeit auf weitere Kommunen in Baden-Württemberg erreicht werden.

Das Projekt wird von den Referaten „Bodenschutz“ und „Altlasten, Schadensfälle“ der LfU

durchgeführt. Begleitet werden die Arbeiten durch einen Lenkungsausschuss in dem die kommunalen Landesverbände, die Pilotkommunen, Vertreter der Wirtschaft und der Wissenschaft, drei Ministerien sowie die LfU vertreten sind.

Manfred Lehle

Moore als landschaftsgeschichtliche Urkunden

Moore entstehen auf nährstoffarmen und nassen Standorten. Durch Sauerstoffarmut werden abgestorbene Pflanzen und Tiere nicht völlig zersetzt, sondern bleiben teilweise erhalten. Die Reste der in den Mooren gefundenen Pflanzengesellschaften spiegeln Klima und Nährstoffversorgung während ihres Lebens wider.

In der Oberrheinebene sind heute noch etwa 400 Hektar Moorfläche erhalten. Viele der ehemaligen Moore wurden in der Vergangenheit trockengelegt.

Die pflanzlichen Reste in der Schichtenfolge von Bohrkernen stellen die Geschichte von Pflanzengesellschaften dar und sind damit auch eine Urkunde zur Klima- und Vegetationsgeschichte dieser Landschaften. Wo Menschen in die Umwelt eingegriffen haben, sei es durch Veränderungen der Vegetation oder des Wasserhaushalts, wurde der Torfaufwuchs und der Torfinhalt beeinflusst. Dadurch sind Torfmoore auch Urkunden zur Kulturgeschichte von Landschaften.

Um diese Verhältnisse zu analysieren, werden Pollen, andere Pflanzenreste und mineralisches Material des Torfes in verschiedenen tiefen Schichten bestimmt. Je tiefer diese Schichten liegen, um so älter sind sie.

Bei der **Analyse von Torfschichten** und der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass

- mit dem Wind Pollen und Staub aus der Umgebung in ein Moor eingeweht werden,

- mit dem Wasser anorganisches und organisches Material in ein Moor eingeschwemmt oder ausgeschwemmt werden,
- von den Pollenmengen nicht direkt auf den Anteil der zugehörigen Pflanzenarten geschlossen werden kann, weil die verschiedenen Pflanzen unterschiedliche Pollenmengen produzieren,
- die Pflanzenreste in Torfen abhängig sind von der arttypischen Resistenz gegen Zersetzung,
- durch Wasserhaushaltsänderungen Moore zeitweise trockener werden und Wurzeln in ältere Torfe eindringen,
- die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Arten abhängig ist von der Art des Samentransports und des Klimas,
- das Alter der Schichten nur ungefähr bestimmt werden kann.

An einem **Pollendiagramm** vom 835 m hoch gelegenen Urseemoor bei Lenzkirch (Abb. 1) lässt sich die Vegetationsgeschichte ablesen und daraus Klima- und Kulturgeschichte ableiten. Anfangs ist Torf mit viel mineralischem Material, mit Weiden- und Wacholderpollen und Pollen von arktisch-alpinen Pflanzen abgelagert worden, was auf ein kaltes Klima und schütterere Vegetation schließen lässt.

Dann nehmen im **Torfprofil** zuerst Birkenpollen aus einer birkendominierten Waldgesellschaft

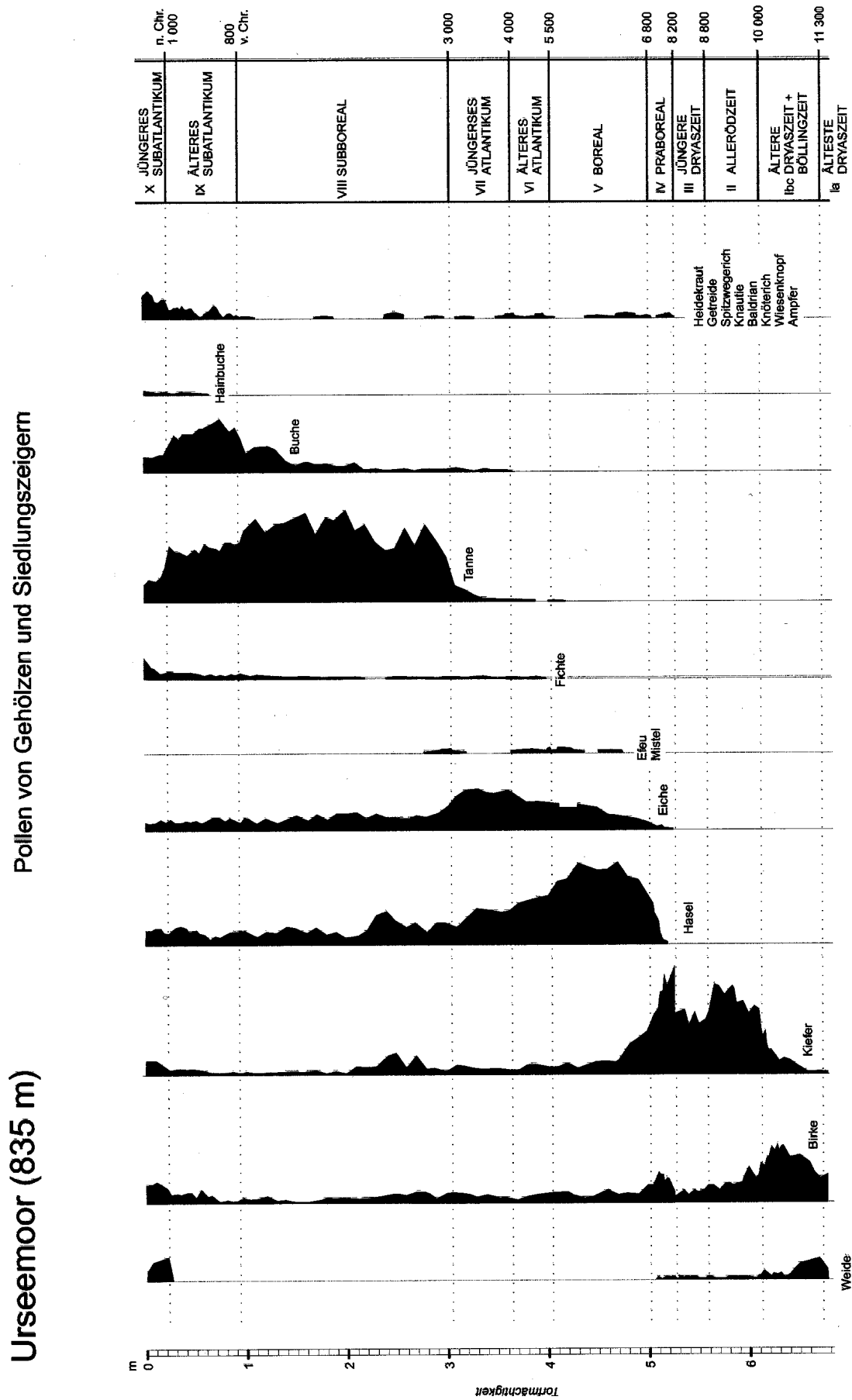


Abb. 1: Pollendiagramm vom Urseemoor, westl. Lenzkirch [nach Lang, 1971, verändert].

und dann Kiefernpollen aus borealen (gemäßigt kalten) Kiefernwäldern zu, was eine allmähliche Erwärmung anzeigt. Einem Kälteeinbruch, dargestellt durch eine erneut höhere Zahl von Birkenpollen in der 5,5 m tiefen Schicht der jüngeren Dryaszeit, folgt wieder eine allmähliche, kontinuierliche Erwärmung, was an der Erholung der Kiefernwälder abzulesen ist. Diesen folgten im Boreal hasel-dominierte Wälder, die im Atlantikum wiederum Eichenmischwäldern weichen mussten.

Diese Eichenmischwälder bestanden aus Eichen, Linden, Eschen und Ulmen mit typischen Begleitpflanzen wie Efeu und Mistel und deuten auf ein um 1 bis 2° C wärmeres Klima am Urseemoor als heute.

In der Folge wurden die Eichenmischwälder von Tannenwäldern und diese von Buchen-Tannenwäldern ersetzt, was auf ein etwas kühleres und feuchteres Klima schließen lässt.

Der jungsteinzeitliche und bronzezeitliche Ackerbau in den klimatischen und bodenkundlichen Gunstgebieten Baden-Württembergs hat in der Vegetation am Ursee keine (zumindest nicht mit der reinen Pollenanalyse fassbaren) Spuren hinterlassen.

Der menschliche Einfluss im Mittelgebirge beginnt um 1500 n. Chr. und wird erst mit dem Eintrag von Pollen von Getreide, von Unkrautpflanzen brachliegender Äcker, von Pflanzen

lichter Wälder und der Fichte als typischer Lichtholzart, die als einzige Baumart auf beweideten Kahlschlägen überleben kann, angezeigt. Ab diesem Zeitpunkt hat das menschliche Wirken einen stärkeren Einfluss auf die Pflanzengesellschaften als das vorherrschende Klima.

An einem anderen Torfprofil bei Walldorf in der Rheinebene konnten z. B. Klimaunterschiede zum Mittelgebirge, Veränderungen des Grundwasserstandes von mehreren Metern als auch Änderungen der Fließgeschwindigkeit mit gelegentlichen Hochwässern nachgewiesen werden, und zwar zu Zeiten, als der Mensch auf die Grundwasserstände noch keinen Einfluss nahm.

Daneben lieferten Moore auch Funde von menschlichen und von Menschen erzeugten Überresten. Diese geben Einblick in seine handwerklichen Fähigkeiten und in das bäuerliche und hauswirtschaftliche Leben in Mitteleuropa. Aus Mageninhalt, Tracht und Frisuren von Moorleichen konnte auf die damalige Nahrung, Kleidung und Haartracht geschlossen werden.

Neuere Messungen über die Verhältnisse von Sauerstoffisotopen in Eiskernen bestimmen frühere Temperaturverhältnisse sehr viel genauer als Analysen der fossilen Pflanzengesellschaften in Torfen (Abb. 2). Da es aber in Mitteleuropa keine Eiskerne mehr gibt, sind Torfe wichtige Zeugen der lokalen Vegetations-, Klima- und Siedlungsgeschichte.

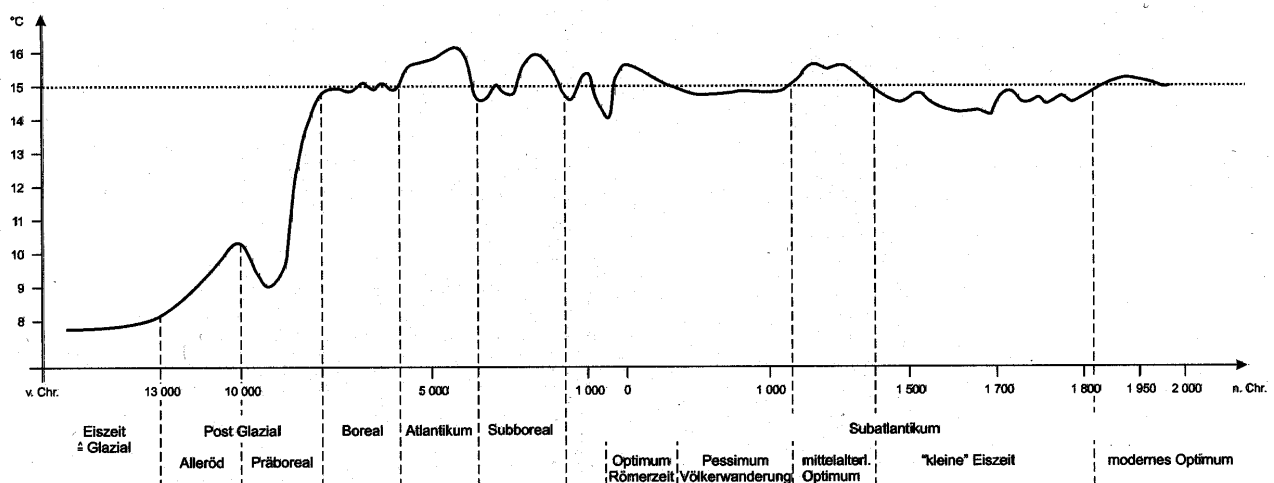


Abb. 2: Mittlere Juli-Temperatur in Mitteleuropa (Raum Schwäbische Alb, Baar, Freudenstadt) der letzten 15.000 Jahre. Die Temperaturen dort während der Eiszeit entsprechen den heutigen am Polarkreis.

Moore/Torfe sind als historische Urkunden nützlich und erhaltenswert. Sie ermöglichen es, die Wirkung der Vergangenheit auf die Gegenwart zu begreifen und daraus auf Zukünftiges zu schließen. Dies ist denn auch ein wichtiger Grund für die LfU, Moore und Torfe zu kartieren

und die vorhandenen Karten und Torfprofile in den Archiven durch Digitalisierung allgemein zugänglich zu machen.

Volker Schweikle

Vom Wirkungskataster zur Ökologischen Umweltbeobachtung

Ausgangslage

Die sich abzeichnenden Entwicklungstrends in unserer Umwelt, die inzwischen sogar in globalem Rahmen zu sehen sind, stellen die Umweltverwaltung und die Umweltpolitik zu Beginn des 21. Jahrhunderts vor neue Aufgaben und Herausforderungen. Nutzung und Belastung des Naturhaushaltes, Endlichkeit und Verbrauch vieler Ressourcen verlangen gerade auch unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit einen sorgsameren Umgang mit der Umwelt und eine vorausschauende Begleitung dieser Entwicklungen. Dazu bedarf die Umweltpolitik einer fachlichen Zuarbeit und Beratung über den aktuellen Zustand der Umwelt sowie deren langfristige Veränderungen.

Obwohl die Umweltpolitik mit erheblichen finanziellen Aufwendungen und Anstrengungen in vielen Bereichen große Erfolge erzielen konnte, sind in einigen Bereichen aber noch Defizite zu erkennen (z. B. Waldschäden, Rückgang der biologischen Vielfalt, nachteilige Landschaftsveränderungen sowie bestimmte Boden- und Grundwasserbelastungen).

Die Ursachen dieser Belastungen sind häufig vielfältig und medienübergreifend. Eine ausschließlich auf Gewässer, Böden oder Luft ausgerichtete Umweltüberwachung ist allein nicht in der Lage, die angesprochenen Umweltveränderungen und ihre Ursachen detailliert aufzuzeigen. Daher hat der Sachverständigenrat für Umweltfragen bereits in seinem „Umweltgutachten“ von 1987 und im Sondergutachten „Allgemeine ökologische Umweltbeobachtung“ von 1990 eine

Bündelung der Umweltbeobachtung empfohlen und eine Gesamtschau in einer Ökologischen Umweltbeobachtung (ÖÜB) gefordert. Das übergeordnete Ziel der ÖÜB ist die kontinuierliche Erfassung der Veränderung, Entwicklung und Belastung der Umwelt als Ganzes. Durch die Verknüpfung von biologischen, chemisch-physikalischen und sonstigen Daten aus den einzelnen Messnetzen ergibt sich eine integrative,



Abb. 1: Bei den Dauerbeobachtungsflächen „Wald“ werden umweltbedingte Veränderungen der Vegetation aufgezeigt.

medienübergreifende Datenauswertung, die vor allem auch mit einem Zugewinn an Informationen verbunden ist.

Für Baden-Württemberg ist dieser medienübergreifende, ökologische Ansatz nicht neu. Seit 1984 werden im Rahmen des Ökologischen Wirkungskatasters Art und Ausmaß von Immissionswirkungen (hier Luftverunreinigungen) auf Ökosysteme untersucht und bewertet. Angestrebt wird dabei eine landesweite, möglichst flächendeckende Darstellung der Belastung von Ökosystemen durch luftgetragene Schadstoffe. Hierzu werden verschiedene Pflanzen und Tiere als Bioindikatoren untersucht. Das Vorkommen oder Fehlen von bestimmten Arten, die Anreicherung mit Schadstoffen oder die Veränderung in der Vitalität der untersuchten Organismen erlauben Rückschlüsse auf die Art der Belastung und den Zustand der Umwelt.

Neu ist jedoch der umfassende Ansatz der ÖUB, die nicht nur die Auswirkungen von Luftverunreinigungen auf Ökosysteme untersucht und bewertet. Neben der „Luftreinhaltung“ werden insbesondere die Handlungsfelder „Biologische Vielfalt“, „Klimaschutz“, „Gewässerschutz“ sowie „Bodenschutz“ angegangen und miteinander verknüpft.

Gesetzliche Grundlagen

Das Grundgesetz (Art. 20a) sowie Bundesnaturschutzgesetz (§§ 1, 2), Landesnaturschutzgesetz (§ 28), Wasserhaushaltsgesetz (§ 1) und Vereinbarungen auf europäischer Ebene beinhalten den Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen. Dazu gehören ein leistungsfähiger Naturhaushalt, eine intakte Tier- und Pflanzenwelt einschließlich ihrer Lebensstätten und Lebensräume sowie die Vielfalt, Eigenart und Schönheit von Natur und Landschaft. Zustands- und Wirkungskontrollen zur Erfassung der Umweltentwicklung werden gefordert. Weitere internationale Abkommen bzw. Vereinbarungen verpflichten zur Umweltbeobachtung oder es bestehen Berichtspflichten (u. a. Rio-Konvention zur Biologischen Vielfalt, Ramsar-Konvention, Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie, Vogelschutz-Richtlinie, Global Environmental Monitoring System, OECD „State of Environment“).



Abb. 2: Die Untersuchung des Gewässerzustandes erfolgt bei den Dauerbeobachtungsstellen „Fließgewässer“.

Konzept des Bundes und der Länder

Das Bundesumweltministerium (BMU) hat einen mit dem Umweltbundesamt (UBA) und dem Bundesamt für Naturschutz (BfN) abgestimmten Konzeptentwurf für eine ÖUB des Bundes und der Länder erarbeitet und den Ländern im Dezember 1998 zur Kenntnis gegeben. Der Konzeptentwurf berücksichtigt auch die Erkenntnisse der Ökosystemforschung aus den Biosphärenreservaten (z. B. Berchtesgaden, Wattenmeer, Rhön). Die Länder wurden über die Fortschritte bei der Entwicklung der BMU-Konzeption mehrfach unterrichtet und in die Diskussion einbezogen. Laut BMU-Konzept ist es Ziel der ÖUB, den Zustand und die Veränderungen des Naturhaushaltes sowie deren Folgen und Auswirkungen zu ermitteln, auszuwerten und zu beurteilen. Auch die Wirksamkeit staatlicher Umweltschutzmaßnahmen soll bewertet werden.

Ziele und Nutzeffekte der ÖUB

Unter Berücksichtigung der Vorhaben des Bundes sowie landesspezifischer Gegebenheiten lassen sich für die Ökologische Umweltbeobachtung in Baden-Württemberg folgende Ziele definieren:

- Beschreibung des Zustandes und der Veränderungen der Umwelt sowie ganzheitliche Erfassung der Funktions-, Entwicklungs- und Belastungsfähigkeit des Naturhaushalts,
- Zustandsanalyse von Belastungs- bzw. Belastungsräumen,
- Ermittlung der Auswirkungen von Belastungen (Ursache-Wirkung-Beziehungen) auf den Naturhaushalt und den Menschen,
- Beurteilung möglicher Folgen von Klimaveränderungen auf den Naturhaushalt,
- Ermittlung und Bewertung der Wirksamkeit von Umweltschutzmaßnahmen auf den Zustand des Naturhaushalts,
- Nutzung der Umweltforschung für die Entwicklung von Methoden für die ÖUB durch gezielte Ausrichtung auf offene und umweltrelevante Fragestellungen,
- Bereitstellung von Handlungsempfehlungen und Leitlinien für eine nachhaltige Umweltentwicklung in Baden-Württemberg.

Bei der Verfolgung dieser Ziele lassen sich verschiedene Nutzeffekte erreichen. Der Vorteil der ÖUB liegt vorrangig in einer Aktivitätsbündelung, die aufgrund von Synergieeffekten zu größerer Wirtschaftlichkeit und größerem Kenntnis- und Informationsgewinn bezüglich der Querschnittsaufgabe „Umweltschutz“ führt. Diese Vorteile und Nutzeffekte stellen den wesentlichen, neuen Ansatz einer ÖUB gegenüber den bisher betriebenen Beobachtungsprogrammen und Messnetzen des Landes dar. Die Nutzeffekte im einzelnen sind:

- Schaffung eines effektiven Instrumentes für Politik, Verwaltung, Verbände und Öffentlich-

keit zur Überprüfung und Verbesserung der Umweltsituation und zur Begleitung und Bewertung einer nachhaltigen Entwicklung. Dadurch ist eine Anknüpfung an Agenda 21-Prozesse in Landkreisen und Kommunen gegeben,

- Optimierung von Umweltschutzmaßnahmen und Umweltmessprogrammen als Frühwarnsystem bei ökologisch ungünstigen Entwicklungen (Reduzierung von Umweltfolgekosten). Darüber hinaus kann der Nachweis der Wirkung von eingeleiteten Maßnahmen im Umweltschutz geführt werden. Außerdem ist eine kostenneutrale Mehrfachnutzung von Daten aus verschiedenen Messnetzen möglich,
- Frühzeitiges Erkennen von Handlungsfeldern im Umweltschutz durch messnetzübergreifende Präzisierung von aktuellen Umweltveränderungen (Klimaänderungen, Schadstoffanreicherung und strukturelle Veränderungen in der Umwelt),
- Eröffnung neuer Wege der Auswertung von Umweltdaten durch medienübergreifende Verknüpfung und Bewertung von Flächendaten (geographische Hintergrundinformation) mit Punktdaten aus den Messnetzen. Außerdem ist eine turnusmäßig wiederkehrende Ermittlung, Darstellung und Bewertung der Belastungssituation und Belastbarkeit der einzelnen Regionen in Baden-Württemberg (dadurch Optimierung der Umweltberichterstattung) möglich. Letztendlich wird dadurch eine Einstufung von Umweltbelastungen insbesondere für die menschliche Gesundheit (Überprüfung von Grenzwerten) durch medienübergreifende Bewertung von synergistischen und additiven Effekten erleichtert.

Realisierung

Die Umsetzung der genannten Ziele erfolgt über die Zusammenführung und Verknüpfung von Messnetzdaten aus den unterschiedlichen Umweltüberwachungsprogrammen in Baden-Württemberg. Zu den bereits existierenden „Einzelbausteinen“, auf die zurückgegriffen werden

kann, gehören u. a. das Ökologische Wirkungskataster Baden-Württemberg, welches die Wirkungen von Schadstoffen auf Ökosysteme (u. a. Wald, Gewässer, Böden), auf Pflanzen, Tiere und den Mensch erfasst und bewertet. Genutzt werden soll auch das geplante Naturschutzmonitoring, dessen Ziel die periodische Erfassung des Zustandes von Landschaften, Biotopen und Arten sowie die Bewertung qualitativer und quantitativer Veränderungen (Entwicklungstrends) ist. Weitere Messnetze, die u. a. Auskunft über die Beschaffenheit des Grundwassers, der Fließgewässer, der Böden, der Luft und über das Klima geben können, kommen hinzu. Für die ÖUB genutzt werden sollen auch das Umweltinformationssystem und das Agrarökologische Informationssystem des Landes Baden-Württemberg, in deren Datenbanken umfangreiche Informationen aus land- und forstwirtschaftlichen Bereichen niedergelegt sind.



Abb. 3: Einsatz von Graskulturen zum Nachweis von verkehrsbedingten Umweltschadstoffen.

Die ÖUB soll seitens der LfU in zeitlich gestaffelten Schritten realisiert werden. Bis zum Jahresende 2000 sind drei Arbeitsschritte vorgesehen. In einem 1. Arbeitsschritt erfolgt die Entwicklung einer ökologischen und nutzungsorientierten Raumgliederung Baden-Württembergs mit statistischen Methoden in verschiedenen Differenzierungsstufen sowie der Aufbau einer Datenbank

zur Beantwortung routinemäßiger Umweltfragenstellungen.

Schwerpunkte des 2. Arbeitsschrittes sind die Festlegung von Handlungsfeldern im Umweltschutz, abgeleitet aus der Zusammenstellung der Daten sowie aus aktuellen Problemstellungen, die Modellentwicklung für eine medienübergreifende Interpretation von Messdaten sowie die Erarbeitung von mittel- bis langfristigen Optimierungsstrategien für die Messnetze.

In einem 3. Arbeitsschritt wird eine beispielhafte Verknüpfung von Daten aus dem Ökologischen Wirkungskataster u. a. mit Luftmessdaten (zu Fragen der Eutrophierung/Versauerung von Böden und Gewässern; Wirkungen des Kfz-Verkehrs) vorgenommen. Eine Verknüpfung der Daten des Ökologischen Wirkungskatasters mit denen aus Naturschutzprogrammen ist ebenfalls beabsichtigt.

Weitere Konzeptionen zu Wirkungspfaden und umweltrelevanten Fragestellungen sowie weitere Verknüpfungen bezüglich der Handlungsfelder Biologische Vielfalt, Gewässer-, Klima- und Bodenschutz werden erarbeitet. Die vertiefte Bearbeitung dieser Handlungsfelder wird ab dem Jahre 2001 erfolgen.



Abb. 4: Das biologische Messnetz (Ökologischer Wirkungskataster) zur Umweltbeobachtung in Baden-Württemberg.

Ausblick

Baden-Württemberg ist als hochindustrialisiertes, intensiv genutztes und dichtbesiedeltes Land zur Wahrung eines attraktiven Lebensumfeldes sowie zur Schaffung gesunder Arbeits- und Standortbedingungen auf eine nachhaltige Entwicklung im Umweltbereich angewiesen. Der weitere Erfolg der Umweltpolitik wird ganz wesentlich davon abhängen, effektive und kompetente Wege zu beschreiten, die diese Anforderungen erfüllen. Dazu bedarf die Umweltpolitik einer fachlichen Zuarbeit und Beratung über den aktuellen Zustand der Umwelt sowie deren langfristige Veränderungen. Während dies mit einer medienpezifisch ausgerichteten Umweltbeobachtung allein nicht zu erreichen

ist, kann die ÖUB diesem Anspruch gerecht werden.

Neben dem Aspekt der Nachhaltigkeit orientiert sich die ÖUB als Instrument für eine ganzheitliche, medienübergreifende Umweltbeobachtung stets auch an aktuellen, umweltrelevanten Entwicklungen und ist so in der Lage neue Handlungsfelder frühzeitig zu benennen und entsprechende Grundlagen für politische Entscheidungen zu erarbeiten. Die vielfältigen Nutzeffekte, die die ÖUB auf Grund der Betrachtung von Synergien mit sich bringt, eröffnen dem Land Baden-Württemberg die Chance, auch künftig einen konsequenten und an den Notwendigkeiten orientierten Umweltschutz vorzunehmen.

Harald Gebhardt

Tiere als Bioindikatoren für Umweltbelastungen

Bioindikatoren sind Organismen oder Organismengemeinschaften, die auf Umwelteinflüsse mit Veränderungen ihrer Lebensfunktionen und/oder ihrer chemischen Zusammensetzung reagieren und damit Rückschlüsse auf den Zustand ihrer Umwelt ermöglichen.

Seit 1984 betreibt die Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) unter Einsatz von Bioindikatoren ein landesweites biologisches Untersuchungsnetz, welches sich aus mehr als 100 Dauerbeobachtungsflächen in naturnahen Ökosystemen (Wälder, Grünland, Fließgewässer) sowie zahlreichen ballungsraumnahen Sonderuntersuchungsflächen zusammensetzt.

Im Einzelnen werden dabei von der LfU drei Ziele verfolgt:

- Es sollen Kenntnisse zur landesweiten Verbreitung von Tieren und Pflanzen in Abhängigkeit zu geologischen und bodenkundlichen Standortverhältnissen sowie zu Meereshöhe, Klima, Vegetation und den Immissionsverhältnissen gewonnen werden.

- Das Arteninventar der Dauerbeobachtungsflächen soll erfasst und dokumentiert werden. Langfristig ist zu beobachten, ob sich der Artenbestand unter Berücksichtigung des Einflusses anthropogener Immissionen und potentieller Klimaeinflüsse verändert. Routinemäßige Kontrolluntersuchungen sollen im Turnus von ca. fünf Jahren durchgeführt werden.
- Die Schadstoffbelastung von Ökosystemen soll mit Hilfe von ausgewählten Bioindikatoren (Akkumulationsindikatoren) erfasst und bewertet werden. Untersucht werden zumeist bestimmte Organe, die wie z. B. die Leber Umweltschadstoffe in hohem Maße anreichern.

Auf den LfU-Dauerbeobachtungsflächen werden im Rahmen der Biologischen Umweltbeobachtung folgende Tiergruppen (Bioindikatoren) untersucht:

- **Wald-Dauerbeobachtungsflächen:** Rehwild, Gelbhals-, Rötel- u. Waldspitzmaus, Kohl- und Tannenmeise (Eier), Regenwürmer,

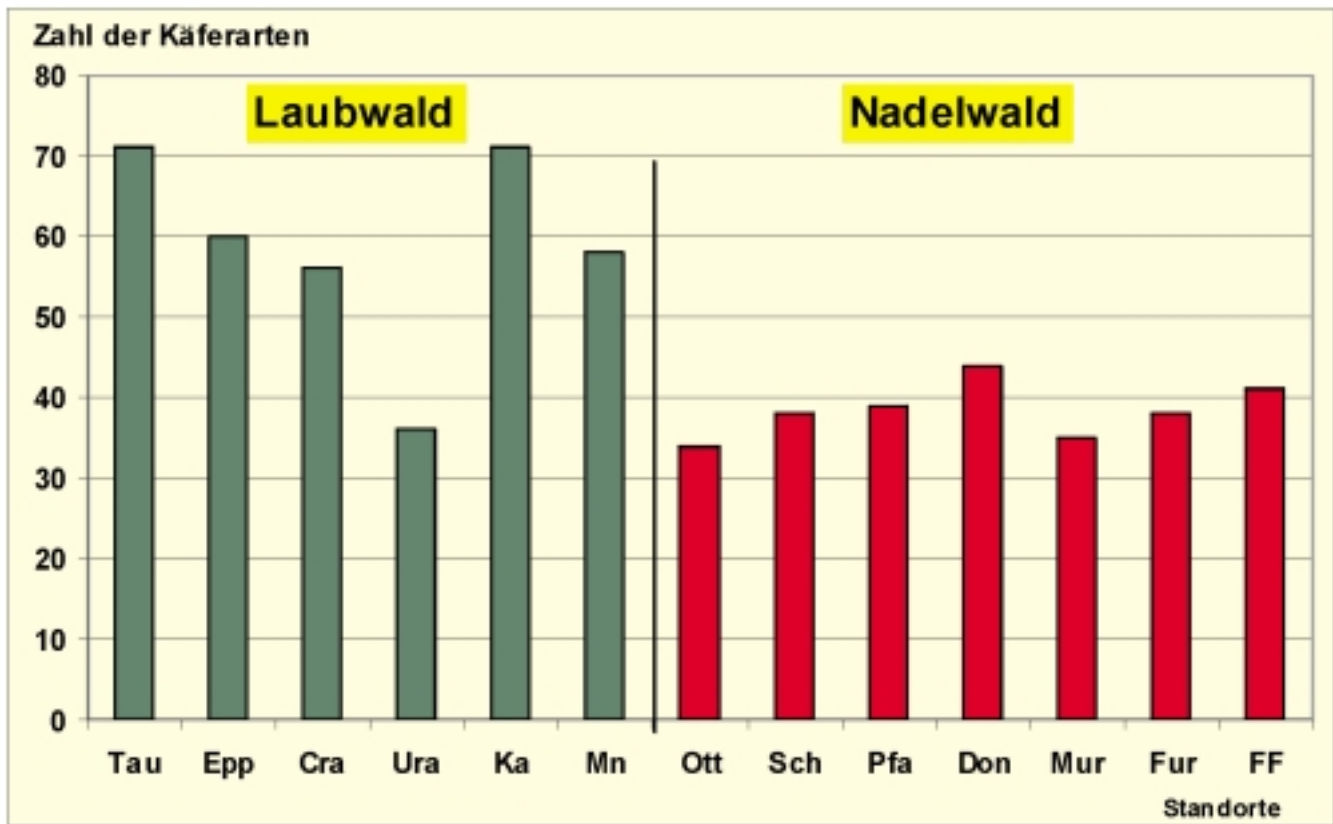


Abb. 1: Artenzahlen der mit Bodenfallen untersuchten Käferfauna einiger Wald-Dauerbeobachtungsflächen.

Schnecken, Tausendfüßler, Asseln, Käfer, Springschwänze.

- **Grünland-Dauerbeobachtungsflächen:**
Heuschrecken, Schwebfliegen, Schmetterlinge.
- **Fließgewässer-Dauerbeobachtungsstrecken:**
Bachforellen, aquatische Wirbellose.

Um einen Einblick in die Bioindikation zu vermitteln, sollen einige der genannten Indikatororganismen und Ergebnisse kurz vorgestellt werden. Hinsichtlich der weiteren durch die LfU untersuchten Tiergruppen, wie zum Beispiel den Bachforellen als Bioindikatoren für Gewässerversauerung, wird auf bereits erschienene Berichte verwiesen.

Tiere der Wald-Dauerbeobachtungsflächen

Die LfU untersucht das Vorkommen von Bodenkäfern, Tausendfüßlern und Asseln mittels

Bodenfallen und der Entnahme von flächenbezogenen Bodenproben auf 60 landesweit verteilten Wald-Dauerbeobachtungsflächen. In der Abbildung 1 sind die Artenzahlen, der mit Hilfe von Bodenfallen nachgewiesenen Käfer einiger Waldflächen, unter Bezugnahme auf den Vegetationstyp dargestellt.



Abb. 2: Der Stierkäfer (*Typhoeus typhoeus*) gehört zur Familie der Mistkäfer (*Geotrupidae*). Das Halsschild des Männchens weist drei nach vorn gerichtete Hörner auf, die dem Revierkampf dienen. Der Käfer gräbt ein Brutstollen bis in eine Tiefe von 1,5 m. Die Eiablage erfolgt in Brutkammern am Ende von bis zu 15 Seitenstollen, welche mit Kot (Kaninchen-, Schaf- und Hirschdung) als Larvennahrung verfüllt werden [Bild: W. Lang, Korb].

Die Käferfauna von Laubwäldern ist in der Regel wesentlich artenreicher als diejenige des Nadelwalds. Eine charakteristische, mit Bodenfallen auf Sandböden in der Rheinebene festgestellte Käferart ist der in Abbildung 2 abgebildete Stierkäfer (*Typhoeus typhoeus*).

Heuschreckenfauna der Grünland-Dauerbeobachtungsflächen

Die LfU betreut 19 Grünland-Dauerbeobachtungsflächen in 16 Naturräumen Baden-Württembergs. Die Pflanzengesellschaften dieser Grünlandflächen zählen überwiegend zu den Halbtrockenrasen, Heiden und Borstgrasrasen. Sie sind in hohem Maße an Nährstoffarmut angepasst und reagieren aus diesem Grunde besonders sensibel auf Schadstoffe. Insbesondere atmogene Stickstoffeinträge mit ihren eutrophierenden und versauernden Wirkungen stellen die größte Gefährdung dieser Flächen dar. Beispiele für stickstoffbedingte Vegetationsveränderungen sind die zunehmende Vergrasung von Heiden und Kalkmagerasen bzw. der Rückgang standorttypischer Pflanzen wie Bergwohlverleih (*Arnika montana*) auf Borstgrasrasen.

Zur Ergänzung der bereits Mitte der achtziger Jahre begonnen Vegetationsuntersuchungen wurde 1998 auf sämtlichen LfU-Grünland-Dauerbeobachtungsflächen damit begonnen, die Heuschreckenfauna zu erfassen. Im Rahmen dieser Untersuchungen sollen mittels quantitativen Kescherfängen Aussagen zu Artenreichtum und Artenähnlichkeit der verschiedenen Untersuchungsflächen und zu einer eventuell klimatisch bedingten Faunenveränderung gemacht werden.

1998 konnten auf den untersuchten Grünland-Dauerbeobachtungsflächen 35 von insgesamt 68 heimischen Heuschreckenarten festgestellt werden. Einige häufige Arten wie der Gemeine Grashüpfer (*Chorthippus parallelus*), der Nachtigall-Grashüpfer (*C. biguttulus*) und die Rote Keulenschrecke (*Gomphocerippus rufus*) wurden auf den meisten Flächen nachgewiesen. Andere konnten nur auf einer bzw. wenigen Flächen gefunden werden. Ein Beispiel dafür stellt die alpine Gebirgsschrecke (*Miramella alpina*) dar, die in Deutschland nur den Schwarzwald, die

Alpen und das Alpenvorland besiedelt (Abb. 3). Ihr Vorkommen im Schwarzwald ist von bundesweiter Bedeutung.



Abb 3: Die Gebirgsschrecke (*Miramella alpina*) ist eine charakteristische Art der Bergwiesen im Nord- und Südschwarzwald [Bild: W. Schubert †].

Verkehrsbedingte Schadstoffbelastung von Kleinsäugetern, Regenwürmern und Pflanzen

Ein im Rahmen der Biologischen Umweltbeobachtung durchgeführtes Projekt hatte die Analyse der Schadstoffbelastung (CKW und Schwermetalle) von Kleinsäugetern, Regenwürmern und der Vegetation einer Untersuchungsfläche in der Nähe der Autobahn A5 zum Thema. Die Autobahn A5 zählt mit einem Aufkommen von über 120.000 Kfz/Tag (Zählstelle Karlsruhe, 1997) zu den am höchsten belasteten Bundesfernstraßen in Baden-Württemberg.

Von den zahlreichen in den Tieren gefundenen Schadstoffen soll auf das Blei näher eingegangen werden. Die Freisetzung von Blei im Straßenverkehr erfolgt durch Reifenabrieb und die Verbrennung von Otto-Kraftstoff. In den Jahren 1985 bis 1995 wurde die Bleiemission infolge der Einführung bleifreien Benzins um 87% reduziert. Entlang von Straßenrändern wurde Blei über viele Jahre im Boden akkumuliert und stellt aufgrund der enormen Puffer- und Speicherkapazität der Böden auch heute noch eine bedeutende Schadstoffquelle für die Bodenlebewesen dar.

Die Belastung von Mäusen und Regenwürmern mit Blei, dessen biologische Halbwertszeit über

10 Jahre beträgt, demonstriert eindrücklich, wie Schadstoffe innerhalb verschiedener Nahrungsketten in unterschiedlichem Maße durch die Organismen angereichert werden (Abb. 4).

Die bei Bruchsal an der A5 entnommenen Regenwürmer und Waldspitzmäuse (Knochen) waren vergleichsweise hoch mit diesem Stoff belastet. Die Bleigehalte der insektenfressenden Waldspitzmäuse lagen im Mittel um das 10-fache über denen, der sich vorwiegend von Samen und Pflanzenteilen ernährenden Gelbhalsmäuse. Neben diesen tierartlichen konnten auch standortabhängige Belastungsunterschiede festgestellt werden.

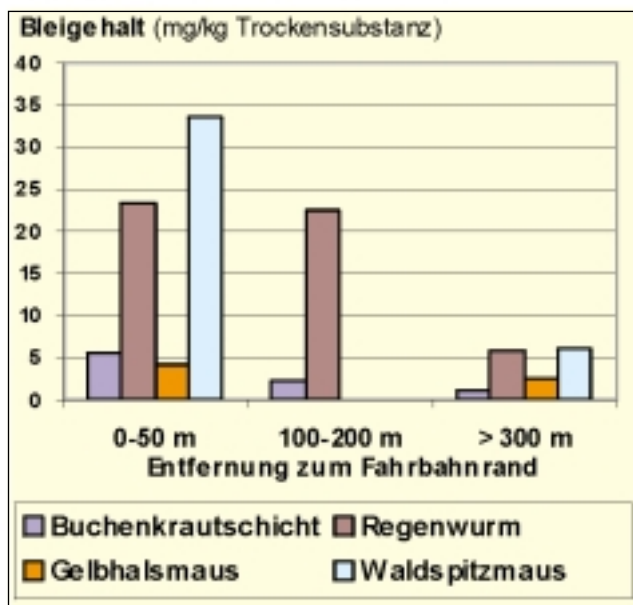


Abb. 4: Mittlere Bleibelastung von Pflanzen (Blattproben) und Tieren (Regenwürmer, Mauseknochen) an der Autobahn A5 in Abhängigkeit zur Fahrbahntfernung.

Bei den untersuchten Pflanzen (Buchenblätter der Krautschicht) und Tieren nimmt die Belastung mit zunehmender Entfernung zur Straße ab. Die Waldspitzmäuse, welche unmittelbar am Fahrbahnrand der A5 gefangen wurden, wiesen gegenüber den Tieren, die ca. 300–500 m abseits der Straße entnommen wurden, im Mittel die 4- bis 5-fache Bleibelastung auf. Die Regenwürmer zeigten ein Belastungsmaximum in einer Entfernung von 50–100 m zur Fahrbahn. Die normalen Hintergrundwerte waren bei 500 m wieder erreicht.

Ausblick

Bei der Biologischen Umweltbeobachtung üben Tiere eine wichtige Funktion aus. Sie sind als Endglieder der Nahrungsketten anthropogenen Umweltschadstoffen in besonderem Maße ausgesetzt. Die Wirkungen zeigen sich beim einzelnen Individuum zumeist in einer Schwächung des Gesundheitszustands, was auf Populationsebene zum Rückgang bis hin zum Aussterben einer Art führen kann. Die LfU wird in den kommenden Jahren die Vorkommen und die Bestandesentwicklungen von zahlreichen wildlebenden Tierarten in Baden-Württemberg beobachten und dokumentieren. Mögliche Bestandesveränderungen sollen im Rahmen der Ökologischen Umweltbeobachtung medienübergreifend ausgewertet und die Schadstoffbelastung der Tiere mit den Immissionsverhältnissen am Standort in Beziehung gesetzt werden.

Hanspeter Straub

Gentoxikologische Untersuchungsmethoden als modernes Instrumentarium der biologischen Umweltüberwachung

Einleitung

Täglich gelangen Schadstoffe unterschiedlichster Herkunft in die Umwelt. Hierunter befinden sich auch Substanzen, die wegen ihrer erbgutverändernden Wirkung Anlass zur Besorgnis geben. Erbgutverändernde Substanzen (Gentoxine) bewirken eine negative Veränderung der genetischen Information einer Zelle. Schon geringfügige Veränderungen der genetischen Information können erhebliche nachteilige Auswirkungen auf eine Zelle bzw. einen Organismus haben.

Der Zusammenhang von Gentoxizität mit Mutagenität und Kanzerogenität ist unbestritten. Das gentoxische Potential von Umweltproben ist daher, neben anderen biologischen und chemischen Parametern, eine wichtige Kenngröße für eine umfassende Beurteilung.

Die Wirkung erbgutverändernder Substanzen kann nicht mittels chemischer Einzelstoffanalytik, sondern nur mit biologischen Testverfahren nachgewiesen werden. Biologische Verfahren

erfassen auch mögliche Wechselwirkungen komplexer Stoffgemische.

Gentoxikologische Verfahren wurden zunächst in der Chemikalienprüfung eingesetzt. In den letzten Jahren wurde international eine Reihe von biologischen Verfahren zum Nachweis von gentoxischen Wirkungen in der Umwelt entwickelt.

Gentoxikologie in der Umweltüberwachung

Ein Organismus ist in seiner Umwelt einem natürlichen Hintergrund an erbgutverändernden Einflüssen ausgesetzt. Daraus resultiert ein natürliches Risiko an Krebs zu erkranken.

Da für die Wirkung von Gentoxinen kein Schwellenwert angegeben werden kann, muss der zusätzliche Eintrag von erbgutverändernden Substanzen in die Umwelt vermieden werden. Das Risiko für den Menschen, infolge einer Schadstoffexposition an Krebs zu erkranken, kann dadurch reduziert werden.

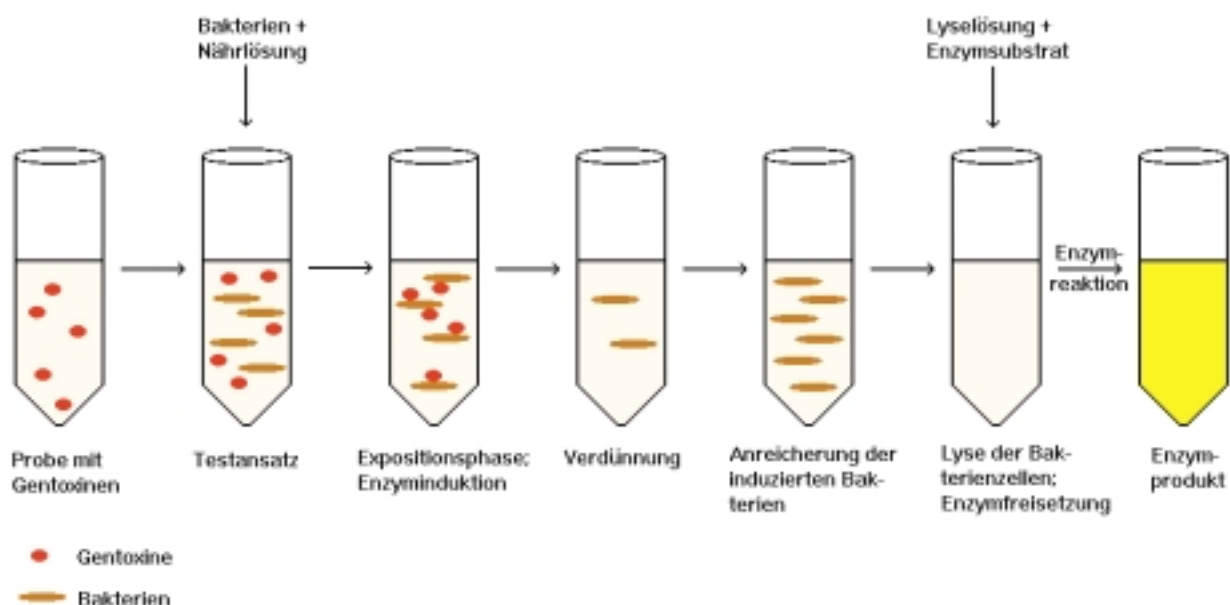


Abb. 1: *umu*-Test. Schematische Darstellung der Testdurchführung.

Der Gesetzgeber hat diesen Sachverhalt erkannt und daraus gesetzliche Vorgaben, z. B. im § 7a Wasserhaushaltsgesetz (WHG), abgeleitet. Aufgrund solcher regulativer Vorgaben wurden standardisierte Verfahren erforderlich, die eine erbgutverändernde Wirkung in Umweltproben anzeigen.

Unter Beteiligung der LfU wurden für den Abwasserbereich bereits zwei bakterielle Testverfahren einer Normierung nach DIN unterzogen. Der *umu*-Test wurde im Dezember 1996 als DIN 38415-3 und der Salmonella/Mikrosomen-Assay (AMES-Test) im Oktober 1998 als DIN 38415-4 standardisiert. Eine internationale Standardisierung nach ISO für beide Verfahren wird gegenwärtig angestrebt.

Zur umfassenden Bewertung des gentoxischen Potentials einer Wasserprobe ist neben einem bakteriellen Testsystem ein weiteres Verfahren mit tierischen oder pflanzlichen Zellen notwendig. Der Comet Assay ist hierfür ein vielversprechendes Verfahren, welches zur Zeit erprobt wird und ebenfalls international nach ISO standardisiert werden soll.

Gentoxikologische Testverfahren in der LfU

umu-Test

Mit dem *umu*-Test werden durch gentoxische Substanzen verursachte Veränderungen am Erbgut (DNA) des Testorganismus *Salmonella typhimurium* TA1535/pSK1002 nachgewiesen. Der Nachweis erfolgt über die Erfassung von DNA-Reparaturmechanismen. Der Test ist nach dem *umuC*-Gen benannt, welches auf genetischer Ebene an der Regulation des Reparatursystems beteiligt ist und dessen Aktivierung aufgrund einer Schädigung des bakteriellen Erbguts erfasst wird.

Der *umu*-Test (Abb. 1) ist ein einfacher, schneller und empfindlicher bakterieller Gentoxizitätstest, der die erbgutschädigende Wirkung von chemischen Verbindungen anzeigen und damit das gentoxische Potenzial einer Probe für Mensch und Umwelt abbilden kann.

In einem breit angelegten Untersuchungsprogramm hat die LfU die gentoxische Wirkung von Gewässern und Abwässern untersucht. Im Rahmen des vom Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (UVM) geförderten Vorhabens „Untersuchung mutagener Wirkungseffekte in Gewässern und Abwässern“ wurde an der LfU mit dem *umu*-Test das gentoxische Potenzial von Oberflächengewässern, von Gewässersedimenten sowie von industriellen und kommunalen Abwässern aus Baden-Württemberg untersucht.

Die umfangreichen Ergebnisse aus dieser Untersuchung erlauben bezüglich der Gentoxizität von Gewässern und Abwässern einen landesweiten Überblick. Bei den untersuchten Oberflächengewässern ergab sich ein günstiges Bild. Im Untersuchungszeitraum war bei den monatlich entnommenen nativen (unbehandelten) Gewässerproben aus Rhein, Neckar und Donau sowie aus einigen Nebenflüssen keine gentoxische Wirkung nachweisbar.

Dagegen wiesen die untersuchten Sedimentproben aus dem Neckar bei Lauffen ein gentoxisches Potenzial auf. Bei früheren Untersuchungen wurden hier erhöhte Belastungen des Sediments mit polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen festgestellt. Vertreter aus dieser Stoffgruppe sind für ihre gentoxische Wirkung bekannt.

Weiterhin wurden Abwässer von industriellen Direkt- und Indirekteinleitern, eines Krankenhauses sowie von kommunalen Kläranlagen untersucht. Kommunale Kläranlagenabwässer wiesen keinen gentoxischen Effekt auf, während einige Branchenabwässer und Abwasserteilströme eine z. T. erhebliche gentoxische Wirkung hatten. In der Regel wurde die Gentoxizität durch die nachfolgenden Abwasserbehandlungsmaßnahmen eliminiert.

Bei einigen Rohabwässern war auch nach der Abwasservorbehandlung in abwasserproduzierenden Betrieben noch eine erbgutverändernde Wirkung festzustellen, so dass in diesen Fällen eine Belastung der Oberflächengewässer (Direkteinleiter) bzw. der Kläranlagenzuläufe (Indirekteinleiter) mit gentoxischen Abwasserin-

haltsstoffen erfolgte. Die Studie belegt, dass eine erbgutverändernde Wirkung vor allem auf den industriellen Abwasserbereich beschränkt ist und in Baden-Württemberg die Gefährdung der Gewässer durch gentoxische Wirkstoffe als gering einzustufen ist.

Im Rahmen des vom Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) geförderten Verbundvorhabens „Erprobung, Vergleich, Weiterentwicklung und Beurteilung von Gentoxizitätstests für Oberflächenwasser“ wurde an der LfU der *umu*-Test weiterentwickelt und dadurch noch empfindlicher gestaltet. In den nativen Oberflächenwasserproben von Rhein und Wahnbachtalsperre sowie von Elbe und Mulde bewegten sich die Ergebnisse auch mit dem sensitivierten Verfahren nur im Bereich der Nachweisgrenze. In der Regel wurde die Nachweisgrenze nicht überschritten, so dass diese Oberflächenwasserproben als nicht gentoxisch beurteilt wurden. Dagegen hatten native Proben aus der Wupper einen gentoxischen Effekt. Die Gentoxizität dieser Proben wurde möglicherweise durch Fluorchinolonsäure verursacht.

Comet Assay

Im Comet Assay wird die gentoxische Schädigung des Erbguts über die Länge der DNA-Wanderungsstrecke im elektrischen Feld bestimmt. Kommt es durch gentoxische Substanzen zu DNA-Brüchen, wandern diese DNA-Bruchstücke

im elektrischen Feld aus dem Zellkernbereich hinaus. Es entstehen sogenannte Kometen (Abb. 2). Je länger der Komet ist, um so größer ist die Schädigung des genetischen Materials der Zelle oder des Organismus.

Der Comet Assay ist ein empfindlicher Kurzzeittest zum Nachweis gentoxischer Substanzen und für Untersuchungen am Tier, aber auch an Zellkulturen geeignet. Die Gentoxizität kann auch an Organismen bestimmt werden, die dem Gewässer entnommen wurden. Je nach Untersuchungsziel kann ein für die Umwelt oder für den Menschen relevanter Organismus oder Zelltyp, wie z. B. Leberzellen, als Untersuchungsobjekt herangezogen werden.

In einem vom UVM geförderten Untersuchungsvorhaben wurde der Comet Assay für die Prüfung von Oberflächengewässern angepasst und erfolgreich eingesetzt. Die Untersuchungen zeigten, dass das Rheinwasser bei Karlsruhe keine gentoxische Schädigung in Leber- und Kiemenzellen von Regenbogenforellen auslöste. Auch mit dem Mikrokerntest in den Blutzellen der Regenbogenforelle konnte keine DNA-Schädigung nachgewiesen werden.

Der Comet Assay eignet sich insbesondere als Screeningtest für Oberflächenwasserproben. Im Rahmen des BMBF-Verbundvorhabens „Erprobung, Vergleich, Weiterentwicklung und Beurteilung von Gentoxizitätstests für Oberflächenwas-

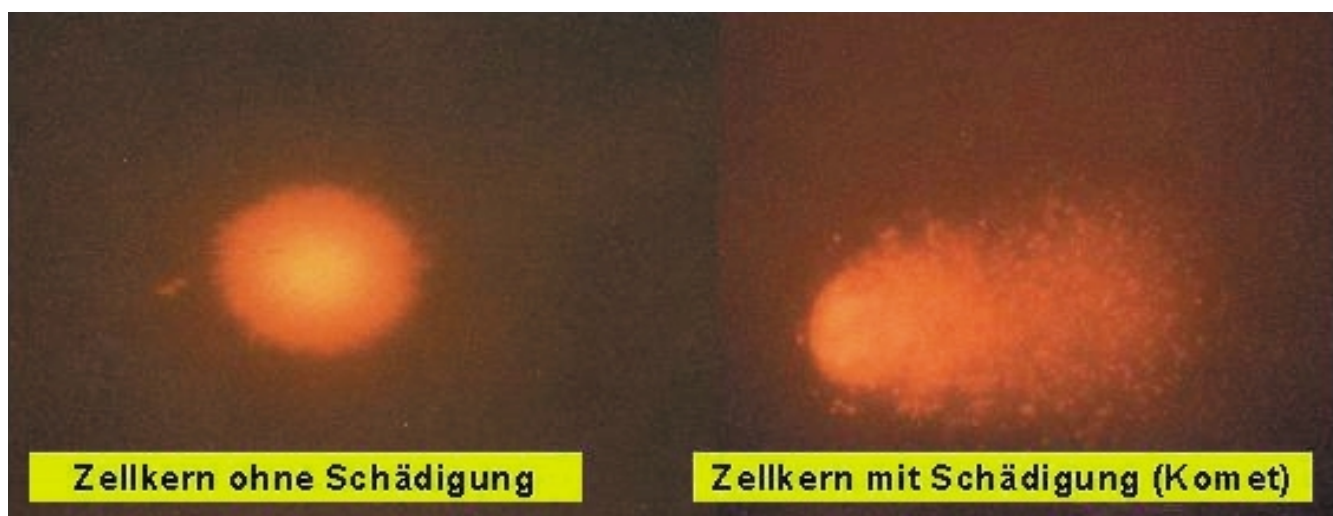


Abb. 2: Zellkerne aus den Kiemenzellen der Dreikantmuschel werden mit Hilfe des „Comet Assays“ auf DNA-Schäden untersucht.

ser“ wurde der Comet Assay mit Kiemenzellen aus der Dreikantmuschel (Abb. 3) weiterentwickelt, sensitiviert und validiert. Wie auch beim *umu*-Test, wurde in den Gewässerproben von Rhein, Wahnbachtalsperre, Elbe und Mulde sowie darüber hinaus von der Wupper mit dem Comet Assay kein gentoxisches Potenzial nachgewiesen. Einzig eine Probe von einem ehemaligen Gaswerkstandort erwies sich mit dem Comet Assay als gentoxisch.

Ausblick

Als Ergebnis der bisher durchgeführten Untersuchungen wurden *umu*-Test und Comet Assay als die Testmethoden vorgeschlagen, die mindestens in einer „Testbatterie“ enthalten sein müssen, um gentoxische Wirkungen sicher in Umweltproben nachzuweisen. Bei positiven Befunden muss auf einer weiteren Testebene geprüft werden, ob es zu einer Festlegung der gentoxischen Veränderungen in Form von Mutationen oder Chromosomenschäden kommt und sich damit der Verdacht auf erbgutverändernde Wirkung bestätigt.



Abb. 3: Dreikantmuscheln (*Dreissena polymorpha*) leben sowohl in stehenden und fließenden Gewässern. Sie sind für eine Untersuchung auf gentoxische Belastungen gut geeignet.

Bisher wurde in Baden-Württemberg mit dem *umu*-Test und dem Comet Assay in nativem Oberflächenwasser keine Gentoxizität festgestellt. Allerdings sind viele der Schadstoffe, die in die Gewässer gelangen und Gentoxizität verursachen können, schwer wasserlöslich. Diese Substanzen werden dem wässrigen Kompartiment des Gewässers dadurch entzogen, dass sie sich an Schwebstoffen und Sedimenten anlagern. Durch Akkumulation der Substanzen baut sich ein Schadstoffpotenzial auf, aus dem unter veränderten Umweltbedingungen die Schadstoffe wieder remobilisiert werden können.

Sedimentablagerungen in Flusstauhaltungen, Bühnenfeldern, Talsperren und Seen können demzufolge ein höchst aktuelles Problem für die Unterhaltung und Nutzung der Oberflächengewässer darstellen. Böden und Grundwasser sind ebenfalls durch die an Schwebstoffen und Sedimenten angelagerten Schadstoffe gefährdet. Aus gewässerökologischer als auch aus wasserrechtlicher Sicht besteht hier dringender Handlungsbedarf.

Aus diesem Grund wird gegenwärtig im Rahmen des von BMBF und UVM geförderten Untersuchungsvorhabens „Wirkungsbezogene Sedimentuntersuchungen zur Ableitung von Qualitäts- und Handlungsempfehlungen“ unter anderem die Gentoxizität einer Anzahl ausgewählter Gewässersedimente vornehmlich aus Fließgewässern Baden-Württembergs mit dem *umu*-Test und Comet Assay untersucht.

Gentoxikologische Testverfahren haben in der modernen Umweltüberwachung einen hohen Stellenwert erlangt. Die LfU kann durch den gezielten Einsatz dieser Verfahren Umweltrisiken erkennen und dadurch zu deren Verminderung beitragen.

Jürgen Zipperle, Karin Deventer

Meilensteine des Naturschutzes in Baden-Württemberg

25 Jahre Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) verknüpft mit 24 Jahren Naturschutzgesetz Baden-Württemberg geben Anlass, zurück zu schauen und das Erreichte zu einer Kette der Meilensteine des Naturschutzes aneinander zu reihen.

Die „Naturschutzabteilung“ der LfU war nicht nur bei vielen wichtigen Naturschutzprogrammen des Landes aktiv eingebunden, sondern selbst Initiator und Motor zahlreicher Arten- und Biotop-schutzprojekte. Dabei wurden die entwickelten Konzepte und Programme einmal vom Zeitgeist, aber auch von den jeweiligen Abteilungsleitern nachhaltig mitgeprägt.

Während ursprünglich der konservierende Naturschutz im Vordergrund stand (Biotopkartierung, Landschaftspflegeprogramm), wurde danach die ökologische Komponente betont (Ökologisches Wirkungskataster, Integriertes Rheinprogramm). Schließlich hielten innovative, medienübergreifende Ideen (Projekt Angewandte Ökologie, Interregionales Sekretariat für Naturschutz, Projekt des Landes zur Erhaltung und Entwicklung von Natur und Umwelt), Einzug in die Naturschutzstrategien des Landes.

1. Biotopschutz hat viele Gesichter

1.1 Schutzgebiete

Aufgaben des Naturschutzes ist es, die biologische Vielfalt der wildlebenden Tier- und Pflanzenarten und ihre Lebensgemeinschaften als Lebensgrundlage des Menschen zu erhalten. Hierzu ist die Ausweisung von Schutzgebieten unverzichtbar. Diese haben in den letzten fünf- undzwanzig Jahren erheblich an Fläche zugenommen. In Baden-Württemberg gibt es derzeit 939 Naturschutzgebiete mit einer Fläche von 75.031 ha, dies entspricht 2,1 % der Landesfläche.

Zu den Aufgaben der LfU gehört neben der Pflege eines Naturschutzgebietsarchivs auch die landesweite Dokumentation aller Schutzgebiete in

einem Schutzgebietsverzeichnis sowie die Herausgabe einer Karte der Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs.

Darüber hinaus führt die LfU zu gefährdeten Arten und Biotopen Untersuchungen durch, deren Ergebnisse bei der Schutzgebietsausweisung als wichtige Argumentations- und Entscheidungshilfe dienen.

1.2 Feuchtgebietskartierung Ravensburg

Da Feuchtgebiete gerade unter Artenschutzgesichtspunkten von besonderer Bedeutung sind, hat die LfU bereits 1977 die Feuchtgebiete im Landkreis Ravensburg modellhaft kartiert und Vorschläge zu deren Unterschutzstellung (Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, flächenhafte Naturdenkmale, Feuchtflächen nach § 16 NatSchG) erarbeitet.

Die Bilanz der Feuchtgebietskartierung machte den dringenden Bedarf einer Erhebung aller für den Naturschutz wichtigen Biotope im Lande deutlich. Eine Erkenntnis, die das damals zuständige Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten (MELUF) veranlasste, die LfU mit der Koordinierung und Durchführung einer landesweiten Biotopkartierung zu beauftragen.

1.3 Biotopkartierung

Die Biotopkartierung war die erste umfassende Bestandsaufnahme naturschutzfachlich bedeutsamer Flächen in Baden-Württemberg. Sie wurde in zwei Stufen durchgeführt: Von 1977 bis 1980 in einem ersten Durchgang mit ehrenamtlichen Kartierern und von 1981 bis 1989 mit Kartierern im Werkvertrag. Insgesamt wurden 44.787 Biotope mit einer Gesamtfläche von 466.506 ha (ca. 13 % der Landesfläche) erfasst. Die Biotopkartierung stellt heute eine wesentliche Informationsquelle der Naturschutzverwaltung dar.

1.4 Biotopschutzgesetz (Waldbiotop- und § 24a-Kartierung)

Durch die Novellierung des Naturschutzgesetzes (1991) sind bestimmte Lebensräume wie

Moore, Riede, Auwälder, naturnahe Bach- und Flussabschnitte, Wacholderheiden, Nasswiesen, Trocken- und Magerrasen, Felsen, Hecken, Feldgehölze unmittelbar gesetzlich geschützt. Die gesetzlich geschützten Biotope werden von den unteren Naturschutzbehörden parzellenscharf kartiert. Die LfU hat die zur Kartierung erforderliche Methode entwickelt und erprobt. Sie gibt die fachliche und technische Kartieranleitung heraus und betreut über zwischengeschaltete Landschaftsplanungsbüros die von den Landratsämtern beauftragten Kartierer. Hierdurch soll gewährleistet werden, dass die Kartierung landesweit nach gleichen, nachvollziehbaren Maßstäben erfolgt. Außerdem führt die LfU die gesammelten Daten zusammen und stellt die Unterlagen (Sachdaten und graphische Daten) den Fachbehörden auf Papier und in elektronischer Form zur Verfügung. Die Kartierung ist noch nicht abgeschlossen. Nach einer vorläufigen Schätzung dürften rd. 3 % der Landesfläche als besondere Biotope geschützt sein (§ 24a NatSchG). Im Landeswaldgesetz (§ 30a) findet sich eine dem § 24a NatSchG entsprechende Regelung zum Schutz von Waldbiotopen. Zum Biotopschutzwald gehören beispielsweise naturnahe Schlucht- und Blockwälder, regional seltene, naturnahe Waldgesellschaften, Tobel, Klingen und Wälder als Reste historischer Bewirtschaftungsformen. Die § 24a-Biotope im Wald und die Biotope nach § 30a Waldgesetz werden von der forstlichen Versuchsanstalt unter Beteiligung der LfU kartiert.

1.5 PLENUM

(Projekt des Landes zur Erhaltung und Entwicklung von **Natur** und **Umwelt**)

Mit der PLENUM-Konzeption und dem Modellprojekt Isny/Leutkirch hat die LfU eine neue Naturschutzstrategie für Baden-Württemberg entwickelt: Das **Projekt des Landes zur Erhaltung und Entwicklung von Natur und Umwelt**. Für Arten und Biotope mit großem Raumanspruch und den Erhalt der typischen vielfältigen Kulturlandschaften ist ein großflächiger Naturschutzansatz notwendig. Neu am PLENUM-Ansatz ist die Orientierung an Naturschutzzielen, die Beteiligung wichtiger Akteure vor Ort und die Einbeziehung einer nachhaltigen Regionalentwicklung.



Abb. 1: Die PLENUM-Konzeption wird modellhaft in Isny/Leutkirch umgesetzt.

Die Gebietskulisse der Konzeption umfasst 20 Landschaften in Baden-Württemberg. Im Oktober des Jahres 1999 wurde im Rahmen eines Symposiums die Bilanz für die 5-jährige Erprobungsphase des PLENUM-Konzepts im Modellgebiet Isny/Leutkirch gezogen. Das einmütige Ergebnis von Gemeinden, Naturschutzverwaltung, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Naturschutzverbänden und den politisch Verantwortlichen war, dass sich diese innovative Naturschutzstrategie bewährt hat und fortgeführt werden soll. Auch eine Ausdehnung über das Modellgebiet hinaus, insbesondere in andere Landesteile, sei wünschenswert und erforderlich.

2. Neue Wege im Artenschutz

Zur Sicherung der Artenvielfalt, die in Baden-Württemberg auf 40.000 bis 50.000 Arten geschätzt wird, hat das Land 1976 ein Artenschutzprogramm ins Leben gerufen. Aufgabe der LfU ist es festzustellen, welche Tier- und Pflanzenarten in Baden-Württemberg vorkommen. Hierzu führt sie Untersuchungen durch über Vorkommen, Häufigkeit, Lebensansprüche und Gefährdungsursachen einzelner Arten. Dabei arbeitet sie mit den Naturkundemuseen eng zusammen. Die so gewonnenen Daten werden in Form von Grundlagenwerken zum Artenschutzprogramm veröffentlicht. Weitere Ergebnisse sind Rote Listen der in Baden-Württemberg gefährdeten Tier- und Pflanzenarten sowie Anleitungen zum Schutz einzelner Arten in Form von Artenhilfsprogrammen.



Abb. 2: Die Zippammer gehört zu den „vom Aussterben bedrohten“ Vogelarten.



Abb. 3: Das Braunkehlchen gilt landesweit als „stark gefährdet“.

2.1 Grundlagenwerke zum Artenschutzprogramm

Um die Artenvielfalt in Baden-Württemberg nachhaltig sichern zu können, sind umfangreiche und detaillierte Kenntnisse zu den Arten erforderlich. Dazu gehört ganz wesentlich die Dokumentation der Vorkommen von Tier- und Pflanzenarten, die folgende Kernfragen beantwortet: Welche Arten gibt es überhaupt in Baden-Württemberg, wo und in welcher Häufigkeit kommen sie hier vor (landesweite Artenkartierung) und für welche Arten muss der Naturschutz landesweit, regional oder lokal tätig werden. Allerdings ist bei über 40.000 einheimischen Arten in Baden-Württemberg Konzentration auf die wichtigsten Artengruppen angesagt.

Die hohen Ansprüche werden durch die Grundlagenwerke zum Artenschutzprogramm erfüllt. Mit ihnen hat Baden-Württemberg erfolgreich Neuland bei der Sicherung seiner natürlichen Lebensgrundlagen betreten. Die Grundlagenwerke haben für interessierte Bürger und die Naturschutzverwaltung gleichermaßen einen hohen Nutzwert, weil sie über große Teile der Fauna und Flora Baden-Württembergs relativ erschöpfend Auskunft geben. Sie haben deshalb in der Öffentlichkeit und in der Fachwelt in und außerhalb Mitteleuropas hohe Anerkennung erfahren. Darüber hinaus stärken die Grundlagenwerke die wissenschaftliche Argumentation für die Notwendigkeit des Arten- und Biotopschutzes. Seit 1993 koordiniert und begleitet die LfU die Erstellung dieser Werke.

2.2 Auswertung der Grundlagenwerke und ihre Umsetzung

Für seine vom Aussterben bedrohten oder stark gefährdeten Arten trägt das Land Baden-Württemberg eine besondere Verantwortung. Die LfU hat deshalb 1992 das Projekt Auswertung und Umsetzung der Grundlagenwerke zum Artenschutzprogramm ins Leben gerufen. Das Projekt hat den Charakter eines Feuerwehrprojekts und bildet die Datenbasis für konkrete Schutzprogramme.

Welches Vorgehen man bei der Umsetzung der Inhalte der Grundlagenwerke in Naturschutzmaßnahmen wählt, hängt von der Gefährdung der jeweiligen Art ab:

1. Ungefährdete Art: kein akuter Handlungsbedarf
2. Art im Rückgang, aber noch nicht gefährdet: Überwachung der Bestände, Planung und Durchführung von Schutzmaßnahmen auf lokaler Ebene (Kommunen, Kreise)
3. Art gefährdet oder Art stark gefährdet mit noch relativ zahlreichen Vorkommen: Überwachung der Bestände, Schutz von Lebensräumen durch Biotopschutz, landesweite oder regionale Artenhilfsprogramme ohne konkreten Ortsbezug (z. B. als Arbeitsblätter zum Naturschutz), Planung und Durchführung von konkreten Schutzmaßnahmen vor Ort auf regionaler und lokaler Ebene

4. Art stark gefährdet mit relativ wenigen Vorkommen oder Art vom Aussterben bedroht: Untersuchung aller Vorkommen, Entwicklung, Planung und Durchführung von Schutz- und Pflegemaßnahmen, Überwachung der Entwicklung der einzelnen Vorkommen. Solche Arten können häufig nicht von allgemeinen, auf großer Fläche stattfindenden Extensivierungsmaßnahmen profitieren, weil sie ganz spezielle Ansprüche an ihren Lebensraum stellen und weil sie gerade wegen ihrer großen Seltenheit leicht übersehen werden.

Bislang wurden für Vögel, Schmetterlinge, Wildbienen, Heuschrecken, Farne und Blütenpflanzen konkrete Artenhilfsmaßnahmen initiiert und umgesetzt. Nach Abschluss der Grundlagenwerke Säugetiere, Amphibien und Reptilien, Pracht- und Hirschkäfer, Libellen, Moose und Großpilze sind auch für diese Artengruppen Hilfsprogramme vorgesehen. Zur Sicherung gefährdeter Flechtenvorkommen sind erste Schritte unternommen worden.



Abb. 4: Das Dünen-Steinkraut ist landesweit vom „Aussterben bedroht“. Die wenigen Vorkommen konzentrieren sich auf die Dünengebiete der Nördlichen Oberrheinebene.

Die Projektbearbeitung teilen sich LfU und die vier Bezirksstellen für Naturschutz und Landschaftspflege (BNL). Die LfU wertet die Informationen in den Grundlagenwerken aus, führt Vortuntersuchungen durch und erstellt Pläne für Artenhilfsmaßnahmen. Die BNL integrieren die Pläne in ihre Arbeitsprogramme, kontrollieren den Zustand der Vorkommen, realisieren die geplanten Maßnahmen in Zusammenarbeit mit anderen Verwaltungen und führen danach eine Erfolgskontrolle durch.



Abb. 5: Das Holunder-Knabenkraut ist landesweit als „stark gefährdet“ eingestuft. Größere Bestände finden sich nur noch im Mittleren Schwarzwald.

2.3 Arbeitsblätter zum Naturschutz

Der breiten Öffentlichkeit bleiben die Fachpublikationen meist verschlossen. Da die Sicherung der Arten und ihrer Lebensräume (Biotope) aber wesentlich von der Akzeptanz durch die Öffentlichkeit abhängt, sind allgemein verständliche Publikationen notwendig.

Es war daher ein besonderer Meilenstein in der Geschichte des Naturschutzes, als die LfU 1985 mit den Arbeitsblättern zum Naturschutz ein Publikationsorgan begründete, das sich ausschließlich an die breite Öffentlichkeit richtet. Die Arbeitsblätter enthalten praxistaugliche Informationen, wie man für den Schutz bestimmter gefährdeter Arten und Artengruppen (z. B. Fledermäuse) tätig werden und Artenschutzinstrumente, wie z. B. Winterfütterung der Vögel, fachgerecht und sinnvoll anwenden kann.

3. Landschaftspflege hat immer Saison

Landschaftspflege ist notwendig, um den ökologischen Wert der Schutzgebiete zu erhalten, das abwechslungsreiche Landschaftsbild von Baden-Württemberg zu bewahren und den Erholungswert unserer Landschaft zu sichern.



Abb. 6: Mulcheinsatz zur Offenhaltung von Steillagen im Mittleren Schwarzwald.

Um die zur Verfügung stehenden Landschaftspflegemittel gezielt einsetzen zu können, hatte das zuständige Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten die LfU mit der Erstellung eines für ganz Baden-Württemberg einheitlichen Landschaftspflegeprogramms beauftragt. Das erstmals für das Haushaltsjahr 1980 vorgelegte Programm enthielt alle Maßnahmen – einschließlich der geschätzten Kosten –, die dem Schutz, der Pflege und Entwicklung der Landschaft, vor allem in Schutzgebieten, dienen, um diese in ihrem Bestand und in ihrer Eigenart zu erhalten. Außerhalb von Schutzgebieten sollen insbesondere Schäden im Naturhaushalt sowie im Landschaftsbild vorbeugend verhindert und bereits eingetretene Schäden durch entsprechende Pflegemaßnahmen beseitigt oder zumindest ausgeglichen werden.

Eine umfassende Landschaftspflege setzt jedoch gleichzeitig eine intensive Grundlagenuntersuchung vor allem landschaftsgeschichtlicher, biologischer, ökologischer, gesellschaftlicher sowie wirtschaftlicher Art voraus. Im Rahmen des von der Stiftung Naturschutzfonds finanzierten Projekts „Landschaftspflege-Quo Vadis?“ hat sich die Naturschutzverwaltung unter Federführung

der LfU Anfang der 90er Jahre intensiv mit den fachlichen Grundlagen und der Notwendigkeit von Pflegemaßnahmen auseinandergesetzt. Wesentliche Ergebnisse des Projekts waren, dass Pflegemaßnahmen zum Schutz von Biotopen und Arten möglichst umfassend in die land- oder forstwirtschaftliche Nutzung integriert werden sollten. Darüber hinaus wurde das Bewusstsein dafür geschärft, dass das Zulassen natürlicher Vorgänge, wie die Laufveränderung eines Baches, natürliche Wiederbewaldung brachgefallener Flächen oder die Nutzungsaufgabe von Wäldern durchaus wünschenswerte Ziele des Naturschutzes sein können.

4. Eingriffe in die Natur – nicht um jeden Preis

Eine wesentliche Errungenschaft des Naturschutzgesetzes von 1975 war die Einführung der Eingriffs-Ausgleichs-Regelung. Ihr Ziel ist es, trotz der zahlreichen Veränderungen, die in der Landschaft stattfinden, den Schutz des Naturhaushalts und des Landschaftsbilds zu gewährleisten. Die Eingriffsregelung soll in Verbindung mit Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen unnötige Eingriffe in Natur und Landschaft vermeiden. Im Falle notwendiger Eingriffe ist anzustreben, dass es zu keiner Verschlechterung der Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes oder des Landschaftsbilds kommt. Im Rahmen der Novellierung des Baugesetzbuches wurde 1998 die Verantwortung der Gemeinden für den Naturschutz gestärkt. Danach ist die Eingriffsregelung bei der Aufstellung oder Änderung von Bauleitplänen unter Beachtung der Eingriffs-Ausgleichs-Regelung des Naturschutzgesetzes und des Baugesetzes abzuarbeiten.

5. Landschaftsplanung – Grundlage für eine nachhaltige Entwicklung

Wie die Eingriffsregelung ist die Landschaftsplanung ein mit dem Naturschutzgesetz von 1975 eingeführtes querschnittsorientiertes Instrument des Naturschutzes, das auf der gesamten Landesfläche Anwendung findet. Ihre Ziele sind die Erhaltung und Entwicklung der Leistungsfähigkeit und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes,

die Erhaltung und Entwicklung der Nutzungsfähigkeit der Naturgüter (Boden, Wasser, Luft, Tier- und Pflanzenwelt) sowie die Entwicklung der Landschaft als Erlebnis-, Erholungs- und Freizeitraum. Aufbauend auf eine problemorientierte Erfassung der landschaftlichen Gegebenheiten sollen Zielkonflikte zwischen dem natürlichen Leistungsvermögen einer Landschaft und den Nutzungsansprüchen des Menschen dargestellt und Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt werden. Die Landschaftsplanung ist somit ein unverzichtbares Instrument, um eine nachhaltige Entwicklung zu ermöglichen.

6. Europa kommt – Naturschutz kennt keine Grenzen

Europa wächst enger zusammen. Nationale oder gar regionale Naturschutzpolitik allein genügt nicht mehr. Deshalb hat Baden-Württemberg gehandelt und bereits 1990 im Rahmen seiner bestehenden interregionalen Partnerschaften – den sogenannten „Vier Motoren für Europa“ – bei der LfU ein Sekretariat der interregionalen Arbeitsgruppe für Naturschutz (ISN) eingerichtet.



Abb. 7: Bei der LfU ist das Interregionale Sekretariat für Naturschutz eingerichtet.

Das ISN ist Umschlagszentrale grenzüberschreitender Naturschutzaktivitäten der Partnerregio-

nen Baden-Württemberg, Rhône-Alpes, Katalonien, Lombardei, Sachsen und Wales. Ihre Arbeitsschwerpunkte lagen in den letzten Jahren bei den Themen nachhaltiger Tourismus, neue Strategien im Naturschutz, nachhaltige Landwirtschaft sowie Austausch von Naturschutzexperten. Verschiedene Arbeitsprojekte des ISN wurden von der Europäischen Union gefördert.

7. Fachdienst Naturschutz – Mehr Service für die Praxis

„Verstärkter Dienst am Kunden“, so lautet das Motto des im Rahmen der Neuorganisation der LfU zum 1. Januar 1998 neu eingerichteten Fachdienstes Naturschutz. Er soll mithilfe ein koordiniertes, fundiertes und einheitliches Verwaltungshandeln im Naturschutz zu gewährleisten.

Als Dokumentations- und Servicestelle konzipiert, ist der Fachdienst schwerpunktmäßig mit der Initiierung und Herausgabe von Handreichungen, Leitfäden und Merkblättern für die praktische Naturschutzarbeit vor Ort befasst. Mit den von ihm herauszugebenden „Materialien“ sollen fachliche und rechtliche Arbeitsgrundlagen des Naturschutzes – praxisorientiert aufbereitet – den unterschiedlichen Ebenen der Naturschutzverwaltung vollzugsunterstützend zur Verfügung gestellt werden. MLR und LfU versprechen sich davon – neben einer Steigerung der Qualität der Arbeit der Naturschutzbehörden – vor allem die Beschleunigung von (Genehmigungs)Verfahren sowie eine landesweit einheitliche Anwendung des Naturschutzrechts. Diesem Ziel dient auch die Herausgabe eines Naturschutz-Infos (3 Ausgaben/Jahr) als gemeinsames Sprachrohr und Forum von Naturschutzbehörden und Naturschutzbeauftragten. Hierzu sollen auch Erfahrungen und Dienstleistungen anderer Fachdienste, Servicestellen und Bildungsstätten auf dem Umwelt- und Naturschutzsektor soweit als möglich genutzt, ausgewertet und zur Informationsweitergabe aufbereitet werden.

Die bisherigen LfU-Schriftenreihen zum Naturschutz zu den Themenblöcken „Biotop- und Artenschutz“, „Landschaftspflege“, „Landschafts-

planung und Erholung“ werden fortgeführt und künftig – wo immer möglich – in Form und Inhalt anwendungsbezogen ausgerichtet und über den Fachdienst koordiniert.

8. Ökologisches Wirkungskataster – Signale aus der Natur

In Zukunft gilt es, ein Instrument zu schaffen, das umweltrelevante Daten intelligent miteinander verknüpft. Die LfU hat deshalb 1999 ein „Pilotvorhaben zur integrierten ökologischen Umweltbeobachtung – Modellentwicklung für eine medienübergreifende Interpretation von Messdaten“ in Auftrag gegeben. Ziel des Vorhabens ist es, Messdaten aus den verschiedensten Messnetzen der Fachabteilung zusammenzuführen und eine medienübergreifende Interpretation dieser Daten zu erproben.

9. Projekt Angewandte Ökologie – Nahtstelle zwischen Wissenschaft und Naturschutz

Von 1991 bis 1997 war die Projektleitung für das Projekt Angewandte Ökologie (PAÖ) bei der Landesanstalt für Umweltschutz angesiedelt. In diesem Zeitraum wurden im Bereich „Natur und Landschaft“ über 50 Forschungsvorhaben unterstützt. Themenschwerpunkte waren die Erarbeitung von Naturschutzkonzeptionen, die Erstellung von Managementkonzepten für verschiedene Biotoptypen, die Sukzessionsforschung auf Sturmwurfflächen und auf landwirtschaftlichen Nutzflächen, die wissenschaftliche Begleitforschung und Erfolgskontrolle von Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern und Mooren sowie die Erarbeitung von Grundlagen für Landschaftsplanung und Landschaftspflege.

Das PAÖ wurde mit anderen Projektträgerschaften (Projekt „Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung“, Projekt „Wasser, Abfall, Boden“, Projekt „Umwelt und Gesundheit“) zu einer gemeinsamen Projektträgerschaft „Programm Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung“ (BW-PLUS) zusammengefasst und wird vom Forschungszentrum Karlsruhe betreut.

10. 100-Artenprogramm

Angesichts knapper Kassen sind neue Ideen und Handlungskonzepte gefragt: Ideen und Handlungskonzepte, die den Arten- und Biotopschutz auf eine breitere Basis als bisher stellen und die sich in öffentlichkeitswirksame und finanzierbare, vor allem aber medienübergreifende Naturschutz-Projekte umsetzen lassen.

Baden-Württemberg kommt aufgrund seiner geographischen und klimatischen Situation für bestimmte Tier- und Pflanzenarten eine ganz besondere Verantwortung zu, eine Verantwortung, der sich auch die heimische Wirtschaft nicht entziehen sollte. Deswegen sind Ideen gefragt, die sowohl ins Unternehmensprofil passen und sich von potentiellen Geldgebern imagebildend vermarkten als auch Ideen, die sich in konkrete Schutz- und Pflegemaßnahmen umsetzen lassen.

„Arten suchen Paten“ könnte ein Aktionsmodell heißen, mit welchem dem Artenschutzprogramm des Landes neue Impulse gegeben werden könnten. Begeistert werden sollten baden-württembergische Firmen, die eine gefährdete Tier- oder Pflanzenart im Namen oder als Logo tragen und Unternehmen, deren Produkte Abbildungen gefährdeter Arten auf Label oder Verpackung tragen. Aber auch Kommunen mit einer gefährdeten Art im Gemeindenamen bzw. Stadtwappen könnten für die Aktion gewonnen werden.

Eine derartige Patenschaftskonzeption, in die sich Unternehmen partnerschaftlich einbinden lassen, soll durch aktive Umsetzung von Schutzprogrammen zur Bestandssicherung beitragen. Ein 100-Artenprogramm könnte – mittels Sponsoren – konkreten Schutz- und Pflegemaßnahmen vor Ort neue Aktionsfelder im Naturschutz erschließen und ausgewählte Arten vermehrt in das Bewusstsein der Bevölkerung rücken.

Fazit

Fünfundzwanzig Jahre Naturschutz an der LfU bedeuten auch über 25 Jahre hinweg eine Fülle wegweisender, mitunter pilothafter Naturschutz-

projekte und -programme, mit deren Umsetzung viele Namen verbunden sind. Dennoch, die LfU ist keine Insel. Die Mehrzahl der hier nur kurz skizzierten Meilensteine des Naturschutzes wäre ohne die enge Zusammenarbeit mit anderen Ein-

richtungen der Naturschutzverwaltung nicht möglich gewesen.

Roland Heinzmann, Jürgen Marx,
Karl Hermann Harms

Was sind Rote Listen? Erläuterungen zu einem bewährten Naturschutzinstrument

Zahlreiche Tier- und Pflanzenarten sind gefährdet, weil ihre Bestände so stark abnehmen, dass zumindest langfristig mit ihrem Aussterben zu rechnen ist, wenn keine Gegenmaßnahmen erfolgen. Wie stark eine Art gefährdet ist, hängt von ihrem Rückgang und Bestand ab: bei gleicher Rückgangsgeschwindigkeit ist eine seltene Art immer stärker gefährdet als eine häufige. Die Quantifizierung der Gefährdung erfolgt in sogenannten „Roten Listen“, in denen jede gefährdete Art einer definierten Gefährdungskategorie zugewiesen wird. Der Begriff „Rote Liste“ wurde analog zum Wort „Rotbuch“ gewählt. In Form sogenannter „Red-Books“ stellen Staaten wie z. B. Russland die gefährdeten Arten in ihrem Gebiet vor.

Weil sich die Gefährdung von Arten mit dem gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Wandel (z. B. Fortschritte in der Landwirtschaft, Änderungen des Erholungsverhaltens der Bürger) ändern kann, gelten Rote Listen genau



Abb. 1: Strauch-Birke (*Betula humilis*): hohe Verantwortung, daher höhere Schutzwürdigkeit.



Abb. 2: Aremonie (*Aremonia agrimonoides*): Neophyt, daher geringere Schutzwürdigkeit.

genommen nur für ein bestimmtes Datum. Deshalb müssen Rote Listen regelmäßig aktualisiert werden.

Die Gefährdung einer Art entspricht oft, aber keineswegs immer, ihrer Schutzwürdigkeit. Geringe Schutzwürdigkeit besitzen die im 19. und 20. Jahrhundert aus anderen Kontinenten oder anderen Ländern Europas zu uns gelangten Arten (Neophyten, Neozoen), weil sie besser in ihren Ursprungsländern geschützt werden. Große Schutzwürdigkeit hingegen besitzen solche Arten, für die das Land im internationalen Vergleich besondere Verantwortung trägt.

Wie entstehen „Rote Listen“?

Rote Listen werden von Fachleuten entsprechend der jeweiligen Datenlage in unterschiedlicher Weise erarbeitet:

1. Geringer Kenntnisstand, weder aktuelle noch historische systematische Erhebungen: Spezialisten stufen die Arten „ihrer“ Artengruppe nach ihren eigenen Erfahrungen so objektiv wie möglich in Gefährdungskategorien ein. So sind beispielsweise manche Rote Listen wirbelloser Tiere entstanden. Die Gefahr falscher Einstufungen ist bei diesem Vorgehen nicht gering.
2. Aktuelle systematische, alle Teile des Bezugsgebietes berücksichtigende Erhebungen liegen vor, historische Erhebungen fehlen: Spezialisten schätzen die Bestandsentwicklung der einzelnen Arten ihren Erfahrungen entsprechend ein. Die Gefahr falscher Einstufungen besteht, ist aber relativ gering. Viele Rote Listen sind auf diese Weise entstanden.
3. Historische und aktuelle Erhebungen der Verbreitung und Häufigkeit liegen für das ganze Bezugsgebiet vor:
So entstandene Rote Listen bieten die verlässlichsten Grundlagen für die Naturschutzarbeit. Die Voraussetzungen sind allerdings selten gegeben. Nur wenige Rote Listen, z. B. die der Vögel, kommen deshalb diesem Idealzustand nahe.

Die Gefährdungskategorien

Jede Art, ob gefährdet oder nicht, kann in eine von 7 Kategorien eingestuft werden, die sich folgendermaßen gruppieren lassen (bundesweit vereinbarte Kürzel jeweils vorangestellt):

Kategorien für nicht gefährdete Arten
ungefährdet
V: zurückgehend, aber nicht gefährdet

Kategorien für gefährdete Arten
3: gefährdet
2: stark gefährdet
1: vom Aussterben bedroht
R: extrem selten

Kategorie für früher vorhandene Arten
0: ausgestorben oder verschollen

In der Roten Liste werden nur die Arten der vier Gefährdungskategorien (1, 2, 3, R) sowie die

ausgestorbenen bzw. verschollenen Arten (Kategorie 0) geführt. Nicht gefährdete Arten sind darin nicht enthalten. Die Arten der Kategorie V „**zurückgehend, aber nicht gefährdet**“ bilden die sogenannte Vorwarnliste. Sie ist nicht Bestandteil der Roten Liste; gleichwohl können Schutzmaßnahmen für Vorkommen dieser Arten erforderlich werden.

Der Begriff „**gefährdet**“ hat zwei Bedeutungen: im weiteren Sinn wird der Begriff auf alle Arten der Roten Liste angewendet (mit Ausnahme der ausgestorbenen oder verschollenen Arten), im engeren nur auf die Arten einer bestimmten Gefährdungskategorie (Kategorie 3). Die Arten in der Kategorie R „**Extrem selten**“ sind nicht dadurch gefährdet, dass der Gesamtbestand aktuell abnimmt oder verschwindet, sondern dadurch, dass zukünftige, nicht prognostizierbare Einzelereignisse zu einer wesentlichen Schwächung des kleinen Gesamtbestandes führen können.

Die Kategorien 1 „**Vom Aussterben bedroht**“ und 0 „**Ausgestorben oder verschollen**“ beziehen sich wie die anderen Kategorien nur auf das Gebiet, für das die Rote Liste gilt. Ein globales Aussterben ist mit diesen Einstufungen nur verbunden, wenn die betreffende Art weltweit allein im Bezugsgebiet vorkommt. Der Nachweis, dass eine Art im Bezugsgebiet ausgestorben ist, lässt sich oft nicht exakt führen. Arten, die – wie schon geschehen – unter günstigen Umständen wieder auftreten oder wieder gefunden werden können, gelten als verschollen.

Wie kommen die deutschen Namen der Arten in den Roten Listen zustande?

Rote Listen sind während ihrer Entstehung eine Angelegenheit der Spezialisten. Genutzt werden sie aber nicht nur von Fachleuten und Fachverwaltungen; sie sind auch für die naturschutzinteressierte Öffentlichkeit bestimmt, die Schutzmaßnahmen aktiv unterstützt oder ihnen zumindest wohlwollend gegenüber steht. Dazu ist es aber von Vorteil, dass für möglichst viele Arten der Roten Liste und der Vorwarnliste nicht nur wissenschaftliche (*lateinische*), sondern auch deut-

sche Namen vorliegen. Jedoch stößt die Benennung gefährdeter Arten mit deutschen Namen auf beträchtliche Schwierigkeiten:

1. Die deutschen Namen gefährdeter Arten werden nicht nach einem einheitlichen Schema gebildet. Für bekannte Arten benutzt die Bevölkerung Volksnamen, die zum Teil seit Jahrhunderten in Gebrauch sind. Die meisten Namen sind jedoch in uneinheitlicher Weise künstlich gebildet, weil es dafür keine verbindlichen Vorschriften gibt. Deshalb lassen sich vorhandene deutsche Namen im Gegensatz zu den lateinischen Bezeichnungen oft nicht an den wissenschaftlichen Fortschritt anpassen. So ist die Waldpflanze „Waldmeister“ keine Meister-Art, sondern, wie sich vor einigen Jahren herausgestellt hat, eine Labkrautart. Der wissenschaftliche Name wurde an die neuen Erkenntnisse angepasst, der deutsche nicht, weil er sich im Sprachgebrauch eingebürgert hat.
2. Würde man allen in den Roten Listen verzeichneten Arten einen deutschen Namen geben, so käme man vor allem bei Wirbellosen und Kryptogamen (z. B. Moose) um unhandliche Wortungen nicht herum [Beispiele: Dunkler Wiesenknopf-Ameisenbläuling (*Maculinea nausithous*), Norwegischer Schmalkopf-Augenhornhalbflügler (*Leptusa norvegica*)].
3. Die Spezialisten verständigen sich untereinander über wissenschaftliche (lateinische) Namen und haben selbst kein Bedürfnis nach deutschen Namen (außer in ihrer Öffentlichkeitsarbeit). Auf der anderen Seite müssen Spezialisten maßgeblich an der Neubildung deutscher Namen beteiligt werden. Ein einzelner Spezialist kann jedoch bei dieser Aufgabe überfordert sein, wenn die Namen kurz und griffig sein sollen. Das heißt, möglichst viele Spezialisten müssen bei dieser Aufgabe zusammenarbeiten, vorausgesetzt, sie lassen sich überhaupt von der Wichtigkeit dieser Aufgabe überzeugen.

Wer nutzt die Roten Listen?

In der Öffentlichkeit herrschen oft falsche Vorstellungen über die Zahl der vorkommenden Arten.

So werden beispielsweise die heimischen Spinnenarten auf 10, maximal 50 geschätzt, während es tatsächlich über 700 sind. In Baden-Württemberg kommen schätzungsweise insgesamt 45.000 verschiedene Tier- und Pflanzenarten vor. Obwohl eine solche Artenzahl bei weitem nicht an die Artenfülle in südlicheren Ländern heranreicht, übersteigt sie das Vorstellungsvermögen des einzelnen. Ein persönlicher Bezug zu so vielen Arten kann deshalb kaum hergestellt werden. Dies hat zwangsläufig zur Folge, dass der Artenschutz seine Anliegen im Bewusstsein der Öffentlichkeit nicht genügend tief verankern kann. Es lässt sich der Öffentlichkeit auch nicht vermitteln, was es bedeutet, wenn in einer Artengruppe, seien es Tiere oder Pflanzen, 30 oder 40 Prozent der Arten auf der Roten Liste stehen und welche ungeheuren Anstrengungen erforderlich sind, um die Lebensräume dieser Arten nachhaltig zu sichern.



Abb. 3: Marmorierte Kreuzspinne (*Araneus marmoreus*)
Foto: W. Schubert.

Damit die Ziele des Artenschutz wenigstens in allgemeiner Form Eingang in das Bewusstsein der Öffentlichkeit finden, hat die Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) eine neue Faltblattreihe zum Artenschutzprogramm Baden-Württemberg ins Leben gerufen, von denen eines den Roten Listen gewidmet ist. Das Faltblatt „Rote Listen – Gradmesser unserer Umwelt“ informiert in leicht verständlicher Weise über Artenrückgang, Gefährdungsursachen, Rote Listen und Gefährdungskategorien und stellt Artenbeispiele vor. Ab

dem Jahr 2000 soll darüber hinaus mit einem Infostand für die Belange des Artenschutzes geworben werden.



Abb. 4: Zwergmaus, Flockenblumen-Scheckenfalter, Pyramiden-Hundswurz und Kaiserling stehen auf den Roten Listen, über die das Faltblatt „Rote Listen – Gradmesser unserer Umwelt“ der LfU informiert.

Rote Listen werden aus verschiedenen Nutzerkreisen bei der LfU nachgefragt:

1. Naturschützer, die im Artenschutz tätig werden wollen
2. Bearbeiter von Umweltverträglichkeitsstudien
3. Gutachter im Naturschutz
4. Kommunen, Kreise
5. Wissenschaftler
6. Lehrer
7. Naturschutzzentren
8. Interessierte Nichtfachleute.

Die LfU bereitet eine umfassende Publikation vor, die alle aktuellen Roten Listen aus Baden-Württemberg einschließlich der vorhandenen deutschen Namen enthalten wird. Sie hat dazu bei Spezialisten die Neubearbeitung bzw. Aktualisierung veralteter Roter Listen in Auftrag gegeben. Das Heft wird voraussichtlich folgende Rote Listen enthalten:

Säugetiere	Laufkäfer
Vögel	Netzflügler
Reptilien	Feldheuschrecken
Amphibien	Laubheuschrecken, Grillen
Fische und Neunaugen	Fangschrecken
Schwebfliegen	Libellen
Großschmetterlinge	Eintagsfliegen
Köcherfliegen	Kiemenfußkrebse
Goldwespen	Spinnen
Grabwespen	Weberknechte
Wegwespen	Muscheln
Wildbienen	Schnecken

Für manche Artengruppen gibt es in unserem Bundesland keine Spezialisten, dann kann es auch keine Rote Liste dazu geben. Einzelne veraltete Roten Listen können nicht aktualisiert werden, weil die damaligen Bearbeiter z. B. aus Altersgründen nicht mehr zur Verfügung stehen. Es ist auch nicht immer leicht, Spezialisten auf ein einheitliches Vorgehen bei der Erstellung Roter Listen zu verpflichten, wenn nach ihrer Meinung „ihre“ Artengruppe ein anderes Vorgehen bei der Erstellung der Roten Liste erfordert als andere Gruppen.

Der wissenschaftliche Fortschritt und der permanente Zuwachs an Daten bringen es mit sich, dass die Auswertung öffentlicher und privater Sammlungen sowie der Fachliteratur für die Erstellung einer Roten Liste immer aufwendiger und damit für die Naturschutzverwaltung auch teurer werden.

Fazit

Rote Listen sind ein wertvolles Instrument des Naturschutzes, insbesondere zur Festlegung der dringlichsten Artenschutzmaßnahmen. Ihre wissenschaftliche Qualität hängt stark von den zugrundeliegenden Erhebungen und Kartierungen ab; jede heimische Art kann in 7 Kategorien eingestuft werden, von denen fünf die eigentlichen Gefährdungskategorien sind.

Um die Akzeptanz der Roten Listen in der Öffentlichkeit zu erhöhen, ist das Vorhandensein deut-

scher Artnamen von großem Vorteil. Der Öffentlichkeitsarbeit kommt ein hoher Stellenwert zu. Das Faltblatt „Rote Listen – Gradmesser unserer

Umwelt“ ist ein Instrument, breite Bevölkerungsschichten für die Ziele des Artenschutzes zu sensibilisieren.

Karl Hermann Harms

Dienst am Kunden – Fachdienst Naturschutz, Neue Wege in der Vollzugsunterstützung

Im Spätsommer 1997 hat der Fachdienst Naturschutz seine Arbeit bei der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU), Abteilung 2, nach einer Anlaufphase im Ministerium Ländlicher Raum aufgenommen. Mit der Neuorganisation der LfU ab 01.01.1998 wurde der Fachdienst als organisatorische Einheit eingerichtet und mit landesweiten Informations- und Beratungsaufgaben betraut.

Wozu Fachdienst Naturschutz und Landschaftspflege?

Mit einem Fachdienst Naturschutz und Landschaftspflege (kurz: Fachdienst Naturschutz) soll die Empfehlung eines „Gutachtens zur Organisation und Wirtschaftlichkeit der Naturschutzverwaltung“ Baden-Württemberg für ein stärker „koordiniertes, fundiertes und einheitliches Verwaltungshandeln im Naturschutz“ umgesetzt werden. Sämtliche erforderlichen Vorgaben und Anleitungen sollen als Arbeitshilfen aufbereitet und insbesondere den unteren Naturschutzbehörden und den Naturschutzbeauftragten in Form von Leitfäden und fachlichen Informationen zur Vollzugsunterstützung bereitgestellt werden. Damit soll gleichzeitig gewährleistet werden, dass ausreichende aktuelle Fachinformationen vor Ort vorhanden sind. Der Fachdienst Naturschutz soll fachliche und rechtliche Arbeitsgrundlagen des Naturschutzes für die jeweiligen Anwenderebenen praxisorientiert aufbereiten. Er soll Unterstützung für einen effektiven Vollzug leisten, helfen die Qualität der Arbeit zu steigern, auf die Beschleunigung von

Verfahrensgängen hinwirken und zu einem einheitlichen Verwaltungshandeln im Naturschutz beitragen.

Angestrebte Vorteile sind,

- die Naturschutzpraxis nachvollziehbarer zu begründen, zu vereinheitlichen und zu erleichtern;
- die wachsenden Aufgaben und Anforderungen effizienter zu bewältigen und die erforderlichen Mitteleinsparungen aufzufangen.



Abb. 1: Publikationsreihen des Fachdienstes Naturschutz.

Aufgaben des Fachdienstes Naturschutz

Soweit es zur Aufgabenerledigung erforderlich ist, sollen zeitlich und thematisch eng begrenzte Projektgruppen Konzeptionen für Arbeits-

und Vollzugshilfen erarbeiten, zusammenstellen und ggf. für eine Veröffentlichung vorbereiten. Die fachlichen Aufgabenstellungen der Projekt- bzw. Arbeitsgruppen umfassen „konzeptionelle, technisch-wissenschaftliche und rechtliche Grundlagen“. Kundenwünsche aus der Naturschutzverwaltung und von anderen Institutionen werden nach Priorität in Arbeitsprogramme aufgenommen. Bei der Erstellung und Aufbereitung thematischer Arbeitshilfen werden Verwaltungserfahrungen, vorhandene fachliche Kapazitäten und externer Sachverständiger einbezogen.

Die Aufgaben des Fachdienstes Naturschutz lassen sich vier grundlegenden Projekten (s. Abb. 2) zuordnen.

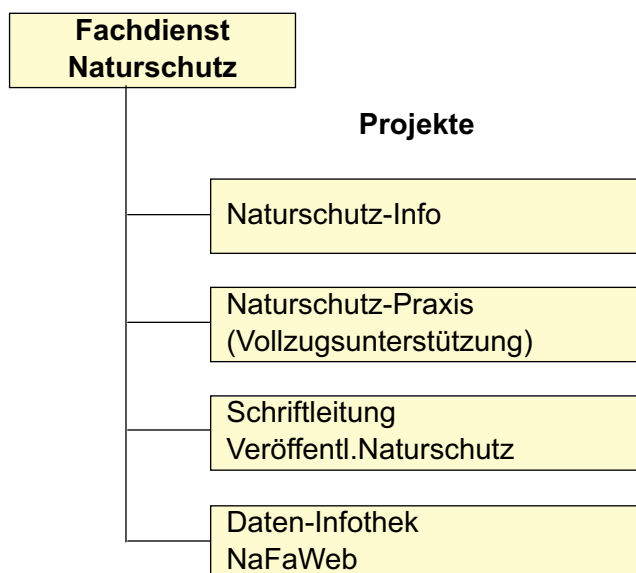


Abb. 2: Projekte des Fachdienstes Naturschutz.

Das **Naturschutz-Info** wird seit seiner Erstausgabe im Dezember 1997 mit jährlich 3 Ausgaben in einer Auflagenhöhe von über 1.500 Exemplaren an einen breiten Kreis von Verwaltungs- und Fachbehörden, Verbänden und Institutionen verteilt. Auch viele Gemeinden, Planer und Gutachter haben dieses inzwischen abonniert. Das Naturschutz-Info vermittelt fachliche Beiträge, aktuelle Rechtsprechung, beispielhafte Aktionen, Literatur- und Veranstaltungshinweise und ist als breit angelegtes Sprachrohr wichtiges Forum für den Meinungsaustausch.

Im Bereich **Naturschutz-Praxis**, in dem Beiträge zur Vollzugsunterstützung insbesondere für die

untere Verwaltungsebene und die Naturschutzbeauftragten zu den wesentlichen Themenbereichen geleistet werden sollen, wurden zahlreiche Arbeitshilfen herausgegeben. Dazu gehören auch kompakt gehaltene Merkblätter zu den gleichen thematischen Vertiefungen innerhalb der Reihe Naturschutz-Praxis.

Der Komplex **Schriftleitung „Veröffentlichungen im Naturschutz“** umfasst neben der Redaktion und Herausgabe der o. a. Publikationsreihen auch die anwendungsorientierte Fortführung der bisherigen „Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg“ („Jahres-Sammelbände VNL“) als Reihe „Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg“ sowie „Beihefte zu den VNL“ und „Führer durch Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs“ in neuer Aufmachung innerhalb der zusammen mit einem Verlag herausgegebenen Reihe „**Naturschutz-Spektrum**“.

Die **Daten-Infothek „NafaWeb“** stellt für die Aufgaben in der Naturschutzpraxis Informationen, Berichte, Daten, Kartenübersichten, Verzeichnisse und Programme mit den Mitteln modernster, benutzerfreundlicher Kommunikationstechnik auf CD-ROM sowie über Intranet/Internet zur Verfügung. Als geeignete Suchhilfen bieten sich je nach Bedarf verschiedene Wege an wie Schlagwort- oder Volltextsuche oder Inhaltsverzeichnisse der Berichte und Fachzugang. Das System dient dazu, einen schnellen Zugang zu den gewünschten Informationen zu ermöglichen und erschließt auch die sehr zahlreichen früheren Reihen und Publikationen im Naturschutz. Ziel ist es, die fachliche Arbeit fundierter und effektiver zu gestalten.

Die herausgegebene CD-ROM bewährt sich in der Anwendung auf jedem neueren PC. Die inhaltliche Basis des NafaWeb wird ständig erweitert und schrittweise in das Intranet der LfU eingestellt. Die Übernahme in das Internet ist ab Juni 2000 vorgesehen.

Die Einbindung des „NafaWeb“ in die „XfaWeb“-Familie weist auf ähnliche, miteinander verknüpfbare Fachsysteme hin, so z. B. im Bereich Boden („BofaWeb“) und Altlasten („AlfaWeb“).



Abb. 3: Startseite und Fachzugang des NafaWeb.

Die Herstellung von Schnittstellen zu Geographischen Informationssystemen, zu „Sachdatenbanken“ und zum „Umweltdatenkatalog“ ist Teil des Arbeitsprogramms 2000.

Der Fachdienst Naturschutz ist darüber hinaus zu einem Adressaten und Ansprechpartner für

viele Fragen, Anforderungen und Wünsche aus einem breiten Kundenkreis geworden. Soweit möglich, ist man bestrebt weiterzuhelfen, Probleme aufzugreifen oder auf Zuständigkeiten hinzuweisen.

Michael Theis

Das europäische Schutzgebietsnetz NATURA 2000 – Die Umsetzung in Baden-Württemberg

Natur kennt keine Staatsgrenzen. Die Bedrohung von Arten und ihren Lebensräumen ist oft länderübergreifend. Um den Fortbestand von Arten und ihren Lebensstätten und somit die biologische Vielfalt zu erhalten, sind Schutzmaßnahmen sowohl auf nationaler wie auf internationaler Ebene erforderlich.

Auch im Naturschutz gewinnt der europäische Gedanke und das europäische Recht – ebenso wie in anderen Lebens- und Politikbereichen – immer mehr an Einfluss. Nicht nur fachliche Gründe spielen hier eine Rolle, sondern auch die notwendige Vereinheitlichung der Rahmenbedingungen für die Wirtschaft. Ein wesentlicher Teil dieser Rahmenbedingungen sind die Umweltvorschriften innerhalb der Europäischen Union.

Die 1979 erlassene Richtlinie des Rates über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (79/409/EWG) der Europäischen Union (kurz: Vogelschutzrichtlinie) blieb lange unbeachtet. Auch die Bedeutung der Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tier- und Pflanzenarten (kurz: Habitat oder Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie) wurde in ihrer Tragweite lange unterschätzt. Erst nachdem die Europäische Kommission gegen die Bundesrepublik Deutschland sowohl wegen Nichtumsetzung der Vogelschutz- wie auch der Habitat-Richtlinie vor dem Europäischen Gerichtshof Klage eingereicht hat und nun Bußgelder in Höhe mehrerer Millionen Mark pro Tag drohen, wurden die Bemühungen, diese Naturschutzrichtlinien mit Leben zu erfüllen, deutlich verstärkt.

Die **Vogelschutzrichtlinie** hat zum Ziel, alle europäischen Vogelarten und ihre Lebensräume zu schützen. In Baden-Württemberg brüten rund 30 Vogelarten, die im Anhang I der Richtlinie aufgeführt sind. Hierunter sind sehr seltene Arten wie der Purpurreiher, der in Baden-Württemberg nur in wenigen Paaren brütet, genau so zu finden wie bei uns relativ häufige Arten, beispielsweise

der Neuntöter oder der Schwarzspecht. Für die Erhaltung der Arten, die einen Verbreitungsschwerpunkt in der Bundesrepublik oder in Baden-Württemberg haben, kommt unserem Land eine besondere Verantwortung zu. Die Richtlinie bezieht sich aber nicht nur auf die Brutvögel des Anhang I. Auch für Zugvögel, die nicht in Anhang I aufgeführt sind, müssen geeignete Schutzmaßnahmen ergriffen werden. Hierunter fallen beispielsweise Enten, die zu Tausenden am Rhein überwintern und an ihren Rastplätzen geschützt werden sollen.

Über 1.000 ehrenamtlich tätige Ornithologen haben in den letzten Jahrzehnten eine Fülle von Daten zu den in Baden-Württemberg brütenden oder hier durchziehenden Vogelarten zusammengetragen. Dieses Material wurde vom Kuratorium für avifaunistische Forschung gesammelt und ausgewertet. Die Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) stellt im Auftrag des Ministeriums Ländlicher Raum eine Liste der Gebiete zusammen, die zahlen- und flächenmäßig am geeignetsten sind, um als Vogelschutzgebiete gesichert zu werden. Da die Richtlinie selbst kaum konkrete Hinweise gibt, nach welchen Kriterien die Gebiete auszuwählen sind, war es Aufgabe der LfU, die Kriterien zu konkretisieren und mit ihrer Hilfe eine Liste der aus europäischer Sicht bedeutsamen Gebiete zusammenzustellen. Der Europäische Gerichtshof hat in mehreren Urteilen eindeutig darauf hingewiesen, dass eine solche Liste nur nach fachlichen Kriterien zu erstellen ist. Wirtschaftliche Erwägungen beispielsweise dürfen bei der Auswahl der Gebiete keine Rolle spielen. Die Liste der europäischen Vogelschutzgebiete wird in der ersten Hälfte des Jahres 2000 vorliegen.

Während die Vogelschutzrichtlinie – wie ihr Name bereits sagt – vor allem auf den Schutz der europäischen Vogelarten und ihrer Lebensstätten abzielt, hat die **FFH-Richtlinie** den Schutz der gesamten biologischen Vielfalt zum Ziel. Biologische Vielfalt meint die Vielfalt der Lebensräume, der Arten und die innerartliche Vielfalt.



Abb. 1: Extensive Mähwiesen sind im Anhang I der FFH-Richtlinie als Lebensräume von gemeinschaftlichem Interesse aufgeführt. Foto: M. Witschel.



Abb. 2: Auch Kalkschutthalden sind nach der FFH-Richtlinie zu schützende Lebensräume. In Baden-Württemberg fallen sie bereits jetzt unter den Schutz des §24a des Naturschutzgesetzes. Foto: T. Sattler.

In den Anhängen I und II der FFH-Richtlinie sind die Lebensräume und Arten von gemeinschaftlichem Interesse aufgeführt, für deren Erhaltung besondere Schutzgebiete ausgewiesen werden müssen. Von den etwa 250 in der Richtlinie genannten Lebensräumen kommen rund 50 in Baden-Württemberg vor. Dazu gehören beispielsweise Felsen, Wacholderheiden, artenreiche Mähwiesen, Moore und Schlucht- und Hangmischwälder. Außerdem leben gut 50 Arten des Anhangs II in Baden-Württemberg. Beispiele sind die Große Hufeisennase (eine Fledermaus-Art), die Spanische Flagge (ein Schmetterling), die Gemeine Flußmuschel und die Silberscharte, eine sogenannte prioritäre Pflanzen-Art, die in Baden-Württemberg nur an wenigen Stellen auf Dünen und Sandflächen der nördlichen Rheinebene vorkommt. Prioritäre Lebensräume und Arten sind in den Anhängen der Richtlinie mit

einem Sternchen gekennzeichnet. Sie sind im Geltungsbereich der Europäischen Union besonders selten und bedroht. Für ihre Erhaltung haben die Mitgliedstaaten eine besondere Verantwortung.

Wesentliches Instrument zur Umsetzung der FFH-Richtlinie ist die Ausweisung von besonderen Schutzgebieten. Sie sollen dem Schutz, der Pflege und der Entwicklung von Lebensräumen des Anhang I und Arten des Anhangs II dienen. Diese Schutzgebiete bilden zusammen mit den nach der Vogelschutzrichtlinie zu sichernden Gebieten das europäische Schutzgebietsnetz NATURA 2000.

Aufgabe der LfU ist die Konzeption und Gesamtkoordination für die Erstellung einer Liste der Gebiete, die aus baden-württembergischer Sicht in das europäische Schutzgebietsnetz eingebracht werden müssen. Die LfU konnte hierbei auf umfangreiche Unterlagen anderer Dienststellen der Naturschutzverwaltung und Behörden zurückgreifen.

Die vier Bezirksstellen für Naturschutz und Landschaftspflege haben schwerpunktmäßig Gebietsvorschläge zur Erhaltung von Lebensräumen außerhalb des Waldes zusammengestellt. Die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt in Freiburg hat Vorschläge für Lebensräume im Wald erarbeitet, die Fischereiforschungsstelle in Langenargen für Fischarten. Informationen zu den weiteren Artengruppen kamen von speziell beauftragten Sachverständigen, die ihr Wissen über die Verbreitung und die notwendigen Schutzmaßnahmen zur Verfügung stellen (Schmetterlinge, Moose, Amphibien usw.).

Für jedes bekannte Vorkommen von Lebensräumen und Arten der Richtlinien-Anhänge wurden nach einem standardisierten Verfahren Daten erhoben (Flächengrößen der Lebensräume, Bestandsgrößen der Arten, Häufigkeit der Vorkommen im Naturraum, Qualität der Flächen usw.). Sämtliche Daten werden in einer Datenbank verwaltet, alle vorgeschlagenen Flächen sind digitalisiert und stehen in einem komplexen geographischen Informationssystem zur Verfügung.

Diese umfangreiche Datensammlung aus rund 3.000 Gebietsvorschlägen mit den dazu gehörenden Sachinformationen ist die Quelle zur Erstellung einer Vorschlagsliste als Beitrag Baden-Württembergs zum europäischen Schutzgebietsnetz NATURA 2000. Unter strenger Anwendung der in der FFH-Richtlinie genannten Auswahlkriterien (Anhang III der Richtlinie) wählt die LfU Gebiete aus, die als Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung geeignet und für das Schutzgebietsnetz notwendig sind. Die Auswahlkriterien sind – wie bei der Vogelschutzrichtlinie – ausschließlich naturschutzfachlicher Art.

Die möglichen FFH-Gebiete sollen laut Richtlinie ein kohärentes, d.h. zusammenhängendes Netz bilden. Demzufolge müssen aus allen Naturräumen Baden-Württembergs (Schwäbische Alb, Schwarzwald, Voralpines Hügel- und Moorland, Odenwald, usw.) typische Vorkommen eines jeden Lebensraums ebenso vertreten sein wie die wichtigsten Vorkommen der Arten des Anhangs II. Größere zusammenhängende Gebiete, solche mit mehreren Lebensraumtypen bzw. Arten oder Gebiete mit guter Qualität, individuenreiche Populationen, usw. sollen im Sinne der biologischen Vielfalt bevorzugt ausgewählt werden. Darüber hinaus gibt es auch quantitative Richtwerte für die Gebietsauswahl. Danach sollen in Abhängigkeit vom Gesamtflächenbestand eines Lebensraums im Naturraum jeweils 20 bis 60 % der Fläche in den Vorschlagsgebieten aufgenommen sein. Kleinflächig vorkommende und stark bedrohte Lebensräume werden hierbei mit einem höheren Prozentsatz berücksichtigt als weit verbreitete und weniger bedrohte.

Die in Baden-Württemberg ausgewählten, möglichen FFH-Gebiete werden über das Bundesumweltministerium an die Europäische Kommission weitergeleitet, die dann die endgültige Gebietsliste erstellt. Die Mitgliedstaaten, in der Bundesrepublik die für den Naturschutz zuständigen Bundesländer, müssen die ausgewählten Gebiete bis 2004 unter besonderen Schutz stellen.

Für das Schutzgebietssystem Natura 2000 gelten eine Reihe von **Schutzbestimmungen**. Wesentlich ist das Verschlechterungsverbot und die Pflicht zu Verträglichkeitsprüfungen. Das Ver-

schlechterungsverbot bedeutet, dass ein Gebiet bezüglich der Erhaltungsziele (Lebensräume und Arten) nicht erheblich beeinträchtigt werden darf. Für Projekte und Pläne, deren Realisierung die Erhaltungsziele eines Natura 2000-Gebiets erheblich beeinträchtigen können, muss die Verträglichkeit in Bezug auf diese Erhaltungsziele geprüft werden. Es gilt ein striktes Vermeidungsgebot für beeinträchtigende Projekte und Pläne. Es ist jedoch möglich, im öffentlichen Interesse liegende, vorrangige Eingriffe zuzulassen. Die damit verbundenen Verschlechterungen müssen jedoch ausgeglichen werden. Ebenso gibt es eine Pflicht zur Aufstellung von Pflege- und Entwicklungsplänen für die geschützten Gebiete. Hinzu kommt noch die Aufgabe alle sechs Jahre über den Zustand der Gebiete an die Europäische Kommission zu berichten.

Aus den Verpflichtungen, die sich aus der Umsetzung der europäischen Naturschutz-Richtlinien ergeben, wird die LfU vor neue Aufgaben gestellt werden. Hierzu gehören die Erarbeitung von Hilfestellungen für die Verträglichkeitsprüfungen genauso wie landeseinheitliche Vorgaben für die Erstellung von Pflege- und Entwicklungsplänen. Auch bei der Erfüllung der Berichtspflichten wird die LfU eine Koordinierungsfunktion zu erfüllen haben.

Die **Umsetzung von NATURA 2000** zählt sicher zu den umfangreichsten und schwierigsten Aufgaben der Naturschutzverwaltung in den nächsten Jahren. Ein solches Vorhaben muss von einer ausreichenden Öffentlichkeitsarbeit begleitet werden. Die LfU hat für das Ministerium Ländlicher Raum 1999 ein Faltblatt zur Umsetzung von Natura 2000 in Baden-Württemberg erarbeitet. Eine ausführliche Broschüre mit einer kurzen Vorstellung der wesentlichen Inhalte und Ziele der beiden europäischen Naturschutz-Richtlinien ist in Arbeit und wird Anfang des Jahres 2000 erscheinen. Schließlich soll ein von der LfU zusammengestelltes detailliertes „Handbuch“ NATURA 2000 im Laufe des Jahres 2000 vertiefte fachliche Grundlagen für den Vollzug der Richtlinien und für interessierte Laien liefern.

Astrid Oppelt, Jürgen Marx

Stand von § 24a-Kartierung und Waldbiotopkartierung – Erhebung geschützter Biotope zum größten Teil abgeschlossen

Seit dem 1. 1. 1992 sind durch eine Novellierung des Naturschutzgesetzes bestimmte Biotoptypen in Baden-Württemberg unmittelbar per Gesetz geschützt. Die besonders geschützten Biotope sind im § 24a Naturschutzgesetz aufgeführt und werden daher häufig auch als § 24a-Biotope bezeichnet. Hierzu gehören vor allem Lebensräume, die seltenen oder selten gewordenen Arten Lebensmöglichkeit bieten. Dazu zählen Moore, Sümpfe, Auwälder, Nasswiesen, naturnahe Bach- und Flussabschnitte, Magerrasen, Wacholderheiden, Trockenwälder, Felsen, Höhlen und Feldhecken. Felsen, Steinriegel oder Feldhecken können noch relativ einfach als geschützte Biotope identifiziert werden.



Abb. 1: Weithin sichtbar senden die blühenden Schlehenhecken ihren Frühjahrsgruß – für die erholungssuchenden Menschen und die blütenbesuchenden Insekten; Abb.: Stäber.

Bei Biotoptypen, deren gesetzlicher Schutz vorrangig auf vegetationskundlichen Kriterien beruht wie Nasswiesen oder Magerrasen ist dieses viel schwieriger. Die besonders geschützten Biotope werden daher im Gelände erfasst, ihre Lage wird in Karten eingetragen und die für die Bürger und Behörden erforderlichen Informationen werden für jedes Biotop aufgenommen. Eigentümer und Bewirtschafter von Grundstücken können somit anhand der Unterlagen dieser Biotopkartierung nachprüfen, ob sie bei der Bewirtschaftung ihrer Grundstücke auf diese geschützten Biotope Rücksicht nehmen müssen.

Nach Abschluss der Biotopkartierung in einer Gemeinde oder in einem Forstbezirk werden Eigentümer und Nutzer von Flächen mit beson-

ders geschützten Biotopen informiert und angehört. Landwirte können auch für bestimmte geschützte Biotope, die sie bewirtschaften oder pflegen, Zuschüsse von der Naturschutzverwaltung (Landschaftspflegerichtlinie) oder im Rahmen des Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsausgleichs (MEKA) der Landwirtschaftsverwaltung erhalten.

§ 24a-Kartierung

Zuständigkeiten und Durchführung

Die unteren Naturschutzbehörden in den Landratsämtern und Stadtkreisen sind für den Vollzug des § 24a Naturschutzgesetzes und auch für die Durchführung der § 24a-Kartierung außerhalb des Waldes zuständig. Sie beauftragen externe oder eigene Kartierer mit der Biotoperhebung, stellen die Materialien für die Geländearbeit zusammen und informieren betroffene Gemeinden und Eigentümer über den Kartierbeginn im jeweiligen Gebiet. Nach Abschluss der Kartierung geben die unteren Naturschutzbehörden die Kartierunterlagen an die hiervon berührten Behörden wie den Ämtern für Landwirtschaft, Landschafts- und Bodenkultur und den Bezirksstellen für Naturschutz und Landschaftspflege weiter.

Die Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) hat hierfür die Kartiermethode entwickelt und erprobt. Diese § 24a-Kartieranleitung der LfU wird landesweit angewandt. Die sog. „24a-Betreuer“, von der LfU beauftragte und koordinierte Landschaftsplanungsbüros, führen die Kartierer in die Methode ein, klären Problemfälle im Gelände und sehen stichprobenartig die Kartiererergebnisse vor Abgabe durch. Hierdurch wird eine landesweit einheitliche Durchführung der Kartierarbeiten gewährleistet. Zeitweise waren bis zu 160 Kartierer zu betreuen.

Aktueller Stand

Die § 24a-Kartierung begann 1992. Im September 1999 waren die Felderhebungen zur § 24a-

Kartierung in 876 Gemeinden (ca. 79 % des Landes) abgeschlossen. In 21 Landkreisen oder kreisfreien Städten (von insgesamt 44) sind die Geländearbeiten zur § 24a-Kartierung beendet. In etwas über 100 Gemeinden sind die Arbeiten zur § 24a-Kartierung derzeit im Gange (siehe Abb. 2).

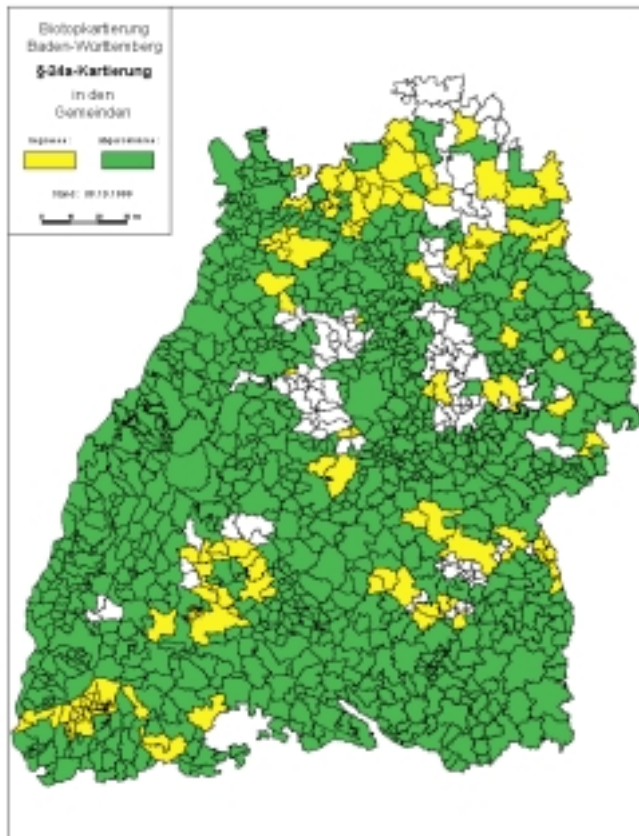


Abb. 2: Stand der § 24a-Kartierung in den Gemeinden.

Ergebnisse

Über 100.000 besonders geschützte Biotope wurden bisher im Rahmen der § 24a-Kartierung im Gelände festgestellt. Derzeit sind die Informationen zu ungefähr 90.000 Biotopen in die landesweite Biotopdatenbank der LfU eingespeist. Auf der Basis einer Stichprobe von einem Drittel der baden-württembergischen Gemeinden liegt der Anteil der durch die § 24a-Kartierung ermittelten § 24a-Biotope an der Landesfläche bei 1,5 bis 1,7 %. Der mit Abstand am häufigsten kartierte besonders geschützte Biotyp sind die Feldhecken und Feldgehölze, diese kommen in nahezu drei Viertel aller kartierten Biotope vor und nehmen fast 30 % der geschützten Biotopfläche ein. Ebenfalls sehr häufig kartiert wurden Röhricht-

bestände und Riede, Magerrasen, Sümpfe und Steinriegel (siehe Abb. 3).

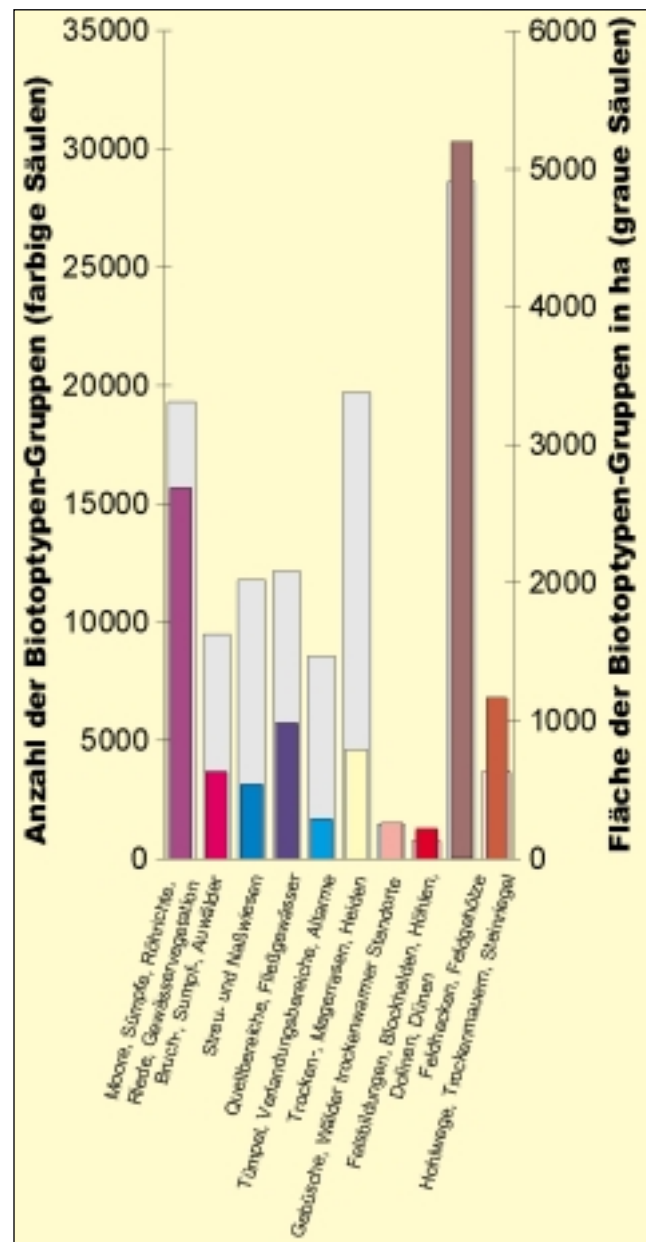


Abb. 3: Biotoptypen der § 24a-Kartierung von den technisch abgeschlossen bearbeiteten Gemeinden (30 % aller Gemeinden).

In über 40 % der Biotope wurden Beeinträchtigungen festgestellt. Diese wurden bei 16 % aller Beeinträchtigungen als stark, bei einem weiteren Drittel als mittel eingestuft. Die am häufigsten genannten Beeinträchtigungen sind Nährstoffanreicherung, Gehölzaufbau aus nicht standortheimischen Gehölzarten, Ablagerungen, Nutzungsauffassung und Sukzession. Nahezu 200 Biotope wurden bisher als landesweit, national oder international bedeutsam eingestuft.



Abb. 4: Auf den sauren und nährstoffarmen Mooren kommen nur an diese extremen Lebensbedingungen angepasste Lebensgemeinschaften vor – Bergkiefermoorwald im Naturschutzgebiet Gründlenried.

Waldbiotopkartierung (WBK)

Zuständigkeiten und Durchführung

Die Waldbiotopkartierung erfasst neben den § 24a-Biotopen auch die nach § 30a Waldgesetz geschützten Biotope sowie sonstige naturschutzfachlich bedeutsame Flächen im Wald und auf forstlichen Betriebsflächen außerhalb des Waldes.

Die Landesforstverwaltung, vertreten durch die forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) ist für die Durchführung der Waldbiotopkartierung zuständig. Die Kartierung erfolgt in enger Zusammenarbeit mit der LfU.

Die WBK wird landesweit nach dem Kartierhandbuch zur Waldbiotopkartierung durchgeführt. Diese Anleitung wurde von der FVA in Zusammenarbeit mit der LfU erstellt und basiert unter Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse im Walde in wesentlichen Teilen auf der 24a-Kartieranleitung der LfU.

Die forstlichen Biotopkartierer werden bei ihren Geländearbeiten durch von der LfU beauftragte Landschaftsökologen unterstützt. Diese prüfen die forstlichen Kartierergebnisse stichprobenartig im Gelände, erheben weitere naturschutzfachlich bedeutsame Informationen, klären Problemfälle und stimmen die Ergebnisse mit den forstlichen Kartierern ab.

Nach Abschluss der Kartierung gibt die FVA die Kartierunterlagen an die unteren Forstbehörden und an die LfU weiter. Diese wiederum ist für die Weitergabe innerhalb der Naturschutzverwaltung zuständig.

Aktueller Stand

Die Waldbiotopkartierung wurde 1989 begonnen und Ende 1998 im ersten landesweiten Durchgang abgeschlossen. Für einen Teil des Landes (60 Forstbezirke) müssen die Ergebnisse der Waldbiotopkartierung jedoch noch präzisiert werden. Dies liegt daran, dass in den ersten Jahren der Kartierung weder § 24a des Naturschutzgesetzes noch § 30a des Landeswaldgesetzes gegolten haben. Daher konnte die Waldbiotopkartierung nicht alle Aspekte berücksichtigen, die für den Vollzug der beiden Rechtsvorschriften notwendig sind. Im Frühjahr 1999 wurde mit der Überarbeitung der WBK-Ergebnisse in 15 Forstbezirken Oberschwabens und des Allgäus begonnen.

Ergebnisse

Die Waldbiotopkartierung hat bis Ende 1998 rund 49.000 Biotope mit einer Gesamtfläche von ca. 82.000 ha erfasst. Von der erfassten Biotopfläche unterliegen 45.000 ha (55 %) dem Schutz

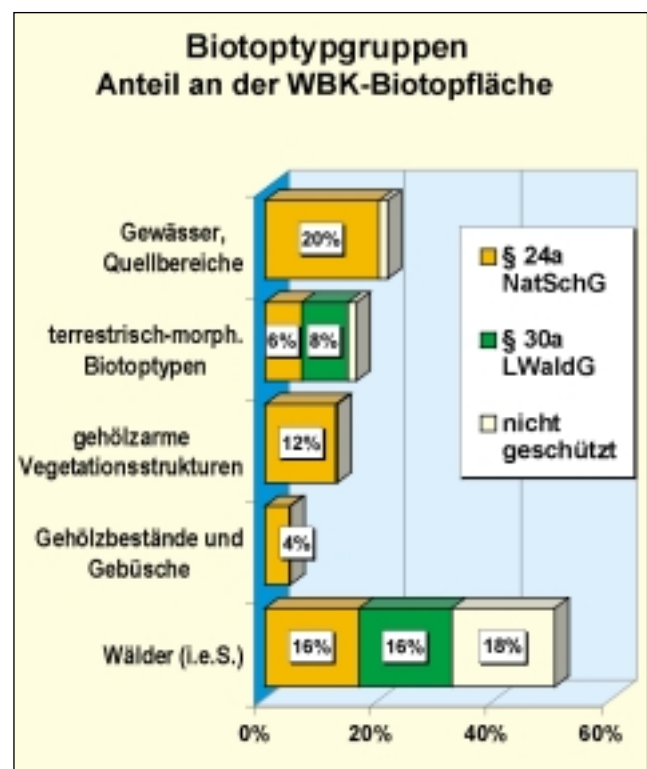


Abb. 5: Biotoptypenspektrum der Waldbiotopkartierung.

von § 24a, dies entspricht etwa 1,3 % der Landesfläche. Beinahe 10 % aller WBK-Biotopflächen liegen in Naturschutzgebieten, ihre Fläche besitzt einen Anteil von ungefähr 20 % an der Gesamtbiotopfläche. Die in Naturschutzgebieten liegenden Waldbiotopflächen sind zweimal größer als im Landesdurchschnitt.

Der Flächenanteil der naturnahen Waldgesellschaften an der Gesamtfläche der erhobenen WBK-Biotopflächen beträgt nur ca. 30 % (Abb. 5). Das entspricht ca. 0,6 % der Landesfläche und 2 % der Waldfläche. Umgekehrt gesagt betreffen ca.

70 % der erfassten Biotopfläche nicht die naturnahen Waldgesellschaften. Der Schutzstatus nach § 24a Naturschutzgesetz und § 30a Waldgesetz umfasst im Wald also weniger naturnahe Waldgesellschaften, sondern beruht in Anzahl und Fläche in hohem Masse auf morphologischen Strukturen (insbesondere Fließgewässer; Quellbereiche und offene Felsbildungen) und auf Vegetationsbeständen des Offenlandes (insbesondere Wacholderheiden, Feldgehölze, Röhrichtbestände und Riede).

Norbert Höll, Elmar Schelkle

PLENUM – eine Strategie für den großflächigen Naturschutz

Seit 1993 wird von der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) im Auftrag der Landesregierung die PLENUM-Strategie entwickelt und seit 1995 in einem Modellprojekt im Raum Isny-Leutkirch umgesetzt. PLENUM steht dabei für **P**rojekt des Landes zur Erhaltung und **E**ntwicklung von **N**atur

und **U**mwelt. Grundsätze dieser integrativen Naturschutz-Strategie sind Zielorientierung, großflächiger Ansatz, Organisation „von unten nach oben“ durch ein Vor-Ort-Management, Freiwilligkeit der Maßnahmen und zielorientierte Förderstruktur.



Abb. 1: Das Oberschwäbische Hügelland- und Moorland: Oberer Mühleweiher und Badsee bei Herlazhofen.

Wozu großflächiger Naturschutz?

In Baden-Württemberg sind landesweit zahlreiche wichtige und besonders schützenswerte Biotope und Vorkommen von Pflanzen- und Tierarten erfasst und kartiert. Die biologische Vielfalt im

Land wurde in vielen Bereichen dokumentiert. Über 900 Naturschutzgebiete, die ca. 2 % der Landesfläche umfassen, wurden bis heute ausgewiesen, um die Biodiversität im Lande zu sichern. Für Arten und Biotope mit großem Flächenanspruch sind jedoch viele der Gebiete



Abb. 2: Übersichtskarte der 20 PLENUM-Gebiete.

zu klein. Zudem sind viele Lebensgemeinschaften über Jahrhunderte im Zusammenspiel zwischen natürlicher Entwicklung und menschlicher Nutzung entstanden, die nun durch die moderne Landnutzung in Land- und Forstwirtschaft und durch die Siedlungs- und Wirtschaftsentwicklung in ihrer Existenz gefährdet sind. Hier muss ein Schutzkonzept für die Kulturlandschaft ansetzen.

Gebietskulisse und Schutzziele in der PLENUM-Konzeption

Fasst man Gebiete mit besonders hoher Dichte schutzwürdiger Biotope und Arten zusammen und berücksichtigt zugleich die naturräumlichen Bedingungen, erhält man eine Gebietskulisse von zwanzig traditionellen Kulturlandschaften, die für den Naturschutz in Baden-Württemberg bedeutsam sind (s. Abb. 2).

Für jedes dieser Gebiete gilt eine naturraumbezogene Naturschutz-Zielsetzung, die sich an allgemeinen Naturschutzzielen wie den folgenden orientiert:

- Erhaltung von Mooren, Rieden und Stillgewässern und Extensivierung ihrer Wassereinzugsgebiete,
- Erhaltung und Entwicklung der vielfältigen landschaftsökologischen Funktionen der Fließgewässer und der Uferrandbereiche,
- Erhaltung und Entwicklung von Feuchtwiesen, Magerwiesen und Heiden,
- Erhaltung und Aufbau naturnaher Waldbestände, die sich am natürlichen Standort und an der natürlichen Waldgesellschaft orientieren,
- Erhaltung von vernetzenden landschaftlichen Strukturen (z.B. Gehölze, Streuobst, Raine).

Akzeptanz und Kooperation bei der Umsetzung von großflächigen Naturschutzzielen

In einem dichtbesiedelten Land mit verschiedensten Nutzungsansprüchen ist die

Umsetzung einer solchen Konzeption großflächiger Vorranggebiete für den Naturschutz nur in Kooperation mit den Akteuren vor Ort zu erreichen. Dazu gehört die frühzeitig einsetzende Kommunikation, Ansprechpartner vor Ort und eine Organisationsstruktur, die einen Ansatz „von unten nach oben“ in der Vorrangregion ermöglicht. Eine Förderstruktur, die zielorientierte Maßnahmen anschiebt und unterstützt, ist notwendig. Darüber hinaus muss der Naturschutz zu einer nachhaltigen Entwicklung in der Region beitragen, die den Schutz des Naturhaushalts insgesamt sichert. Unter Nachhaltigkeit ist dabei zu verstehen

- Berücksichtigung der Belange der Landnutzer
- Erhaltung und Ausweitung ökologischer Betriebsweisen in der Landwirtschaft
- Schaffung von Vermarktungsstrukturen für naturverträglich erzeugte Produkte
- Entwicklung eines natur- und umweltverträglichen Fremdenverkehrs
- Entwicklung umweltverträglicher Wirtschaftsweisen in Industrie und Gewerbe
- Siedlungsentwicklung und Infrastruktur natur- und umweltverträglich gestalten.

Die Erprobung der PLENUM-Strategie: Das Modellprojekt Isny/Leutkirch

Die Landschaft des Oberschwäbischen Hügel- und Moorlandes mit ihren Mooren, Rieden, Seen und Wäldern schien als Modellraum besonders geeignet. Hohe biologische Vielfalt und eine intensive landwirtschaftliche Nutzung müssen hier in Einklang gebracht werden.

Das Modellprojekt besetzt inzwischen viele Handlungsfelder. Begleitet und koordiniert durch das Projektmanagement vor Ort wurden zahlreiche Maßnahmen unterstützt oder durch Anschubfinanzierungen gefördert, die dem Naturschutz und einer nachhaltigen Ent-

wicklung dienen. Die Tabelle gibt einen kurzen Überblick über solche Umsetzungsmaßnahmen.

Handlungsfeld	Geförderte Maßnahmen
Landwirtschaft	Festmistbewirtschaftung Nutzung von Streuwiesenaufwuchs naturschonende Grabenräumgeräte
Vermarktung nach PLENUM-Kriterien erzeugter Produkte	Rindfleischprodukte Milchprodukte (Käse-Küche) Hofläden und Bauernmärkte Landfrauen-Partyservice
Naturschutz	Naturschutzzentrum Schmidfelden
Energie	100-Dächer-Solarprogramm Holzhackschnitzel-Heizungen
umweltfreundliche Wirtschaftsweisen	kommunales Öko-Audit betriebliche Öko-Audits
sanfter Tourismus	Themenwege und Lehrpfade (Streuwiesen, Streuobst, Radwege u.a.) Aktions- und Spezialitätenwochen „Roter Klee“ PLENUM-Jugendherberge
Umweltbildung und Öffentlichkeitsarbeit	Seminar „Ökologisches Bauen“ Leutkircher Umweltschau

Künftige Schritte zur weiteren Umsetzung der PLENUM-Konzeption

Das Ministerium Ländlicher Raum arbeitet eine Gesamtkonzeption aus, wie das PLENUM-Konzept auf der Grundlage der Erfahrungen des erfolgreichen Modellprojekts weiter entwickelt und auf weitere der insgesamt 20 Vorranggebiete ausgeweitet werden kann. Diese Gesamtkonzeption muss vom Ministerrat beschlossen werden. Hinsichtlich der Auswahl weiterer Gebiete ist eine Ausschreibung vorgesehen, wobei sich die betreffenden Regionen um eine Teilnahme bewerben können. Dabei müssen die Bewerber in einem Konzept die vorgeschlagenen Naturschutzziele und die Gebietskulisse konkretisieren, Handlungsfelder und Maßnahmenbündel formulieren sowie die Organisationsstruktur und den finanziellen Eigenanteil darlegen. Auf der Grundlage der vorgelegten Konzeptionen entscheidet das Ministerium Ländlicher Raum über die Aufnahme eines Gebietes in die PLENUM-Förderung.

Luise Murmann-Kristen

10 Jahre Interregionale Arbeitsgruppe für Naturschutz – Die Zusammenarbeit zwischen den Vier-Motoren-Partnerregionen, Wales und Sachsen

Die Interregionale Arbeitsgruppe für Naturschutz besteht seit 1990. Sie ist Unterarbeitsgruppe der Kommission „Umwelt“ der „Vier Motoren für Europa“. Der Arbeitsgruppe gehören die Vier-Motoren-Regionen Baden-Württemberg, Katalonien, Lombardei und Rhône-Alpes an, assoziierte Mitglieder sind Wales und Sachsen. Die sechs Regionen repräsentieren ca. 30 Millionen Bürger der Europäischen Gemeinschaft. Slowenien und Ontario waren zeitweise als Gastregionen beteiligt.

Überblick

Ziel der Interregionalen Arbeitsgruppe ist es, gemeinsam für einen wirkungsvollen Natur-

schutz in Europa zu arbeiten und den Naturschutz als grenzüberschreitende internationale Aufgabe deutlich zu machen. Besonders wichtig ist dabei der Erfahrungsaustausch zwischen den Naturschutzexperten der Regionen, der bisher auf verschiedenen Workshops gepflegt wurde und zu umfassenden Empfehlungen für die weitere Arbeit führte. Ein zweiter Schwerpunkt ist der Kontakt zu den zuständigen Gremien bei der Europäischen Union, um Förderprogramme und Entwicklungen bei der EU in die Arbeit einzubeziehen. Koordiniert werden die Aktivitäten der Arbeitsgruppe seit 1990 vom Interregionalen Sekretariat für Naturschutz (ISN) mit Sitz bei der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) in Karlsruhe.



Abb. 1: Die Partnerregionen der internationalen Arbeitsgruppe für Naturschutz: Die Vier-Motoren-Partnerregionen sowie Sachsen und Wales

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Aktivitäten der vergangenen zehn Jahre.

Jahr	Veranstaltende oder Projekt-Region	Thema und Ergebnisse
1990	Baden-Württemberg	Konstituierende Sitzung: Festlegung der Statuten und Tagungsband
1991	Baden-Württemberg Katalonien	Naturschutz und Tourismus (Resolution und Seminarbericht) Tagung: Naturschutz und lokale Bevölkerung (Resolution und Tagungsband)
1992	alle Regionen Wales	Übersicht über geeignete Förderprogramme der EU Vorstudie: Naturschutz und Tourismus in geschützten Gebieten
1993	Lombardei, Katalonien, Ontario, Slowenien	EU-Projekt: Naturschutz und Tourismus in geschützten Gebieten (Berichte, Abschlussbericht, Handbuch)
	Wales	Schüler-Workcamp: baden-württembergische Schulklasse besucht walisische Nationalparks (Bericht, Video), Workcamp seither zweijährig
1994	Baden-Württemberg	Neue Strategien für den Naturschutz (Empfehlungen und Tagungsband)
1995	Wales Rhône-Alpes	Naturschutz und Landwirtschaft, nachhaltige Entwicklung (Tagungsberichte)
1996	Baden-Württemberg	Vorstellung des PLENUM-Modellprojekts Isny/Leutkirch („Isnyer Erklärung“; Tagungsband) Vorbereitung des EU-Projekts „Austausch von Naturschutzexperten der Partnerregionen“
1997	Lombardei alle Partnerregionen	Naturschutz und Landwirtschaft: Umsetzung der Agrarumwelt-Verordnung (VO 2078/92/EWG), regionale Produkte, Agrartourismus EU-Projekt: Expertenaufenthalte in den Partnerregionen
1998	Baden-Württemberg Katalonien	EU-Projekt: Abschluss-Workshop, Expertenreports, Handbuch zum Naturschutz in den Partnerregionen Naturgebiete und Tourismus – Problematik des Massentourismus
1999	Sachsen	Nachhaltiger Tourismus und nachhaltiges Wirtschaften: Vorstellung beispielhafter Projekte aus den Regionen, gemeinsame Empfehlungen zum „nachhaltigen Tourismus“

Tab. 1: Überblick über die Aktivitäten in den Jahren 1990 – 1999.

EU-Projekt „Austausch von Naturschutzexperten“ – Was die Regionen voneinander lernen können

Das EU-geförderte Projekt gab 14 Experten aus den Naturschutzverwaltungen der Partnerregionen die Möglichkeit, bei einem ein- bis zweimonatigen Aufenthalt in einer Gastregion ihrer Wahl zu arbeiten, die Naturschutzprobleme vor Ort kennen zu lernen und ihre Erfahrung in konkreten Projekten einzubringen. Bei einem gemeinsamen Abschluss-Workshop im März 1998 in Brackenheim stellten die Experten ihre Ergebnisse dar.

Baden-Württemberg wurde als beispielhaft angesehen in den Bereichen Arten- und Biotopkartierungen bis hin zur ökologischen Umweltbeobachtung und zur Konzeption für ein naturschutzorientiertes Monitoring. Die Verarbeitung und Aufbereitung der Daten für potenzielle Nutzer ist im Vergleich sehr weit fortgeschritten.

Es gibt zahlreiche Regionen, in denen Land- und Forstwirtschaft, Tourismus und Naturschutz als sehr stark miteinander vernetzt und voneinander abhängig angesehen werden müssen. Deshalb ist der integrative Ansatz im baden-württembergischen Projekt PLENUM (Projekt des Landes zur Erhaltung und Entwicklung von Natur und Umwelt), das von Naturschutzzielen ausgeht, aber eine nachhaltige Entwicklung von Regionen insgesamt anstrebt, auch für andere Regionen interessant.

Andererseits sahen die Experten in Baden-Württemberg vor allem in den Bereichen Vermarktung, Tourismus, Öffentlichkeitsarbeit sowie Management und Erfolgskontrolle noch Ausbaubedarf. Die Vermarktung naturverträglich erzeugter Produkte ist in manchen Projekten wichtiges Teilziel, jedoch steht Baden-Württemberg hier im Vergleich etwa zu den Regionalparks in Rhône-Alpes erst am Anfang. Auch der Wert einer intak-

ten vielfältigen Kulturlandschaft über den Naturschutz hinaus für einen nachhaltigen Tourismus wird im Gegensatz zu anderen Regionen noch unterschätzt. Wie spannend Natur sein kann, vermitteln gut ausgestattete Parkzentren in Wales oder der Lombardei sehr eindrücklich und zeigen damit die Bedeutung der „Public relations“ für den Naturschutz.

Der Erfolg des Naturschutzes ist wesentlich abhängig von der Zusammenarbeit mit den Landnutzern. Dabei hat vor allem Wales beispielhafte Managementformen entwickelt bis hin zu computerunterstützter Planung, die für künftige Natura 2000-Gebiete interessant ist.

Ziele für die weitere Arbeit

Das Thema „Nachhaltiger Tourismus“ aus der Sicht des Naturschutzes bleibt weiterhin auf der Tagesordnung der Interregionalen Arbeitsgruppe. Beim Workshop vom 15. bis 18.6.1999 in Dresden wurden dazu gemeinsame Leitlinien erarbeitet, die die Voraussetzungen für eine Tourismusentwicklung mit möglichst wenig negativen Auswirkungen auf Kulturlandschaft und biologische Vielfalt darstellen. Darüber hinaus gibt es in jeder Region beispielhafte Projekte, die verschiedene Aspekte des nachhaltigen naturverträglichen Tourismus beleuchten und in einer Dokumentation zusammengefasst werden sollen.

Viele Naturschutzprobleme sind in den Partnerregionen ähnlich, alle können daher von einem weiteren Austausch der verschiedenen Lösungsansätze profitieren. Finanzielle Fördermöglichkeiten der Europäischen Union, um den Expertenaustausch fortzuführen, werden deshalb derzeit geprüft. Dies wird besonders wichtig im Hinblick auf das künftige europaweite Schutzgebietsnetz NATURA 2000.

Luise Murmann-Kristen

Betriebliches Energie- und Stoffstrommanagement

Im Zuge der Neuorganisation der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) wurde Anfang 1998 das Sachgebiet „Industrielle Stoffströme, Industrieabwasser“ neu eingerichtet. Ziel war es, medienübergreifende Betrachtungen von betrieblichen Energie- und Stoffströmen in einem Bereich zu konzentrieren. Die Stoffstromoptimierung in kleinen und mittleren Unternehmen stellt auch einen der umweltpolitischen Schwerpunkte der LfU dar.

Eine wesentliche Rolle für einen modernen Umweltschutz spielt das Denken in Energie- und Stoffströmen, dessen Ziele man so definieren kann: mit einem Minimum an Umweltverbrauch ein Höchstmaß an Nutzen zu erreichen. Ein nachhaltiges Wirtschaften basiert unter anderem darauf, ressourcenschonend zu produzieren und die Umweltauswirkungen gering zu halten. Mittels Methoden des Energie- und Stoffstrommanagements wird die Umweltinanspruchnahme transparent gemacht. Durch freiwillige (z. B. Öko-Audit) oder staatliche Instrumente kann dies entsprechend gesteuert und eine Steigerung der Ressourceneffizienz angeregt werden. Dass die Entlastung der Umwelt durch Energie- und Materialeinsparungen zu erreichen ist, die zum Teil auch erhebliche wirtschaftliche Vorteile für die Unternehmen bedeuten, konnte durch die von der LfU geförderten Studien eindrucksvoll nachgewiesen werden.

In branchenspezifischen Modellstudien wird das Gesamtoptimum der betrieblichen Prozesse und der Energie- und Stoffströme gesucht, Schwachstellen aufgezeigt und im Sinne eines nachhaltigen Wirtschaftens eine umweltschonende Produktionsweise vorgeschlagen. Im Sinne einer Umweltpartnerschaft werden die Unternehmen beraten, wie sie ihre Energie- und Stoffströme erfassen, analysieren und bewerten können. Um die Unternehmen von den Vorteilen eines betrieblichen Energie- und Stoffstrommanagements zu überzeugen, werden der Aufwand, das Risiko und die Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Umsetzung sowie der zu erwartende Nutzen branchenspezifisch aufgezeigt.

Vorgehensweise

Anfang 1999 hat die LfU eine europaweite Marktanalyse in Auftrag gegeben, die die Instrumente zum betrieblichen Energie- und Stoffstrommanagement erfasst und bewertet. Beratungsunternehmen, die sich auf diesen Bereich spezialisiert haben, sind dargestellt und ihre Themenschwerpunkte aufgezeigt. Die Erfahrungen verschiedener Unternehmen bei der Einführung eines betrieblichen Energie- und Stoffstrommanagements sind exemplarisch zusammengestellt.

Basierend auf der Marktanalyse werden gemeinsam mit jeweils zwei Unternehmen pro Branche passende Beratungsunternehmen ausgesucht. Nach einem Auswahlverfahren wird ein Beratungsunternehmen von der LfU mit der Modellstudie beauftragt. Untersucht werden das gesamte Unternehmen oder Teilbereiche davon, wie zum Beispiele der Energie- oder Abwasserbereich oder eine Produktionslinie.

Es werden die relevanten Betriebsdaten systematisch aufgenommen und auf dieser Basis ein Betriebsmodell erstellt. Mittels dieses Modells erfolgt eine transparente Darstellung der Energie- und Stoffströme sowie der damit verbundenen Kostenströme. Kennzahlen zur Aufzeigung von Schwachstellen und Verbesserungspotenzialen werden zusammengestellt. Hierbei kann häufig ein neues Gesamtoptimum aus dem Verbund der einzelnen Anlagenbereiche beschrieben werden, das sich durch eine höhere Ressourceneffizienz insgesamt auszeichnet. Die Gesamtsituation des Unternehmen hinsichtlich Datenlage, Kommunikation, Organisation u. a. wird erfasst, um branchenspezifische Rückschlüsse und Empfehlungen für eine optimale Vorgehensweise zu erarbeiten.

Die Leitung und Lenkung der Projekte liegt bei der LfU, die auch die Kosten für das Beratungsunternehmen übernimmt. Bei wirtschaftlichem Erfolg der Studie müssen diese von dem untersuchten Unternehmen wieder an das Land zurückgezahlt werden.

Die Ergebnisse werden in branchen- und themenspezifischen (z. B. Energie oder Abwasser) Leitfäden aufbereitet und publiziert. Um eine möglichst breite Information zu sichern, werden sie auch in Workshops und Veranstaltungen der Umweltverwaltung sowie der Industrieverbände und Kammern vorgestellt.

Ergebnisse

Im ersten Jahr des Bestehens dieses Schwerpunktthemas wurden neben der Marktanalyse fünf Pilotstudien in mittleren Unternehmen durchgeführt. In zwei Druckereien erfolgten Untersuchungen zum Stoffstrommanagement und in zwei Pharmaunternehmen und einer Papierfabrik Untersuchungen zum Energiestrommanagement. Exemplarische Ergebnisse der Studien sind im Folgenden kurz dargestellt.

Druckerei

Die Analyse der innerbetrieblichen Stoffströme in einer kleineren Druckerei mit angeschlossenem Binderei- und Verlagswesen zeigten erstmals sehr transparent die ablaufenden Stoffströme und deren Kostenverteilung. Die so dargestellte Kostenverteilung bildet für die Geschäftsleitung eine Entscheidungsgrundlage für ganz neue Ansätze der Optimierung der Materialströme. Das bestehende, betriebswirtschaftlich orientierte Kostensystem des Unternehmens konnte dieses bisher nicht leisten. Im Rahmen der Studie wurden ca. 50 Maßnahmen mit einem Einsparpotenzial bis zu 300.000 DM pro Jahr aufgezeigt, die nicht unwesentlich zur weiteren Sicherung des Standortes und der Marktposition des Unternehmens beitragen können.

Pharmaunternehmen

In einem mittleren Unternehmen der Pharmabranche wurden die betriebliche Energieerzeugung und -nutzung im Bereich Dampf, Wärme, Kälte gesamtheitlich analysiert. Hierzu wurde ein englisches Beratungsunternehmen beauftragt, dass mittels einer spezifischen Methodik – Energy Pinch – das maximal erreichbare Optimum des Betriebes beschreibt. Das Pharmaunternehmen hatte bis dahin schon erfolgreich erhebliche Anstrengungen zur Energieeinsparung

mittels klassischer Methoden unternommen. Das gesamte mögliche Einsparpotential, welches z. B. bei einem Neubau realisierbar und wirtschaftlich verträglich wäre, betrug 45%! Sofort und ohne Investitionen ließen sich hier 2 % des Energieverbrauchs und weitere 18 % mit Investitionen mit einer Rücklaufzeit von weniger als 2 Jahren finden. Dies entspricht einer Kostenreduktion für das Unternehmen von über 200.000 DM pro Jahr. Rechnet man die Energieeinsparung auf die Reduktion der CO₂-Emission um, so beträgt diese etwa 3.000 t CO₂ pro Jahr.

Papierfabrik

Es bestand seit Jahren seitens der Behörden die Anforderung, den Wärmeeintrag der Papierfabrik in den Vorfluter deutlich zu senken. Als Lösung war von allen Beteiligten der Bau eines Kühlturmes mit allen Nachteilen bezüglich der Ökologie, des Landschaftsbildes und nicht zuletzt der Wirtschaftlichkeit akzeptiert worden. In dieser Phase bot die LfU an, eine Energiestromanalyse des Betriebes mit dem Ziel der Optimierung produktionsinterner energetischer Prozesse durchzuführen. Folgende überraschenden Ergebnisse wurden erzielt. Ohne Investitionen kann durch eine geänderte Betriebsweise die Temperatur des Kühlwassers über das von der Behörde geforderte Maß gesenkt werden. Der Bau des Kühlturms ist nicht notwendig. Neben den geplanten Investitionskosten von etwa 0,8 Mio. DM spart das Unternehmen nicht nur die Betriebskosten des zukünftigen Kühlturmes, sondern erzielt zusätzlich Einsparungen bei ihren bisherigen Betriebskosten in einer Höhe von 300.000 DM pro Jahr. Darüber hinaus deuten sich weitere Einsparpotenziale für das Unternehmen im Materialbereich an.

Dies ist ein gutes Beispiel, wie Forderungen zur Reduzierung von Umweltbelastungen zu wirtschaftlichen Verbesserungen führen können.

Die gesammelten Erfahrungen und Ergebnisse zum Energie- und Stoffstrommanagement sind branchenübergreifend übertragbar. Die untersuchten Unternehmen wiesen bereits einen über dem Branchendurchschnitt liegenden Stand an Energiesparmaßnahmen auf, so dass man im Branchendurchschnitt tendenziell mit noch besseren Ergebnissen rechnen kann.

Weiteres Vorgehen

Die Modellstudien werden im Jahr 2000 mit weiteren Unternehmen aus den Branchen Lebensmittelherstellung, Papierindustrie, Metallbe- und Verarbeitung, Textilherstellung und der chemischen Industrie (Kunststoffverarbeitung, Industrielackierer) fortgesetzt.

Anhand eines konkreten Fallbeispiels wird untersucht, wie aufgrund der Preisentwicklung und des gegenwärtigen Systems von Steuerbefreiungen und zusätzlichen Steuern (z. B. Ökosteuern) auf Energie und Energieträger Unternehmen Energieeinsparungen aus Kostengründen durchführen, die letztendlich zur Erhöhung der globalen CO₂-Emissionen führen. Es werden technische Alternativen aufgezeigt, mit denen eine erhebliche Reduktion der CO₂-Emissionen bei nur geringen Kostenzunahmen zu erreichen sind, sowie ein unterstützendes Steuer-

befreiungs- bzw. Steuererhebungssystem vorgeschlagen.

Die Verknüpfung des Energie- und Stoffstrommanagements mit ökologischen Bewertungsverfahren wird stärkere Berücksichtigung finden, um als Basis für ökologisch orientierte Unternehmensentscheidungen zu dienen.

Weiterhin wird das Energie- und Stoffstrommanagement stärker zu rechtlichen Anforderungen, wie zum Beispiel die BREF's („Reference Document on Best Available Techniques“) auf der Grundlage der IVU-Richtlinie der EU (Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung), in Bezug gesetzt und der Einsatz zur Vereinfachung des Verwaltungsvollzuges und der Umsetzung von umweltpolitischen Zielen erprobt.

Christian Kühne

Die zentrale Meldung und Auswertung industrieller Störfälle in Baden-Württemberg von 1989 bis 1998

Der Meldeweg

Immer wieder kann man der Presse Berichte über Unfälle bzw. Störfälle in Industrie- und Gewerbebetrieben entnehmen, die teilweise mit hohen Sachschäden, Personenschäden oder Beeinträchtigungen der Umwelt verbunden sind. Es handelt sich dabei entweder um Brände, Explosionen oder Freisetzungen gefährlicher Stoffe. Für bestimmte Unfälle schreibt der Gesetzgeber in der 12. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Störfall-Verordnung) eine Meldepflicht des Betreibers an die zuständigen Behörden vor. Die Meldepflicht bezieht sich ausschließlich auf genehmigungsbedürftige Anlagen, die aufgrund der gehandhabten gefährlichen Stoffe ein besonderes Gefahrenpotenzial darstellen und deshalb unter die Störfall-Verordnung fallen.

Wenn durch ein solches Ereignis das Leben von Menschen bedroht wird, Gesundheitsbeeinträchtigungen zu befürchten sind oder die Umwelt

geschädigt werden kann, handelt es sich um einen Störfall im Sinne der Störfall-Verordnung. Ziel der Meldepflicht ist es, aus den Ursachen zu lernen und den beteiligten Stellen Informationen an die Hand zu geben, damit sich derartige Ereignisse nicht wiederholen können.

Zu den beteiligten Stellen zählen u. a. Betreiber, Industrieverbände, Hersteller von Anlagen und Bauteilen, Sachverständige, Berufsgenossenschaften, die jeweiligen Behörden von Bund und Ländern sowie Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden in Baden-Württemberg.

Seit Januar 1992 ist die Landesanstalt für Umweltschutz Zentrale Störfallmeldestelle in Baden-Württemberg.

Sie nimmt von den Staatlichen Gewerbeaufsichtsämtern die schriftlichen Störfall-Meldungen der Betreiber entgegen. Es erfolgt eine Prüfung der Vollständigkeit und Plausibilität der Betreiberangaben. Die LfU berät auf dieser

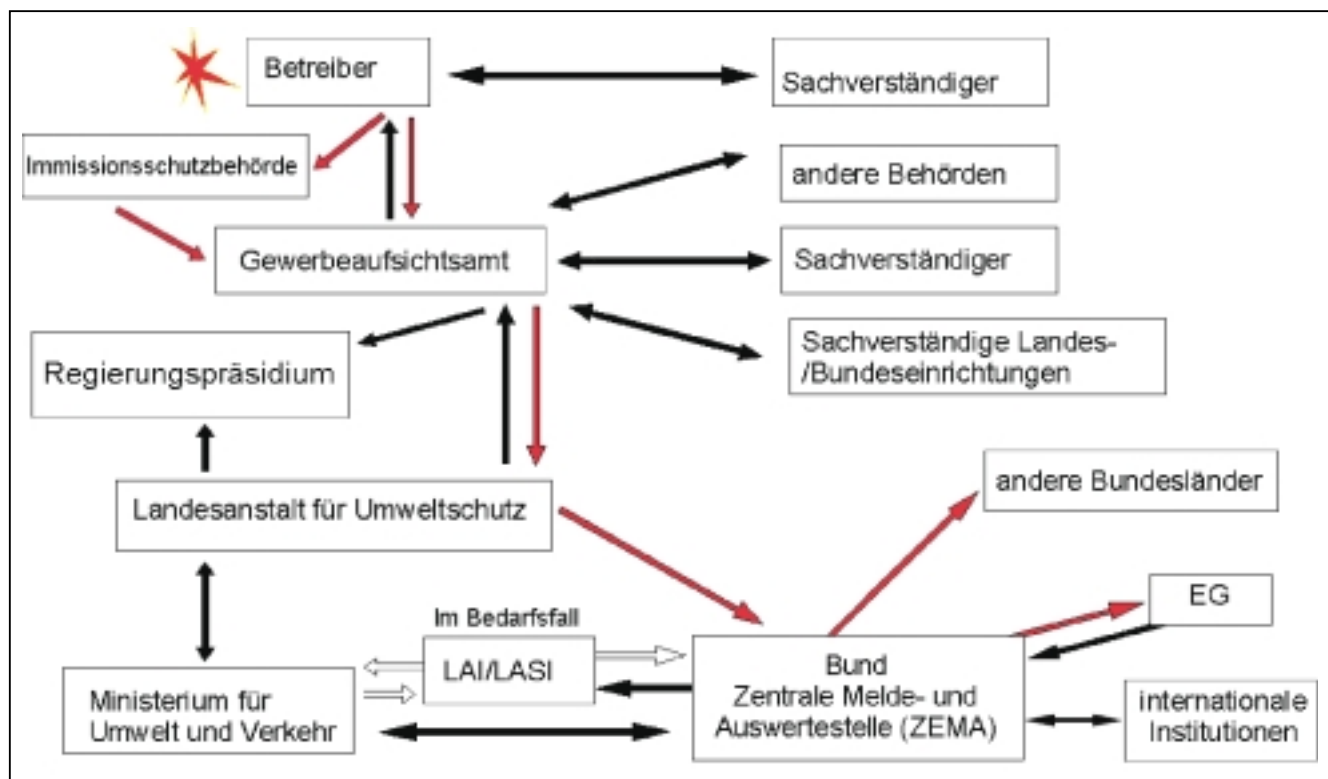


Abb. 1: Meldeverfahren für ein meldepflichtiges Ereignis nach § 11 Abs. 1 Störfall-Verordnung
 (Die roten Pfeile zeigen die wichtigsten Informationsaustauschwege an),
 LASI = Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik; LAI = Länderausschuss für Immissionsschutz.

Grundlage die Gewerbeaufsichtsämter bei der Aufklärung der Störfallursachen und Festlegung von Maßnahmen zur Verbesserung der Anlagensicherheit.

Alle Meldungen werden von der LfU an die Zentrale Melde- und Auswertestelle im Umweltbundesamt (ZEMA) weitergeleitet. Von dort werden die anderen Bundesländer über das jeweilige Ereignis informiert. Handelt es sich um schwere Unfälle bzw. Störfälle erfolgt auch eine Information der EU. Umgekehrt erhält die LfU von der ZEMA Informationen über die meldepflichtigen Ereignisse in anderen Bundesländern. Sollte sich aufgrund solcher Informationen herausstellen, dass auch in Baden-Württemberg Gefahren in vergleichbaren Anlagen nicht auszuschließen sind, erfolgt eine entsprechende Information des Ministeriums für Umwelt und Verkehr bzw. der Staatlichen Gewerbeaufsicht. Die Abbildung 1 gibt einen Überblick über das Meldeverfahren für ein Ereignis nach § 11 Abs. 1 der Störfall-Verordnung. Das Meldeverfahren basiert auf einer Richtlinie des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI).

Die meldepflichtigen Ereignisse

Von 1989 bis 1998 wurden insgesamt 26 Ereignisse der LfU mitgeteilt. Die Abbildung 2 verdeutlicht die Verteilung auf die jeweiligen Jahre.

Störfälle in Industrieanlagen lassen sich nicht hundertprozentig vermeiden. Die Grafik zeigt, dass im betrachteten Zeitraum die Anzahl der Ereignisse auf etwa gleichbleibendem Niveau lag und dass keine steigende Tendenz zu beobachten.

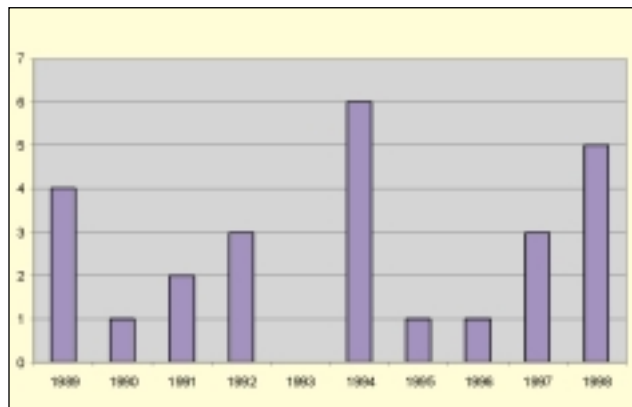


Abb. 2: Anzahl meldepflichtiger Ereignisse nach § 11 Abs. 1 Störfall-Verordnung in Baden-Württemberg.

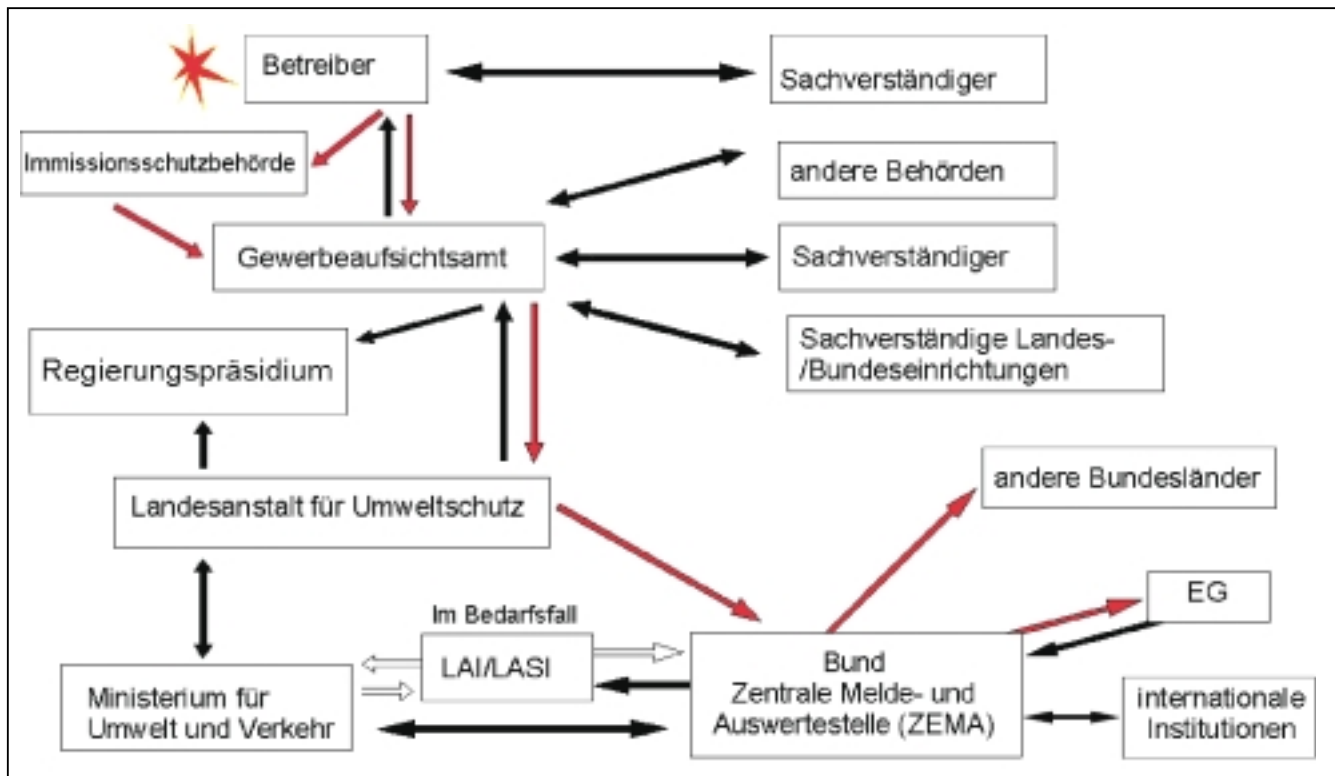


Abb. 1: Meldeverfahren für ein meldepflichtiges Ereignis nach § 11 Abs. 1 Störfall-Verordnung
(Die roten Pfeile zeigen die wichtigsten Informationsaustauschwege an),
LASI = Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik; LAI = Länderausschuss für Immissionsschutz.

Grundlage die Gewerbeaufsichtsämter bei der Aufklärung der Störfallursachen und Festlegung von Maßnahmen zur Verbesserung der Anlagensicherheit.

Alle Meldungen werden von der LfU an die Zentrale Melde- und Auswertestelle im Umweltbundesamt (ZEMA) weitergeleitet. Von dort werden die anderen Bundesländer über das jeweilige Ereignis informiert. Handelt es sich um schwere Unfälle bzw. Störfälle erfolgt auch eine Information der EU. Umgekehrt erhält die LfU von der ZEMA Informationen über die meldepflichtigen Ereignisse in anderen Bundesländern. Sollte sich aufgrund solcher Informationen herausstellen, dass auch in Baden-Württemberg Gefahren in vergleichbaren Anlagen nicht auszuschließen sind, erfolgt eine entsprechende Information des Ministeriums für Umwelt und Verkehr bzw. der Staatlichen Gewerbeaufsicht. Die Abbildung 1 gibt einen Überblick über das Meldeverfahren für ein Ereignis nach § 11 Abs. 1 der Störfall-Verordnung. Das Meldeverfahren basiert auf einer Richtlinie des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI).

Die meldepflichtigen Ereignisse

Von 1989 bis 1998 wurden insgesamt 26 Ereignisse der LfU mitgeteilt. Die Abbildung 2 verdeutlicht die Verteilung auf die jeweiligen Jahre.

Störfälle in Industrieanlagen lassen sich nicht hundertprozentig vermeiden. Die Grafik zeigt, dass im betrachteten Zeitraum die Anzahl der Ereignisse auf etwa gleichbleibendem Niveau lag und dass keine steigende Tendenz zu beobachten.

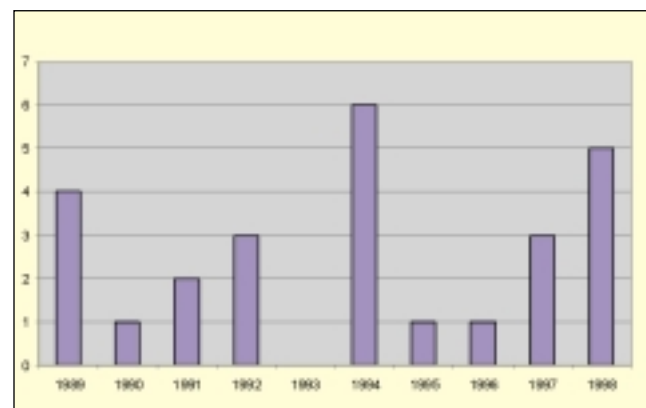


Abb. 2: Anzahl meldepflichtiger Ereignisse nach § 11 Abs. 1 Störfall-Verordnung in Baden-Württemberg.

ten war. Ziel muss sein, dieses Niveau möglichst niedrig zu halten.

Die geographische Verteilung der Betriebe, in denen meldepflichtige Ereignisse aufgetreten sind, ist durch die Lage der Industriestandorte in Baden-Württemberg geprägt. Schwerpunkte gibt es im Rheintal bei Karlsruhe und Mannheim, am Hochrhein sowie im Mittleren Neckarraum. Die betroffenen Anlagenarten sind hauptsächlich in den Branchen der Chemischen Industrie sowie in der Mineralölverarbeitung zu finden. Dies ist nicht verwunderlich, denn in diesen Industrieanlagen werden große Mengen an gefährlichen Stoffen verarbeitet. Die beteiligten Stoffe sind hauptsächlich in die Kategorien giftig, sehr giftig, leichtentzündlich, hochentzündlich oder explosionsgefährlich einzustufen. Hinzu kommt, dass die Anlagen zum Teil sehr komplex sind und dass die Stoffe teilweise bei hohen Drücken und hohen Temperaturen gehandhabt werden. Ein weiterer Schwerpunkt waren Flüssiggaslageranlagen. Aus der folgenden Tabelle können die betroffenen Anlagenarten entnommen werden.

Anlagenart	Anzahl der Ereignisse
Raffinerien/Petrochemie	5
Chemische Fabriken	8
Flüssiggaslageranlagen	7
Klärwerk	1
Läger für brennbare Flüssigkeiten	1
Chemikalienläger	2
Sprengstoffverarbeitung	1
Ammoniak-Kälteanlage	1
Summe	26

Tab. 1: Anzahl der meldepflichtigen Ereignisse von 1989 bis 1998 nach Anlagenart.

Bis auf eine Ausnahme haben die jeweiligen Ereignisse in verschiedenen Anlagen stattgefunden. Nur in einem Fall ereigneten sich in einer Anlage im Bereich der Chemischen Industrie zwei vergleichbare Störfälle innerhalb von 2 Jahren. Hierbei handelte es sich jeweils um Explosionen im Abluftsystem einer Mehrzweck-Produktionsanlage. Solche Wiederholungen sind sicherlich die Ausnahme, denn normalerweise werden nach einem Störfall stets wirksame Maßnahmen zur Verbesserung der Anlagensicherheit getroffen. In

diesem Fall zeigte sich jedoch, dass aufgrund der Komplexität des Anlagenbetriebs die getroffenen Explosionsschutzmaßnahmen offensichtlich nicht hinreichend waren. Auch Maßnahmen, die nach der ersten Explosion getroffen wurden, konnten eine weitere Explosion nicht sicher verhindern. Nur glücklichen Umständen war es zu verdanken, dass hierbei kein Personenschaden entstand, auch wenn sich der Sachschaden in Millionenhöhe belief. Sowohl Behörden als auch Betreiber und die für die Sicherheit der Anlagen zuständigen Stellen haben nach Störfällen mit einem hohen Verantwortungsbewusstsein zu entscheiden, unter welchen Bedingungen ein sicherer Anlagenbetrieb künftig gewährleistet sein muss. Das in der LfU vorhandene Wissen kann dabei als wichtige Erkenntnisquelle in die Entscheidungen einfließen. Es basiert auf den Erfahrungen, die seit nunmehr fast 10 Jahren in der Beurteilung gefährlicher Industrieanlagen gesammelt wurden.

Die Ursachen

Die nähere Betrachtung der Ursachen für die Ereignisse ergibt ein interessantes Bild. Im Wesentlichen können diese in folgende Kategorien eingeteilt werden: „Missachtung von Vorschriften, Regelwerken, Normen usw.“, „Bauteilversagen“, „Überraschungen“, „Unbekannt“ und „Sonstiges“. Die Abbildung 3 spiegelt die jeweiligen Anteile der verschiedenen Ursachen wider.

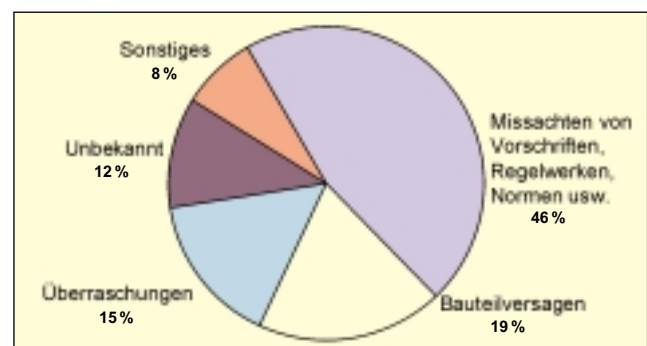


Abb. 3: Maßgebliche Ursachen der meldepflichtigen Ereignisse in Baden-Württemberg (1989 bis 1998).

Annähernd die Hälfte der Ereignisse ist auf die Missachtung von Vorschriften, Regelwerken oder Normen zurückzuführen. Dabei kommt der Missachtung von Betriebsanweisungen, Unfallverhütungsvorschriften usw. eine besondere Rolle zu. Diese Erkenntnis ist daher mit besonderer Auf-

merksamkeit zu betrachten, da Vorschriften dazu dienen sollen, den Bau und Betrieb von Anlagen sicher zu gestalten und Unfälle bzw. Störfälle zu verhindern. Da solche Ereignisse durch menschliches Fehlhandeln ausgelöst werden, muss für die Vermeidungsstrategie der Mensch in den Mittelpunkt gestellt werden. Dabei müssen im wesentlichen die folgenden Ursachen für menschliche Fehlhandlungen untersucht werden: „Nicht wissen“, „Nicht können“ und „Nicht wollen“. Bereits wenn eines dieser Kriterien auf eine Person zutrifft, kann von dieser irgendwann ein Unfall verursacht werden. Es ist außerdem unerlässlich, das Betriebspersonal in den Anlagenbetrieb einzubinden. Beispielsweise sollte das Betriebspersonal frühzeitig gehört werden, wenn Änderungen der Anlage geplant werden. Das Personal stellt vielfach eines der wichtigsten Sicherheitselemente eines Betriebes dar. Der Personaleinsatz muss diesem Umstand gerecht werden. Als Sonderfall ist hier noch der Einsatz von Fremdfirmen zu nennen, die in den Betrieben häufig für Wartungs- und Reparaturarbeiten eingesetzt werden. Grundsätzlich gelten hierfür die gleichen Anforderungen wie für das betriebseigene Personal.

Bauteilversagen schließt sowohl das materielle Versagen eines Bauteils als auch das funktionelle Versagen mit ein. Eine Ursache für Bauteilversagen kann darin liegen, dass das betroffene Bauteil außerhalb seiner Spezifikation betrieben wird. Hierzu zählen beispielsweise die ungewollte oder nicht vorhersehbare Überschreitung der maximal zulässigen Temperaturen oder Drücke sowie die Verwendung von Materialien, die vom Hersteller nicht vorgesehen waren. Weiterhin können Schadensfälle eintreten, wenn seitens des Herstellers der Bauteile eine ungenügende bzw. falsche Auslegung erfolgte. In solchen Fällen ist es wichtig, die Hersteller über das Versagen eines Bauteils zu informieren, damit auch von diesen ein Beitrag zur künftigen Vermeidung von Schäden geleistet werden kann.

„Überraschungen“ umfasst Ereignisse, die aus Fehleinschätzungen, unbekanntem Reaktionen oder unbekanntem Betriebsabläufen und deren Auswirkungen hervorgingen. Derartige Ereignisse können nur durch umfassende Kenntnisse der Anlagen und Prozesse verhindert werden. Hierzu zählt auch, dass die Beschäftigten auf jeder

Organisationsebene des Betriebes entsprechend aus- und fortgebildet werden. Die Informationen müssen hinreichend transparent dargestellt und verfügbar gemacht werden. Geeignete Verfahren für die Informationsweitergabe müssen eingerichtet und erprobt werden.

Bei einigen Ereignissen sind die Ursachen nicht bekannt oder nicht vollständig geklärt. Die Gründe hierfür liegen u. a. darin, dass die Anlagen nach Schadensfällen derart zerstört waren, dass keine Erkenntnisse mehr gewonnen werden konnten oder der Aufwand hierfür nicht mehr gerechtfertigt erschien. Nach tödlichen Unfällen konnten keine Befragungen mehr vorgenommen werden. Weiterhin gab es Fälle, bei denen mehrere Ursachen zu einem Störfall führten, so dass der eigentliche Auslöser nicht eindeutig bestimmt werden konnte.

Vorsätzlich herbeigeführte Ereignisse wurden unter die Kategorie „Sonstiges“ eingeordnet.

Aus der Sicht der Zentralen Störfallmeldestelle Baden-Württemberg lassen sich nach Auswertung der bisherigen Störfälle zusammenfassend die folgenden drei Kernaussagen treffen:

- Störfälle und Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebs sind seltene Ereignisse. Treten sie dennoch auf, ist es erforderlich die Ursachen aufzuklären, daraus zu lernen und entsprechende Konsequenzen zu ziehen.
- Unfälle sind in der Regel vermeidbar. Allein schon die Einhaltung der bestehenden sicherheitstechnischen Regeln kann viel dazu beitragen. Wenn dennoch wiederholt gegen sicherheitstechnische Regeln verstoßen wird, müssen die Ursachen bzw. Gründe für die Missachtung der Vorschriften analysiert und entsprechende Konsequenzen daraus gezogen werden.
- Nur eine systematische Planung und Untersuchung der einzelnen Anlage und ihrer Betriebsweise mittels geeigneter systematischer Methoden lässt eine zuverlässige Aussage über ihre Sicherheit zu und minimiert die Gefahren von Unfällen bzw. Störfällen.

Thomas Hackbusch, Mark Hailwood

Derzeitiger Stand des Einsatzes regenerativer Energien in Baden-Württemberg

Neben der Reduzierung des Energieverbrauchs gewinnt der Einsatz von regenerativen Energien aus Gründen des Klimaschutzes eine immer größere Bedeutung. Dies spiegelt sich auch in der Arbeit der LfU wider. Der nachfolgende Beitrag gibt einen Überblick über die Entwicklung und den aktuellen Stand dieser umweltschonenden Energiearten.

Sonnenstrahlen lassen sich nutzen, um Wasser zu erhitzen (Solarthermie) oder um mit Hilfe des photoelektrischen Effekts direkt Strom zu erzeugen (Photovoltaik). Die Sonne ist ebenfalls dafür verantwortlich, dass Wasser verdunstet und Regen fällt, dass der Wind weht und dass Pflanzen wachsen. Mit Hilfe von Wasserkraftwerken und Windturbinen kann aus diesen regenerativen Potenzialen Strom erzeugt werden.

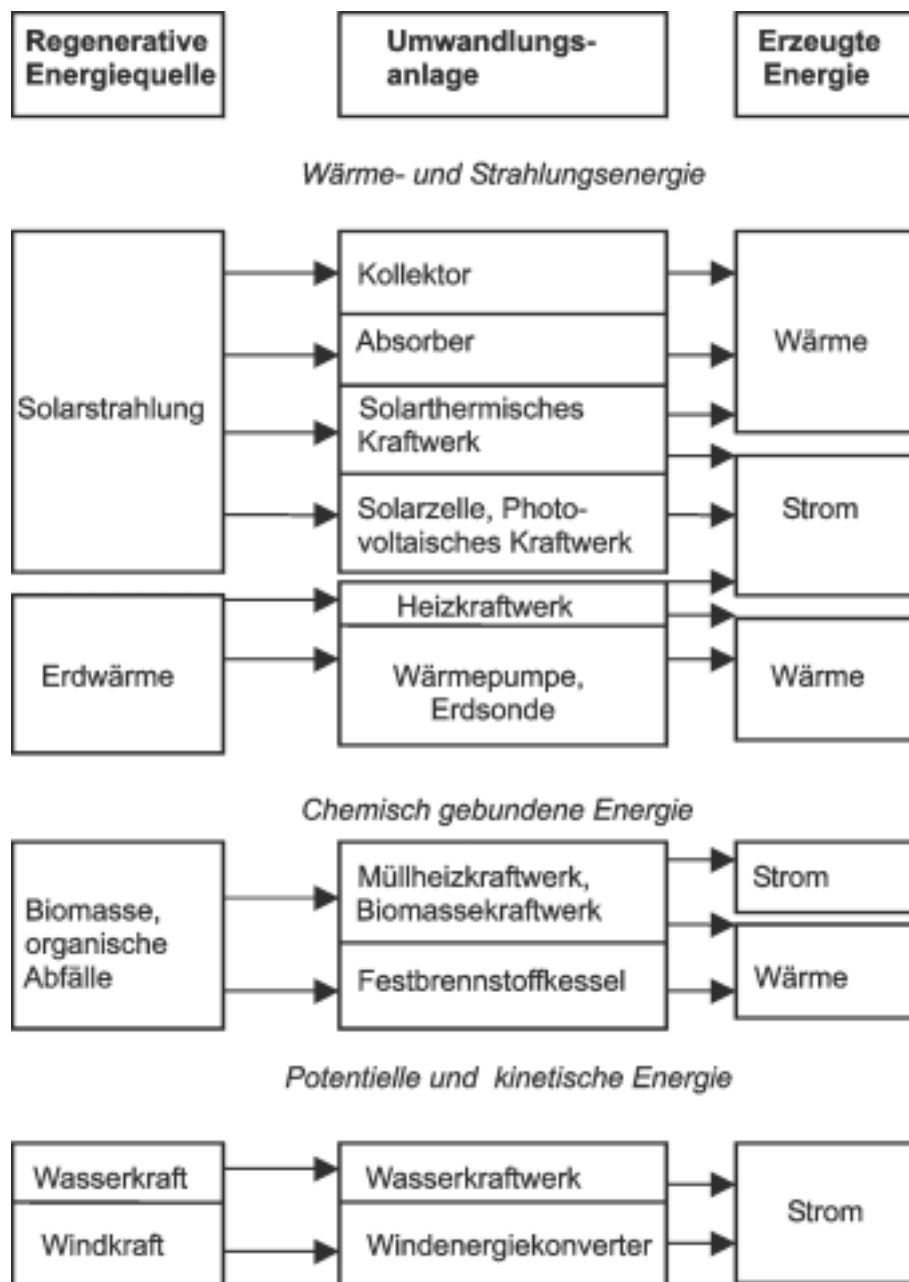


Abb. 1: Quellen, Umwandlungsanlagen und Verwendungsformen erneuerbarer Energien.

Die Biomasse kann durch Verbrennung sowohl zur Wärme- als auch zur Stromgewinnung genutzt werden. Unter Erdwärme versteht man die Wärme im Erdinneren, die durch die Erdkruste langsam an die Erdoberfläche dringt. Sie hat ihre Ursache im radioaktiven Zerfall von Elementen und findet heute weltweit in Form von Erdwärmeheizungen, Erdwärmekraftwerken und Erdwärmesonden technische Verwendung. In Abbildung 1 sind zur Verdeutlichung sämtliche regenerativen Energiequellen und die derzeitigen Umwandlungstechnologien schematisch aufgetragen.

Die tatsächlichen Anteile der regenerativen Energien am Primärenergieverbrauch und an der Stromerzeugung sind für Deutschland und Baden-Württemberg in Tabelle 1 dargestellt. Man erkennt, dass die relativen Anteile nicht über 9% hinausgehen, also recht gering sind. Weiterhin fällt auf, dass in Baden-Württemberg die relativen Anteile fast doppelt so groß sind wie im Bundesgebiet. Dies rührt vor allem aus der stärkeren Nutzung der Wasserkraft.

In der folgenden Diskussion der verschiedenen Formen regenerativer Energie wird die Entwicklung der jährlich erzeugten Energie bezogen auf das Jahr 1990 (1990 = 100%) zum einen für Deutschland und zum anderen für Baden-Württemberg dargestellt. Mit Ausnahme der Wasserkraft ist bundesweit ein deutlicher Anstieg der Nutzung der regenerativen Energien nach 1990 festzustellen. Dies gilt sowohl für die Primärenergiegewinnung als auch für die Stromerzeugung.

Für Baden-Württemberg fällt dieser Anstieg zwar deutlich geringer aus, der relative Wert für die gesamte Nutzung regenerativer Energie war im Jahr 1997 jedoch fast doppelt so hoch wie in Deutschland, und auch die Primärenergiegewinnung aus regenerativen Energien war in Baden-Württemberg relativ gesehen deutlich höher als in Deutschland. Beides ist zum größten Teil damit zu erklären, dass für Baden-Württemberg relativ zu Deutschland ein stärkeres Wasserkraftpotential vorliegt, welches 1997 zu ca. 65% auch genutzt wurde. Die Werte für die Primärenergiegewinnung aus Biomasse von Deutschland und Baden-Württemberg sind hingegen nicht direkt zu vergleichen, da in Baden-Württemberg im Gegensatz zu Deutschland Feuerungsstätten < 15 kW installierter Leistung berücksichtigt wurden. Eigene Recherchen ergaben einen Anteil von 3.777 GWh erzeugter Energie aus Feuerungen < 15 kW installierter Leistung, entsprechend einem Anteil von 0,86% vom Primärenergieverbrauch in Baden-Württemberg.

Als Quellen für die Tabelle 1 und die folgenden Grafiken dienten eigene Recherchen sowie Veröffentlichungen des Wirtschaftsministeriums und des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg, des Deutschen Windinstituts (DeWi) und des Instituts für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER).

Der aktuelle Stand der einzelnen regenerativen Energiequellen und ihr Einfluss auf die zukünftige Energieversorgung, insbesondere in Baden-Württemberg, stellt sich wie folgt dar:

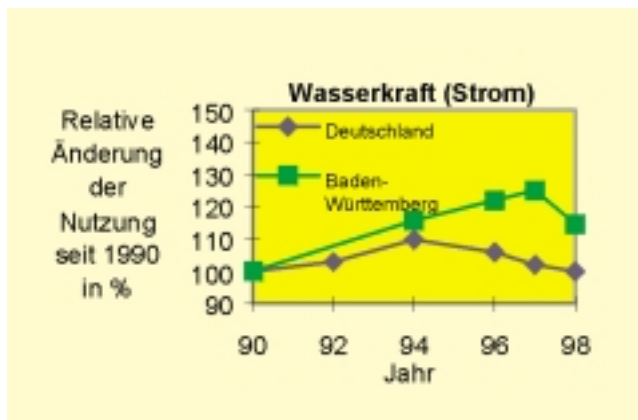
	Anteil am Primärenergieverbrauch				Anteil an der Stromerzeugung			
	Deutschland		Baden-Württemberg		Deutschland		Baden-Württemberg	
	[GWh]	relativ [%]	[GWh]	relativ [%]	[GWh]	relativ [%]	[GWh]	relativ [%]
Biomasse, Müll	60375	1,50	9920	2,26	2992	0,64	350	0,52
Wasserkraft	15764	0,39	4472	1,01	20307 ^{b)}	4,35	5223 ^{b)}	7,90
Solarthermie	1172	0,03	66	0,02				
Windenergie	3735	0,09	9	0,002	3735	0,80	9	0,0133
Photovoltaik	18	0,00045	2	0,00047	18	0,003	2	0,003
Geothermie ^{a)}	333	0,0082	0	0				
Summe	81396	2,02	14469	3,29	27056	5,79	5584	8,43

a) nur hydrothermale Nutzung b) mit Pumpstrom

Tab. 1: Anteile regenerativer Energien am Primärenergieverbrauch und an der Stromerzeugung im Jahr 1997; die absoluten Werte sind in Gigawattstunden (GWh) angegeben, wobei eine Gigawattstunde einer Million Kilowattstunden entspricht.

Wasserkraft

Der Ausbau der Wasserkraft ist in Baden-Württemberg bereits weit fortgeschritten. Im Jahr 1997 war die Wasserkraft mit einem relativen Anteil von 7,9% an der Stromerzeugung die dominierende regenerative Energiequelle und lag damit mehr als doppelt so hoch wie im Bundesdurchschnitt. Dies resultiert vor allem aus dem Vorherrschen von Mittelgebirgslandschaften in Baden-Württemberg. Bei Ausschöpfen des technischen Potenzials läge der Anteil an der Stromerzeugung bei ca. 12%. Jedoch müssten für die Nutzung dieses Potenzials viele bisher unberührte Flusslandschaften verbaut werden, wodurch sich ihr Wert für Flora, Fauna und das ästhetische Empfinden des Menschen stark vermindern würde. Eine Einschätzung durch das Institut für Wasserwirtschaft der Universität Stuttgart, welche diese Aspekte berücksichtigt, kommt zu einem möglichen Anstieg des Anteils der Wasserkraft auf ca. 9% bis zum Jahr 2020 unter der Annahme einer unveränderten Gesamtstromerzeugung. Es bleibt anzumerken, dass die abnehmende Nutzung der Wasserkraft in der Grafik nicht aus einer Abnahme der installierten Kraftwerke, sondern aus geringeren Niederschlägen resultiert.

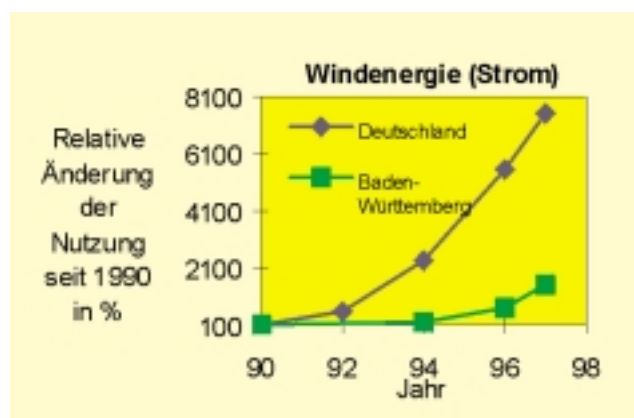


Windenergie

Die Nutzung der Windenergie ist nahezu identisch mit der Windverteilung in Deutschland. An der Küste herrschen mittlere Windgeschwindigkeiten zwischen 4,5 und 6,5 m/s. Aufgrund der nordwestlichen Hauptwindrichtung werden die Winde am Mittelgebirgsrand gebremst und erreichen in den südlichen Bundesländern nur noch Werte zwischen 2,5 und 3,5 m/s. Selbst in den

Höhenlagen der Mittelgebirge werden kaum die mittleren Windgeschwindigkeiten der Küste erreicht. Die mittlere Windgeschwindigkeit ist ein maßgeblicher Parameter für die Wirtschaftlichkeit einer Anlage. So konnte an der Küste durch das Stromeinspeisegesetz aus dem Jahr 1990, welches den Windmühlenbetreibern überdurchschnittliche Preise garantiert, die Grenze zur betriebswirtschaftlichen Rentabilität überschritten und folglich Kapital angezogen werden. In den südlichen Bundesländern hingegen reichen die Preise nicht aus, um eine Windanlage streng wirtschaftlich zu betreiben. Zusätzliche Anreize, wie Ökoprestige für die Energieversorger oder ein höherer Preis für Ökostrom, waren und sind hier notwendig, um für den Bau einer Windanlage zu motivieren. Da derartige Anreize bislang nur in begrenztem Maße wirken – so ist der Markt für Ökostrom begrenzt durch die Anzahl der umweltbewussten Kunden, welche bereit sind einen höheren Preis für „grünen Strom“ zu zahlen – ist in Baden-Württemberg der Anstieg der Windenergienutzung recht zäh im Vergleich zum Bundesdurchschnitt verlaufen.

Um auszudrücken, wieviel Energie jährlich mit Hilfe aktueller Technik und unter Einhaltung der Gesetzeslage theoretisch nutzbar ist, verwendet man den Begriff des technischen Potenzials. Die Windenergie besitzt in Baden-Württemberg ein technisches Potenzial von ca. 3.000 Gigawattstunden, welches jedoch zur Zeit aus Kostengründen nicht rentabel genutzt werden kann.

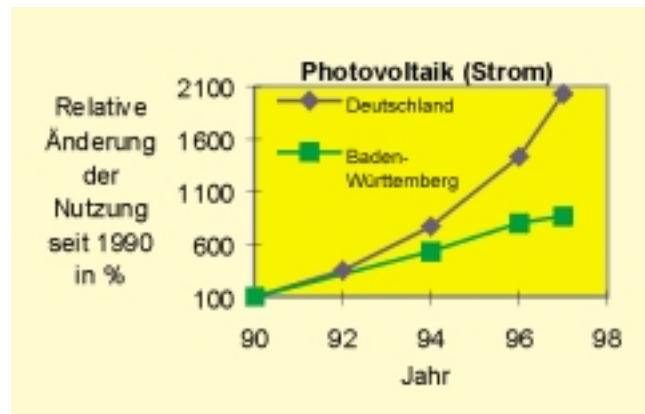


Strom aus Sonnenenergie

Die Photovoltaik ist mit Stromerzeugungskosten zwischen 0,70 und 1,50 DM/kWh etwa 10- bis

20- mal so teuer wie die konventionelle Stromerzeugung. Dies ist der Grund, warum die Nutzung in Baden-Württemberg in 1997 mit etwa 2 Gigawattstunden, je nach Schätzung, nur 0,08 bis 0,1 % des technischen Potenzials beträgt. In den letzten Jahren sind neue Impulse für die Photovoltaik zu verzeichnen. So konnten auch hier durch das Siegel „Ökostrom“ Käufer für den teurer produzierten Strom gefunden werden. Es bildeten sich Beteiligungsgesellschaften für den Bau von Solaranlagen, welche den erzeugten Strom an regionale Stromversorger liefern. Die Stromversorger verkaufen den Strom kostendeckend an die Endkunden. Um nicht den hohen Preis für reinen Solarstrom in Rechnung zu stellen, verkaufen die Energieversorger meist den Strom aus Sonne, Wind, Wasser und Blockheizkraftwerken als Ökostrom verschiedener ökologischer Güte. Je ökologisch wertvoller, desto teurer ist dieser Strommix. In anderen, bisher auf Kommunen beschränkten Modellen wird die kostendeckende Vergütung erreicht, indem die Stadtwerke die höheren Preise, welche sie für Solarstrom an den Produzenten liefern, allen Endkunden in Rechnung stellen. Durch die große Zahl von Endkunden sind die zusätzlichen finanziellen Belastungen vernachlässigbar.

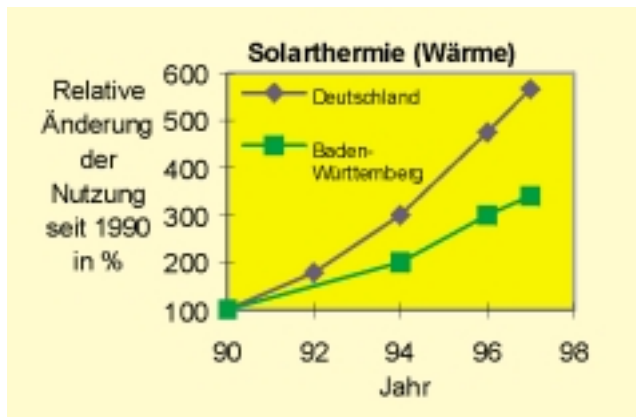
Es bleibt nun abzuwarten, ob durch das seit Januar 1999 wirksame 100.000-Dächer-Programm der Bundesregierung der Zuwachs signifikant ausfällt. Darin werden innerhalb von sechs Jahren insgesamt 1 Milliarde Deutsche Mark für zinsfreie Darlehen bereitgestellt. Die Photovoltaik wird zwar bestenfalls langfristig erst die Wirtschaftlichkeit erreichen. Angesichts des großen technischen Potenzials, des noch nicht ausgeprägten Entwicklungspotenzials und der noch nicht genau abschätzbaren Verbesserung der Wirtschaftlichkeit durch Massenfertigung und steigende Energiepreise, sollte die Förderung weiterhin forciert werden. Ein weiterer Grund sind groß angelegte Förderprogramme der Photovoltaik in den USA und Japan. Der Weltmarkt an Photovoltaikmodulen wird sich dadurch in den nächsten Jahren vervielfachen. Durch eine Förderung der Solarenergie in Deutschland und Baden-Württemberg ist es daher möglich, den gerade neu entstandenen inländischen Solarfabriken den nötigen Anstoß zu geben, um auch auf dem Weltmarkt bestehen zu können.



Wärme aus Sonnenenergie

Die Solarthermie nutzt die auf Flach- oder Röhrenkollektoren einfallende Sonnenstrahlung, um darin fließendes Wasser aufzuheizen. Dieses kann bei Temperaturen zwischen 40° – 80° C als Brauchwasser oder zum Heizen der Wohnung verwendet werden. Das technische Potenzial bei Beschränkung auf Dachflächen ist mit 20 – 30 TWh (1 Terawattstunde entspricht 1 Milliarde Kilowattstunden) im Jahr recht groß. Hiermit könnten 15 bis 20 % der für die Heiz- und Brauchwassererwärmung notwendigen Energie bereitgestellt werden. Im Jahr 1997 waren in Baden-Württemberg 119.200 m² Kollektorfläche installiert. Diese Fläche entspricht etwa der Größe von 20 Fußballfeldern. Die erzeugte Wärmemenge von 44 Gigawattstunden entspricht etwa 0,03 % der benötigten Niedertemperaturwärme für Heiz- und Brauchwasser. Die Kosten für solarthermisch erzeugte Wärmeenergie liegen, je nach Größe der Anlage, zwischen 0,10 und 0,50 DM/kWh und sind damit 1,5- bis 7-mal so hoch wie die Kosten für die Wärmeerzeugung durch einen konventionellen Gas- oder Ölbrenner.

Solarthermische Anlagen können nicht allein für die notwendige Wärmeenergie sorgen, da sie im Winter, wenn die Nachfrage am höchsten ist, ihre niedrigste Leistung besitzen. Eine Kostenreduzierung von schätzungsweise 15 % ergibt sich durch eine weitere Standardisierung der Anlagen und durch Senkung von Planungskosten. Bei der Verwendung von Bausatzsystemen und konsequenter Ausnutzung der Förderungsmöglichkeiten kann Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu konventionellen Systemen erreicht werden.



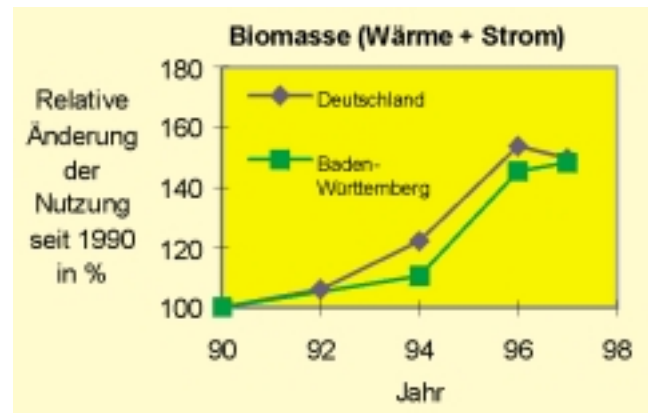
Energie aus Biomasse

Die energetische Nutzung von Biomasse umfasst die Verbrennung von Holz, Stroh, Klärgas, Depo-niegas und Biogas aus der Vergärung von tierischen und menschlichen Fäkalien sowie Resten der Nahrungsmittelindustrie. Von den 2,3 %, welche die Biomasse 1997 zur Primärenergie in Baden-Württemberg beitrug, wird der größte Teil zur Wärmegegewinnung verwendet. Verstärkt wird in den letzten Jahren auch die gleichzeitige Erzeugung von Wärme und Strom in Blockheizkraftwerken betrieben. Das technische Potenzial von ca. 36 Terawattstunden (\triangleq 36 Mrd. kWh) im Jahr wird bisher zu 26 % genutzt. Die Verbrennung von Biomasse verläuft kohlendioxidneutral, d. h. die gleiche Menge an Kohlendioxid, welche während des Pflanzenwachstums der Atmosphäre entzogen wurde, gelangt durch die Verbrennung wieder dorthin zurück. Allerdings entstehen bei der Verbrennung zusätzlich Stickoxide, Schwefeloxide, organische Verbindungen und Ruß.

Durch Einsatz modernster Verbrennungs- und Abgasreinigungstechniken lassen sich diese Emissionen jedoch minimieren. Aus diesem Grund sollte die Biomasse in Zukunft auf jeden Fall stärker energetisch genutzt werden.

Obwohl Abfall keinen nachwachsenden Rohstoff im eigentlichen Sinne darstellt, wurde er in der Statistik der LfU berücksichtigt. Abfall besteht zum größten Teil aus Biomasse. Nur ein kleiner Teil der Energie (4–5 %) ist in Plastikprodukten, also einem Rohölerzeugnis, enthalten. Aus diesem Grund kann Abfall mit einer gewissen Berechtigung zu den regenerativen Energien gezählt werden.

Es soll allerdings nicht suggeriert werden, die Müllverbrennung sei ein ökologisches Nullsummenspiel mit zusätzlichem wirtschaftlichem Nutzen. Zum einen entstehen, wenn auch aufgrund modernster Filtertechnologie nur in geringem Maße, Luftschadstoffe und giftige Schlacken, welche deponiert werden müssen. Zum anderen ist die Müllverbrennung mit bis zu 1.000 DM pro Tonne Müll eine teure Art der Entsorgung.



Geothermie

Die Nutzung heißer Tiefenwässer zur Wärmeversorgung beschränkt sich in Deutschland auf wenige Anlagen in den neuen Bundesländern. Die Wärmegegestehungskosten liegen bei ca. 0,17 DM/kWh bei Nichtberücksichtigung von Fördergeldern. Derartige thermalen Tiefenwässer existieren auch im Gebiet des Oberrheingrabens. Eine Nutzung ist daher auch in Baden-Württemberg möglich. Notwendig ist jedoch ein Fernwärmenetz zur Verteilung der gewonnenen Wärme. Für Deutschland ergibt sich ein gewaltiges Potenzial von etwa 330 Terawattstunden (\triangleq 330 Mrd. kWh) Niedertemperaturwärme im Jahr, mit dem 25 % des Niedertemperaturwärmebedarfs gedeckt werden könnten.

Die Stromerzeugung mit Hilfe der Erdwärme wird in Deutschland derzeit nicht betrieben, da für den jetzigen Stand der Technik die notwendigen heißen Quellen fehlen. Jedoch laufen zur Zeit die Planungen für eine Pilotanlage im französischen Teil des Oberrheingrabens, welche mit Hilfe der Hot-Dry-Rock Technik (HDR) in der Lage sein soll, mit den in Deutschland vorhandenen Erdwärmevorkommen Strom zu einem geschätzten Preis von 0,2 bis 0,25 DM/kWh zu erzeugen. Vor-

ausgesetzt, diese Technik sollte funktionieren, ergibt sich ein technisches Potenzial von 125 Terawattstunden (125 Mrd. kWh) an Strom für Deutschland.

Wohin soll in Baden-Württemberg die Reise gehen?

Über folgende Ziele einer zukünftigen Energieversorgung herrscht gesellschaftlicher Konsens:

- Die Emissionen an Klimagasen sowie an anderen Schadstoffen sollen soweit wie möglich minimiert werden, um nicht die Lebensgrundlagen der eigenen und der zukünftigen Generationen zu zerstören.
- Das Konzept der Nachhaltigkeit fordert, dass die natürlichen Ressourcen kommenden Generationen soweit zur Verfügung stehen, dass diese ihre Bedürfnisse befriedigen können. Dies bedeutet, dass der heutige Ressourcenverbrauch durch die Energiewirtschaft gesenkt werden muss.
- Eine Rückkehr zu Technologien der vorindustriellen Zeit wird von einer Mehrheit der Bevölkerung abgelehnt. Es ist daher weiterhin ein Energieversorgungssystem notwendig, welches die Nachfrage zuverlässig zu befriedigen vermag. Von den meisten wird weiterhin gefordert, dass dies zu Preisen geschieht, welche nicht das wirtschaftliche Wachstum hemmen.

Langfristig ist es, neben Energieeinsparung und effizienter Energienutzung, unausweichlich, einen großen Teil der Energieversorgung regenerativ zu bestreiten. So erwartet man in Fachkreisen, dass in 50 Jahren global die Hälfte der Energie regenerativ erzeugt wird. Hierfür müssen jedoch heute die Weichen gestellt werden.

Die Frage, wie dies vonstatten gehen soll, ist im Prinzip eine Frage nach der Verteilung von Geldern. Finanzielle Förderung findet auf Ebene von EU, Bund, Ländern und Kommunen statt. Im

Ländervergleich liegt Baden-Württemberg bei der Förderung von Forschung und Entwicklung an erster Stelle. Jedoch nimmt es, laut einer Statistik des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg, bei der Förderung der Nutzung regenerativer Energien nur Rang 13 ein. Dies ist wohl mit ein Hauptgrund für das geringere Wachstum der Solarthermie und der Photovoltaik in Baden-Württemberg zwischen 1990 und 1997. Auch gibt es hier seit 1998 keine weitere Förderung von Windenergie, obwohl dies, wie bereits ausgeführt, notwendig wäre. Da sich die Förderung in Baden-Württemberg in den letzten Jahren vor allem auf die Nutzung von Biomasse konzentriert hat, konnte hier das bundesweite Wachstum erreicht werden. Wie sich jedoch am Beispiel der Windenergie zeigt, ist die effektivste Methode der Förderung die kostendeckende Vergütung, welche durch das Stromeinspeisegesetz für Küstenstandorte realisiert wurde. Um im liberalisierten Strommarkt Verzerrungen zu vermeiden, werden Alternativen zur Einspeiseregelung diskutiert. Insbesondere das Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg favorisiert ein Quotenmodell, welches Netzbetreiber verpflichtet, eine gewisse Menge an regenerativ erzeugtem Strom an den Endkunden zu liefern.

Bis zum Jahr 2020 könnte bis zu einem Viertel des Primärenergieverbrauchs Baden-Württembergs mit Hilfe von regenerativen Energien bereitgestellt werden. Um diesen Wert zu erreichen, sollte die Förderung besonders in den Bereichen intensiviert werden, welche nicht weit von der Wirtschaftlichkeit entfernt sind und für welche Kostendegressionen zu erwarten sind. Dies sind vor allem die Biomassenutzung, die Solarthermie sowie die Erneuerung und der Ausbau von Rheinwasserkraftwerken (siehe Beispiel Rheinfelden). Außerdem sollte über weitere Instrumente nachgedacht werden, welche es den regenerativen Energien ermöglichen, auch in einem liberalisierten Umfeld das erwünschte Wachstum zu erreichen.

Klaus Kamm, Franz Bauer

Radioaktive Kontaminationen an Behältern und Fahrzeugen zum Transport abgebrannter Brennelemente und hochradioaktiver Abfälle

Im Mai 1998 wurde die Öffentlichkeit durch Medienberichte aufgeschreckt, in denen von erheblichen radioaktiven Kontaminationen an Fahrzeugen, welche Brennelemente transportierten, die Rede war. Die Transporte mit sog. abgebranntem Brennstoff aus Kernkraftwerken waren zuvor schon von großem öffentlichem Interesse begleitet worden. Bekanntermaßen wurden die Transporte zu Konvois von mehreren Einheiten zusammengestellt und unter dem Schutz von Polizei und Bundesgrenzschutz über Straßen und Schiene an ihre Bestimmungsorte verbracht.

Brennelemente, die in die deutschen Zwischenlager Ahaus oder Gorleben zur begrenzten oberirdischen Zwischenlagerung verbracht wurden, wurden in sog. CASTOR-Behältern transportiert, die für Beförderung und Lagerung gleichermaßen zugelassen sind. Sollte der abgebrannte Brennstoff dagegen in einer französischen oder englischen Wiederaufarbeitungsanlage behandelt werden, wurden hierzu sog. TN-, NTL- oder Excellox-Behälter verwendet, die auf die Handhabung in den ausländischen Wiederaufarbeitungsanlagen abgestimmt sind. An diesen Behältertypen wurden Kontaminationen festgestellt. In der Öffentlichkeit wurden aber fälschlicherweise alle Kontaminationsbefunde den CASTOR-Typen zugewiesen. Neben den Behältern wurden auch Kontaminationen auf den verwendeten Transportfahrzeugen, in der Regel Eisenbahnwaggons, festgestellt.

Wie konnte es zu den Kontaminationen kommen?

Um zu verstehen, wie es zu den Kontaminationen kommen konnte, muss man zunächst wissen, wie die Transportbehälter gehandhabt und beladen werden: Aus Sicherheitsgründen für das Personal im Kernkraftwerk werden die stark strahlenden Brennelemente stets unter Wasser gehandhabt, das die aus dem benutzten Brennstoff austretende Strahlung auf ein erträgliches

Maß abschirmt. Das Wasser dieser Lagerbecken ist jedoch nicht ganz frei von radioaktiven Partikeln, so dass jeder Gegenstand, der in dieses Wasser eingetaucht wird, durch solche Partikel kontaminiert werden kann. Das bedeutet, dass den äußeren Oberflächen der darin eingetauchten Transportbehälter nach ihrer Beladung unter Wasser radioaktive Partikel als Kontamination anhaften.

Und genau solche Partikel hat man als äußerliche Verunreinigungen nach dem Schienentransport bei den Eingangsmessungen in den Wiederaufarbeitungsanlagen gefunden. Dabei hatten doch die Behälter nach ihrem Eintauchen in das Lagerbeckenwasser der Kernkraftwerke und vor Beginn ihrer Reise stets eine Reinigungsprozedur durchlaufen und waren bei der Unterwasserbeladung größtenteils durch sog. Kontaminationsschutzhemden gegen den direkten Kontakt mit dem kontaminierten Lagerbeckenwasser geschützt. Auch hatten sie darüber hinaus die Ausgangskontrolle der Kernkraftwerke ohne Grenzwertüberschreitungen durchlaufen.

Dennoch: Wegen ihres Gewichts (65–115 Mg; 1 Mg entspricht 1 Tonne) und ihrer Größe (Durchmesser bis zu 2,5 m, Länge bis zu 6 m) müssen diese Behälter mit Schwerlastkränen bewegt werden, die an Tragzapfen angeschlagen werden. Diese sowie die obere Einfüllöffnung der Behälter und die unteren Abstellvorrichtungen konnten bis dato nicht mit Kontaminationsschutz versehen werden. Die Vertiefungen, in denen sich die Schrauben des Behälterdeckels befinden, Eingänge für Prüfvorrichtungen und Befestigungen für Stoßdämpfer, Spalte an Dichtsitzen, der Deckelspalt usw. stellen potentielle Fallen für radioaktive Teilchen und Feuchtigkeitsrestmengen dar, die selbst durch intensives Reinigen mit sauberem Wasser und Trocknen mit Wischtüchern nicht vollständig gesäubert werden konnten.

Diese Restwassermengen verdunsten erst nach einiger Zeit, nämlich dann, wenn der Behälter

durch die ständig nachgebildete Eigenwärme der verbrauchten Brennelemente bis zu einem gewissen thermischen Gleichgewicht aufgeheizt worden ist. Wegen der großen Behältermasse kann dies einige Tage dauern. Die Erschütterungen beim Bahntransport und der nun fehlende Feuchtigkeitsfilm in den Ritzen und Spalten, Vertiefungen und Bohrungen haben dann offenbar bewirkt, dass die ehemals fest gebundenen radioaktiven Partikel sich von diesen Stellen der Behälteroberfläche lösen konnten und als abwischbare Kontamination am Ende der Bahnreise in Erscheinung traten. In der englischen Wiederaufarbeitungsanlage Sellafield traten weniger Befunde bei den Eingangsmessungen auf als in der französischen Anlage in Cap de la Hague.

Auch bei Behältern, in denen keine wärmeerzeugenden, aber dennoch hochaktive Materialien befördert werden, können Erschütterungen in Verbindung mit den fehlenden Wasserfilmen zur Herauslösung von aktiven Partikeln aus der Behälteroberfläche führen. Diese Partikel befinden sich dann allerdings noch auf dem Behälter oder dem Transportfahrzeug. Bei Brennelementtransporten werden Waggons verwendet, die belüftete, feste Abdeckhauben tragen und bei denen anfallendes Wasser (Tau, geschmolzener Schnee, Spritzwasser u. dgl.) in einer Auffangwanne gesammelt wird. Bei den Transporten der anderen, nicht wärmeentwickelnden, hochradioaktiven Materialien sind die Behälter/Waggons mit Planen abgedeckt.

Welche Strahlendosis ist zulässig?

Bevor ein Transport mit radioaktiven Stoffen auf öffentliche Straßen oder über die Schiene geschickt wird, muss durch Strahlenschutzmessungen sichergestellt sein, dass die **äußere Strahlendosisleistung** aufgrund der zu befördernden Güter bestimmte vorgegebene Grenzwerte nicht übersteigt. Äußere Strahlendosis tritt auf, wenn gammastrahlende radioaktive Stoffe oder Neutronenstrahler vorhanden sind und diese durch ihre Strahlenfelder auf den Menschen einwirken. Die Maßeinheit für die innerhalb eines definierten Zeitintervalls auftretenden Dosis (= Dosisleistung) ist das **Sievert pro Stunde**

oder ein Tausendstel-Bruchteil hiervon, ein Millisievert pro Stunde (mSv/h).

Für die Dosisleistung sind die Grenzwerte bei den hier interessierenden Fällen:

- 10 mSv/h an der Oberfläche der Versandstücke und
- 2 mSv/h an der Oberfläche des Fahrzeugs und
- 0,1 mSv/h in 2 m Abstand vom Transportfahrzeug.

Zu beachten sind hier sowohl Gamma- als auch Neutronendosisleistungen.

Auch an **äußeren Oberflächen** noch anhaftende Partikel dürfen bestimmte Grenzwerte nicht übersteigen. Die Verunreinigung von äußeren Oberflächen mit radioaktiven Partikeln wird als **Oberflächenkontamination** bezeichnet und in **Becquerel pro Quadratcentimeter** (Bq/cm²) angegeben.

Für anhaftende Partikel werden die Grenzwerte als maximal auf einer Fläche lose haftende α - oder β -Aktivität angegeben. Alphastrahler sind Radionuklide hoher Massenzahl, deren Atomkerne bei ihrem Zerfall geladene Heliumkerne emittieren. Betastrahler emittieren bei der Umwandlung ihres Atomkerns entweder negativ geladene Elektronen oder positiv geladene Positronen. Im Allgemeinen sind Alphastrahler höher radiotoxisch.

Die Grenzwerte lauten für Versandstücke, Fahrzeuginnenseiten, Container und Umverpackungen gleichermaßen:

- für α -Strahler: 0,4 Bq/cm²;
- für β/γ -Strahler: 4 Bq/cm²;

Dabei sind jeweils Flächen von 300 cm² zugrunde zu legen.

Welche Befunde wurden festgestellt?

Nach den Aufzeichnungen der absendenden Kernkraftwerke waren bei jedem Beförderungsvorgang die obigen Grenzwerte eingehalten.

Dennoch wurden an der ankommenden Stelle, hauptsächlich in der französischen Umladestation Valognes (Bahn/Straße) Grenzwertüberschreitungen bei β/γ -Strahlern festgestellt. Berichtet wurden Werte von einigen 10.000 Bq, was, umgerechnet mit der Bezugsfläche, zu etwa 40 Bq/cm² β -Aktivität führt und eine Grenzwertüberschreitung um den Faktor 10 für eine einzige Bezugsfläche bedeutet. Der höchste außergewöhnliche Wert für einen Transport aus Baden-Württemberg (seit 1. 1. 1997) lag bei 13.000 Bq Partikelaktivität.

Grenzwertüberschreitungen traten ab diesem Datum bis zur Einstellung der Brennelementtransporte im Mai 1998 in etwa 10 % der Beförderungsvorgänge auf, wobei sich die Befunde auf Behälter und Waggons aufteilten. Eine Systematik innerhalb der verwendeten Behältertypen oder Hinweise auf Handhabungsmängel in den einzelnen kerntechnischen Anlagen ließen sich nicht herauslesen, zumal auch ankommende Waggons mit leeren Behältern gelegentlich kontaminiert waren. Immerhin waren alle Kernkraftwerksblöcke des Landes mehr oder weniger von den Grenzwertüberschreitungen an Transportbehältern betroffen.

Wie ist dies zu bewerten?

Zur Bewertung der Befunde möge im Folgenden angenommen werden, dass 3 Messflächen mit insgesamt etwa 1.000 cm² und 10-facher Grenzwertüberschreitung betroffen waren. Angesichts



Abb. 1: Die LfU überprüft Transportbehälter für hochradioaktive Abfälle aus kerntechnischen Anlagen auf die Einhaltung von Strahlenschutzbestimmungen.

von mindestens 50 m² Behälteroberfläche ist damit nur ein verschwindend kleiner Bruchteil von wenigen Promille der Gesamtfläche betroffen, aktivitätsmäßig wurden damit etwa 2 Prozent des über den gesamten Behälter zulässigen Gesamtaktivitätswerts ausgeschöpft.

Im Rahmen von Messprogrammen zur Ergründung der Ursachen und der Herkunft der Aktivitäten an den Behälteroberflächen und zur Ermittlung der möglichen Verbreitung von Kontaminationen durch zurückliegende Beförderungsvorgänge hat die Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) umfangreiche Strahlenschutzmessungen in Kernkraftwerksbereichen, an Behältern und Transportfahrzeugen sowie an Behälterumschlagplätzen durchgeführt. Dabei wurden Dosisleistungsmessungen und Direktmessungen von äußeren Behälteroberflächen auf Kon-

Nuklid	Probe 1 Außenhaut, links	Probe 2 Außenhaut, unten rechts	Probe 3 Deckel, Stirn- seite, Mitte	Probe 4 Bereich um Tragzapfen, rechts	Mittelwert über alle Proben
Kobalt-58	0 %	0 %	3 %	0 %	1 %
Kobalt-60	9 %	3 %	7 %	0 %	5 %
Silber-110 ^m	15 %	11 %	33 %	49 %	32 %
Cäsium-134	34 %	43 %	11 %	24 %	22 %
Cäsium-137	42 %	43 %	11 %	27 %	27 %
Cer-144	0 %	0 %	35 %	0 %	13 %

Tab. 1: Prozentuale Aktivitätsverteilung der Radionuklide in Wischtestproben eines Castor-IIB-Behälters vom 28.5.1998. Die Probe Nr. 4 enthielt den überwiegenden Aktivitätsanteil, überschritt jedoch nicht den Kontaminationsgrenzwert.

taminationen durchgeführt, Wischtests von Behälteroberflächen und Fahrzeugen genommen und in-situ-gammaspektrometrische Messungen zum Auffinden von möglicherweise „verloren gegangenen“ Partikeln auf dem Kraftwerksgelände und bei Verlade- und Umladebereichen vorgenommen. Sensitive alpha- und gammaspektrometrische Labormessungen zur Bestimmung der Zusammensetzung der abgewischten Aktivität rundeten das Bild ab. Auch aktuelle, vor allem innerbetriebliche Beförderungsvorgänge von Abfällen und der Rücktransport von untersuchtem Brennstoff wurden seither überprüft.

Beispielhaft für die Nuklidzusammensetzung von abgewischten Partikelpuren werden in der vorausgehenden Tabelle die an einem Transportbehälter Typ Castor IIB gefundenen Nuklide aufgeführt.

In Anbetracht der Tatsache, dass die Brennelementtransportbehälter in den verschiedensten und unterschiedlichsten Anlagen europaweit zum Einsatz kommen und angesichts der doch variablen Zusammensetzungen der Wischtestnuklide kann unmöglich auf die Herkunft aus einer bestimmten Kernanlage geschlossen werden.

Im Rahmen der oben beschriebenen Überprüfungen konnten bei den jüngsten Beförderungsvorgängen von Brennstoff oder Abfällen keine die Grenzwerte übersteigenden abwischbaren Kontaminationen an den äußeren Behälteroberflächen festgestellt werden.

Zur Strahlenbelastung der Bevölkerung und von Einsatzkräften aus Beförderungsvorgängen

Zahlreiche und vor allem emotional und meist mit wenig Fachkenntnis geführte Diskussionen in der Öffentlichkeit, vor allem in der Presse, aber auch bei der Polizei, die die Transporte begleitet hatte, gaben wiederholt Anlass, auch seitens der **deutschen Strahlenschutzkommission**, zu diesem Thema Stellung zu beziehen. Die diesbezüglichen Äußerungen werden im Folgenden zusammengefasst und gekürzt wiedergegeben:

„Es darf festgehalten werden, dass die Kontaminationen an den Fahrzeugen während des Transports nicht zugänglich waren, da sie sich am Waggon unterhalb des Transportbehälters und damit innerhalb der Schutzhauben, befanden. An den Außenflächen der Schutzhauben und außen am Waggon wurden in Deutschland keine unzulässigen Kontaminationen festgestellt. Deshalb kann man davon ausgehen, dass das Begleitpersonal nicht direkt mit den kontaminierten Flächen in Berührung gekommen ist.

Die andere Möglichkeit, dass sich ein Teil des radioaktiven Materials während der Fahrt von der Oberfläche löst und in die Umwelt gelangt, kann zwar nicht mit absoluter Sicherheit ausgeschlossen werden, führt allerdings zu keiner allgemeinen Strahlengefährdung in der Umwelt oder bei der Bevölkerung. Selbst für den extrem unrealistischen Fall einer vollständigen Aufnahme der höchsten gemessenen lokalen Kontamination von 13.400 Becquerel Cäsium-137 oder Kobalt-60 in den Körper einer einzelnen Person (durch Einatmen oder Verschlucken) würde sich für diese Person eine Dosis von weniger als 0,5 mSv ergeben.

Die direkte Gammastrahlung einer flächenmäßig kleinen radioaktiven Kobalt-60-Quelle von 13.400 Becquerel bewirkt in 1 Meter Abstand eine Strahlenexposition eines Menschen von weniger als 0,000005 Millisievert pro Stunde. Demgegenüber liegt der mittlere Grundpegel für die überall vorhandene natürliche Umgebungsstrahlung (Gammastrahlung) mindestens zehnfach höher. Beide Strahlungen zusammengekommen sind allerdings gegenüber dem Grenzwert aus den Transportbestimmungen von 0,1 mSv pro Stunde in 2 m Entfernung vom Fahrzeug völlig unerheblich.

Aus diesen Überlegungen heraus ist festzustellen, dass die Kontaminationen, die an den Transportwagen und den Behältern insbesondere bei den Transporten nach La Hague in Frankreich festgestellt wurden, zu keiner Strahlengefährdung für die Bevölkerung und das Begleitpersonal geführt haben.“

Alfred Neu

Radioaktivitätsfunde bei Metallschrott und ihre Bewertung

Einführung

Im Juni 1998 fanden Radioaktivitätsüberwachungseinrichtungen in Südfrankreich, in der Schweiz und in Süddeutschland in der Atemluft deutliche Spuren des künstlich erzeugten Radionuklids Cäsium-137. Nach der unterschiedlichen Höhe der Messwerte – von wenigen $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$ bis zu einigen mBq/m^3 – und der vorherrschenden meteorologischen Situation war auf eine Freisetzung im südlichen Spanien zu schließen. Es war zu vermuten, was sich später auch bestätigte, dass zusammen mit Metallschrott eine Strahlenquelle in eine Metallschmelzanlage gelangt war, die nach dem Aufschmelzen zu erheblichen Kontaminationen in der Anlage wie auch in der Umwelt geführt hat.

Dieser Vorfall war sicherlich spektakulär, da er mehrere europäische Staaten betroffen hatte. Er stellt aber leider kein einmaliges Ereignis dar, wie seriöse wissenschaftliche Veröffentlichungen und offizielle behördliche Mitteilungen belegen. So sind seit 1983 weltweit gut 50 gravierende Ereignisse festgestellt worden, bei denen radioaktive Quellen unterschiedlichster Aktivitäten aufgeschmolzen wurden: Mit Ausnahme von Australien war jeder Kontinent betroffen, neben der Eisenerzeugung auch die Herstellung anderer Metalle wie Aluminium, Kupfer, Blei, Zink und Gold. Bei den unbeabsichtigt eingeschmolzenen Quellen handelte es sich hauptsächlich um die



Abb. 1: Untersuchung eines kontaminierten Metallschrottteils mittels Wischtest.

Radionuklide Cäsium-137 und Kobalt-60, aber auch um Thorium-232, Radium-226 und Americium-241; die bekannten Quellaktivitäten reichten bis weit in den TBq-Bereich hinein. Glücklicherweise war in Deutschland bis dato kein derartiges gravierendes Vorkommnis mit radioaktiven Quellen zu verzeichnen.

Vorkommen und Herkunft von Radionukliden in Metallschrott

Die Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) wurde in der Vergangenheit wiederholt, insbesondere von atomrechtlichen Aufsichtsbehörden eingeschaltet, wenn vor allem bei Metallschrotthändlern unerwartet radioaktive Quellen aufgetaucht waren. Neben der messtechnischen Erfassung und Nuklididentifizierung galt es dann auch stets, den Fund einzuordnen und unter Gesichtspunkten des Strahlenschutzes zu bewerten.

Entsprechend den chemisch-physikalischen Eigenschaften unserer Gebrauchsgüter, den menschlichen Lebensgewohnheiten und den spezifischen Eigenschaften von Radionukliden kann man das Vorkommen bzw. Auftauchen von Radionukliden in wiederverwertbaren Materialien folgendermaßen beschreiben:

- a) Die vor der im Jahr 1960 erlassenen Strahlenschutzverordnung gehandhabten, radioaktivitätshaltigen Gegenstände enthalten hauptsächlich das mit 1600 Jahren Halbwertszeit langlebige Radium-226. Es findet sich in alten Uhren, in früher für Heilkuren verwendeten privaten Trinkbechern, in Instrumenten aus der Luft- und Seefahrt, in Hinterlassenschaften zur Produktion derartiger Gegenstände sowie in medizinischen Altlasten. Über normale Entsorgungsaktionen, bei denen mangels Kennzeichnung die Radioaktivität nicht erkannt wird, können derartige Gegenstände in den Schrott gelangen. Werden sie aufgrund von Strahlungsmessungen gefunden und geborgen, ist ihre Herkunft meist nicht mehr zu klären.

- b) Dasselbe Radionuklid kann sich auch in Anlagen zur Wassergewinnung oder in wassergespeisten Prozesskreisläufen (hauptsächlich in der Papierindustrie) über lange Zeit anreichern, wenn es sich durch Änderung der chemischen Bedingungen dort als fester Belag niederschlägt, nachdem es zuvor in geringen Konzentrationen gelöst im Grundwasser vorlag. Verstärkt tritt dies bei der Erdöl oder Erdgas fördernden Industrie auf, wo die im Prozess verwendeten Rohrleitungen aufgrund ihrer innen anhaftenden Radioaktivität einer Wiederverwertung durch Einschmelzen nicht ohne weiteres zugeführt werden können. Werden radioaktivitätshaltige Rohrleitungen beim Metallschrotthandel ausfindig gemacht, kann der Lieferant der Ware meist ermittelt werden.
- c) Während die zuvor genannten Feststellungen radioaktiver Stoffe durchwegs aus Handlungen resultieren, die keiner atomrechtlichen Genehmigung bedürfen und folglich natürlich vorkommende Radionuklide betreffen, sollten künstliche Radionuklide nicht im Metallschrott auftauchen, da ihre Entsorgung und ihr Verbleib nach Gebrauch in einer strahlenschutzrechtlich geordneten Art erfolgen sollten. Dennoch sind Quellenfunde von Iridium-192 aus Materialprüfungsanlagen oder Cäsium-137 aus ausgesonderten Füllstandsmessanlagen vorgekommen. Weiter wurden Messpräparate oder mit Aktivierungs- und Spaltprodukten kontaminierte Metallteile gefunden. Ihre Herkunft ist in den seltensten Fällen eindeutig zu klären, jedoch gab es wiederholt Hinweise auf den osteuropäischen Raum. Gerade angesichts eines gestiegenen Warenverkehrs mit Osteuropa muss diesen Funden und Befunden größte Aufmerksamkeit gewidmet werden.
- d) Neben den Radioaktivitätsquellen und den mit radioaktiven Stoffen angereicherten oder kontaminierten Materialien gibt es aber auch noch eine Reihe anderer Befunde, die sich – vom Strahlenschutz aus betrachtet – meist als nicht relevant herausstellen: Thoriumhaltiger Strahlsand zur Reinigung von Gebrauchsgütern oder optische Geräte, deren Linsen mit natürlichem Thorium vergütet sind oder Ausgleichsgewichte aus abgereichertem Uran etc.

Messtechnik zum Aufspüren radioaktiver Stoffe im Metallschrott

Um sich vor den dramatischen Folgen des Einschmelzens einer unerkannten Quelle zu schützen, haben sich seit 1994 praktisch alle deutschen Stahlwerke mit hochempfindlichen, vollautomatischen Eingangskontrollsystemen ausgerüstet. Darüber hinaus wird von den Zulieferern verlangt, die „Freiheit von Radioaktivität“ vertraglich zuzusichern, geeignete Messtechnik vorzuhalten und anzuwenden. Deshalb sind in den letzten Jahren in Deutschland auch bei größeren Recyclingunternehmen bereits weit mehr als 100 stationäre Messanlagen (teils für LKW, teils für Eisenbahnwaggons oder kombiniert) installiert worden. Des Weiteren werden auch von kleinen Betrieben Messungen mit empfindlichen Handmessgeräten durchgeführt. Es kann deshalb davon ausgegangen werden, dass durch die mehrfachen Kontrollen bei Lieferanten und Empfängern in Deutschland bereits heute ein recht guter Schutz vor dem unbeabsichtigten Einschmelzen von radioaktiven Großquellen besteht. Darüber hinaus sind auch an einigen Güterabfertigungsstellen an den Außengrenzen der Europäischen Union Messsysteme zur Entdeckung gammastrahlender radioaktiver Stoffe in der Ladung von Lastkraftwagen installiert.

Problematischer gestaltet sich die messtechnische Überwachung von Metallschrott, der auf dem Wasserweg angeliefert wird, da hier die gehandhabten Massen ungleich höher als die sonst überwachten Mengen sind und die Arbeitsgänge minutiös durchgeplant und rationalisiert sind. Hier ist wegen der Umladevorgänge von See- auf Flussschiffe der Lieferant des radioaktivitätshaltigen Schrotts praktisch nicht mehr zu ermitteln.

Eine weitere Herausforderung an die Messtechnik stellt der Umstand dar, dass zur Handhabung einer gammastrahlenden Quelle deren Bleiabschirmung anfangs gerade so dimensioniert ist, dass an der Oberfläche bestimmte Grenzwerte der Dosisleistung nicht überschritten werden. Deshalb ist bei einer im Schrott befindlichen, abgeschirmten Quelle zunächst keine direkte Korrelation zwischen außen messbarer Dosisleistung und Gefahrenpotential gegeben.

Erschwerend kommt hinzu, dass insbesondere bei einer älteren Co-60-Quelle die Aktivität bereits so weit abgeklungen sein kann, dass die ursprüngliche Abschirmung nun „überdimensioniert“ ist. Befindet sich ein solcher Strahler darüber hinaus noch in einer ungünstigen Position innerhalb einer zum Beispiel 40 to Stahlschrottladung, so kann er zusätzlich so gut abgeschirmt sein, dass praktisch keine Dosisleistungserhöhung an der Außenseite des Fahrzeugs messbar ist. Um jedoch gerade eine solche gefährliche Großquelle zu finden, müssen deshalb die Betreiber von geeigneten Messschleusen ihre Alarmschwellen knapp oberhalb des natürlichen Umgebungsstrahlenpegels setzen, d. h. sie müssen innerhalb von Sekunden während des Durchfahrens der Schleuse Erhöhungen der Dosisleistung erkennen, die nur einen Bruchteil der natürlichen Hintergrundstrahlung (diese liegt im Durchschnitt bei etwa 0,1 MikroSievert/Stunde ($\mu\text{Sv/h}$)) betragen.

Werden mit derartigen Feststationen Besonderheiten erkannt, müssen sich detaillierte Messungen zur Ursachenfindung anschließen, die nicht selten von der LfU vorgenommen werden: neben den gammaempfindlichen Messungen werden dann zur Feststellung von Oberflächenkontaminationen auch Alpha- und Beta-Messungen an repräsentativen Teilmengen durchgeführt. Auch erfolgt gelegentlich eine Probenahme zu detaillierteren Untersuchungen im LfU-Labor, wenn sich herausstellt, dass es sich nicht um eine einzelne Strahlenquelle, sondern um kontaminiertes Material handelt. Und glücklicherweise ist dies in der Mehrzahl der Auffälligkeiten der Fall. Die Repräsentativität der Probenahme weniger Teilstücke muss im Hinblick auf die Beurteilung des Fundes u.U. durch weitere Übersichtsmessungen z. B. Beta-Messungen, Vorort-Gamma-Spektrometrie, Ortsdosisleistungs-Messungen oder Abschätzungen sichergestellt werden.

Werden gamma-strahlende Spaltprodukte (aus kerntechnischen Anlagen) entdeckt, weisen diese auf die Möglichkeit hin, dass auch Kernbrennstoffe vorhanden sein können; beim Nachweis von Alpha-Impulsen ist stets eine Alpha-Nuklidanalyse anzuraten, auch wenn derartige Bestimmungen einen hohen Analysenaufwand erfordern und nur im LfU-Labor vorgenommen

werden können. Andererseits können bei Gesamt-Alpha-Messungen natürliche Radionuklide wie Radium- oder Thorium-Folgeprodukte das Uran oder die Transurane (Kernbrennstoffe) maskieren. – Wird Uran identifiziert, ist stets der An-/Abreicherungsgrad des Uranspezies mit der Massenzahl 235 zu ermitteln. Dies kann den Ermittlungsbehörden einerseits Hinweise auf die Herkunft des Materials geben, andererseits hat es auch für die strafrechtlichen Konsequenzen Bedeutung, da dann kein Bußgeldtatbestand, sondern ein Straftatbestand vorliegt.

Charakteristik der Funde

Für das Jahr 1996 weist die offizielle Zusammenstellung des Bundesumweltministeriums gut ein Dutzend besondere Feststellungen von erhöhter Radioaktivität bei Schrottlieferungen aus. Die dort erwähnten Materialien dürften im Mittel auch für die Verhältnisse in Baden-Württemberg typisch sein: Rohre, Bleche, Stahlplatten, Abschirmbehälter, ein Messpräparat sowie ein kontaminierter Eisenbahnwaggon. Als Fundorte der erhöhten Radioaktivität, also Orte, wo die erhöhte Strahlung festgestellt wurde, tauchen vornehmlich Stahlwerke, Recyclingbetriebe und Kontrollstellen der Deutschen Bahn AG auf. Auch diese Beschreibung trifft die Situation in Baden-Württemberg.

Die Entdeckung der radioaktiven Stoffe im Metallschrott erfolgt grundsätzlich über die Messung ihrer ausgesandten Gammastrahlung mit der Messausrüstung des Schrotthandels oder Stahlwerks. – Bei weitergehenden, detaillierten Messungen durch die LfU oder andere zugezogene Strahlenschutzlabors wurden in der überwiegenden Zahl Strahlendosisleistungen an der Oberfläche der betroffenen Materialien, beginnend vom natürlichen Umgebungsstrahlungspegel (etwa 0,1 MikroSievert/Stunde ($\mu\text{Sv/h}$)) bis zu einigen MikroSievert/Stunde ($\mu\text{Sv/h}$) gemessen, in einem Fall in Baden-Württemberg ca. 150 MikroSievert/Stunde ($\mu\text{Sv/h}$). Der insgesamt größte Teil der Feststellungen erhöhter Radioaktivität wird durch Kontaminationen natürlich vorkommender radioaktiver Stoffe verursacht. Zwar werden an ausgebauten Rohrleitungen oft lokale Dosisleistungen an der Oberfläche von 10 bis 100 MikroSievert/Stunde ($\mu\text{Sv/h}$) gemessen; die

Aktivität beträgt jedoch meist nur einige wenige MegaBecquerel (MBq), woraus sich typische massenbezogene Aktivitäten der Fundstücke von deutlich unter 100 Becquerel/Gramm ergeben. Aufgrund der unklaren rechtlichen Entsorgungssituation lagern derzeit bei verschiedenen Recyclingbetrieben in Deutschland ca. 100 to derart kontaminierter Materialien. – Nur ein sehr kleiner Teil der Funde, die laboranalytisch in der LfU untersucht wurden, betraf Spalt- und Aktivierungsprodukte bzw. chemisch abgetrenntes Uran und Transurane. Allerdings lag in einem Fall spurenweise hoch angereichertes Uran vor.

In Baden-Württemberg bewegten sich die Einzelnuclid-Aktivitäten im Bereich von einigen Tausend Becquerel (kBq) bis zu mehreren Hundert Millionen Becquerel (MBq) je Fund, nicht festhaftende Kontaminationen erreichten in Einzelfällen nuklidspezifisch 100 Bq/cm^2 ; zwar waren bei den Maximalwerten meist nur kleine Flächen betroffen, gut zugänglich waren diese jedoch allemal. – Die zulässige Ortsdosisleistung an der Außenseite der Transportfahrzeuge in Höhe von 5 MikroSievert/Stunde ($\mu\text{Sv/h}$) war durchweg eingehalten.

Zur Beurteilung und Bewertung

Während es bei den seltenen Quellenfunden klar ist, dass die Strahler fachgerecht geborgen und entsorgt werden müssen, ist die Situation bei den Kontaminationsfunden oder festgestellten Kernbrennstoffbeimengungen häufig unklar und erfordert neben einem erheblichen analytischen Aufwand auch eine sehr differenzierte Betrachtung der in Frage kommenden Gesetze und Verordnungen. Vor allem sind hierzu die einschlägigen §§ 2(2), 4(4)2e, und 80 der Strahlenschutzverordnung und ihrer Anlagen sowie § 2 des Atomgesetzes und dessen Anlage 2 zur Beurteilung heranzuziehen. Erst dann nämlich kann entschieden werden, ob es sich überhaupt um einen radioaktiven Stoff im Sinne der deutschen Strahlenschutzgesetzgebung handelt und wie das Material unter Strahlenschutzaspekten weiter zu behandeln ist.

Die Beurteilung der Fundstücke unter Strahlenschutzgesichtspunkten ist nicht einfach, zumal

meist keine Informationen über die chemische Verbindung der Radionuklide und die potentiellen Möglichkeiten der Weiterverbreitung bei Wiederverwendung und Verwertung des Metallschrotts vorliegen. Hier muss berücksichtigt werden, ob es sich um einen sonstigen radioaktiven Stoff oder um einen Kernbrennstoff oder um einen kernbrennstoffhaltigen Abfall handelt. Schließlich hängt die mögliche Zuführung des Schrotts zum radioaktiven Abfall auch von der Willenserklärung des (zeitweiligen) Inhabers/Besitzers ab, der ja am (nicht radioaktiven) Wertstoff interessiert ist.

Unter Berücksichtigung der Messergebnisse ist bei der Beurteilung festzustellen, ob der bisherige/jetzige/künftige Besitzer den Umgang mit der betreffenden Aktivität anzuzeigen oder förmlich zu genehmigen hatte/hätte oder die Aktivität unter der so genannten Freigrenze liegt. – Werden mehrere Radionuklide gefunden, ist die Summe ihrer gewichteten Aktivitäten zu bewerten. Dass für den freien Umgang mit natürlich vorkommenden Nukliden andere Konzentrationswerte gelten als für künstlich erzeugte Nuklide, vereinfacht die Beurteilung nicht gerade, zumal diese Nuklidarten ja auch gemischt vorkommen können. Schließlich gelten für Kernbrennstoffe weitere Vorschriften zur Sicherstellung und staatlichen Verwahrung, wohingegen sonstige radioaktive Stoffe durchaus zurückgesandt, in speziellen Schmelzanlagen behandelt oder als radioaktiver Abfall deklariert werden können. U. U. können hierzu auch behördliche Anordnungen getroffen werden (§§ 80(2) und 81(3) der Strahlenschutzverordnung). – Zur Einschätzung möglicher Strahlengefährdungen müssen auch Kontaminationsmessungen zur Ermittlung nicht fest haftender radioaktiver Stoffe durchgeführt und herangezogen werden. Durch die Weiterbehandlung des kontaminierten Materials könnte es nämlich zur Aufnahme radioaktiver Stoffe (über Inhalation oder Ingestion) in den Körper bei beliebigen Personen aus der Bevölkerung kommen.

Ergeben Betrachtungen zur möglichen Strahlengefährdung bei der weiteren uneingeschränkten Weiterverwertung vernachlässigbare Strahlendosen im Bereich von unter 10 MikroSievert/Jahr für Einzelne aus der Bevölkerung, kann der

Metallschrott als nicht radioaktiv betrachtet werden. Hierbei wird vorausgesetzt, dass alle einschlägigen Grenzwerte eingehalten sind. Nicht selten führen also Beurteilungen zu dem Schluss, dass i. S. des Strahlenschutzrechts überhaupt kein radioaktiver Stoff vorliegt – obgleich er messtechnisch zuverlässig detektiert wurde – und folglich dürfte der Fund wieder dem allgemeinen Materialkreislauf zugeführt werden. In diesem Fall begänne der ganze Prozess von neuem. Um dies zu vermeiden, wurde seitens der LfU stets auf eine Separierung der gefundenen Gegenstände hingearbeitet. Dies kann auch mit nicht unerheblichen Kosten für den Schrottlieferanten, den Händler oder die öffentliche Hand verbunden sein.

Während die bisherige Strahlenschutzgesetzgebung für Metalle, die zur Entsorgung anstehen, keine speziellen Grenzwerte für zulässige Aktivitätskonzentrationen genannt hat, sondern pauschale Werte für Bedarfsgegenstände oder genehmigungsfreie Stoffe und Produkte oder für Abfälle vorgegeben hat, soll dies in der Neufassung der Strahlenschutzverordnung künftig geregelt werden: Zukünftig sollen für die zur Recyclierung anstehenden Metalle die von der deutschen Strahlenschutzkommission empfohlenen nuklid-spezifischen Freigabewerte gelten, die die Toxizität jedes einzelnen Radionuklids berücksichtigen.

Alfred Neu

Fahrt in die Sperrzone um Tschernobyl – Teilnahme an einem internationalen radiologischen Messvergleich



Abb. 1: Das Messfahrzeug der LfU vor dem Reaktor in Tschernobyl.

MORAL-12 – ein internationaler Workshop in der Ukraine

Internationale Messvergleiche für **MO**bile **RA**-
diologische **L**abors finden seit 1988 jährlich in

unterschiedlichen Ländern statt. Die zwölfte Veranstaltung in dieser Reihe wurde 1999 in der Ukraine unter der Schirmherrschaft der Internationalen Atomenergie-Agentur (IAEA) durchgeführt. Die Messungen innerhalb der evakuierten Sperrzone um das Kernkraftwerk Tschernobyl sollten den teilnehmenden Teams die ungewöhnliche Möglichkeit bieten, die Grenzen ihrer Messausrüstung, die eigenen Messverfahren und ihre Einsatzbereitschaft in kontaminiertem Gebiet zu testen und die Messmethoden anderer Notfall-Teams kennen zu lernen. Besonders wertvoll war die äußerst seltene Möglichkeit eines Trainings unter realitätsnahen Bedingungen.

Aufgrund der außerordentlichen Chance, diese Erfahrungen mit der eigenen Messausrüstung und der eigenen Notfallplanung zu sammeln, hat sich die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU) in diesem Jahr zum ersten Mal entschlossen, an dem internationalen Messvergleich mit einem Zwei-Personen-Team teilzunehmen. Der Workshop fand vom 13. bis zum 18. September 1999 in Iwankow statt, etwa 50 km nordwestlich von Kiew und 50 km südlich vom Rand der Sperrzone entfernt. Es nahmen 19 Teams aus 9 Ländern (Frankreich,

Deutschland, Österreich, Schweiz, Slowenien, Slowakei, Tschechien, Ungarn, Ukraine) teil.

Vorbereitungen

Für die Teilnahme an dem Messvergleich war es notwendig, mit einem eigenen Messfahrzeug in die Ukraine zu fahren. Für die verschiedenartigen geplanten Übungen musste eine vielfältige Mess- und Probenahmeausrüstung zusammengestellt werden. Bei der Auswahl musste insbesondere darauf geachtet werden, dass wir einerseits für die gestellten Mess-Aufgaben optimal ausgerüstet waren, andererseits aber dem Referat „Umweltradioaktivität, Strahlenschutz“ in Karlsruhe ausreichend Messgeräte verblieben.



Abb. 2: Innenausbau des LfU-Messfahrzeugs für den Workshop in Tschernobyl.

Zur Messtechnik gehörten u. a. ein In-situ Gammaskpektrometrie-System mit Bleiabschirmung, ein Gestell für Proben-Messungen, Dosisleistungsmessgeräte, Kontaminationsmessgeräte, ein Messsystem, das zwischen natürlichem und künstlichem Anteil der Strahlung differenziert, sowie eine Gamma-Sonde,

die während der gesamten Fahrt passiv mitlaufen und nach der Rückkehr ausgelesen werden konnte. Das im Referat vorhandene Messfahrzeug erwies sich für die gestellte Aufgabe als zu klein, so dass zunächst ein geeignetes Fahrzeug aus dem Fuhrpark der LfU organisiert werden musste. Die Wahl fiel auf einen Mercedes Kastenwagen mit 2,8 Tonnen zulässigem Gesamtgewicht. Das Fahrzeug wurde wegen der langen Fahrstrecke von über 5.000 km gründlich gewartet. Als größtes Element erhielt der Laderaum einen alten ausgemusterten Schreibtisch aus den Kellern der LfU. Auf und unter ihm konnte eine Vielzahl von

Messgeräten untergebracht werden. Als Kontaminationsschutz wurde das Fahrzeug an allen begehbaren Stellen mit einem Teppichboden ausgerüstet.

Die Fahrt

Das Angebot der Veranstalter, für die Fahrt durch die Ukraine einen Konvoi zu bilden, wurde von allen westlichen Teams dankbar angenommen. Als Treffpunkt war Debrecen im Osten von Ungarn vereinbart. Der internationale Konvoi aus 15 Fahrzeugen von 11 Teams aus 5 Ländern begann seine Fahrt dort am 13. 09. um vier Uhr morgens und kam gegen halb sechs Uhr an der ungarisch-ukrainischen Grenze in Zahony/Chop an. Nach über 2 Stunden für die Passformalitäten ging es zu einem „Terminal“, an dem die Ladung abgefertigt werden musste. Zahlreiche Stempel in allen Größen, Formen und Farben mussten in verschiedenen Büros auf einen Laufzettel gestempelt werden, was jedes Mal mit viel Geduld und teilweise mit Gebühren verbunden war. Die eigentliche Kontrolle sollte – wie wir erst später erfuhren – an unserem Zielort in Iwankow vom Kiewer Zoll durchgeführt werden, um den Grenzübertritt zu vereinfachen.

Nachdem wir mehr als 8 Stunden an der Grenze verbracht hatten, ging die Fahrt durch die Ukraine um 16 Uhr endlich los. Ab der Grenze hatten wir für den Konvoi eine Polizei-Eskorte der ukrainischen Straßenpolizei, die uns für die nächsten 16 Stunden in mehreren Schichten begleitete. Der Konvoi bewegte sich in rasender Fahrt – vor dem Dunkelwerden – durch die kurvigen und schlaglochreichen Straßen der Karpaten. Die einzigen Pausen wurden zum Tanken eingelegt, und um den etwas auseinandergezogenen Konvoi nach längerer Fahrt wieder zu sammeln und durchzuzählen. Am 14. 09. um 8 Uhr morgens kamen wir schließlich in Iwankow an.

1. Tag: Vorbereitung, Eröffnung, Seminar

Das Programm des Workshops begann am selben Tag mit den Vorbereitungen der Messtechnik. So mussten die In-situ gammaskpektrometri-



Abb. 3: Halt am Straßenrand in den Karpaten, um den Konvoi zu sammeln.

schen Systeme mit Stickstoff versorgt werden, der vom Veranstalter in großen Vakuum-Behältern bereit gestellt wurde. Es mussten alle Systeme überprüft werden, schließlich hatten sie eine äußerst holprige Fahrt hinter sich, auf der sie gründlich durchgerüttelt wurden. Der Workshop wurde am Nachmittag offiziell eröffnet, mit Ansprachen und einem Seminar mit zwei Fachvorträgen zur Risikoabschätzung der Konsequenzen des Unfalls von Tschernobyl und zur Radioökologie in der Sperrzone. Nach dem offiziellen Begrüßungs-Abendessen ging ein mehr als 42 Stunden dauernder „Arbeitstag“ zu Ende.

2. Tag: Messungen bei kleiner Dosisleistung

Am 15.09. versammelten sich die Teams morgens, bereits in Schutzkleidung, zu einem kurzen Briefing zu den Übungen vor dem Hotel. Anschließend fuhren wir von Iwankow zu dem vorgesehenen Messort in der Sperrzone. Die Grenze der Sperrzone passierte der Konvoi am Checkpoint Ditjatki. Auf der Fahrt streiften wir auch Randbezirke von Tschernobyl, das etwa 15 Kilometer von dem Kernkraftwerk entfernt liegt und in dem heute wieder Menschen leben, die in der Sperrzone arbeiten.

Der erste Messort befand sich in einem Abstand von etwa 6 km von den vier Reaktoren, auf einem Feld am Waldrand. Hier wurden mehrere Übungen durchgeführt. Einmal musste entlang einer Messstrecke von 10 mit Stäben markierten

Messpunkten, die vom freien Feld in den Wald führte, sowohl die Dosisleistung in 1 m Höhe und am Boden als auch die Betastrahlung mit einem Kontaminationsmonitor bestimmt werden. Die Übung bot die Möglichkeit, zwei unserer am meisten eingesetzten Dosisleistungsmessgeräte miteinander zu vergleichen und ihre jeweilige Einsatzfähigkeit zu erproben. Während eines der Geräte ein Zeigerinstrument ist und die Dosisleistung sehr schnell anzeigt, hat das andere Gerät eine Digitalanzeige und die Möglichkeit, den Messwert über eine gewisse Zeit zu integrieren und vom Gerät mitteln zu lassen. Die Dosisleistung betrug im Feld ungefähr 1 bis 2 Mikrosievert pro Stunde. Dies entspricht etwa dem Zehnfachen des bei uns üblichen natürlichen Untergrundes. Im Wald stieg die Dosisleistung deutlich an, an den markierten Punkten konnten wir bis zu 4 Mikrosievert pro Stunde feststellen. Die Ursache liegt darin, dass Bäume bei einem Fallout wie ein riesiges Filter wirken und die radioaktiven Aerosole aus der Luft herausholen. Diese radioaktiven Stoffe bleiben im Wald. Sie werden später von den Blättern und Nadeln mit dem Regen abgewaschen und werden mit dem fallenden Laub auf dem Boden abgelagert.

Für die weiteren Messungen waren 5 Stellen markiert, an denen die Teams In-situ gamma-spektrometrische Messungen durchführen sollten. Mit dieser Methode kann die Bodenkontamination nuklidspezifisch bestimmt werden. Auch an diesen Messpunkten betrug die Gamma-Ortsdosisleistung etwa 1 Mikrosievert pro Stunde. Dies ist eine Dosisleistung, die von den gamma-

spektrometrischen Messgeräten noch ohne Probleme verkräftet wird. Die Messungen konnten vor Ort grob ausgewertet werden und zeigten auf den ersten Blick überdeutlich das auch bei uns durch den Unfall in Tschernobyl noch vorhandene Cäsium-137, ferner auch noch Cäsium-134, das durch seine kurze Halbwertszeit von nur 2 Jahren bei uns nur noch selten nachgewiesen werden kann. Als weiteres Nuklid fiel sofort Cobalt-60 auf, das in Deutschland nach dem Unfall nicht nachweisbar war, da es sich vor allem in der näheren Umgebung des Kernkraftwerkes abgelagert hatte. Zusätzlich wurde in geringeren Mengen auch noch Europium 154 gefunden. Detaillierte Analysen konnten während der Übung aus Zeitgründen nicht durchgeführt werden.



Abb. 4: Der internationale Konvoi passiert den Checkpoint Ditjatki, einen der wenigen Zugänge zur Sperrzone um das Kernkraftwerk Tschernobyl.

Als weitere Übung war eine Probenahme von Boden und Bewuchs vorgesehen, die vor Ort ausgemessen werden mussten, da ein Herausbringen von Proben aus der Sperrzone nach ukrainischem Gesetz verboten ist. Da wir nur einen Detektor zur Verfügung hatten, konnte die Messung der Proben nicht zeitgleich mit den In-situ-Messungen durchgeführt werden. Danach war ein umfangreicher Umbau und der Aufbau der sehr schweren Bleiabschirmung erforderlich. Während andere Teams aus 3, 4, 5 oder sogar 7 Personen die Aufgaben verteilen und parallel abarbeiten konnten, stießen wir hier als 2-Personen-Team deutlich an unsere Grenzen. So konnte die Übung der Probenmessung leider nur noch teilweise durchgeführt werden.

3. Tag: Messungen bei hoher Dosisleistung

Auch am 16.09. begann das Programm mit einem Treffen zu einer Kurzeinweisung in voller Schutzkleidung, um ein Umkleiden am Checkpoint vor der Einfahrt in die Zone zu vermeiden. Die erste Übung bestand aus einem „route mapping“, bei dem während der Fahrt auf einer Strecke von etwa 20 Kilometern rund um das Kernkraftwerk die Dosisleistung gemessen wurde. Ziel war es, die auf dieser Strecke liegenden kleinräumigen Bereiche mit Dosisleistungsspitzen erkennen zu können. Wir benutzten für diese Aufgabe zwei verschiedene Messsysteme: ein kontinuierlich messendes System, das etwa jede Sekunde einen Messwert abspeichert und ein übliches Dosisleistungsmessgerät, auf dem der Wert alle 10 oder 20 Sekunden abgelesen und von Hand notiert wurde. Ein zweites Gerät desselben Typs stand in der Fahrerkabine auf dem Boden und wurde zur Kontrolle eingesetzt. Während wir das Kernkraftwerk im Uhrzeigersinn umrundeten, konnten wir auch mit den Handmessungen einige Stellen erhöhter Dosisleistung feststellen. Das kontinuierlich messende System zeigte bei der Auswertung einen maximalen Werte von 11 Mikrosievert pro Stunde.

Als zweite Übung des Tages standen In-situ gamma-spektrometrische Messungen in hohen Dosisleistungsfeldern auf dem Programm. Hierfür war ein Messort in einer Entfernung von etwa nur 2 Kilometern vom Kraftwerk entfernt vorgesehen. Es handelte sich um einen Platz, wo sich früher in unmittelbarer Nähe der „rote Wald“ befand. Das Laub der Bäume hatte sich aufgrund der sehr hohen Strahlendosis rot gefärbt. Der Wald musste, nachdem er einige Jahre noch stand, wegen der Waldbrandgefahr und der damit hohen Gefahr der Freisetzung von Radioaktivität in die Atmosphäre, schließlich abgeholzt werden, die Bäume wurden vergraben. Die Messpunkte befanden sich für diese Übung auf einem der etwa 800 sogenannten „Gräber“ in der Sperrzone, in denen nach dem Unfall hochkontaminierte Gegenstände (z. B. kontaminiertes Werkzeug, Maschinen, kontaminierte Gegenstände aus Häusern, abgerissene Ortschaften, hochkontaminierter Boden, ...) in oberflächennahen Abfallgruben in einigen Metern Tiefe vergraben wur-

den. Die Erdüberdeckung beträgt in der Regel nur 30 bis 50 Zentimeter. Für die Messungen waren drei Messpunkte mit drei unterschiedlichen Dosisleistungen ausgesucht worden, bei etwa 50, 100 und 200 Mikrosievert pro Stunde. Dieser Messort lag damit in einem Bereich, der erhöhte Vorsichtsmaßnahmen hinsichtlich des persönlichen Schutzes erforderlich machte. So wurde die Übung von nahezu allen Teilnehmern mit Atemschutz durchgeführt. Erhöhte Vorsicht war hier auch geboten, um keine Kontamination in das Fahrzeug zu verschleppen. Bei jedem notwendigen Wechsel zwischen Fahrzeug und Außenwelt mussten die Schuhe gewechselt bzw. Überschuhe getragen werden. Ferner war darauf



Abb. 5: Messungen auf einem der 800 „Gräber“, oberflächennahen Abfallgruben der Sperrzone. Im Hintergrund der gemeinsame Kamin von Block 3 und 4 des Kernkraftwerks Tschernobyl.

zu achten, dass die Kontamination der Messausrüstung auf das absolut notwendige Mindestmaß beschränkt blieb. Wir hatten uns für den Messpunkt mit einer mittleren Gamma-Ortsdosisleistung von etwa 50 Mikrosievert pro Stunde entschieden. Vorversuche in der LfU hatten nahegelegt, dass wir bei dieser Dosisleistung noch Ergebnisse erzielen können. Zunächst wurde der In-situ Detektor auf seinem Stativ aufgebaut. Die Messelektronik blieb zum Kontaminationsschutz im Fahrzeug. Dadurch musste ein Kabel von der Elektronik zum Detektor verlegt werden. Damit dieses nicht mit dem kontaminierten Gelände in Berührung kam, wurden drei Metallstäbe mit Haken zwischen Fahrzeug und Stativ in den Boden gesteckt und das Kabel über die Haken geführt. Die Füße des Stativs und die Stäbe, die mit dem kontaminierten Boden in Berührung waren, wurden nach dem Abbau einfach aber wirkungsvoll mit Klebeband umwickelt, um die

Kontamination zu fixieren und einzuschließen. Während die In-situ-Messung lief, wurde die Dosisleistung im Umfeld der Messpunkt-Markierung ausgemessen. Sie war extrem inhomogen. An der Markierung selbst herrschten etwa 40, ein paar Schritte in der einen oder anderen Richtung daneben nur 30 oder sogar 70 Mikrosievert pro Stunde. An der Böschung zur Straße konnten sogar 100 bis 140 Mikrosievert pro Stunde gemessen werden. Diese kleinräumige Inhomogenität innerhalb weniger Meter ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass hier viele unterschiedlich stark strahlende Gegenstände vergraben wurden. Die hier angetroffene Höhe der Strahlung bringt das Messsystem hart an die Grenze der Einsatzfähigkeit. Durch die sehr hohen Zählraten ist das System eine gewisse Zeit mit der Verarbeitung der Impulse für die Aufnahme weiterer Gammaquanten blockiert. Diese sogenannte Totzeit des Messsystems betrug bereits über 90 Prozent. Die Auflösung des Halbleiterdetektors, die normalerweise sehr gut ist, wird deutlich schlechter, wodurch eine Identifikation von Nukliden durch die jetzt sehr breiten Gammalinien erschwert wird. Immerhin konnte das Spektrum doch ausgewertet werden und dieselben Nuklide wie am Vortag nachgewiesen werden. Eine quantitative Aussage ist wegen der Unsicherheiten bei derart hohen Totzeiten und vor allem auch wegen der unbekanntenen Geometrie der vergrabenen Aktivität nicht möglich.



Abb. 6: Messungen im Bereich hoher Dosisleistung mit kollimierten Detektoren.

Andere Teams hatten sich auch an die Messpunkte mit 100 und 200 Mikrosievert pro Stunde Dosisleistung herangewagt. Sie benutzten dazu sogenannte kollimierte Systeme, bei denen der Detektor durch eine ringförmige, nach unten offe-

ne Bleiabschirmung umgeben ist. Der Vorteil dieser Methode ist, dass hierdurch deutlich weniger Strahlenquanten den Detektorkristall erreichen und damit die Totzeit reduziert werden kann. Der Nachteil besteht darin, dass Systeme mit Blei sehr viel mühsamer im Aufbau sind und das Gesichtsfeld des Detektors sehr stark, auf wenige Quadratmeter, eingeschränkt wird. Üblicherweise ist es gerade das große Gesichtsfeld von 30 bis 50 Metern Radius, das den besonderen Vorteil der In-situ-Methode darstellt. Denn hierdurch kann eine Mittelung über die Fläche einer ganzen Wiese durchgeführt werden, wofür ansonsten 10 bis 20 Bodenproben erforderlich wären. Bei der starken Inhomogenität der Abfallgrube sind so auch die Messergebnisse der verschiedenen Teams, die ihre Systeme ja mehrere Meter voneinander entfernt aufbauen mussten, nicht mehr vergleichbar.

Eine besondere Erfahrung war die Grenze der Einsetzbarkeit des Kontaminationsmonitors in dem hohen Dosisleistungsfeld. Durch die Gamma-Querempfindlichkeit, d. h. die unerwünschte Empfindlichkeit für Gammastrahlung, die normalerweise vernachlässigt werden kann, zeigte das Gerät im Fahrzeug eine Impulsrate von über 1.000 Impulsen pro Sekunde. Mit einem derart extrem hohen Grundpegel sind keine Kontaminations-Direktmessungen mehr möglich. Der übliche Untergrundpegel liegt für solche Geräte normalerweise bei fünf bis zehn Impulsen pro Sekunde. Unter diesen Bedingungen ist eine Kontaminationskontrolle von Personen, Ausrüstung und Fahrzeug vor Ort nicht mehr möglich. Diese konnte erst nach der Rückkehr von dem Einsatz durchgeführt werden. Die Schutzanzüge und Schuhe wurden daher in Plastiksäcken verpackt, Handschuhe und Überschuhe kamen zum radioaktiven Abfall, der beim Verlassen der Sperrzone abgegeben werden konnte und von den Veranstaltern über deren Institut entsorgt wurde.

Strahlenexposition und Kontamination

Nach Ende der Messungen wurde auch die Gesamtdosis der Personendosimeter abgelesen, die etwa 80 bzw. 100 Mikrosievert durch externe Gammastrahlung betrug. Nach der Rückkehr

nach Deutschland wurden Ganzkörpermessungen durchgeführt, die kaum eine Erhöhung gegenüber den vor der Dienstreise durchgeführten Messungen zeigten. Bei dieser Methode werden Personen hinsichtlich der in den Körper aufgenommenen Gammastrahler ausgemessen. Bei einer gammaspektrometrischen Analyse der Atemschutzmasken konnten ebenfalls keine künstlichen Radionuklide nachgewiesen werden. Die Dosis durch Inkorporation fällt somit nicht ins Gewicht. Die gesamte Strahlenexposition während des Workshops wurde ganz überwiegend durch die letzte Übung verursacht. Sie beträgt weniger als 5 % der natürlichen jährlichen Strahlenbelastung, die in der Bundesrepublik Deutschland im Mittel 2.400 Mikrosievert beträgt. Sowohl die vor Ort durchgeführten als auch die nach der Rückkehr sehr detaillierten Kontaminationskontrollen von Fahrzeug und Ausrüstung zeigten, dass auch in dem hochkontaminierten Gebiet mit erstaunlich wenig und wesentlich geringeren Kontaminationen als erwartet gearbeitet werden konnte.



Abb. 7: Pripjat 1999 – eine Geisterstadt.

Der Sarkophag und Pripjat

Anschließend an die letzten Messungen des Workshops fuhren wir nach Pripjat, nur zwei Kilometer vom Kraftwerk entfernt. Pripjat war die Stadt der Kernkraftwerksarbeiter, eine junge Stadt, die erst 1970 erbaut wurde. Sie hatte 50.000 Einwohner und wurde nach dem Unfall 1986 vollständig evakuiert. Pripjat ist heute eine Geisterstadt, totenstill, die Gebäude sind ausgeplündert und zerfallen. Sie wird langsam von der Natur zurückerobert, das Gras drückt durch die



Abb. 8: Das LfU-Team vor dem Kernkraftwerk Tschernobyl.

Ritzen im Asphalt, überall wo einstmal Grünstreifen waren, wachsen heute hohe Büsche und Bäume.

Danach erhielten wir noch die Gelegenheit, das Kernkraftwerk Tschernobyl und damit auch den „Sarkophag“, den gigantischen Betonmantel um den havarierten Block 4, aus der Nähe zu sehen. Bei einem Besuch im Informationszentrum wurde ein Video gezeigt, das die Konsequenzen des Unfalls zeigte und das sehr nachdrücklich auf die Probleme einging, mit denen die Ukraine heute bei der Unfallfolgenbekämpfung ringt. Als schwerwiegendes Hauptproblem wird die zunehmende Unsicherheit des Sarkophags angesehen, der bereits an 16 kritischen Stellen nicht mehr voll-

ständig stabil sein soll. Es wird befürchtet, dass die radioaktiven Freisetzungen bei einem Zusammenbrechen des Sarkophags und die Folgen schlimmer sein werden als bei dem Unfall 1986.

Erfahrungen

Der Workshop hielt, was er versprach. Er bot unglaublich vielfältige und umfangreiche Erfahrungen, sei es zu den notwendigen Schutzmaßnahmen oder zu Leistungsfähigkeit und Einsatzmöglichkeiten für die Messtechnik. Eine der wichtigsten Erkenntnisse war, dass ein Einsatz in der Art der Übungen mit einem Team aus zwei Personen nicht durchgeführt werden kann. Es sind hierfür im Minimum drei oder vier Personen notwendig. Eine Person sollte aus Gründen des Kontaminationsschutzes im Fahrzeug bleiben und dort alle Geräte bedienen und vor allem dem außen arbeitenden Team alle notwendigen Handreichungen leisten. Bei mehreren durchzuführenden Messungen müssen diese unter verschiedenen Personen aufgeteilt werden. Sinnvoll kann auch ein weiteres Team-Mitglied sein, das nur für die Dokumentation zuständig ist. Das Beispiel anderer Teams, z. B. des sehr professionellen französischen Teams, zeigt, dass der Katastrophenschutz in Deutschland durchaus noch einen höheren Stellenwert erhalten könnte. Sehr wertvoll waren auch die Erfahrungen mit den Grenzen der verschiedenen Messsysteme, die bei der Einsatzplanung eine elementare Rolle spielen. Weitere Erkenntnisse sind auch aus dem noch ausstehenden Abschlussbericht der Veranstalter zu erwarten, in dem die Messergebnisse der Teams verglichen werden sollen. Insgesamt ergab sich ein reichhaltiger Erfahrungsschatz, der in die Notfallplanung des Strahlenschutzes Eingang finden wird.

Susanne Weimer

Entwicklung der Luftqualität in Baden-Württemberg seit 1975

Im Gründungsjahr 1975 der LfU lagen bereits Erkenntnisse über die Immission von Luftverunreinigungen in Baden-Württemberg vor. Messungen wurden schon seit 1966 von der Landesanstalt für Arbeitsschutz, Immissions- und Strahlenschutz durchgeführt. Allerdings hatte sich die Überwachung der Luftqualität ausschließlich auf die Ballungsgebiete Stuttgart, Mannheim und Karlsruhe und wenige weitere Städte beschränkt. Luftverunreinigungen wurden weitgehend als städtisches Problem angesehen, die ländlichen Gebiete wurden als wenig oder gar nicht belastet eingestuft. Die Gipfellagen des Schwarzwaldes wurden gar als „Reinluftgebiete“, d. h. ohne jede Veränderung der natürlichen Luftzusammensetzung bezeichnet.

Im Folgenden soll die seitherige Entwicklung der Luftqualität und der Erkenntniswandel über die Ursachen und Verteilung der Luftverunreinigungen anhand von ausgewählten Komponenten exemplarisch dargestellt werden.

Schwefeldioxid und Staub – die Leitkomponenten der Luftverunreinigung in den 70er-Jahren

Die Ursachen der Luftverunreinigung durch diese Stoffe waren seinerzeit in den Städten und Industriezonen selbst zu suchen. Dort kam es besonders während herbstlicher und winterlicher Hochdruckwetterlagen mit schwachem Wind und geringem vertikalen Luftaustausch, den sog. Inversionslagen, zu klassischen Smog-Situationen, bei denen die Schwefeldioxid-Konzentrationen drastisch anstiegen und zu erheblichen gesundheitlichen Belastungen führten. So wurde im Immissionsbericht der LfU vom Dezember 1975 erwähnt, dass „eine tief liegende Inversion mit Untergrenzen unter 400 Meter um die Mittagszeit in Stuttgart am 29. Dezember 1975 zu außergewöhnlich hohen Konzentrationen von Schwefeldioxid im 3-Stunden-Mittel von $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ führte“. Solche Werte sind heute, 25 Jahre später, absolut unvorstellbar.

Die Überwachung der Luftqualität war auf die Stadtgebiete ausgerichtet und erstreckte sich fast ausschließlich auf Schwefeldioxid und den Staubbiederschlag. In Baden-Württemberg wurden 1975 durch die LfU 17 Stationen zur Messung von Schwefeldioxid betrieben. Erstmals wurden in diesem Jahr zusätzlich drei automatisierte Messeinrichtungen in Mannheim in Betrieb genommen, mit denen auch schon weitere Komponenten wie Stickstoffoxide, Ozon, Schwebstaub und Kohlenmonoxid erfasst wurden.

Als Beurteilungsmaßstab dienten die Grenzwerte der ein Jahr zuvor erlassenen „Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft“ (TA Luft). Obwohl die TA Luft nur für die Beurteilung und Überwachung von industriellen Anlagen mit einem entsprechend hohen Grenzwert von $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für Schwefeldioxid konzipiert war, wurde sie für alle Belange des allgemeinen Immissionsschutzes herangezogen. Deshalb ist die seinerzeitige Beurteilung der Luftqualität, trotz der im Mittel hohen und in Smog-Situationen weiter gesteigerten Schwefeldioxid-Belastungen, verständlich: „Insgesamt zeigt die Auswertung des Jahres 1975, dass alle Stationen noch einen sicheren Abstand zu den Schwefeldioxid-Grenzwerten aufweisen.“

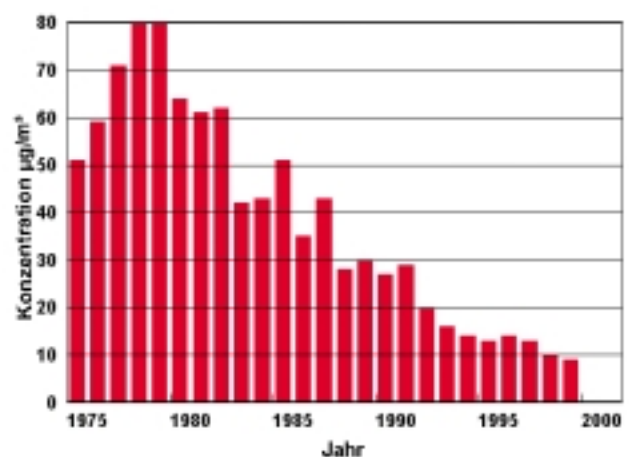


Abb. 1: Entwicklung der Jahresmittelwerte der Schwefeldioxid-Konzentration in Mannheim.

In der Abb. 1 ist der Verlauf von Jahresmittelwerten der Schwefeldioxidkonzentration beispielhaft

für Mannheim dargestellt. Dort wurden über viele Jahre die höchsten Konzentrationen im Land verzeichnet.

In den Jahren 1978 und 1979 wurde der Höhepunkt der Schwefeldioxid-Belastungen erreicht. Seitdem zeigten die Konzentrationen einen zuerst geringen, dann deutlichen Rückgang. Dieser ist auf eine Vielzahl von Minderungsmaßnahmen bei den Emittenten zurückzuführen: ein fast vollständiger Ersatz von Heizungen mit schwefelreicher Kohle durch schwefelärmere Brennstoffe wie Öl und Erdgas, großflächiger Ausbau der Fernwärme in den Innenstadtgebieten, ab 1983 Einbau von Anlagen zur Rauchgasentschwefelung in alle industriellen Großemittenten und Kraftwerke. Schwefeldioxid hat spätestens seit Anfang der 90er-Jahre seine Bedeutung als Leitkomponente für die Luftqualität verloren. Heute werden Jahresmittel um die $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, also nur noch ein Bruchteil der früheren Belastungen gemessen.

Bis 1987 wurden die Minderungserfolge im eigenen Land teilweise überdeckt durch häufige Ferntransporte aus den östlichen Nachbarstaaten, besonders aus der ehemaligen DDR aufgrund der dort extrem hohen Schwefeldioxid-Emission durch ausschließliche Verwendung von schwefelhaltiger Braunkohle zur Energieerzeugung.

Die seit etwa 1980 geführte Diskussion um das Waldsterben hatte auch zu einer neuen Dimension bei der Luftüberwachung geführt. Im Zuge der Ursachenforschung erfolgte die Einrichtung von Stationen in Waldgebieten, zuerst im Schwarzwald und im Schwäbischen Wald. Die Folge waren bessere Erkenntnisse über regionale und überregionale Schadstofftransporte von Schwefeldioxid, aber auch bald von Ozon und seinen Vorläufersubstanzen. Als sich in der durchschnittlichen Schwefeldioxid-Immissionsbelastung in Baden-Württemberg bereits eine Entspannung abzeichnete, erkannte man die Bedeutung des großräumigen, Ländergrenzen überschreitenden Ferntransportes für die Luftqualität. Während kalter Winterwetterlagen mit östlichen Windrichtungen traten in den Jahren 1983, 1985 und zuletzt 1987 Episoden mit extrem hohen Konzentrationen auf, die

auch die ländlichen Regionen des Landes für mehrere Tage bis Wochen mit Schwefeldioxid belasteten.

Diese Ereignisse waren 1988 der Auslöser für den Erlass einer Verordnung der Landesregierung zur Verhinderung schädlicher Umwelteinwirkungen bei austauscharmen Wetterlagen (Smog-Verordnung – SmogVO) in Baden-Württemberg. Dabei war aufgrund der schon eingeleiteten Schwefeldioxid-Minderungsmaßnahmen klar, dass kurzfristige Reduktionen der noch verbliebenen eigenen Emissionsquellen nur eine beschränkte Auswirkung haben würden. Die seit 1990 in den neuen Bundesländern und in der Tschechischen Republik durchgeführten drastischen Maßnahmen zur Emissionsminderung von Schwefeldioxid haben dann auch die Ursachen der Ferntransporte beseitigt, so dass heute ein gleichbleibend niedriges Niveau der Schwefeldioxid-Konzentration in Baden-Württemberg vorherrscht. Aufgrund dieser Entwicklung konnte 1996 die Smog-Verordnung wieder aufgehoben werden. Auch die neuen Grenzwerte der Europäischen Union mit nur noch $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel werden selbst in Stadtgebieten sicher eingehalten.

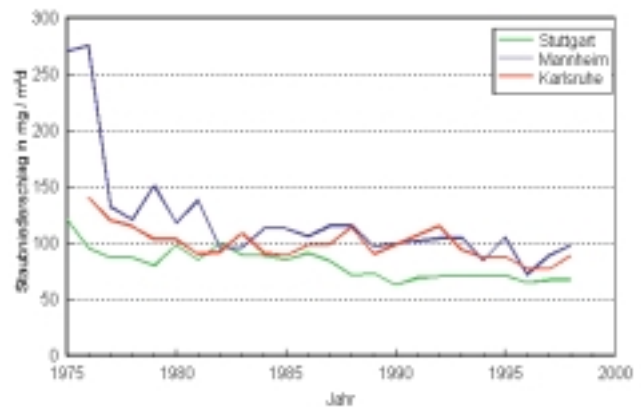


Abb. 2: Entwicklung des Staubniederschlags in Stuttgart, Mannheim und Karlsruhe, jährliche Flächenmittelwerte aus den Stadtgebieten.

In der Abb. 2 ist die Entwicklung des Staubniederschlags, also der auf der Erdoberfläche abgelagerten Staubmenge, dargestellt. Für eine Trendbetrachtung ist es günstig, dass die Staubniederschläge in den drei Stadtgebieten bis heute in unveränderter Form, was die Lage der Messorte und die Methodik betrifft, gemessen werden.

Mitte der 70er-Jahre war der Staubniederschlag in Mannheim mit der seinerzeitigen Prägung des Stadtgebietes durch die Emissionen der Grundstoff-Industrie und der intensiven Energieerzeugung auf Kohlenbasis noch auf einem recht hohen Niveau, im Gegensatz zu Karlsruhe und Stuttgart.

Aber schon 1982 hatten sich die Werte von Mannheim denjenigen der anderen Großstädte angeglichen, offensichtlich wurden die großen industriellen Staubquellen bis dahin weitgehend saniert. Das seitdem nahezu gleichbleibende Niveau des Staubniederschlags deutet darauf hin, dass im Wesentlichen nur noch der natürliche Anteil im Staubniederschlag erfasst wird. Merkliche Einflüsse aus Heizungen und lokalen industriellen Quellen sind in keiner Stadt mehr zu erkennen.

Leider liegen für die aus heutiger Sicht für die lufthygienische Beurteilung wesentlicheren Schwebstaub-Konzentrationen, d. h. des Staubes in der Luft, keine vergleichbar weit zurückreichenden Messdaten vor.

Stickstoffoxide

Mit den erweiterten und verbesserten messtechnischen Möglichkeiten ab etwa 1980 rückten weitere Stoffe neben Schwefeldioxid und Staubniederschlag ins Blickfeld, besonders die Stickstoffoxide. Dies auch deshalb, weil für diese Stoffgruppe eine ursächliche Beteiligung an den neuartigen Waldschäden vermutet wurde.

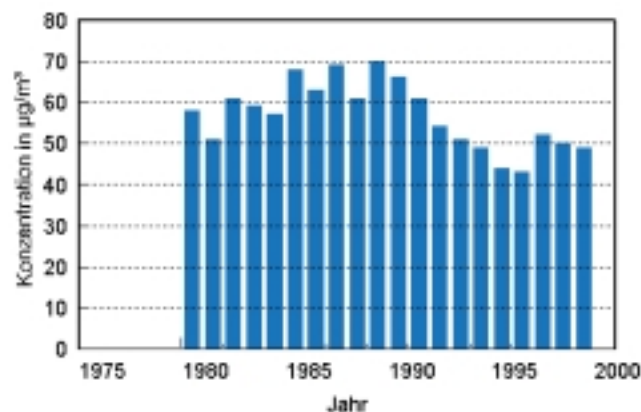


Abb. 3: Entwicklung der Jahresmittelwerte der Stickstoffdioxid-Konzentration in Karlsruhe.

Die anfangs noch lückenhaften Stickstoffdioxid-Messungen lassen erst ab 1980 eine Trendbetrachtung zu (s. Abb. 3). Im Gegensatz zu Schwefeldioxid ist seitdem nur ein schwach abnehmender Trend zu erkennen, sodass Stickstoffdioxid heute noch die dominierende Luftverunreinigung im Lande ist, sowohl was die Konzentration als auch die räumliche Ausdehnung betrifft. Ein Maximum der Belastung deutet sich zwar um 1990 mit einem anschließenden Rückgang an. Derzeit ist aber offensichtlich immer noch ein starkes Emissionspotenzial vorhanden, wie die wieder ansteigenden Werte 1997 und 1998 belegen. Kurzzeitig kam es im Januar 1997 sogar zu außergewöhnlich hohen Immissionswerten, wobei im nördlichen Rheingraben flächendeckend die höchsten Konzentrationen der letzten 10 Jahre gemessen wurden. Die zukünftigen Grenzwerte der Europäischen Union von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittel können in vielen Landesteilen derzeit nicht eingehalten werden.

Nach der erfolgreichen Einführung der Rauchgasentstickung bei den großen Kraftwerken ist der Kraftfahrzeugverkehr heute mengenmäßig die wichtigste Emissionsgruppe für Stickstoffoxide. Neben der direkten lufthygienischen Wirkung von Stickstoffdioxid als Schadstoff hat das luftchemische Umwandlungsprodukt Nitrat einen wesentlichen Anteil an der Versauerung des Regens und der Böden. Dabei hat es zwischenzeitlich das Sulfat, welches aus der Schwefeldioxid-Emission stammt, als Hauptsäurebildner abgelöst. Auch hieran wird die aktuelle Bedeutung der Stickstoffoxide als Luftverunreinigung sichtbar.

Die wohl wichtigste Rolle kommt den Stickstoffoxiden jedoch durch die Reaktion mit flüchtigen organischen Verbindungen zu, welche bei schönem Sommerwetter zur Bildung von Ozon in den bodennahen Luftschichten führen.

Ozon

Obwohl sehr hohe Ozon-Konzentrationen schon während des heißen Juni 1976 gemessen wurden, handelte es sich um eine schnell vergessene Episode. Das Hauptinteresse galt den Schwefeldioxid- und Staub-Immissionen und

den winterlichen Smog-Episoden. Auch ließen die räumlich und zeitlich noch lückenhaften Ozonmessungen keine gesicherte Beurteilung der Situation zu. Erst mit der Ausweitung des Messnetzes sind seit etwa 1980 verlässliche Resultate vorhanden.

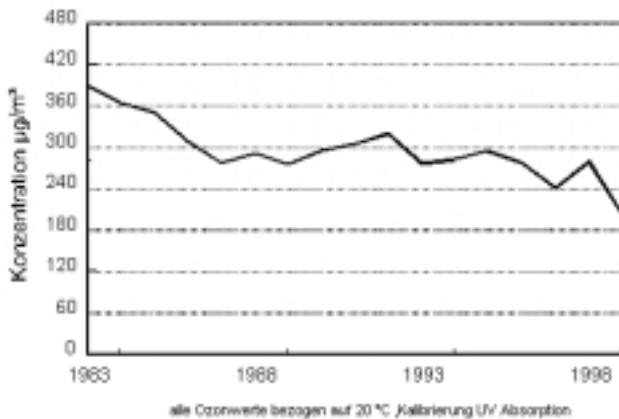


Abb. 4: Maximale Ozon-1-Stunden-Werte im gesamten Luftmessnetz Baden-Württemberg.

Rückblickend ergaben sich die höchsten Konzentrationen, dargestellt durch die maximalen 1-Stunden-Werte, Anfang der 80er-Jahre (s. Abb. 4).

Obwohl in den damaligen Monatsberichten der LfU wiederholt auf die Ozonbelastungen hingewiesen wurde, wie im folgenden Zitat: „Die Ozon-Immissionen erreichten über viele Tage hinweg hohe Konzentrationen mit gelegentlichen Spitzen um $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$.“ (Juli 1983), war das öffentliche Interesse an Ozon eher gering. Erst mit Ende der 80er-Jahre wurde die Diskussion um die sommerliche Ozonbelastung verstärkt auch in den Medien geführt. Im wissenschaftlichen Rahmen nahm das Verständnis für die gesamte Luftchemie in dieser Zeit stark zu und führte zur Entwicklung aussagefähiger Simulationsmodelle. Mit diesen wurden in zunehmendem Maße die Auswirkungen von Emissionsminderungen auf die Ozonkonzentration untersucht. Dabei zeigte sich, dass ganz erhebliche Emissionsminderungen bei den Vorläufersubstanzen Stickstoffoxide und flüchtige organische Verbindungen nötig sind, um eine merkliche Verringerung der Ozonbelastung zu erreichen. Auch im politischen Rahmen wurden verschiedenste Überlegungen angestellt, welche Maßnahmen praktikabel und wirkungsvoll

sind. Die Auswirkung einer lokalen, zeitlich begrenzten Verkehrsbeschränkung wurde im bundesweit einmaligen Ozonversuch 1994 in Neckarsulm/Heilbronn getestet. Das Ergebnis zeigte, dass auf einzelne Städte begrenzte Emissionsminderungen keine entsprechende Verminderung der Ozonkonzentration nach sich ziehen. Als Konsequenz daraus und aus ähnlichen Untersuchungen wurde von der Bundesregierung das sog. Ozongesetz verabschiedet, welches Verkehrsbeschränkungen auf der Fläche eines oder mehrerer Bundesländer vorsieht. Die Kriterien waren erstmals für die Auslösung der vorgesehenen Maßnahmen am 11. August 1998 in Baden-Württemberg erfüllt. In der Praxis zeigte sich jedoch nur eine geringe Emissionsverminderung und keine nachweisbare Absenkung der großflächigen Ozonkonzentration.

Die aktuellen Probleme der Luftreinhaltung

Nachdem die Luftverunreinigungen aus dem industriellen Bereich und den häuslichen Heizungsanlagen sehr viel geringer geworden sind, prägen die Abgase des Autoverkehrs ganz wesentlich die Luftqualität im Jahr 2000. Die Substanzen Ruß und Benzol sind schon seit einigen Jahren als Leitkomponenten des Verkehrs erkannt und werden intensiv überwacht. In verkehrsreichen städtischen Straßen sind sie heute die problematischen Komponenten, mit nach wie vor häufigen Überschreitungen der gesetzlichen vorgeschriebenen Prüfwerte. Im regionalen und landesweiten Maßstab sind Stickstoffoxide und flüchtige organische Verbindungen aus dem Kraftfahrzeugverkehr die kritischen Luftverunreinigungen, welche die Luftqualität vermindern und außerdem zur Ozonbildung beitragen.

Auch der Schwebstaub in der Luft hat in den letzten Jahren eine verstärkte Aufmerksamkeit erfahren. Neuere Erkenntnisse über die gesundheitlichen Auswirkungen, die Rolle in der gesamten Luftchemie sowie die Einflüsse auf das Klima machen die Verringerung der feinen und feinsten Staubpartikel in der Luft zu einer vordringlichen Aufgabe im Umweltschutz.

Motorräder, Leichtkrafträder, City-Roller – zumeist noch ohne Kat Die Zweirad-Branche boomt, aber bei der Abgasreinigung besteht starker Nachholbedarf

Der Kraftfahrzeugverkehr hat an der Luftbelastung einen wesentlichen Anteil. Aus diesem Grund wurde das Thema „Umweltverträgliche Verkehrsentwicklung“ im Rahmen der Umorganisation 1998 neu in das Aufgabenspektrum der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) aufgenommen.

Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verkehr sollte die LfU die Emissionssituation bei motorisierten Zweirädern untersuchen und prüfen, ob Handlungsbedarf besteht. Die LfU hat diese Analyse durchgeführt und Maßnahmenempfehlungen abgeleitet. Die Ergebnisse werden im Folgenden in stark zusammengefasster Form dargestellt.

Auf dem motorisierten Zweiradmarkt in Deutschland, speziell in den alten Bundesländern, ist seit einigen Jahren ein gewaltiger Boom zu verzeichnen. Zum einen nimmt der Bestand an **Motorrädern**, die heute überwiegend für Freizeitwecke eingesetzt werden, seit etwa 1990 rasant zu. Zum anderen hat die Klasse der **Leichtkrafträder** (und -roller) durch eine Änderung des Fahrerlaubnisrechts im Jahr 1996 deutlich an Attraktivität gewonnen, da nun auch Inhaber von älteren Pkw-Führerscheinen (vor 1.4.1980) solche Fahrzeuge fahren dürfen. Leichtkrafträder haben bis zu 125 ccm Hubraum und bis 15 PS und fahren Höchstgeschwindigkeiten von über 100 km/h. Vom Erscheinungsbild her vermitteln Leichtkrafträder oft den Eindruck von weitaus hubraumstärkeren Maschinen (das abge-

bildete Leichtkraftrad war der Bestseller des Jahres 1998), während Leichtkraftroller eher moderne Versionen des altbekannten Vespa-Rollers sind.

Die Bestandsentwicklung von Motorrädern und Leichtkrafträdern, zusammengefasst unter dem Begriff Krafträder, ist in Abbildung 1 dargestellt. Es fällt besonders der hohe Bestand in den 50er-Jahren auf, der nach einem Tiefpunkt 1972 erst 1997 wieder übertroffen wurde. Seit Anfang der 90er-Jahre verzeichnen die Krafträder die höchsten Zuwachsraten von allen Kraftfahrzeugen. Man könnte diese Entwicklung bei den Krafträdern charakterisieren als Übergang vom Erst- zum Zweit- oder Drittfahrzeug, das heute vor allem zu Freizeitwecken genutzt wird.

Ebenfalls aus Abbildung 1 zu ersehen ist der Bestandsverlauf für die **Kleinkrafträder** (und -roller) bis 50 ccm Hubraum („Fahrzeuge mit Versicherungskennzeichen“). Zu dieser Klasse zählen Mokicks, Mopeds, Mofas und Leichtmofas. Hier ist die Tendenz seit Jahren rückläufig; der Anstieg 1991 ist wiedervereinigungsbedingt.

Im Jahr 1998 setzte sich der Bestand an motorisierten Zweirädern in Deutschland folgendermaßen zusammen:

Motorräder	(> 125 ccm)	50,5 %
Motorroller	(> 125 ccm)	3,5 %
Leichtkrafträder/-roller	(> 50–125 ccm)	8,6 %
Kleinkrafträder/-roller	(≤ 50 ccm)	37,4 %



Infolge des Booms bei Motor- und Leichtkrafträdern hatte damit der Gesamtbestand an motorisierten Zweirädern zum 1. 7. 1998 seinen bisherigen Höchststand von 4,7 Mio. Fahrzeugen erreicht. Zum selben Zeitpunkt gab es 41,7 Mio. Pkw und Kombi.

Ausstattung mit U- und G-Kat

Die technischen Fortschritte der vergangenen Jahre bei der Abgasreinigung der Pkw sind an den motorisierten Zweirädern überwiegend folgenlos vorübergegangen, da die Grenzwerte bisher auch ohne Abgasnachbehandlung eingehalten werden können. Als einziger Motorrad-Hersteller rüstet BMW seine Maschinen serienmäßig mit Katalysator aus. Demzufolge ist der Anteil von Motorrädern mit geregelterm Kat (G-Kat) bzw. mit ungeregelterm Kat (U-Kat) am Bestand äußerst gering: 2,3 % bzw. 1,4 %. Bei Leichtkrafträdern liegen diese Anteile noch niedriger: 0,08 % bzw. 0,6 % (Stand 1. 7. 1998).

Schadstoff-Emissionen

Motorisierte Zweiräder werden meist mit fetter Gemischzusammensetzung gefahren. Dementsprechend enthält das Abgas relativ große Mengen an Kohlenmonoxid (CO) und Kohlenwasserstoffen (HC), die besonders bei Zweitaktmotorrädern aus unverbranntem Kraftstoff stammen und eine erhebliche Geruchsbelästigung darstellen.

Zur Beurteilung der Schadstoff-Emissionen von motorisierten Zweirädern wäre die geeignetste Vorgehensweise die Abgasmessung an eingefahrenen Maschinen nach einem möglichst realitätsnahen Fahrzyklus. Leider entspricht dies nicht der Praxis: Der für Krafträder gültige Fahrzyklus sieht eine maximale Geschwindigkeit von 50 km/h vor, was wenig realistisch ist angesichts der tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeiten: 49 % der in Deutschland zugelassenen Motorräder können Höchstgeschwindigkeiten von über 160 km/h fahren und 24 % über 200 km/h. Abgaswerte nach dem gültigen Fahrzyklus unter-

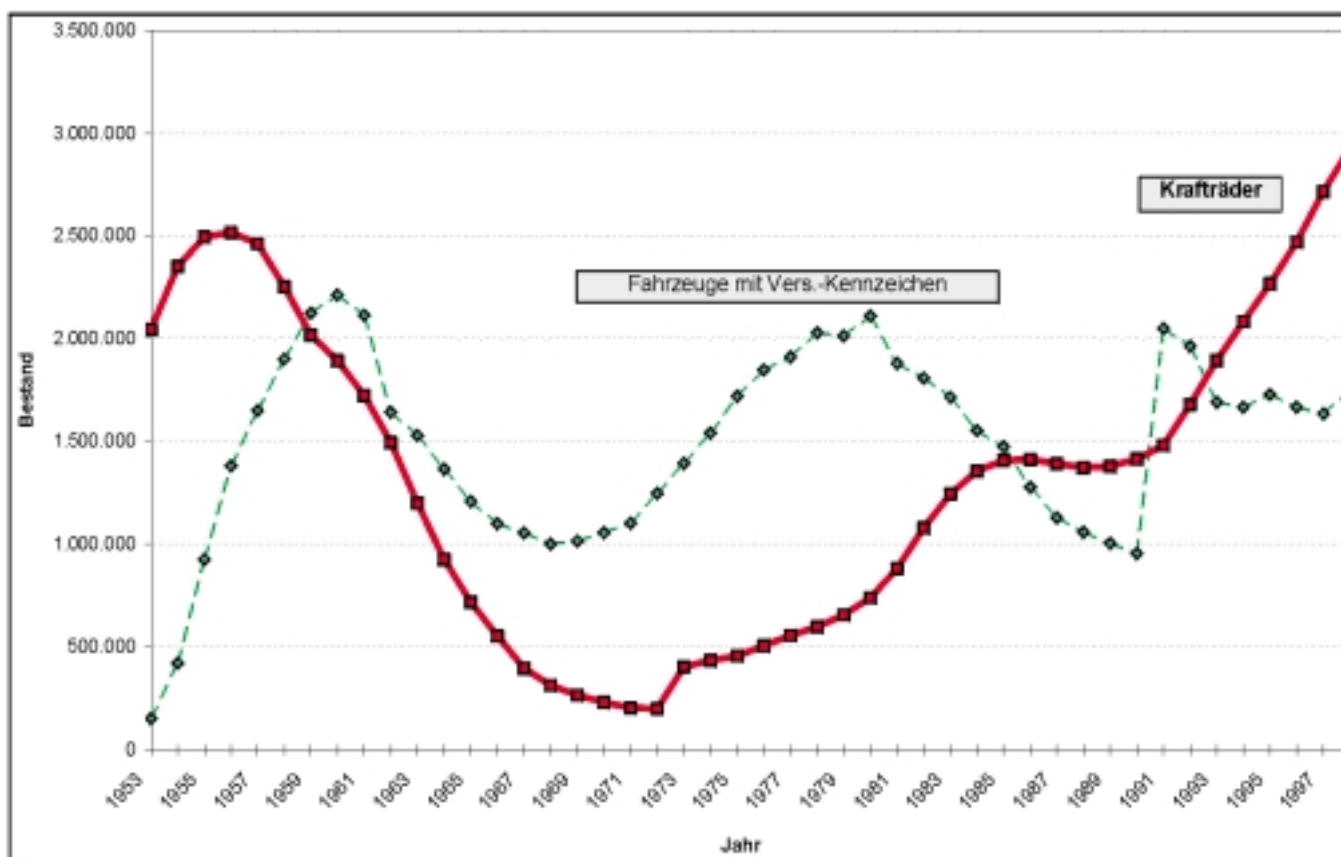


Abb. 1: Bestand an motorisierten Zweirädern zwischen 1953 und 1998 in Deutschland (Alte Bundesländer, ab 1991 Deutschland. Krafträder einschließlich Leichtkrafträder).

schätzen deshalb die Emissionen des realen Fahrbetriebs.

Andererseits sind diese Messwerte, die als Typprüfwerte im Rahmen des Zulassungsverfahrens von jedem neuen motorisierten Zweirad-Modell erhoben werden, meist die einzige verfügbare Information über den Schadstoffausstoß.

Messungen an Serienfahrzeugen gibt es kaum. Der TÜV Rheinland hat Anfang der 90er-Jahre gebrauchte Motorräder nach demselben Prüfzyklus vermessen, wie ihn Pkw zu absolvieren haben. Im Vergleich zu einem Pkw mit G-Kat der ersten Generation (1984) emittierten die Motorräder etwa 13-mal soviel Kohlenmonoxid und 12–40-mal soviel Kohlenwasserstoffe. In der Zwischenzeit sind die Pkw aufgrund strengerer Grenzwerte sehr viel sauberer geworden, was den Abstand noch vergrößert.

Ein neues, umfangreiches Messprogramm an 50 Fahrzeugen des aktuellen motorisierten Zweiradbestandes ist 1999 im Auftrag des Umweltbundesamtes begonnen worden.

Zur Verdeutlichung des Emissionsverhaltens sind in Abbildung 2 die Schadstoff-Typprüfwerte von je 10 Motorrädern und Leichtkrafträdern sowie 8 Kleinkrafträdern in Abhängigkeit vom Hubraum aufgetragen. Als Beurteilungsgröße wird die Schadstoffsumme CO+HC verwendet. Motor- und Schadstoffminderungskonzepte sind durch unterschiedliche Symbole dargestellt. Deutlich erkennbar nimmt die produzierte Schadstoffmenge keineswegs linear mit dem Hubraum zu. Zwar liegen 125-ccm-Fahrzeuge als Gruppe höher als die 50-ccm-Roller, mit zunehmendem Hubraum erfolgt aber nur noch eine geringfügige Zunahme in der breit gestreuten Gruppe der Motorräder. Am niedrigsten, auch unter dem Emissionsniveau sämtlicher Klein- und Leichtkrafträder, liegen die schweren 1100- und 1200-ccm-Motorräder mit G-Kat.

Dagegen steigt die Kfz-Steuer linear mit dem Hubraum an, so dass auch Motorräder mit G-Kat steuerpflichtig sind, obwohl sie erheblich weniger emittieren als die steuerbefreiten Klein- und Leichtkrafträder.

Bei modernen schadstoffreduzierten Pkw der Stufe D3 liegt die gleiche Schadstoffsumme CO+HC bei 0,6–0,7 g/km (Mittelklasse-Pkw, 1600 ccm, 74 kW), allerdings nach einem anspruchsvolleren und emissionsintensiveren Fahrzyklus. Demnach emittieren Motorräder ohne Kat mindestens 12–25-mal mehr CO und HC.

Anteil an den Gesamtemissionen

Welchen Anteil die motorisierten Zweiräder an den Gesamtemissionen des Kfz-Verkehrs haben, lässt sich mit relativ komplexen Modellen berechnen. Aus dem Verkehrsmodell der Gesellschaft für Umweltmessungen und Umwelterhebungen mbH (UMEG) ergibt sich für das Jahr 2000 ein Anteil der motorisierten Zweiräder von 11 % an den CO- und etwa 14 % an den HC-Emissionen aller Kfz – mit steigender Tendenz, da die Pkw-Emissionen rückläufig sind.

Diese Angaben sind Mittelwerte für das gesamte Jahr. Tatsächlich fällt aber der größte Teil der Fahrleistung bei den vor allem zu Freizeitfahrten genutzten Krafträdern in den Sommermonaten an. Eine Modellrechnung des Umweltbundesamtes hat ergeben, dass sich an einem heißen Sommertag der Anteil der Zweirad-Emissionen gegenüber dem Jahresmittelwert durchaus verdoppeln kann, mit der Folge, dass die motorisierten Zweiräder dann etwa ebensoviel Kohlenwasserstoffe emittieren wie die gesamte Flotte der Pkw mit geregelter Katalysator (Bezugsjahr 1996). Dies ist vor allem in Hinsicht auf die Ozonproblematik von Bedeutung, da Ozon aus Kohlenwasserstoffen und Stickstoffoxiden unter Einwirkung von Sonnenlicht gebildet wird.

Emissionen gedrosselter Leichtkrafträder

In Deutschland dürfen Jugendliche unter 18 Jahren Leichtkrafträder nur mit einer Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h fahren. Die dazu notwendige Drosselung des Motors wird von vielen Herstellern dadurch erreicht, dass bei Erreichen der Geschwindigkeitsgrenze ein Teil der Zündimpulse abgeschaltet wird, wodurch das Kraftstoff-Luft-Gemisch teilweise unverbrannt mit

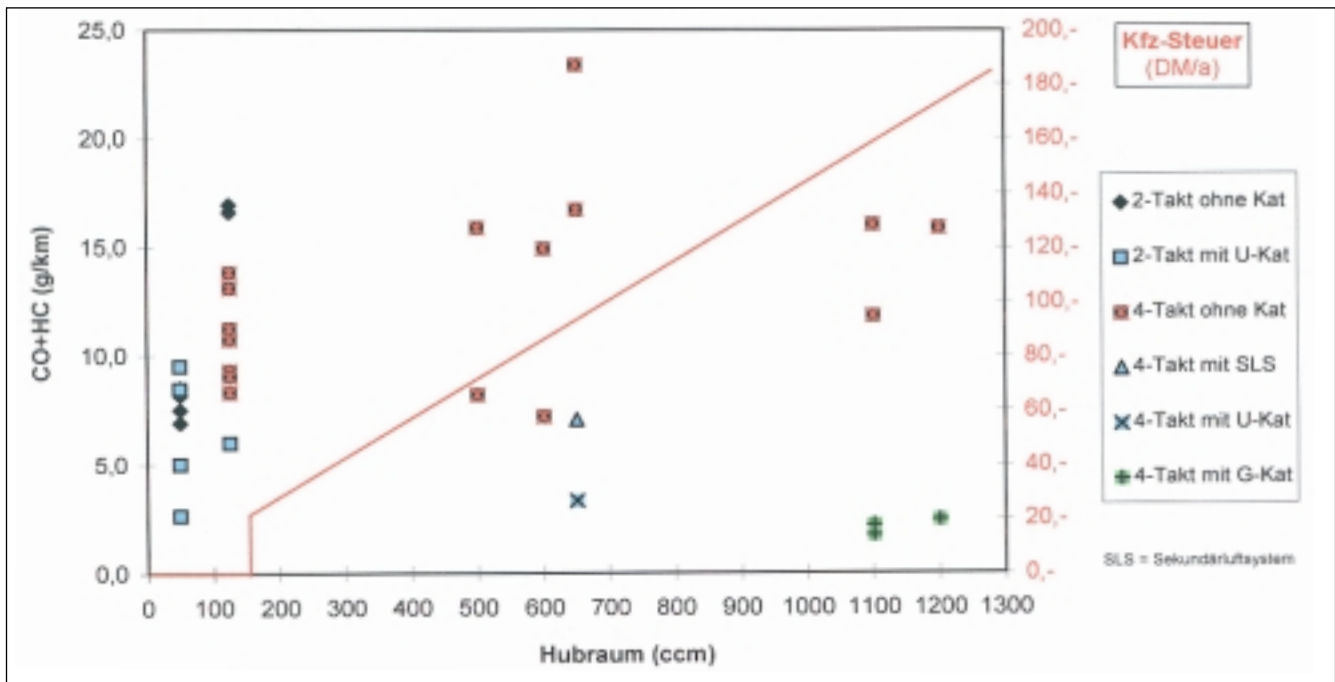


Abb. 2: Schadstoffsumme CO+HC (Typprüfwerte, in g/km) einiger motorisierter Zweiräder in Abhängigkeit von Hubraum und Motorkonzept. Zugrunde gelegt wurden jeweils die 10 bestverkauften Motorräder und Leichtkrafträder aus 1998 sowie 8 Kleinkrafträder.

den Abgasen ausgestoßen wird. Dies führt im Abregelbereich zu stark überhöhten Kohlenwasserstoffemissionen, die 2- bis 10-fach über den Normalwerten liegen. Es muss darauf hingewirkt werden, dass solche Fahrzeuge von der Industrie in Zukunft nicht mehr angeboten werden und dass eine Geschwindigkeitsbegrenzung ohne Emissionserhöhung realisiert wird.

Geräusch-Emissionen

Motorräder zählen zu den lautesten Fahrzeugen im Straßenverkehr. Sie stören vor allem dort, wo sie als Einzelereignis wahrgenommen werden. Ihre Geräuschpegel liegen – bei konstanter Geschwindigkeit – im Lkw-Bereich und erheblich über den Geräuschpegeln der Pkw. Bei extremem Fahrverhalten, wie etwa sehr starker Beschleunigung, „Hochziehen“ der Gänge und Gangwechsel bei unnötig hohen Drehzahlen, können einzelne Motorräder die Geräuschpegel von Lkw deutlich übertreffen. Da viele der bei Motorradfahrern besonders beliebten Strecken in Fremdenverkehrs- und Erholungsgebieten liegen, entsteht hier häufig, vor allem an Wochenenden, ein Konflikt mit dem Ruhebedürfnis der Bevölkerung.

Zusammenfassung

Aus der Analyse der Emissionssituation ergibt sich zusammengefasst: Motorisierte Zweiräder sind in ihrer Bedeutung als Schadstoffemittenten bisher unterschätzt worden. Die rasante Bestandszunahme der letzten Jahre in Verbindung mit Emissions-Grenzwerten, die keinen Kat erforderlich machen, hat dazu geführt, dass motorisierte Zweiräder trotz vergleichsweise geringer Fahrleistungen (ca. 2,7 % der Pkw-Fahrleistung) in weitaus höherem Maße an den verkehrsbedingten Emissionen von Kohlenwasserstoffen und Kohlenmonoxid beteiligt sind (ca. 14 % bzw. 11 % im Jahr 2000).

Maßnahmenempfehlungen

Für eine Verbesserung der Emissionssituation bieten sich die folgenden Maßnahmen an:

- **Grenzwertverschärfung:** Die derzeit gültigen Schadstoff-Emissionsgrenzwerte für motorisierte Zweiräder müssen soweit abgesenkt werden, dass der Einbau von Kats in Neufahrzeuge notwendig wird.

- **Begünstigung von Fahrzeugen mit G-Kat:** Die heute bereits angebotenen Fahrzeuge mit Abgasminderungskonzept sollten für die erzielte Schadstoffminderung von 80 bis 90 % steuerlich begünstigt werden (z.B. über Spreizung der Steuersätze bzw. eine befristete Steuerbefreiung). Auch für eine Nachrüstung mit G-Kat könnte damit ein finanzieller Anreiz geschaffen werden. Ein überarbeitetes Steuerkonzept sollte sinnvollerweise die emittierte Schadstoffmenge berücksichtigen.
- Ein realistischer Prüfzyklus muss eingeführt werden, der die Motorrad-typischen Geschwindigkeiten und hohen Beschleunigungen entsprechend abbildet.
- Senkung des Kraftstoffverbrauchs und damit des klimawirksamen Kohlendioxidausstoßes:
 - Der derzeitige Verbrauch (Motorräder: 4 bis 8 l Kraftstoff/100 km) ist zu hoch und sollte im Sinne einer größeren Energieeffizienz deutlich verringert werden.
 - Lärminderung: Der Lärmpegel der Fahrzeuge sollte durch konstruktive Maßnahmen gesenkt werden. Damit einhergehen muss eine Herabsetzung der Grenzwerte für das Fahrgeräusch. Ebenso wie bei den Schadstoffemissionen muss auch für die Messung des Fahrgeräuschs eine realistische Messvorschrift eingeführt werden, damit – wie bei Pkw und Lkw – die lautesten Betriebszustände erfasst werden und nicht wie bislang bei relativ niedrigen Drehzahlen gemessen wird.

Werner Scholz

Lärmschutz in Baden-Württemberg

Aufgabenfelder

Neben Luftverunreinigungen, Erschütterungen, Licht, Wärme und Strahlen nennt das Bundes-Immissionsschutzgesetz auch Geräusche als mögliche Ursache für schädliche Umwelteinwirkungen. Zum Schutz vor unzuträglichen Einwirkungen durch Lärm hat sich in Deutschland im Laufe von gut 30 Jahren ein stark differenziertes, an den Lärmquellen orientiertes Bewertungssystem herausgebildet. Es deckt die verschiedenen Bereiche der Schallentstehung und Schalleinwirkung weitgehend ab und konkretisiert die Anforderungen des Umweltrechts, des Baurechts und des Arbeitsschutzrechts. Zur Umsetzung dieser Anforderungen werden bei Planern, Betreibern und in der öffentlichen Verwaltung Fachkenntnisse über die Ermittlung und Beurteilung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen vorausgesetzt.

Hierbei kommt dem Staat die Aufgabe zu, die einheitliche Anwendung der Anforderungen sicherzustellen und die Interessen der Beteiligten gerecht auszugleichen. Die Staatlichen Gewerbeaufsichtsämter nehmen im Einzelfall die technischen Fachaufgaben beim Immissions- und Arbeitsschutz wahr. Schutz vor Lärm bedeutet dabei nicht allein, dass bestimmte Lärm-Obergrenzen eingehalten werden. Auch der Schutz der Ruhe, also der Erhalt „ruhiger“ Wohn- und Erholungsflächen, wird zunehmend als wichtige Aufgabe erkannt.

Die Landesanstalt für Umweltschutz unterstützt auf Anforderung die Behörden vor Ort, befasst sich mit technischen Grundsatzfragen und berät die Landesregierung. Darüber hinaus verfolgt die Landesanstalt die Entwicklung auf dem Gebiet der Wissenschaft und der Normung, arbeitet mit den Fachstellen in anderen Bundesländern zusammen und steht in engem Kontakt mit dem Umweltbundesamt.

Geräuschbelastungen als Problem

Unser Zusammenleben ist sehr stark auf akustische Kommunikation angewiesen. Nicht nur

menschliche Stimme und Sprache, auch Geräusche von Anlagen und Maschinen dienen bis zu einem gewissen Grad der Orientierung in unserem technisch geprägten Alltag. Sie signalisieren z. B., dass ein Fahrzeug sich nähert, ein Rattern im Getriebe macht uns auf technische Fehler aufmerksam. Überschreitet jedoch die Geräuschintensität oder Geräuschdauer ein gewisses Maß, steigern sich die unerwünschten Wirkungen – vor allem auf den unbeteiligten Menschen. Die Beeinträchtigung beginnt mit einer Irritation, führt bei längerer Dauer oder wiederholtem Auftreten zur Störung und wächst sich bei weiterer Steigerung zur Belästigung aus. Der Organismus reagiert mit Stresssymptomen. Schließlich wird eine Grenze erreicht, die Prüfungen und ggf. Maßnahmen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz auslösen – die Schwelle der „erheblichen Belästigung“. Noch höhere Pegel – solche, bei denen die normale Verständigung bereits stark beeinträchtigt ist – können längerfristig das Herz-Kreislauf-System angreifen oder gar das Gehör schädigen. Lärmschwerhörigkeit ist bei den Berufskrankheiten weiterhin mit hohem Anteil vertreten (19,4 % der neu anerkannten Fälle im Zeit-

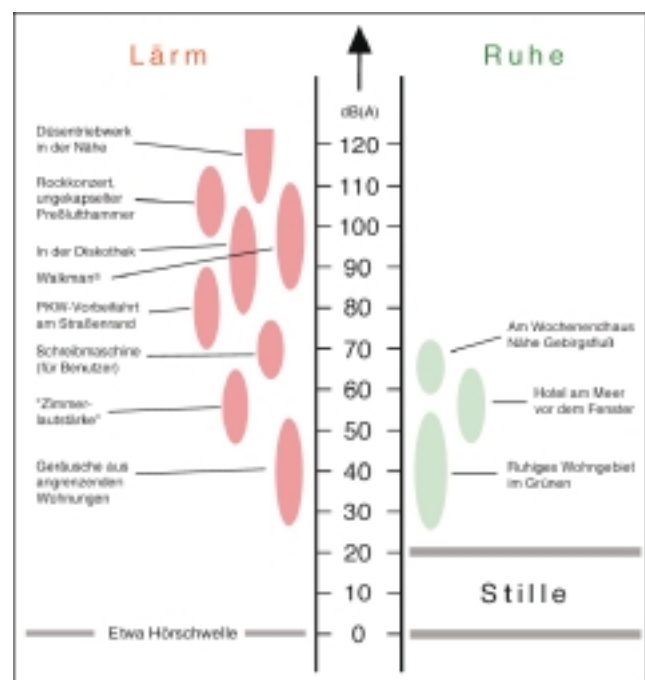


Abb. 1: Typische Schallpegel bekannter Geräusche.

raum 1994 bis 1998). Typische Schallpegel einiger bekannter Geräusche sind in Abb. 1, wichtige Lärmwirkungen schematisch in Abb. 2 dargestellt.

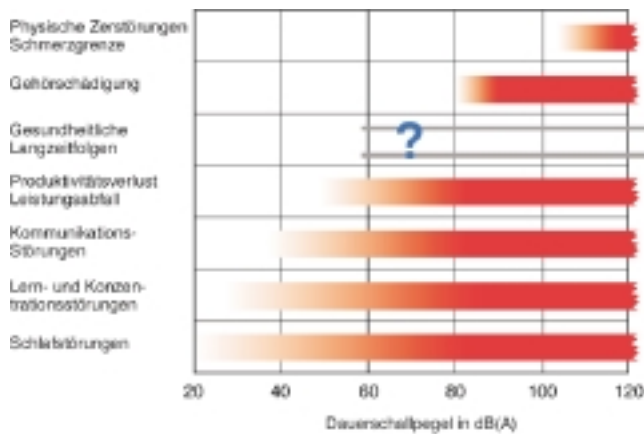


Abb. 2: Wichtige Lärmwirkungen (schematisch).

Da wir alle, jeder auf seine Weise, Geräuscherzeuger sind, hängt es auch in starkem Maße vom individuellen Verhalten ab, was sich zu einem Lärmproblem entwickelt und was nicht. Auf der anderen Seite ist die Technik häufig Ursache für unzutragliche Lärmbelastungen – zugleich aber Voraussetzung für Lebenskomfort und persönliche Entfaltungsmöglichkeiten. Das Lärmproblem ist also gleichermaßen eine Bewusstseinsfrage wie eine technische Frage. Gegenseitige Rücksichtnahme ist ebenso gefragt wie das Bemühen um möglichst leise Fahrzeuge und Maschinen. Eines jedoch kann niemand verlangen: dass in seiner Umgebung Friedhofsruhe herrscht. Ein gewisser Geräuschpegel ist zumutbar.

Ermittlungs- und Bewertungsverfahren

Zur Beurteilung von Geräuschbelastungen müssen die objektiv erfassbaren und die subjektiv wirksamen Geräuschmerkmale angemessen berücksichtigt werden (vgl. Tabelle 1). Die Beurteilungssysteme sollen „einfach“ sein, der Ermittlungsaufwand muss sich in Grenzen halten. Da die Geräuscheigenschaften vielfältig sind und die Wirkungen von der Art der Quelle abhängen, haben sich für die verschiedenen Lärmverursacher (Straßenverkehr, Schienenverkehr, Luftverkehr, Gewerbe und Industrie einschließlich Gaststätten, Sport und Freizeit) angepasste Verfahren entwickelt. Für die Bewertung ist zusätzlich zu berücksichtigen, wo die Geräusche auftreten bzw. wie schutzwürdig der Einwirkungsort ist (z. B. Wohnumfeld, Betrieb, außen oder innen).

Lärmminderung – ein LfU-Schwerpunktthema

Eine zunehmende Zahl von Beschwerden über Lärm verdeutlicht, dass trotz vieler Bemühungen die Lärmbelastung der Bevölkerung in den letzten Jahren nicht erkennbar reduziert werden konnte. Die zunehmende Intensität der Flächennutzung, wie z. B. Ausbau von Verkehrswegen, Ausweitung von Industrie- und Gewerbegebieten sowie erhöhter Bedarf an Freizeitflächen, hat zu einer Mehrfachbelastung der Wohnbevölkerung geführt.

Objektivierbare Faktoren	Subjektiv-individuelle Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Art der Geräuschquelle ✓ Stärke des Geräuschs ✓ Dauer des Geräuschs ✓ Tageszeit des Auftretens ✓ Häufigkeit des Auftretens ✓ Frequenzzusammensetzung ✓ Auffälligkeit (Töne, Impulse, Informationen) ✓ Ortsüblichkeit 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Gesundheitszustand ✓ Alter ✓ Gewöhnung ✓ Einstellung zum Geräuscherzeuger ✓ Tätigkeit während der Einwirkung ✓ Erziehung, Tradition, Kulturkreis ✓ Erwartung der Umwelt- und Wohnqualität ✓ Einsicht in die Notwendigkeit ✓ Kontrollierbarkeit der Schallquelle

Tab. 1: Objektiv erfassbare und subjektiv wirksame Geräuschmerkmale.

Die Ermittlung und Bewertung dieser Belastungen stellt neue Anforderungen an die bestehenden Untersuchungsmethoden und Bewertungsverfahren, die bislang ausschließlich auf einzelne Lärmquellen ausgerichtet sind. Außerdem liegen verlässliche Daten darüber, in welchem Umfang die Bevölkerung in Baden-Württemberg durch die einzelnen Lärmquellen betroffen ist, noch nicht in ausreichendem Umfang vor.

Im Rahmen des umweltpolitischen Schwerpunktthemas „Lärm“ bearbeitet die Landesanstalt für Umweltschutz daher seit Anfang 1999 vertieft folgende Themenfelder:

- Sozialwissenschaftliche Erhebung zur Lärmbelastigung der Bevölkerung in Baden-Württemberg. Dabei werden auch die subjektiven Faktoren für die Belästigungswirkung von Lärm näher untersucht.
- Studie über die Machbarkeit eines landesweiten Schallimmissionsplans für Baden-Württemberg.
- Betroffenheitsanalyse und Ableitung prioritär durchzuführender Maßnahmen zur Lärminderung unter Beachtung der finanziellen Ressourcen und der praxisnahen Realisierbarkeit.
- Beschreibung der Lärmemissionen sowie der technischen Möglichkeiten zur Lärminderung für die unterschiedlichen Lärmquellen,

Einrichtung einer Lärmemissionsdatenbank zur Nutzung durch Industrie und Verwaltung.

- Erarbeitung von Kriterien zur Bewertung der Gesamtlärmbelastung bei gleichzeitigem Einwirken unterschiedlicher Geräuschquellenarten.
- Erarbeitung eines aktuellen Leitfadens zur kommunalen Lärminderungsplanung.
- Konzeption und Erstellung einer audiovisuellen „Ausstellung“ mit dem Ziel, in allgemeinverständlicher Form Lärmbelastungen, vertretbare Minderungsmöglichkeiten und die eigene Mitverantwortung der Bevölkerung für die Lärmentstehung und Lärmvermeidung aufzuzeigen.
- Vorbereitung und Durchführung eines zweitägigen Fachkongresses über Lärmfragen im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verkehr im Herbst 2000.

Die Durchführung der genannten Vorhaben erfolgt projektbezogen in Zusammenarbeit mit fachlich besonders qualifizierten Auftragnehmern. Über die Ergebnisse aus den genannten Untersuchungen, die ab Ende 1999 vorliegen werden, wird umfassend – insbesondere auf dem geplanten Lärmkongress – berichtet werden.

Martin Hoffmann

Elektrische und magnetische Felder sowie Geräuschmissionen im Umfeld von Hochspannungsleitungen

Zielsetzung

Von Hochspannungsleitungen ausgehende elektrische und magnetische Felder können zu schädlichen Umwelteinwirkungen für die Bevölkerung führen. Daher hat der Gesetzgeber seit dem 1. Januar 1997 verbindliche Grenzwerte festgelegt, die unter anderem auch beim Betrieb von Hochspannungsleitungen einzuhalten sind. Diese Grenzwerte sind so bemessen, dass sicher nachgewiesene, nachteilige Effekte auf den menschlichen Körper nicht auftreten können. Ob darüber hinaus elektromagnetische Felder bei geringeren Feldstärken schädliche Auswirkungen auf den Organismus haben können (z. B. Leukämie bei Kindern), wird in der Fachwelt zur Zeit kontrovers diskutiert.

Die Kontrolle der Grenzwerte erfolgt in der Regel durch Messungen vor Ort. Wenn die Betriebsdaten der Hochspannungsleitungen (Stromstärke, Spannung) bekannt sind, können die Feldstärken auch berechnet werden. Im Herbst 1998 führte die LfU zusammen mit dem Energieversorgungsunternehmen Energie Baden-Württemberg eine Untersuchung an einer Hochspannungsleitung bei Au am Rhein durch, um die Qualität von Überwachungsmessung und Rechenverfahren zu überprüfen.

Zusätzlich ermittelte die LfU kontinuierlich über einen Zeitraum von fast 400 Stunden die Stärke des Magnetfelds in rund 50 Meter Abstand von dieser Hochspannungsleitung. Daraus lassen sich Aussagen über die Stärke und Schwankungsbreite der auftretenden Felder ableiten.

Seit langem bekannt, aber bisher wenig beachtet ist die Erscheinung, dass Hochspannungsleitungen Geräusche erzeugen können. Die Palette der dabei auftretenden Töne reicht von Knistergeräuschen über zwitschernde Laute bis hin zu tieffrequentem Brummen. Da es hierüber bereits mehrfach zu Beschwerden gekommen war, wurde von der LfU im Herbst 1998 über einen Zeitraum von mehreren Wochen untersucht, unter welchen Bedingungen solche Geräusche

auftreten können und welche Lautstärken dabei erreicht werden. Wegen der guten Erreichbarkeit von Karlsruhe aus und der ruhigen Umgebung wurden auch diese Messungen bei Au am Rhein vorgenommen.

Elektrische und magnetische Felder

Vorgehensweise

Mit verschiedenen Messgeräten wurde von zwei unabhängigen Gruppen die elektrische und magnetische Feldstärke an insgesamt 14 verschiedenen Punkten gemessen. Für diese Punkte wurde anschließend, ebenfalls unabhängig voneinander und mit unterschiedlichen Programmen, die entsprechenden Werte berechnet.



Abb. 1: Feldmessung unter einer Hochspannungsleitung. Die Feldsonde befindet sich auf einem elektrisch isolierten Stativ, da leitende Objekte zu einer Verzerrung der Feldlinien führen können.

Mess- und Rechenergebnisse

Alle gemessenen Werte weichen weniger als 5 Prozent voneinander ab. Diese Abweichung liegt im Rahmen der Messgenauigkeit der verwendeten Geräte. Bei sorgfältigem Vorgehen wird daher die Qualität der Messung in erster Linie von der Güte des Messgeräts bestimmt.

In den Tabellen 1 und 2 sind für einige Punkte die gemessenen und berechneten Werte wiedergegeben. Die Messpunkte 6 und 7 liegen 82 m bzw. 50 m von der Hochspannungsleitung entfernt, während sich die Messpunkte 10 bis 12 direkt unterhalb der Leitungen befinden.

Messpunkt	Messung	Rechnung	Abweichung
Mp.6	0,15 kV/m	0,15 kV/m	0 %
Mp.7	0,35 kV/m	0,34 kV/m	-3 %
Mp.10	2,92 kV/m	2,86 kV/m	-2 %
Mp.11	4,50 kV/m	3,94 kV/m	-12 %
Mp.12	3,73 kV/m	3,36 kV/m	-10 %

Tab. 1: Stärke des elektrischen Feldes in Kilovolt pro Meter (kV/m).

Messpunkt	Messung	Rechnung	Abweichung
Mp.6	0,14 μ T	0,13 μ T	-4 %
Mp.7	0,30 μ T	0,27 μ T	-10 %
Mp.10	2,15 μ T	2,27 μ T	6 %
Mp.11	3,80 μ T	3,64 μ T	-4 %
Mp.12	3,65 μ T	3,69 μ T	1 %

Tab. 2: Stärke des Magnetfeldes in Mikrottesla (μ T).

Insgesamt zeigt sich, dass die Abweichungen bei mehr als 78 Prozent aller untersuchten Punkte geringer als 10 Prozent ist. Größere Abweichungen können auftreten, wenn die Betriebsdaten nicht genau genug erfasst werden.

Am Dauermesspunkt wurde insgesamt über eine Dauer von 392 Stunden und 45 Minuten gemessen. Der Mittelwert für diesen Zeitraum beträgt 1,01 μ T. Nachts traten aufgrund der höheren Ströme stärkere Magnetfelder auf als am Tage. Der höchste gemessene Wert erreichte 1,75 μ T.

Vergleich mit den Grenzwerten

Während die bisher aufgeführten Werte für das magnetische und elektrische Feld den tatsächlichen Zustand an der Hochspannungstrasse zum Messzeitpunkt wiedergeben (Istzustand), ist beim Vergleich mit den Grenzwerten von der höchsten betrieblichen Anlagenauslastung (maximaler Strom) auszugehen. Daher wurden zusätzlich auch Berechnungen für diesen Zustand durchgeführt.

In Tabelle 3 sind die entsprechenden Werte zusammen mit den Messwerten für den Messpunkt 11 aufgelistet. An diesem Messpunkt sind wegen des geringen Abstandes zu den Leitungen die höchsten Feldstärken zu erwarten.

Messwert	Rechenwert: Istzustand	Rechenwert: max. Strom	Grenzwert
3,80 μ T	3,64 μ T	28,67 μ T	100 μ T
4,50 kV/m	3,94 kV/m	5,29 kV/m	5 kV/m

Tab. 3: Feldstärken am Messpunkt 11.

Das gemessene Magnetfeld liegt wegen des gegenüber der höchsten Anlagenauslastung geringeren Stroms deutlich unter dem maximal möglichen Wert. Auch bei der höchsten Anlagenauslastung wird der zulässige Grenzwert von 100 μ T sicher eingehalten.

Da das elektrische Feld im Wesentlichen von der Spannung und nur geringfügig vom Strom abhängt, liegt die maximal mögliche Feldstärke nur wenig über dem tatsächlich ermittelten Wert. (Bei hohem Stromfluss verlängern sich die Drähte aufgrund der erhöhten Temperatur. Der Abstand der Leiter zum Erdboden nimmt dadurch ab.) Für die höchste Anlagenauslastung wird am Messpunkt 11 der Grenzwert von 5 kV/m geringfügig überschritten. Diese Überschreitung ist zulässig, solange nur kleine Flächen davon betroffen sind.

Lärm

Vorgehensweise

Eine Voruntersuchung zeigte schnell, dass brauchbare Lärmmessungen nur nachts durch-

geführt werden konnten, wenn die Umgebungsgeräusche am geringsten waren. Selbst dann mussten die Messungen ständig kontrolliert werden, um Verfälschungen durch andere Lärmquellen auszuschließen. Als besonders störend erwiesen sich die 7,5 km entfernte Autobahn A5, die 3,3 km entfernte B36, sowie eine Fabrik am westlichen Rheinufer in 3 km Entfernung. Die Messungen wurden über einen Zeitraum von insgesamt 3 Wochen durchgeführt. Der Abstand zur Hochspannungsleitung betrug 38 m.

Messergebnisse

An 7 Nächten wurden zeitweise Geräusche wahrgenommen, die eindeutig von der Hochspannungsleitung stammten. Auswertbare Messungen konnten über einen Zeitraum von insgesamt 46 Minuten durchgeführt werden. Die dabei gemessenen mittleren Schallpegel lagen zwischen 31 und 36 dB(A). Dies entspricht in etwa der Lautstärke von Blätterrauschen. Allerdings hoben sich die Geräusche der Hochspannungsleitung durch ihre Charakteristik deutlich von den Umgebungsgeräuschen ab, und wurden dadurch subjektiv als störender empfunden. Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Witterung und dem Auftreten bzw. der Lautstärke der Geräusche konnte nicht festgestellt werden.

Beurteilung

In der „Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm“ (TA Lärm) ist für gewerbliche Anlagen geregelt, wie die Belästigung durch Lärm zu ermitteln ist und welche Werte noch zulässig sind. Als Maß für die Belästigung dient dabei der Beurteilungspegel, in den neben dem objektiv messbaren Schallpegel auch subjektive Bewertungen, wie z. B. die Auffälligkeit eines Geräusches eingehen. Bei der Hochspannungsleitung führt dies dazu, dass der Beurteilungspegel größer als der gemessene Schallpegel ist.

Die in der TA Lärm aufgeführten Immissionsrichtwerte geben an, welche Belästigungen durch

Lärm noch zulässig sind. Hierbei wird unterschieden, in welcher Weise ein betroffenes Gebiet genutzt wird. Wohngebiete besitzen niedrigere Richtwerte als z. B. ein Gewerbegebiet. Ebenso gibt es unterschiedliche Richtwerte für den Tag und die Nacht. In Tabelle 4 sind die ermittelten Beurteilungspegel und die Immissionsrichtwerte für Wohngebiete bei Nacht gegenübergestellt.

Während der zulässige Immissionsrichtwert für ein allgemeines Wohngebiet im Abstand von 38 m von der Hochspannungsleitung gerade noch eingehalten ist, kann der Wert für ein reines Wohngebiet überschritten werden.

Beurteilungspegel der Hochspannungsleitung	Immissionsrichtwert nachts	
	reines Wohngebiet	allgemeines Wohngebiet
34–40 dB(A)	35 dB(A)	40 dB(A)

Tab. 4: Beurteilungspegel und Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm.

Zusammenfassung

Die elektrischen und magnetischen Felder an Hochspannungsleitungen werden am genauesten durch Messungen vor Ort ermittelt. Bei Hin-nahme einer etwas geringeren Genauigkeit stellen Berechnungen eine kostengünstige Alternative dar. Bei neu zu errichtenden Anlagen sind sie die einzige Möglichkeit, die Belastung durch elektrische und magnetische Felder zutreffend zu ermitteln.

Hochspannungsleitungen sind keine „lauten“ Lärmquellen. In unmittelbarer Nähe können allerdings Lautstärken auftreten, die bei Nacht unter Umständen zu einer erheblichen Belästigung führen. Beim Bau von Wohnungen in der Umgebung solcher Leitungen sollte deshalb auch dieser Umstand berücksichtigt werden.

Heinrich Menges

Gefahrstoffbelastung beim Elektro- und Elektronikschrott-Recycling – Ein Arbeitsschutzproblem?

Einleitung

Mehr als 1,5 Mio. Tonnen Elektro- und Elektronikschrott (E-Schrott) fallen jährlich in der Bundesrepublik Deutschland an, wovon ca. zwei Drittel aus Privathaushalten stammen. Dabei handelt es sich beispielsweise um Geräte der Unterhaltungselektronik (Fernsehgeräte, Radios u. a.), Haushaltsgeräte (Kühlschränke, Waschmaschinen u. a.), Computer und elektronisches Spielzeug. Ein Großteil davon wurde bisher nach Ablauf der Nutzungsdauer einfach mit dem Haus-, Sperr- oder Gewerbemüll entsorgt.

Bei der Deponierung oder Verbrennung dieser Altgeräte werden die darin enthaltenen Schad- und Gefahrstoffe teilweise freigesetzt und führen zwangsläufig zu einer Belastung der Umwelt.



Abb. 1: Haushaltsgeräte wie Waschmaschinen und Geschirrspülmaschinen („weiße Ware“) haben einen hohen Anteil am E-Schrott.

Dem soll mit neuen Regelungen wie dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz und der geplanten Elektronikschrott-Verordnung Rechnung getragen werden. Mit der Umsetzung dieser Vorgaben wird aus einem Umweltproblem jedoch auch ein Arbeitsschutzproblem, da die Zerlegung der Altgeräte in den ca. 500 deutschen Zerlegebetrieben überwiegend manuell durchgeführt wird.

Viele der Zerlegebetriebe, in der Mehrzahl Klein- und Mittelbetriebe, sind jedoch überfordert, wenn

es darum geht, die komplexen gesetzlichen Bestimmungen von Chemikalien- und Arbeitsschutzgesetz umzusetzen, um ihre Arbeitnehmer vor gesundheitlichen Schäden zu schützen. Nur wenn detaillierte Informationen über Art und Umfang der Belastungssituation der Arbeitnehmer zur Verfügung stehen, lassen sich gezielte Maßnahmen zur Minimierung der Gefahrstoffbelastung festlegen und durchführen.

Das Entfernen der schadstoffhaltigen Komponenten aus dem Stoffkreislauf ist dabei aus Gründen des Umweltschutzes unbedingt erforderlich. Bei den schadstoffhaltigen Bauteilen kann es sich beispielsweise um Bildröhren (Leuchtschicht), Kondensatoren und Trafos (Polychlorierte Biphenyle), Quecksilberschalter oder um Batterien und Akkus (Schwermetalle wie Nickel, Cadmium, Quecksilber) handeln. Diese Aufzählung ist bei weitem nicht vollständig und wird sich mit dem ständig wechselnden Geräteangebot auch ständig ändern.

Die bis zu 50 Einzelfractionen, die bei der Zerlegung anfallen, werden getrennt gesammelt und gelagert. Schad- und gefahrstoffhaltige Komponenten werden dem Stoffkreislauf entzogen und als Reststoffe beseitigt (Sondermüll) oder in Einzelfällen auch aufgearbeitet. Nicht verwertbare Fraktionen werden als Abfall auf Deponien abgelagert oder thermisch verwertet. Die Wertstofffraktionen werden im Sinne der Kreislaufwirtschaft einer weiteren Verwendung zugeführt.

Projektbeschreibung

Ziel eines von der LfU im Jahr 1998 durchgeführten Projektes war es, die gesetzlich vorgegebenen Pflichten zur Umsetzung der arbeitsschutzrechtlichen Regelungen in fünf Mitgliedsbetrieben einer Recyclingpartnergenossenschaft (einem Zusammenschluss von im sozialen Bereich tätigen Recycling-Betrieben) modellhaft zu analysieren und die Betriebe bei deren Umsetzung zu beraten. Hierzu wurden grundlegend

gende Informationen über Organisation, Materialfluss, Arbeitsabläufe und Arbeitstechniken in den Betrieben erfasst sowie die Belastung der Arbeitnehmer durch Gefahrstoffmessungen in der Luft am Arbeitsplatz bestimmt.

Die untersuchten Mitgliedsbetriebe der Recyclingpartnergenossenschaft sind allesamt gemeinnützige Unternehmen, die das Ziel verfolgen, sozial benachteiligte Personen zu qualifizieren und ihre Chancen zur Eingliederung in den freien Arbeitsmarkt zu verbessern. Beschäftigt werden Arbeitslose über 55 Jahre, Langzeitarbeitslose, Sozialhilfeempfänger, Jugendliche ohne Schulabschluss, ehemals psychisch Kranke und geistig und körperlich Behinderte. Die Beschäftigungsdauer der Arbeitnehmer ist meist zeitlich befristet.

Die Durchführung des Projektes war in verschiedene Teilschritte gegliedert:

- Literaturrecherche
- Auswahl von fünf Mitgliedsbetrieben der Recyclingpartnergenossenschaft
- Betriebsbegehungen und Durchführung der Arbeitsplatzmessungen zur Ermittlung der Gefahrstoffbelastung
- Datenauswertung und Erstellen der Messberichte für die einzelnen Betriebe
- Erstellen des Projektberichtes
- Abschlussbesprechung mit allen Beteiligten

Bei der Durchführung der Arbeitsplatzmessungen zur Ermittlung der Gefahrstoffbelastung wurden folgende Stoffe/Stoffgruppen in der Luft am Arbeitsplatz berücksichtigt: Stäube, Fasern, Metalle, Polychlorierte Biphenyle und Lösemittel.

Ergebnisse

Als Belastungspfad für die Aufnahme von Gefahrstoffen an Arbeitsplätzen beim E-Schrott-Recycling kommt primär die Luft am Arbeitsplatz in Frage. In bestimmten Fällen ist jedoch auch über die Haut eine Schadstoffaufnahme möglich.

Zur Bewertung der Belastung der Luft am Arbeitsplatz existieren für Stoffe ohne krebserzeugende Wirkung sogenannte MAK-Werte (Maximale Arbeitsplatz-Konzentration), die unter arbeitsmedizinisch-toxikologischen Gesichtspunkten abgeleitet werden. Bei Einhaltung der MAK-Werte braucht eine Beeinträchtigung der Gesundheit nicht befürchtet zu werden.

Für Stoffe mit krebserzeugender Wirkung sind sogenannte TRK-Werte (Technische Richt-Konzentration) festgelegt. Diese TRK-Werte werden durch den Stand der Technik bestimmt und der technischen Entwicklung stetig angepasst. Da trotz Einhaltung von TRK-Werten eine Beeinträchtigung der Gesundheit nicht ausgeschlossen werden kann, gilt für krebserzeugende Stoffe ein Minimierungsgebot. MAK- und TRK-Werte sind Schichtmittelwerte und gelten für eine tägliche, achtstündige Gefahrstoffbelastung.

Zur Beurteilung der Belastung von Arbeitnehmern wird für jeden Stoff das Verhältnis von ermitteltem Messwert und MAK bzw. TRK gebildet. Dieser berechnete Stoffindex I beschreibt die „Ausschöpfung“ des festgelegten MAK bzw. TRK. Liegt ein Stoffgemisch vor, was an Arbeitsplätzen im E-Schrott-Recyclingbereich die Regel ist, so werden die jeweiligen Stoffindices zu einem Bewertungsindex I_{MAK} für die Stoffe mit MAK-Wert und einem Bewertungsindex I_{TRK} für die Stoffe mit TRK-Wert addiert. Zur Grenzwerteinhaltung darf weder I_{MAK} noch I_{TRK} den Wert 1 überschreiten.



Abb. 2: Computerbildschirme werden durch die rasante technische Weiterentwicklung verhältnismäßig schnell ausgesondert.

Die Bewertungsindices können für die Beurteilung der individuellen Belastung von Arbeitneh-

mern personenbezogen oder für die Beurteilung der Belastung im Arbeitsbereich auch ortsbezogen ermittelt werden. Bei der Datenauswertung von insgesamt ca. 1.500 berechneten Stoffindizes wurden Bewertungsindices I_{MAK} von 0,29 bis 1,7 für die personenbezogenen und von 0,15 bis 0,74 für die ortsbezogenen Messungen ermittelt. Für die Stoffe mit TRK ergaben sich Bewertungsindices I_{TRK} von 0,12 bis 0,47 für die personenbezogenen und von kleiner 0,1 für die ortsbezogenen Messungen.

Generell kann festgestellt werden, dass die direkt im Atembereich der Arbeitnehmer durchgeführten Messungen ein wesentlich höheres Niveau aufweisen als die ortsbezogenen Messungen, welche die Grundbelastung im Arbeitsbereich der Arbeitnehmer repräsentieren. Dies entspricht der Erwartung, denn durch die Staubaufwirbelung bei der Gerätezerlegung entstehen direkt am Arbeitsplatz die höchsten Gefahrstoffkonzentrationen in der Luft. Bei einigen personenbezogenen Messungen war der I_{MAK} deshalb größer als eins, sodass der Grenzwert nicht eingehalten war. In diesen Fällen wurde geraten, unverzüglich für eine Minderung der Staubbelastung zu sorgen. Hingegen war der I_{TRK} für die Stoffe mit krebserzeugender Wirkung bei allen Messungen kleiner als der Wert 1 und damit eingehalten. Die relativ große Schwankungsbreite der Bewertungsindices an den untersuchten Arbeitsplätzen ist dabei durch die sehr unterschiedliche persönliche Arbeitsweise der einzelnen Arbeitnehmer bedingt.

Aus den vorliegenden Ergebnissen ergibt sich, dass in den Recyclingbetrieben vor allem die Belastung durch Staub und Metalle im Vordergrund steht. Die Belastung durch Fasern, Lösemittel und durch Polychlorierte Biphenyle kann in der Regel vernachlässigt werden. Bei Berücksichtigung der Tatsache, dass die Metalle vornehmlich an Staub gebunden sind, wird die dominierende Rolle des Staubes für die Belastungssituation an den Arbeitsplätzen zusätzlich hervorgehoben.

Diskussion

Im Rahmen des durchgeführten Projektes wurden grundlegende Informationen über Organisation, Materialfluss, Arbeitsabläufe und Arbeits-

techniken beim E-Schrott-Recycling erfasst und die Belastung der jeweiligen Arbeitnehmer durch Arbeitsplatzmessungen bestimmt. Es zeigte sich, dass in den Betrieben ein großes Informationsdefizit bezüglich der tatsächlichen Gefahrstoffbelastung der Mitarbeiter und deren Bewertung vorhanden war. Durch eine kooperative Zusammenarbeit war es möglich, mit den fünf Betrieben zusammen die Arbeitsplätze zu analysieren und praktikable Lösungsmöglichkeiten für die aufgetretenen Probleme zu entwickeln.

Aufgrund der relativ hohen Staubbelastung wurden den einzelnen Betrieben betriebsbezogene Maßnahmen vorgeschlagen, die auf eine generelle Absenkung des Belastungsniveaus durch Stäube abzielen. Weiterhin wurde versucht, ein Problembewusstsein für die mögliche Schadstoffaufnahme über die Haut zu schaffen und hygienische Maßnahmen anzuregen. Es zeigte sich, dass sich künftig die organisatorischen Arbeitsschutzmaßnahmen in verstärktem Maße an den manuellen und intellektuellen Fähigkeiten der Arbeitnehmer der einzelnen Betriebe orientieren müssen.

Die Ergebnisse dieses Projektes sind durch die Mitarbeit der LfU in einen Arbeitskreis von Arbeitsschutzinstitutionen auf Bundesebene eingeflossen, der sich mit der Problematik der Gefahrstoffbelastung an E-Schrott-Recyclingarbeitsplätzen beschäftigt. Ziel dieser Arbeit ist es, Empfehlungen für derartige Arbeitsplätze so zu formulieren, dass die Einhaltung der Grenzwerte gewährleistet werden kann.

Durch entsprechende Informationen der Recyclingpartnergenossenschaft an ihre Mitgliedsbe-

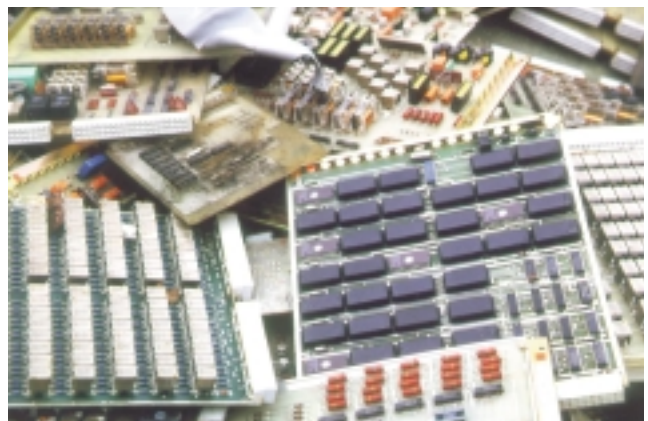


Abb. 3: Elektronische Bauteile finden sich heutzutage in nahezu allen elektrisch betriebenen Haushaltsgeräten.

triebe sollen die modellhaft erhaltenen Erkenntnisse aus dem Projekt auch auf einer breiteren Basis zugänglich gemacht werden.

Ausblick

Der sich stetig ausweitende Markt der Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik wird uns voraussichtlich immer kurzlebigere Produkte bescheren und so weiterhin große Abfallberge anhäufen, die entsorgt werden müssen. Durch den technischen Fortschritt werden stetig neue

Stoffe in immer neuen Produkten zur Anwendung gelangen. Dies bedeutet für eine Kreislaufwirtschaft aber auch, dass die Arbeitsschutzbedingungen für die Arbeitnehmer einer ständigen Anpassung unterliegen müssen, damit deren Gesundheit nicht durch Gefahrstoffbelastungen am Arbeitsplatz gefährdet wird. Dieser Prozess wird deshalb auch künftig immer neue Herausforderungen für verantwortungsbewusste Arbeitgeber schaffen.

Hubert Faller

Abfallwirtschaft im Wandel – der Weg zu einer umweltverträglichen Kreislaufwirtschaft

Entwicklung der Gesetzgebung

Abfallbeseitigungsgesetz von 1972

Im Jahr 1972 trat in der damaligen Bundesrepublik Deutschland das erste Abfallbeseitigungsgesetz in Kraft. Es entstand unter dem Eindruck von nahezu 50.000 Müllkippen in der Bundesrepublik. Davon lagen ca. 4.500 in Baden-Württemberg. Rund 800 wurden in Baden-Württemberg für einen vorübergehenden Weiterbetrieb zugelassen (Abb. 1).



Abb. 1: Hausmülldeponie.

Das Gesetz von 1972 war weitgehend unter ordnungsrechtlichen Gesichtspunkten, der Gefahren-

abwehr und der Sicherstellung hygienischer Verhältnisse zustande gekommen. Es stellte die Frage nach den Gründen der Abfallentstehung nicht. Im Laufe der 70er und 80er Jahre wandelte sich das gesellschaftliche Umfeld. Die Umweltpolitik gewann an Einfluss. Abfall war auch aufgrund der zunehmend knapper werdenden Entsorgungskapazitäten von besonderem Interesse. In der Folge wurde das Abfallbeseitigungsgesetz mehrfach novelliert und zum Abfallgesetz weiterentwickelt.

Abfallgesetz von 1986

Mit dem Gesetz über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (Abfallgesetz) aus dem



Abb. 2: Gebrauchte Verpackungen, unsortiert.

Jahr 1986 wurden erstmals Grundsätze einer modernen Abfallwirtschaftspolitik verankert. Abfälle sind möglichst schon am Anfallort zu vermeiden. Dennoch anfallende Abfälle sind mit Vorrang vor herkömmlichen Verfahren der Abfallbeseitigung zu verwerten, nicht vermeid- und verwertbare Abfälle sind schadlos zu beseitigen. Ziel ist es, weg von der Abfallwirtschaft und hin zu einer Kreislaufwirtschaft zu kommen.

Der Vorrang der Abfallverwertung ist an bestimmte Randbedingungen geknüpft. Abfälle sind dann zu verwerten, wenn

- dies technisch möglich ist,
- die hierbei entstehenden Mehrkosten im Vergleich zu anderen Verfahren der Entsorgung zumutbar sind,
- für die gewonnenen Stoffe oder Energie ein Markt vorhanden ist oder geschaffen werden kann.

Zur Durchsetzung von Maßnahmen zur Abfallvermeidung und Abfallverwertung wurde erstmals per Gesetz die Möglichkeit geschaffen, durch Rechtsverordnungen Hersteller und Vertreiber von Produkten zu verpflichten, ihre Erzeugnisse nach Gebrauch zurückzunehmen. Damit wurde erstmals ermöglicht, die Wirtschaft in eine umfassende Verantwortung für den gesamten Lebenszyklus ihrer Produkte einzubinden. Hersteller und Vertreiber von Produkten können somit auch bei der Entsorgung ihrer Produkte in die Pflicht genommen werden. Ziel ist es, Ressourcen zu schonen, Umweltbelastungen zu reduzieren und die Menge, die letztlich als Abfall zu beseitigen ist, deutlich zu verringern. Die bekannteste dieser Verordnungen ist die Verpackungsverordnung aus dem Jahre 1990.

Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz 1996

Das Abfallgesetz von 1986 konnte das Abfallaufkommen nicht wirksam eindämmen. Als Ursache dafür wurde vor allem gesehen, dass die Zielsetzungen nur unzureichend durch gesetzliche Pflichten untermauert waren und die wenigen geregelten Pflichten sich primär an die entsorgungspflichtigen Körperschaf-

ten, nicht aber an die Abfallerzeuger richteten. Diese Schwächen wurden erkannt und führten zum Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, das im Oktober 1996 als weiterer Schritt hin zu einer Kreislaufwirtschaft in Kraft trat. Es führt die wesentlichen Gesichtspunkte der bisherigen Gesetzgebung fort. Die bedeutendsten Neuerungen bestehen in der Neudefinition des Abfallbegriffes sowie in der gesetzlich verankerten Pflicht zur Produktverantwortung.

In Anlehnung an den EU-Abfallbegriff wird nunmehr unterschieden zwischen „Abfällen zur Verwertung“ und „Abfällen zur Beseitigung“. Aufgrund des erweiterten Abfallbegriffes werden in Zukunft alle abfallwirtschaftlich relevanten Verwertungsvorgänge in den Anwendungsbereich des Gesetzes und damit in die abfallrechtliche Überwachung einbezogen.

Im Rahmen der Produktverantwortung sind Erzeugnisse so zu gestalten, dass bei der Herstellung und dem Gebrauch das Entstehen von Abfällen vermindert wird und die umweltverträgliche Verwertung und Beseitigung der nach Gebrauch entstandenen Abfälle sichergestellt ist. Durch eine umfassende Produktverantwortung sollen zukünftige Produkte nicht nur nach technischen und ökonomischen Gesichtspunkten entwickelt werden, sondern es sollen auch ökologische und entsorgungsrelevante Aspekte Berücksichtigung finden.

Stärker betont werden im Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz auch die verursacherbezogenen Pflichten zur Vermeidung, Verwertung und Beseitigung, was zu mehr Eigenverantwortung der Abfallerzeuger und zu einer Deregulierung der behördlichen Beteiligung am Abfallgeschehen führen soll.

Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz führt aufgrund seiner Definitionen und Regelungen zu einer Reihe von Problemen. So treten mehrere Abgrenzungsschwierigkeiten auf, wie zum Beispiel zwischen den Begriffen Verwertung und Beseitigung, zwischen Produkt und Abfall und zwischen (besonders) überwachungsbedürftigen und anderen Abfällen.

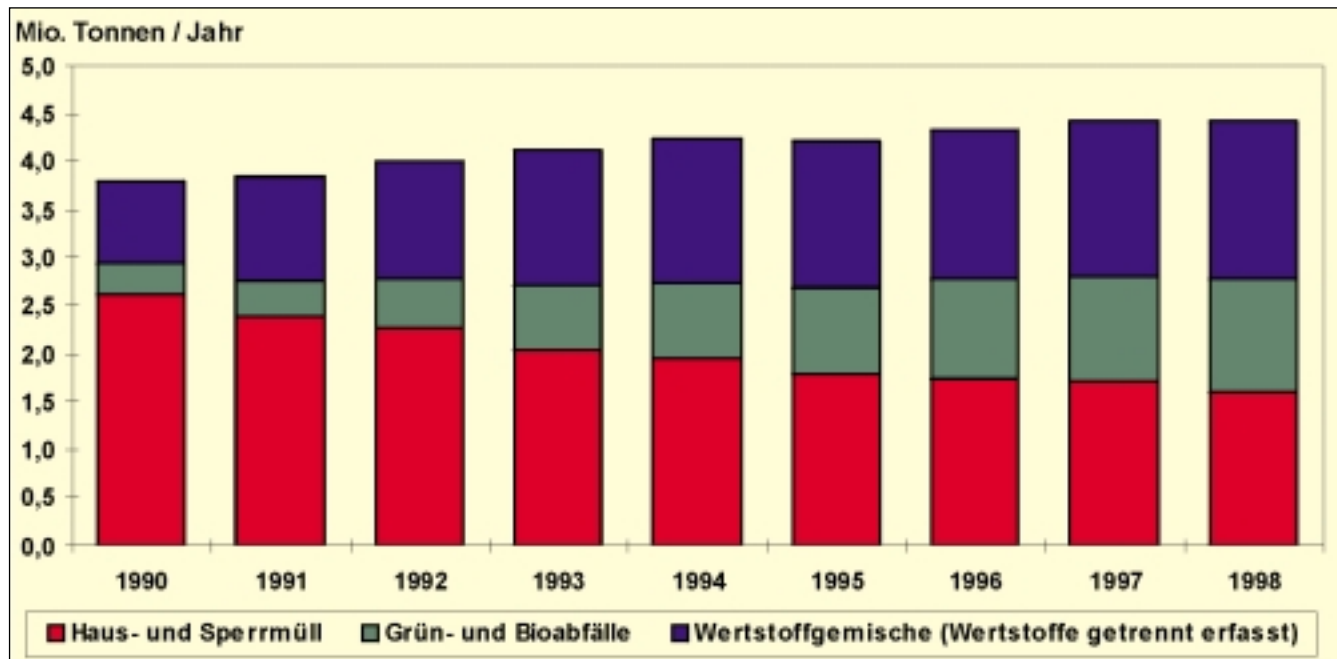


Abb. 3: Abfallaufkommen (Haus- und Sperrmüll, Grün- und Bioabfälle, Wertstoffe) in Baden-Württemberg von 1990 bis 1998 [Quelle: Statistisches Landesamt].

Kreislaufwirtschaft gemäß Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz

Der Begriff Kreislaufwirtschaft ist im Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz beschrieben. Er umfasst die Vermeidung und Verwertung von Abfällen. Darüber hinaus ist hierunter auch das Bereitstellen, Überlassen, Sammeln, Einsammeln, Befördern, Lagern und Behandeln von Abfällen zur Verwertung zu verstehen. Maßnahmen zur Vermeidung sind insbesondere die anlageninterne Kreislaufführung sowie die abfallarme Produktgestaltung. Die Verwertung von Abfällen kann sowohl stofflich als auch energetisch erfolgen. Eine stoffliche Verwertung liegt sowohl bei der Substitution von Rohstoffen durch das Gewinnen von Stoffen aus Abfällen (Sekundärrohstoffe), als auch bei der Nutzung der stofflichen Eigenschaften der Abfälle (rohstoffliche Verwertung) vor. Bei der energetischen Verwertung werden Abfälle als Ersatzbrennstoff verwendet. Die stoffliche und energetische Verwertung sind grundsätzlich gleichrangig. Die Verwertungspflicht besteht, soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist.

Abfälle zur Verwertung sind möglichst hochwertig zu verwerten. Um Stoffe langfristig im Wertstoffkreislauf zu halten, ist ein „Downcycling“ zu ver-

meiden. Die Verwertung muss aber auch ordnungsgemäß und schadlos erfolgen. Sie ist dann schadlos, wenn sie zu keiner Schadstoffanreicherung im Wertstoffkreislauf führt.

Ziel der Kreislaufwirtschaft ist es, die zur Beseitigung anfallenden Abfälle durch das Schließen von Stoffkreisläufen zu reduzieren und dadurch nachhaltig Ressourcen zu schonen.

Kreislaufwirtschaft in der Praxis

Das Abfallgeschehen hat sich in den letzten Jahren einschneidend verändert. Während Anfang der 90er Jahre noch von einem baldigen Entsorgungsnotstand ausgegangen werden musste, sind inzwischen viele Entsorgungsanlagen nicht mehr ausgelastet. Diese zunächst erfreuliche Entwicklung wurde durch neue Abfallwirtschaftskonzepte vieler Kommunen, gestärkt durch die gesetzlich verankerte Zielhierarchie „Vermeiden – Verwerten – Beseitigen“, eingeleitet (Abb. 3). Laufzeiten von Deponien konnten erheblich verlängert und der Neubau von weiteren Abfallverbrennungsanlagen konnte in starkem Umfang reduziert werden. Das Inkrafttreten des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes hat jedoch dieser Entwicklung eine besondere Dynamik verliehen. Vor dem Hin-

tergrund der angestrebten Deregulierung wurde Abfall vermehrt auf andere Entsorgungswege gelenkt. Dies gilt insbesondere für Gewerbeabfälle, die bisher von den entsorgungspflichtigen Körperschaften als Abfälle zur Beseitigung entsorgt wurden. Diese Abfälle werden ihnen nun entzogen und als Abfälle zur Verwertung auf den Entsorgungsmarkt gebracht (Abb. 4).

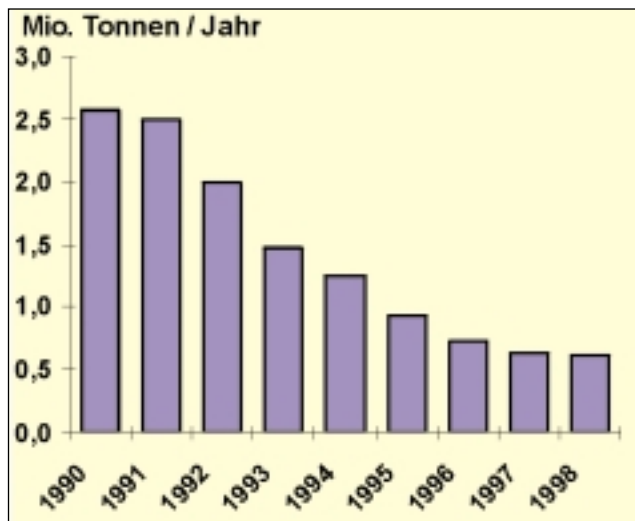


Abb. 4: Aufkommen an Gewerbe- und Baustellenabfällen in Baden-Württemberg von 1990 bis 1998.

Das hat zur Folge, dass die bereits auf hohem technischen Standard befindlichen und damit mit höheren Betriebskosten belasteten Entsorgungsanlagen nicht mehr ausgelastet sind. Aufgrund des sehr hohen Fixkostenanteils dieser Anlagen steigen die spezifischen Entsorgungskosten erheblich, was für den Bürger zu unverständlichen Gebührenerhöhungen führt. Er fühlt sich für seine Vermeidungs- und Verwertungsbemühungen nicht honoriert.

Auch die Verwertungsverfahren untereinander stehen im Wettbewerb. Üblicherweise setzt sich das tendenziell kostengünstigere Verfahren durch, was aber nicht das umweltverträglichere Verfahren sein muss.

Ursächlich verantwortlich für diese Entwicklung ist eine bisher fehlende Konkretisierung der Abgrenzung verschiedener Entsorgungsmöglichkeiten. Konkretisierungsbedarf besteht vor allem an der Schnittstelle Verwertung – Beseitigung, aber auch innerhalb der Verwertung zwischen energetischer und stofflicher Verwertung. Hierbei sind schwierige rechtliche, aber auch fachliche Fragen zu klären.

Im Verlauf der letzten Jahre hatte sich das Augenmerk sehr stark auf die Umweltrisiken der verschiedenen Beseitigungsverfahren (Müllverbrennung, Deponietechnik) ausgerichtet. Dies hat in diesen Bereichen zu einem vergleichsweise hohen technischen Standard geführt. Für Verwertungsverfahren ist bis heute eher ein lückenhaftes Anforderungsprofil und häufig auch ein niedriger technischer Standard festzustellen.

Zur Konkretisierung der oben genannten Schnittstellen ist es derzeit Aufgabe der Fachverwaltung, Abgrenzungskriterien und Anforderungen zu formulieren. Um nicht ein Verschieben von Abfallströmen über Ländergrenzen hinweg zu bewirken, ist grundsätzlich immer eine einheitliche Vollzugspraxis von Vorteil und daher anzustreben.

Beispiele aus der Arbeit der LfU

Verwertung von Bio- und Grünabfällen

Seit Mitte der 80er Jahre werden Bio- und Grünabfälle von den entsorgungspflichtigen Körperschaften zunehmend getrennt erfasst. In Baden-Württemberg betrug 1998 die Menge an Bio- und Grünabfällen insgesamt etwa 1,1 Mio. Tonnen. Aus Bio- und Grünabfällen werden Kompost- und Mulchmaterialien hergestellt. Diese dienen als Bodenverbesserer und Nährstofflieferant. Hierdurch schließt sich weitgehend der natürliche Kreislauf des Systems Boden – Pflanze – Boden.

Bei der Verwertung der Bio- und Grünabfälle als Kompost- und Mulchmaterial ist darauf zu achten, dass Schadstoffanreicherungen im Boden vermieden werden. Bio- und Grünabfälle müssen daher möglichst ohne schädliche Belastungen erfasst und durch Aussortierung von Störstoffen aufbereitet werden. Zur Gewährleistung derartiger qualitätssichernder Maßnahmen sind mengen- und schadstoffbegrenzende Regelungen notwendig.

Diese Notwendigkeit wurde in Baden-Württemberg frühzeitig erkannt und mit dem sogenannten Komposterlass im Jahre 1994 umgesetzt. Begleitend zu dieser Erlassregelung wurde ein „Leitfaden Bioabfallkompostierung“ erarbeitet. Die LfU

war an der inhaltlichen Gestaltung dieser Papiere maßgeblich beteiligt. Seit Oktober 1998 ist diese landesspezifische Übergangsregelung durch eine bundesweit gültige Verordnung (Bioabfallverordnung) abgelöst worden.

Entsorgung von Holzabfällen

Holzabfälle können unterschiedlich mit Schadstoffen belastet sein. Neben Farben, Lacken und Beschichtungen sind bei der Entsorgung insbesondere Behandlungen mit Holzschutzmitteln relevant, deren Wirkstoffe ein besonderes Gefahrenpotential darstellen. Hierzu gehören zum Beispiel Holzschutzmittelbehandlungen, die auf Pentachlorphenol-, Quecksilber-, Arsen- und/oder Chrom-Kupfer-Verbindungen sowie Teerölen basieren.

Die Entsorgung von Holzabfällen erfolgt – sofern sie nicht gemeinsam mit anderen Abfällen in Abfallverbrennungsanlagen thermisch behandelt oder auf Deponien abgelagert werden – über Aufbereitungsbetriebe (Abb. 5). Die dort zugelassenen Holzabfälle sind üblicherweise durch Annahme- und Ausschlusskriterien formal definiert. In der Regel sind holzschutzmittelbehandelte und mit halogenorganischen Verbindungen beschichtete Holzabfälle von der Annahme ausgeschlossen. Die angelieferten Holzabfälle werden im Hinblick auf den späteren Verwendungszweck anhand einer Sichtkontrolle zumeist in die Fraktionen „unbehandelte Mischfraktion“ (naturbelassene Holzabfälle) und „behandelte Mischfraktion“ (Holzwerkstoffe sowie sonstige beschichtete und lackierte Holzabfälle) sortiert und zerkleinert. Als Verwertungsweg ist zumeist die stoffliche Verwertung zur Herstellung von



Abb. 5: Aufbereitungsbetrieb für Holzabfälle.

Holzwerkstoffen (Spanplattenindustrie) oder die energetische Verwertung in Feuerungsanlagen vorgesehen.

Die Praxis zeigt nun, dass holzschutzmittelbehandelte und mit halogenorganischen Verbindungen belastete Holzabfälle trotz formalem Ausschluss in den oben genannten Fraktionen häufig enthalten sind. Dies wurde durch Stichprobenanalysen mehrfach nachgewiesen. Im Falle einer energetischen Verwertung in dafür nicht zugelassene Anlagen kann dies zu erheblichen Schadstoffemissionen führen, während bei einer stofflichen Verwertung unzulässige Schadstoffe in die neuen Produkte verschleppt werden.

Die 16. Konferenz der Amtschefs der Länderumweltministerien hat daher die Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) beauftragt, unter Einbeziehung bereits vorliegender Ergebnisse in den Ländern, Vorgaben mit dem Ziel auszuarbeiten, einheitliche Regelungen für die Entsorgung von Holzabfällen im Bundesgebiet zu erreichen. Es wurde beschlossen, eine Arbeitsgruppe unter dem Vorsitz Baden-Württembergs einzusetzen. Die damit verbundenen Aufgaben (Obmannschaft und Geschäftsführung) hat das Ministerium für Umwelt und Verkehr der LfU übertragen.

Die Arbeitsgruppe hatte im Wesentlichen den folgenden Auftrag:

- Abgrenzung der üblicherweise vorkommenden Holzabfallsortimente in
 - „nicht behandelte Holzabfälle“,
 - „behandelte Holzabfälle ohne schädliche Verunreinigungen“,
 - „Holzabfälle mit schädlichen Verunreinigungen“,
- Festlegung von Zuordnungswerten zur Abgrenzung,
- Erarbeitung von praxisnahen Vorschlägen zur Zuordnung,
- Zuordnung zu entsprechenden Abfallschlüsseln,

- Erarbeitung von Hinweisen zu geeigneten umweltverträglichen Verwertungs- und Beseitigungswegen,
- Erarbeitung einheitlicher Probenahme- und Analysenvorschriften,
- Erarbeitung von Vorschlägen für die Überwachung der Zuordnung.

Die Arbeitsgruppe hat Ende März 1996 ihre Arbeit aufgenommen und im Januar 1998 nach Anhörung der betroffenen Fach- und Verkehrskreise der LAGA einen Richtlinienentwurf zur Beschlussfassung vorgelegt.

Aufgrund der sehr unterschiedlichen Interessenlagen der am Entsorgungsgeschehen Beteiligten und der Bundesländer kam kein gemeinsam getragener Konsens zustande. Die LAGA bat daher den Bundesminister für Umwelt die umweltverträgliche Entsorgung von Holzabfällen auf dem Verordnungswege zu regeln.

An diesem Beispiel wird das Problem deutlich, unterschiedliche Interessenlagen sowohl der Industrie (Holzwerkstoffindustrie, Entsorger, Holzverarbeitende Industrie) als auch der Bundesländer und der unterschiedlichen Rechtsgebiete (Immissionsschutz, Chemikalienrecht, Abfallrecht) zu einer konsensfähigen Regelung zusammenzuführen.

Entsorgung von Dämmstoffen aus Glas- und Mineralfasern

Glas- und Mineralfasern sind aus mineralischen Rohstoffen (Glasrohstoffe oder Gesteine) synthetisch hergestellte, amorphe (glasige) Fasern, zumeist unter Verwendung von Recyclingmaterialien wie z. B. Altglas. Eine Verwertung ist bisher nicht die Praxis. In der Regel werden derartige Abfälle auf Bauschutt- und Hausmülldeponien abgelagert. Nach Auskunft der größten deutschen Herstellerfirmen halten deren Produkte die derzeitigen Anforderungen an eine Ablagerbarkeit auf Deponien ein.

Derzeit bieten Firmen Entsorgungskonzepte an und nehmen für sich in Anspruch, eine Verwertung zu betreiben. Die LfU hat in diesem Zusammenhang den Auftrag erhalten, die dargelegten

Verfahrenskonzepte zur Verwertung zu beurteilen und zu prüfen, ob sie eine Verbesserung gegenüber der derzeitigen Entsorgungspraxis darstellen.

Derartige Beurteilungen sind notwendig, da bisher keine konkreten Abgrenzungskriterien für die Schnittstelle Verwertung – Beseitigung vorliegen und die zuständigen Behörden jedoch im Einzelfall entscheiden müssen, ob es sich jeweils um eine Verwertungs- oder Beseitigungsmaßnahme handelt.

Entsorgung von Leuchtstofflampen

In Deutschland werden jährlich ca. 100 Millionen Entladungslampen (Leuchtstofflampen, Quecksilberdampf-Hochdrucklampen, Natriumdampf-Hochdrucklampen, Energiesparlampen) verkauft, die nach Gebrauch wegen ihres Gehaltes an umweltrelevantem Quecksilber als Sonderabfall entsorgt werden müssen. Mit einem Anteil von ca. 85 % stellen die stabförmigen Leuchtstofflampen den Hauptteil der Entladungslampen dar.

Derzeit werden jährlich bundesweit etwa 50 Millionen Altlampen einer Aufbereitung bzw. Behandlung mit dem Ziel der Verwertung unterzogen. Für die Verwertung dieser Lampen sind verschiedene Aufbereitungsverfahren entwickelt worden und in der Praxis im Einsatz.

Zu unterscheiden sind im wesentlichen Zerlegeverfahren und Shredderverfahren. Die Aufarbeitung mit Zerlegeverfahren ist vergleichsweise aufwendig und dadurch kostenintensiv. Der damit gewonnene Sekundärrohstoff Glas kann jedoch weitestgehend wieder in der Lampenproduktion eingesetzt werden. Stoffkreisläufe werden dadurch im Sinne der Kreislaufwirtschaft wieder geschlossen. Zudem wird beim Einsatz von Glasscherben anstelle von Primärrohstoffen der Schmelzprozess positiv beeinflusst und der Energieverbrauch verringert. Der aufgearbeitete Lampenglasbruch hat einen positiven Marktwert. Die Aufarbeitung mit Shredderverfahren ist vergleichsweise weniger aufwendig und dadurch auch weniger kostenintensiv. Das damit gewonnene Glas ist ein bleiglashaltiges Glasgemisch, das zumeist nur zum Verfüllen von aufgelassenen Bergwerksstollen oder als

Bauzuschlagsstoff im Straßen- oder Deponie- wegebau Verwendung findet. Das Glasgemisch hat einen negativen Marktwert. Für den Abfallerzeuger ergeben sich derzeit etwa um den Faktor zwei bis drei höhere Entsorgungsgebühren, wenn die Leuchtstofflampen einem Zerlegeverfahren unterzogen werden.

Die LfU wurde damit beauftragt, die Verfahren zur Leuchtstofflampenaufarbeitung einschließlich der möglichen Verwertungswege fachtechnisch zu beurteilen. Ziel dieses Auftrags war es, den zuständigen Behörden des Landes mit Hilfe einer für Baden-Württemberg einheitlichen fachtechnischen Stellungnahme die Entscheidungsfindung, ob es sich im Einzelfall um ein Verwertungs- oder Beseitigungsmaßnahme handelt, zu erleichtern und eine einheitliche Beurteilungspraxis in Baden-Württemberg zu ermöglichen.

An diesem Beispiel zeigt sich zusätzlich das Problem der Beurteilung der Hochwertigkeit einer Verwertung einerseits und der wirtschaftlichen Zumutbarkeit andererseits. Falls seitens des Gesetz- und Verordnungsgebers auch weiterhin keine Differenzierung bezüglich der Qualität der Aufarbeitung und Verwertung erfolgt (§ 5 (2) KrW-/AbfG: „Eine der Art und Beschaffenheit des Abfalls entsprechende hochwertige Verwertung ist anzustreben.“), ist zu erwarten, dass die aufwendigeren und damit kostenintensiveren Zerlegeverfahren, trotz der Möglichkeit der Nutzung des Glasbruchs für die Neuproduktion von Leuchtstofflampen, mangels Wettbewerbsfähigkeit mittelfristig vom Markt verdrängt werden.

Dieter Schlag, Hans-Georg Weber

25 Jahre Begleitscheinwesen – ein Instrument zur Beurteilung des Sonderabfallgeschehens in Baden-Württemberg

Einführung

Baden-Württemberg hat eine ausgeprägte Industrie- und Gewerbestruktur. Das Land hat daher ein vergleichsweise hohes Sonderabfallaufkommen. Als Sonderabfälle werden Abfälle bezeichnet, die nach Art, Beschaffenheit oder Menge im besonderen Maße gesundheits-, luft- oder wassergefährdend, explosibel oder brennbar sind.

Damit eine umweltverträgliche Entsorgung dieser Abfälle sichergestellt ist, sind sie einem besonderem Überwachungsverfahren unterzogen. Dieses wird nicht nur in den Abfallentsorgungsanlagen selbst, sondern bereits auf dem Weg vom Abfallerzeuger zur Entsorgungsanlage durchgeführt. Die Überwachung ist bundesweit geregelt.

Ein wesentliches Merkmal dieser Überwachung sind die sogenannten Begleitscheine. Begleit-

scheine sind Papiere, die den Abfall vom Abfallerzeuger bis zum Entsorger begleiten. Sie bestehen aus mehreren Ausfertigungen, die den am Entsorgungsgeschehen Beteiligten als Nachweis für den ordnungsgemäßen Ablauf und den Überwachungsbehörden als Verbleibskontrolle dienen.

Entwicklung der Sonderabfallüberwachung

Die Anfänge in den 70er Jahren

Die Anfänge der Sonderabfallüberwachung reichen bis Anfang der 70er Jahre zurück. Bereits die Landesstelle für Gewässerkunde, eine der Vorgängerinstitutionen der LfU, hat maßgebliche Vorarbeiten und Anregungen für das später bundesweit eingeführte Überwachungskonzept geliefert. Sie hat im Jahre 1971 mit Unterstützung der Industrie- und Handelskammern des Landes erstmals eine Industrieabfallerhebung

organisiert. Die bei dieser Erhebung gewonnene Datengrundlage war so gut, dass ein erster auf die Produktionsprozesse bezogener Abfallartenkatalog mit über 300 Abfallarten erstellt werden konnte, der als Basis des ersten von der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) im Jahre 1974 herausgegebenen Abfallartenkatalogs diente. Der Abfallartenkatalog war wiederum unverzichtbare Voraussetzung für die Deklaration von Abfällen, die Genehmigung von Abfallbehandlungs- und Abfallentsorgungsanlagen und für die Durchführung von Statistiken über Art und Menge der Abfälle. Des Weiteren war die LfU auch als Mitglied von Arbeitsgruppen der LAGA maßgeblich an der Entwicklung des Begleitscheinverfahrens beteiligt.

1972 im „Gesetz über die Beseitigung von Abfällen“ die Möglichkeiten für eine schärfere Überwachung geschaffen. Auf dieser Grundlage wurde Mitte 1974 ein erstes untergesetzliches Regelwerk mit Abfallnachweisverordnung, Abfallbeförderungsverordnung und Abfalleinfuhrverordnung erlassen. Mit der Nachweisverordnung wurde erstmals das Begleitscheinwesen als Überwachungsinstrument bundesweit eingeführt. Der Begleitschein (Abb. 1) enthält Angaben über die Abfallart mit Abfallschlüsselnummer, die Abfallmenge sowie Angaben über den Abfallerzeuger, Abfallbeförderer und Abfallbeseitiger. Auf ihm wird durch rechtsverbindliche Unterschriften die richtige Deklaration, die ordnungsgemäße Beförderung und die schadlose Beseitigung versichert.

Um die in der Vergangenheit beobachteten Missstände bei der Abfallbeseitigung zukünftig abzustellen, hat der Bundesgesetzgeber erstmals

Im Zuge dieser zunehmend schärferen Überwachungsregelung wurde im Jahre 1975 der LfU per Erlass vom zuständigen Ministerium die Auf-

Muster

Begleitschein **Nr.: 012345**

Beleg zum Nachweis der Beseitigung von Abfällen nach § 11 Abs. 3 Abfallbeseitigungsgesetz in Verbindung mit § 2 Abs. 1 der Abfallnachweis-Verordnung

Mit Unterschrift des Beförderers zum Nachweisbuch des Erzeugers

① Abfallart	② Abfallschlüssel (Nr., Land)	Abfallmenge	
		③ m³	④ kg

⑤ Betriebsnummer <input style="width: 100%;" type="text"/>	⑦ Beförderernummer <input style="width: 100%;" type="text"/>	⑥ Beseitigungsnummer <input style="width: 100%;" type="text"/>
Abfallerzeuger	Abfallbeförderer	Abfallbeseitiger
Postleitzahl _____	Postleitzahl _____	Postleitzahl _____
Anschrift _____	Anschrift _____	Anschrift _____
Name _____	Name _____	Name _____
	Art d. Fahrzeuges _____	
	Pol. Kennzeichen _____	
⑧ Versicherung der richtigen Deklaration	⑨ Versicherung der ordnungsgemäßen Beförderung	⑩ Versicherung der schadlosen Beseitigung
Unterschrift, Datum _____	Unterschrift, Datum _____	Unterschrift, Datum _____

Abb. 1: Erstes Begleitscheinformular (Nachweisverordnung aus dem Jahre 1974)

gabe zugewiesen, die Begleitscheine zu erfassen, abschließend zu prüfen und auszuwerten. Dazu wurden die rosafarbenen Ausfertigungen der Begleitscheine, die der LfU vom Abfallerzeuger nach Übergabe der Abfälle zur Verfügung gestellt wurden, mit der zugehörigen blauen Ausfertigung, die vom Abfallbeseitiger kam, abgeglichen. Darüber hinaus war es auch Aufgabe der LfU, die Eignung von Beförderern und Beseitigern zu prüfen, Betriebsnummern für Abfallerzeuger, Abfallbeförderer sowie Abfallbehandler und Abfallbeseitiger zu vergeben und in Zweifelsfällen die für den Vollzug zuständigen Behörden zu beraten.

1981 erste Verwaltungsvorschrift in Baden-Württemberg

Im Jahre 1981 wurden in Baden-Württemberg die bisherigen Erlassregelungen der Sonderabfallüberwachung durch eine umfassende Regelung in einer Verwaltungsvorschrift abgelöst. Für den Vollzug der Sonderabfallüberwachung sind die unteren Wasserbehörden der Stadt- und Landkreise als Erzeuger-, Beförderer- und Beseitigerbehörde zuständig. Die LfU ist die zentrale Stelle, bei der die Daten aus den bundesweit festgelegten Nachweispapieren (Begleitscheinen, Transportgenehmigungen, Anzeigen usw.) zentral erfasst, gespeichert und ausgewertet werden. Sie vergibt die für das Nachweisverfahren erforderlichen Betriebsnummern der Abfallerzeuger, Transporteure, Abfallbehandler und Abfallbeseitiger und hat die wichtige Aufgabe, den lückenlosen Nachweis der Beseitigungsvorgänge abschließend zu prüfen.

1990 einschneidende Änderungen der Regelungen

Im Frühjahr 1990 wurden auf der Basis des 1986 novellierten Abfallgesetzes die Regelungen der Sonderabfallüberwachung des Bundes entscheidend umstrukturiert. Kernstück der Neuregelung ist die Vorabkontrolle, die schon vor Beginn eines Entsorgungsvorganges die Zulässigkeit der Entsorgung in einer bestimmten Entsorgungsanlage feststellt. Durch einen Entsorgungsnachweis wird der Nachweis einer ordnungsgemäßen Entsorgung vorab erbracht. Die

sogenannte Rosa/Blaukontrolle führte in der Praxis zu Problemen, da der Abgleich der rosa und blauen Begleitscheinausfertigungen nicht immer lückenlos geführt werden konnte. Er entfiel daher. Das bisherige Begleitscheinverfahren wurde als Instrument der Verbleibskontrolle beibehalten.

Die neuen Regelungen des Bundes wurden im Jahre 1992 durch eine Verwaltungsvorschrift in Baden-Württemberg eingeführt. Darin wurde die Zuständigkeit für die Sonderabfallüberwachung stärker auf die Stadt- und Landkreise verlagert. Unter anderem sollte die DV-technische Erfassung der Begleitscheindaten bei den Kreisen erfolgen. Die LfU blieb zentrale Stelle zur Auswertung und Speicherung der Daten und sollte die Erfassung der Begleitscheindaten nur in Einzelfällen übernehmen. Daneben war sie weiter für die Vergabe der Betreibernummern zuständig.

Seit 1996 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz

Seit Oktober 1996 ist nunmehr das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes in Kraft. Zeitgleich hierzu wurden notwendige Durchführungsverordnungen erlassen, die seit Anfang Januar 1999 voll in Kraft sind. Kernelemente dieser seither letzten Neuregelungen sind der erweiterte europäische Abfallbegriff, der nunmehr auch Abfälle zur Verwertung umfasst und den früheren Reststoffbegriff ersetzt, die Ablösung des früheren LAGA-Abfallartenkataloges durch den Europäischen Abfallkatalog sowie Vereinfachungen in der Nachweisführung durch Deregulierungen.

Organisation des Begleitscheinwesens an der LfU

Historie

Mit der Erfassung der Begleitscheine wurde 1976 an der LfU begonnen. Die Auswertung geschah zunächst von Hand. Dabei wurden die Daten der Begleitscheine, geordnet nach Abfallart und Erzeuger, auf Listen übertragen. Der erste Versand erfolgte 1977. Seitdem werden die Daten regelmäßig dem zuständigen Ministerium, den

Regierungspräsidien, den technischen Fachbehörden und den Stadt- und Landkreisen zur Verfügung gestellt.

Die erste EDV-Anlage für das Begleitscheinwesen wurde an der LfU 1978 installiert. Da die einzelnen Bundesländer bei der Auswertung recht unterschiedliche Wege gingen, wurde für Baden-Württemberg eine eigene EDV-Software entwickelt. Bereits im Jahre 1979 war eine erste elektronische Auswertung möglich. Damit war Baden-Württemberg das erste Bundesland, das die Erfassung der Begleitscheine auf Datenträgern durchführte.

In der Überwachungspraxis zeigten sich bald erhebliche Probleme. Die Anzahl der zu bearbeitenden Nachweise nahm mit den Jahren zu. Die Nachweise gelangten von den Stadt- und Landkreisen teilweise mit erheblichen Zeitverzögerungen an die LfU. Beides behinderte eine zeitnahe lückenlose Prüfung und Auswertung der Nachweise. Die große Papierflut führte bei der LfU auch zu einem Rückstand bei der Datenerfassung. Um die Rückstände ohne weiteren eigenen Personaleinsatz aufzuholen, wurde die anfänglich durch eigenes Personal durchgeführte Datenerfassung zunehmend durch Fremdvergabe ersetzt. Weiter wurde überlegt, ob die Ersterfassung der Begleitscheine auf Datenträger nicht besser ortsnahe auf die Stadt- und Landkreise verlagert werden sollte. In den 80er Jahren wurden organisatorische Umstellungen in zahlreichen Varianten diskutiert.

Mit den einschneidenden Neuregelungen der Sonderabfallüberwachung des Bundes im Jahre 1990 waren die neuen Aufgaben der Stadt- und Landkreise nur mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung zufriedenstellend wahrzunehmen. Bereits Anfang der 90er Jahre wurde daher mit finanzieller Unterstützung des Landes ein EDV-gestütztes Abfall- und Reststoff-Überwachungs-System (ARÜS) zur flächendeckenden landesweit einheitlichen Einführung in Baden-Württemberg entwickelt. Damit sollte den Stadt- und Landkreisen unter Beteiligung der LfU ein leistungsfähiges Werkzeug zur Wahrnehmung ihrer Aufgaben an die Hand gegeben werden. Diese Hilfe wurde allerdings aus unter-

schiedlichen Gründen nicht von allen Stadt- und Landkreisen angenommen. Im Gegenteil, es haben sich Subsysteme entwickelt, die eine landesweit einheitliche Handhabung behinderten. Die Folge war, dass die Erfassung der Begleitscheindaten weiterhin weitestgehend bei der LfU stattfand.

Derzeitige Organisation

Das Begleitscheinwesen war von Anfang an ein Massengeschäft. Derzeit werden der LfU jährlich zwischen 140.000 und 160.000 Begleitscheine zur Erfassung übersandt (Abb. 2). Hinzu kommt die Pflege der Betreiber-Stammdatendatei mit jährlich 2.000 bis 5.000 neuerfassten Betrieben, für die eine Betreibernummer vergeben wurde, und Änderungen an bestehenden Stammdatensätzen, z. B. bei Namens- oder Adressänderungen, in etwa gleicher Größenordnung (Abb. 3).

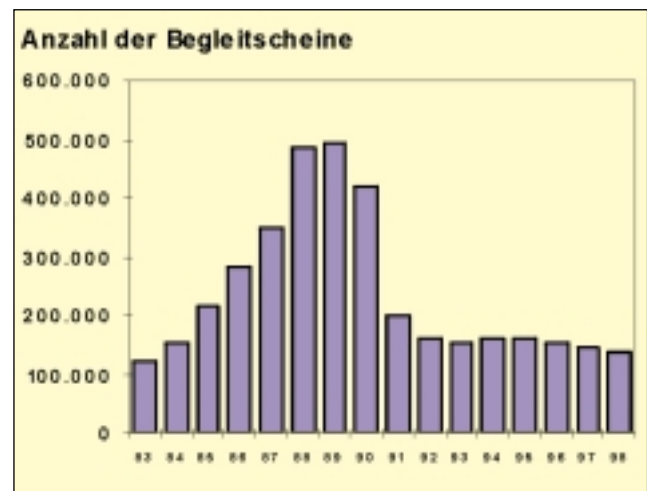


Abb. 2: Begleitscheinaufkommen an der LfU seit 1983.

Die Begleitscheine werden nach Eingang bei der LfU auf Vollständigkeit kontrolliert, nach verschiedenen Merkmalen sortiert, in Ordner abgelegt und zur Erfassung an einen Auftragnehmer außer Haus gegeben. Nach der Erfassung werden die Datensätze auf die Begleitscheindatenbank der LfU eingespielt, einer Plausibilitätskontrolle unterzogen und die dabei erkannten Fehler, zum Teil durch Rückfragen bei den zuständigen Behörden, direkt auf der Datenbank korrigiert.

Die Anzahl der fehlerhaft oder unvollständig ausgefüllten Begleitscheine war in der Vergan-

genheit beträchtlich. Sie wurden lange Zeit von der LfU toleriert und im Rahmen der Vorkontrolle vervollständigt bzw. korrigiert, was aufgrund der dazu notwendigen Recherchen sehr zeit- und personalintensiv war. Im Zuge der immer knapper werdenden Personalressourcen wurde im Jahr 1998 beschlossen, augenscheinlich fehlerhafte und unvollständige Begleitscheine künftig nur noch auszusortieren und an den Absender mit der Bitte um Korrektur und Vervollständigung zurück zu senden. Die Maßnahme hat sich bis zum heutigen Zeitpunkt bewährt.

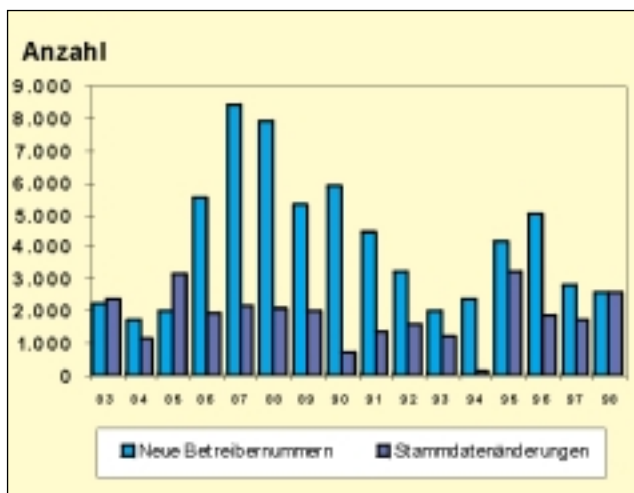


Abb. 3: Pflege der Betreiber-Stammdaten an der LfU, Anzahl der Vorgänge seit 1983.

Zur Bewältigung der Aufgaben im Begleitscheinwesen ist eine DV-gestützte Bearbeitung unabdingbar. Die LfU hat daher von Anfang an das Begleitscheinwesen DV-technisch aufgebaut und für ihre Aufgaben kontinuierlich weiterentwickelt und betrieben. Auf Neuregelungen im Nachweisverfahren konnte somit immer vergleichsweise flexibel und zeitnah reagiert werden. Neben der DV-gestützten Bearbeitung und Plausibilitätskontrolle der Nachweisdaten gewann allerdings auch der bundesweite elektronische Datenaustausch aller Dienststellen untereinander zunehmend an Bedeutung. Baden-Württemberg beschloss daher im Jahre 1998, sich dem unter der Federführung Niedersachsens in der Entwicklung befindlichen und zur bundesweiten Einführung bestimmten Abfallüberwachungssystem ASYS anzuschließen. Die Erprobung des Systems in der Überwachungspraxis steht noch aus.

Anwendungen des Begleitscheinwesens (Beispiele)

Die aus dem Begleitscheinwesen gewonnenen Datenbestände haben sich als Grundlage für die Beantwortung von abfallpolitischen, planerischen, konzeptionellen Fragestellungen sowie als Vollzugsunterstützung bewährt. Sie erlauben recht genaue Aussagen über das originäre Abfallaufkommen, das heißt zur erzeugten Abfallmenge einzelner Abfallerzeuger, wie auch zur Überwachung des Verbleibs.

Die ordnungsgemäße Entsorgung von Sonderabfällen war immer von hohem politischen Interesse. Entsprechend häufig stellten Abgeordnete aller Parteien der Landesregierung Fragen zu dieser Thematik. Immer wenn dabei die Herkunft, der Verbleib, Art und Menge von Sonderabfällen eine Rolle spielten, wurde die LfU mit der Datenbereitstellung aus dem Begleitscheinwesen beauftragt. Beispielhaft für Fragen aus dem parlamentarischen Raum seien hier die umfangreichen Detailuntersuchungen im Zusammenhang mit dem Untersuchungsausschuss „Gefährdungen durch Sondermüll“ Mitte der 80er Jahre genannt.

Auch für Staatsanwaltschaft, Landeskriminalamt, Wirtschaftskontrolldienst und Zoll wurden viele Auswertungen durchgeführt, die jeweils der Untersuchung von Umweltdelikten dienten. So konnte beispielsweise mit Hilfe abfallartenspezifischer Zusammenstellungen von Abfallerzeugern in Fällen illegaler Abfallentsorgung häufig zur Aufklärung beigetragen werden.

Darüber hinaus ist das Begleitscheinwesen auch zur alleinigen Datengrundlage der bundesweiten Sonderabfallstatistik geworden.

Hier einige besonders hervorzuhebende Beispiele für die Nutzung von Begleitscheinauswertungen der LfU:

Sonderabfallwirtschaftsplan

Im Jahre 1990 erstellte das Land einen Sonderabfallwirtschaftsplan. In ihm wurden zukünftige Planungen für die baden-württembergische Sonderabfallwirtschaft festgelegt. Der Plan wurde zuletzt im Jahre 1998 fortgeschrieben. Wesentli-

che Grundlage und Bestandteil waren die Begleitscheinauswertungen der LfU.

Planungen zur Sonderabfallverbrennungsanlage Kehl

Zur thermischen Behandlung von Sonderabfällen bestand in Baden-Württemberg seit den 80er Jahren die Absicht, eine Sonderabfallverbrennungsanlage in Kehl zu errichten. Die Planungsgrundlagen für diese Anlage (zu erwartendes Abfallaufkommen, Abfallarten usw.) wurden von der LfU anhand der Begleitscheindaten früherer Jahre abgeschätzt.

Sonderabfallforum

Die kontroverse Diskussion im Zusammenhang mit der Sonderabfallverbrennungsanlage Kehl führte zur Einsetzung des sogenannten Sonderabfallforums. Dort sollten im Konsens mit allen politischen und gesellschaftlichen Gruppierungen tragfähige Planungsgrundlagen für die weitere Sonderabfallpolitik des Landes erarbeitet werden. Die LfU hatte dabei wiederum die Aufgabe sehr detaillierte Untersuchungen zum Sonderabfallaufkommen im Land durchzuführen. Ziel war es, insbesondere Vermeidungs- und Verwertungspotenziale aufzuzeigen, um im Forum die künftige Entwicklung der tatsächlich zu verbrennenden und zu deponierenden Sonderabfallmengen für Baden-Württemberg einvernehmlich abschätzen zu können.

700-Betriebe-Projekt

Um die Innovation auf dem Gebiet der Vermeidung und Verwertung zu fördern, hatte das damalige Umweltministerium im Jahr 1990 das sogenannte 700-Betriebe-Projekt gestartet. Das Projekt verfolgte das Ziel, neue Abfallvermeidungs- und -verwertungstechniken in der betrieblichen Praxis zu erproben, deren Akzeptanz zu erhöhen und dadurch das zukünftige Sonderabfallaufkommen in Baden-Württemberg nachhaltig zu vermindern. Um die größten Reduktionspotenziale und deren Branchen zu ermitteln, mussten in einem ersten Schritt die in Baden-Württemberg anfallenden Sonderabfälle hinsichtlich ihrer Art und Menge detailliert untersucht werden. Diese Analyse beruhte maßgeblich auf Begleitscheinauswertungen der LfU.

Europäischer Abfallkatalog

Am 1. Januar 1999 wurden bundesweit die früheren Abfallschlüssel der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) durch die Schlüssel des europäischen Abfallkatalogs (EAK) abgelöst. Wegen der grundlegend anderen Systematik war eine „Eins-zu-Eins“-Umschlüsselung nicht immer möglich, was eine landesweit uneinheitliche Umschlüsselungspraxis erwarten ließ. Eine Arbeitsgruppe hatte daher Vorschläge zur LAGA/EAK-Umstellung unter Berücksichtigung der baden-württembergischen Verhältnisse zu erarbeiten und eine Schwerpunktaktion der Staatlichen Gewerbeaufsichtsämter, bei der Betriebe mit relevanten Sonderabfällen zu Fragen der Umschlüsselung beraten wurden, fachtechnisch vorzubereiten. Die LfU stellte hierzu mit Hilfe von Begleitscheinauswertungen die relevanten Abfallerzeuger zusammen, erstellte für die in Baden-Württemberg ansässigen Entsorger, Einsammler und relevanten Abfallerzeuger Listen mit betriebs-spezifischen Umschlüsselungsvorschlägen der in früheren Jahren ausgewiesenen Sonderabfälle und verschickte diese Listen EDV-automatisiert an die jeweiligen Betriebe (ca. 4.000).

Ausblick

Bereit im Jahr 1987 wurde im Rahmen einer Organisationsüberprüfung empfohlen, die LfU zukünftig von Routineaufgaben zu entlasten und das Begleitscheinwesen zum Regierungspräsidium Karlsruhe zu verlagern. Dies wurde jedoch nicht umgesetzt, da man zwischenzeitlich zu der Auffassung gelangte, dass die anstehende Einführung von ARÜS eine Verlagerung überflüssig mache.

Spätere Organisationsuntersuchungen kamen zu dem Ergebnis, dass eine Zentralisierung des gesamten Begleitscheinwesens nach wie vor anzustreben sei. Im Zuge der Bestrebungen, die staatliche Verwaltung allgemein zu entlasten, wurde inzwischen festgelegt, dass die Sonderabfallagentur Baden-Württemberg diese Aufgabe schrittweise von der LfU übernehmen soll. Diese Verlagerung soll im Laufe des Jahres 2000 vollzogen werden.

Dieter Schlag, Hans-Georg Weber

Wie berechenbar ist der Alpenrhein-Einstrom in den Bodensee?

In dieser Frage schwingt die Assoziation mit, dass der Alpenrhein als mächtiger alpiner Hauptzubringer zum Bodensee voller Unberechenbarkeit ist. Die Einschichtung des Rheinwassers in den See erfolgt so vehement in einer Kombination von turbulenten Fall- und Aufquellvorgängen, dass Fluss- und Seewasser an einer scharfen Front, dem Rheinbrech, miteinander zu kämpfen scheinen. In der Luftaufnahme vom 18. Juli 1973 (Abb. 1) ist eine solche Situation festgehalten, in der sogar das Treibholz des Flusses über dem Brech durch die see- und flussseits aufeinander zuströmenden Wassermassen zu einer schwimmenden Insel zusammengeschoben wird. Die Holzinsel verharrt dort wie gefesselt, ehe sie sich mit zunehmender Größe allmählich ablöst und in die Weite des Obersees hinaustreibt.



Abb. 1: Einstrom des Alpenrheins in den Bodensee-Obersee am 18. Juli 1973 [Foto: Thorbecke-Luftbild, Lindau].

Aus dem Bild gewinnt man auch einen Eindruck, wie massiv die Kräfte des einfallenden Flusswassers in den See unterseeisch hineinstoßen und ihm eine Bewegung aufprägen. Stellt man die gleichzeitig vorhandenen seeeigenen Strömungen in Rechnung, die auch im Mündungsbereich bestehen, so wird klar, dass die Flusswasserfahne im See auf einer komplizierten Bahn verlaufen wird. Die Einströmung galt in der Tat lange Zeit

als ein unberechenbares Phänomen. Diese Unsicherheit war trotz des wachsenden Bedarfs nach genaueren Kenntnissen zunächst hinzunehmen, da geeignete Methoden zur Berechnung des Strömungsverhaltens fehlten.

Die Alpenrheinmündung wurde Anfang dieses Jahrhunderts von der 8 km weiter westlichen Einmündung am Rheinspitz in die Fussacher Bucht verlegt. Seit Anfang der 70er-Jahre muss diese Einmündung in einer langgeschwungenen Linksbiegung verlängert werden. Hierdurch wurde die Mündungsöffnung auf das tiefe Hauptbecken des Obersees zu orientiert. Damit soll eine Abschnürung der Bregenzer Bucht, die durch die natürliche Vorschüttung des Alpenrheins drohte, verhindert werden. Dieser seit der Mündungsverlegung 1900 größte hydrologische Eingriff in den See, der noch ständig fortgeführt wird, erforderte besondere Untersuchungen, um seine Auswirkungen auf den gesamten See festzustellen.

Durch die Fortschritte der küstenozeanographischen Forschungen und Berechnungsverfahren in Deutschland in den 80er-Jahren entstanden vielversprechende Möglichkeiten für eine bessere Aufklärung der speziellen seenphysikalischen Verhältnisse. Durch Empfehlung der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) kam es daher 1990 zu dem Auftrag, die mathematische Modellierung des Alpenrhein-Einstroms auf der Grundlage dieser Verfahren in Angriff zu nehmen. Das Modellsystem wurde daraufhin von der Beratungsgesellschaft Hydromod in Wedel im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) erstellt.

Im Verlaufe ausführlicher Untersuchungen zur Anpassung und Fortentwicklung eines dreidimensionalen Modells, das die dynamische Einwirkung der beiden Hauptzubringer Alpenrhein und Bregenzerach auf den See nachbildet, sind weitreichende Einblicke erreicht worden. Die den gesamten Obersee umfassende Modellierung wurde an dem bis heute größten synoptischen

Messdatensatz über die Strömungs- und Temperaturverhältnisse des Sees vom Herbst 1972 verifiziert. Seinerzeit wurden diese Messungen durch das Institut für Meereskunde an der Universität Kiel in Zusammenarbeit mit dem Limnologischen Institut der Universität Konstanz und der Landesstelle für Gewässerkunde Baden-Württemberg in Karlsruhe, einer Vorläuferorganisation der LfU, mit zahlreichen selbsttätig registrierenden Messgeräten aufgenommen.

Mit dem Modellsystem wurde ein Handwerkszeug erstellt, durch das auch eine Vielzahl von Transportvorgängen im gesamten Obersee berechnet werden kann, die nicht nur mit den beiden Hauptzuflüssen zusammenhängen. Auch reine seeeigene Zirkulationsabläufe können mit 200 m horizontaler Gitterdistanz und in hoher vertikaler Schichtauflösung seeweit nachgebildet werden. Die Erschließung der neuen Möglichkeiten für den praktischen Gebrauch vor Ort steht zwar noch aus, doch sind die Grundlagen dafür vom methodischen her leicht umsetzbar erarbeitet worden.

Einen Einblick in die Berechnungsergebnisse vermitteln die nachfolgenden Diagramme. Die Möglichkeiten der Nachbildung und Abschätzung werden am Beispiel von Temperaturfahnen sowie der Verteilung von Schweb- und Sinkstoffen in der Abbildung 2 verdeutlicht. Während der Hochwassersituationen im Juli 1987 (Bildteile a und b) und im Juni 1991 (Bildteile c und d) treten markante Unterschiede zutage. So wird vom Modell beim Hochwasser 1987 aufgrund der vorherrschenden Bedingungen nur ein „Schüttkegel“ (Bildteil b) angezeigt. Für 1991 wurden dann zwei Schüttkegel prognostiziert. Vermessungsarbeiten, die von der Bauleitung der Internationalen Rheinregulierung in Lustenau durchgeführt wurden, haben die Modellergebnisse bestätigt.

Einen Eindruck über die berechnete Fernausbreitung des Alpenrheins mit tiefgerichteter Einströmung gewinnt man aus der Abbildung 3. Hier ist für den frühwinterlichen Zeitraum vom 17. Dezember 1991 bis 3. Januar 1992 zu den Zeitpunkten des 5. und 14. Tages die augenblick-

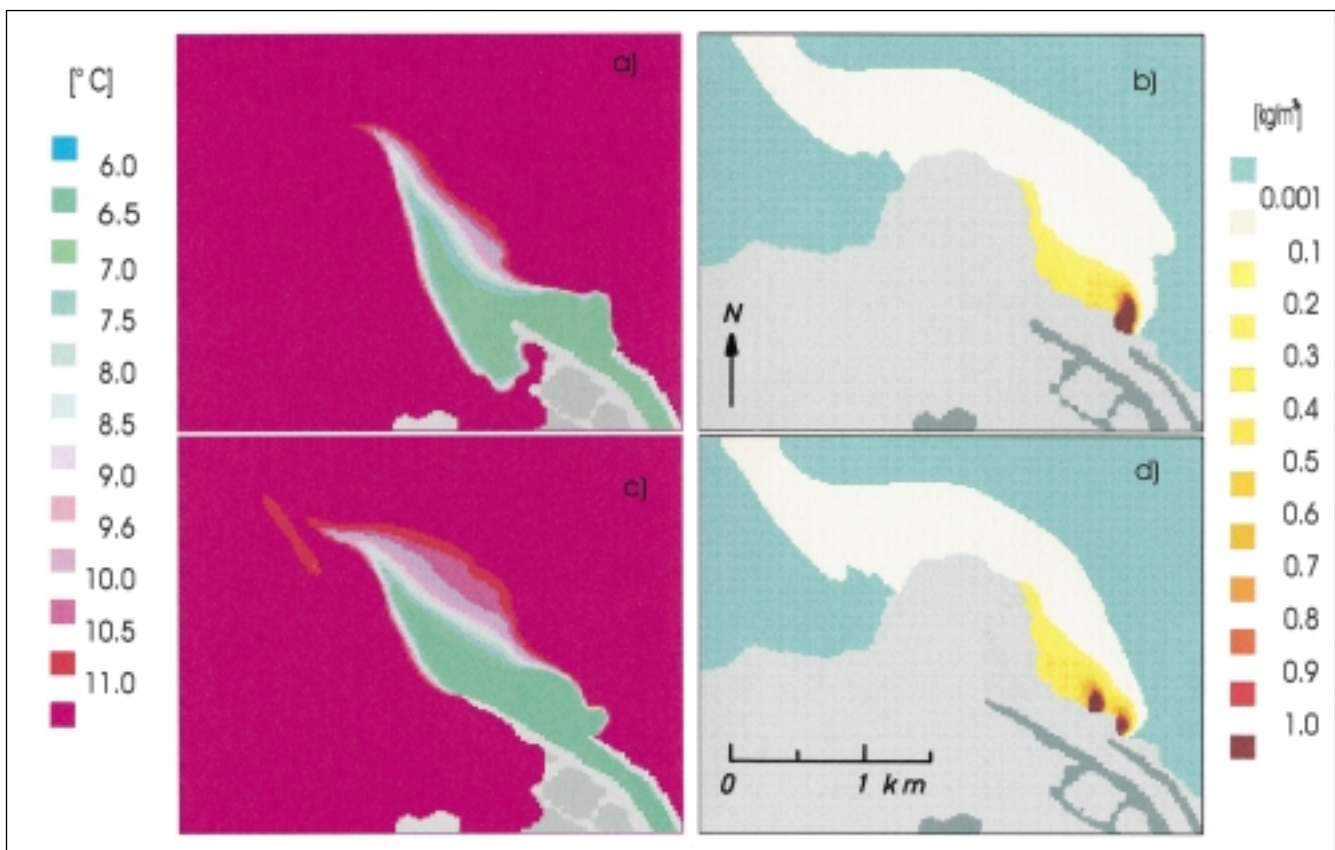


Abb. 2: Berechnete Temperaturfahnen an der Oberfläche und Schwebstoffverteilungen in 12,5 m Tiefe für die Hochwasserfälle Juli 1987 (Bild a und b) und Juni 1991 (Bild c und d). Die hellgrau gehaltene Fläche in Bild b) und d) gibt den Seebodenbereich mit Tiefen kleiner als 12,5 m wieder [Farbabbildungen: Hydromod, Wedel].

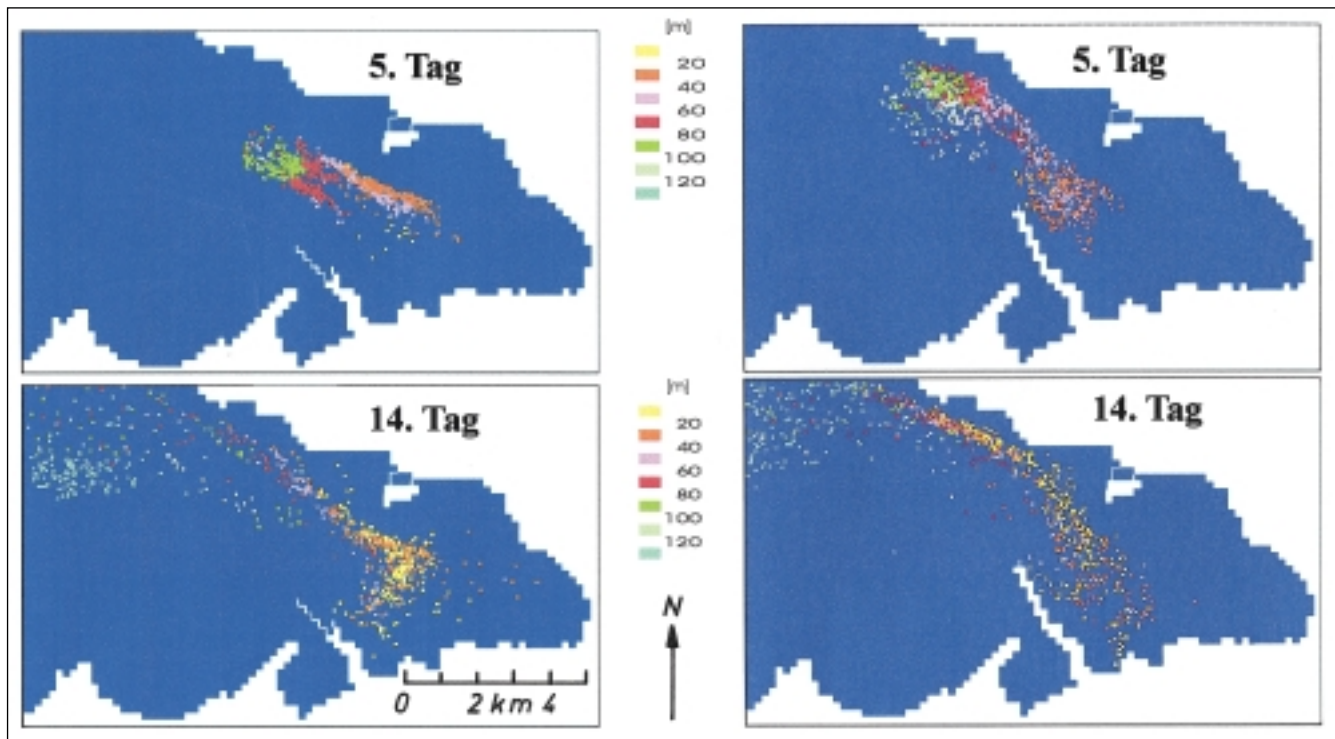


Abb. 3: Zwei Momente der Fernausbreitung am 5. und 14. Tag der am Berechnungsanfang in der Mündungsöffnung markierten Wasserteilchen für den Fall der tiefen frühwinterlichen Einströmung des Alpenrheins vom 17.12.1991 bis 3.1.1992. Die beiden Diagramme links geben die Verteilungen beim Ist-Zustand des Mündungsausbaus wieder, die beiden rechten die Veränderungen für die voraussichtliche Endlage der Mündung [Farbabbildungen: Hydromod, Wedel].

liche Verteilung von Flusswasserpartikeln veranschaulicht, die sich am Berechnungsanfang in der Flussmündung in einem Wasservolumen von 200 m x 200 m x 2 m Größe befanden und numerisch markiert wurden. Da es sich um eine Wegberechnung mit statistischem Vermischungsgesetz handelt, ist nur die Lage und Form der Punktwolke für den gesamten gekennzeichneten Wasserkörper aussagekräftig. Dieser Wasserkörper besteht in seinem weiteren Verlauf im See aus einer Mischung von Fluss- und Seewasser. Um die Ausbreitung als eigenständige Bewegung verfolgen zu können, wurde von Überlagerungseffekten seeeigener Zirkulationen etwa durch Windeinwirkungen abgesehen.

In den beiden linken Diagrammen ist die Verteilung des Flusswassereintrags mit dem Mündungsausbau im Ist-Zustand wiedergegeben. Die beiden rechten Diagramme stellen die Situation für den vorgesehenen Endausbau der Rheinmündung dar. Der Zustrom spaltet sich jeweils in zwei große Wasserkörper auf, die mit zunehmender Zeit auseinanderdriften. Es zeigen sich dabei zwei Hauptunterschiede: Der in die Tiefe gerichtete schwerere Flusswasserkörper dringt im Fall

des Endausbaus kräftiger entlang des nördlichen Unterwasserabhangs nach Nordwesten vor. Der leichtere Flusswasserkörper, welcher durch stärkere randliche Vermischung mit dem leichteren Seewasser beim Einströmen entsteht und später teilweise in die oberflächennahe Rezirkulation zur Flussmündung hineingerät, landet im jetzigen Zustand noch massiert südlich von Lindau. Bei der künftigen Mündungslage ist er mehr in Form eines langgezogenen Streifens, angelehnt am nördlichen Ufer von Lindau bis westlich von Wasserburg, wiederzufinden. Weitere Berechnungsfälle, die typische winderzeugte Transportfelder im See mit einbeziehen, sind vorgesehen, um die vermutlich noch weiterreichenden tiefen Ausbreitungen des Zuflusswassers realistisch nachzuvollziehen. Diese Untersuchungen sind von wichtiger limnologischer Bedeutung, da die untersten Schichten des Sees durch die tiefe Einströmung mit Sauerstoff versorgt werden.

Die Frage, wie weit die Berechenbarkeit reicht, bleibt auch im Lichte der neuen, in sich hochgenauen mathematischen Modellierung noch teilweise offen. Wichtige Randbedingungen, die das

Kräftefeld über dem See in Gestalt des Windanriffes und der Temperaturverhältnisse in den untersten Luftschichten sowie auch einige hydrologische Zuflussdaten betreffen, weisen zeitlich und horizontal noch zu große Lücken auf. Außerdem sind Antriebsprozesse im Seeinnern für bestimmte Strömungsformen noch weiter in der seenphysikalischen Modelltheorie zu spezifizieren. Dennoch liefern entsprechend angesetzte Modellrechnungen einen unvergleichlich besseren Kenntnisstand über die Transportvorgänge,

als es bisher aufgrund der insgesamt spärlichen Beobachtungen über Strömungen für einzelne Ereignisfälle möglich ist. Damit ist ein Tor zu neuen methodischen Wegen des Gewässerschutzes und der Forschung am Bodensee geöffnet worden, das noch zu weitreichenden neuen Erkenntnissen und Anwendungsmöglichkeiten führen wird.

Eckard Hollan

Kläranausbau am Bodensee: Ökologische Erfolgskontrolle

Ausgangslage und Anlass für den Ausbau

Nachdem etwa mit Beginn der 50er-Jahre aufgrund erhöhter Nährstoffeinträge deutliche Anzeichen für eine übermäßige Eutrophierung des Bodensees sichtbar wurden, haben sich 1959 alle Anliegerstaaten zusammenschlossen und das „Übereinkommen über den Schutz des Bodensees gegen Verunreinigungen“ getroffen. Die daraufhin eingesetzte Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) gab nach mehrjähriger Beratungstätigkeit 1967 die „Richtlinien für die Reinhaltung des Bodensees“ heraus. Darin wurde für Kläranlagen der Gemeinden im Bodensee-Einzugsgebiet zusätzlich zur biologischen Reinigung der Bau von Phosphoreliminationsanlagen gefordert, um so den Eintrag des die Eutrophierung verursachenden Phosphors nachhaltig zu reduzieren. Der Erfolg dieser Maßnahmen wurde in einer ab 1980 deutlich werdenden Trendwende bei der Entwicklung der Phosphorkonzentration im See sichtbar. Dennoch kam man zu der Schlussfolgerung, dass die damit bewirkte Phosphorrückhaltung noch nicht zur Erreichung eines intakten Seezustandes ausreichen würde. In der 1987 erstellten Neufassung der Bodenseerichtlinien wurde deshalb eine weitere Senkung der Phosphorkonzentration im Ablauf von Kläranlagen, die auf mehr als 30.000 Einwohnergleichwerte ausgelegt sind, gefordert.

Etwa zeitgleich gaben in den 80er-Jahren in Nord- und Ostsee beobachtete Algenblüten den Anstoß zu einer breiten Debatte über die Düngewirkung von Stickstoff und die Möglichkeiten zur Reduktion der Stickstoffzufuhr in Oberflächengewässern. Als Ergebnis dieser Diskussion wurde 1991 in einer EU-Richtlinie auch die Stickstoffkonzentration im Ablauf von Kläranlagen begrenzt.

Diese Vorgaben führten im Einzugsgebiet des Bodensees zu umfassenden Erweiterungen der Kläranlagen. Für die Stickstoffreduktion wurden Denitrifikationsbecken in den Kläranlagen eingerichtet, die entweder in die biologische Stufe integriert oder dieser vorgeschaltet wurden.



Abb. 1: Kläranlage des Abwasserverbandes Unteres Schusental in Eriskirch-Gmünd (Abwassertechnische Bemessungswerte: Ausbaugröße 30.000 Einwohnergleichwerte, tägliche Wassermenge 3.376 m³/d, Schmutzfracht 1.953 kg BSB₅/d) [Quelle: Abwasserzweckverband].

Zur weiteren Reduktion der Phosphorkonzentration entschied man sich für eine Flockungsfiltration, die dem Auslauf des Nachklärbeckens nachgeschaltet wurde.



Abb. 2: Kläranlage des Zweckverbandes Abwasserreinigung Kressbronn-Langenargen (Abwassertechnische Bemessungswerte: Ausbaugröße 50.000 Einwohnergleichwerte, tägliche Wassermenge 11.880 m³/d, Schmutzfracht 2.170 kg BSB₅/d) [Quelle: Zweckverband].

Die Kläranlagen Eriskirch und Kressbronn als Fallbeispiele

Unter den Kläranlagen im Bodensee-einzugsgebiet war die Anlage des Abwasserzweckverbandes Unteres Schussental (Abb. 1) in Eriskirch-Gmünd 1992 die erste, die die neuen Ausbaumaßnahmen umgesetzt hatte. Nachdem auch die große den Raum Ravensburg-Weingarten entsorgende Kläranlage Langewiese ausgebaut war, war die Kläranlage Kressbronn-Langenargen (Abb. 2) 1995 die nächste, die mit einer Flockungsfiltration und mit einer vorgeschalteten Denitrifikation (Abb. 3) ausgestattet wurde.



Abb. 3: Belebungsbecken der Kläranlage Kressbronn-Langenargen. Im ersten, unbelüfteten Teil (links) erfolgt die Stickstoffelimination. Im nachfolgenden belüfteten Teil werden die organischen Bestandteile des Abwassers von Bakterien „aufgefressen“ [Quelle: Zweckverband].

Inzwischen liegen für die erweiterten Kläranlagen mehrjährige Betriebserfahrungen vor. Deshalb ist es sinnvoll, den Erfolg dieser Maßnahmen und ihre ökologische Effizienz für den See zu bewerten. Hierfür wurden die nahe am ISF gelegenen Kläranlagen Kressbronn und Eriskirch ausgewählt, die größenordnungsmäßig hinsichtlich Einwohnergleichwerten und BSB-Belastung ähnlich sind. Die Untersuchungen wurden im Rahmen einer Diplomarbeit von Frau D. Focke durchgeführt.

Zur Bewertung der Phosphorrückhaltung wurde der Parameter Gesamtphosphor untersucht. Die Stickstoffelimination wurde anhand der Nitrat- und Ammonium-Stickstoffgehalte beurteilt und für den Rückhalt organischer Stoffe wurde der chemische Sauerstoffbedarf (CSB) herangezogen. Zusätzlich wurde auch die Leistung der jeweiligen Anlagen hinsichtlich der Elimination von Fäkalkeimen (speziell von *Escherichia coli*) überprüft. Diese im normalen Kläranlagenbetrieb sonst nicht routinemäßig durchgeführten hygienisch-bakteriologischen Untersuchungen sind für die Kläranlagen am Bodensee von besonderer Bedeutung, da deren Abläufe sich auf die Badewasserqualität der Strandbäder negativ auswirken können. Somit gilt diesem Aspekt in der stark vom Fremdenverkehr geprägten Bodensee-Region besondere Aufmerksamkeit.

Die Untersuchungsergebnisse

Die Stickstoffelimination erfolgte auf beiden Anlagen gleich gut und der Überwachungswert von 15 mg/l Gesamtstickstoff konnte in der Regel jeweils erreicht werden. Beim Ammonium wurde der Grenzwert von 5 mg N/l auf beiden Anlagen immer unterschritten. Durch die Erweiterung des Belebungsbeckens mit einer vorgeschalteten Denitrifikation konnten die Nitratfrachten im Kläranlagenablauf um die Hälfte gesenkt werden. Somit wurde für beide Anlagen das vorgegebene Ziel für die Stickstoffelimination erreicht.

Am Bodensee war jedoch das Hauptziel des Kläranlagenausbaus die weitere Phosphorentfernung aus dem Abwasser durch Simultanfällung und anschließende Flockungsfiltration. Diese wurde mit Gesamteliminationsleistungen von 95

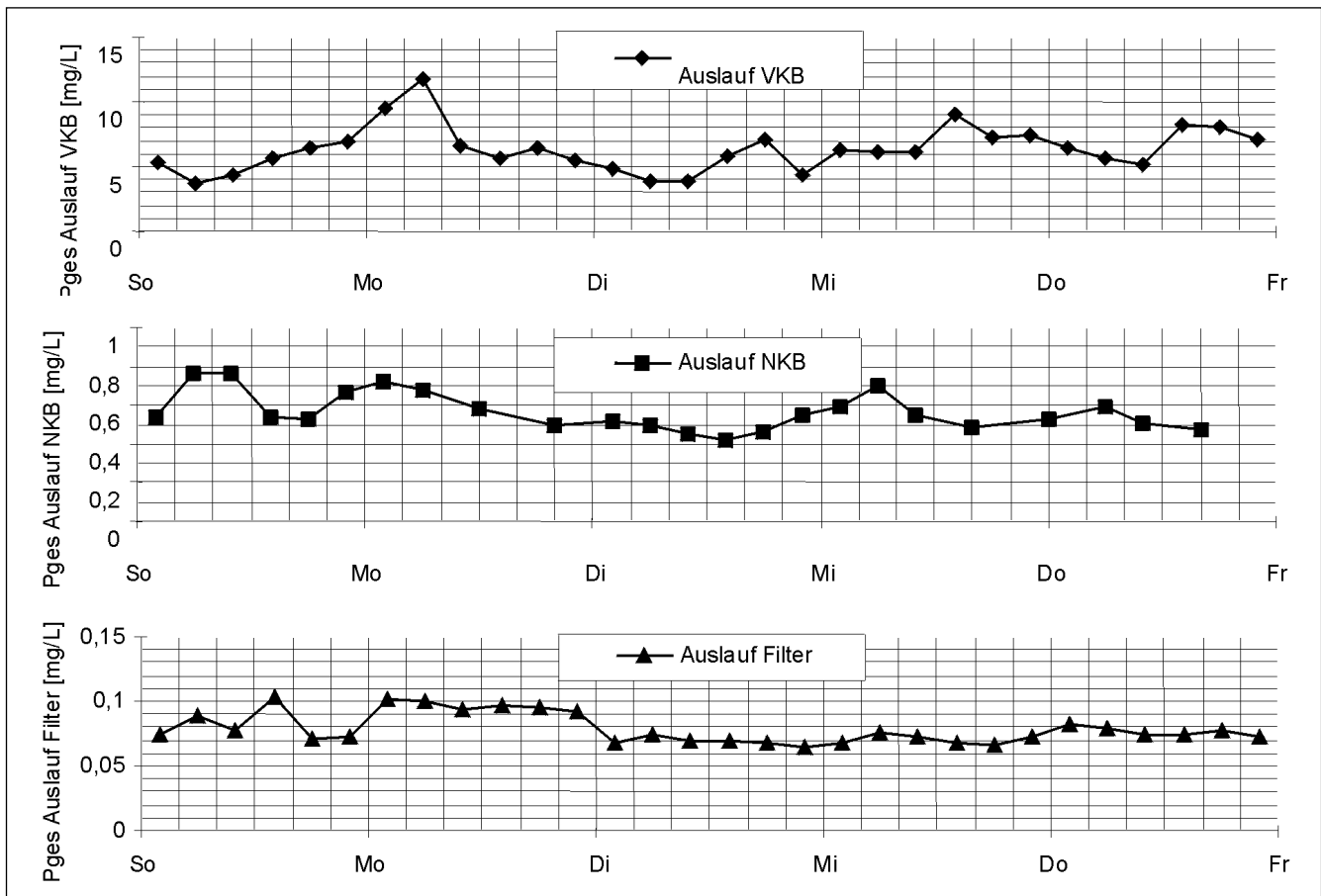


Abb. 4: Phosphor-Ablaufwerte entlang der Reinigungsstrecke der Kläranlage Eriskirch (VKB = Vorklärbecken, NKB = Nachklärbecken).

bis 99 % für beide Anlagen ebenfalls erreicht. Vor dem Ausbau war die mittlere Rückhaltung < 90 %.

Vergleicht man die allein auf den Filter zurückzuführenden Eliminationsleistungen beider Anlagen, so werden bemerkenswerte Unterschiede sichtbar. In Kressbronn werden im Mittel nur Eliminationsleistungen von 42 % erreicht, während die Flockungsfiltration in Eriskirch im Durchschnitt eine Reduktion um 82 % erbringt (Abb. 4). Trotzdem werden auf beiden Anlagen ähnliche Gesamtleistungen bezüglich der Phosphorelimination erreicht. Dieser Unterschied beruht auf unterschiedlichen Dosierstrategien. In Kressbronn erfolgt im Gegensatz zu Eriskirch keine Fällmittelzugabe direkt vor der Filtration. Dies wurde damit begründet, dass der erforderliche Ablaufwert schon ohne Nachfällung in der vorangehenden Simultanfällung erreicht wird.

Das Beispiel zeigt, dass bei den heute wegen des Ersatzes von Phosphatverbindungen in

Waschmitteln viel niedrigeren Phosphorkonzentrationen im Rohabwasser die geforderten Ablaufwerte sogar schon mit konventioneller Technik erreichbar sind. Allerdings sind dann hierfür sehr hohe Gaben von Fällmittel erforderlich. So musste in Kressbronn viermal mehr Fällmittel zugegeben werden, um den gleichen Eliminationseffekt zu erreichen wie in Eriskirch.

Nicht nur der unweilschonendere und wirtschaftlichere Einsatz von Fällmitteln rechtfertigt den Ausbau mit einer Flockungsfiltration. Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen auch, dass die Flockungsfiltration über die Phosphorrückhaltung hinaus noch weitere Reinigungseffekte bewirkt. Sowohl durch Mitfällereffekte als auch durch die Filtrationswirkung können noch verbliebene Verunreinigungen aus dem Gewässer zurückgehalten werden.

In den vorliegenden Beispielen kann das am Chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) gezeigt werden, der als Summenparameter die Verunrei-

nigung mit organischen Substanzen anzeigt. Die CSB-Frachten aus der Nachklärung wurden durch die Flockungsfiltration nochmals um weitere 20 bis 30 % reduziert. Darüber hinaus trägt die Flockungsfiltration auch zur Stabilisierung des Systems bei, indem sie ein gutes „Auffangnetz“ für erhöhte Auslauffrachten aus der Biologie bezüglich der Parameter Phosphor und *Escherichia coli* darstellt und somit konstant niedrige Ablaufwerte sichert.

Ganz besonders sichtbar wird aber auch die zusätzliche Eliminationsleistung der Filter bei der Elimination von Fäkalbakterien. So ergaben die Untersuchungen für *Escherichia coli* eine Gesamteliminationsleistung von oftmals über 99,9 % bei beiden Anlagen. Dabei lag die Reduktionsleistung der Flockungsfiltration in Bezug auf den Auslauf der Nachklärung bei der Anlage in Kressbronn durchschnittlich bei 77 %, während die Anlage in Eriskirch deutlich höhere Eliminationsleistungen von 90 % im Mittel erreichte. Auch hier mag die in Kressbronn ausfallende Fällmittelzugabe vor der Filtration die Ursache sein.

Offensichtlich ist die Kombination aus Flockung und einer wirksamen Flockenseparation eine gute Möglichkeit, um verbleibende Krankheitserreger zu reduzieren, da Bakterien, Viren und Wurmeier in bzw. an organische partikuläre Substanzen gebunden sind und/oder durch Flockung in eine abscheidbare Form gebracht werden. Insgesamt können so die Keimzahlen auf der Anlage Eriskirch um den Faktor 10^4 und in Kressbronn um den Faktor 10^3 reduziert werden. Obwohl der größte Anteil der Elimination in der biologischen Stufe erfolgt, ist die durch die Flockungsfiltration erreichbare Reduktion um eine weitere Zehnerpotenz gerade für die Vermeidung des Risikos von Grenzwertüberschreitungen von größter Bedeutung. Das wird bei der Anlage in Eriskirch besonders deutlich, in deren Ablauf sogar der EG-Grenzwert für Badegewässer (≤ 20 E. coli/ml) unterschritten wird (Abb. 5).

Zusammenfassung und Ausblick

Die untersuchten Fallbeispiele belegen, dass die Klärtechnik am Bodensee mit dem in den letzten Jahren erreichten Ausbau der Kläranlagen wei-

terhin auf hohem technischem Stand gehalten wird. Dabei erweist sich besonders die weitergehende Abwasserreinigung mit Hilfe der Flockungsfiltration als wirksam, da sie nicht nur klärtechnisch durch ihr für viele Belastungsstoffe erwiesenes Rückhaltepotenzial, sondern vor allem auch im Hinblick auf das eigentliche Ziel, den nachhaltigen Gewässerschutz einen hohen Wirkungsgrad aufweist. Dies kann sowohl am Beispiel des Phosphors als auch der Fäkalkeime deutlich gemacht werden. Obwohl der absolute Rückhalteeffekt durch die Filter in beiden Fällen gegenüber dem der biologischen Stufe vergleichsweise gering ist, können erst bei den mit der Flockungsfiltration erreichbaren Auslaufkonzentrationen die Belastungswerte so weit abgesenkt werden, dass die verbleibende Gewässerbelastung kritische Werte unterschreitet.

Im Gegensatz dazu weist der im Hinblick auf die Reduktion der Stickstoffbelastungen vollzogene Ausbau der Kläranlagen einen geringen ökologischen Wirkungsgrad auf. Auf den ersten Blick erscheint dies im Widerspruch zu der Tatsache, dass die mit dem Ausbau zusätzlich erreichten absoluten und relativen Stickstoff-Rückhalteeffekte die beim Phosphor beobachteten deutlich überwogen. Es muss jedoch bedacht werden, dass die Stickstoffbelastung der Gewässer nachgewiesenermaßen zum größten Teil aus diffusen Quellen und nicht aus dem Abwasser stammt und daher selbst eine (technisch kaum mögliche) 100-prozentige Stickstoff-Rückhaltung in Kläranlagen nur einen Bruchteil der Gesamtbelastung wegnehmen könnte.

Unabhängig davon ist unbestritten, dass der mit der Denitrifikation verbundene Wechsel von belüfteten und unbelüfteten Reinigungsstrecken mit klärtechnisch durchaus erwünschten Nebeneffekten wie z. B. einer höheren Schlammstabilität verbunden sein kann. Diese Vorteile sollten aber nicht als Rechtfertigung von gesetzlichen Vorgaben für Ablaufwerte von Stickstoff dienen, die aus ökologischer Sicht verzichtbar sind. Die Problematik solcher Grenzwerte kann noch mit der Tatsache unterstrichen werden, dass in der Praxis nicht selten nur zur Erreichung dieser Ablaufwerte dem Abwasser eigens noch zusätzlich belastende Kohlenstoffquellen (meist Alkohol) zudosiert werden müssen.

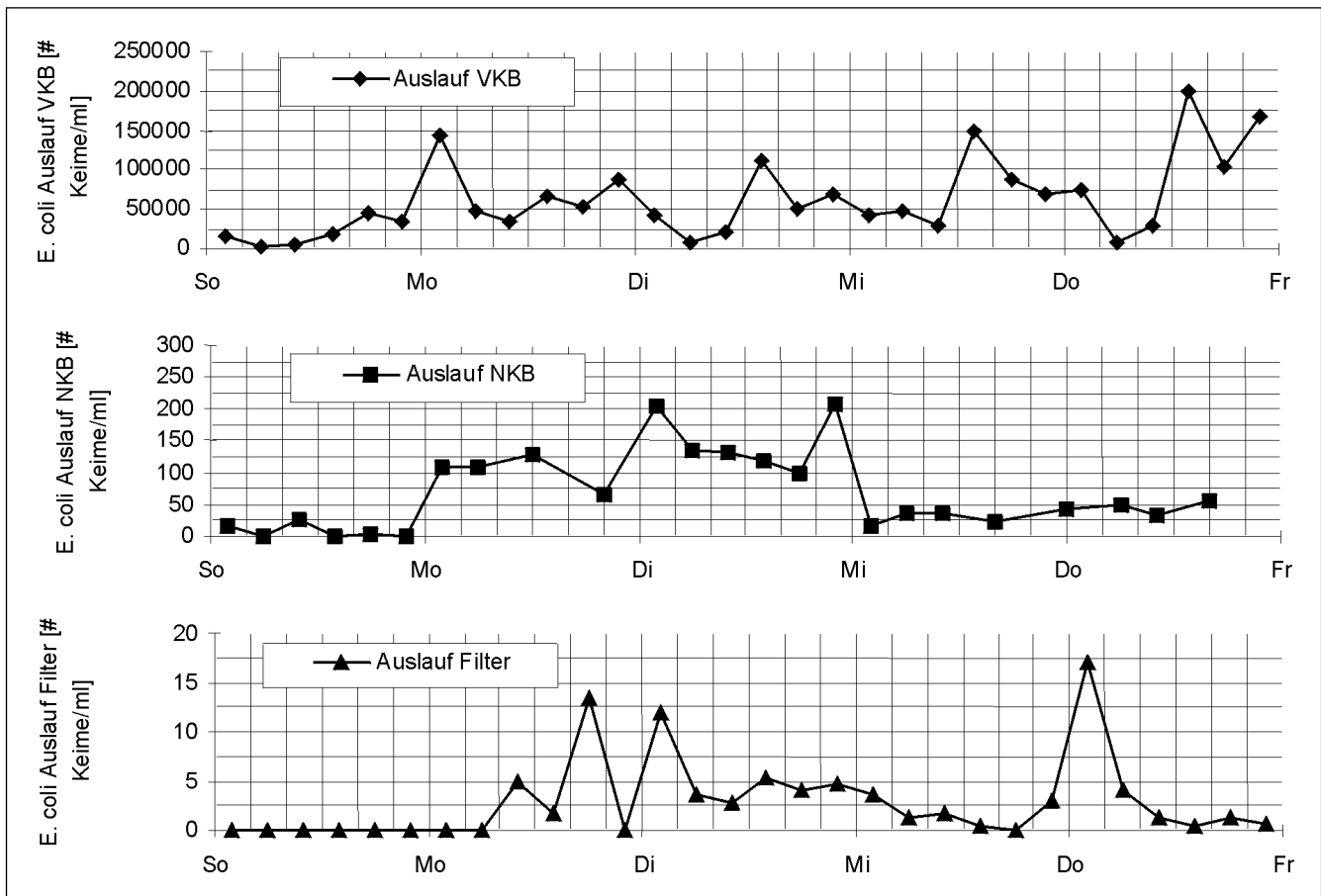


Abb. 5: Wochengang der Ablaufwerte der Fäkalkeime *Escherichia coli* in der Kläranlage Eriskirch (VKB = Vorklärbecken, NKB = Nachklärbecken).

Die klärtechnisch und ökonomisch einsetzbaren Mittel zur Rückhaltung von Belastungsstoffen aus den Gewässern sind zumindest am Bodensee heute schon zu einem großen Teil ausgeschöpft. Darauf gründet sich zweifellos auch der inzwischen deutlich sichtbar gewordene Erfolg bei den Bemühungen um die Bekämpfung der Eutrophierung. Im Siedlungsbereich verbleibende Defizite sind vor allem im Ausbau der Regenwasserbehandlung zu sehen. Darüber hinaus stellt die bekanntlich

viel schwierigere Umsetzung von Maßnahmen zur Vermeidung diffuser Einträge von Belastungsstoffen eine große Herausforderung bei der Weiterentwicklung eines auf Nachhaltigkeit aufbauenden Gewässerschutzes dar. Gerade zu diesem Aspekt werden derzeit im Rahmen des Pilotvorhabens „Seefelder Aach“ unter maßgeblicher Beteiligung der LfU wichtige Grundlagen erarbeitet.

Hans Güde

Leise rieselt im Bodensee – Sedimentfallenkampagne 1995/96

Einleitung

Das Institut für Seenforschung führte in den Jahren 1995 und 1996 im Auftrag der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) ein intensives Sinkstoff-Untersuchungsprogramm durch.

Ein Ziel der Messkampagne war unter anderem die Aktualisierung eines dynamischen Seemodells aus dem Jahr 1985. Mit diesem wird beschrieben, wie hoch die maximale Belastung des Sees mit dem Pflanzennährstoff Phosphor ausfallen darf, damit im Wasserkörper des Bodensee-Obersees nachhaltig stabile Sauerstoffverhältnisse erhalten bleiben.

Die Bilanz der Sedimentationsfrachten von Phosphor und organischem Kohlenstoff mittels Sedimentfallen lieferte für die dynamische Seemodellierung die erforderlichen Eingangsgrößen über Phosphor- und Kohlenstoffverluste durch Sedimentation.

Neben dieser konkreten Zielvorgabe durch die IGKB eröffnete die Sedimentfallenkampagne auch die Möglichkeit, die Bedeutung des Partikelregens für den Stoffkreislauf des Bodensees und dessen Beziehung zum Einzugsgebiet besser zu verstehen.



Abb. 1: Lageplan der Probenstationen im Bodensee-Obersee.

Methodik

An folgenden Messstationen wurden im Bodensee-Obersee im 14-tägigen Rhythmus Sedimentfallen in unterschiedlichen Wassertiefen beprobt (Abb. 1):

- Nordstation Linie Fischbach–Uttwil in 50 m und 90 m Wassertiefe
- Zentralstation Linie Fischbach–Uttwil in 50 m und 240 m Wassertiefe
- Südstation Linie Fischbach–Uttwil in 50 m und 90 m Wassertiefe
- Zentralstation Linie Langenargen–Arbon in 50 m und 90 m Wassertiefe.

Die Sedimentfallen selbst bestanden aus jeweils vier aufrecht stehenden transparenten

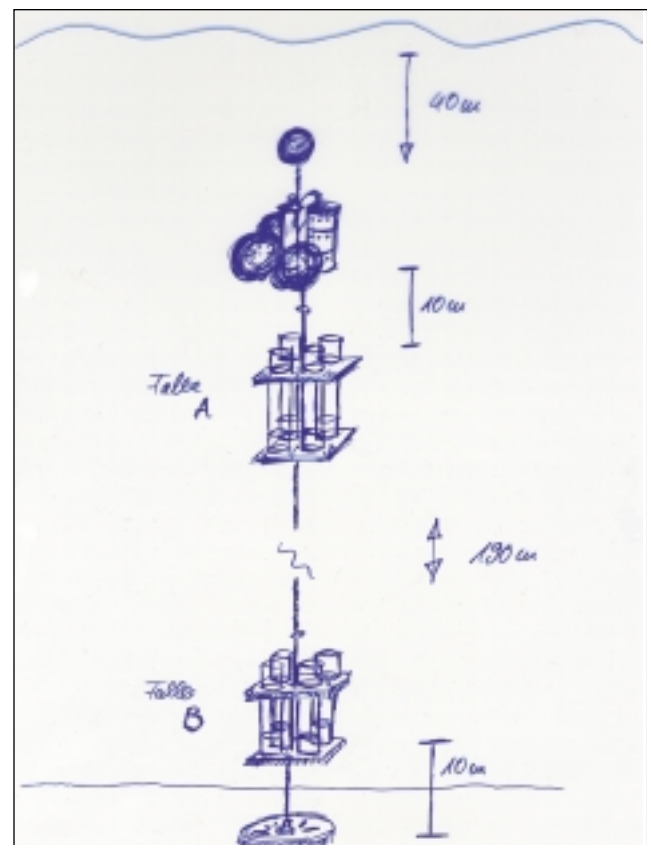


Abb. 2: Schema einer Sedimentfalle.

Kunststoffzylindern (12 cm Durchmesser), die in der gewünschten Messtiefe an einem Seil befestigt wurden (Abb. 2). Am bodenseitigen Seilende befand sich ein Betongewicht von 80 kg; am oberen Seilende wurden Auftriebskörper befestigt. Um Schifffahrt und Netzfischerei nicht zu beeinträchtigen wurden die Auftriebskörper in einer Wassertiefe von 40 m fixiert und mit einem Akustikauslöser versehen. Bei Bedarf konnte vom Schiff aus der Auslöser aktiviert werden und die Sedimentfalle an einem Bergeseil gehoben werden. Am Ende der Messkampagne wurde die komplette Sedimentfalle mitsamt Grundgewicht geborgen.

Die Inhalte der Fallen wurden im Labor auf folgende Hauptkenngrößen untersucht: Trockengewicht, Gehalt an organischem Kohlenstoff, Stickstoff- und Phosphorgehalt, Algenzusammensetzung und Mineralbestand.

Ergebnisse

Die eingefangenen Partikel bestanden zum einen aus den Resten von im See lebenden Planktonorganismen, z. B. kieseligen Algenskeletten (Abb. 3), zum überwiegenden Teil jedoch aus eingeschwemmten Mineralen, z. B. Quarzkörnern, die über Zuflüsse in den See gelangten (Abb. 4). Auch im See selbst gebildete Minerale lieferten einen nennenswerten Beitrag zum Sedimentationsgeschehen.

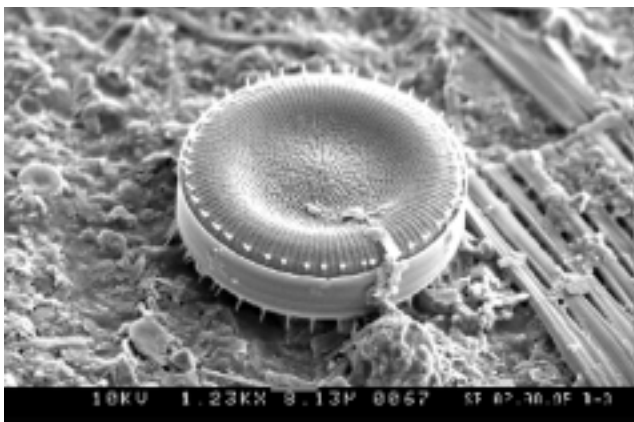


Abb. 3: Gehäuse der Kieselalge *Stephanodiscus* (Bildbreite: 0,1 mm).

Im Frühjahr und Sommer entstehen im Bodensee während der Algenblüten kleine Kalkkristalle, sogenannte See-Calcite (Abb. 5). Ihre Entste-

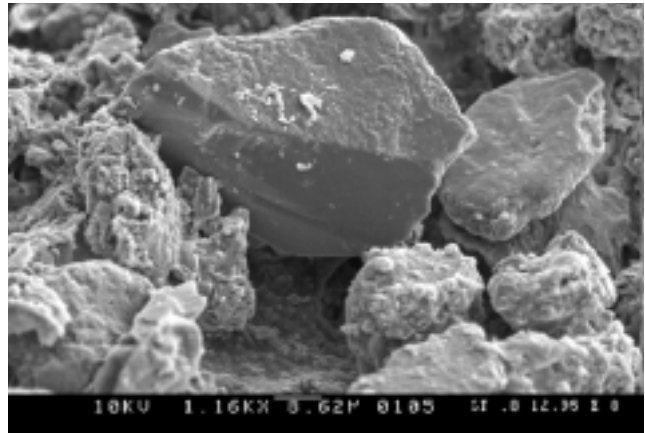


Abb. 4: Quarzkörner (Bildbreite: 0,12 mm).

hung beruht darauf, dass die Planktonalgen zum Aufbau ihrer organischen Substanz im Seewasser gelöstes Kohlendioxid aufbrauchen und damit das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht verändern.

Die Ergebnisse der Sedimentfallenuntersuchungen zeigen eine starke jahreszeitliche Variation der sedimentierten Partikel. In Abhängigkeit von der Algenentwicklung im See oder auch vom Eintrag durch Flüsse z. B. bei Hochwasser ergaben sich starke Schwankungen in der Partikelmenge und in ihrer Zusammensetzung (Abb. 6). So fanden sich z. B. in der 240 m Falle im zentralen Obersee die höchsten Sinkstoffmengen des Jahres 1995 im Juli.

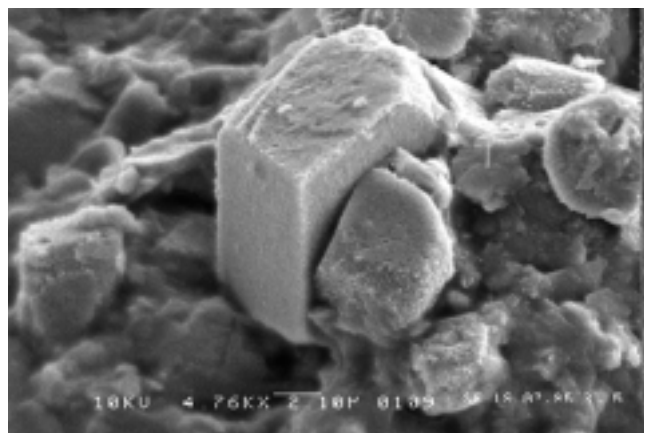


Abb. 5: See-Calcit (Bildbreite: 0,03 mm).

Die Hauptmenge der Sinkstoffe bestand aus See-Calciten, die sich im Juli während der maximalen Algenentwicklung gebildet hatten. Die Situation im Mai 1995 während der Frühjahrsalgenblüte war ähnlich, aber nicht so stark ausgeprägt. Ganz anders hingegen verlief die Entwick-

lung im Juni während der alljährlichen Hochwasserphase des Alpenrheins. Die Sinkstoffwerte waren erhöht, sie bestanden aber nun überwiegend aus zuflussbürtigen silikatischen Partikeln. Im Winter gab es stets Sedimentationsminima, die zum einen durch geringe Zuflussfrachten, zum anderen auch durch geringe Produktivität im See verursacht waren. Obwohl der Partikelfluss eines jeden Messjahrs bedingt durch unterschiedliche Witterungsverläufe individuelle Züge aufweist, sind die beschriebenen jahreszeitlichen Grundmuster innerhalb der Jahre vergleichbar.

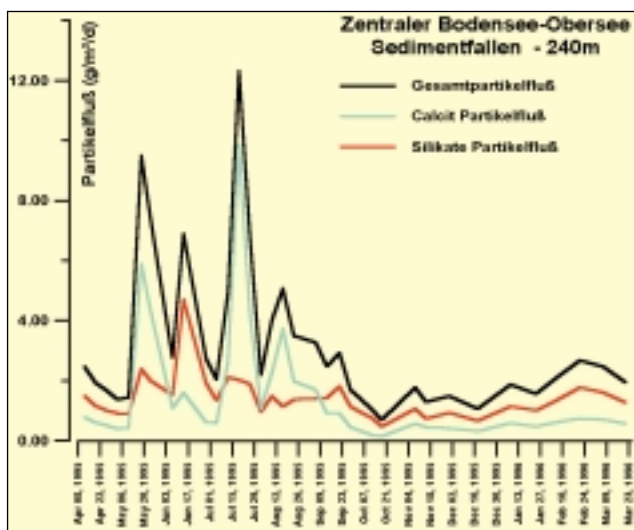


Abb. 6: Zeitliche Verteilung der Sinkstoffe

Die unterschiedliche regionale Verteilung der Sinkstoffe im See wird an den drei Fallen des Profils Fischbach–Uttwil deutlich. Generell beinhalteten die tieferen Fallen mehr Material als die Fallen aus geringeren Wassertiefen, d. h. neben vertikalem Absinken aus oberen Wasserschichten erreichten auch seitlich verdriftete Partikel (z. B. durch Zuflüsse) die tieferen Wasserschichten (Abb. 7). Phasenverschobene Sedimentationsspitzen in oberer und unterer Falle um 1–2 Wochen lassen auf Sinkgeschwindigkeiten von 10–20 m pro Tag schließen.

In zentraler und nördlicher Seemitte wurden insgesamt erhöhte Sedimentationsflüsse beobachtet, die auf den dominierenden Einfluss des Feststofflieferanten Alpenrhein zurückzuführen sind. Der Einfluss des Rheins auf die tiefe Falle in der zentralen Seemitte war größer als der Einfluss des Rheins auf die tiefe Falle der östli-

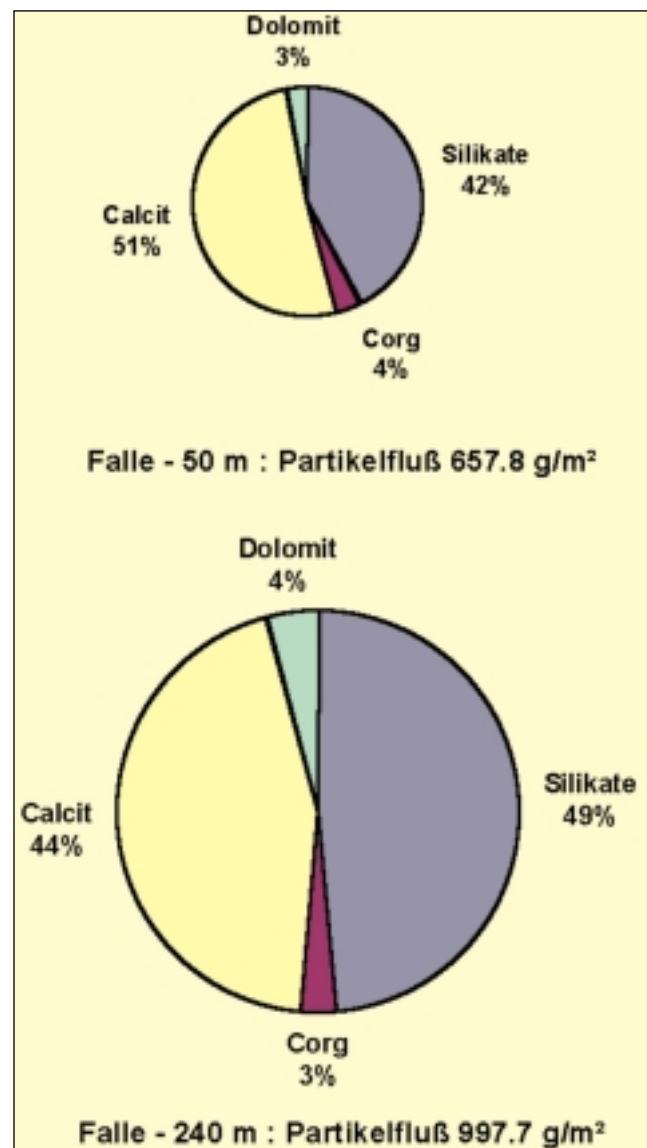


Abb. 7: Quantitative Verteilung der Sinkstoffe in 50 m und 240 m Seetiefe (Corg = organischer Kohlenstoff).

chen Seemitte. Hieraus lassen sich Rückschlüsse auf die eher nördlich ausgerichteten Transportbahnen der Rheinfeststoffe im Obersee schließen. Seebürtige Komponenten zeigen viel geringere horizontale Unterschiede als zuflussbürtige.

Die mittlere Phosphor-Sedimentation 1995/96 lag bei 2–3 mg/m²/d. Im Vergleich zu 1985 (4–5 mg/m²/d) hat sich der Phosphoranteil an den Schwebstoffen halbiert. Ähnliches ließ sich beim organischen Kohlenstoff beobachten: die mittlere organische Kohlenstoff-Sedimentation 1995/96 lag bei 100 mg/m²/d, dies entspricht 20 % der Primärproduktion des Sees (zum Vergleich: 1985: 200 mg/m²/d).

Die Abbauverluste organischer Substanz auf der Sinkstrecke 50–250 m Seetiefe waren gering.

Bei der Algensedimentation dominierten kieselige Planktonalgen, die zum überwiegenden Teil bereits abgestorben waren.

Fazit

Sinkstoff-Untersuchungsprogramme sind sehr aufwendig und daher nur schwerpunktmäßig als Kampagne durchzuführen. Dafür erlauben ihre Ergebnisse Rückschlüsse auf Stoffkreisläufe und Seenentwicklungen.

Die Ergebnisse der 95/96er Messkampagne am Bodensee zeigen zweierlei:

- Der Bodensee ist durch seine Zuflüsse – insbesondere durch den dominierenden Alpenrhein – eng mit seinem großen Einzugsgebiet verbunden und damit auch in seiner Entwicklung vom Umland abhängig.
- Die Anstrengungen der letzten Jahrzehnte, Nährstoffe vom See fernzuhalten, zeigen sich auch bei der Sinkstoffzusammensetzung.

Hans Güde, Gerd Schröder

25 Jahre Gewässerschutz in Baden-Württemberg Von der abwassertechnischen Zielplanung zum Lebens- und Erlebnisraum Fließgewässer

Klares Wasser? Na klar!

Für uns ist es heute ganz selbstverständlich, dass uns ständig sauberes Trinkwasser, hygienisch einwandfrei, in unbegrenzter Menge zur Verfügung steht. Wir brauchen nur den Wasserhahn aufzudrehen und schon fließt es.

Aber so selbstverständlich ist das nicht, wie uns immer wieder Beispiele in Trockenzeiten, bei extremen Hochwasserereignissen oder bei



Abb. 1: Naturnaher Gewässerabschnitt, Neckaraltarm bei Pleidelsheim.

Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen beweisen.

Saubere naturnahe Gewässer sind zusammen mit einem unbelasteten Grundwasser die Grundlage einer sicheren Trink- und Brauchwasserversorgung in Baden-Württemberg. Sie sind aber auch Lebensraum für Pflanzen und Tiere und auch Orte der Erholung und Besinnung für den Menschen.

Seit Beginn der Industrialisierung wurden Gewässer aufgestaut, begradigt, hochwasserfrei ausgebaut sowie Ufer und Gewässersohlen befestigt.

Mit der Bevölkerungszunahme, dem Anstieg der industriellen Produktion in den Jahren des Wirtschaftswunders und den sich ändernden Lebensgewohnheiten nahm der Abwasseranfall in Baden-Württemberg ebenso wie in der übrigen Bundesrepublik ständig zu. Im gleichen Maße wuchs die Belastung der Fließgewässer durch Schlamm und Schadstoffe ständig. Gewässerflora und -fauna verödeten immer mehr. Manche

Gewässerabschnitte waren nur noch Abwasserkanäle ohne biologisches Leben.



Abb. 2: Technisch verbautes, naturfernes und stark verschmutztes Gewässer.

Die Folgen waren bis in die 80er Jahre regelmäßig auftretende Fischsterben, Badeverbote und Probleme bei der örtlichen Trink- und Brauchwasserversorgung.

Sanierung der Gewässer durch Abwasserreinigung

Die zunehmende Verschmutzung der Gewässer war Anlass, Mitte der 50er Jahre die Wasserbeschaffenheit der Fließgewässer in Baden-Württemberg systematisch zu beobachten und zu bewerten. Bereits 1958 wurde eine erste Übersicht über die Verschmutzung der wichtigsten Gewässer in Baden-Württemberg erstellt.

1960 wurde die Landesstelle für Gewässerkunde und wasserwirtschaftliche Planung – die heutige Abteilung Wasser und Altlasten der LfU – eingerichtet und u. a. mit der systematischen Beobachtung des Gütezustandes der Gewässer beauftragt.

Nach der Gewässergütekarte 1998 haben heute von den mit Abwasser belasteten Gewässerläufen 76 % wieder die angestrebte Güteklasse II erreicht (vgl. Abb. 8). Das heißt, mehr als $\frac{3}{4}$ aller Fließgewässer haben eine geringe Nähr- und Schadstoffbelastung; sie haben keine nennenswerten Sauerstoffdefizite und sind von einer großen Zahl unterschiedlicher tierischer und pflanzlicher Lebewesen besiedelt.



Abb. 3: Die Larven der Eintagsfliegen besiedeln Bäche und Flüsse. Sie sind Indikatoren für eine gute Gewässerqualität.



Abb. 4: Egel sind dagegen Anzeiger für eine eher mäßige Wasserqualität.

Diesen durchaus erfreulichen Zustand gab es vor 25 Jahren noch nicht, obwohl die größeren Städte und die Gemeinden in industriellen Ballungsräumen über Kläranlagen verfügten, die zum überwiegenden Teil die Abwässer bereits mechanisch-biologisch reinigten.

In der ersten Gewässergütekarte für Baden-Württemberg mit einem umfassenden Berichtsteil im Jahre 1968 wird der Zustand der Gewässer so beschrieben: „Die allgemeine Übersicht zeigt, dass im großen und ganzen der Belastungszustand der Gewässer mit organischen Stoffen und deren Abbauprodukten immer noch unerwünscht hoch ist. Besonders hohe Belastungen weist in kaum unterbrochener Folge der Neckar von Tübingen bis zur Jagstmündung auf.“

Weiter wird in dem Bericht darauf hingewiesen, dass bei der begrenzten Belastbarkeit der Gewässer mit Abwasser in den industriellen Ballungsgebieten eine nachhaltige Sanierung erst

durch die Entwicklung neuartiger Techniken für die Abwasserreinigung zu erwarten ist.

Es wurde immer deutlicher, dass die Verbesserung der Gewässerbeschaffenheit ein ganz entscheidendes Kriterium für die weitere wirtschaftliche Entwicklung des Landes war.

In den Landesentwicklungsplan Baden-Württemberg vom 22. Juni 1971 wurde deshalb folgendes Planziel aufgenommen: „Die Abwässer sind zur Vermeidung hygienischer Missstände und zum Schutz der ober- und unterirdischen Gewässer so weitgehend wie möglich durch Kanalisationsanlagen zusammenzuleiten, zentral zu reinigen und in den nach den örtlichen Gegebenheiten am besten geeigneten Vorfluter einzuleiten. Die Belastung der Gewässer ist dabei so gering wie möglich zu halten.“

Damit war die Grundlage für eine systematische Abwasserplanung für das ganze Land gegeben. Das Ergebnis war die Abwassertechnische Zielplanung, die im August 1975 vom damaligen Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt veröffentlicht wurde. Sie enthielt erstmals eine landesweite Bilanz über Bestand, Auslastungsgrad und Bedarf an Kläranlagen und sollte in erster Linie eine Orientierungshilfe sein für alle Körperschaften, deren Aufgabe die Abwasserbeseitigung war. Für die zuständigen fachtechnischen und Genehmigungsbehörden war sie darüber hinaus Entscheidungsmaßstab.

Die Abwassertechnische Zielplanung orientierte sich an der voraussichtlich erforderlichen Kläranlagenkapazität im Jahre 1990. Dabei wurden auch die kleineren Gewässerläufe ganz gezielt berücksichtigt. Im Vordergrund stand die Elimination der sauerstoffzehrenden Stoffe durch biologische Abwasserreinigung. Als Mindestanforderung wurde eine Reinigungsleistung der Kläranlagen von über 90 % der organischen Belastung angesetzt, das entspricht einer Restbelastung in einem Liter gereinigtem Abwasser von 25 mg biochemischen Sauerstoffbedarf (BSB₅).

In stark belasteten Gewässerabschnitten reichten schon damals diese Anforderungen nicht aus, um einen Mindestsauerstoffgehalt von 4 mg/l zu gewährleisten. Für diese Fälle wurde



Abb. 5: Zahl der Kläranlagen in Baden-Württemberg von 1950 bis 1998 [Quelle: ATV].

eine weitergehende Abwasserreinigung wie z. B. Nitrifikation zur biologischen Oxidation des Ammoniums, Flockung, Fällung und Filtration verlangt.

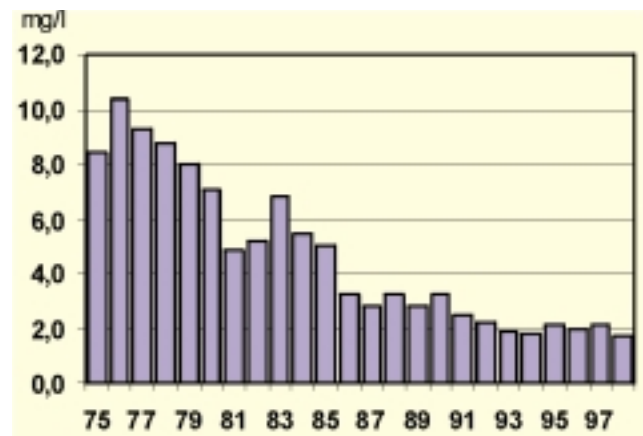


Abb. 6: Die abwasserbedingte Belastung (BSB₅) im Neckar ist seit Anfang der 80er Jahre deutlich zurückgegangen.

Empfohlen wurde auch die Möglichkeit, abwassertechnische Zusammenschlüsse zu bilden, da größere Kläranlagen bessere und gleichmäßigere Reinigungsleistungen bei geringerem Personalaufwand und niedrigeren Betriebskosten erzielen.

Die abwassertechnische Zielplanung wies für das Jahr 1974 einen Bestand von

- 774 mechanisch-biologischen Kläranlagen mit 10 Mio. Einwohnergleichwerten (EW),
- 173 mechanischen Kläranlagen mit einer Kläranlagenkapazität von 0,9 Mio. EW

und für das Jahr 1990 einen Bedarf von

- 1.470 mechanisch-biologischen Kläranlagen für insgesamt 18,8 Mio. EW aus.

Für den Bau von Kläranlagen und Zuleitungskanälen wurden Kosten von 5,2 Mrd. DM geschätzt. Bis Ende 1987 waren dafür bereits 7,8 Mrd. DM investiert worden. Bei welchen Kläranlagen weitergehende Anforderungen gestellt werden mussten und welche Techniken einzusetzen waren, wurde in den Sanierungsprogrammen für den Neckar, die Donau und in dem Schwerpunktprogramm Bodensee festgelegt. Die planerischen Grundlagen hierfür wurden mit Hilfe biozönotischer Modellrechnungen bei der Landesstelle für Gewässerkunde und wasserwirtschaftliche Planung erarbeitet.

Neben dem Bau von Kläranlagen, Ortskanalisationen und Verbindungssammeln wurde eine Vielzahl von Maßnahmen durchgeführt, die zu einer Erhöhung und Stabilisierung der Abwasserreinigung beigetragen haben. Zu nennen sind

- die ständige Verbesserung des gesetzlichen Instrumentariums wie die Einführung des Abwasserabgabengesetzes, von Mindestanforderungen für das Einleiten von gereinigtem Abwasser nach § 7a des Wasserhaushaltsgesetzes und die Eigenkontrolle durch die Betreiber der Kläranlagen,
- Fortbildung des Kläranlagenpersonals seit Anfang der 70er Jahre,
- der jährliche Leistungsvergleich der kommunalen Kläranlagen in Baden-Württemberg seit 1974,



Abb. 7: Ein mit modernster Messtechnik ausgestattetes Amphibienfahrzeug ermöglicht der LfU zeitsparende Untersuchungseinsätze.

- der Bau von Regenentlastungs- und Regenwasserbehandlungsanlagen; 1980 wurde hierfür ein Sonderprogramm Regenbecken mit den entsprechenden Fördermitteln aufgelegt.

In dem Bericht „Weitergehende Abwasserbeseitigung in Baden-Württemberg“ stellte das Umweltministerium 1989 fest, dass mit diesen Maßnahmen bedeutende Fortschritte bei der Verringerung der Gewässerbelastung vor allem mit biologisch abbaubaren Substanzen erzielt worden sind. So stieg von 1968 bis 1986 der Anteil der mäßig belasteten Untersuchungsstellen (Gütestufe II) von 27 % auf 57 % an, der Anteil der stark belasteten Gewässer verminderte sich von 17 % auf 6 % und der Anteil der sehr stark belasteten Gewässer verringerte sich im gleichen Zeitraum von 15 % auf weniger als 1 %. Der Anteil der kritisch belasteten Gewässer (Gütestufe III) war mit 26 % relativ konstant geblieben.

Trotz dieser positiven Bilanz gab es noch erhebliche Gütedefizite vor allem in den kleineren Gewässern in dicht besiedelten Gebieten, bei denen das Verhältnis von gereinigtem Abwasser zur natürlichen Wasserführung ungünstig ist.

Aufgrund dieser Bilanz wurde 1989 vom Umweltministerium die Abwassertechnische Zielplanung von 1975 fortgeschrieben und die künftige Strategie für den Bereich der öffentlichen Abwasserbeseitigung bis zum Jahre 2000 aufgezeigt. Als erforderliche Maßnahmen werden genannt:

- die Einrichtung der noch erforderlichen restlichen Grundausstattung mit Zuleitungssammeln und mit Kläranlagen nach dem Emissionsgrundsatz,
- die restliche Erstausrüstung mit Regenwasserbehandlungsanlagen,
- der Erneuerungs- und Erweiterungsbedarf bei bestehenden Kläranlagen,
- die Reduzierung des Nährstoffeintrags in die Gewässer. Zur Entlastung der Nordsee wurde 1988 ein Sofortprogramm für die Nachrüstung kommunaler Kläranlagen zur Eliminierung der Nährstoffe Phosphor und Stickstoff verabschiedet,

- die weiterführende Abwasserreinigung nach Anforderungen, die sich aus der Wasserbeschaffenheit des Vorfluters und aus örtlichen Besonderheiten, wie z.B. beim Bodensee, ergeben (Immissionsprinzip).

Im Bericht des Umweltministeriums wurde zudem darauf hingewiesen, dass es eine Vielzahl von Gewässern gibt, die trotz guter Wasserbeschaffenheit wegen naturferner Verbauung ökologisch stark verödet sind und deshalb mittel- bis langfristig renaturiert werden müssen.

In den 60er und 70er Jahren hat der Kampf gegen die ungeheure Abwasserbelastung der Gewässer alle Kräfte der für den Gewässerschutz Verantwortlichen in Anspruch genommen und die strukturellen Defizite an den Gewässern in den Hintergrund gedrängt. Erst allmählich wuchs die Einsicht, dass bei Eingriffen in die Gewässer die ökologischen Zusammenhänge und die Grundsätze des Natur- und Landschaftschutzes nicht vernachlässigt werden dürfen.

Lebensraum Gewässer

Im Geleitwort des baden-württembergischen Umweltministers Gerhard Weiser zum 1. Bericht über die ökologischen Untersuchungen an der ausgebauten unteren Murr aus dem Jahre 1985 ist zu lesen: „Aus dem neu erweckten Bewusstsein heraus, dass die Gewässer mit ihrer vielgestaltigen Ufervegetation das Landschaftsbild prägen und bereichern, für eine Vielzahl von Tieren und Pflanzen Lebensraum sind und in mannigfacher Weise dem Menschen zur Erholung dienen, wird der Ruf nach einer Renaturierung der Gewässer immer lauter. Das Handeln der verantwortlichen Stellen muss in der Zukunft diesem Gesichtspunkt verstärkt Rechnung tragen.“

Diese Forderungen erhielten mit dem Naturschutzgesetz von 1975 und dem „Merkblatt des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt und Forsten über die Berücksichtigung der Belange von Naturschutz, Landschaftspflege, Erholungsvorsorge und Fischerei bei wasserbaulichen Maßnahmen an oberirdischen Gewässern“ für die Wasserwirtschaftsverwaltung erstmals eine verbindliche Vorgabe.



Abb. 8: Entwicklung der Gewässerbeschaffenheit in Baden-Württemberg von 1968 bis 1998.

1989 wurde im Gesamtkonzept Naturschutz und Landschaftspflege die Rückführung der Gewässersläufe und deren Auen in einen naturnahen Zustand zu einem Schwerpunkt der Umweltpolitik des Landes erklärt. Mit der Anregung zur Gründung von Bachpatenschaften wurde auch engagierten Bürgern, Schulen und Naturschutzverbänden die Gelegenheit gegeben, persönlich etwas für den Umweltschutz zu tun.

Im Jahre 1990 erhielt dann die LfU den Auftrag, geeignete wasserbauliche Methoden für die Entwicklung naturnaher Gewässer zu erarbeiten und sie den wasserwirtschaftlichen Dienststellen im Lande als Arbeitshilfen zur Verfügung zu stellen. Im Vollzug dieses Auftrags wurden zahlreiche Pilotvorhaben fachlich betreut und die dabei gewonnenen Erkenntnisse in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit den Universitäten Karlsruhe und Stuttgart, den Bezirksstellen für Naturschutz und Landschaftspflege, den Fischereibehörden sowie den Regierungspräsidien und Wasserwirt-

schaftsämtern bzw. den Gewässerdirektionen ausgewertet und praxisorientierte Arbeitsanleitungen entwickelt. Sie wurden in zahlreichen Leitfäden veröffentlicht und damit den vor Ort tätigen Behörden als Arbeitshilfen zur Verfügung gestellt.

1992 wurde von der LfU eine landesweite Grobkartierung der Gewässerstrukturen durchgeführt, um für Entscheidungen in der Gewässerschutzpolitik verlässlich Informationen bereitstellen zu können.

Von den insgesamt kartierten 8.500 km Gewässersrläufen konnten lediglich 21 % als noch weitgehend naturnah eingestuft, 31 % mussten als beeinträchtigt und 48 % als naturfern bewertet werden (Abb. 11).

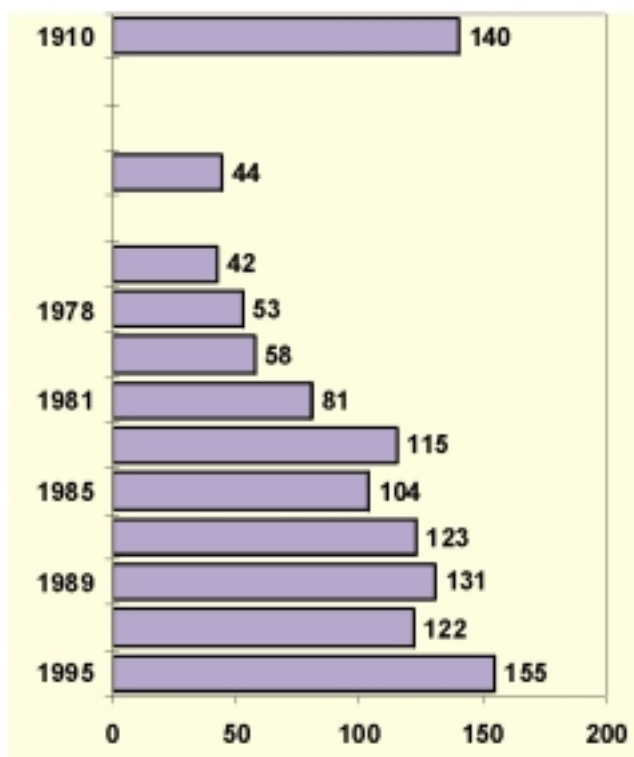


Abb. 9: Entwicklung der Artenzahl von Kleinlebewesen im Rhein.

Mit der Neufassung des Wassergesetzes Ende 1995 werden erstmals auch die ökologischen Funktionen der Gewässer gesetzlich geschützt. Hervorzuheben sind u. a. die Einschränkung des Rechtes zur Wiederherstellung des früheren Zustandes am Gewässerbett, z.B. nach Hochwasserereignissen (§ 9), Erhalt der ökologischen Funktionen (§§ 3a und 14), die Ausweisung von Gewässerrandstreifen (§ 68b), Gewährleistung

einer Mindestwasserführung (§ 35a), die naturnahe Gestaltung der Gewässer bei Unterhaltungsmaßnahmen (§ 47) und die Verpflichtung Gewässerentwicklungspläne aufzustellen (§ 68a).



Abb. 10: Strömungsmessungen an einer Sohlrampe werden z.B. als Planungsgrundlage für die naturnahe Gewässerentwicklung gebraucht.

Mit der gleichzeitigen Anpassung der Förderrichtlinien Wasserwirtschaft wurden auch finanzielle Anreize und Hilfen für die Träger der Unterhaltungslast – i. d. R. die Kommunen – zur Durchführung von Renaturierungsmaßnahmen und Ausweisung von Gewässerrandstreifen geschaffen.

Im Vorgriff auf die o. g. gesetzlichen Regelungen wurden bereits 1992 von der LfU Leitlinien zur Gewässerentwicklungsplanung aufgestellt, um ein einheitliches Vorgehen an den einzelnen Gewässern auch über die Grenzen der jeweiligen Träger der Unterhaltungslast sicherzustellen.

Mit dem Leitfaden „Gewässerentwicklung in Baden-Württemberg“ werden die Leitlinien unter Berücksichtigung der neuen gesetzlichen Rege-

lungen, der im Entwurf vorliegenden EU-Wasser-rahmenrichtlinie und der inzwischen gewonnenen praktischen Erfahrungen fortgeschrieben. Zentrales Ziel der Gewässerentwicklung ist:

- eine gute Wasserqualität zu gewährleisten,
- eine naturnahe Regelung des Wasserhaushalts und des Abflussgeschehens u. a. auch durch Sicherstellung einer Mindestwasserführung in Ausleitungsstrecken,
- die Erhaltung bzw. Wiederherstellung naturnaher Gewässerstrukturen, insbesondere durch die Förderung der Eigendynamik der Gewässer und die Wiederherstellung der Durchwanderbarkeit der Gewässer für Fische und Kleinlebewesen.

Für die Erreichung dieses Ziels kommt der richtigen Gewässerunterhaltung eine wesentliche Rolle zu. Voraussetzung dafür ist eine gezielte Schulung der Unterhaltungspflichtigen und der regelmäßige Erfahrungsaustausch. Auf Anregung des Umweltministeriums wurde 1992 vom

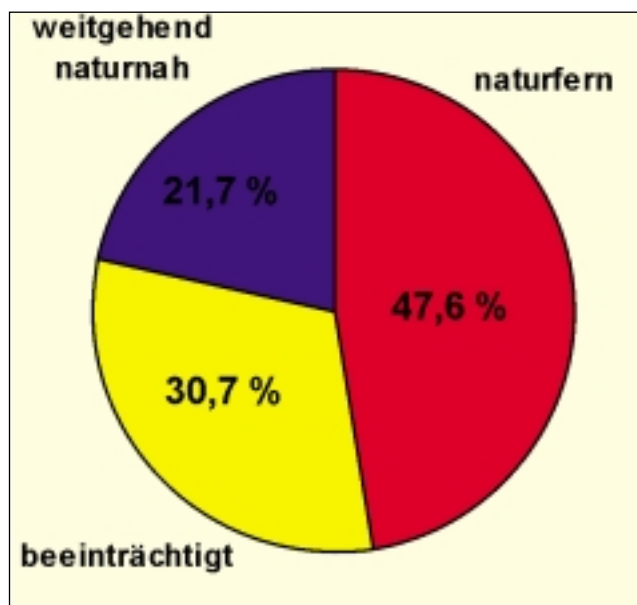


Abb. 11: Gewässerstrukturzustand in baden-württembergischen Fließgewässern.

Wasserwirtschaftsverband Baden-Württemberg eine Gemeinnützige Fortbildungsgesellschaft in der Gewässerpflege mbH gegründet. Sie koordiniert und betreibt die Fortbildung und den Erfahrungsaustausch der in Gewässernachbarschaften zusammengeschlossenen Unterhaltungspflichtigen.

Gewässerschutz ist eine Daueraufgabe

Es wurden bereits gute Erfolge beim Gewässerschutz erreicht. Der große finanzielle Einsatz von Land und Kommunen für den Ausbau der Abwasserreinigung und der Regenwasserbehandlung hat sich gelohnt. Aber auch künftig müssen die weitere konsequente Reduzierung von Abwasserbelastungen und die Wiederherstellung naturnaher Gewässer Schwerpunkte der Gewässerschutzpolitik bleiben. Hinzu kommt als große Herausforderung für die nächsten Jahre die gezielte Verringerung der Gewässerbelastungen durch diffuse Stoffeinträge aus land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen und aus der Luft (Abb. 12). Nur so können unsere Gewässer wieder dauerhaft zum Lebensraum für Pflanzen und Tiere und Orte der Erholung für den Menschen werden.

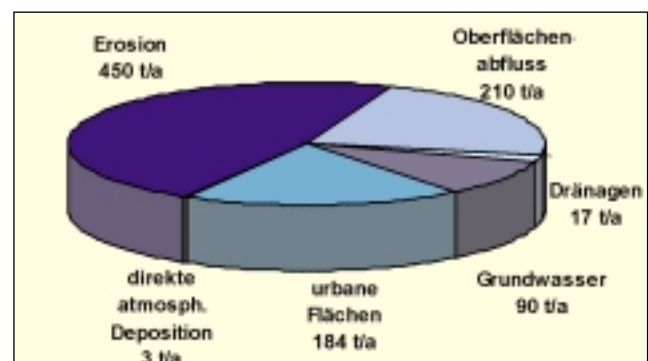


Abb. 12: Diffuse Einträge von Phosphor in die Gewässer des Neckars in Tonnen/Jahr (1993–1997).

Franz Eberhard Helmig

Motorschiff Max Honsell – 20 Jahre im Dienst für den Gewässerschutz

Inbetriebnahme

Am 30. November 1979 wurde das Messschiff Max Honsell bei der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) in Dienst gestellt. Es war zur damaligen Zeit das modernste Fluss-Messschiff, das aus den Erfahrungen und Erkenntnissen im Betrieb von ozeanographischen Forschungsschiffen sowie hydrologischen und limnologischen Messtechniken entwickelt wurde. Nach einjähriger Planungszeit in der Fachabteilung wurde es mit einjähriger Bauzeit auf der damaligen Neckarwerft bei Neckarsulm gebaut. Die Schiffstaufe erfolgte nach einer abenteuerlichen Jungfernfahrt durch Nacht und Nebel im Karlsruher Rheinhafen.



Abb. 1: Die Max Honsell nach der Schiffstaufe am 30. November 1979 auf Jungfernfahrt auf dem Rhein.

Das Messschiff wurde nach „Max Honsell“ benannt, der 1883 im Großherzogtum Baden das erste deutsche „Zentralbureau für Meteorologie und Hydrographie“ gegründet hat. Honsell führte die von Tulla begonnene Oberrheinkorrektur zu Ende, richtete 1886 eine systematische Pegelbeobachtung ein und verbesserte den Hochwassernachrichtendienst am Rhein. Im Jahr 1899 wurde Max Honsell zum Direktor der Großherzoglichen Badischen Oberdirektion des Wasser- und Straßenbaus ernannt.

Das Vorgängerboot der Max Honsell war ein altes Flussboot namens „Lauterborn“, das noch



Abb. 2: Max Honsell (1843–1910)

im Kriege als Minenräumer gedient hatte und altersbedingt ausgemustert werden musste. Es hatte bei den klassischen hydrologischen Arbeiten gute Dienste geleistet, aber für die modernen Mess- und Analysetechniken war es nur sehr beschränkt tauglich.

Schiffsausstattung

Aufgabe des heutigen Messschiffes ist die gewässerkundliche Untersuchung und Kontrolle von Neckar, Rhein und deren befahrbaren Nebengewässer in Ergänzung zu den bestehenden Messstationen. Die Auslegung des Motorschiffes ist den schiffahrtstechnischen Bedingungen von Neckar und Oberrhein bestens angepasst. Mit der guten Manövrierfähigkeit durch die zwei Schottelantriebe und dem geringen Tiefgang können auch Flachwasserzonen und enge Altarme befahren werden. Für die Navigation ist das Messschiff ausgerüstet mit Echolot, Radar, Laservermessung und Satellitennavigation. Damit kann jeder Untersuchungsort auch in schwierigen Flussabschnitten jederzeit punktgenau angefahren werden.

Die derzeitige Schiffsbesatzung (Kapitän und Motorenwart) hat die Max Honsell seit über 15 Jahren unfallfrei geführt. Beide kommen aus der Berufsschiffahrt und kennen sich auf Rhein und Neckar sehr gut aus. Bei ihnen ist auch viel Erfahrung und Spezialwissen für die Mess- und Untersuchungseinsätze vorhanden, die sie sich durch die jahrelange Zusammenarbeit mit Messtechnikern, Chemikern

und Biologen auf dem Boot erworben haben. Zu den Untersuchungseinsätzen kommen aber oft noch Mitarbeiter aus den beteiligten Fachreferaten an Bord.



Abb. 3: Die Schiffsbesatzung (Kapitän und Motorenwart) vor dem Steuerstand.

Um die Betriebskosten in wirtschaftlichen Grenzen zu halten, hat man bewusst ein reines Arbeitsschiff ohne repräsentative Aufenthaltsräume gebaut. Für längere Fahrten gibt es einfache Übernachtungsmöglichkeiten für vier Personen im Unterdeck sowie eine kleine Kombüse für die Eigenverpflegung. Die Nasszelle liegt quasi als Puffer zwischen Motorenraum und Labor und unterliegt, wie viele Konstruktionselemente, dem Konzept, alle Mess- und Laboreinrichtungen soweit wie möglich erschütterungs- und störungsfrei zu halten. Besondere Bedeutung hat auch die technisch qualitativ hochwertige Stromversorgung für den Betrieb der Messgeräte und Computer an Bord.

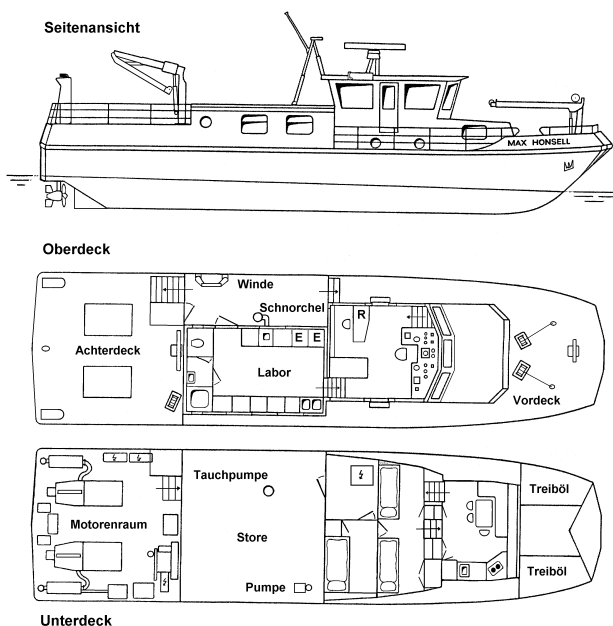


Abb. 4: Aufriss Max Honsel

Die Hauptdaten:

- Motorenleistung: 2 x 151 kW
- Antrieb: 2 Schottel Ruderpropeller
- Fahrgeschwindigkeit: 19 km/h
- Verdrängung: 65 cbm
- Länge: 20,1 m, Breite 5,5 m
- Tiefgang: 1,1 m
- Feststehende Seitenhöhe: 5,0 m

Zur Untersuchung der Wasserbeschaffenheit stehen spezielle Techniken zur Verfügung. Dazu gehören u. a. zwei Pumpsysteme mit variabler Entnahmetiefe, die das Flusswasser zu Online-Messungen in eine Messzelle im Labor führen. Dabei werden alle Messdaten, wie beispielsweise Sauerstoff, pH-Wert und Temperatur, mit den zugehörigen Navigationsdaten rechnergestützt registriert und ausgewertet. Aufwendige chemische Analysen gehören nicht zum Arbeitskonzept, dafür wäre das Bordlabor auch zu klein. Diese Untersuchungen werden im Zentrallabor in Karlsruhe bearbeitet, wo insbesondere die High-Tech-Spurenanalysen von Schadstoffen unter technisch optimalen Bedingungen ausgeführt werden.

Zum Aufspüren von Abwasserfahnen stehen verschiedene Sensoren zur Verfügung mit denen z. B. Leitfähigkeit oder Fluoreszenz bestimmt werden kann. Dadurch wird gewährleistet, dass für die teure Analytik auch die jeweils „richtige“ Probe gewonnen wird.



Abb. 5: Das Schiff verfügt über einen großen Laborraum, der je nach Untersuchungsprogramm mit den benötigten Mess- und Untersuchungseinrichtungen ausgestattet werden kann.

Ein weiterer Schwerpunkt ist die Beprobung der Flusssedimente mit der auf der Flusssohle lebenden Tier- und Pflanzenwelt. Dafür sind auf den Außendecks zwei Hydraulikkranne und eine Winde installiert, an denen spezielle Baggergreifer, Kern-

bohrer, Flussdredgen und Netze ins Wasser gelassen werden können. Die Sedimentproben werden wie auch die Wasserproben für die spätere Analyse kühl konserviert. Die Proben mit Wassertieren und Pflanzen werden an Bord in großen Siebsätzen ausgelesen und lebend unter der Lupe und Mikroskop bearbeitet. Dies dient der Bestimmung des biologisch-ökologischen Zustands der Flüsse.

Aufgabenspektrum

Das Arbeitsprogramm wird jeweils für ein Kalenderjahr vorgeplant, wobei die Aufgaben und Zeiträume mit den Fachreferaten abgesprochen werden. Auch externen Institutionen, wie Hochschulen, wird die Möglichkeit eingeräumt, sich an den Messeinsätzen zu beteiligen. Im Jahr 1999 lag der Schwerpunkt bei der quantitativen und qualitativen Untersuchung der Sedimente in den Stauhaltungen des Oberrheins im Rahmen der Aktivitäten der Internationalen Kommission zum Schutze des Rheins. Dieses Vorhaben wurde in enger Zusammenarbeit mit dem Institut



Abb. 6: Mit Hilfe von Dredgen kann der Flussboden auf seine Beschaffenheit und seine Besiedlung untersucht werden.

für Wasserbau der Universität Stuttgart durchgeführt. Das Arbeitsprogramm wird immer den jeweiligen Erfordernissen angepasst. In der Regel ergeben sich etwa 100 Messeinsatztage im Jahr. Dabei sind die Fahrttage zum Einsatzort (z. B.: 4 Tage Karlsruhe – Stuttgart) nicht mitgerechnet.

Zu den wichtigsten Aufgaben gehören:

- Biologisch-ökologische Untersuchungen mit Gütelängsprofilen an Rhein und Neckar
- Untersuchung der Rheinbegewässer mit angeschlossenen Baggerseen
- Spezielle Untersuchungen zur Wärmebelastung des Neckars
- Einsatz als mobile Messstation und Arbeitsplattform
- Emissions- und Immissionsuntersuchungen mit Einleiter-Kartierung
- Überprüfung von Alarmfällen und Untersuchungen zur Folgewirkung von Störfällen
- Umgebungsüberwachung hinsichtlich radioaktiver Belastungen
- Beprobungen von Sedimenten und Schwebstoffen an Rhein und Neckar
- Sondereinsätze im Rahmen von Qualitätssicherungsmaßnahmen, Gerätetests und Methodenprobung
- Einsätze für Sonderuntersuchungen von „Gastinstituten“ sowie Exkursionen und Schulungen

Schiffseinsätze

Zu Beginn der Arbeiten mit der Max Honsell stand zunächst die vertiefte Ortskenntnis von Rhein und Neckar mit den vielen Industrie-einleitungen und deren Auswirkung auf das Ökosystem im Vordergrund. Die Messfahrten der Max Honsell fanden bei den ortsansässigen Abwasser-einleitern immer besondere Beachtung. So war in den Anfangszeiten des Öfteren zu beob-

achten, dass Industriearbeiter bei Annäherung des Messschiffes zu den Schiebern der Abwasserleitungen rannten. Dieses Verhalten gehört glücklicherweise der Vergangenheit an. Die Regeln der Abwassertechnik werden heute insbesondere an den großen Flüssen eingehalten – natürlich auch deshalb, weil stets ein Kontrollinstrument gegenwärtig ist.

Ein besonderer Erfahrungsaustausch ergibt sich für die Mannschaft der Max Honsell stets bei dem gemeinsamen Einsatz mit den Messschiffen der Bundesländer Rheinland-Pfalz, Hessen, Nordrhein-Westfalen und der Bundesanstalt für Gewässerkunde (Koblenz) im Auftrag der Deutschen Kommission (DEUKO) auf dem Rhein. Hier werden aufwendige Untersuchungsprogramme, die ein Schiff alleine nicht bewältigen könnte, rund um die Uhr in der fließenden Welle über die Landesgrenzen hinweg durchgeführt. Neben dem wirklich anstrengenden Einsatz ergibt sich dabei auch noch die Gelegenheit die schönen Flusslandschaften des Mittel- und Niederrheins kennenzulernen. Auf diese Weise hat die Max Honsell auch schon Messfahrten bis in die Niederlande unternommen.

Bei allen Beteiligten in unauslöschlicher Erinnerung bleibt der Sandoz-Brandunfall vom November 1986,

bei dem 30 Tonnen zum Teil hochgiftige Agrochemikalien mit dem Löschwasser in den Rhein bei Basel gelangten. Hier hatte sich das ausgeklügelte, praxistaugliche Equipment und das jahrelange Untersuchungstraining der Einsatzmannschaft bestens bewährt. Gerade als das Messschiff am Unfallort die ökologischen Schäden untersuchte lief durch eine Fehlbedienung eine zweite Giftwelle aus dem Kanalsystem. Durch die Aufmerksamkeit der Schiffsbesatzung konnte diese gerade noch gestoppt werden. Aufgrund der besonderen Ausrüstung beteiligte sich das Max-Honsell-Team bei der Aufspürung des auf der Flusssohle abgelagerten giftigen Brandschlammes und überwachte mehrere Wochen noch die Absaugarbeiten dieser Ablagerungen.

Letztendlich führten die leidvollen Erfahrungen aus dieser Umweltkatastrophe zum Umdenken bei Politik und Industrie und veranlassten umfangreiche Verbesserungen des Gewässerschutzes und der Störfallvorsorge. Mit Genugtuung werden heute die steten Qualitätsverbesserungen der Wasserbeschaffenheit und die Wiederkehr der sensiblen Wassertiere und Pflanzen bei den Untersuchungen registriert. Und der Kapitän der Max Honsell träumt gelegentlich von seinem ersten Lachs, den er an der Angel über die Reling zieht.

Hartmut Vobis



Abb. 7: Max Honsell auf Messfahrt im Rhein bei Mannheim.

Regenwasser – Eine lange Jahre unterschätzte Belastungsquelle für unsere Fließgewässer

Einleitung

Die Erfolge, die in den letzten Jahren für den Gewässerschutz erreicht wurden, liegen darin begründet, dass in die Abwasserreinigung bei Städten, Gemeinden und Industrie erheblich investiert wurde. Die Reinigungsziele für Feststoffe und sauerstoffzehrende Stoffe wurden durch Forderungen nach einer Nährstoffreduzierung ergänzt und umgesetzt.

In Baden-Württemberg sind derzeit mehr als 95 % der Bevölkerung über die öffentliche Kanalisation und eine zentrale Kläranlage angeschlossen. Mit zunehmendem Anschlussgrad an die Kanalisation und verbesserter Reinigungsleistung der Kläranlagen beginnen sich in jüngster Zeit bei den Fachleuten immer mehr Gesamtbetrachtungen der Gewässer durchzusetzen. Neben den Belastungen durch organische Stoffe und Nährstoffe (Phosphor und Stickstoff) stehen dabei auch ökotoxikologische und schwerabbaubare Stoffe, wie beispielsweise Schwermetalle, im Blickpunkt des Interesses. Dabei müssen systematisch Eintragspfade und -frachten ermittelt und bewertet werden. Eine solche Betrachtung ist in Abbildung 1 für das Schwermetall Kupfer dargestellt. Für den Eintragspfad in das Fließgewässer wird deutlich, dass die Hauptfrachten aus dem Bereich der Siedlung stammen. Neben Einträgen aus dem

häuslichen Schmutzwasser stammt in dem betrachteten Fall der Hauptanteil aus entlastetem Mischwasser und aus dem abfließenden Regenwasser.

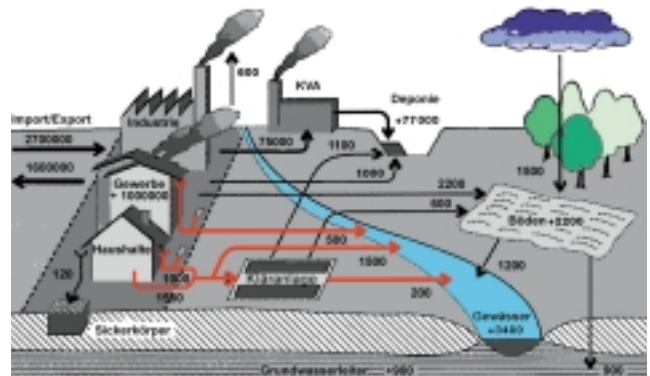


Abb. 1: Wichtige Kupferfrüchte im Einzugsgebiet der Töss (Schweiz) in kg/Jahr [Quelle: EAWAG, Dübendorf, Schweiz, 1999].

Neue Ansätze in der Siedlungs-entwässerung

In Baden-Württemberg werden rund 80 % der Siedlungsflächen im Mischsystem entwässert. Dabei wird das Schmutzwasser aus Haushalten und Industrie gemeinsam mit dem Regenwasser in einem Kanal abgeleitet. Bei Regen fließen deshalb große Abwassermengen den Kläranlagen zu, die dort aus verfahrenstechnischen und wirt-

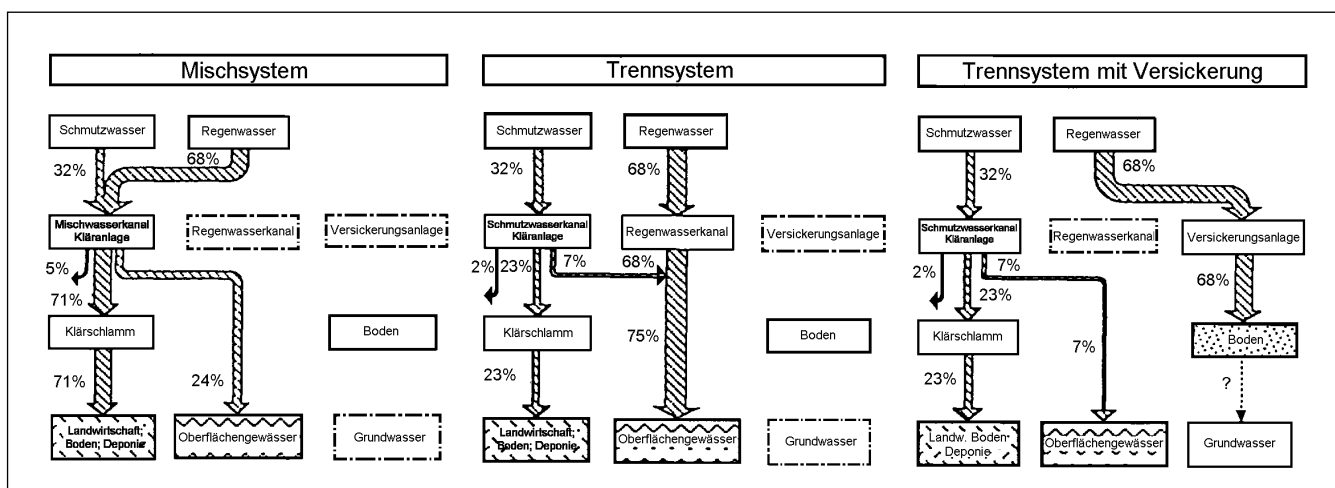


Abb. 2: Eintragspfade in verschiedenen Entwässerungssystemen am Beispiel von Kupfer [nach: Boller und Häfliger, Dübendorf, Schweiz, 1996].

schaftlichen Gründen nicht aufgenommen werden können. Deshalb muss der Zufluss zur Kläranlage gedrosselt und ein Teil des Mischwassers direkt in Fließgewässer eingeleitet werden. Zum Schutz der Gewässer werden die stärker belasteten Mischwasserabflüsse bei Regenbeginn in Regenbecken zwischengespeichert oder vor der Einleitung behandelt. So wird sichergestellt, dass nur das nachfolgende, aufgrund der Verdünnung durch Regenwasser, geringer verschmutzte Mischwasser direkt in die Gewässer gelangt.

Neben der Entwässerung im Mischsystem existiert traditionell noch die Möglichkeit Siedlungsgebiete im Trennsystem zu entwässern. Beim Trennsystem erfolgt die Ableitung von Schmutz- und Regenwasser getrennt in zwei Kanälen. Während das Schmutzwasser zur Kläranlage transportiert wird, führt der Regenwasserkanal im Regelfall ohne Behandlung in ein Gewässer.

In jüngster Zeit werden verstärkt neue Wege der Entwässerung diskutiert und umgesetzt. Dabei steht der neue Umgang mit dem Regenwasser an zentraler Stelle. Die Ziele dieses Wandels sind im wesentlichen

- die Kanalisation und Kläranlage hydraulisch zu entlasten,
- stoffliche und hydraulische Belastungen von den Fließgewässern fernzuhalten,
- den Oberflächenabfluss aus den Siedlungsgebieten zu reduzieren,
- das Stadtklima und das Wohnumfeld zu verbessern,
- eine möglichst natürliche Bodenfunktion zu erhalten,
- den kommunalen Haushalten Kosten zu sparen.

Dass die Einträge von Schadstoffen in Fließgewässer entscheidend von der Art des Entwässerungssystems abhängt, zeigt die Abbildung 2.

Daraus wird deutlich, dass ein erheblicher Anteil der Schwermetalleinträge mit dem Regenwasser erfolgt und damit aus Abflüssen von

Dächern und Straßen stammt. Gerade bei Abflüssen von Dachflächen wird der Eintrag, der von metallischen Dacheindeckungen und Fallrohren stammt, oft unterschätzt. Nach Untersuchungen aus der Schweiz können in städtischen Einzugsgebieten, je nach Schwermetall und Flächenanteilen, 40 bis über 90 % der Schwermetallfrachten aus dem Regenwasser stammen. Je nach Entwässerungssystem ergeben sich jedoch unterschiedliche Stoffpfade. So bildet die Kläranlage und der dort anfallende Klärschlamm bei dem in Baden-Württemberg vorherrschenden Mischsystem eine wesentliche Schadstoffsenke. Betrachtet man dagegen den Eintragspfad bei Trennsystemen ohne Behandlung der Regenabflüsse, so werden bei dieser Art der Entwässerung die weitaus höchsten Frachten in die Fließgewässer eingetragen.

Die neuen Ansätze der Entwässerung mit Versickerung über den bewachsene Boden (Abb. 3) und getrennter Ableitung in bewachsenen Mulden, in denen das Regenwasser abgeleitet wird und je nach anstehendem Untergrund auch versickern kann, führen dagegen zu einer deutlichen Entlastung der Fließgewässer. Um diese Elemente auch als gestalterisches Element der Stadtplanung zu nutzen, sollten sie frühzeitig in die Überlegungen und Planungen einbezogen werden.



Abb. 3: Integration einer Versickerungsmulde auf einem Grundstück.

Es erfolgt eine Umleitung der Stoffströme. Bei der Versickerung muss grundsätzlich darauf geachtet werden, dass sie über den bewachsenen Boden erfolgt und dort ein Rückhalt der Schadstoffe ermöglicht wird. Der Boden übernimmt dabei eine Schutzfunktion für das Grundwasser. Bei Flächen mit starker Belastung, wie

stark befahrenen Straßen in Industrie- und Gewerbegebieten, oder in besonders empfindlichen bzw. schutzwürdigen Bereichen, wie Wasserschutzgebieten, ist gegebenenfalls auf eine Versickerung aller Abflüsse zu verzichten und auf eine andere Form der Siedlungsentwässerung zurückzugreifen.

Fazit

Die neuen Ansätze bei der Entwässerung von Siedlungsgebieten können neben den angeführ-

ten Vorteilen auch dazu beitragen den Schutz der Fließgewässer zu verbessern. Dabei darf keine Problemverlagerung beispielsweise in Richtung des Grundwassers und des Bodens stattfinden. Der effektivste Schutz kann durch eine Vermeidung der Schadstoffe erfolgen. Gesamtschauliche Betrachtungen, die Stoffeinträge, Stoffflüsse und deren Wirkung in der Umwelt berücksichtigen, können dazu beitragen, langfristig funktionierende Systeme zu erhalten.

Bernd Haller

Arzneimittel und hormonell wirksame Stoffe in Fließgewässern Baden-Württembergs

Einleitung

In den letzten Jahren treten zunehmend Verunreinigungen in den Blickpunkt des Gewässerschutzes, die weniger durch industrielle oder gewerbliche Einträge sondern vielmehr durch die Anwendung und den bestimmungsgemäßen Gebrauch bestimmter Stoffe verursacht werden. Aktuelle Beispiele hierfür sind der Eintrag von Arzneimittel-Wirkstoffen und von endokrin, also auf das Hormonsystem, wirkenden Verbindungen in die Gewässer. Der folgende Beitrag möchte in diese beiden aktuellen Themenbereiche des Gewässerschutzes kurz einführen und einen Überblick über das Auftreten derartiger Stoffe in Fließgewässern Baden-Württembergs geben.

Arzneimittel werden in Mitteleuropa aufgrund des ausgedehnten Gesundheitswesens in beträchtlichen Mengen verabreicht. Allein in Deutschland sind ca. 50.000 verschiedene Arzneimittel zugelassen, die eine Vielzahl verschiedener Wirkstoffe enthalten. Viele Wirkstoffe werden in der Größenordnung von Tonnen pro Jahr, einzelne Wirkstoffe gar bis zu 100 Tonnen pro Jahr verabreicht. Ein Teil der eingenommenen Arzneimittel

werden vom Patienten unverändert oder durch den Stoffwechselprozess verändert (metabolisiert) wieder ausgeschieden. Über die Kanalisation gelangen diese Stoffe in die kommunalen Kläranlagen, in denen viele jedoch kaum bzw. nur unvollständig zurückgehalten werden. Mit dem geklärten Abwasser werden die Arzneimittelrückstände dann in die Gewässer eingetragen. Auch über undichte Kanalleitungen oder durch Massentierhaltungen und Aquakultur können Medikamente und ihre Metabolite in die Umwelt gelangen.

In jüngster Zeit wird sowohl in der Fachwelt als auch in der Öffentlichkeit verstärkt über mögliche Effekte diskutiert, die durch den Eintrag hormonell wirksamer Substanzen in die Gewässer verursacht werden können. Wissenschaftliche Untersuchungen hatten hierzu deutliche Hinweise geliefert. So konnte beispielsweise im Ablauf von Kläranlagen bei männlichen Fischen die Bildung eines Eidotterproteins beobachtet werden, das normalerweise nur im weiblichen Fisch auftritt. Populationen bestimmter mariner Schneckenarten wurden durch genitale Veränderungen stark dezimiert. Selbst eine abnehmende

Spermienzahl beim Menschen wird in diesem Zusammenhang diskutiert. Es stehen bestimmte Umweltchemikalien sowie die durch den Menschen verstärkt eingetragenen natürlichen und synthetischen Hormone, wie sie z. B. in der Anti-Baby-Pille enthalten sind, im Verdacht, solche Wirkungen hervorzurufen.

Was wurde bislang untersucht?

In Baden-Württemberg wurden 1998 gezielte Untersuchungen in verschiedenen Fließgewässern durchgeführt, um einen Überblick über das Auftreten und das Konzentrationsniveau verschiedener Arzneimittel-Wirkstoffe sowie hormonell wirksamer Substanzen zu erhalten.

Insgesamt wurden hierzu vier Messstellen an Neckar, Körsch und Donau untersucht, die ein breites Spektrum bezüglich der Belastung mit kommunalem Abwasser – das den Haupteintragspfad anwendungsbedingter Einträge darstellt – abdecken. In der Tabelle 1 sind die den Abwasseranteil charakterisierenden Kenngrößen der Messstellen zusammengestellt. Die Borgehalte des Untersuchungsjahres 1998 sind hierbei ergänzend aufgenommen, da Bor durch den breiten Einsatz in Waschmitteln nahezu ausschließlich anthropogen über kommunale Kläranlagen in unsere Gewässer eingetragen wird und so einen guten Indikator für den Abwasseranteil darstellt.

Fluss	Messstelle	MNQ (m ³ /s)	Abwasseranteil bei MNQ	Borgehalt 90-Perzentil (in µg/l)
Körsch	Friedrichsmühle	0,42	ca. 100%	768
Neckar	Kochendorf (km 104)	26	ca. 40%	343
Neckar	Mannheim (km 3)	37,8	ca. 35%	285
Donau	Ulm-Wiblingen (km 2589)	12,3	ca. 20%	71

Tab. 1: Charakterisierung der Abwasserbelastung der Untersuchungsstellen (MNQ = mittleres Niedrigwasser).

Von den untersuchten Messstellen weist die Messstelle Friedrichsmühle an dem kleinen Neckarzufluss Körsch den höchsten Abwas-

seranteil auf. Dort wird bei mittlerem Niedrigwasser der Abfluss nahezu ausschließlich aus gereinigtem Abwasser gebildet. Der Neckar ist demgegenüber deutlich geringer belastet. Hier nimmt der Abwasseranteil im Längsverlauf von rund 40 % an der unterhalb der Ballungszentren Stuttgart und Heilbronn gelegenen Messstelle Kochendorf durch den Zufluss wasserreicher und geringer belasteter Zuflüsse bis zur Mündung in den Rhein bei Mannheim auf ca. 35 % wieder ab. Die geringsten Abwasseranteile weist die an der Donau oberhalb des Illerzuflusses gelegene Messstelle Ulm-Wiblingen mit rund 20 % auf.

Aus der Vielzahl der in Deutschland verschriebenen Arzneimittel wurden für die Untersuchungen insgesamt 12 Wirkstoffe ausgesucht, die den breit verabreichten Wirkstoffgruppen der Antiepileptika, der Antiphlogistika (entzündungshemmende Mittel), der Lipidsenker (blutfettsenkende Mittel) und deren Metaboliten (Abbauprodukte) sowie den durchblutungsfördernden Mitteln zugeordnet werden können (Tab. 2).

Wirkstoffgruppe	Wirkstoff	BG* (in ng/l)
Antiepileptika	Carbamazepin	20
Antiphlogistika (entzündungshemmende Mittel)	Indometacin	5
	Diclofenac	20
	Ibuprofen	5
	Fenoprofen	5
	Ketoprofen	10
Lipidsenker	Gemfibrozil	5
	Fenofibrat	25
	Bezafibrat	10
Lipidsenker-Metabolite	Clofibrinsäure	10
	Fenofibrinsäure	25
durchblutungsfördernde Mittel	Pentoxifyllin	25

Tab. 2: Untersuchte Arzneimittel und deren analytische Bestimmungsgrenzen (BG).

Zusätzlich wurden die Gewässer auf insgesamt 12 hormonell wirksame Einzelsubstanzen sowie einer Substanzgruppe untersucht (Tab. 3). Er-

fasst wurden hierbei sowohl Hormone natürlichen Ursprungs (endogene Östrogene, Phyto- und Mykoöstrogene) als auch synthetische Hormone der Anti-Baby-Pille und einschlägige Industriechemikalien. Hierzu gehören beispielsweise die Nonyl- und Oktylphenole, die Abbauprodukte von in Industriereinigern verwendeten Verbindungen darstellen sowie Bisphenol A, das z. B. als Antioxidans für Weichmacher in erheblichen Mengen eingesetzt wird.

Für die Übersichtsuntersuchungen wurden die Messstellen im Zeitraum Juli bis Oktober 1998 jeweils vier Mal bei Niedrigwasser beprobt, da dann der Abwasseranteil in den Fließgewässern am größten ist und so die maximal zu erwartenden Konzentrationen im Gewässer erfasst werden können.

Wirkstoffgruppe	Wirkstoff	BG* (in ng/l)
endogene Östrogene	17 β -Östradiol	5
	Östriol	5
	Östron	5
Phyto- und Mykoöstrogene	Daidzein	100
	β -Sitosterol	100
synthetische Östrogene	17 α -Ethinylöstradiol	5
	Mestranol	10
	Diethylstilbestrol	5
	Hexestrol	5
Industriechemikalien	4-Nonylphenol (Isomergemisch)	10
	4-n-Nonylphenol	5
	4-n-Oktylphenol	5
	Bisphenol A	5

Tab. 3: Untersuchte, hormonartig wirkende Substanzen und deren analytische Bestimmungsgrenzen (BG).

Ergebnisse

In den Gewässern Baden-Württembergs konnten von den insgesamt 12 gesuchten **Arzneimittel-Wirkstoffen** sieben gefunden werden (Tab. 4). Die Anzahl der nachgewiesenen Wirkstoffe sowie deren Konzentrationsniveau geht hierbei deutlich

mit dem Abwasseranteil der Untersuchungsstellen einher. Konnten in der stark abwasserbelasteten Körsch alle sieben Wirkstoffe festgestellt werden, so wurden durch die höhere Verdünnung des Abwassers im Neckar noch bis zu sechs und in der Donau drei Verbindungen in quantifizierbaren Konzentrationen bestimmt.

Die höchsten Gehalte wurden in der Regel bei dem entzündungshemmenden Mittel Diclofenac gefunden. In der besonders stark abwasserbelasteten Körsch wurde bei dieser Verbindung eine Spitzenkonzentration von 2.000 ng/l erreicht. Auch die anderen Wirkstoffe wiesen in diesem Gewässer – mit Ausnahme von Ibuprofen – vergleichsweise hohe Konzentrationen von 100 ng/l und darüber auf. Im Neckar überschritten neben Diclofenac auch Carbamazepin und Bezafibrat das Konzentrationsniveau von 100 ng/l.

Endogene und synthetische Östrogene wurden in den untersuchten Fließgewässern dagegen nicht vorgefunden (Tab. 5). Untersuchungen von Abwasser kommunaler Kläranlagen Baden-Württembergs durch das Institut für Siedlungswasserwirtschaft der Universität Stuttgart ergaben jedoch bestimmbare Gehalte an Östron bis 12,4 ng/l und an Östradiol bis 2,6 ng/l. Die Gehalte der synthetischen Hormone Ethinylöstradiol und Mestranol lagen dagegen auch im Abwasser unterhalb des analytisch bestimmbaren Bereichs von 2 ng/l.

Die **natürlichen Phyto- und Mykoöstrogene** Daidzein und β -Sitosterol konnten in allen Fließgewässern und zudem teilweise in vergleichsweise hohen Konzentrationen vorgefunden werden. Während die Konzentrationen an den einzelnen Messstellen bei den jeweiligen Beprobungen stark schwankten, wiesen die Messstellen unabhängig vom Gewässer insgesamt doch recht ähnliche Konzentrationsniveaus auf. Eine Abhängigkeit vom Abwasseranteil ist bei diesen Verbindungen nicht erkennbar, so dass das kommunale Abwasser nicht die wesentliche Eintragsquelle darstellen kann. Neben dem natürlichen Eintrag können evtl. auch branchenspezifische Einträge eine Rolle spielen. Beispielsweise ist bekannt, dass β -Sitosterol auch durch Abwässer der Papierproduktion in die Gewässer eingetragen wird.

Die ausgewählten Industriechemikalien konnten nur ganz vereinzelt in bestimmbareren Gehalten festgestellt werden. Im Neckar bei Kochendorf traten Bisphenol A in einer Konzentration bis 99 ng/l und in der Donau bei Ulm-Wiblingen 4-Nonylphenol (Isomergemisch) bis 520 ng/l auf. Hierfür dürften in erster Linie lokalspezifische Einträge verantwortlich sein.

Ausblick

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Arzneimittel und hormonell wirksame Substanzen in Fließgewässern bei Niedrigwasser in Konzentrationen vorgefunden werden, die in Baden-Württemberg beispielsweise die der Pflanzenschutzmittel übersteigen. Über die Wirkungen dieser Verbindungen in der Umwelt ist bislang im Gegensatz zu anderen Umweltchemikalien zu wenig bekannt. Eine abschließende Beurteilung der vorgefundenen Gehalte ist daher nicht möglich.

Wirkstoff	Körsch Friedrichs- mühle	Neckar Kochendorf	Neckar Mannheim	Donau Ulm- Wiblingen
Carbamazepin	320-780	nn - 180	nn - 160	nn - 36
Indometacin	nn - 100	nn	nn	nn
Diclofenac	620 -2000	65 - 240	32 - 160	nn - 160
Ibuprofen	nn - 70	nn - 28	nn	nn
Fenoprofen	nn	nn	nn	nn
Ketoprofen	nn	nn	nn	nn
Gemfibrozil	nn - 100	nn - 72	nn	nn
Fenofibrat	nn	nn	nn	nn
Bezafibrat	450 - 620	54 - 230	64 - 220	nn - 28
Clofibrinsäure	nn - 370	nn - 60	nn - 91	nn
Fenofibrinsäure	nn	nn	nn	nn
Pentoxifyllin	nn	nn	nn	nn

Tab. 4: Konzentrationsbereiche nachgewiesener Arzneimittel in ng/l (nn = nicht nachweisbar).

In Bezug auf den Menschen liegen die bestimmten Arzneimittel-Gehalte nach Aussagen von Pharmakologen deutlich unterhalb der Wirkschwellen. Zur Verbesserung der Datenlage wird auf gesetzgeberischer Seite eine Novellierung des Arzneimittelrechts dahingehend diskutiert, dass zukünftig bei der Neuzulassung von Arzneimittel-Wirkstoffen wichtige ökotoxikologische Daten erhoben und beachtet werden müssen.

Wirkstoff	Körsch Friedrichs- mühle	Neckar Kochendorf	Neckar Mannheim	Donau Ulm- Wiblingen
17 β -Östradiol	nn	nn	nn	nn
Östriol	nn	nn	nn	nn
Östron	nn	nn	nn	nn
Daidzein	nn - 1300	nn - 400	nn	nn - 400
β -Sitosterol	nn - 2100	nn - 2900	nn - 1900	nn - 2400
17 α -Ethinylöstradiol	nn	nn	nn	nn
Mestranol	nn	nn	nn	nn
Diethylstilbestrol	nn	nn	nn	nn
Hexestrol	nn	nn	nn	nn
4-Nonylphenol (Isomergemisch)	nn	nn	nn	nn - 520
4-n-Nonylphenol	nn	nn	nn	nn
4-n-Oktylphenol	nn	nn	nn	nn
Bisphenol A	nn	nn - 99	nn	nn

Tab. 5: Konzentrationsbereiche nachgewiesener, hormonartig wirkender Stoffe in ng/l (nn = nicht nachweisbar).

Vielfältige Forschungsvorhaben sind angelaufen, um die hormonelle Wirksamkeit von Substanzen sowie deren Bedeutung für die Umwelt abzuschätzen. Bisherige Untersuchungen zeigen, dass die hormonelle Wirksamkeit der Umweltchemikalien im Vergleich zu den natürlichen und synthetischen Hormonen um Größenordnungen geringer ist.

Markus Lehmann

Konfliktarme Baggerseen (KaBa) – Entscheidungshilfen für den Kies- und Sandabbau

Das KaBa-Projekt

Das 1994 ins Leben gerufene Verbundvorhaben „Konfliktarme Baggerseen“ (KaBa) umfasst im Wesentlichen systematische Bestandsaufnahmen und umfassende Untersuchungen zur Kenntnis über die Baggerseen in der Oberrheinebene. Ziel dieses Pilotprojektes ist die Sicherstellung einer dauerhaften und umweltverträglichen Folgenutzung der durch Kies- und Sandabbau entstandenen Baggerseen und die Verhinderung nachteiliger Einflüsse auf das Grundwasser (Abb. 1).



Abb. 1: Baggersee im Raum Rastatt, der als Badesees genutzt wird.

In den zurückliegenden Jahren wurden im Rahmen dieses Projektes mehrere fachspezifische Teilprojekte bearbeitet und ausgewertet. Nachdem 1998 das flächendeckende Untersuchungsprogramm zur Erfassung der Gewässergüte der oberrheinischen Baggerseen abgeschlossen werden konnte, konzentrieren sich derzeit die Projektaktivitäten auf zwei Schwerpunktthemen.

Ein äußerst umfangreiches und aufwendiges Teilprojekt soll die Wechselwirkungen zwischen Baggerseen und Grundwasser mit Hilfe von Isotopenuntersuchungen näher beleuchten. Die Auswertung dieses Messprogramms wird vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) durchgeführt und soll in der ersten Jahreshälfte 2000 vorgestellt werden.

Dem zweiten Schwerpunktthema kommt besonders im Bezug auf die Erarbeitung von Leitlinien und Handlungsempfehlungen für die Verwaltungspraxis eine hohe Bedeutung zu. Das im Folgenden näher erläuterte **seenphysikalische Rechenmodell** könnte insbesondere in der Genehmigungspraxis, neben den bisher gewonnenen Untersuchungsergebnissen, als weitere Entscheidungshilfe für Fragestellungen im Kiesabbau dienen.

Seenphysikalisches Modell

Die physikalischen Vorgänge in stehenden Gewässern sind von vielschichtiger und komplexer Natur. Sie stellen eine wichtige Grundlage für das „Ökosystem See“ dar und steuern viele gewässerökologisch relevanten Prozesse. Da die künstlich entstandenen und sehr jungen Baggerseen auch langfristig noch stabile und intakte Lebensräume verkörpern sollen, kommt der Prognose der Seeentwicklung in Abhängigkeit von der maximalen Auskiesungstiefe und der Gestaltungsform des Seebeckens eine besondere Bedeutung zu.

Im Zeitraum von 1995 bis 1999 wurde im Auftrag der LfU von der Fa. Hydromod (Wedel) Schritt für Schritt ein numerisches Rechenmodell aufgebaut, erweitert und speziell an die Verhältnisse der Baggerseen angepasst. Im Mittelpunkt der Modellkonzeption stand die Vorhersage von Sauerstofftransportvorgängen in tiefere Wasserschichten sowie das thermische Schichtungsverhalten von Baggerseen.

Aus gewässerökologischer Sicht ist die gewöhnlich im Frühjahr und Herbst erfolgende vollständige stoffliche Durchmischung des Wasserkörpers (Vollzirkulation) und die damit verbundene Regeneration des Tiefenwassers („Durchatmen des Sees“) von übergeordneter Bedeutung für die Qualität des Sees. Durch die jährliche Regeneration wird vermieden, dass

sich langfristig Bereiche über dem Seeboden entwickeln, die nicht mehr an der Durchmischung des Wasserkörpers teilnehmen. Diese meist extrem nähr- und z. T. auch schadstoffreichen Wasserschichten können bei plötzlicher Einmischung, z. B. durch außergewöhnliche Windereignisse, in produktionsreiche und belebte Wasserbereiche die Wasserqualität des gesamten Sees negativ beeinflussen. Meist führen derartige Ereignisse zu drastischen Sauerstoffverlusten im See und lösen nicht selten ein Fischsterben aus.

Modellkomponenten, die wesentlichen Einfluss auf den Sauerstoffhaushalt und das Schichtungsverhalten von Baggerseen haben, sind Grundwasserzufluss, Eisbildung, Sauerstoffzehrung des Sediments, Salzgehaltsunterschiede im Wasserkörper, Seebekkenform und -ausrichtung sowie klimatische Verhältnisse.

Ausgewählte Modellergebnisse

Anhand umfangreicher Simulationsrechnungen (Abb. 2), Fallbeispielen und einigen Vergleichen mit „vor Ort“ gemessenen Daten (Abb. 3) können im Hinblick auf das Schichtungsverhalten und die Sauerstoffversorgung des Tiefenwassers erste Ergebnisse abgeleitet werden:

- Sofern ein Baggersee keine oder nur geringe vertikale Unterschiede in der Ionendichte (haline Schichtung) aufweist, erfolgt auch für größere Seetiefen (bis ca. 80 Meter) mindestens einmal jährlich eine ausreichende Regeneration der sauerstofffreien oder -armen Bereiche des Tiefenwassers.
- In Baggerseen, in welchen eine haline Schichtung festgestellt wird, kann es vorkommen, dass der tiefreichende Durchmischungsvor-

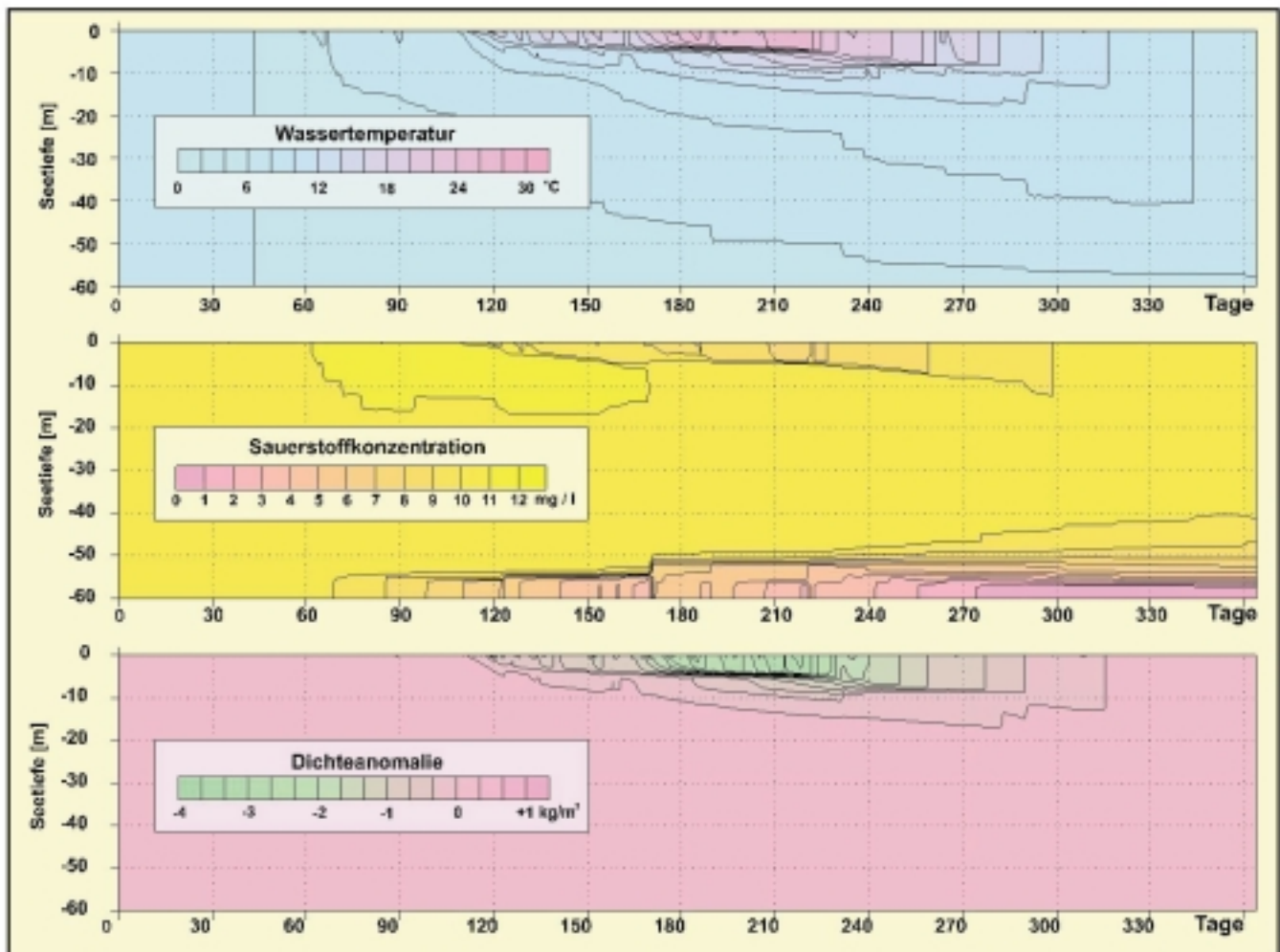


Abb. 2: Simulierter Jahrgang von Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt und Wasserdichte für einen auf 60 Meter vertieften, ca. 25 Hektar großen Baggersee [Quelle: HYDROMOD].

gang nur noch in Jahren mit sehr kalten Wintern erfolgt oder überhaupt nicht mehr bis zum Seeboden durchgreift und dadurch das Tiefenwasser nicht ausreichend regeneriert wird.

- Der Einfluss der Seetiefe lässt sich folgendermaßen zusammenfassen: Bei gleicher Tiefe tendieren kleinere Baggerseen zu geringeren Mächtigkeiten der oberflächlichen Wasserschicht als größere. Im Verlauf der sommerlichen Einschichtung des Sees bilden sich sauerstoffarme bzw. -freie Wasserschichten über dem Seegrund schneller aus. Die Regeneration des Tiefenwassers während der Vollzirkulationsphasen erfolgt gegenüber großen Seen gleicher Tiefe etwas schneller.
- Der Einfluss der Seegröße lässt sich wie folgt beschreiben: Die Sauerstoffkonzentrationen im Tiefenwasser erhöhen sich mit zunehmender Größe der Baggerseen; sauerstofffreie Zonen in der Nähe des Seebodens treten im Jahresgang bei größeren Baggerseen später und vermindert auf. Bei gleicher Fläche tendieren tiefere Baggerseen einerseits zu höheren Mäch-

tigkeiten der sauerstoffarmen bzw. -freien Wasserschichten über dem Seegrund, andererseits erfolgt die Abnahme der Sauerstoffkonzentration durch Zehrungsprozesse deutlich langsamer.

Generell haben für die Durchmischung und die Sauerstoffversorgung des Tiefenwassers alle schichtungsstabilisierenden Prozesse negative Wirkung. Alle Vorgänge, welche thermische und haline Schichtungen bzw. Gradienten abschwächen, wirken positiv. Bei den genannten Schlussfolgerungen zu dem Schichtungs-, Vermischungs- und Transportverhalten in Baggerseen ist zu beachten, dass derartig komplexe Vorgänge schwer verallgemeinerbar, mit Vorsicht zu betrachten und im Einzelfalle zu überprüfen sind.

Anwendung in der Praxis

Aus dem umfangreichen Datenmaterial, den durchgeführten Simulationen und den Untersuchungsergebnissen lassen sich auch einige pra-

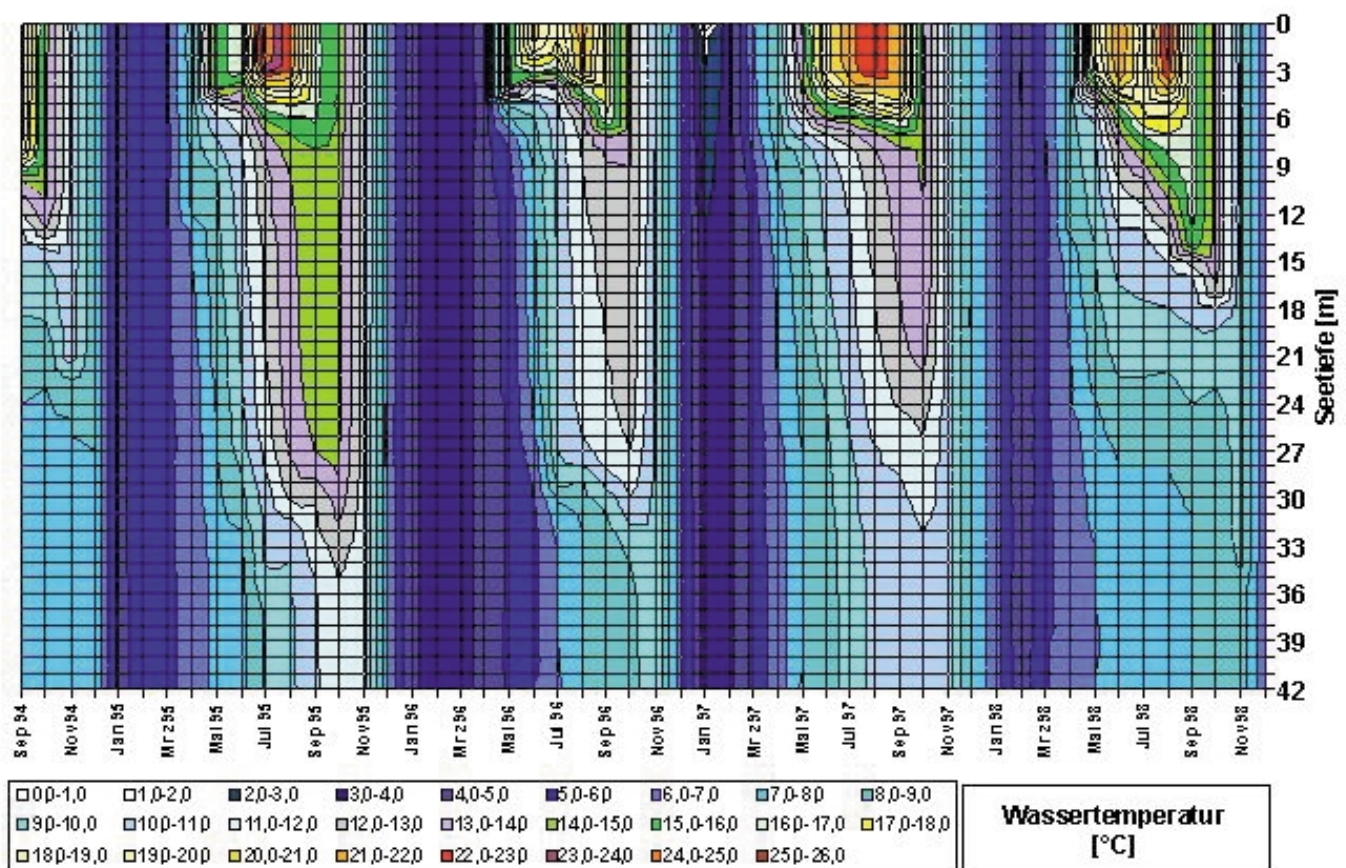


Abb. 3: Langzeitmessungen (1994–1998) der Wassertemperatur in einem Baggersee der Oberrheinebene.

xisbezogene Hinweise und planerische Aspekte zur Gestaltung von Baggerseen ableiten:

- Förderlich für eine intensive winderzeugte Seenzirkulation und damit für die Vermischung ist eine Ausrichtung der Längsachse eines Baggersees in Richtung der vorherrschenden Hauptwindrichtung im Herbst und Winter.
- Abschattungen durch Gebäude, Bepflanzungen und Uferüberhöhungen schwächen die Windwirkung ab. Sie wirken somit der windbedingten Durchmischung entgegen. Sie können andererseits jedoch die Auskühlung fördern und damit die Tiefenzirkulation intensivieren und ggf. für kleinere Seen auch positive Effekte haben.
- Um den Eintrag an sauerstoffarmem bzw. -freiem Grundwasser zu minimieren, sollten Grundwasserleiter mit hohen Ionenkonzentrationen und solche mit hohen Fließgeschwindigkeiten möglichst mit geringem Querschnitt durchschnitten werden.
- Bei der Neuanlage und Vertiefung von Baggerseen sollten Schnitte durch salzbelastete Grundwasserleiter vermieden werden. In der Oberrheinebene weist das Grundwasser südlich des Kaiserstuhls örtlich stark erhöhte Salzgehalte als Folge des Kalibergbaus auf.
- Flachwasserzonen und variable Ufergestaltungen haben nach bisheriger Kenntnis positive Einflüsse auf die Sauerstoffversorgung des Tiefenwassers. Im flachen Wasser erfolgt die Auskühlung schneller. Das dann dichtere und sauerstoffreiche Wasser kann als Zirkulations-

antrieb wirken. Zur Absicherung dieser Aussage bedarf es weiterer vertiefter Untersuchungen und Modellsimulationen.

- Einträge, welche zur Erhöhung der Ionenkonzentrationen durch biologische und chemische Umsetzungen und zur verstärkten Bildung von stark sauerstoffzehrenden Sedimenten führen sind zu vermeiden. Dies betrifft vor allem den Eintrag von Nährstoffen und gelösten Ionen über diffuse Quellen.

Ausblick

Das Simulationsmodell stellt in dieser Form ein Hilfsmittel für die Bearbeitung vielschichtiger Fragestellungen dar. Dies betrifft zum einen die Behandlung allgemeiner Fragestellungen mit dem Ziel Bewertungskriterien und Entscheidungshilfen aufzustellen. Andererseits bietet das Modell die Möglichkeit, seenspezifische Fragestellungen näher zu betrachten. Hier könnte es beispielweise für detaillierte seenspezifische Bewertungen und Prognosen im Rahmen wasserwirtschaftlicher Aufgabenstellungen eingesetzt werden. Unter dem Gesichtspunkt der wirtschaftlichen Bedeutung der umfangreichen und qualitativ wertvollen Kies- und Sandlagerstätten im Oberrheingraben könnte die Anwendung dieses Werkzeuges in der Wasserwirtschaft auch dazu beitragen, optimierte Lösungsansätze bei der Anlage und Erweiterung von Baggerseen zu finden und damit Konflikte im Rahmen des Kiesabbaus entschärfen.

Andreas Hoppe

25 Jahre Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung in Baden-Württemberg

Dem Grundwasser auf der Spur

Wasser ist das wichtigste Lebensmittel. Wo Grundwasser nicht in ausreichender Menge und geeigneter Qualität verfügbar ist, muss Trinkwasser mit erheblichem Aufwand aus Oberflächenwasser aufbereitet werden. In Baden-Württemberg allerdings werden etwa $\frac{3}{4}$ des Trinkwasserbedarfs von insgesamt 760 Mio. m³/Jahr aus den Grundwasservorkommen des Landes gefördert.

Schon früh wurde erkannt, wie wichtig und unverzichtbar die Ressource Grundwasser ist (Abb. 1). Es vorsorgend zu schützen, nachhaltig zu bewirtschaften und für kommende Generationen zu bewahren, war damals und ist heute eine vorran-



Abb. 1: Hydrographische Karte der Umgebung von Mannheim – Linien der höchsten Grundwasserstände vom 8. März 1883.

gige Aufgabe. Die Grundlage dazu bilden systematische Erkundungen, deren Interpretation und Dokumentation sowie langfristig angelegte, regelmäßige Beobachtungen.

Die gute Zugänglichkeit und die hohe Ergiebigkeit haben in den Lockergesteinen zu einer frühzeitigen und zwischenzeitlich umfangreichen Grundwassernutzung geführt. Diese Gebiete weisen heute eine vergleichsweise dichte Besiedelung mit zahlreichen Gewerbebetrieben und Industrieanlagen sowie ein dichtes Verkehrsnetz auf. Gleichzeitig sind sie auch wichtige Sand- und Kiesgewinnungsgebiete.

Aus diesen Nutzungen resultiert die umfangreiche Datengrundlage, denn in der Regel sind dafür Erdaufschlüsse bzw. Bohrungen zur Erkundung des Untergrunds erforderlich. Durch die beschriebene Nutzungsvielfalt mit oftmals widerstrebenden Interessen sind Konflikte vorprogrammiert. Seit 25 Jahren liefert hier die Hydrogeologische Karte von Baden-Württemberg (HGK) einen wichtigen Beitrag für einen sachgerechten Interessenausgleich.

Die HGK wird aus Haushaltsmitteln des Ministeriums für Umwelt und Verkehr (UVM) finanziert und gemeinsam von der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) und dem Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) unter Mitwirkung der örtlichen Dienststellen der Wasserwirtschaftsverwaltung bearbeitet.

Ziel und Inhalt der Hydrogeologischen Karte

Die HGK dient der Erkundung und Dokumentation der für die Trinkwasserversorgung relevanten Grundwasservorkommen des Landes. Gegenstand der HGK-Bearbeitung ist die

- Sammlung, Auswertung, Interpretation und Darstellung der vorhandenen Daten, Unterla-

gen und Kenntnisse sowie das Aufzeigen von relevanten Kenntnislücken,

- Durchführung gezielter, vertiefender oder ergänzender Untersuchungen zur Schließung der Kenntnislücken,
- Bei jüngeren Bearbeitungen schloss sich meist noch die integrierende Zusammenführung der Erkundungsdaten und Interpretationen über das Grundwasservorkommen in einem großräumigen hydraulischen Modell (Abb. 2) als notwendige Plausibilitätsprüfung und als Bewirtschaftungsinstrument an.



Abb. 2: Schrägansicht auf das Grundwassermodell vom Rhein-Neckar-Raum.

Die HGK besteht aus einem umfangreichen Karten- und Textteil mit Erläuterungen zur Geologie, Hydrogeologie, Hydrologie und Hydrochemie.

Die Karten, i. d. R. im Maßstab 1:50.000, dokumentieren im Untersuchungsgebiet beispielsweise

- Verbreitung und Mächtigkeit der Grundwasserleiter,
- geohydraulische Parameter wie Kf-Wert oder Transmissivität,
- die Grundwasserbeschaffenheit,
- die Fließrichtung und -geschwindigkeit des Grundwassers in Form von Höhengleichenkarten (Abb. 3),
- den Abstand des Grundwassers zum Gelände, d. h. den Flurabstand (Abb. 4).

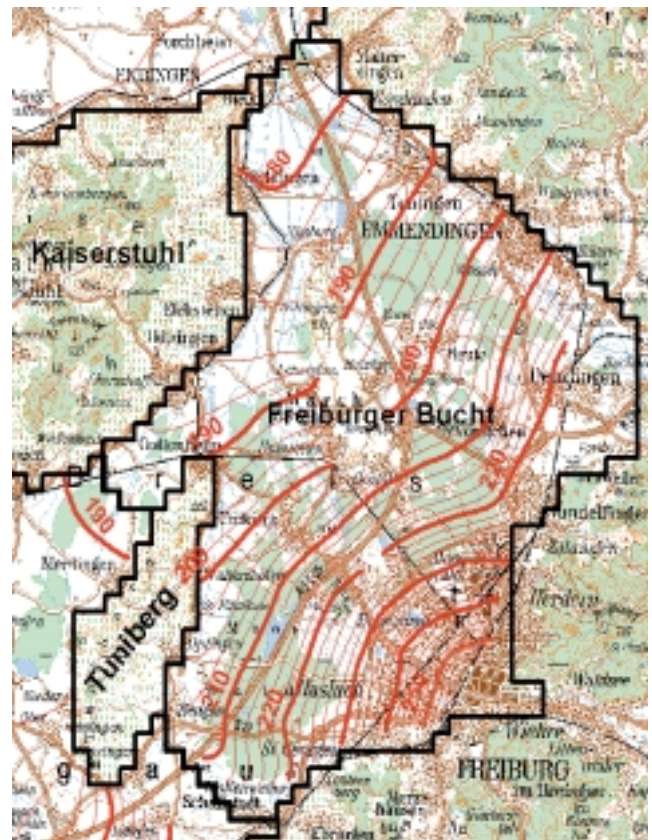


Abb. 3: Grundwasseroberfläche in der Freiburger Bucht (Werte in m ü. NN).

Bearbeitungsstand

In der Abbildung 5 sind die einzelnen Bearbeitungsgebiete in einer Landesübersicht zusammengefasst. Die bisher erschienenen Karten sind dort mit ihrem Erscheinungsjahr aufgeführt.

Vor 25 Jahren wurde mit dem Gebiet „Dinkelberg-Hochrhein“ (1975) die erste HGK veröffentlicht. Die HGK ist bis heute ein anerkanntes Grundlagenwerk für den auf dem Gebiet des Grundwasserschutzes und der Grundwasserbewirtschaftung Tätigen geblieben.

Mit der Fertigstellung der HGK „Karlsruhe-Speyer“ war im Jahr 1988 der gesamte baden-württembergische Anteil der Oberrheinebene bearbeitet. In den Gebieten „Karlsruhe-Speyer“ und „Rhein-Neckar-Raum“ erfolgte die Bearbeitung gemeinsam mit den benachbarten Bundesländern Rheinland-Pfalz bzw. Rheinland-Pfalz und Hessen durch länderübergreifende Arbeitsgruppen.

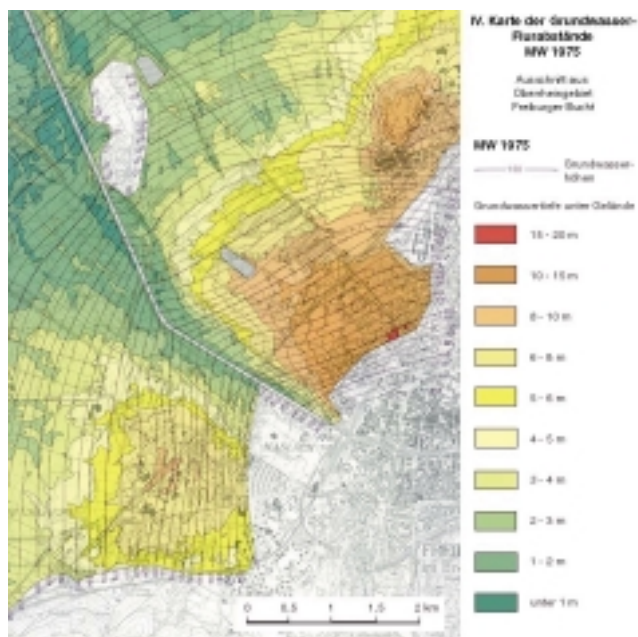


Abb. 4: Auszug aus Karte der Grundwasserflurabstände in der Freiburger Bucht.

Die 1995 veröffentlichte HGK „Heilbronner Mulde“ ist die derzeit aktuellste HGK und die erste in der vorliegenden Reihe mit Bearbeitungsschwerpunkt im Festgesteinsbereich.

Die Bedeutung einer HGK für ein dicht besiedeltes und gewerblich intensiv genutztes Ballungsgebiet wie den Rhein-Neckar-Raum dokumentiert die inzwischen dritte, in Bearbeitung befindliche Auflage (vgl. Tab. 1). Die Kartierung und das auf dieser Datengrundlage erstellte großräumige Grundwassermodell werden hier als Planungs- und Entscheidungsgrundlage sowie als Instrument zur Ordnung der intensiven Nutzungen des Grundwasservorkommens auf aktuellem Stand benötigt.

Im Rahmen eines Finanzierungsprogramms der Europäischen Union (INTERREG) wurden grenzüberschreitend (D/F/CH) für den Oberrheingraben südlich von Karlsruhe folgende Materialien erarbeitet:

- Grundwasserhöhengleichenkarten (1:50.000),
- Karten zur Grundwasserqualität (1:250.000),
- Hydrogeologische Schnitte zur Gliederung des Grundwasservorkommens,
- Karten zum Kiesabbau und Wasserschutzgebieten (1:50.000).

1	Dinkelberg-Hochrhein	1975
2	Kaiserstuhl-Markgräflerland	1978
3	Raum Rastatt	1978
4	Bühl-Offenburg	1979
5	Freiburger Bucht	1979
6	Raum Lahr	1979
7	Rhein-Neckar-Raum	Stufe 1 1978 Stufe 2 1987 Stufe 3 2000
8	Erolzheimer Feld	1979
9	Karlsruhe-Speyer	1988
10	Leutkircher Heide	1989
11	Klettgau	1992
12	Heilbronner Mulde	1994
13	Singener Becken	2000
14	Ostalb	2000

Tab. 1: Bearbeitungsstand der Hydrogeologischen Karten in Baden-Württemberg

Ausblick

Im Bereich des Oberrheingrabens zwischen Karlsruhe und Basel und zwischen den Grabenrändern entlang der Vogesen und des Schwarzwaldes ging man in Hinsicht auf die Überarbeitung und Fortschreibung der hier vorliegenden HGK's bereits neue Wege. Für dieses mit rund 4.500 km² größte zusammenhängende Untersuchungsgebiet im Bereich der Lockergesteine wurde bereits durch die schwerpunktmäßige Bearbeitung ausgewählter Themen für die gesamte hydrogeologische und naturräumliche Einheit aufgezeigt, wie in relativ kurzer Zeit für ein großes Gebiet konsistente Auswertungen erstellt werden können.

Mit Blick auf das gesamte Land Baden-Württemberg wird, über die bereits vergleichsweise gut untersuchten Lockergesteine hinaus, eine stärkere flächendeckende Bearbeitung im Festgestein angestrebt, um so die zwar weniger ergiebigen und in der Regel schlechter zugänglichen, jedoch ebenso schutzwürdigen, klüftigen und verkarsteten Grundwasserleiter zu behandeln. Dies wird seit 1998 durch die Hydrogeologischen Erkundungen (HGE) umgesetzt.

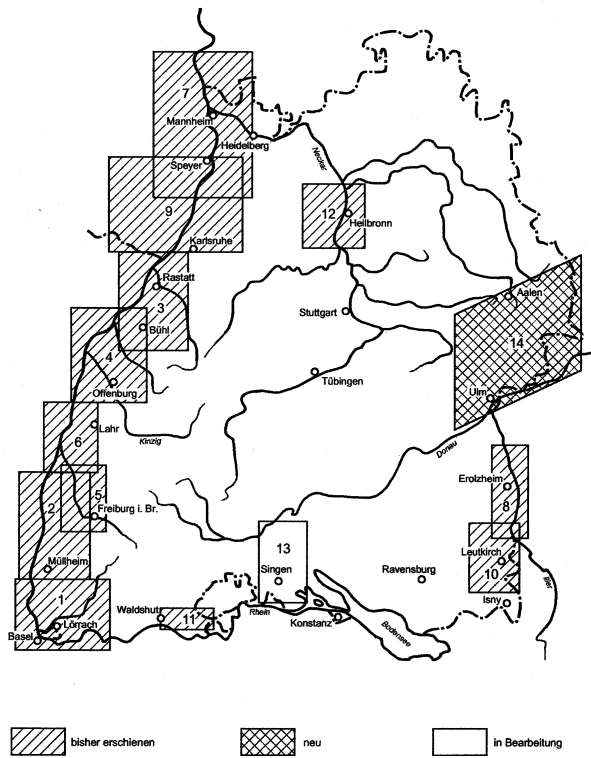


Abb. 5: Hydrogeologische Karten in Baden-Württemberg.

Für die Auswertung und Darstellung kommen zunehmend geographischen Informationssysteme zum Einsatz. Die dargestellten Themen liegen damit auch digital vor und können somit einer weitergehenden Nutzung durch Verschneidung mit anderen Themen zugeführt werden.

Die integrierende Zusammenführung der Erkundungsdaten und Interpretationen über das Grundwasservorkommen in einem großräumigen mathematischen Modell, als notwendige Plausibilitätsprüfung und als Bewirtschaftungsinstrument, wird als fester Bestandteil einer HGK bei allen zukünftigen Bearbeitungen erfolgen. Damit wird auch die erforderliche Grundlage geschaffen, um den unterirdischen Wasserhaushalt für die wichtigen Grundwasservorkommen des Landes detailliert zu beschreiben und langfristige Veränderungen zu prognostizieren und zu quantifizieren.

Thomas Gudera

Von der Pegellatte zur Hochtechnologie im gewässerkundlichen Messwesen

Ein Pharao lässt Wasserstände messen

Die Nachrichten melden verheerende Überschwemmungen, große Schäden, vielleicht auch Todesopfer. Wasser im Übermaß kann Leben zerstören. Aber: ohne Wasser gibt es kein Leben. Daher gehört die systematische Beobachtung sowie die Nutzung und Zählung des Wassers zu den frühesten Kulturleistungen der Menschheit.

Den ältesten noch erhaltenen Pegel hat um 1800 v. Chr. Pharao Amenemhet III. auf der Nilinsel Elephantine vermutlich zur Steuerung des etwa 800 km nilabwärts gelegenen Stausees von Fayûm errichten lassen.

In Mitteleuropa begann die systematische Wasserstandsbeobachtung erst in neuerer Zeit. Seit

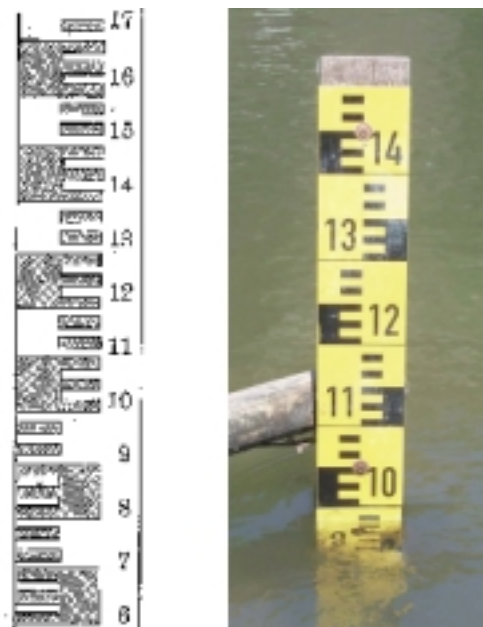


Abb. 1: Pegellatten um 1890 und heute, die Form hat sich in 100 Jahren kaum geändert.

1777 werden Pegel an Rhein und Neckar in Mannheim regelmäßig beobachtet. Lückenlose Daten liegen seit 1801 vor. Im Jahre 1779 machten Vierordt und Burdett den Vorschlag zur Einführung eines systematischen Pegelwesens in Baden: „um das Verhältnis der Wasserhöhen an den verschiedenen Orten am Rhein zu allen Zeiten genau zu erfahren, von Distanz zu Distanz nach einheitlichen Maass eingetheilte Höhenzeiger mit Null auf dem niedrigsten Wasser zu errichten, dieselben regelmäßig bei niedrigem Wasser alle 2 bis 3 Tage, bei hohem Wasser mindestens einmal im Tag, zu beobachten und die Beobachtungen nach einem bestimmten Formular aufzuzeichnen.“ Dieser „Höhenzeiger“, heute in Form einer Pegellatte (Abb. 1), ist noch immer das maßgebende Instrument zur Messung des Wasserstandes.

Im Jahre 1888 wurde am Pegel Maxau begonnen, zusätzlich zu den zur Kontrolle weiterhin

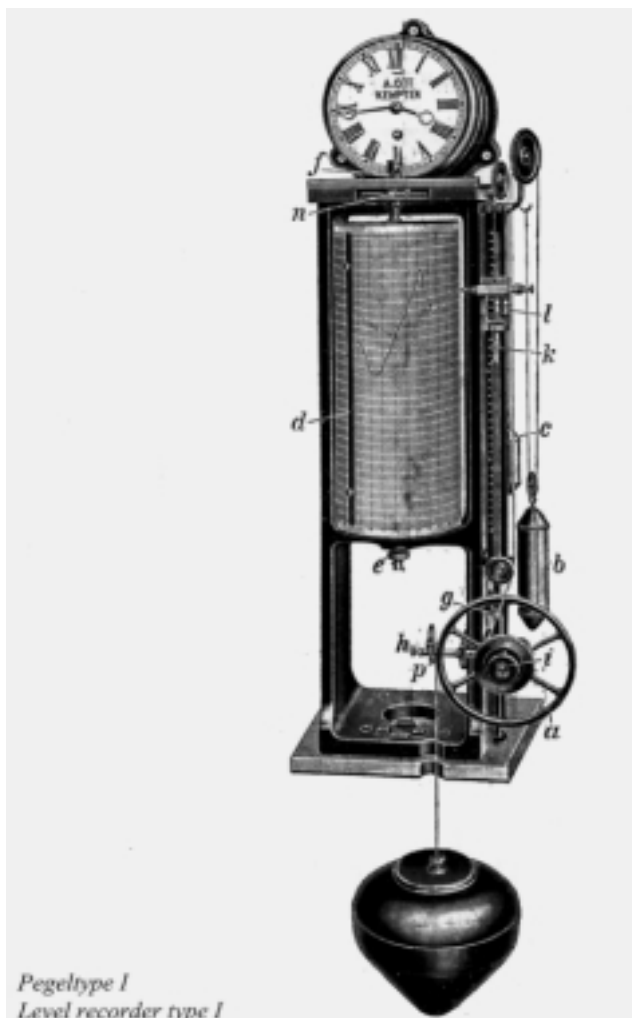


Abb. 2: Das Messprinzip des Schwimmerpegels um 1888 findet auch noch bei heutigen Pegelgeräten Anwendung [Quelle: Ott Messtechnik GmbH, 1998].

erforderlichen Pegelablesungen die Wasserstände kontinuierlich zu registrieren. Tolkmitt beschreibt 1898 das heute noch übliche Messprinzip: „Ausser den vorstehend beschriebenen einfachen Pegeln giebt es noch Schwimmerpegel von verschiedener Einrichtung... In einem Brunnenschacht oder einem eisernen Rohr befindet sich ein Schwimmer mit einer leichten Stange, welche in einem Gehäuse lothrecht geführt wird und durch eine über eine Rolle geführte Kette oder Schnur die Hebung und Senkung des Schwimmers auf... eine durch ein Uhrwerk bewegte Walze überträgt“ (Abb. 2).

Vom Wasserstand zum Durchfluss

Für die meisten gewässerkundlichen und wasserwirtschaftlichen Fragen ist die Kenntnis der am Pegel vorbeifließenden Wassermenge, d. h. des Durchflusses, wichtiger als die Kenntnis des Wasserstands. Durchflussdaten bilden die Grundlage bei der Bewirtschaftung und Nutzung des Wassers. Sie dienen der Hochwasservorhersage, dem Hochwassermanagement und der Planung und Bemessung von Baumaßnahmen im und am Gewässer. Das klassische Verfahren zur Ermittlung des Durchflusses nutzt Schlüsselkurven, die für jeden Pegel die Beziehung zwischen Durchfluss und Wasserstand beschreiben. Zur Ermittlung von Schlüsselkurven muss man an verschiedenen Punkten des Durchflussquerschnittes die Fließgeschwindigkeit messen.

Das Standardgerät zur Messung der Fließgeschwindigkeit ist der hydrometrische Flügel (Abb. 3). Mit einem solchen 1790 von Reinhard Woltman erstmals beschriebenen Messflügel soll Tulla bereits 1820 Fließgeschwindigkeiten im Rhein gemessen haben. Die Messung mit Messflügeln ist noch immer das übliche Verfahren zur Ermittlung der Fließgeschwindigkeit und zur Bestimmung des Abflusses. Nur die Form des Gerätes und die Art der Datenerfassung haben sich im Verlauf von 200 Jahren geändert. Im gewässerkundlichen Dienst Baden-Württembergs sind derzeit etwa 200 Geräte im Einsatz. Durch Austausch der Flügel-schaufel, so bezeichnet man heute das von der Strömung angetriebene Flügelrad, können diese an die jeweiligen Strömungsbedingungen angepasst werden.



Abb. 3: Hydrometrischer Flügel zur Messung der Fließgeschwindigkeit. Die Geschwindigkeit ergibt sich aus der Umdrehungsgeschwindigkeit der Flügelschaukel.

Neue Messverfahren

Das gestiegene Umweltbewusstsein und das wachsende Bedürfnis nach Schutz vor Naturereignissen und Unfällen haben in den letzten Jahren die Nachfrage nach zuverlässigen und zeitnahen gewässerkundlichen Messdaten gesteigert. Gleichzeitig wuchs der Zwang zu Einsparungen. Die stürmische Entwicklung der Elektronik eröffnete der Messtechnik neue Möglichkeiten. Teure mechanische Geräte können heute



Abb. 4: Unauffällig unter einer Brücke montiert misst das Radargerät kontinuierlich den Wasserstand der Weschnitz bei Weinheim.

durch elektronische ersetzt werden. Der Aufwand für den Betrieb lässt sich durch Automatisierung vermindern.

Bei der Messung von Wasserständen treten an die Stelle der seit über 100 Jahren verwendeten Pegelgeräte mit Schwimmer, Messgeräte, die auch in der Industrie zur Füllstandsmessung Verwendung finden. Mit Drucksonden kann der Wasserstand direkt im Gewässer gemessen werden. Über dem Gewässer angebrachte Radargeräte messen berührungslos die Höhe des Wasserspiegels (Abb. 4).

Auch der bewährte Messflügel, bei dem es zur Ermittlung des Durchflusses erforderlich war, an einer Vielzahl von Punkten im Durchflussquerschnitt zu messen, hat Konkurrenz durch neue Messverfahren erhalten. Mit einem Ultraschall-Messgerät, das quer über die Wasseroberfläche gezogen wird, kann der Durchfluss erheblich schneller ermittelt werden (Abb. 5).

Das herkömmliche Verfahren zur Ermittlung der Abflüsse anhand von Wasserstandsmessungen setzt voraus, dass zwischen der Höhe des Wasserstandes und dem Durchfluss ein eindeutiger Zusammenhang besteht. Bei vielen Gewässern beeinflussen aber verschiedene Faktoren, wie z. B. der jahreszeitlich wechselnde Wuchs von Wasserpflanzen, die Wasserstände. Überfallwehre, mit denen dieser Einfluss ausgeschaltet werden könnte, beeinträchtigen die ökologische Durchgängigkeit und werden immer weniger geduldet. Es ist daher notwendig, neben dem Wasserstand auch die Fließgeschwindigkeit kontinuierlich zu messen.

Bei kleinen Gerinnen wird das Ultraschall-Messverfahren nach dem Doppler-Prinzip bevorzugt. Bei diesem Verfahren werden vom Gerät ausgesandte Tonsignale an den Schwebstoffen, die vom Wasser mitgeführt werden, reflektiert und dabei in ihrer Tonhöhe verändert. Die Größe der Tonänderung ist ein Maß für die Fließgeschwindigkeit.

Bei Flüssen bedient man sich der Ultraschall-Laufzeitmessung (Abb. 6). Hierbei wird quer über das Gewässer, schräg zur Fließrichtung ein Schallsignal ausgesandt und auf gleichem Weg

wieder zurückgeschickt. Aus der Differenz der Laufzeit in Fließrichtung und ihr entgegen kann die Fließgeschwindigkeit ermittelt werden.



Abb. 5: Mit diesem quer über das Fließgewässer gezogenen Gerät lässt sich die Fließgeschwindigkeit und die Wassertiefe mittels Ultraschall in kurzer Zeit bestimmen.

Die neuen Messtechniken helfen, die Aufgaben mit geringerem Aufwand zu erledigen. Sie stellen jedoch auch höhere Anforderungen an das Personal. Während die Wirkungsweise der herkömmlichen mechanischen Geräte in den meisten Fällen leicht durchschaubar war, sind Messprinzip und Wirkungsweise vieler moderner Geräte nur schwer verständlich.

Die Datenfernübertragung dient nicht nur der Hochwasservorhersage

Mit etwa 280 Stationen besitzt Baden-Württemberg das größte gewässerkundliche Datenfernübertragungsnetz in Deutschland. Alle Beschaffenheits-Messstationen an den Fließgewässern und nahezu alle Pegel des Landes sind an dieses Netz angeschlossen. Von etwa 140 Pegeln werden bei Hochwasser stündlich Messdaten zur Hochwasservorhersagezentrale bei der LfU übertragen. Bei anderen Pegeln verwendet man die Fernübertragung zur Steuerung von Hochwasserrückhaltebecken.

Die Fernübertragung dient jedoch nicht nur der aktuellen Information bei Hochwasser. Mit ihr werden gewässerkundlich und gewässerökologisch bedeutsame Messwerte vom Sauerstoffgehalt im Neckar über das Verhalten von biologischen Testorganismen am Rhein bis hin zu Nied-

rigwasserereignissen im Bereich der Donauversinkung überwacht. Vor allem aber dient die Fernübertragung der Überwachung der Messeinrichtungen.

Bei den Abläufen in der Natur handelt es sich um nicht wiederholbare Ereignisse. Die angestrebte lückenlose Überwachung dieser Naturvorgänge setzt eine sehr hohe Betriebssicherheit der Messeinrichtungen voraus. Dies kann bei den gewässerkundlichen Messstellen, die wegen ihrer Lage sehr stark den Unbilden der Natur ausgesetzt sind, nur durch teure Technik an der Messstelle oder häufige Kontrollen geschehen. Diese Kontrollen erfolgen mit Hilfe der Datenfernübertragung. Jeden Morgen werden von der Messnetzzentrale bei der LfU an allen Stationen die Messdaten automatisch abgerufen und grafisch aufbereitet. Der erfahrene Bearbeiter kann dann aus dem Verlauf der Messwerte, ggf. auch im Vergleich mit den Messwerten eines zweiten Messsystems an der Messstelle selbst oder an einer benachbarten Station, erkennen, ob die Messwerte plausibel sind und so auf ein ordnungsgemäßes Funktionieren der Messeinrichtungen geschlossen werden kann.



Abb. 6: An der Enz bei Besigheim werden kontinuierlich Wasserstände und Abflüsse mit Ultraschall gemessen.

Die EDV erleichtert die Arbeit und verbessert die Datenqualität

Bereits um 1970 hatte man in Baden-Württemberg begonnen, einzelne Aufgaben bei der Aufbereitung von Pegeldata mit Hilfe der damals noch wenig verbreiteten EDV zu erledigen. In der Folgezeit wurden das Einsatzgebiet der EDV immer weiter ausgeweitet und die Programme

der sich wandelnden Rechnertechnik angepasst und verbessert.

Die EDV kann den Bearbeiter von manueller Routinearbeit, wie dem Auflisten von Messwerten und deren grafischer Darstellung sowie von Um- und Vergleichsrechnungen, entlasten. Durch sie werden die Daten aufbereitet und in einer für die Prüfung und Beurteilung geeigneten Form zur Verfügung gestellt. Die Aufgaben des Bearbeiters wandeln sich dadurch, sie werden anspruchsvoller und interessanter. Die EDV schafft neue Möglichkeiten zur Überprüfung der Daten und damit zur Verbesserung der Datenqualität. Durch mathematische Modelle und aufwendige statistische Untersuchungsverfahren, die ohne EDV nicht anwendbar wären, können aus den Daten weitergehende Informationen und Erkenntnisse abgeleitet werden.

Die Datenfernübertragung stellt die Pegeldata in einer Form auf dem Rechner bereit, in der sie mit EDV sofort weiter bearbeitet werden können. Auch die Ergebnisse von manuell vorgenommenen

Abflussmessungen werden inzwischen auf EDV-lesbaren Datenträgern der LfU zur Verfügung gestellt. Es liegt daher nahe, auch die Prüfung und Auswertung der Pegeldata durchgängig mit der EDV zu erledigen. Bislang scheiterte diese scheinbar banale Aufgabe daran, dass auf dem Markt kein Programm verfügbar war, das diese wegen der vielfältigen Verknüpfungen tatsächlich sehr komplexe Aufgabe in der gewünschten benutzerfreundlichen Weise lückenlos beherrschte. Daher wird derzeit im Auftrag der LfU ein entsprechendes Programm erstellt. Während die bisherigen Programme einzelne Aufgaben erledigten ohne die Arbeitsabläufe aus der Zeit vor der Nutzung der EDV grundlegend zu ändern, werden nun erstmals Arbeitsabläufe und Arbeitsorganisation bewusst den durch die EDV gegebenen Möglichkeiten angepasst. Dieses als „Hydrologischer Arbeitsplatz Pegel“ bezeichnete Programm stellt somit einen Markstein in der Entwicklung des gewässerkundlichen Mess- und Datendienstes dar.

Dieter Willibald

Umweltverträglicher Hochwasserschutz am Oberrhein und Aufgaben der Hochwasser-Vorhersage-Zentrale (HVZ)

Einführung

In den letzten 200 Jahren wurde die Flusslandschaft am Oberrhein in vielfältiger Form vom Menschen verändert. Die wesentlichsten Eingriffe waren zum einen die vom badischen Obristen und Wasserbauer Tulla im 19. Jahrhundert durchgeführte Rheinkorrektion und zum anderen der im Wesentlichen von 1955 bis 1978 durchgeführte Rheinausbau.

Vor der Tulla'schen Rheinkorrektion überflutete der Rhein bei Hochwasser – zwar bereits gebremst durch ein System von Hochwasserdämmen – vielfach die gesamte Rheinniederung. Dabei suchte sich der Rhein immer wieder ein neues Bett. Aus historischen Aufzeichnungen ist

bekannt, dass linksrheinische Gemeinden nach einem Hochwasser rechtsrheinisch zu liegen kamen und umgekehrt.

Ernten wurden durch wochenlange Überflutung der Felder zerstört. Die Folge waren Hungersnöte unter der Bevölkerung. Außerdem verbreiteten sich schlimme Seuchen. Die Tulla'sche Rheinkorrektion erbrachte erstmals durchgehend einen Hochwasserschutz gegen größere Hochwasserereignisse und machte die Rheinniederung und die Niederterrasse erst dauerhaft besiedelbar.

Infolge der erhöhten Sohlenerosion durch den verkürzten Talweg nach der Rheinkorrektion grub sich der Rhein dann tiefer in das Gelände ein. Die Folge davon waren absinkende Grundwas-

serstände. Vor allem um dies zu verhindern, aber auch zu Zwecken der Stromgewinnung und der Verbesserung der Schifffahrt, wurde schließlich der Bau der Staustufen zwischen Basel und Iffezheim durchgeführt.

Auswirkungen des Oberrheinausbau auf den Hochwasserschutz

Durch den Oberrheinausbau zwischen Basel und Iffezheim mit dem Grand Canal d'Alsace von Basel bis Breisach, den vier Schlingen zwischen Breisach und Straßburg und den beiden in den Rheinstrom gebauten Staustufen Gamsheim und Iffezheim wurden ca. 130 km² natürliches Überschwemmungsgebiet abgeschnitten. Damit gingen ca. 60 % der auf dieser Strecke vor dem Rheinausbau vorhandenen Überschwemmungsflächen verloren (Abb. 1).

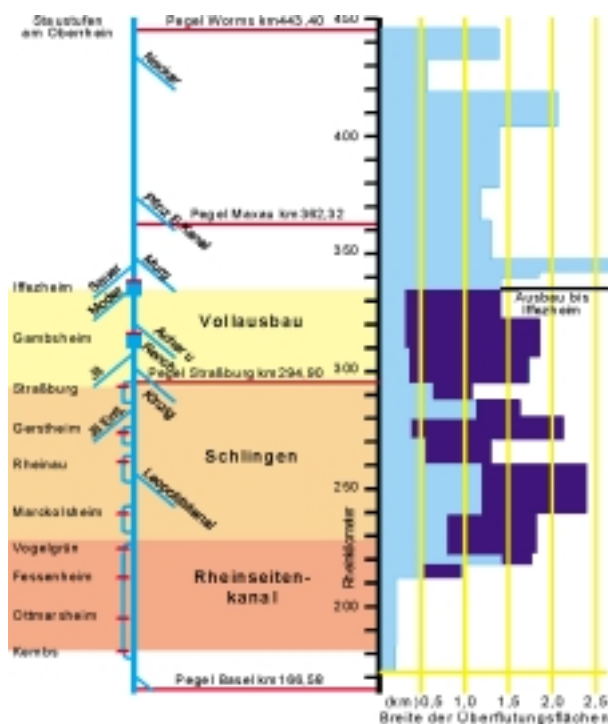


Abb. 1: Schematischer Rheinausbau mit den Verlusten an Überschwemmungsflächen (hellblau: noch bestehende Überschwemmungsflächen, dunkelblau: durch den Rheinausbau entfallene Überschwemmungsflächen).

Zusätzlich entfiel weitgehend die sogenannte Flussretention: Früher stieg mit zunehmenden Abflüssen der Wasserstand im Rhein. Dadurch wurde in den einzelnen Flussabschnitten durch diese Volumenfüllung der Abfluss verzögert und somit erfolgte im Rhein selbst ein so genannter

Rückhalt. Heute wird an den Wehren in der Regel ein bestimmter Wasserstand bei steigenden Abflüssen durch Absenken der Wehre gehalten. Nur im oberen Bereich der Staustufen kann sich aus hydraulischen Gründen noch heute durch zunehmenden Abfluss ein zusätzliches Volumen aufbauen.

Beide Effekte, die entfallenen Überschwemmungsgebiete und die erheblich verminderte Flussretention, führten nach dem Rheinausbau zu einem stärkeren Ansteigen und zu einem schnelleren Abfließen der Hochwasserwelle. Benötigte der Hochwasserscheitel vor dem Rheinausbau von Basel bis Karlsruhe noch 64 Stunden, so dauert dies heute nur noch 26 Stunden.

Durch die Beschleunigung der Rheinwelle ergeben sich ungünstigere Überlagerungen mit den Rheinnebenflüssen, insbesondere mit dem Neckar. Liefen früher die Hochwasserwellen der Nebenflüsse in der Regel der Rheinwelle zeitlich deutlich voraus, so treffen heute die Rheinwellen mit denen der Nebenflüssen eher zusammen. Die Folgen sind nochmalige Aufhöhungen der Hochwasserscheitel des Rheins (Abb. 2).

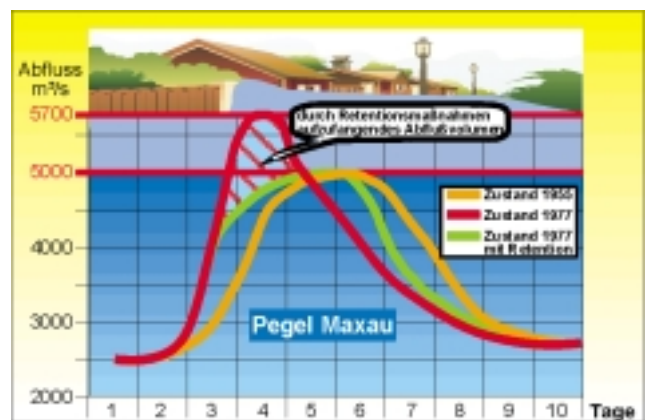


Abb. 2: Prinzipielle Veränderung des Hochwasserablaufs durch den Rheinausbau dargestellt am Pegel Maxau.

Durch den Rheinausbau hat sich infolge der oben beschriebenen Veränderungen der Hochwasserschutz deutlich verschlechtert. Konnte früher innerhalb der vorhandenen Hochwasserdämme zwischen Iffezheim und Worms ein 200-jährliches Winterhochwasserereignis schadlos abgeführt werden, so besteht heute auf dieser Strecke nur noch ein Schutz gegen ein 50-jährli-

ches Winterereignis. Mit anderen Worten: Träte heute ein 200-jährliches Winterhochwasserereignis am Pegel Maxau oder Worms auf, so würde der schadlos abführbare Abfluss trotz der bereits realisierten Hochwasserrückhaltemaßnahmen überschritten. Damit würden Wasserstände eintreten, die über den Bemessungswasserständen der Dämme lägen, was schließlich zu Dammbrüchen mit katastrophalen Folgen auf der freien Rheinstrecke zwischen Iffezheim und Mannheim führen würde.

Wiederherstellung des vor dem Oberreinausbau vorhandenen Hochwasserschutzes als internationales Ziel

Der ehemals vorhandene Hochwasserschutz kann grundsätzlich durch Erhöhung der Hochwasserdämme oder durch Hochwasserrückhaltemaßnahmen wiederhergestellt werden. Bereits frühzeitig wurden von der 1968 eingesetzten Hochwasser-Studien-Kommission für den Rhein (HSK) die Dammerhöhungen aus zwei Gründen ausgeschlossen: Die Auswirkungen des Rheinausbaus auf den Hochwasserabfluss – Erhöhung des Wellenscheitels und Beschleunigung der Hochwasserwellen – würden sich durch Dammerhöhungen und -verstärkungen in erhöhtem Maße nach unterstrom fortsetzen. Weiterhin können die Hochwasserdämme nur in Bereichen land- und forstwirtschaftlich genutzter Uferstrecken erhöht und verstärkt werden. Im Bereich der Städte Mannheim, Ludwigshafen sowie unterhalb von Mainz und Wiesbaden ist dies nur sehr begrenzt möglich, denn hier reicht die Bebauung auf weite Strecken bis unmittelbar an den Rhein heran. Erhöhungen von städtischen Uferanlagen sind in der Regel aus städtebaulichen und landschaftsplanerischen Gründen kaum möglich. Außerdem kann die Binnenentwässerung dann oft technisch nicht angepasst werden.

Daher hat die HSK 1978 in ihrem Endbericht zur Wiederherstellung des Hochwasserschutzes empfohlen, einen Katalog von Hochwasserrückhaltemaßnahmen am Oberrhein zu realisieren, mit denen das Ziel, der erforderlichen Scheitelabminderung von 200-jährlichen Winterhochwasserereignissen erreicht werden kann. Die dazu zwischen Frankreich und

Deutschland geschlossenen Vereinbarungen beinhalten Rückhaltemaßnahmen mit einem Gesamtvolumen von ca. 212 Mio. m³, von denen Baden-Württemberg etwa 128 Mio. m³ zu erbringen hat.

Das Integrierte Rheinprogramm in Baden-Württemberg mit dem Ziel eines umweltverträglichen Hochwasserschutzes

Bei der Planung der Hochwasserrückhaltemaßnahmen ergaben sich nicht nur technische Probleme. Es zeigte sich auch, dass Bau und Betrieb der Anlagen schwerwiegende Eingriffe in die Umwelt verursachen würden. Sowohl das geltende Naturschutzrecht als auch die neu eingeführte Umweltverträglichkeitsprüfung gebieten, die Auswirkungen von Überflutungen auf Natur und Landschaft zu berücksichtigen und Schäden möglichst zu vermeiden. Dies führte schließlich zu folgenden Forderungen:

- Der Höchststau darf die Marke 2,50 m über Unterkante des Hartholzauenwaldes, insbesondere während der Vegetationszeit, nicht überschreiten.
- Die Rückhalteräume sind so zu betreiben, dass stets eine gewisse Fließdynamik herrscht und die Räume „durchströmt“ sind.
- Die Rückhalteräume sind wieder regelmäßig entsprechend dem natürlichen Abflussregime des Rheins mit Wasser zu beschicken (ökologische Flutungen); auch in den Zeiten, in denen keine Hochwasserrückhaltungen notwendig sind.

Damit war das Hochwasserschutzkonzept von 1982 nicht wie ursprünglich vorgesehen an wenigen Standorten zu realisieren. Aus dieser Kenntnis heraus hat der Ministerrat des Landes Baden-Württemberg am 07.11.1988 das Integrierte Rheinprogramm verabschiedet. Es hat die Wiederherstellung des Schutzes gegen ein 200-jährliches Winterhochwasserereignis unterhalb Iffezheim und die Regenerierung bzw. Erhaltung aueotypischer bzw. aueähnlicher Biotopsysteme zum Ziel.

Weitere Rückhalteräume mussten daher auf ihre wasserwirtschaftliche und ökologische Eignung untersucht werden. Dies führte schließlich zu einem neuen Katalog von Rückhaltmaßnahmen in Baden-Württemberg (Abb. 3), die in den nächsten Jahren Zug um Zug realisiert werden sollen.



Abb. 3: Hochwasserrückhaltmaßnahmen am Oberrhein zwischen Basel und Mannheim.

Bei der LfU wurden über mehrere Jahre umfangreiche Hochwasserablaufberechnungen durchgeführt, mit denen nachgewiesen werden musste, ob das gesetzte Ziel der Wiederherstellung des Hochwasserschutzes mit dem Katalog von Maßnahmen gemäß Abbildung 3 auch erreicht wird. Diese Untersuchungen wurden von einer internationalen Arbeitsgruppe begleitet. Die Berechnungen wurden mit dem bei der LfU entwickelten „Synoptischen Modell“ durchgeführt, das von den zuständigen internationalen Gremien als das für derartige Berechnungen maßgebliche Modell festgelegt wurde.

Aus den umfangreichen Untersuchungen mit zahllosen Optimierungen des Reglements ergaben sich zusammengefasst folgende Ergebnisse und Randbedingungen:

- Alle Hochwasserschutzmaßnahmen werden mit den gesamten angesetzten Volumina zur Erreichung der Wiederherstellung des Hochwasserschutzes benötigt.
- Vor allem auf der ausgebauten Strecke südlich von Iffezheim müssen die Hochwasserrückhaltmaßnahmen gesteuert eingesetzt werden. Gesteuert heißt, dass sowohl hinsichtlich des Zeitpunktes des Einsatzes als auch der Rückhaltmenge Festlegungen zu treffen sind.
- In Zusammenspiel mit den gesteuerten Maßnahmen können die Räume Bellenkopf und Elisabethenwört hinsichtlich der Zielerreichung des Hochwasserschutzes sowohl als Dammrückverlegung als auch als Polderlösung realisiert werden.
- Der angestrebte Hochwasserschutz ist nur zu erreichen, wenn die für die ökologischen Flutungen genutzten Rückhalteräume vor dem eigentlichen Hochwasserrückhalt wieder entleert werden.
- Auf der Strecke oberhalb von Iffezheim sind vor einem Hochwasserrückhalt die ökologischen Flutungen abzubrechen. Infolge der jederzeit möglichen Vorflut können die Rückhaltebecken jederzeit geleert werden.
- Unter der Berücksichtigung eines wirksamen Hochwasserschutzes kann auf den Abbruch der ökologischen Flutungen für die Maßnahmen südlich von Iffezheim verzichtet werden, wenn eindeutig vorhergesagt wird, dass ein Retentionseinsatz ausgeschlossen werden kann.
- Bei steigendem Hochwasser können die Polder auf der freien Rheinstrecke nach ökologischen Flutungen wegen der fehlenden Vorflut vor einem Hochwassereinsatz nicht entleert werden. Bei den Hochwasserereignissen, bei denen aufgrund möglicher Vorhersagen mit einem Retentionsfall gerechnet werden muss, dürfen vorher keine ökologischen Flutungen vorgenommen werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass ein wirksamer künftiger Einsatz der zahlrei-

chen Hochwasserschutzmaßnahmen am Oberrhein unter Einbeziehung der ökologischen Flutungen nur mittels unterstützenden Hochwasservorhersagen praktiziert werden kann.

Der Beitrag der HVZ zum optimalen Einsatz der Rückhaltemaßnahmen am Oberrhein

Derzeit sind von den in Abbildung 3 dargestellten Retentionsmaßnahmen die Manöver (Sonderbetrieb der Rheinkraftwerke), die Polder Altenheim, das Kulturwehr Kehl/Straßburg (Teilstau) und der Polder Moder im Hochwasserfall einsetzbar. Aufgrund langjähriger mathematischer Optimierungsberechnungen der LfU wurde von den zuständigen internationalen Gremien ein verbindliches Reglement für jede einzelne Maßnahme festgelegt. Um die Rückhaltemaßnahmen

beim jeweiligen Hochwasserereignis optimal einzusetzen oder auch überflüssige Einsätze zu verhindern, enthalten die Reglements Bedingungen, die von der weiteren Entwicklung des Hochwassers abhängen.

Hierzu hat die Hochwasser-Vorhersage-Zentrale Baden-Württemberg (HVZ) der LfU die erforderlichen Hochwasservorhersagen auch unter Einrechnung möglicher Auswirkungen der Retentionsmaßnahmen auf den Hochwasserverlauf zu liefern und zu bewerten.

Seit Inbetriebnahme der HVZ im Jahr 1991 konnte bereits bei fünf großen Hochwasserereignissen (Dezember 1993, April 1994, Mai 1994, Januar 1995 und Juni 1995) aufgrund der verlässlichen Vorhersagen der HVZ ein nicht erforderlicher Einsatz des Kulturwehrs Kehl und der Polder Altenheim verhindert werden. Dadurch wurden dem

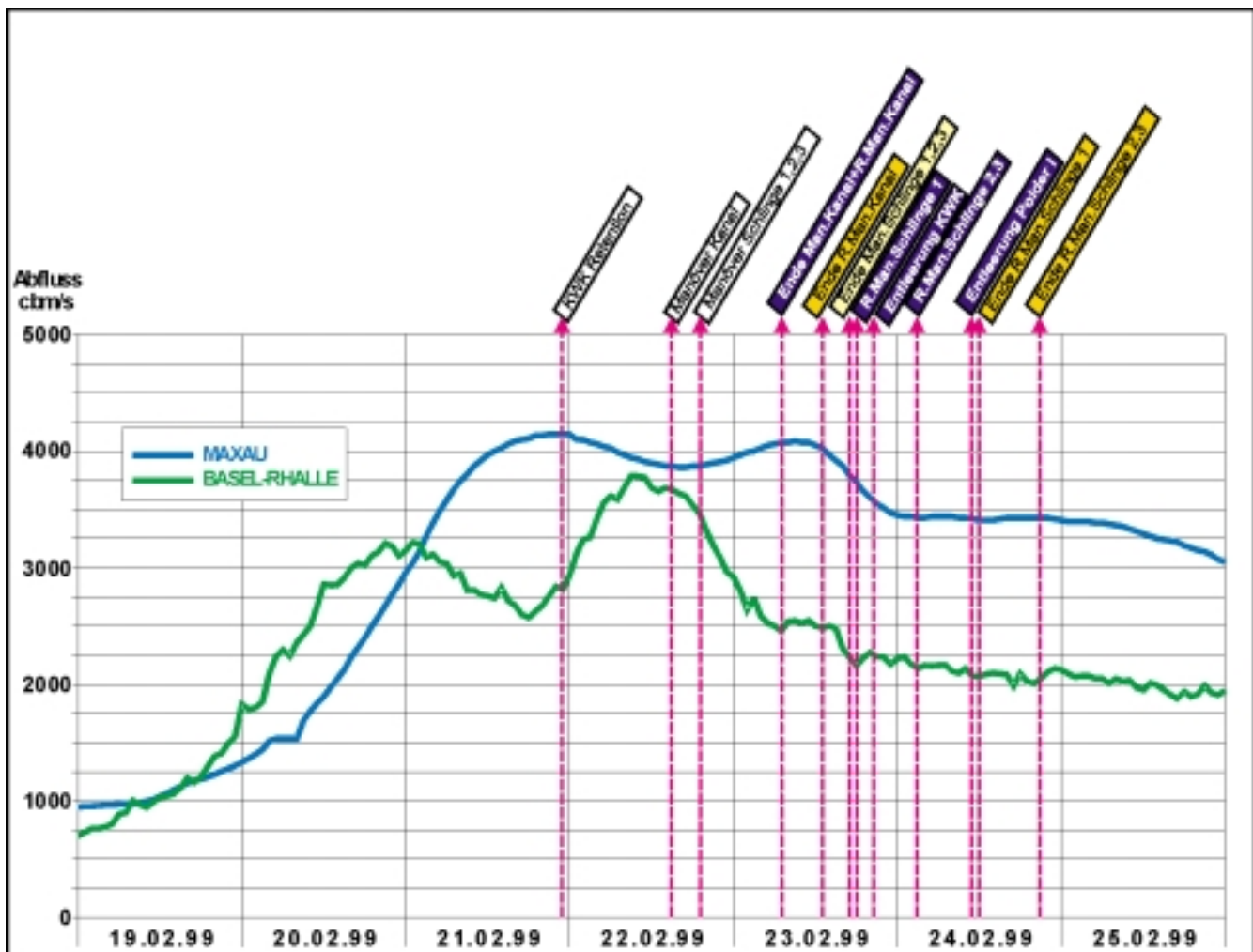


Abb. 4: Ganglinien des Rheins an den Pegeln Maxau und Basel und die Einsatzzeitpunkte der Retentionsmaßnahmen im Februar 1999.

Land Kosten in Höhe von ca. 4 Mio. DM eingespart. In anderen Fällen, so z. B. bei den jüngsten Hochwasserereignissen im Februar und Mai 1999, wurde von der HVZ der Einsatz der Hochwasserrückhaltmaßnahmen empfohlen.

Beim Ereignis vom Februar 1999 traten vom Hochrhein her zwei kurz hintereinander folgende Hochwasserscheitel auf. Besonders ist hier hervorzuheben, dass von Schweizer Seite der zweite Scheitel deutlich höher vorausgesagt worden war. Dieses Ereignis war daher aufgrund des Doppelscheitels und der extremen Einschätzung des zu erwartenden zweiten Scheitels des Hochrheins hinsichtlich eines optimalen Einsatzes der Rückhaltmaßnahmen im Rahmen der bestehenden Reglements operationell besonders schwierig zu bewerten.

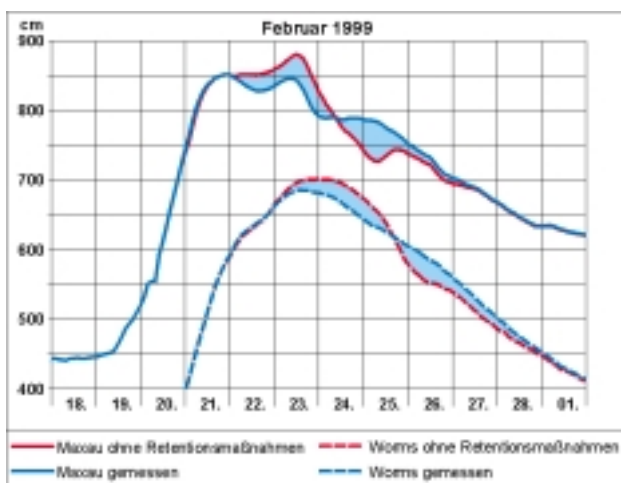


Abb. 5: Wirkung der beim Hochwasser Februar 1999 eingesetzten Retentionsmaßnahmen an den Pegeln Maxau und Worms.

Bei diesem Hochwasserereignis wurden erstmals die Manöver im Bereich des Grand Canal d'Alsace und der Schlingen sowie das Kulturwehr Kehl mit den Poldern Altenheim zum Hochwasserrückhalt eingesetzt. In der Abbildung 4 sind die Einsatzzeitpunkte sowie die Zeitpunkte der Entleerungen wiedergegeben. Wie zu erkennen ist, verlief der Ablauf der Steuerungsmaßnahmen zeitlich abgestimmt nacheinander.

Erst der Vergleich der im nachhinein durchgeführten Berechnungen zum Hochwasserablauf des Ereignisses vom Februar 1999 kann aufzeigen, wie die Retentionsmaßnahmen auf die Scheitelabminderung gewirkt haben. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind in Abbildung 5 grafisch dargestellt.

Es ist deutlich zu erkennen, dass die Hochwasserrückhaltmaßnahmen optimal eingesetzt worden sind, und der Scheitel um ca. 40 cm am Pegel Maxau abgemindert worden ist. Ohne den Einsatz der Hochwasserrückhaltmaßnahmen wäre ein zweiter deutlich höherer Hochwasserscheitel entstanden.

Das Hochwasserereignis vom Februar 1999 hat wiederholt deutlich gemacht, dass ein optimaler Einsatz der am Oberrhein einsetzbaren Hochwasserrückhaltmaßnahmen gemäß dem international verbindlichen Reglement nur durch die Unterstützung der HVZ mit deren Hochwasservorhersagen gewährleistet ist.

Peter Homagk

Erhebung von Altlasten in Baden-Württemberg

Anlass, Zielsetzung und Bedeutung der systematischen Altlastenerhebung

Grundlage der Altlastenbearbeitung in Baden-Württemberg ist die am 17. Oktober 1988 vom Ministerrat beschlossene „Konzeption zur Behandlung altlastverdächtiger Flächen und Altlasten in Baden-Württemberg“. Diese Konzeption stellt ein stufenweises Vorgehen zur Bewältigung des Altlastenproblems dar und zeigt gleichzeitig die fachlichen Grundlagen für die Altlastenbearbeitung sowie ein Finanzierungskonzept auf.

Als Einzelziele wurden darin genannt:

- eine vollständige, flächendeckende Erfassung altlastverdächtiger Flächen,
- die abgestufte Erkundung altlastverdächtiger Flächen,
- die Beurteilung ihres Gefährdungspotenzials sowie
- die Reduzierung der von Altlasten ausgehenden Gefährdungen auf ein vertretbares Maß

Die historische Erhebung steht als „flächendeckende Methode“ damit am Beginn der systematischen Altlastenbearbeitung in Baden-Württemberg. Ziel ist es, bisher nicht bekannte altlastverdächtige Flächen möglichst vollständig zu erfassen, deren Gefährdungspotenzial für Mensch und Umwelt abzuschätzen und den sich daraus ergebenden Handlungsbedarf für jeden Einzelfall zu ermitteln. Die weitere Einzelfallbearbeitung erfolgt stufenweise mit einer sehr engen Verzahnung von aufeinanderfolgenden Erkundungsschritten und einer jeweils dazwischen geschalteten Bewertung.

Die Umwelt- bzw. damalige Wasserwirtschaftsverwaltung hat in Baden-Württemberg im Rahmen verschiedener Erfassungsaktionen seit Ende der 60er-Jahre bis Ende der 80er-Jahre landesweit ca. 6.500 ehemalige Müllkippen und Industrieabfalldeponien erfasst und kartiert. Es handelte sich dabei in aller Regel um Ablagerungsplätze, die während oder in den letzten Jah-

ren vor der Neuordnung der Abfallentsorgung Anfang der 70er-Jahre noch in Betrieb bzw. zum Zeitpunkt der ersten Erfassungsaktionen noch nicht ausreichend rekultiviert waren. Betreiber waren damals vor allem Gemeinden.

Durch einzelne Grundwasserschadensfälle zeigte sich, dass umweltgefährdende Stoffe und Abfälle vielfach auch auf dem Gelände früher betriebener Anlagen der gewerblichen Produktion abgelagert wurden oder versickert sind. Aus Gründen der Umweltvorsorge, der Konflikterkennung sowie der Vermeidung bzw. Beseitigung von Umweltschäden mussten daher verstärkte Anstrengungen unternommen werden, um Altlasten – das heißt Altablagerungen und Altstandorte – frühzeitig zu identifizieren. Nur zu oft wurden in der Vergangenheit Behörden und Investoren im Rahmen von Bau- und Entwicklungsvorhaben unvermittelt mit kaum lösbaren Schwierigkeiten konfrontiert.

Zur Durchführung einer systematischen und flächendeckenden Erhebung von altlastverdächtigen Flächen lagen Ende der 80er-Jahre aber keinerlei Erfahrungen vor. Es wurden deshalb in vier „Pilot-Wasserwirtschaftsbezirken“ je vier, also insgesamt 16 „Pilot-Kommunen“ ausgewählt. Die Auswahl erfolgte so, dass die vielfältigen Gegebenheiten des Landes, insbesondere die Siedlungsstrukturen, Art und Dichte der Industrieanlagen und die hydrogeologischen Verhältnisse sich möglichst repräsentativ widerspiegeln.

In diesen Pilot-Kommunen wurden verschiedene Erhebungsverfahren getestet und dabei die Eignung und Wirtschaftlichkeit der gewählten Vorgehensweise geprüft. Als Ergebnis und als weitere Arbeitsgrundlage wurde von der LfU daraufhin das „Handbuch zur historischen Erhebung von altlastverdächtigen Flächen“ veröffentlicht.

Die Erhebung altlastverdächtiger Flächen ist aber auch ein wichtiges Instrument für die Bauleitplanung. Seit Juli 1987 sollen nach dem Baugesetzbuch in Flächennutzungs- und Bebauungsplänen Flächen, deren Böden erheblich mit umweltgefährdeten Stoffen belastet sind, gekennzeichnet

werden. Die Kenntnis der Verdachtsflächen hat für Kommunen und Investoren große Bedeutung:

- sie ermöglicht ein frühzeitiges Erkennen von Gefahren für Mensch und Umwelt,
- sie ermöglicht ein gezieltes, systematisches Brachflächenrecycling und eine solide Flächenplanung,
- sie ist für die kommunale Bauleitplanung von großer Bedeutung, da sie Planungssicherheit schafft und eine ungewollte Überbauung von Altlasten vermeiden hilft,
- die Kenntnis von Verdachtsflächen schützt gutgläubige Bürger vor dem ungewollten Erwerb von Altlasten und damit vor einem hohen finanziellen Risiko,
- sie ermöglicht berechenbare Investitionsentscheidungen (Investitionssicherheit),
- und sie hilft teure Verzögerungen bei Investitionen zu vermeiden. Denn wenn Altlasten erst beim Ausheben von Baugruben festgestellt werden, können bestehende Finanzierungs- und Zeitpläne schnell Makulatur werden.

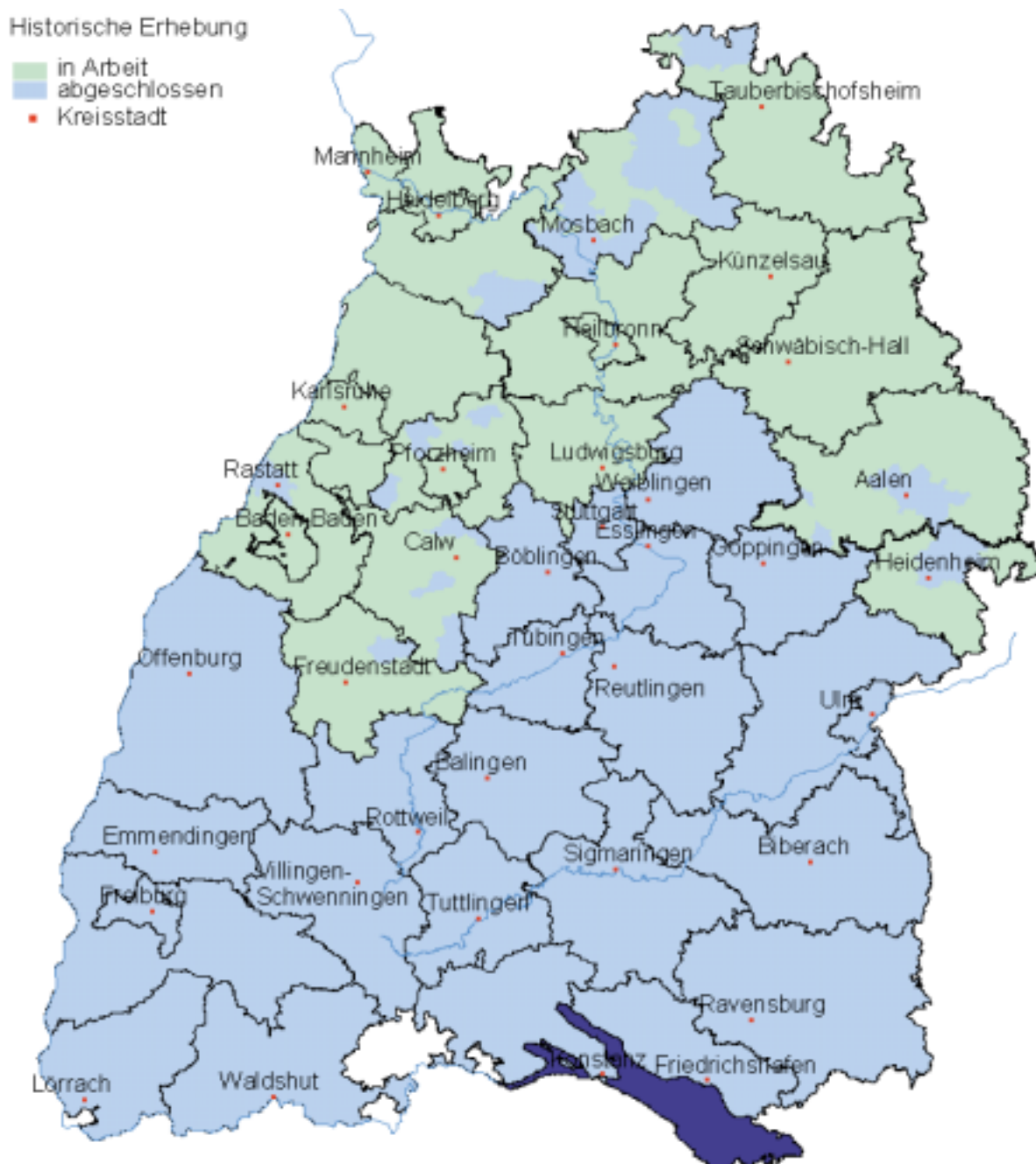


Abb. 1: Stand der Historischen Erhebung altlastenverdächtiger Flächen in Baden-Württemberg.

Durchführung und Überblick zum landesweiten Stand der Erhebung

Gemäß den Förderungsrichtlinien Altlasten werden flächendeckende Erhebungen auf Antrag zu 100 % durch den Altlastenfonds des Landes Baden-Württemberg gefördert. Zuwendungen können Gemeinden, Landkreise, Zweckverbände und Verwaltungsgemeinschaften erhalten. Bislang wurden für flächendeckende Erhebungen insgesamt ca. 100 Mio. DM aus dem Altlastenfonds zur Verfügung gestellt. Mit diesen Erhebungen werden dabei sowohl kommunale als auch private Altlasten erfasst.

Gemäß Handbuch erfolgt die historische Erhebung von Altablagerungen und Altstandorten mittels drei voneinander unabhängigen Verfahren:

- Multitemporale Luftbildauswertung
- Multitemporale Kartenauswertung (topographische Karten, deutsche Grundkarten, Stadtpläne)
- terrestrische historische Erhebung (d. h. Aktenauswertung mit „Zu-Fuß-Erhebung“)

Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit ist insbesondere bei den flächendeckenden Auswertungsmethoden (Luftbild- und Kartenauswertung) die Bearbeitung möglichst großer zusammenhängender Gebiete sinnvoll, da die Beschaffung von Unterlagen (Luftbilder) hohe Fixkosten verursacht und eine gemeindegrenzenscharfe Auswertung nicht möglich ist.

Unter Einbeziehung aller drei Erhebungsmethoden hat sich die Durchführung auf der Ebene der Stadt- und Landkreise und mit folgender Vorgehensweise bewährt:

- Erfassung der Flächen
- Überprüfung der Relevanz
- Informationsverdichtung
- Dokumentation

Die Abbildung 1 zeigt im Überblick den Stand der landesweiten Erhebung in den einzelnen Gebietskörperschaften. Demnach ist auf der gesamten Landesfläche die historische Erhebung in Arbeit bzw. zu einem großen Anteil bereits abgeschlossen.

Dokumentation und Anzahl erfasster Objekte

Im Rahmen der Erhebung altlastverdächtiger Flächen wird der Handlungsbedarf für die weitere Bearbeitung jedes Einzelfalles festgelegt. Der dabei mögliche Handlungsbedarf wird im Folgenden kurz erläutert:

Ausscheiden und Archivieren: Die Fläche scheidet aus der Altlastenbearbeitung aus und wird als „A-Fall“ dokumentiert (archiviert), wenn sich der Anfangsverdacht nicht bestätigt hat.

Belassen zur Wiedervorlage: Die Fläche hat im Moment keinen weiteren Erkundungsbedarf. Bei Änderungen der bewertungsrelevanten Sachverhalte (z. B. Nutzungsänderung) ist über das weitere Verfahren erneut zu entscheiden („B-Fall“).

Erkundung: Nach den vorliegenden Informationen erscheint eine weitere Erkundung für erforderlich („E-Fall“).

Die einzelnen Ergebnisse werden in schriftlicher, kartographischer und digitaler Form dokumentiert.

Im Rahmen der historischen Erhebung sind zwischenzeitlich insgesamt 68.215 Flächen in den Datenbanken der Stadt- und Landkreise eingestellt. Diese teilen sich in etwa 35 % Altablagerungen und 65 % Altstandorte auf. 22.247 dieser Objekte sind mit „A“ klassifiziert.

Somit verbleiben in der Verdachtsflächendatei 45.968 Fälle. Davon sind 28.172 sogenannte B-Fälle. Eine Weiterbearbeitung dieser Fälle ist u. U. erforderlich, jedoch nicht vordringlich. Die Verdachtsfläche wird in der Datei belassen. Bei einer beabsichtigten Neubebauung oder Nutzungsänderung ist die Fläche erneut zu prüfen (Wiedervorlage).

Für die restlichen Fälle besteht weiterer Handlungsbedarf oder es handelt sich um Flächen, bei denen eine Vorklassifizierung oder Bewertung bislang noch nicht durchgeführt wurde. Die Aufteilung der Verdachtsflächen auf die verschiedenen Stadt- und Landkreise ist in der Abbildung 2 dargestellt.

Erfahrungen und Ergebnisse am Beispiel der Stadt Stuttgart

Die Laufzeit des Projektes zur historischen Erhebung altlastverdächtiger Flächen auf der Gemarkung der Landeshauptstadt Stuttgart betrug 2,5 Jahre. Das finanzielle Volumen belief sich dabei auf 5,2 Mio. DM. Das Projekt wurde zu 100 % mit Mitteln aus dem Altlastenfonds des Landes Baden-Württemberg gefördert. Auftraggeber war die Stadt Stuttgart selbst.

Folgende Dokumente und Arbeitsweisen wurden bei der Ermittlung der Altlastverdachtsflächen eingesetzt:

Kartenauswertung: Ausgewertet wurden Stadtpläne ab 1891, topographische Karten im Maßstab 1:25 000 ab 1890 sowie die Baugrundgeologische Karte von Stuttgart.

Luftbildauswertung: Für das Stadtgebiet Stuttgart wurden die Bilder von 7 Befliegungen seit 1944 stereoskopisch ausgewertet.

Aktenauswertung: Während der umfangreichen Aktenrecherche wurden die 185.000 Karteikarten der ehemaligen Gewerbekartei bearbeitet und 42 historische Branchenadressbücher seit 1829 ausgewertet. Bei der Zuordnung der aktuellen Adressen mussten ca. 1.350 Straßenumbenennungen rekonstruiert werden. Es verblieben ca. 13.500 Verdachtsflächen in der Urliste, die weiter zu überprüfen waren.

Es folgte eine Phase der **Informationsverdichtung** durch weiterführende Aktenrecherche, Ortsbesichtigung, Zeitzeugenbefragung und Berichterstattung. Zusätzliche Akten wurden in den Archiven weiterer Ämter ausgewertet.

Insgesamt 3.906 Verdachtsflächen, davon 3.391 Altstandorte und 515 Altablagerungen wurden dokumentiert u. a. mit Informationen zu Lage, Größe der Fläche, Branche und Art der gefährdenden Stoffe. Durch eine Bewertung bzw. die Vorklassifizierung wurde für jede dieser Flächen der Handlungsbedarf festgelegt (A = archivieren, B = belassen, E = erkunden). Insgesamt ergaben sich 1.188 A-Fälle, 2.147 B-Fälle sowie 571 E-Fälle.

Sämtliche Informationen wurden digital erfasst und bilden die Datenbasis des „Informationssystems Altlasten Stuttgart“.

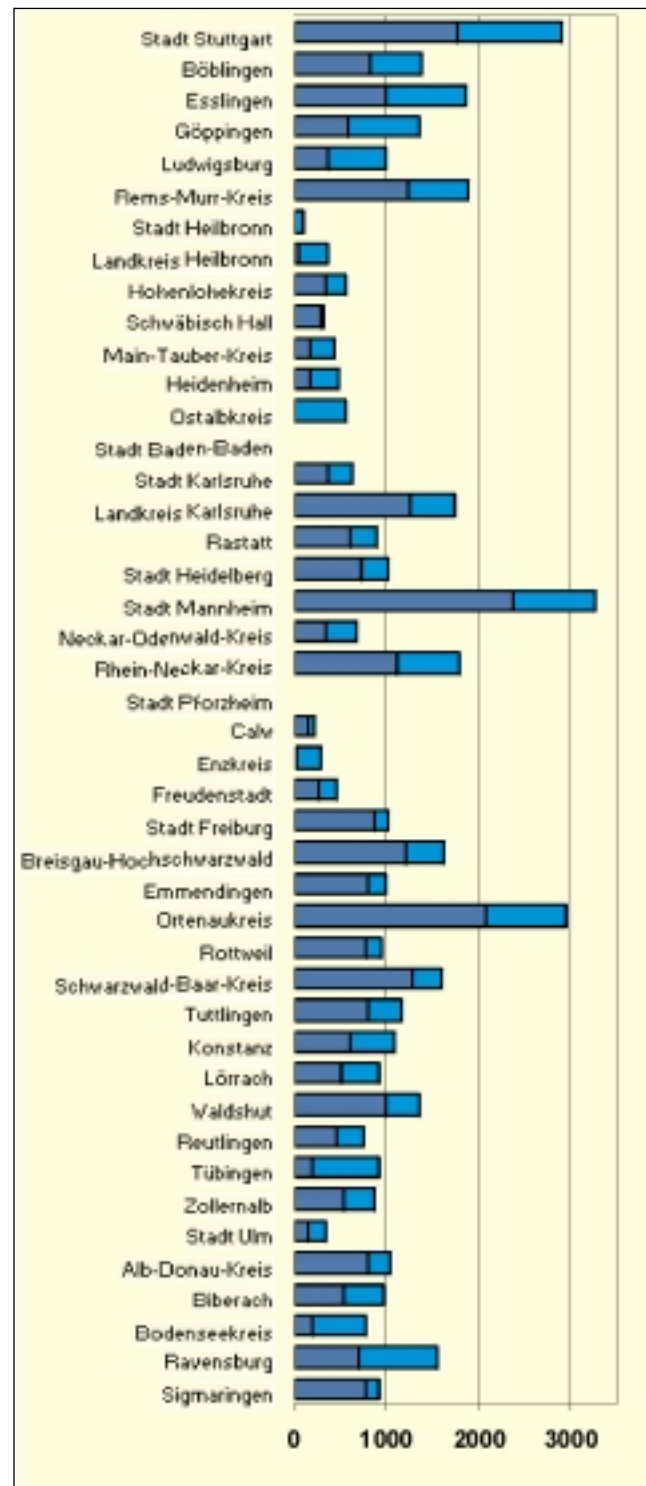


Abb. 2: Anzahl altlastverdächtiger Flächen in den Stadt- und Landkreisen (Der Anteil der „B-Fälle“ ist dunkelblau dargestellt).

Daneben wurde umfangreiches Informationsmaterial für berührte Behörden und die interessierte Öffentlichkeit zu diesem Projekt erstellt:

- **Übersichtskarte** aller Verdachtsflächen mit Handlungsbedarf B und E im Maßstab 1:20.000 („Umweltatlas Altlasten – Altlastverdächtige Flächen“)
- **Informationsbroschüre** zur Erläuterung der durchgeführten Maßnahmen und der geplanten weiteren Vorgehensweise
- **Merkblatt** für betroffene Grundstückseigentümer

Weiterer Umgang mit den vorliegenden Ergebnissen

Wie bereits erwähnt, ist die landesweite Erhebung altlastverdächtigter Flächen in Baden-Württemberg weit fortgeschritten. Für den weiteren Umgang mit den Ergebnissen, d. h. der Vielzahl an potenziell kontaminierten Standorten, gibt es derzeit im Hinblick auf bestimmte Fragestellungen noch keine landesweiten Empfehlungen oder gar Regelungen.

Dies betrifft z. B. die Datenweitergabe bzw. die Information der betroffenen Grundstückseigentümer, die Kennzeichnung bzw. Darstellung in Bauleitplänen oder den Umgang in Baugenehmigungs- und Kenntnissgabeverfahren. Einzelne Städte und Landkreise haben daher zu bestimmten Themenbereichen eigene Empfehlungen, Checklisten usw. mit zum Teil unterschiedlichen Inhalten erarbeitet.

Wesentliche Fragestellungen hierbei sind:

Sind die Ergebnisse vollständig dokumentiert?

- Verdachtsflächenliste/-datei erstellt?
- Flächen in Karten und Plänen dargestellt? (Welche Flächen: A, B, E?)
- Zugänglichkeit der Informationen gewährleistet?

Ist ein kommunaler Datenaustausch erfolgt bzw. möglich?

- Maßgebliche Dienststellen einbezogen?
- Datenmanagement mittels GIS möglich?

Wurde eine Information der Grundstückseigentümer durchgeführt?

- Information bez. welcher Flächen? (Nur E- oder auch B-Flächen?)

Sind belastete (bekannte) Flächen im Flächennutzungsplan gekennzeichnet?

- Aufnahme in Flächennutzungsplan bei Änderungen und Fortschreibungen erfolgt?

Ist der Umgang mit Verdachtsflächen im Baugenehmigungs- und Kenntnissgabeverfahren geregelt?

- Arbeitsabläufe geregelt und betroffene Dienststellen einbezogen?

Ist die Fortschreibung der Verdachtsflächendatei gewährleistet?

- Aufnahme relevanter Gewerbeabmeldungen in der Verdachtsflächendatei geregelt?

Wurden erste Gefahrverdachtserkundungen durchgeführt?

- Amtsermittlungen/Kommunale Gefahrverdachtserkundungen zur Bestätigung bzw. Ausräumung des Gefahrenverdachttes bereits durchgeführt?

Beispielhaft wird in diesem Zusammenhang noch auf die Broschüre „Altlasten und Bauen“ des Landkreises Calw hingewiesen. Sie enthält Arbeitshilfen zum Umgang mit Altlasten und altlastverdächtigten Flächen für Kommunen, Bauleitplaner, Baurechtsämter, Architekten, Planer und Altlastensachbearbeiter. Im Rahmen des umweltpolitischen Schwerpunktes der LfU „Flächenressourcen-Management“ Teilbereich „Flächenrecycling im Altlastenbereich“ ist eine pilothafte Bearbeitung relevanter Fragestellungen zu diesem Thema geplant.

Manfred Flittner

Bewertung altlastverdächtiger Flächen in Baden-Württemberg – Bilanz der Erfahrungen mit den institutionalisierten Bewertungskommissionen

Einleitung

Die Bewertung einer altlastverdächtigen Fläche ist keine leichte Aufgabe, da die Auswirkungen auf den Boden, das Grundwasser und letztendlich auf den Menschen nicht einfach einzuordnen sind. Deshalb stützt man sich auf die Kenntnisse verschiedener Fachleute, die sich in einem Gremium der einzelnen Fälle annehmen. Diese Bewertungskommission soll alle Fälle gerecht und nach vorgegebenen Regeln bewerten.

Bei der stufenweisen Altlastenbearbeitung sind „Haltepunkte“ eingebaut, bei denen man die bis dahin ermittelten Kenntnisse zusammenfasst und prüft, ob eine weitere Bearbeitung des Einzelfalles notwendig ist oder nicht.

Rechtliche Grundlagen

§ 26 des Landesabfallgesetzes regelt das Verfahren zur Bewertung von Altlasten durch die Institutionalisierung einer Bewertungskommission bei der unteren Wasserbehörde. Aufgaben und Zusammensetzung der Altlasten-Bewertungskommissionen sind in der Kommissionsverordnung vom 16. 10. 1990 näher geregelt.

Als ständige Mitglieder gehören der Kommission zwei Vertreter der unteren Wasserbehörde (je ein Mitarbeiter aus dem Bereich Verwaltung sowie Fachtechnik) und ein Mitarbeiter der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) an. Vertreter des Regierungspräsidiums, des Gesundheitsamtes, des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau und soweit erforderlich Vertreter anderer örtlich zuständiger Fachbehörden sind weitere Mitglieder. Die Kommission wird von einem Vertreter der unteren Wasserbehörde geleitet.

Die Bewertungskommission hat im Rahmen der systematischen stufenweisen Altlastenbearbeitung die Ergebnisse der Erkundung auf der Basis ausschließlich fachlicher Gesichtspunkte zu bewerten, Empfehlungen für die Sanierung zu

erteilen und die Wasserbehörden bei Sanierungsentscheidungen zu beraten.

Die Arbeit in der Bewertungskommission soll dazu führen, dass fundierte und zwischen den beteiligten Fachbehörden abgestimmte Entscheidungsgrundlagen für Sanierungsanordnungen zustande kommen.

Eine rechtliche Bindungswirkung haben die Empfehlungen nicht. Dennoch bestimmen sie die Entscheidung der unteren Wasserbehörde weitgehend mit, wie dies in anderen Verwaltungsverfahren (Genehmigungsverfahren) auch der Fall ist.

Feststellungen im Rahmen der Altlastenbewertung sind in der Kommission einvernehmlich zu treffen, Empfehlungen zu Sicherungs- und Sanierungsentscheidungen bedürfen der Mehrheit der Stimmen der Mitglieder.

Anzahl der Bewertungstermine und Ablauf einer Sitzung

Seit der ersten Bewertungskommissionssitzung am 04.09.1987 beim damaligen Wasserwirtschaftsamt Besigheim wurden an 1.305 Terminen insgesamt 12.625 Bewertungen durchgeführt (Stand 7/99). Dabei beträgt die Zahl der altlastverdächtigen Fälle 8.199. Diese Fallzahl ist

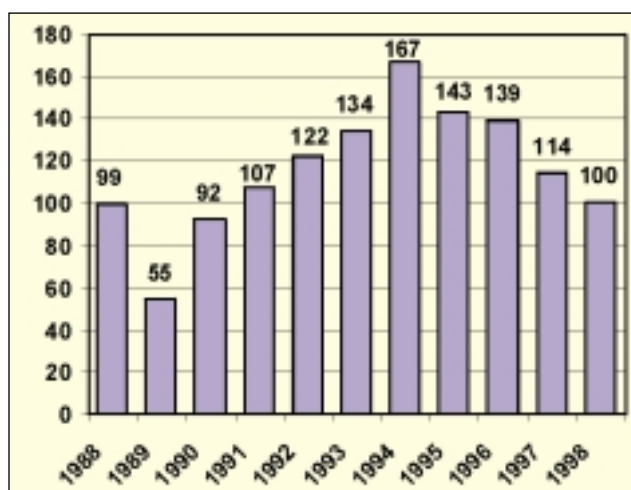


Abb. 1: Anzahl der jährlichen Bewertungstermine.

kleiner als die Gesamtzahl der Bewertungen, da zum einen häufig mehrere Schutzgüter (Boden, Grundwasser, Oberflächenwasser, Luft) und zum anderen die Fälle teilweise mehrfach auf verschiedenen Beweismiveaus („Haltepunkte“) bewertet wurden.

In „Spitzenjahren“ wurden dabei über 1.950 Bewertungen bei maximal 165 Sitzungen durchgeführt. Die Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der jährlichen Bewertungstermine für den Zeitraum 1988–1998.

Für das Jahr 1996 ergeben sich beispielhaft folgende Zahlen:

Zahl der Bewertungstermine:	139 (d. h., im Schnitt ca. 3 Termine je Kreis und Jahr)
Zahl der durchgeführten Bewertungen:	1.214 (d. h., im Schnitt ca. 9 Bewertungen je Termin)
Zahl der bewerteten Fälle:	1.076 (Altablagerungen und Altstandorte)

Der Ablauf einer Bewertungskommissionssitzung lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Die technische Fachbehörde stellt die zu bewertenden Altlasten bzw. altlastverdächtigen Flächen nach technischen (Risikozyffer) und politischen (z. B. Bauleitplanung, konkrete Bebauungsabsichten etc.) Gesichtspunkten auf.
- Die untere Verwaltungsbehörde als Kommissionsleiter lädt ein und verschickt die Gutachten.
- Bewertungsablauf: Der Gutachter trägt den Sachverhalt vor, notwendige Ergänzungen werden durch die Fachbehörden erläutert, der Bewertungsbogen wird gemeinsam durchgesprochen, die Risikozyffer, der Handlungsbedarf und die weiteren Maßnahmen werden in der Regel einvernehmlich festgelegt.
- Zur Dokumentation wird eine Niederschrift mit sämtlichen Beschlüssen und Empfehlungen der Kommission erstellt.

Stand und Ergebnisse der durchgeführten Bewertungen

Betrachtet man die Bewertungen in Abhängigkeit von den jeweiligen Schutzgütern, so kann man feststellen, dass das Schutzgut Grundwasser bei 84 % der Fälle das für die Bewertungsmaßgebende Kriterium war. Die Abbildung 2 zeigt die Aufteilung auf die verschiedenen Schutzgüter.

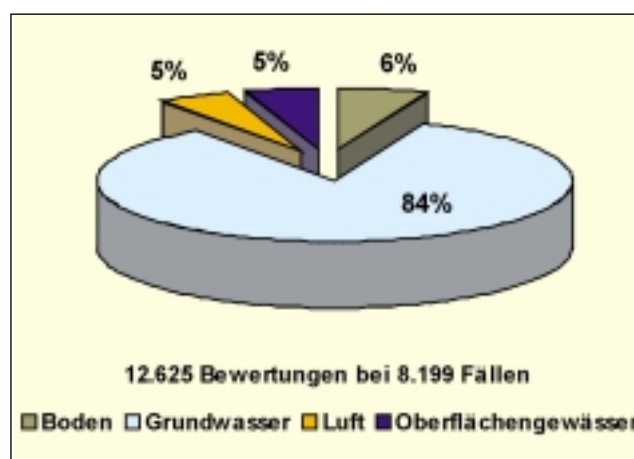


Abb. 2: Aufteilung der bewerteten Fälle auf die jeweiligen Schutzgüter.

Die Abbildung 3 gibt einen Überblick über den Stand der stufenweisen Bearbeitung und Bewertung von insgesamt 8.199 Fällen.

Bisher wurden 158 Fälle auf dem höchsten Kenntnisstand bewertet, bei dem geprüft wird, welche Sanierungsvariante angemessen ist, wobei für 104 Altlasten eine Sanierung beschlossen wurde. Dabei stieg die Zahl der in Sanierung befindlichen Altlasten zwischen 1996 und 1998 von 9 über 14 auf 29 kontinuierlich an.

Erfahrungen und Ausblick

Auch wenn das dargestellte Verfahren kompliziert und aufwendig anmutet, sind mit dieser Vorgehensweise folgende Vorteile verbunden:

- Hohe Effektivität durch die Standardisierung des Ablaufes der Bewertungstermine und der fachlichen Bewertung.
- Bündelung der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen.

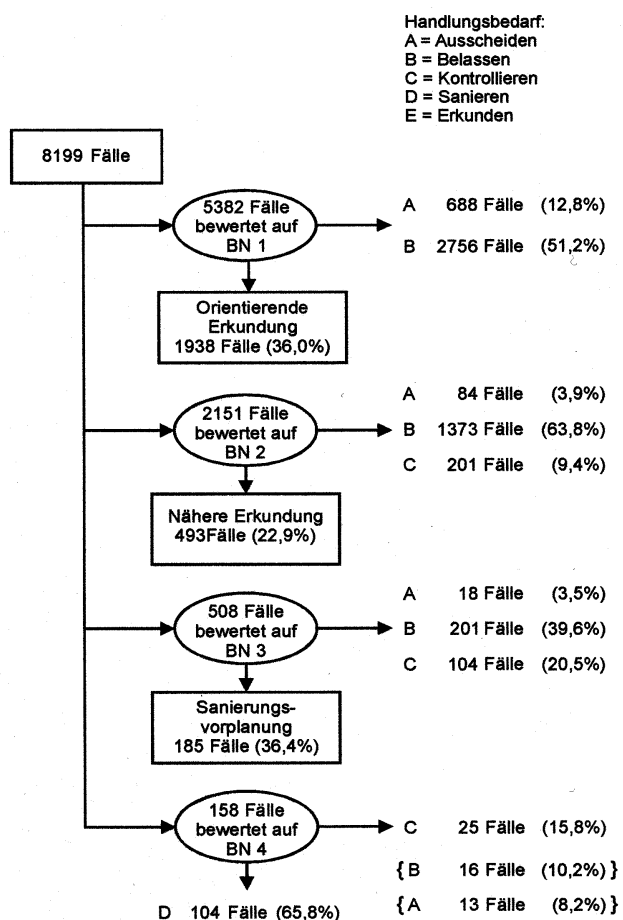


Abb. 3: Anzahl bewerteter Altlasten auf den Beweismiveaus (BN) 1–4 mit resultierendem Handlungsbedarf.

- Durch die Beteiligung der unteren Wasserbehörden sind die rechtlichen Aspekte (Umsetzbarkeit der Empfehlungen) mitberücksichtigt.

- Priorisierung durch die einvernehmlich festgelegten Bewertungsziffern.
- Gewährleistung einer landeseinheitlichen Vorgehensweise durch die systematische Bewertung und Teilnahme der LfU und damit Grundvoraussetzung für die Förderung kommunaler Altlasten.
- Durch die interdisziplinäre und einvernehmliche Entscheidungsfindung sind die darauf aufbauenden förmlichen Verfügungen der unteren Verwaltungsbehörden verwaltungsgerichtlich belastbar.
- Von Belang erscheinende Umstände finden rechtzeitige Berücksichtigung durch die Beteiligung der Betroffenen.

Das im Entwurf befindliche Landes-Bodenschutz- und Altlastengesetz, das durch das am 1.3.1999 in Kraft getretene Bundes-Bodenschutzgesetz notwendig geworden ist, sieht die Beibehaltung der Bewertungskommissionen vor. Der entsprechende Paragraph ist wortgleich zur bisherigen Regelung in § 26 Landesabfallgesetz. Vorgesehen ist lediglich die Anpassung an die geänderte Verwaltungsstruktur durch das Sonderbehörden-Eingliederungsgesetz.

Rolf Hahn

Modellhafte Bearbeitung von Altlasten – Innovative Sanierungsverfahren im praktischen Einsatz

Grundsätzliche Möglichkeiten bei der Altlastensanierung

Für die Sanierung von Altlasten stehen inzwischen eine große Anzahl von unterschiedlichen Verfahren zur Verfügung. Die Verfahren können in zwei Klassen eingeordnet werden, die sich hinsichtlich ihrer Wirkung und Zielrichtung grundsätzlich unterscheiden:

Dekontaminationsverfahren entfernen bzw. reduzieren die Schadstoffe in den kontaminierten Bereichen

Beispiele: Bodenwäsche, thermische Bodenbehandlung, mikrobiologische Verfahren, Bodenluftabsaugung, hydraulische Sanierung

Sicherungsverfahren reduzieren bzw. verhindern den Austrag von Schadstoffen aus dem kontaminierten Bereich

Beispiele: Oberflächenabdichtung, Umschließungsmaßnahmen, Immobilisierung, hydraulische Maßnahmen

Eine Sanierung mit einem Sicherungsverfahren bedeutet für eine Altlast nur eine zeitweilige Lösung, da diese Maßnahme nur eine beschränkte Lebensdauer aufweist. So muss z. B. eine Oberflächenabdeckung je nach Bauausführung nach ca. 50 bis 100 Jahren erneuert werden. Mit einem Dekontaminationsverfahren lässt sich im Gegensatz hierzu ein Altlastenfall in der Regel vollständig sanieren, sodass keine Nachsorge mehr notwendig ist.

Trotz dieses Vorteils der Dekontaminationsverfahren kommen die Sicherungsverfahren dennoch häufig zum Einsatz. Sicherungsverfahren weisen gegenüber Dekontaminationsverfahren in der Regel deutliche Kostenvorteile auf. Sanierungsfälle größeren Umfangs können beim Einsatz von Dekontaminationsverfahren sehr schnell Kosten von mehreren 100 Millionen DM verursachen, sodass eine Realisierung aus Kostengründen häufig kaum möglich ist.

Die wichtigsten Kriterien für die Auswahl eines geeigneten Sanierungsverfahrens sind nachfolgend aufgeführt:

- Eignung für die vorliegenden Schadstoffe
- Eignung für den betreffenden Boden bzw. Untergrundverhältnisse
- Einsatz am Standort möglich
- Erreichbarkeit der Sanierungsziele

In zunehmenden Maße wird die **Umweltverträglichkeit** von Sanierungsverfahren bei der Entscheidungsfindung eine Rolle spielen. Der Einsatz der unterschiedlichen Sanierungstechniken hat natürlich neben ihren positiven Auswirkungen auch eine Belastung für die Umwelt zur Folge (z. B. Energie und Wasserverbrauch), die in der Regel nicht vernachlässigt werden darf und die es zu minimieren gilt.

Erfahrungen mit bisher eingesetzten Sanierungstechniken und ihre Leistungsgrenzen

Die Sanierung von Altlasten bzw. Schadensfällen kann zwischenzeitlich auf gut 10 Jahre Erfahrung zurückblicken. Hierbei wurde deutlich, dass viele dieser Sanierungstechniken nicht immer die anfänglichen Erwartungen erfüllt haben. Insbesondere die sogenannten „In-situ-Verfahren“ sind in diesem Zusammenhang als problematisch einzustufen. In vielen Fällen hat sich gezeigt, dass mit diesem Verfahren Altlasten bzw. Schadensfälle nicht effektiv saniert werden können. Die Hauptursache hierbei ist darin zu suchen, dass die notwendige Sanierungsdauer sich häufig in Bereichen bewegt, dass sowohl unter Kostenaspekten als auch unter Umweltgesichtspunkten eine Verhältnismäßigkeit nicht mehr gegeben ist.

Als Beispiel hierfür können hydraulische Sanierungen mit Laufzeiten von 10 und mehr Jahren

angeführt werden. Die Problematik, die grundsätzlich alle In-situ-Verfahren betrifft, liegt darin begründet, dass – wenn der Schadstoff erst einmal in den Untergrund eingedrungen ist – eine Mobilisierung nur sehr schwer wieder möglich ist. Es besteht daher für die In-situ-Verfahren noch erheblicher Entwicklungsbedarf bzw. es müssen hierfür grundsätzlich neue Konzepte entwickelt werden.

Wirtschaftliche und umweltfreundliche Altlastensanierung mit Hilfe von innovativen Verfahren

Zur Zeit werden unter der Bezeichnung „Innovative Sanierungsverfahren“ neue Techniken diskutiert, die unter Berücksichtigung der hier dargestellten Problematik bessere Erfolgsaussichten aufweisen. Hierbei werden zwei grundsätzlich unterschiedliche Strategien verfolgt:

- Der zum Teil extrem hohe Zeitbedarf für die Sanierung wird akzeptiert. Die Maßnahme wird jedoch so durchgeführt, dass der notwendige Aufwand während der gesamten Sanierungsdauer sehr gering ist, sodass die aufsummierten Kosten bzw. Umweltauswirkungen in einem erträglichen Rahmen bleiben. Darunter fallen die sog. „Passiven Verfahren“ wie z. B. die „Reaktiven Wände“, aber auch Maßnahmen, die den natürlichen mikrobiologischen Abbau der Schadstoffe, unter dem Begriff „Natural Attenuation“ geläufig, nutzen.
- Die Schadstoffmobilität wird durch geeignete Maßnahmen erhöht, um die Zeitdauer der betreffenden In-situ-Sanierungsmaßnahme deutlich abzukürzen. Hierunter fällt der Einsatz von Tensiden und die sogenannte „Thermisch unterstützte Bodenluftabsaugung“.

Die passiven Verfahren verzichten darauf, kontaminiertes Wasser zu fördern, sondern sie verlegen den Reinigungsprozess in den Untergrund. Der Reaktor zur Dekontamination des Wassers (z. B. Aktivkohle) wird in den Grundwasserkörper eingebaut. Die Durchströmung wird durch das natürlich vorhandene Grundwassergefälle bewirkt.

Bei der technischen Realisierung von passiven Verfahren können zwei Grundtypen unterschieden werden:

- **Reaktive Wände**
- **Funnel & Gate Systeme**

Die „Reaktiven Wände“ stellen das bautechnisch einfachere Konzept dar. Hierbei wird senkrecht zur Grundwasserfließrichtung ein Reaktor eingebaut, der die Dekontamination des durchströmenden Grundwassers bewirkt. In der Abbildung 1 ist das Grundprinzip der „Reaktiven Wand“ dargestellt.

Funnel & Gate Systeme (Abb. 2) sind vom Grundprinzip mit „Reaktiven Wänden“ vergleichbar. Die Schadstofffahne wird hierbei jedoch gezielt durch den Einbau von Dichtwänden (Funnel) auf einen besonders gestalteten Durchlassbereich (Gate) hingesteuert. Im sogenannten „Gate“ befindet sich ähnlich wie bei der oben beschriebenen „Reaktiven Wand“ der eigentliche Reaktor zur Dekontamination des Wassers.

Der wesentliche Vorteil der hier dargestellten passiven Verfahren ist, dass kein kontaminiertes Grundwasser gefördert werden muss. Auf der anderen Seite bedeutet die Errichtung einer „Reaktiven Wand“ oder eines „Funnel & Gate Systems“ einen bautechnisch erheblichen Aufwand (vgl. Abb. 3). Die eigentlichen Betriebskosten, die sich im Wesentlichen auf die Kontrolle beschränken, sind im Vergleich zu einer hydraulischen Sanierung von untergeordneter Bedeutung.

Die Anpassung des Systems an die im Einzelfall zu behandelnden Schadstoffe erfolgt durch Auswahl des geeigneten Reaktormaterials. Gegenwärtig sind zwei Reaktormaterialien bekannt, von deren Einsatzfähigkeit man ausgehen kann.

Aktivkohle
Schadstoffe: polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW)
Eisen
Schadstoffe: chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW)

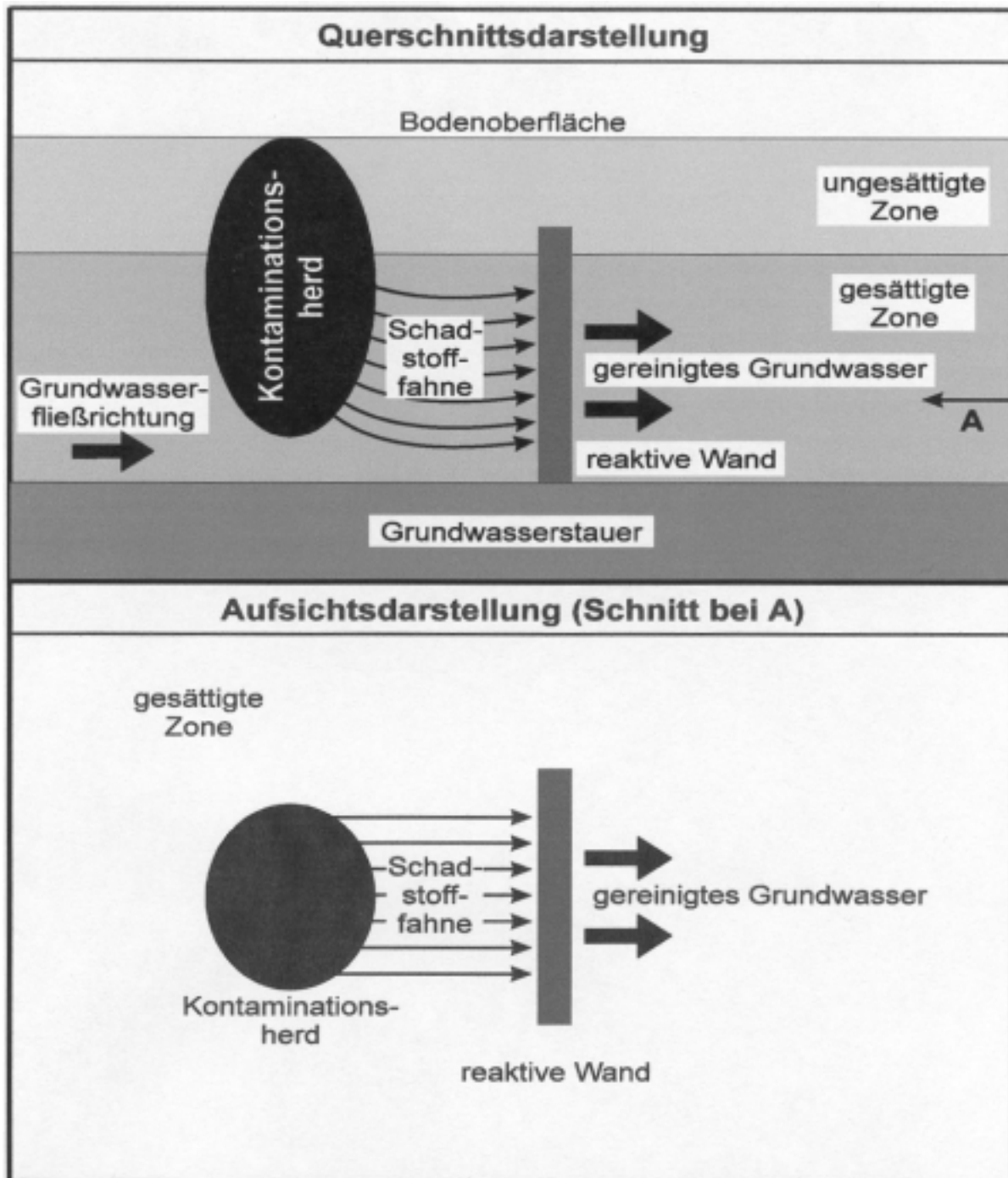


Abb. 1: Prinzipielle Funktionsweise einer „Reaktiven Wand“.

Beim Einsatz von Aktivkohle werden die Schadstoffe chemisch nicht umgesetzt, sondern nur adsorbiert. Mit elementarem Eisen in Form von Granulat lässt sich ein tatsächlicher Kontaminantenabbau zu unbedenklichen Stoffen wie z. B. Chlorid erreichen.

Zwischenzeitlich sind die wissenschaftlichen Grundlagen für den Einsatz von Tensiden bei der Altlastensanierung soweit erarbeitet, dass ihrem Einsatz Erfolgsaussichten eingeräumt werden können. Vom Grundprinzip ist der Einsatz der

Tenside folgendermaßen vorstellbar: Eine 1–2-prozentige Tensidlösung wird in den kontaminierten Boden- bzw. Grundwasserbereich infiltriert und löst bzw. mobilisiert die dort befindlichen organischen Schadstoffe. Hierbei muss sichergestellt sein, dass sowohl die Tenside als auch die mobilen Kontaminanten wieder vollständig erfasst und zu Tage gefördert werden können. Eine Rückgewinnung der eingesetzten Tenside wird sowohl aus Wirtschaftlichkeits- als auch aus Umweltaspekten angestrebt.

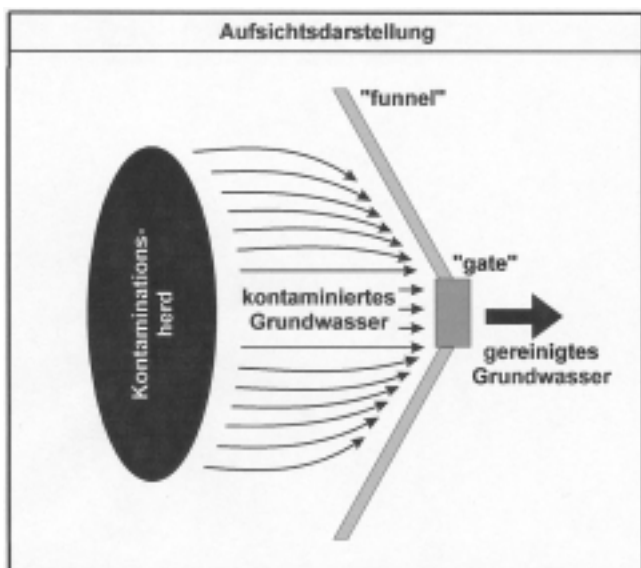


Abb. 2: Prinzipielle Funktionsweise eines „Funnel & Gate Systems“.

Die Bodenluftabsaugung, die seit Beginn der Altlastensanierung verbreitet im Einsatz ist, erfährt gegenwärtig eine innovative Weiterentwicklung. Das Prinzip der Bodenluftabsaugung beruht darauf, dass mit Hilfe von Absaugbrunnen aus dem kontaminierten Bodenbereich Luft abgesaugt wird. Mit der auf diese Weise geförderten Luft werden flüchtige Schadstoffe wie z. B. LCKW ausgetragen. Der Dampfdruck als wesentlichste Einflussgröße für die Flüchtigkeit der Schadstoffe ist stark abhängig von der Temperatur. So verdoppelt sich näherungsweise bei einer Temperaturerhöhung von 20° C der Dampfdruck vieler organischer Verbindungen. Es ist daher sinnvoll die durchschnittliche Bodentemperatur von 10° C durch geeignete Techniken zu erhöhen um die Effektivität der Bodenluftabsaugung zu verbessern bzw. auch bisher nicht sanierbare Schadstoffgruppen wie z. B. PAK zu erfassen. Die Bodenerwärmung kann durch das Einbringen beheizter Sonden, Einblasen von Heißdampf und Hochfrequenzenergie („Mikrowelle“) erfolgen.

Überblick über die Anwendung innovativer Sanierungstechniken im Rahmen von Modellvorhaben und Vorstellung der bisherige Ergebnisse

Innovative Verfahren müssen sich neben den technischen Schwierigkeiten auch mit Akzeptanzproblemen auseinandersetzen. Jeder erstmalige Einsatz einer neuen Sanierungstechnik bedeutet ein erhöhtes Risiko, dass der Auftraggeber verständlicher-

weise nicht oder zumindest nicht allein tragen will. Das Land Baden-Württemberg bietet mit dem Programm „Vorhaben mit Modellcharakter“ die Möglichkeit, innovative Sanierungsverfahren zu fördern und somit ihre Markteinführung zu ermöglichen oder zumindest zu beschleunigen. Vorteilhaft für das Land ist neben wirtschaftlichen Aspekten hierbei die unmittelbare Nutzbarkeit dieser Erfahrungen z. B. bei der Sanierungsentscheidung im Rahmen der „Systematischen Altlastenbearbeitung“.

Im Rahmen von „Vorhaben mit Modellcharakter“ werden seitens der LfU augenblicklich nachfolgend aufgeführte innovative Sanierungstechniken näher untersucht:

Standort	Art und Stand des „Vorhabens mit Modellcharakter“
Gaswerk Ost Karlsruhe	Sanierung eines ehemaligen Gaswerkstandorts mit einem „Funnel & Gate System“ auf Aktivkohlebasis Vorplanung und Vorversuche sind abgeschlossen, Antrag auf Erteilung der wasserrechtlichen Erlaubnis liegt vor, Baubeginn Frühjahr 2000, Bauzeit ca. ein halbes Jahr
Ehemalige Fabrik BEKA Tübingen	Sanierung eines LCKW- Schadens auf einem ehemaligen Produktionsstandort eines metallverarbeitenden Betriebs mit einem „Funnel & Gate System“ auf Basis von Eisen 1998 wurde das „Funnel & Gate System“ errichtet, im Juni 1999 konnte der Nachweis erbracht werden, dass die vorgegebenen Sanierungsziele erreicht worden sind
Ehemaliges Gaswerk/Teerölfabrik Kehl	Sanierungsversuch mit Tensiden in einem Testfeld auf einem ehemaligen Gaswerk / Teerölfabrik Durchführung des Sanierungsversuchs 1998, Nachuntersuchungen am Standort ergaben, dass erhebliche Mengen an PAK ausgetragen werden konnten, Abschlussbericht und abschließende Bewertung bis Ende 1999
Sonderabfalldeponie „Eckenweiher Hof“ Mühlacker	Sanierungsversuch mit der sog. „Thermisch unterstützten Bodenluftabsaugung“ zur Sanierung von LCKW Vorplanung und Versuchsfeldeinrichtung wurden Juli 1999 abgeschlossen, daran anschließend Beginn des Versuchs, Anfang 2000 ist mit ersten Ergebnissen zu rechnen

Zukünftige Entwicklungstendenzen bei der Altlastensanierung

Die „Innovativen Sanierungstechniken“ werden, da auch sie nicht universell einsetzbar sind, die vorhandenen Techniken nicht verdrängen, sondern ergänzen. Ein „Funnel & Gate System“ setzt bestimmte geologische und hydrogeologi-



Abb. 3: Einsatz eines Schlitzwandgreifers beim Bau der Dichtwand („Funnel“)
[Standort: Ehemalige Fabrik BEKA, Tübingen].

sche Randbedingungen voraus, die entscheidend für einen möglichen Einsatz sind. Da auch heute mit den „Innovativen Sanierungstechniken“ nicht immer für jeden Sanierungsfall eine ideale Lösung zur Verfügung steht, wird auch zukünftig genügend Anreiz zur Innovation vorhanden sein

Der Begriff „Natural Attenuation“, den man im Deutschen näherungsweise mit „Natürlicher Rückhalt von Schadstoffen“ umschreiben kann, wird mit Sicherheit in Zukunft eine wichtige Rolle spielen. Bei vielen Altlasten kann man beobachten, dass die Ausbreitung der Schadstoffe im Grundwasserleiter weit hinter den Befürchtungen zurückbleibt. Teilweise kommt die Ausbreitung sogar zum Stillstand und es bildet sich eine so genannte stationäre Schadstofffahne aus.

Im Wesentlichen ist für dieses Phänomen der mikrobiologische Abbau der Schadstoffe im Grundwasser, der unter bestimmten Bedingungen sehr effektiv sein kann, verantwortlich. Voraussetzung für die Nutzung dieser auch als „Selbstheilungskräfte der Natur“ zu bezeichnenden Vorgänge ist, dass man diese identifizieren und quantifizieren kann, auch um ihren Missbrauch zu unterbinden. Mit Sicherheit bedeutet dies nicht, dass Altlasten nicht mehr saniert werden müssen, aber in begründeten Einzelfällen sollte man „Natural Attenuation“ als Alternative für eine möglicherweise aufwendige Sanierung ernsthaft prüfen, auch um die finanziell begrenzten Mittel auf die wirklich problematischen Fälle konzentrieren zu können.

Wolfgang Kohler

Die Veränderung der IuK-Landschaft in den neunziger Jahren – Informations- und Kommunikationstechnik für die LfU

Die Informationstechnik gewann in den neunziger Jahren für die Aufgabenerledigung und innerbehördliche Kommunikation der Landesanstalt für Umweltschutz weiter an Bedeutung. Die wichtigsten Trends werden in diesem Jahresbericht dargestellt; er schließt damit an die Darstellung der Entwicklung der EDV bei der LfU seit den Anfängen im Bericht „20 Jahre LfU“ an.



Abb. 1: Ein modernes Umweltinformationssystem ist nur mit Computereinsatz und leistungsfähigen EDV-Programmen zu bewältigen.

Wesentliche Veränderungen ergaben sich in den Bereichen Hardware, Systemsoftware und Netz, die im Folgenden dargestellt werden. Die Entwicklungen in der Architektur von Anwendungen werden auch im Beitrag „Das Informationssystem WAABIS“ näher ausgeführt. Stark in den Vordergrund gerückt sind die Techniken „WWW“ und „Kartographie/GIS“, denen weitere Beiträge gewidmet sind. Damit lassen sich Umweltdaten besser zugänglich machen, verknüpfen und darstellen; das Ziel eines durchgängigen Umweltinformationssystems ist näher gerückt. Gewandelt hat sich auch die Organisation. Einstellungsstopp und Stellenabbau führten zu verstärktem Einsatz von Externen und Outsourcing, aber auch zu stärkerer Standardisierung. Als ein Beispiel für den Versuch, die Kräfte zu bündeln, steht der Beitrag „Einführung und Betrieb eines Helpdesks“.

Informationsdrehscheibe Bürokommunikation

Zu Beginn der neunziger Jahre waren die Fachanwendungen zur Verwaltung und Auswertung von Umweltdaten bereits weit entwickelt. Daneben stand aber auch damals schon die effektive Unterstützung bei der Erstellung von Berichten und bei der Kommunikation ganz oben auf der Wunschliste. Für die Berichterstellung boten die Großrechnerhersteller bereits Produkte an: Editoren, mit denen Dokumente in ausreichendem Maße strukturiert werden konnten – sofern man die zahlreichen Steuerzeichen beherrschte. Auch Graphiken konnten entsprechend erstellt werden. Kapitulieren mussten diese Produkte allerdings bei der Integration von Text und Graphik – eine gerade bei Umweltberichten wesentliche Anforderung, die aber nur vom Personalcomputer (PC) erfüllt werden kann.

Anders stellte sich die Situation in punkto Kommunikation dar. Hier hatten die Großrechner zunächst einen deutlichen Vorsprung vor den PCs. Allerdings beschränkten sich die Möglichkeiten auf den Austausch von Textnachrichten. Weitergehende Anforderungen konnten nur mit den in der Landesverwaltung ab Ende der 80er Jahre eingeführten Bürokommunikationssystemen (BK-Systemen) erfüllt werden. Eine entsprechende Arbeitsgruppe der LfU definierte die Anforderungen und bereitete die organisatorischen Regelungen vor. Entscheidungsfreiheit bezüglich des Programmsystems gab es dabei praktisch nicht. In der LfU waren fast ausschließlich DIGITAL-Rechner im Einsatz und so war es naheliegend, sich für das vom Hersteller angebotene System ALL-IN-1 zu entscheiden. Nun genühten wenige Tastendrucke, um Textteile fett, unterstrichen oder eingerückt darstellen zu können. Auch das Seitenlayout und die Schriftgröße waren in gewissen Grenzen wählbar. Selbst erste graphische Elemente konnten, wenn auch umständlich, in ein Dokument eingefügt werden. Neben der reinen Textverarbeitung war der Versand und Empfang von Dokumenten möglich, im

Austausch mit der LfU und auch anderen Landesdienststellen. Außerdem gab es ein strukturiertes Ablegen, was das Auffinden auch nach Jahren wesentlich erleichterte.

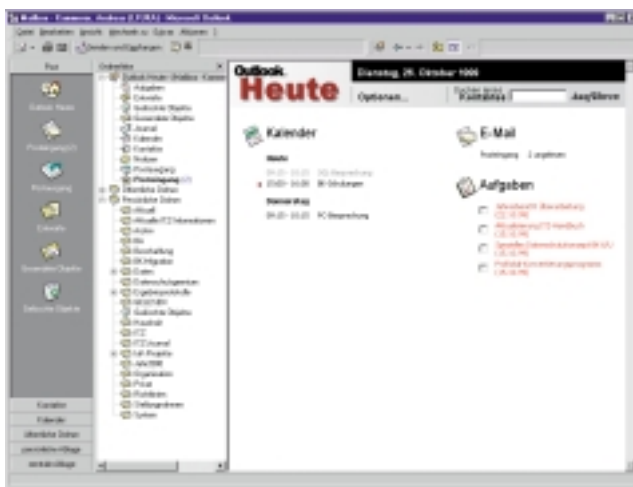


Abb. 2: Der Fortschritt der „Benutzeroberfläche“: „alphanumerisches“ und „graphisches“ Begrüßungsbild der Bürokommunikationssoftware der LfU.

Nur wenig später deutete sich aber bereits eine neue Entwicklung an. Die Personalcomputer hatten ihren Siegeszug auch in der LfU angetreten und deren Nutzer erhoben die Anforderung, die PCs direkt an das BK-System anzuschließen. Der Hersteller hatte diesen Trend erkannt und sein BK-System in der Zwischenzeit weiterentwickelt. Während der Kern des BK-Systems, ALL-IN-1, weiterhin auf dem zentralen Rechner lief und das gesamte Mailing sowie die Ablage erledigte, konnten über die PC-Komponente „Teamlinks“ auf einfache Art Office-Dokumente empfangen, versendet, abgelegt, erstellt und bearbeitet werden. Nun stellten Ablage und Austausch von komplexen Dokumenten kein Problem mehr dar.

BK-System	ALL-IN-1	ALL-IN-1 / Teamlinks	Exchange / Outlook
Nutzung	1991 – 1997	1995 – 1999	ab Ende 1999
Betriebssysteme	VMS	VMS / Novell / NT	Novell / NT
Benutzeroberfläche	alphanumerisch	Windows	Windows
Textverarbeitung	ALL-IN-1-Editor WPS+	Nutzung der Office-Produkte	Integration der Office-Produkte
Dokumentenart	Textdokumente	Komplexe Dokumente	Komplexe Dokumente
Zusatzfunktionen	–	–	Terminplanung Aufgabenverwaltung

Tab. 1: Die Entwicklungsstufen im Bereich des LfU-Bürokommunikationssystems.

Doch die Anforderungen an derartige Systeme sind in den letzten Jahren weiter gestiegen. Funktionalitäten wie Terminkalender, Aufgabenverwaltung und auch die Unterstützung langer Dateinamen konnten mit ALL-IN-1/Teamlinks nicht erfüllt werden. Da der Hersteller die Weiterentwicklung zudem eingestellt hat, wurde Ausschau nach einem Nachfolgesystem gehalten. Die Suche währte nicht allzu lange, denn das Land Baden-Württemberg verordnete Ende 1997 die Vereinheitlichung der Bürokommunikation in der Landesverwaltung bis zum Jahr 2001 durch die Microsoft-Produkte Exchange/Outlook. Die technische Umstellung auf das neue BK-System wurde in der LfU, forciert durch Jahr-2000-Probleme des alten Systems, zum 31. 12. 1999 abgeschlossen, was höchsten Termindruck brachte, da die Systemlandschaft völlig neu aufgesetzt, zahlreiche PCs aufgerüstet, 400 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter geschult und ihre PCs mit der neuen Software ausgestattet werden mussten. Mitte 2000 soll die volle Funktionalität erreicht sein, mit anschließendem Routinebetrieb. Bis zur Einführung des nächsten BK-Systems ...

Der Siegeszug der PCs

Anfang der neunziger Jahre hatte sich in der LfU noch kein eindeutiger Herstellertrend bei den eingesetzten PCs herausgebildet und entsprechend fand sich in der LfU eine ganze Palette von Modellen. Im Softwarebereich gab es eine mit der PC-Entwicklung immer größer werdende Produktvielfalt – mit allen damit verbundenen Problemen beim Datenaustausch.

Zur Koordinierung des PC-Einsatzes in der LfU wurde daraufhin ein PC-Beauftragter benannt,

auf den eine wahre Sisyphusarbeit wartete. Es gelang ihm aber, dem PC-Einsatz eine Linie zu geben. Zunächst wurde eine Arbeitsgruppe eingerichtet, der je ein Vertreter aller Abteilungen angehörte. Jede Abteilung benannte einen PC-Beauftragten, der den Vor-Ort-Service bei den Anwendern in die Hand nahm, damit die anfangs winzige PC-Gruppe im EDV-Referat nicht von den alltäglichen Problemen völlig vereinnahmt wurde, sondern sich auf komplexere oder grundsätzlichere Fragen beschränken konnte.

So wurde ein LfU-Standard-PC definiert. Anfangs war es nicht leicht, die einzelnen PC-Anwender von den Vorteilen der Standardisierung zu überzeugen. Doch die steigende Zahl an Zusatzkomponenten und die Zunahme der Systemkomplexität überzeugte diese letztlich.

Heute, nach fast zehn Jahren, kann sich das Ergebnis sehen lassen: durch die zentrale Beschaffung ist ein hoher Grad an Einheitlichkeit bei Hard- und Software erreicht. Aktueller Standard für Arbeitsplatzrechner ist ein Pentium II mit 450 MHz, 64 MB RAM, 15 GB Festplatte, Windows NT 4.0, BK-System, Office-Suite, aktuellem Virens Scanner. Problematisch bleibt aber weiterhin die rasche Versionsfolge der Softwareprodukte sowie die Vorgabe innerhalb der öffentlichen Verwaltung, alle Beschaffungen ausschreiben zu müssen, was zu immer neuen Lieferfirmen mit stets etwas unterschiedlichen Hardwarekomponenten führt.

Die Arbeitsplatzrechner können sowohl mit dem zentralen BK-Server als auch mit ihren Abteilungs-/Referatsservern kommunizieren. Die Administration erfolgt über Novell Netware, welches gegenüber NT Server aktuell noch deutliche Vorteile in Bezug auf Zuverlässigkeit, Schnelligkeit und Administrationsaufwand besitzt.

Die Installation von Software bedingt derzeit noch einen großen manuellen Aufwand. Aus diesem Grund wird der Einsatz eines Netzwerkmanagementtools vorbereitet, das nicht nur die Verteilung neuer Softwareversionen automatisieren, sondern zudem die Betreuung der Anwender verbessern wird.

Von zentralen zu verteilten Anwendungen

Zu Beginn der neunziger Jahre nutzte die überwiegende Mehrheit der LfU-Mitarbeiter die zentralen Rechner und ihre Anwendungen. Meist waren dies Einzelanwendungen, die für spezielle Anforderungen programmiert worden waren. Jedoch stand mit dem Messreihenoperationssystem „MEROS“ bereits ab 1982 ein System mit dem später allgemein verfolgten Ansatz der Mehrfach- und Wiederverwendung zur Verfügung. MEROS bietet zum einen eine Definition zur Haltung und Verwaltung von projektübergreifenden Messdaten, zum anderen eine Reihe von Modulen, mit deren Hilfe es mit relativ geringem Aufwand in ein Fachsystem integriert werden kann. Die Entwicklung von MEROS und anderen projektübergreifenden Programmsystemen wurde durch die Entscheidung zum Aufbau des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg (UIS) Ende der achtziger Jahre massiv vorangetrieben. UIS verfolgt den ambitionierten Ansatz, Umweltdaten ohne großen Aufwand jedem Sachbearbeiter – sofern er zum Zugriff berechtigt ist – fachübergreifend verfügbar zu machen, egal aus welchem Messprogramm sie stammen. Ziele des UIS sind außerdem die Zusammenführung von Daten und komfortable Systeme für die Berichterstellung.

Diese Entwicklung führte auch im Bereich der Fachsysteme zu tiefgreifenden Veränderungen. Die seit 1982 genutzte ADABAS-Datenbank konnte die steigenden Anforderungen, insbesondere im Bereich offener Systeme, immer schlechter erfüllen, weshalb sie seit 1994 durch eine zentrale, unixbasierte ORACLE-Datenbank mehr und mehr ersetzt wird. Die Client-Server-Technik (Verarbeitung auf dem lokalen PC, Daten auf einem zentralen Rechner) wurde durch die Eigenentwicklung des Personalverwaltungssystems eingeläutet, welches mit einigen Anpassungen an neue Anforderungen bis heute von LfU und UVM genutzt wird. Nach und nach wurden in den folgenden Jahren die Fachsysteme im Rahmen der Weiterentwicklung nicht nur auf veränderte Anforderungen, sondern auch auf diese Technik umgestellt. Die zentrale Oracle-Datenbank läuft derzeit in einem sog. Tru-Cluster unter

Unix als Oracle Parallel Server mit 126 GB Festplatten und 121 GB im übrigen Cluster.

Wurden die Clients anfangs noch mit „Centura“ programmiert, so wies ein 1996 aufgesetztes Pilotprojekt die Eignung der Intranettechnologie mit JAVA als Programmiersprache nach. Diese Entwicklungen kamen gerade rechtzeitig für den Einsatz im anstehenden Software-Großprojekt WAABIS. Die Entscheidung fiel zum damaligen Zeitpunkt, im Sommer 1997, nicht leicht, waren Intranet und JAVA doch noch sehr neue Entwicklungstrends mit viel Dynamik und wenigen fixen Definitionen. Die vielfältigen in der Landes- und Kommunalverwaltung existierenden Betriebssysteme machten aber die Plattformunabhängigkeit zu einem wesentlichen Kriterium und die Problematik der Versionsverteilung und der Benutzerschnittstelle (inklusive erforderlicher Schulungen) legte eine möglichst einheitliche Oberfläche und serverbasierende Programmablage nahe, was für die Intranettechnologie sprach.

Zeitraum	1990	1995	1999 und später
Architektur	zentral	Client-Server	verteilt
Datenbank	ADABAS	ORACLE SQL-Base	ORACLE ACCESS
Programmiersprachen	NATURAL (4GL) FORTRAN (3GL)	Centura (4GL) FORTRAN, C (3GL)	PL/SQL, Centura, JAVA, HTML
Benutzerschnittstelle	Alphanumerisch	Windows	Windows Browser
Anwendungsziele	Listen Einfache Grafik	Berichte Komplexe Grafik	Berichte Kartographie Auskunftssysteme

Tab. 2: Die Entwicklungsstufen im Bereich der LfU-Anwendungen.

Das Netzwerk als Nervensystem der IuK-Architektur

Damit die Kommunikation zwischen zentralen Rechnern, PCs und Anwendungen funktioniert, müssen diese durch ein EDV-Netzwerk verbunden sein, über welches alle Datenströme fließen, seien dies Systemmeldungen, Nachrichten, Graphiken oder Messdaten. Das EDV-Netz ist für den Benutzer nur wenig transparent; diese Infrastrukturkomponente agiert im Hintergrund und wird nur spürbar, sofern sie nicht wie gewohnt läuft. Man unterscheidet zwischen dem sogenannten Local Area Network (LAN) und dem Wide Area Network (WAN). Ersteres wickelt den

behördeninternen Datenverkehr ab; beim Kontakt mit anderen Institutionen muss das WAN verwendet werden. Als Netzwerkprotokoll wird bei der LfU in beiden Bereichen künftig nur noch TCP/IP eingesetzt.

WAN und LAN wurden in den letzten 10 Jahren erheblich ausgebaut. So genügte anfangs für das LfU-LAN ein 10-Mb/s-Ethernetnetz auf Koaxialkabelbasis, d.h. die an einem Netzsegment angeschlossenen Systeme (z.B. Bildschirme) insgesamt konnten bis zu 10.000.000 Bits/sec senden bzw. empfangen. Bedingt durch den Zuwachs an PCs und den noch stärkeren Zuwachs an Datenvolumen kam es immer häufiger zu Engpässen, die sich in unbefriedigenden Antwortzeiten äußerten. Daher wird nun auf eine sternförmige Verkabelung umgestellt, bei der jeder Arbeitsplatz direkt mit dem Hauptverteiler verbunden ist und somit die 10 Mb/s für sich zur Verfügung hat. Mittlerweile konnten bereits zwei Dienstgebäude so ausgestattet werden; die übrigen werden folgen. Die Verbindungen zwischen den einzelnen Gebäuden bzw. den zentralen Rechnern werden über Glasfaserkabel realisiert, über die bis zu 1.000 Mb/s gesendet werden können. Bleibt zu hoffen, dass das neue Netzwerk über längere Zeit hinweg, die im IuK-Bereich allerdings oft nur wenige Jahr umfasst, genügend Ressourcen für die zunehmenden Anforderungen zur Verfügung stellen kann ...

Zusammenfassung und Ausblick

Die neunziger Jahre haben große Veränderungen in der Arbeitsplatzausstattung und Arbeitsweise mit sich gebracht. Auf der einen Seite gab es gewaltige Fortschritte in punkto Leistungsstärke und Funktionsumfang der Geräte sowie Benutzerkomfort der Programme. Die zunehmende Komplexität führte auf der anderen Seite aber zu völlig neuen Problemen in den Bereichen Netzlast, Softwareverteilung und Betreuung. Diese stürmische Entwicklung stellt gleichzeitig hohe Ansprüche an die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des ITZ, insbesondere an ihre Lernbereitschaft und Flexibilität.

Auch wenn sich die Komplexität der Aufgaben der LfU zwangsläufig in der IuK-Ausstattung

widerspiegeln muss, so ist aufgrund der zurückgehenden Personalressourcen zur Sicherung einer zufriedenstellenden Betreuung der Systeme und Anwender in den kommenden Jahren eine weitere Vereinheitlichung von Hard- und Software sowie Softwareentwicklung, ferner der verstärkte Einsatz zentraler Administrationstools

erforderlich. Nur so kann die Unterstützung der Umweltaufgaben durch die IuK-Technik auch zukünftig effektiv und wirtschaftlich gewährleistet werden.

Andreas Kammerer, Günther Hofmann,
Diana Bagger, Kurt Scherer

Das Informationssystem Wasser, Abfall, Altlasten, Boden (WAABIS) - eine Großbaustelle des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg

In der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) wird zur Zeit intensiv an einem wichtigen Bereich des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg gearbeitet: an der Realisierung der ersten Stufe des Informationssystems Wasser, Abfall, Altlasten, Boden (WAABIS), das in allen Dienststellen der Umweltverwaltung zum Einsatz kommen wird (s. Abb. 1).

Warum wird WAABIS eingeführt ?

Mit der Neuorganisation der Wasserwirtschaftsverwaltung im Jahr 1995 wurden die Aufgaben der vormaligen Ämter für Wasserwirtschaft und Bodenschutz auf verschiedene Dienststellen des Landes und der Kommunen übertragen: auf die unteren Verwaltungsbehörden der Stadt- und Landkreise, auf die Gewässerdirektionen und die Gewerbeaufsichtsämter. Daher war auch die Ablösung des alten Datenverarbeitungssystems der Wasserwirtschaft (KIWI - Kommunikativ integriertes wasserwirtschaftliches Informationssystem) durch das neue WAABIS unumgänglich. Projektträger des Vorhabens WAABIS ist das Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, die LfU ist durch ihr Informationstechnisches Zentrum (ITZ) und die jeweiligen Fachabteilungen intensiv daran beteiligt. Das ITZ ist zusammen mit der Datenzentrale Baden-Württemberg Projektentwicklungsstelle für die neue WAABIS-Software. Die Fachabteilungen der LfU koordinieren und steuern die fachlich-inhaltliche Abstimmung mit den an WAABIS beteiligten Umweltdienststellen, die für die Bearbeitung der Umweltaufgaben innerhalb von WAABIS relevant sind. Bedingt durch den Umbau von einer "behörden-orientierten" hin zu einer mehr "aufgaben-orientierten" Datenverarbeitung in der Umweltverwaltung hatte die LfU hierbei mehrere Herausforderungen durch WAABIS zu bewältigen.

War früher die Fachzuständigkeit für einen Umweltbereich in aller Regel bei einer Behörde konzentriert, sind nun die Zuständigkeiten oft über mehrere Dienststellen verteilt. So sind z.B. die Stadt- und Landkreise für kommunale Kläranlagen und kleinere Industriekläranlagen, die Gewerbeaufsicht für Industriekläranlagen und die Gewässerdirektionen für die Gewässerökologie zuständig. Relevante Informationen über Einleitungen und die Gewässergüte werden jedoch in allen Dienststellen benötigt. Daher war klar, dass WAABIS als KIWI-Nachfolger nicht mehr als ein großes Anwendungsprogramm für eine Umweltbehörde erstellt werden konnte, sondern als Verbund verschiedener EDV-Fachanwendungen, den sogenannten WAABIS-Modulen (s. Abb. 2). Alle betroffenen Umweltbehörden müssen das entsprechende Modul als Teil von WAABIS für eine bestimmte Aufgabe einsetzen können. So verwenden z.B. Stadt- und Landkreise und die Gewerbeaufsichtsämter im Kern das gleiche Programm, um Daten aus Industriekläranlagen abzurufen.

Neben der flexiblen Übertragbarkeit von Anwendungen auf verschiedene Umweltdienststellen erfordert diese Ausgangslage vor allem auch die Durchgängigkeit und Austauschbarkeit der Informationen und Daten. Die vielfältigen fachlichen und aufgabenbezogenen Verflechtungen der in WAABIS zu behandelnden Umwelt-Datenbereiche wurden in einem sogenannten Datenkatalog detailliert beschrieben (s. Abb. 3) und den verschiedenen Teilprogrammen des WAABIS zugeordnet. Oberste Zielsetzung war dabei eine qualitativ konsolidierte Datenhaltung, die eine teure Mehrfacherfassung und -haltung von Umweltdaten vermeidet.

Wie ist WAABIS aufgebaut ?

Grundprinzip der WAABIS-Architektur ist die dezentrale Datenhaltung und –pflege in den beteiligten Dienststellen. Dabei sind die benutzten Programme und Datenbanken jeweils von der Struktur her überall identisch installiert, die jeweils verfügbaren Dateninhalte aber in jeder Dienststelle unterschiedlich. So kann im Rahmen des WAABIS-Moduls "Grundwasserdatenbank" ein Stadt- oder Landkreis für die Grundwasserüberwachung neben den eigenen Daten bei Bedarf die gemessenen Werte von Grundwassergüte-Messstellen aus Nachbarkreisen oder aus den Landesmessnetzen der LfU lesend erhalten. Solche Grundwasserdaten können auch in anderen WAABIS-Modulen wie den Programmen "Altlasten" oder "Anlagenbezogener Gewässerschutz" genutzt werden.

Als wesentliche Ergänzung zu den lokalen Datenverarbeitungssystemen in den einzelnen Dienststellen vor Ort betreibt das ITZ eine zentrale Referenzdatenbank für WAABIS, in der die landesweiten Pflicht-Datenbestände für übergreifende Auswertungen zusammengeführt und für den Datenaustausch bereitgestellt werden. Das hierfür entwickelte Berichtssystem ermöglicht aufgrund der verwendeten Internettechniken für alle Nutzer einen kostengünstigen Zugang zum WAABIS-Zentraldatenbestand und zu weiteren Umweltdaten der LfU, da für den Datenzugriff vor Ort in aller Regel die bereits vorhandene Software für den Internetzugang ausreicht (s. Abb. 4). Dieses Berichtssystem soll künftig für die Weitergabe von Umweltdaten an die Öffentlichkeit über das Internet genutzt werden (Adresse: <http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/lfu>).

Was kann WAABIS leisten ?

Mit diesen modernen Techniken leistet WAABIS einen großen Beitrag zu einer effizienten Umweltverwaltung: die Vorortbehörden werden mit arbeitsunterstützenden Verfahren zur Vorgangsbearbeitung ausgestattet, die gleichzeitig eine landesweit einheitliche Datenführung erlauben. Auf der Ebene der zentralen Datensammlungen der LfU wird die Verfügbarkeit, die Durchgängigkeit und die Verknüpfbarkeit von Umweltdaten im Rahmen des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg erleichtert.

Der Auf- und Ausbau eines Umweltinformationssystems ist eine Generationenaufgabe, die nur schrittweise geleistet werden kann. WAABIS erweitert diese Aufgabe um die Komponente der verstärkten Zusammenarbeit von Land und Kommunen bezüglich der Arbeitsunterstützung vor Ort, der Datenverarbeitungstechnik und des effektiven Datenaustausches. Dies eröffnet die Chance eines verbesserten Zugangs zu Umweltdaten für die gesamte Umweltverwaltung und für den Bürger und baut gleichzeitig der Gefahr verschiedener Insellösungen und damit eines teuren Auseinanderlaufens der Umweltsysteme vor.

Im Rahmen des Vorhabens WAABIS übernimmt die LfU in wesentlichem Umfang Aufgaben der fachlichen und informationstechnischen Koordination der Umweltverwaltung. Die LfU mit ihrer Kombination von Fachpersonal mit naturwissenschaftlichem Umwelt-Knowhow und Datenverarbeitungswissen wird sich auch in Zukunft dieser permanenten Herausforderung stellen.

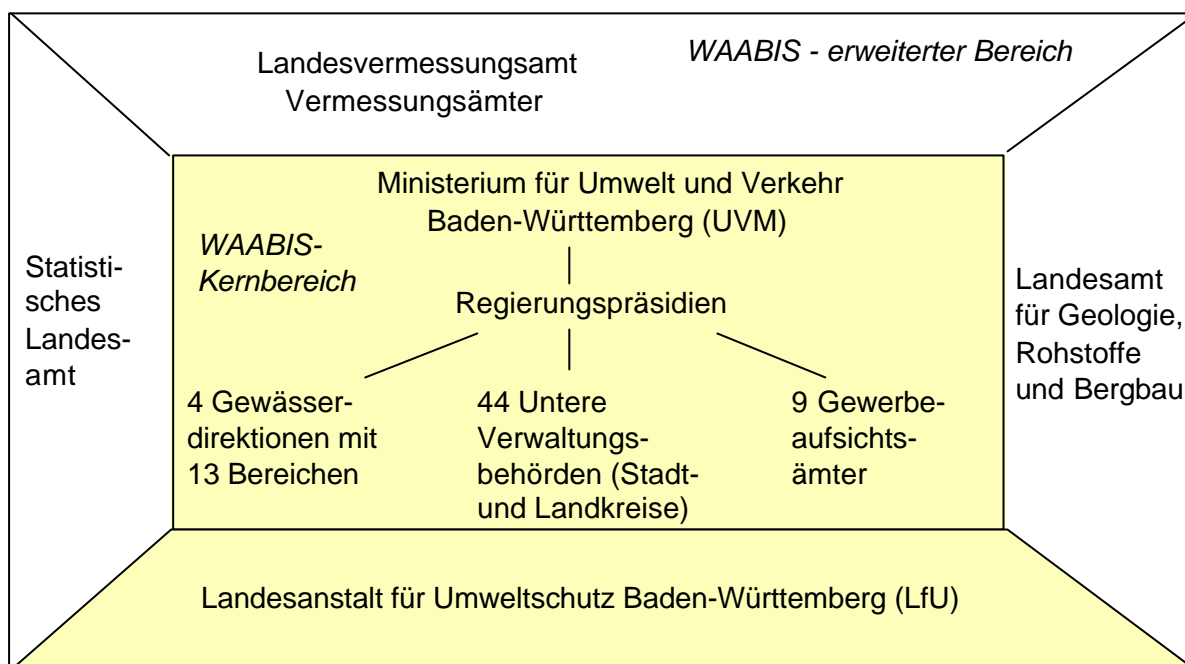


Abb. 1: Die am Datenverbund WAABIS beteiligten Dienststellen der Landesverwaltung und der Kommunalverwaltung Baden-Württemberg. In der ersten Stufe wird WAABIS bei den Dienststellen des Kernbereichs sowie bei der LfU eingesetzt.

Modul 1	Wasserbuch
?	Zentrale Haltung von Wasserrechten
Modul 2	Anlagenbezogener Gewässerschutz
?	Abwasser, Regenwasserbehandlung
?	Kläranlagen, Einleiter, Deponien
Modul 6	Altlasten
?	Altlastenstandorte
Modul 7	Gewässerinformationssystem (GewIS-Pflichtdaten)
?	Wasserschutz-, Überschwemmungsgebiete
?	Hochwasserrückhaltebecken, Wasser-Entnahmestellen
Modul 8	Grundwasser
?	Grundwassermessstellen
Modul 10	Graphiksystem
?	Kartographiearbeitsplatz (ArcView)
Modul 15	Berichtssystem
?	Zugriff auf WAABIS Referenzdatenbank
Modul 16	Labordatenübertragungssystem
?	Chemisch-Physikalische Labordaten

Abb. 2: Die in der ersten Stufe realisierten Teilprogramme des WAABIS (WAABIS-Module), die zum Jahresende 1999 die Altsysteme der Wasserwirtschaft landesweit ablösen.

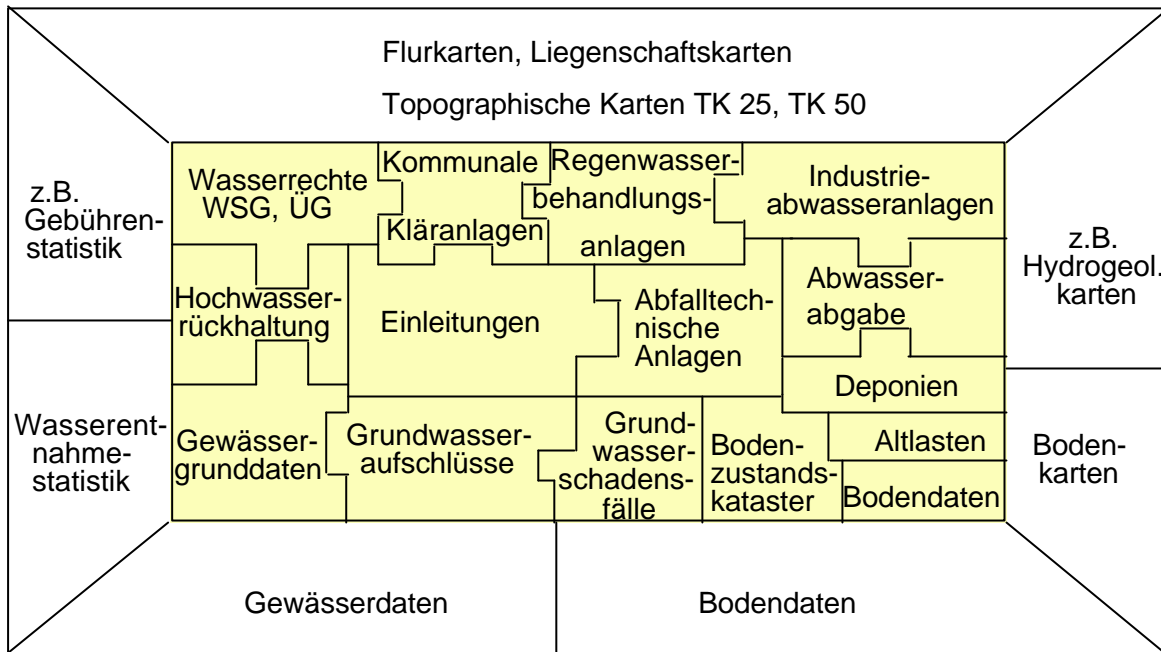


Abb. 3: Das Puzzle der vielfältigen Datenbereiche des Informationssystems Wasser, Abfall, Altlasten und Boden (WAABIS) mit den direkt durch WAABIS behandelten Daten in der Mitte. Der Randbereich zeigt die wichtigsten Datenbestände aus dem erweiterten WAABIS-Bereich, die die Aufgabenerledigung im WAABIS-Verbund unterstützen.

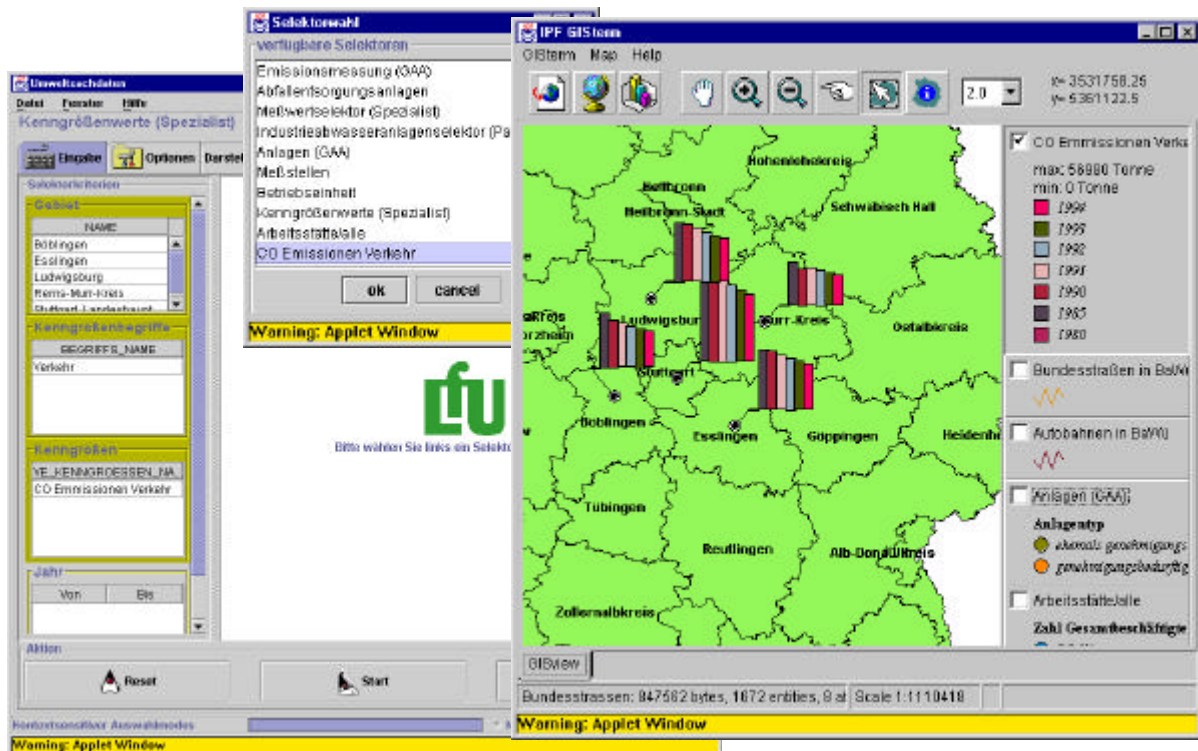


Abb. 4: Das WAABIS-Berichtssystem nutzt Techniken des Internet für den übergreifenden Zugang zu relevanten Umweltdaten aus der Referenzdatenbank der LfU für die gesamte Umweltverwaltung.

Die LfU im World Wide Web – Berichte und Daten zur Umwelt online

Das Internet mit der WWW-Technologie ist als Publikationsmedium im Informationsmarkt der Zukunft unverzichtbar. Deshalb nutzt auch das Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (UVM) dieses Medium seit Anfang 1996, um Umwelt- und Verkehrsinformationen für die Öffentlichkeit bereitzustellen. Die Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) liefert die Umweltinformationen und betreibt die WWW-Server. In den letzten Jahren erfolgte eine stetige Erweiterung des Informationsangebotes Umwelt und die Verbesserung der eingesetzten Techniken. Auch die LfU-Einstiegsseite präsentiert sich seit Januar 1999 im neuen Design (Abb.1).

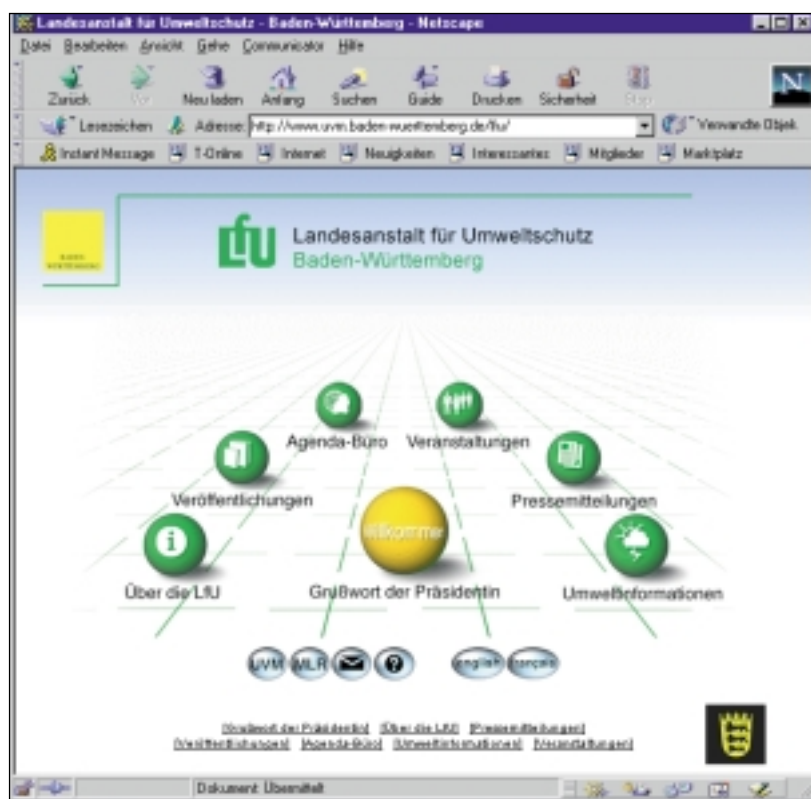


Abb. 1: Startseite der LfU im Internet.

Das Internetangebot der LfU gibt einen Einblick in die Tätigkeitsfelder der LfU. Eine Vielzahl an Informationen mit Umweltbezug, von Fachberichten bis zu aktuellen Messwerten stehen der Öffentlichkeit zur Verfügung. Ein Teil der Informationen ist nur im verwaltungsinternen Netz (Intranet) zugänglich. Derzeit umfasst das Angebot

außer allgemeinen Informationen über die LfU vor allem Umweltdaten in Form von Berichten, aber auch Umweltmessdaten in Übersichtstabellen. Von besonderem Interesse sind die aktuellen Messwerte wie Luftmessdaten, Ozonaten, Radioaktivitätsdaten und Hochwasserdaten. Das belegen in den Web-Seiten eingebaute Zugriffszähler und Serverstatistiken (Abb. 2).

Internet-Server und Firewall

Der Anschluss an das Internet birgt etliche Risiken für die internen Informationssysteme. Dazu

gehört die Gefahr, dass nicht autorisierte Personen in das Datennetz der LfU eindringen. Dies könnte z. B. zum Verlust von vertraulichen Informationen führen, die Manipulation von Daten könnte einen größeren Imageschaden in der Öffentlichkeit erzeugen oder die Netzverfügbarkeit könnte gestört werden. Deshalb wird im ITZ ein Rechner mit spezieller Sicherheitssoftware, eine sogenannte Firewall, betrieben. Sie regelt, welche Kommunikation in und aus dem Netz der LfU erlaubt ist. Die Firewall und damit verbunden die Sicherheit sind entsprechend der raschen technologischen Entwicklung aktualisiert worden. Die Umweltdaten und Informationen der LfU und des UVM werden auf WWW-Servern zur Verfügung gestellt. Neben dem bisher eingesetzten und bewährten Server (Apache unter Unix) wurde ein weiterer Server (IIS unter NT) aufgebaut, um die für diese Plattform neu entwickelten Anwendungen ebenfalls im Internet präsentieren zu können.

Intranet und Internet

Das gesamte Web-Angebot der LfU wird zunächst auf einem internen WWW-Server im

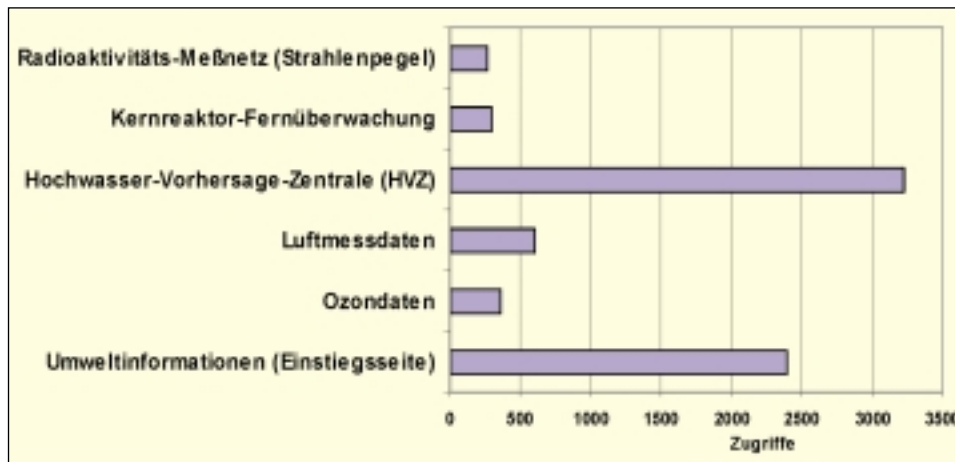


Abb. 2: Zugriffe auf Informationsseiten der LfU im Internet 4.3.99–22.4.99 (Hochwasserfall, keine erhöhten Ozonwerte).

LfU-Intranet gehalten. Durch Aktualisierungsmechanismen wird der Teil des Angebots, der für die Veröffentlichung bestimmt ist, durch die Firewall hindurch auf den öffentlichen Server übertragen (Abb. 3). Die Trennung zwischen Intranet- und Internet-Server ermöglicht für die Systemverwalter und Autoren von WWW-Angeboten eine bessere Qualitätssicherung. Dokumente können im Intranet einfacher gepflegt und getestet werden, als das auf einem abgeschirmten öffentlichen Rechner der Fall wäre.

Aktuelle Messwerte werden aus den zentralen Datenbanken der LfU geholt, sobald sie aktualisiert wurden und ereignisgesteuert für die dynamische Erzeugung der Informationsseiten im verwaltungsinternen Netz genutzt (Ozondaten, Luftschadstoffe, Hochwasserdaten, Kernkraftwerk-Fernüberwachung). Wenige Minuten danach können die Informationsseiten für die Öffentlichkeit bereitgestellt werden. Die Frequenz der Aktualisierung kann individuell eingestellt werden und bei aktuellen Messdaten im Alarmfall im Minutenbereich liegen, während im Normalfall eine stündliche Aktualisierung erfolgt. Im Ausnahme- oder Dringlichkeitsfall kann die Aktualisierung auch von Hand gestartet werden. Ein direkter Zugriff der Öffentlichkeit auf die internen Datenbanken ist aus Sicherheitsgründen technisch gesperrt.

Die Verwaltung nutzt das Intranet für die interne Verbreitung von Informationen (LfU-Handbuch, ITZ-Informationen) zur Regelung der Geschäftsabläufe. Damit hat das LfU-Intranet Aufgaben

übernommen, die bisher zum Teil das Bürokommunikationssystem der LfU erledigt hat. Weitere interne Dienste wie die Einrichtung einer Newsgroup zur offenen Diskussion einzelner Themen (z. B. „Leitbild der LfU“) werden bei Bedarf eingerichtet, um eine breite Mitarbeiterbeteiligung zu erreichen. Künftig werden über WWW auch vielfältige Online-Abfragen und Ver-

knüpfungen von Messdaten direkt aus der Datenbank möglich sein. Dazu wird nach dem Vorbild von heutigen zentralen Berichtssystemen ein allgemeines Auskunfts- und Berichtssystem auf der Basis von WWW-Technologien in Java entwickelt. Ein Prototyp wird bereits heute im Intranet angeboten.

Wer sucht, der findet – Umweltinformationen

Bei der zunehmenden Fülle von Informationen auf den WWW-Servern im Bereich des UVM müssen die Informationen optimal strukturiert werden, damit die gesuchte Information über Navigation in den Verweisen im Text (Hyperlinks) gefunden wird. Folgende Suchmöglichkeiten müssen angeboten werden:

- Volltextsuche:
Suche nach einem angegebenen Wort(teil) (Stichwort) im Text des Dokuments.
- Schlagwortsuche:
Suche nach einem angegebenen Wort(teil) in einer Schlagwortliste, von der jeweils Verweise auf Dokumentstellen zeigen, die mit dem angegebenen Wort inhaltlich zu tun haben. Das Wort selbst muss nicht im Text vorkommen, sondern ist in der Regel vom Autor vergeben worden.
- Suche mit Thesaurus:
Sämtliche Schlagwörter für ein Fachgebiet sind in einem Thesaurus strukturiert worden (Ober-

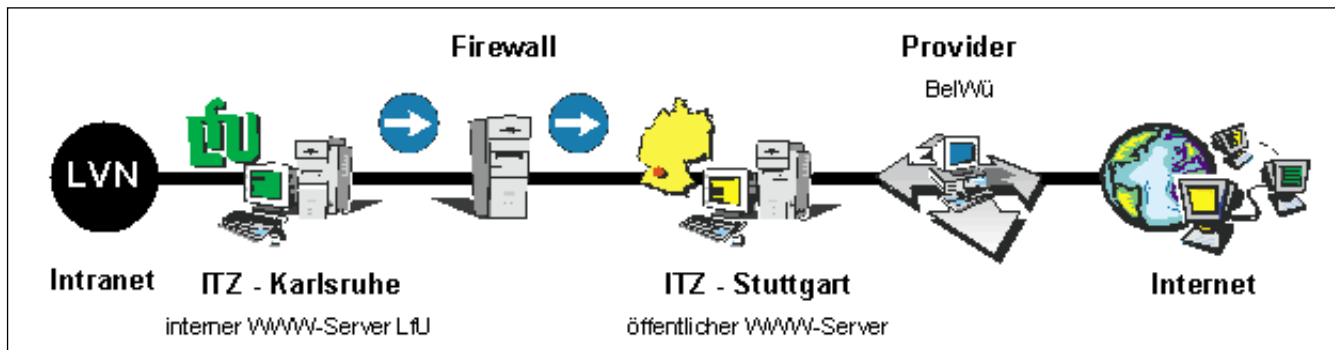


Abb. 3: Intranet- und Internet-Server in der LfU.

Unterbegriffe etc.). Nur solche vorgegebenen Thesaurusbegriffe können als Schlagwörter vergeben werden. Die Suche nach einem angegebenen Wort(teil) erfolgt dann über den Thesaurus und die Verweise auf die Dokumente.

Volltextsuche und Schlagwortsuche sind von den gängigen Suchmaschinen im Internet bekannt. Die gleichen Techniken werden in der LfU im Rahmen der Fachinformationsdienste (siehe nachfolgend Fachdienste) lokal eingesetzt. Der Einsatz einer Volltextsuche für das gesamte LfU-Angebot ist geplant. Eine Suche nach Umweltinformationen mit einem deutschen Umwelt-Thesaurus wurde mit dem Umweltdatenkatalog realisiert.

Der Umweltdatenkatalog – was ist das?

Der Umweltdatenkatalog (UDK) ist ein Werkzeug, das die umfassende Beschreibung von Umweltdaten jeglicher Art ermöglicht, mit dem Ziel, diese Datenbestände unter verschiedenen Gesichtspunkten auffindbar zu machen, so wie etwa auch Bibliothekskataloge große Literaturbestände erschließen. Der Thesaurus des Umweltbundesamtes zur einheitlichen Vergabe von Suchbegriffen gewährleistet, dass nicht verschiedene Begriffe für denselben Inhalt verwendet werden.

Seit 1996 besteht eine Bund-Länder-Kooperation Umweltdatenkatalog, der sich fast alle Länder angeschlossen haben. Auch Österreich setzt den UDK flächendeckend ein. Von der LfU wurde eine WWW-Rechercheoberfläche für den Umweltdatenkatalog entwickelt, die mehrere

Länder übernommen haben. Basierend auf den Praxiserfahrungen wurde 1997/1998 die Konzeption des Umweltdatenkatalogs grundlegend überarbeitet.

Der neue WWW-UDK als qualifizierte Suchmaschine

Seit Ende 1999 steht im WWW-Angebot der LfU der neue WWW-UDK 4.0 zur Verfügung (Abb. 4). Durch die Präsentation im Internet wird bei einem Einstieg über den Umweltdatenkatalog die Bereitstellung von Informationen ermöglicht, die weit über die Datenbankinhalte der PC-Version des UDK hinausgehen. So können unter anderem Verweise auf aktuelle Messdaten, auf Rechtsvorschriften und Kartenausschnitte eingetragen werden.

Aus Sicht des Informationsangebots im Internet stellt der UDK gleichzeitig eine qualifizierte Suchmaschine dar, über die die Inhalte dieses Angebots nach unterschiedlichen Gesichtspunkten aufgefunden werden können, was bei dem laufend wachsenden Umfang der Informationen immer wichtiger wird. Daher wurde es auch ermöglicht, die Suche gezielt auf Inhalte des Internet bzw. Intranet zu beschränken.

Erweiterte Suchmöglichkeiten bietet eine in der neuen Programmiersprache Java entwickelte Version des UDK. Damit ist es beispielsweise möglich, eine einfache kartenbasierte Suche durchzuführen oder über eine baumartige Darstellung der UDK-Inhalte – dem UDK-Navigator – in die Suche einzusteigen, ähnlich wie bei gängigen PC-Programmen. Der UDK-Navigator wird auch in das Auskunfts- und Berichtssystem zur

Online-Abfrage von Messdaten aus Datenbanken integriert.

Anwendungssysteme zum elektronischen Publizieren im WWW

Für das Publikationsmedium Internet müssen vorhandene Umweltinformationen in geeigneter Weise aufbereitet werden. Diese Aufgabe, die sowohl vom ITZ als auch von Autoren in den LfU-Fachabteilungen geleistet wird, erfolgt mit Software-Werkzeugen, die zum Teil erst entwickelt werden mussten, da noch keine Standardsoftware existierte. Das Ziel, Publikationen zielgruppengerecht anzubieten und gleich bei der Erstellung optimal für alle Medien wie Druck, CD-ROM

und WWW zu gestalten, wurde in der LfU im Rahmen mehrerer Projekte umgesetzt:

Hypermediatechniken für Umweltdaten (HUDA)

In Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt wurde für die Umweltberichterstattung ein Arbeitsplatz entwickelt, an dem mit verschiedenen Werkzeugen der Hypermediatechnik Umweltberichte erstellt, verwaltet und für die o.g. Medien erzeugt werden können. Während der Erstellung werden bereits die Metadaten, d.h. die Informationen für eine spätere Suche über den Umweltdatenkatalog erfasst. Die Bearbeitung erfolgt an einem Redaktionsarbeitsplatz, der ein Standardwerkzeug aus dem Druckereiwesen (Desk-Top-Publishing-Tool) enthält. Mehrere HUDA-Arbeitsplätze werden derzeit in der

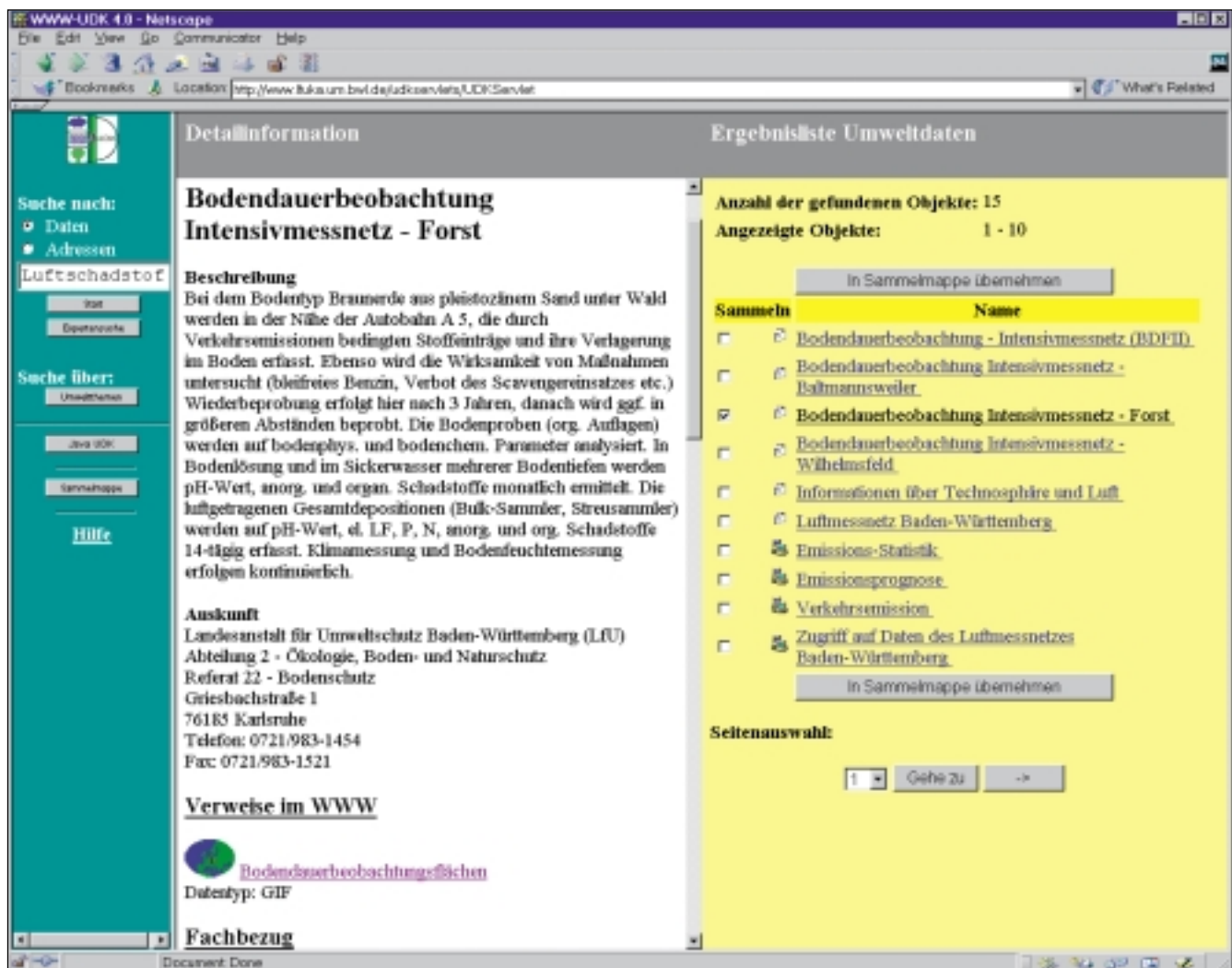


Abb. 4: Die Suchmaske des WWW-UDK 4.0 mit dem Ergebnis einer einfachen Abfrage. Links wurde der Begriff „Luftschadstoff“ eingetragen, worauf man im rechten gelben Fenster den ersten Teil der Liste der Suchergebnisse erhält. Nach dem Anklicken eines der Ergebnisse erscheinen im mittleren Fenster die Detailinformationen zu dem Datenbestand. Hier finden sich auch Verknüpfungen zu weiteren Informationen im Internet.

LfU für die zentrale Umweltberichterstattung eingesetzt.

Fachdienste **XfaWeb**

In den Aufgabenbereichen **Altlasten**, **Naturschutz** und **Boden** (Fachdienste **AlfaWeb**, **NafaWeb**, **BofaWeb**) werden fachspezifische Informationssammlungen mit Dokumenten, Materialien, Berichten zielgruppengerecht über Recherchetechniken zugänglich gemacht. Dazu kommen Hinweise zur Vorgangsbearbeitung für den Vollzug in den Fachbehörden und für beteiligte Ingenieurbüros. Im Intranet steht eine Vollversion für die Nutzer in der Verwaltung zur Verfügung, während im Internet für die allgemeine Nutzung eine reduzierte Version als Anreiz zum Kauf der CD angeboten wird.

Für die Erstellung und Verwaltung der Informationen wurde ein Systemverwalter-Arbeitsplatz entwickelt, der auf frei zugänglicher Software basiert und ebenfalls die Erfassung von Metainformationen, d. h. Schlagworten vorsieht.

Zentraler Fachdienst Wasser (ZFD/DRS)

Im Aufgabenbereich Wasser werden verwaltungsinterne Vorschriftensammlungen von der LfU für den nachgeordneten Bereich aufbereitet und mit Recherchetechniken (**Dokumenten-Recherche-System**) im internen Netz zur Verfügung gestellt. Für die Recherche wird ein Standardsoftwareprodukt verwendet. Die Verwaltung erfolgt derzeit noch über die Werkzeuge des zugehörigen Betriebssystems. Ein komfortabler Ausbau ist geplant.

Dokumentenverwaltung im **Web-Archiv** (DIWA)

Im Rahmen eines Entwicklungsvorhabens wird eine Autoren- und Administratorkompo-

nente entwickelt, die ein Standardsoftwareprodukt erweitert. Damit können Dokumente, die mit der Standard-Bürokommunikationssoftware des Landes erstellt wurden, für komfortable Recherchen zugänglich gemacht werden.

Ausblick

Ein wachsender Aufgabenbereich ist die Entwicklung von WWW-Fachanwendungen mit Online-Zugriff auf Datenbanken, vor allem im Rahmen des UIS Baden-Württemberg (siehe Beitrag WAABIS). Auf Bund-Länder-Ebene muss zunehmend die Einbindung der eigenen Web-Angebote in übergreifende Umweltnetzwerke betrachtet werden. Mit der Teilnahme am Bund-Länder-Projekt German Environmental Information Network (GEIN2000) ist geplant, Umweltinformationen aus allen Bundesländern für die Weltausstellung in Hannover gemeinsam zu präsentieren (<http://www.gein.de>).

Ziel bleibt eine ständige Erweiterung des WWW-Angebots bei gleichbleibend hoher Qualität. Dies kann nur durch weiteren Ausbau der Qualitätssicherung und der Metadatenverwaltung erreicht werden. Durch optimalen Einsatz der verfügbaren Personal- und Sachmittel sollen solide Grundlagen für die verwaltungsinterne Nutzung von Umweltinformationen zur rationelleren Aufgabenerledigung geschaffen und gleichzeitig der öffentliche Bedarf an Umweltinformationen aus Baden-Württemberg abgedeckt werden.

Renate Ebel, Ewa Hofsäß, Armin Koch
Thomas Sattler, Martina Tauber

PC-gestützte Kartographie – ein Service für die ganze Umweltverwaltung

Inzwischen kennt sie fast jeder: bunte Computer-Landkarten, dreidimensionale Geländedarstellungen und sogar simulierte Autofahrten oder Hubschrauberflüge durch virtuelle Gebirgslandschaften auf den Spielkonsolen von 10-Jährigen. Die Frage, wie viel denn von solchen Techniken schon in die Praxis der Umwelthanwendungen übernommen werden konnte, liegt natürlich nahe. Ein wirklicher Vergleich erfordert allerdings mehr als nur eine oberflächliche Betrachtung der Bildeffekte. Sicher, beeindruckend sind die fast realistisch wirkenden Landschaften schon, aber versucht man z. B. einen Flugsimulator einmal zu fragen

- über wie viele geschützte Biotope er gerade geflogen ist,
- welche Fläche ein bestimmtes Wasserschutzgebiet abdeckt und welche Belastungen z. B. durch Eintrag von Nitrat aus Düngemitteln dort entstehen oder
- welche Gewässerqualität im Oberlauf des Neckars vorliegt und welche Fischarten dort noch vorkommen,

dann wird schnell klar, dass die Mehrzahl der bunt bewegten Bildsysteme nicht das richtige Werkzeug für die genannten Anfragen sein dürfte.

Antworten können allerdings die sogenannten Geographischen Informationssysteme geben, kurz GIS genannt. Diese für alle raumbezogenen Darstellungen und Auswertungen entwickelte Spezial-Software ist aus zahlreichen Einsatzgebieten des Umweltschutzes inzwischen nicht mehr wegzudenken. Moderne Geographische Informationssysteme nutzen neben den noch von Hand erfassten geometrischen Informationen, also Koordinaten in Form von Punkten, Linien und Flächen die zahlreich vorhandenen Papierkarten die über automatische „Scanner“ eingeleitet und aufbereitet werden. Inzwischen ist die

Qualität der Daten von Flugzeugscannern oder aus der Satelliten-Fernerkundung in ihrer zeitlichen und räumlichen Auflösung so hoch, dass sie für aktuelle Zustandserfassungen am Boden den GIS-Nutzern ebenfalls wichtige Informationen liefern.

Die einmal im PC gespeicherten Datengrundlagen lassen sich in fast beliebiger Weise weiterverarbeiten. Beispielsweise können damit beliebige neue Kartendarstellungen mit mehreren sich überlagernden thematischen „Folien“ erzeugt werden. Mit entsprechenden Programmierweiterungen können Ausbreitungsmodelle für das Grundwasser oder für Verkehrslärm berechnet oder sogar geplante Eingriffsmaßnahmen in Natur und Landschaft bilanziert werden. Dass diese teilweise recht unterschiedlichen Anforderungen nicht mit einem einzigen Produkt erledigt werden können, erscheint einleuchtend, denn „Alleskönner“ unter den GIS gibt es leider (noch) nicht.

GIS-Einsatz bei der LfU – früher und heute

Besonders die Möglichkeiten der themenübergreifenden Darstellung von Umweltinformationen haben zu einer wachsenden Nachfrage nach GIS geführt. Inzwischen sind etwa 80 % aller umweltrelevanten Auswertungen „raumbezogen“. Dies bedeutet, dass die meisten als Texte oder Tabellen vorliegenden Umweltinformationen „geocodiert“ sind, d. h. mit Koordinaten versehen werden und damit auf der Computer-Landkarte lagerichtig eingezeichnet werden können. Mit dem bereits 1990 begonnenen Vorhaben „Räumliches Informations- und Planungssystem“ (RIPS) wurden die an den GIS-Einsatz gestellten Anforderungen aus allen Fachrichtungen des Umweltressorts querschnittsorientiert bei der LfU gebündelt. Zur einheitlichen Datenhaltung wurde dafür eine große Karten- und Geometrie-Datenbank ange-

legt (der sogenannte „RIPS-Pool“) und eine darauf abgestimmte Werkzeugpalette für die unterschiedlichen Nutzergruppen bereitgestellt.

Bis zum Beginn des „PC-Booms“ Anfang der neunziger Jahre beschränkte sich der Einsatz von RIPS wegen der hohen Anschaffungskosten für spezielle Hard- und Software und mangels geeigneter Netzverbindungen nur auf wenige Dienststellen. Durch die geringe Verfügbarkeit von Geodaten war eine wirtschaftliche Nutzung zudem nur bei ausgewählten Verfahren möglich: dies waren z. B. der Wasser- und Abfallwirtschaftliche Atlas, die Biotopkartierung, die Karte der Natur- und Landschaftsschutzgebiete oder die Karte der Gewässergüte Baden-Württemberg.

Ganz anders dagegen die heutige Situation in der Umweltverwaltung: preisgünstige und leistungsfähige PCs sind an allen Arbeitsplätzen verfügbar, die Vernetzung über das Landesverwaltungsnetz und zunehmend auch über das Inter-

net ermöglicht eine Anbindung zu fast jedem Nutzer. Inzwischen fallen auch die Preise für die GIS-Software und, was noch wichtiger ist: wertvolle digitale, also für die GIS-Programme direkt nutzbare Datensammlungen werden zunehmend von Behörden und auch von kommerziellen Anbietern bereitgestellt. Auch das Landesvermessungsamt bietet seine Liegenschaftskarte als sogenannte „Automatisierte Liegenschaftskarte“ (ALK) inzwischen auf CD-ROM an. Auf dieser digitalen amtlichen Kartengrundlage können Altlasten- und Schutzgebietskartierungen in Zentimetergenauigkeit durchgeführt werden. Dies ist erforderlich, damit an den über 100 vom ITZ betreuten dezentralen GIS-Arbeitsplätzen rechtsverbindliche Auskünfte und Darstellungen für die Interessenten direkt vor Ort erstellt werden können. Die langfristigen Investitionen des Umwelt- und Verkehrsministeriums in den Aufbau qualitativ hochwertiger und genauer Geodaten tragen damit bereits wesentlich zur verbesserten Aufgabenerledigung im Vollzug bei allen Umweldienststellen bei.

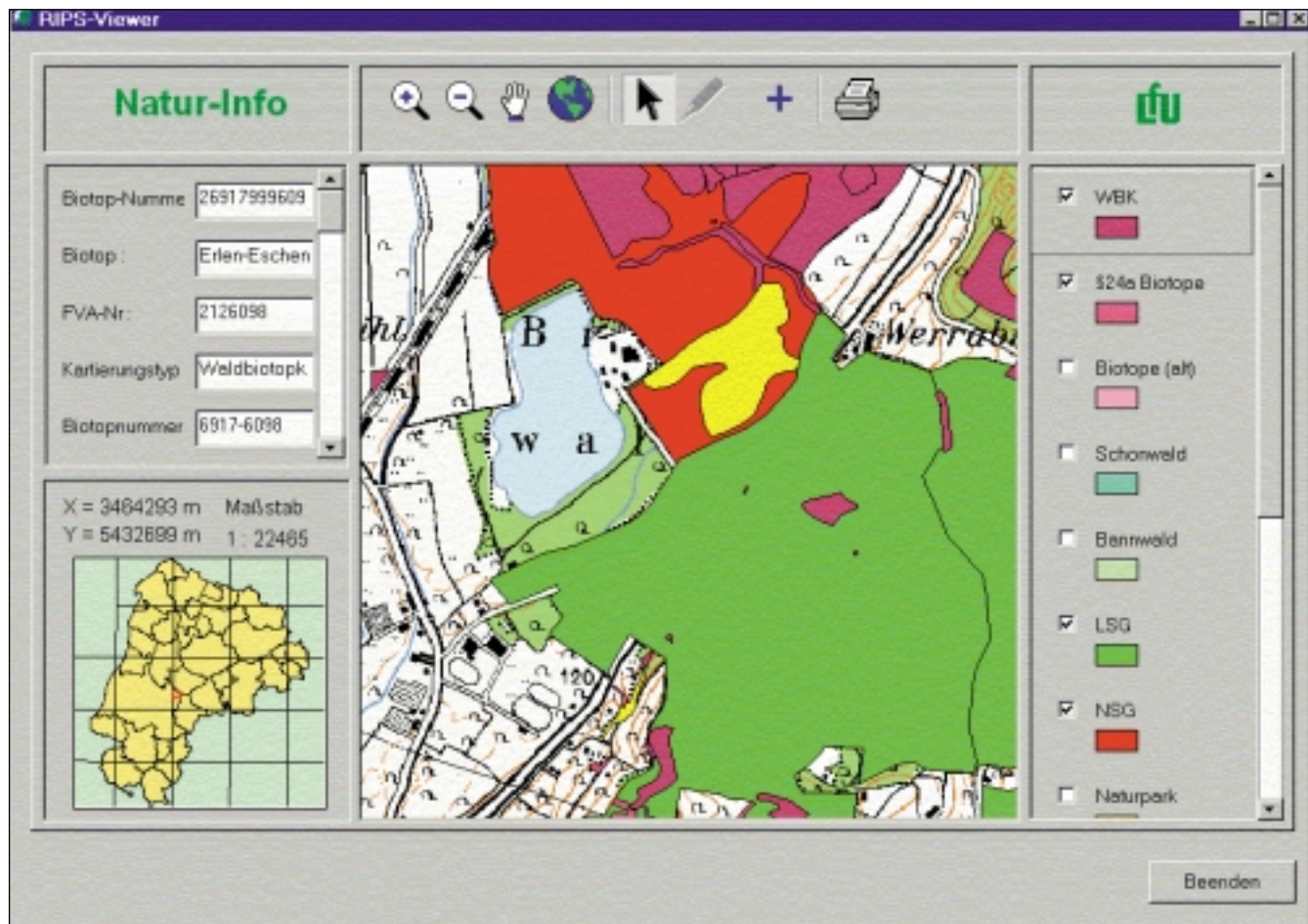


Abb. 1: Nutzung des RIPS-Viewers zur Darstellung von Schutzgebieten und Biotopen.

Welche Aufgaben werden bereits mit den neuen GIS-Techniken unterstützt?

Hauptanforderung der GIS-Nutzer bleibt nach wie vor eine übersichtliche Darstellung der verschiedenen Umweltsachverhalte auf einem topographischen Kartenhintergrund. Während die bislang bei Planungs- und Genehmigungsverfahren, z. B. bei der Festsetzung von Wasserschutzgebieten verwendeten Papierkarten zum Ausgabezeitpunkt oft bereits überholt waren, kann vom PC aus auf eine aktuelle und zudem fachübergreifende Datenbasis zugegriffen werden. Sobald ein Nutzer ein Planungsgebiet am PC (durch eine umgrenzende Linie) erfasst hat, kann er automatisch auf alle dort ausgewiesenen Geodaten wie Biotope oder Wasserschutzgebiete und auf die dazugehörigen Textinformationen wie Artenvorkommen, Satzungen, Schutzziele etc. zugreifen. Wichtig könnte auch die Einbeziehung der in der Grundwasser-Datenbank gespeicherten Nitrat- oder Schwermetallkonzentrationen sein, wie sie an den nächstgelegenen Grundwassermessstellen erhoben werden.

Dem Vorbild des „papierlosen Büros“ folgend, blieb diese sehr effiziente „interaktive“ Arbeitsweise inzwischen auch bei der Grafik nicht ohne Folgen: bisher gab es eine anspruchsvolle, teilweise fast künstlerische Kartenausgestaltung mit hoher Informationsdichte, die für einen großen Nutzerkreis bestimmt war (ansonsten lohnt der hohe Druckkostenaufwand nicht). Nun steht bei der digitalen Präsentation die gezielte Einschränkung (Selektion) und möglichst einfache Darstellung ausgewählter Umweltinformationen im Vordergrund. Für eine schnelle Auskunft über ein bestimmtes Gebiet bieten die auch im Umweltinformationssystem (UIS) zunehmend eingesetzten „Viewer“ geeignete Funktionen an: als Ansichtswerkzeuge zur Präsentation und Verknüpfung von Geo- und Sachdaten stellen sie nur sehr geringe Anforderungen an die Nutzerkenntnisse. Abbildung 1 zeigt einen Ausschnitt aus einer Bildschirmkarte über Biotope und Schutzgebiete (NSG, LSG). Die gelb hervorgehobene Fläche stellt ein Waldbiotop dar, die zugehörige Textinformation kann aus den Beschreibungsfeldern (links oben) abgerufen werden. Mit diesem bei allen Umweltdienststellen

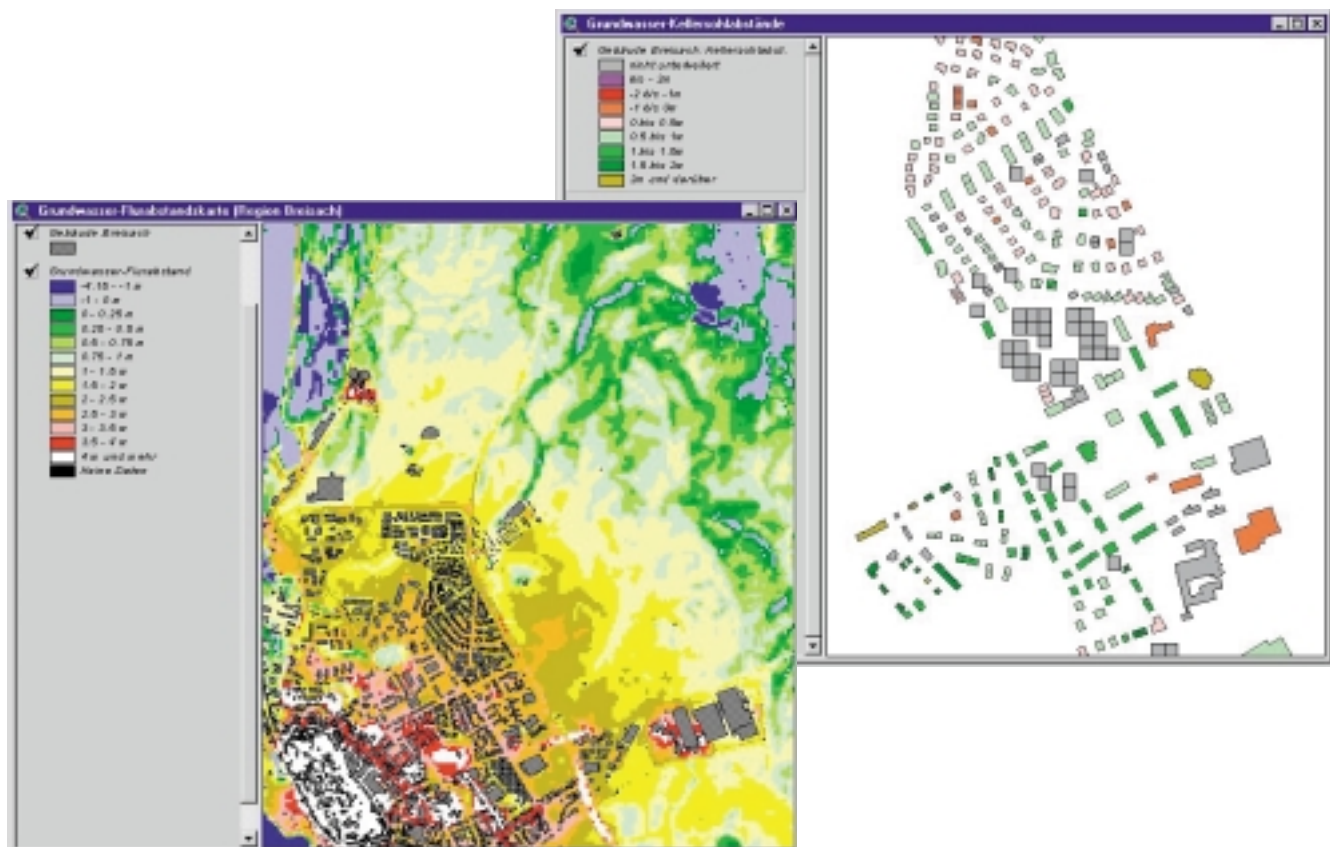


Abb. 2: Bildschirmkarten der Hochwassergefährdung von Gebäuden in der Rheinaue.

ohne Lizenzkosten verfügbaren „RIPS-Viewer“ kann direkt auf einen flächendeckenden Bestand von Umweltdaten zugegriffen werden.

Neben den Unteren Naturschutzbehörden wurden damit auch die über 200 Naturschutzbeauftragten im Lande ausgestattet, um diesen eine geeignete Datengrundlage für die Beurteilung von Eingriffen in die Landschaft zur Verfügung zu stellen. Mit der Möglichkeit, die Fachdaten nach Bedarf zu kombinieren, diese im gewünschten Kartenausschnitt anzuzeigen und per Knopfdruck als Bild in die Textverarbeitung (z.B. MS-WORD) zu kopieren, werden die bislang erforderlichen Arbeitsschritte wesentlich vereinfacht und beschleunigt.

Was entwickelt das ITZ derzeit an weiteren Service-Leistungen für die Umweltverwaltung?

Nicht nur aus dem Vollzugsbereich wächst die Nachfrage nach GIS, auch die Fachspezialisten im UIS haben längst die Fähigkeiten der GIS-Software für ihre Modelluntersuchungen erkannt. So werden auch für die Vorhersagen des Hochwasserschutzes komplexe Analyse- und Verschneidungsfunktionen eingesetzt. In dem Projekt „GIS-GWD“ (GIS-Einsatz bei den Gewässerdirektionen) wird zusammen mit dem Forschungsinstitut für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung (FAW-Ulm) ein praxistauglicher Werkzeugkasten entwickelt. Durch Verschneidung der Geodaten aus dem RIPS-Pool mit den aktuellen Grundwasserständen in der Rheinaue können für kritische Hochwassersituationen mögliche Überschwemmungen prognostiziert

werden: Abbildung 2 zeigt im linken Bild die „Grundwasser-Flurabstände“ (Wasserstand unter Flur), im rechten Bild die sogenannten „Kellersohlabstände“ (Kellersohle unter Flur). Beim dargestellten Szenario würden in den rot markierten Gebäuden die Keller durch das ansteigende Grundwasser überschwemmt. Im Ernstfall könnten frühzeitig geeignete Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

Nach dem Umweltinformationsgesetz sind die Umweltbehörden seit 1996 zur Abgabe von Informationen an die Öffentlichkeit verpflichtet. Auch dabei spielt natürlich der Lagebezug eine wichtige Rolle: jeder Bürger fragt zuerst, ob er mit seinem Haus, Grundstück etc. betroffen ist. Mit der zunehmenden Akzeptanz des Internets auch bei Privatpersonen – im Jahre 1998 war bereits jeder zehnte Haushalt in Baden-Württemberg „vernetzt“ – stellt sich auch für die GIS-Anwendungen die Frage nach einer „webfähigen“ Lösung. Mit der Neukonzeption des UIS für das „Informationssystem Wasser, Abfall, Altlasten und Boden“ (WAABIS) wird gerade dieser Forderung Rechnung getragen: die derzeit für die Kreisverwaltungen entwickelten GIS-Lösungen sind bei Bedarf technisch komplett vom Landes-Intranet auf das Internet übertragbar. Zu lösen sind allerdings vorher noch Fragen zu den Nutzungsrechten, Datenschutz- und Sicherheitsanforderungen sowie evtl. Gebührenregelungen. Grundsätzlich kann mit der eingesetzten Technik aber künftig allen Interessenten von raumbezogenen Umweltdaten ein Zugang zu den großen zentral vorgehaltenen Daten- und Kartenbeständen bei der LfU angeboten werden.

Manfred Müller

Die informationstechnische Betreuung der Umweltdienststellen – Einführung und Betrieb des Zentralen Benutzerservices

Das Informationstechnische Zentrum (ITZ) der LfU betreibt Rechner und Netze und entwickelt Anwendungen für die Nutzer in der Umweltverwaltung des Landes. Mit der einmaligen Installation dieser Geräte und Programme ist es jedoch nicht getan: trotz aller vorbeugenden Maßnahmen streikt diese Technik gelegentlich oder den Anwendern unterlaufen Fehler. In solchen Fällen leistet das ITZ Hilfe. Doch an wen wendet sich der betroffene Benutzer? Früher meist an denjenigen im ITZ, von dem er annahm, dass er ihm am ehesten helfen könne. Aber: der Spezialist war vielleicht gerade mit etwas anderem beschäftigt oder für das Problem war doch jemand anderes zuständig. Und was war, wenn dem Benutzer kein passender Spezialist bekannt war? Er rief dann eben „irgendwo“ an.

Um diesen Zustand, der für Benutzer wie ITZ gleichermaßen unbefriedigend war, zu verbessern, wurde in den letzten Jahren schrittweise ein neues Organisationskonzept eingeführt, das zusätzlich durch geeignete Software unterstützt wird. Es wurde 1998 formell in Kraft gesetzt. Darin wird der „Zentrale Benutzerservice“ (ZBS) als Aufgabe des ITZ definiert. Der ZBS unter-

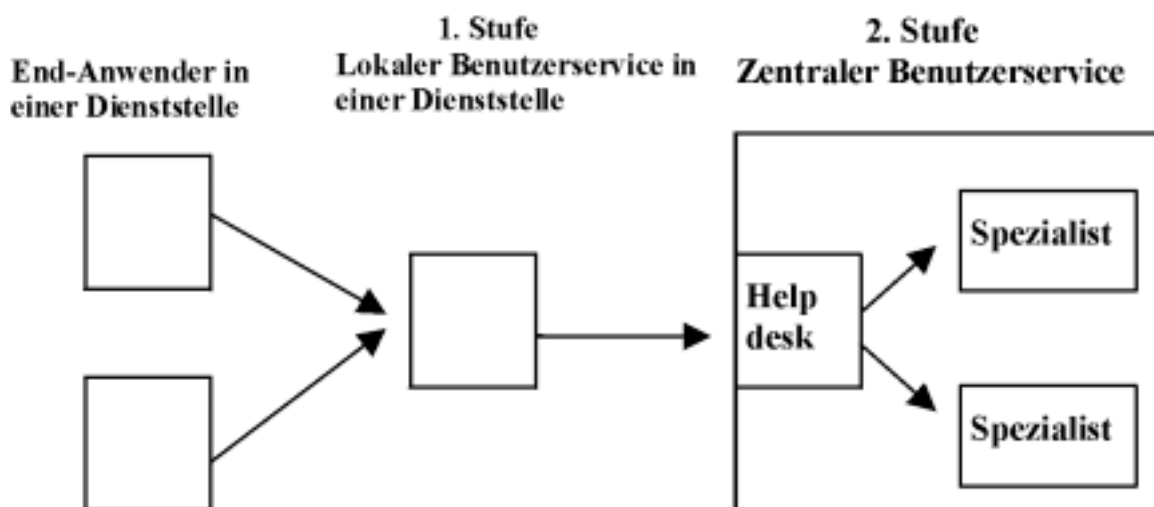
stützt die vor Ort arbeitenden Benutzerservices der Umweltdienststellen bei der Behebung von Problemen im Bereich der Informationstechnik. Umweltdienststellen im Geschäftsbereich des Umwelt- und Verkehrsministeriums sind die Gewerbeaufsichtsämter, die Gewässerdirektionen und deren Bereiche sowie die Bezirksstellen für Naturschutz und Landschaftspflege im Geschäftsbereich des Ministeriums Ländlicher Raum.

Weiterhin informiert der ZBS diese Dienststellen über standortübergreifend relevante Störungen oder Termine, z. B. wenn eine zentrale Komponente, etwa während einer Systemwartung, nicht erreichbar ist. Eine solche zentrale Komponente könnte beispielsweise der Internetzugang sein, der für die Dienststellen im Geschäftsbereich des Ministeriums für Umwelt und Verkehr im ITZ betreut wird.

Organisation des Zentralen Benutzerservice: ein 2-stufiges Modell

Der ZBS umfasst Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Informationstechnischen Zentrums,

Organisation des 2-stufigen zentralen Benutzerservice



„interne Spezialisten“ genannt, die unterstützend für die einzelnen Dienststellen tätig werden. Bei Bedarf greifen Bedienstete des ZBS auch auf externe Spezialisten (Privatfirmen oder ggf. andere Dienststellen) zu.

Die Problemannahmestelle des Zentralen Benutzerservice ist der sog. Helpdesk. Der Helpdesk steuert den ZBS und stellt die Schnittstelle zwischen den Lokalen Benutzerservices der Dienststellen und dem eigentlichen ZBS dar.

Das Betreuungskonzept sieht zwei Stufen der Problembearbeitung vor:

Erste Stufe: Der Mitarbeiter auf der Dienststelle, z. B. in einem Gewerbeaufsichtsamt, wendet sich an seinen lokalen Benutzerservice vor Ort. Dieser ist als Systembeauftragter für den Einsatz der Informationstechnik in seiner Dienststelle verantwortlich, nimmt sich des Problems an und behebt die Störung.

Zweite Stufe: Falls der lokale Benutzerservice vor Ort das Problem nicht lösen kann, nimmt er mit dem zentralen Helpdesk Kontakt auf. Dies kann via Telefon, mittels elektronischer Post oder über ein spezielles Computerprogramm geschehen.

Wie erfolgt die Hilfestellung?

Seit Mai 1998 kann das spezielle Computerprogramm von allen lokalen Benutzerservices der Staatlichen Gewerbeaufsichtsämter und der Gewässerdirektionen sowie deren Bereichen genutzt werden. Über das Landesverwaltungsnetz besteht eine Verbindung zum ITZ. Dort sind die internen Spezialisten mit diesem Programm ausgestattet. Auch externe Firmen sind als „Problemlöser“ eingebunden.

Mit Hilfe dieses Programms werden Fehler oder Probleme in einem festgelegten Verfahren erfasst und beschrieben und an die internen bzw. externen Spezialisten zur Bearbeitung weitergeleitet.

Die Bearbeitungsabläufe dieser Aufträge können zeitlich nachverfolgt sowie die Problemmelder

über die wesentlichen Arbeitsschritte der Problemlösung, insbesondere deren Erledigung, informiert werden.

Was sind die bisherigen Erfahrungen?

Die Einrichtung eines zentralen Benutzerservices brachte viele Vorteile.

Aus Sicht der lokalen Benutzerservices sind dies:

- nur eine, dafür aber ständig „ansprechbare“ Stelle für die Problemmeldung (Helpdesk),
- erhöhte Transparenz: Problem und Status der Problembearbeitung sind jederzeit einsehbar,
- die Überwachung der Problembearbeitung ist an den zentralen Helpdesk im ITZ Stuttgart gegangen (Verantwortlichkeit und Verfolgung des Problems sind ausgelagert),
- Recherchemöglichkeit über alle Problemlösungen in einer Datenbank. Gleichartige Probleme und deren Lösung in verschiedenen Dienststellen werden transparent,
- Nutzung einer stetig wachsenden Lösungs- bzw. Wissensdatenbank.

Aus Sicht des zentralen Benutzerservice sind dies:

- schriftliche und strukturierte Problemdarstellung als Arbeitsgrundlage für die Problembearbeitung,
- rasche Problemzuweisung und -weiterleitung möglich,
- erhöhte Transparenz hinsichtlich des Bearbeitungsstatus der Problemmeldung, die Überwachung der Problembearbeitung wird erleichtert,
- Recherchemöglichkeit über alle Problemlösungen und Nutzung der stetig wachsenden Wissensdatenbank (s. o.),
- Dokumentation der eigenen Arbeit,

- Reduzierung der Problemmeldungen durch Vorfiltern in der ersten Stufe.

Ausblick – Wie geht es weiter?

Derzeit wird das landeseinheitliche „Wasser, Abfall, Altlasten, Boden Informationssystem“ (WAABIS) entwickelt, das außer bei staatlichen Dienststellen auch bei den Stadt- und Landkrei-

sen eingeführt wird. Für die Betreuung der Benutzer dieses Systems soll ebenfalls die Hotline des ITZ genutzt werden. Geplant ist, dass die Regionalen Rechenzentren als erste Betreuungsstufe die Fachanwender bei den Ämtern betreuen und ihrerseits vom zentralen Helpdesk im ITZ als zweiter Stufe mit allen geschilderten Möglichkeiten unterstützt werden.

Claudia Schäfer

Veröffentlichungen der LfU 1998/99

LfU allgemein

Jahresbericht 1996/97 – 134 S.; Karlsruhe 1998 [P6-088 BR]

Landesanstalt für Umweltschutz – Mit uns hat Umwelt Zukunft – 20 S.; Karlsruhe 1999 [P9-109 IN]

Agenda 21 und Umweltmanagement

Der Weg zur Zertifizierung nach der EG-Öko-Audit-Verordnung einschließlich Erweiterungsverordnung – 5. überarbeitete Aufl., 57 S.; Karlsruhe 1998 [P8-042 VG]

Anwendung von Produkt-Ökobilanzen in Unternehmen – Ein Praxisleitfaden mit Tipps, Beispielen und Hintergrundinformationen – 60 S.; Karlsruhe 1998 [P7-047 LF; 18,- DM]

Umweltmanagement für kommunale Verwaltungen – Leitfaden zur Anwendung der EG-Öko-Audit-Verordnung – 62 S., 1 Diskette; Karlsruhe 1998 [P7-048 LF; 18,- DM]

Arbeitsmaterialien zur Einführung von Umweltkennzahlensystemen – 43 S.; Karlsruhe 1999 [P9-105 AU]

Ökologische Umweltbeobachtungen und Ökotoxikologie

Wirkungen von Emissionen des Kfz-Verkehrs auf Pflanzen und die Umwelt – Literaturstudie – 201 S.; Karlsruhe 1999 [P8-046 WE; 30,- DM]

Naturschutz und Landschaftspflege

Der Michaelsberg – Naturkunde und Geschichte des Untergrombacher Hausbergs – von Michael Hassler – 368 S.; 1 CD-ROM; Karlsruhe 1998

(ISBN 3-929366-78-9) [Bezug nur bei: Verlag Regionalkultur, Ubstadt-Weiher bzw. über den Buchhandel; 44,- DM]

Fledermäuse brauchen unsere Hilfe! – von Monika Braun und Alfred Nagel – 4. veränderte Aufl., 26 S.; Karlsruhe 1998 [P3-031 AB]

Kartierung und Schutz – 16 S.; Karlsruhe 1998 [P3-033 UG]

Nature Conservation in the Partner Regions Baden-Württemberg, Catalonia, Lombardy, Rhones-Alpes, Saxony and Wales – Text in deutsch, englisch, französisch, italienisch, katalanisch – 174 S.; Karlsruhe 1998 [P8-016 PR]

Der Natur eine Chance – Neue Wege im Artenschutz – Faltblatt; Karlsruhe 1999 [P9-104 IN]

Der Rohrhardsberg – Neue Wege im Naturschutz für den Mittleren Schwarzwald – von Klemens Fritz et al. – 413 S., Ubstadt-Weiher 1999 (ISBN 3-89735-112-9) [Bezug nur bei: Verlag Regionalkultur, Ubstadt-Weiher bzw. über den Buchhandel; 48,50 DM]

Rote Listen – Gradmesser unserer Umwelt – Faltblatt; Karlsruhe 1999 [P9-108 FB]

Naturschutzgebiet Jusi – Auf dem Berg – von Gisela Bensch et al. – 96 S.; Ubstadt-Weiher 1999 (ISBN 3-89735-102-1) [Bezug nur bei: Verlag Regionalkultur, Ubstadt-Weiher bzw. über den Buchhandel; 14,80 DM]

Das Pfrunger Ried – Entstehung und Ökologie eines oberschwäbischen Feuchtgebietes – von Lothar Zier – 2. korrigierte und erweiterte Aufl., 312 S.; Stuttgart 1998 (ISBN 3-88251-255-5) [Bezug nur bei: Schwäbischer Heimatbund, Weberstraße 2, 70182 Stuttgart; 25,- DM]

Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg – Band 73 (1999); 14 Einzelbeiträge, 351 S.; Karlsruhe 1999 [P6-091 VG; 33,- DM]

Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Baden-Württemberg – 3. neu bearbeitete Fassung, 161 S.; Karlsruhe 1999 (ISBN 3-88251-271-7) [P9-110 RL; 21,- DM]

Florenliste von Baden-Württemberg – Liste der Farn- und Samenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) – 486 S.; Karlsruhe 1998 (ISBN 3-88251-269-5) [P8-044 LS; 30,- DM]

Verzeichnis der Behörden für Natur- und Umweltschutz, von Fachstellen und der Beauftragten für Naturschutz [P7-052 VZ; 6,- DM]

Naturschutz-Info 1/98 – 68 S.; Karlsruhe 1998 [P9-028 BR; 6,- DM]

Naturschutz-Info 2/98 – 64 S.; Karlsruhe 1998 [P9-100 BR; 6,- DM]

Naturschutz-Info 3/98 – 56 S.; Karlsruhe 1998 [P9-102 HB; 6,- DM]

Naturschutz-Info 1/99 – 65 S.; Karlsruhe 1999 [P9-106 BR; 6,- DM]

Naturschutz-Info 2/99 – 63 S.; Karlsruhe 1999 [P9-111 BR; 6,- DM]

Naturschutz-Info 3/99 – 40 S.; Karlsruhe 1999 [P9-118 BR; 6,- DM]

Merkblätter zum Naturschutz

Heckenpflege [P4-038 MB]

Anlage von Hecken und Gehölzflächen [P4-039 HG]

Fallenwirkung und Entschärfung der Straßenentwässerung in Amphibienlebensräumen [P7-051 MB]

Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung im Außenbereich – Grundzüge [P9-112 MB]

Hinweise zur Grabenunterhaltung [P9-113 MB]

Gebietsheimische Gehölze – § 29a Naturschutzgesetz [P9-114 MB; 6,- DM]

Bodenschutz

Literaturstudie zum Transfer von organischen Schadstoffen im System Boden/Pflanze und Boden/Sickerwasser – 207 S.; Karlsruhe 1998 [P9-084 HB; 21,- DM]

Bodenzustandsbericht Großraum Mannheim/Heidelberg – 108 S.; Karlsruhe 1998 [P6-090 BR; 18,- DM]

Ermittlung atmosphärischer Stoffeinträge in den Boden – Nutzung neuer Sammel- und Nachweisverfahren – 124 S.; Karlsruhe 1999 [P6-092 ES; 24,- DM]

Bodenzustandsbericht Großraum Stuttgart – 107 S.; Karlsruhe 1999 [P6-093 BR; 18,- DM]

Bodenaushub ist mehr als Abfall – 70 S.; Karlsruhe 1999 (ISBN 3-88251-272-5) [P6-094 BA; 24,- DM]

Bodendauerbeobachtung in Baden-Württemberg – Untersuchungen ausgewählter organischer Schadstoffe und mikrobiologische Charakterisierung der Standorte – 88 S.; Karlsruhe 1999 [P9-116 HB; 15,- DM]

Industrie und Gewerbe

Kleinfeuerungsanlagen für Heizöl EI und Erdgas – Stand der Technik – 31 S.; Karlsruhe 1998 [P4-032 LF; 12,- DM]

Beratungsprogramm zur Reststoffvermeidung und -verwertung in Baden-Württemberg – Untersuchung von Druckereien – 2. Aufl., 145 S.; Karlsruhe 1999 [P7-0041 BP; 30,- DM]

Beratungsprogramm zur Reststoffvermeidung und -verwertung in Baden-Württemberg – Untersuchung von Eisen- und NE-Metallgießereien – 2. Aufl., 145 S.; Karlsruhe 1999 [P7-053 EM; 30,- DM]

Regelwerke und beste verfügbare Techniken zur Luftreinhaltung sowie Einsatz von Abfällen in der Zementindustrie – 16 S.; Karlsruhe 1999 [P6-095 RW]

Radioaktivität und Strahlenschutz

Überwachung der baden-württembergischen Umgebung kerntechnischer Anlagen auf Radioaktivität – Jahresbericht 1996/97 – 204 S.; Karlsruhe 1998 [P9-101 HB]

Radioaktivität in Baden-Württemberg – Jahresbericht 1996/97 – 112 S.; Karlsruhe 1998 [P9-103 HB]

Überwachung der baden-württembergischen Umgebung kerntechnischer Anlagen auf Radioaktivität – Jahresbericht 1998 – 219 S.; Karlsruhe 1999 [P9-107 HB]

Luftqualität, Lärm, Verkehr

Die Luft in Baden-Württemberg – Jahresbericht 1998 – 66 S.; Karlsruhe 1999 [P6-085 BR]

Kreislaufwirtschaft und Abfallbehandlung

Anlagen zur Aufbereitung von Holzabfällen in Baden-Württemberg – 161 S.; Karlsruhe 1999 [P9-115 AH; 20,- DM]

Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie

Studie über ökohydraulische Durchlaßbauwerke für Hochwasserrückhalteräume – 50 S.; Karlsruhe 1998 [P1-026 ST; 18,- DM]

Regionale Bachtypen in Baden-Württemberg – Arbeitsweisen und exemplarische Ergebnisse an Keuper- und Gneisbächen – 268 S.; Karlsruhe 1998 [P6-089 HB; 36,- DM]

Gewässergütekarte Baden-Württemberg – Gütezustand der Fließgewässer in Baden-Württemberg auf biologisch-ökologischer Grundlage 1998 – 65 S., 4 Karten, 2 Folien; Karlsruhe 1998 (ISBN 3-88251-268-7) [P4-031 HB; 42,- DM]

Beschaffenheit der Fließgewässer – Jahresdatenkatalog 1997 – CD-ROM; Karlsruhe 1998 [P4-033 CD; 60,- DM]

Rauhe Rampen in Fließgewässern – 137 S.; Karlsruhe 1999 [P4-037 RR; 27,- DM]

Naturgemäße Bauweisen – Unterhaltungsmaßnahmen nach Hochwasserereignissen – 66 S.; Karlsruhe 1998 [P3-045 NB; 24,- DM]

Gewässerentwicklung in Baden-Württemberg – Leitfaden Teil 1: Grundlagen – 27 S.; Karlsruhe 1999 [P4-035 GL; 21,- DM]

Gewässerentwicklung in Baden-Württemberg – Faltblatt; Karlsruhe 1999 [P4-034 FB]

Hochwassermeldungen und -informationen in Baden-Württemberg – 12 S.; Karlsruhe 1999 [P4-036 HM]

Ab- und Umbauprozesse in Baggerseen und deren Einfluß auf das Grundwasser – Literaturauswertung – 174 S.; Karlsruhe 1999 [P5-028 LA; 18,- DM]

Hochwasserabfluß-Wahrscheinlichkeiten in Baden-Württemberg – 448 S.; Karlsruhe 1999 (ISBN 3-88251-273-3) [80,- DM]

Auswirkungen der Ökologischen Flutungen der Polder Altenheim – Ergebnisse des Untersuchungsprogramms 1993 – 1996. – Materialien zum Integrierten Rheinprogramm Band 9, Ministerium für Umwelt und Verkehr, Herausgeber: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg und Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein. [Bezug nur über: Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein, Lotzbeckstraße 12, 77933 Lahr; 20,- DM]

Unterhaltung und Pflege von Gräben – 51 S.; Karlsruhe 1999 [P4-041 UP; 21,- DM]

Grundwasserschutz, Wasserversorgung

Grundwasserüberwachungsprogramm – Ergebnisse der Beprobung 1997 – 75 S.; Karlsruhe 1998 [P3-043 HB; 24,- DM]

Grundwasserüberwachungsprogramm – Ergebnisse der Beprobung 1998 – 76 S.; Karlsruhe 1999 [P3-046 HB; 24,- DM]

Grundwasserversauerung in Baden-Württemberg – 210 S.; Karlsruhe 1998 [P3-044 HB; 33,- DM]

Das Grundwasser im Oberrheingraben – Eine elementare grenzüberschreitende Ressource – Informationsmappe, 25 Blätter; Karlsruhe 1998 [P3-041 HB]

Pilotprojekt Karlsruhe: Änderung der Grundwasserbeschaffenheit auf dem Fließweg unter der Stadt – Auswertung und Ergebnisse – 84 S.; Karlsruhe 1999 [P3-047 KA; 24,- DM]

Siedlungswasserwirtschaft

Leitfaden zur Abwasserbeseitigung im ländlichen Raum – 51 S.; Karlsruhe 1998 [Bezug nur über: Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Kernerplatz 9, 70182 Stuttgart]

Bodenfilter zur Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem – 114 S.; Karlsruhe 1998 [P1-027 HB; 24,- DM]

Stromverbrauch auf kommunalen Kläranlagen – 117 S.; Karlsruhe 1998 [P5-027 HB; 21,- DM]

Altlasten und Grundwasserschadensfälle

Altlasteninformationssystem „AlfaWeb“ – CD-ROM, 8868 Web-Seiten sowie 2724 Abbildungen [Bezug nur über: Gesellschaft für angewandte Hydrologie und Kartographie, Rehlingstraße 9, 79100 Freiburg; 349,- DM zzgl. MwSt]

Fachtechnische Kontrolle von altlastverdächtigen Flächen, Altlasten und Schadensfällen – Eignungstests von ausgewählten Grundwassermeßsystemen – 31 S.; Karlsruhe 1998 [P5-022 HB; 15,- DM]

Ergänzung zu Band 20 „Methodensammlung“ – Teil 3: Methoden der Feldanalytik kontaminierter Böden – 21 S.; Karlsruhe 1998 [P5-001 HB; 12,- DM]

Sonstiges

Regenerative Energien – Literaturstudie – PC-Diskette, Word 6.0 Dateien; Karlsruhe 1999 [P7-049 RE; 50,- DM]

Immissionen durch Hochspannungsleitungen – Karlsruhe 1999 [Bezug nur über: Landesanstalt für Umweltschutz, Referat 33]

Bestellungen sind unter Angabe der in eckiger Klammer genannten Bestellnummer bei der Verlagsauslieferung der LfU, JVA Mannheim, Herzogenriedstraße 111, 68169 Mannheim, möglich. Die Preise verstehen sich zuzüglich einer Porto- und Versandkostenspauschale pro kostenpflichtiger Sendung von 6,- DM (Ausland 10,- DM).

Veröffentlichungen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter 1998/99

AURES, R. & WENZEL, H. (1998): „Mobile online betriebene Radioaerosol-Messeinrichtungen in Baden-Württemberg“, ISSN 1013-4506

BAUER, F. & KAMM, K. (1999): Regenerative Energien – Erscheinungsformen, Potenziale, Wirtschaftlichkeit. – In: WLB Wasser, Luft und Boden 4/1999; 27–31.

BECK, E.-M. (1999): Ambient Air Concentrations of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Germany, Fresenius Envir. Bull., 8, 602–608.

BEIßWENGER, T., HELMIG, E. & BERTLEFF, B. (1999): Vier Jahre KaBa (Pilotprojekt Konfliktarme Baggerseen) – Projekte, Ergebnisse und Konsequenzen – In: Kiesgewinnung – Wasser- und Naturschutz, Schriftenreihe des Industrieverbandes Steine und Erden Baden-Württemberg, S. 153–161.

BLOSSEY, S. & LEHLE, M. (1998): Eckpunkte zur Bewertung von natürlichen Bodenfunktionen in Planungs- und Zulassungsverfahren – Sachstand und Empfehlungen der LABO. Bodenschutz, 98, 131–137.

BOTHMANN, P. (1998): Stand des Deponierückbaus – Erfahrungen und Empfehlungen, in: Zeitgemäße Deponietechnik 1998, Stuttgarter Berichte zur Abfallwirtschaft, Bd. 69, S. 57–76.

BOTHMANN, P. (1998): Abdeck- bzw. Abdichtungssysteme, Auswirkungen auf Sickerwasser und Deponiegas. – In: Tagungsband der 1. Aachener Tagung zur Deponienachsorge, S. 273–290.

BOTHMANN, P. (1998): TASI versus Europäische Deponierichtlinie? In: Dokumentation der 59. Fach- und Landesgruppentagung des VKS Baden-Württemberg.

BOTHMANN, P. (1998): Rekultivierung von Deponien. – In: Seminarband zum Seminar

„Nachsorge von Thüringer Deponien“ der Thüringer Landesanstalt für Umwelt, Jena.

BOTHMANN, P. (1999): Kosteneinsparungsmöglichkeiten bei Bau, Betrieb und Nachsorge im Deponiebereich. – In: Zeitgemäße Deponietechnik 1999, Stuttgarter Berichte zur Abfallwirtschaft, Bd. 70, S. 31–44.

BOTHMANN, P. (1999): Anforderungen an die Geologische Barriere und Abdichtungssysteme. – In: DGAW – Tagungsband „Änderung der TASI in eine Deponieverordnung“, Berlin.

DEVENTER, K. (1999): Forschungsbericht BMBF-Verbundvorhaben „Erprobung, Vergleich, Weiterentwicklung und Beurteilung von Gentoxizitätstests für Oberflächenwasser, Teilprojekt 6: Comet Assay mit Muscheln“. Förderkennzeichen: 02WU9554/4, Abschlussbericht 1999.

DEVENTER, K. (1999) Untersuchungen zum Nachweis gentoxischer Wirkungen von Stoffen mittels Comet Assay und Mikrokerntest an der Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*) und der Dreikantmuschel (*Dreissena polymorpha*). Diss. an der Fakultät für Bio- und Geowissenschaften der Universität Karlsruhe.

EBEL, R., HEISLER, W., SATTLER, T. & TAUBER, M. (1999): WWW-Service LfU im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg. 36. Erfahrungsaustausch KoopAADV, 15./16. 03. 99, Erfurt.

FLITTNER, M. (1999): „Neue Wege in Altlastenbewertung und Flächenrecycling“, Veranstaltung im Rahmen der Europäischen Woche: Gesunde Umwelt in Europa – Neue Wege der praktischen Altlastenbearbeitung, Tagungsunterlagen der Landeshauptstadt Stuttgart, Stuttgart 6. 05. 99.

FLITTNER, M. (1999): „Erkundung und Bewertung des Wirkungspfades Boden-Mensch: Gefährdungsabschätzung, Herleitung und Anwendung der Prüf- und Maßnahmenwerte“, Seminar 8/99 Anwendung der neuen Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung

(BBodSchV) – was ändert sich in der Vorgehensweise?, Tagungsunterlagen fortbildungsverbund boden und altlasten Baden-Württemberg, Stuttgart 16.09.99.

GORKA, M., W. HACKBARTH; P., ROOS & MARTEN, M. (1998): Bemerkenswerte Köcherfliegenfunde an Fließgewässern Baden-Württembergs (Insecta: Trichoptera). – *Lauterbornia* H. 34: 193–197.

GRIES, T. & GÜDE, H. (1999): Estimates of non-consumptive mortality of mesozooplankton by measurement of sedimentation losses *Limnology & Oceanography* 44: 459–465.

GÜDE, H., EINSLE, U., HARTMANN, J., KÜMMERLIN, R. & STICH, H. B. (1999): Langzeitentwicklung des Bodensees. – Biologische Parameter Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfachs SVGW. Workshop über Langzeituntersuchungen von Voralpenseen und Trinkwasseraufbereitung, 1999/1: S. 12–20.

GÜDE, H., GRIES, T., SEIDEL, M. & WEYHMÜLLER (1999): P-release from littoral sediments in Lake Constance. – *Verh. Int. Ver. Limnol.* 25.

GÜDE, H., ROSSKNECHT, H. & WAGNER, G. (1999): Prozesse der Reoligotrophierung – Das Fallbeispiel Bodensee. In: (Hrsg. A. Hamm) „Seen – Gewässerschutz, Nutzungen und Zielkonflikte“. – *Münchner Beitr. Abw. Fisch. Flussbiol.* 53: Oldenbourg Verlag, München.

GÜDE, H. (1999): Entwarnung für den See? Wie sauber ist der Bodensee wirklich? – *Natur und Mensch* 2/1999: 2–8.

GÜDE, H. & ECKENFELS, S. (1999): Belastungen mit Fäkalkeimen im Einzugsgebiet der Seefelder Aach – Zeiträumliche Belastungsmuster – Statusberichtsreihe der bwplus Projekte (Hrsg. Horsch et al.) Internet homepage: <http://bwplus.fzk.de>; 10 S.

GÜDE, H., ECKENFELS, S., FOCKE, D., McTAGGART, D., PALMER, A. & WUHRER, D. (1999): Herkunft und Verbleib von Fäkalkeimen in Oberflächengewässern. – In: *Nachhaltige Wasserwirtschaft und der Stand der Technik*

(Hrsg. Kh. Kraut). – Berichtsreihe „Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft“ Bd. 154. Kommissionsverlag R. Oldenbourg, München, S. 19–35.

GÜDE, H. (1998): Klassifikation und Bewertung des trophischen Zustandes oberschwäbischer Stillgewässer. In: (Hrsg. A. Trautmann) *Int. Seenfachtagung 1998*, Oberschwäbische Verlagsanstalt, Ravensburg, S. 33–48.

GÜDE, H. & GRIES, T. (1998): Phosphorus fluxes in Lake Constance. – *Arch. Hydrobiol. Adv. Limnol.* 53: 504–544

GÜDE, H., ROSSKNECHT, H. & WAGNER, G. (1998): Anthropogenic impacts on the trophic state of Lake Constance during the 20th century. – *Arch. Hydrobiol. Adv. Limnol.* 53: 85–108.

HAHN, R.: „Dokumentation und Qualitätssicherung“ in Tagungsunterlagen Analytische Qualitätssicherung Baden-Württemberg, Lehrgang V für Probennehmer, Stuttgart, 30.03.99.

HAHN, R.: „Gefahrenbeurteilung für das Schutzgut Grundwasser nach der Bodenschutzverordnung“, Seminar 4/99 Einführung zum Bundes-Bodenschutzgesetz und zur Bodenschutz- und Altlastenverordnung, Tagungsunterlagen fortbildungsverbund boden und altlasten Baden-Württemberg, Stuttgart 10.06.99.

HAHN, R.: „Änderungen bei Probennahme, Analytik und Qualitätssicherung? Was verbirgt sich hinter Anhang 1 der BodSchV?“, Seminar 8/99 Anwendung der neuen Bundes-Bodenschutzverordnung – was ändert sich in der Vorgehensweise? fortbildungsverbund boden und altlasten Baden-Württemberg, Stuttgart 16.09.99.

HAHN, R.: „Elutionsverfahren – eine Übersicht“ Workshop 9/99, fortbildungsverbund boden und altlasten Baden-Württemberg, Stuttgart 14.10.99.

HARMS, K. H. (1999): Das Artenschutzprogramm Baden-Württemberg. – In: *Natur und Landschaft* 74 (5/1999): 200–202; Stuttgart (W. Kohlhammer).

- HARTMANN, J. (1998): Wachstum der Brachsen (*Abramis brama*) des Bodensees nach Bestandsrückgang und Oligotrophierung. – *Österr. Fisch.* 51: 90–96.
- HARTMANN, J. (1998): Saisonwachstum der Blaufelchen (*Coregonus lavaretus*) des Bodensees bei großem und kleinem Jahreszuwachs. – *Fischökologie Aktuell* 11.
- HARTMANN, J. (1998): Was wissen wir schon über die Uferfische des Bodensees? – *Fischökologie Aktuell* 11: 4–10.
- HARTMANN, J. (1998): Wachstumsrückgang beim Barsch des Bodensees? – *Österr. Fisch.* 51: 126–129.
- HARTMANN, J. (1998): Eutrophierung und Fische: ein komplexes Problem. – *Verb. Dt. Fisch.-Verwaltungsbeamter Fisch.-Wissenschaftler. Schriftenr.* 12: 237–243.
- HARTMANN, J. (1998): Vom Bodenseebarsch: ein Lehrstück. – *Vorarlberger Jagd Fisch.* Mai/Juni: 26–27.
- HARTMANN, J. & PROBST, L. (1998): Mehr Bodentiere näher zum organisch belasteten Zufluss? – *Österr. Fisch.* 51: 54–58.
- HEISLER, W. (1999): Java-basiertes Navigations-, Auswerte- und Präsentationssystem oder das Umwelt-Berichtssystem des Landes Baden-Württemberg. Tagung der Deutschen Oracle-Anwender-Gruppe, November 1999, Fellbach.
- HENNING, I., EBEL, R., TAUBER, M., TOCHTERMANN, K., PURSCHE, K., KUSSMAUL, A. & SCHULTZE, A. (1999): Internetbasierte Dokumentenverwaltung heterogener Umweltdokumentenbestände. Tagungsband *Umweltinformatik 1999*, Metropolis, Marburg.
- HERB, G. (1998/99): Antimony, its sources, applications and flow paths into urban and industrial waste: a review. – *Waste Management & Research* 16 (1998) Nr. 1, S. 32–40
- HOFFMANN, M. & MENGES, H. (1999): Anlagenbeurteilung nach der neuen TA Lärm, *Zeitschrift für Lärmbekämpfung* 46 (1999) Nr. 5, S. 157–162, Springer VDI Verlag Düsseldorf.
- HOMAGK, P. & LUDWIG, K.: Operationeller Einsatz von Flussgebietsmodellen bei der Hochwasser-Vorhersage-Zentrale Baden-Württemberg, *Wasserwirtschaft* 88, S. 160–167, H 4, 1998.
- HOMAGK, P. & MOSER, M.: Verbesserung von Hochwasservorhersagen durch hydrometeorologische Daten, Teil I: Entwicklung und Bereitstellung hydrometeorologische Daten, und Produkte für die Hochwasservorhersage, *DGM* 42, S. 23–27, H 1, 1998.
- HOMAGK, P.: Vorhersage der Hochwasserentwicklung. *Spektrum der Wissenschaft*, S. 81–84, Juni 1998.
- HOMAGK, P.: Aufbau der Hochwasser-Vorhersage-Zentrale Baden-Württemberg sowie Möglichkeiten und Verbesserungen von Hochwasservorhersagen durch Einbeziehung hydrometeorologischer Daten und Produkten; Betrieb überörtlicher Hochwasserrückhaltebecken, Dritter Erfahrungsaustausch 14.05.1998 in Böblingen, *WBW-Gemeinnützige Fortbildungsgesellschaft für die Gewässerpflege mbH Heidelberg*, S. 24–29, Juli 1998.
- KAMINSKI, S., KONOPLEV, A., LINDNER, G. & SCHRÖDER, H. G. (1998): The fate of artificial caesium radionuclides in Lake Constance. – *Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol.* 53: p. 369–409.
- KEITEL, A. (1998): Anforderungen (an die Ökosystemforschung) aus Sicht der Umweltverwaltung und des Vollzugs. In: Fränze, O. et al. (Hrsg.): *Handbuch der Umweltwissenschaften – 1. Erg. Lfg. 5/98*, ecomed, Landsberg.
- KEITEL, A., REIMANN, A., TOCHTERMANN, K., KADRIC, L., RAINBOLD, E., PURSCHE, K., KRAMER, R., SCHMIDT, R., JAESCHKE, A., GEIGER, W., WIESEL, J., HOFMANN, C., SCHÜTZ, T. & BURKHARDT, J. (1999): Umweltberichterstattung mittels HUDA: Möglichkeiten der zukünftigen Weiterentwicklung. – In: Dade, C. & Schulz, B. (Hrsg.): *Management von Umweltinformationen in vernetzten Umgebungen*, S. 9–20, Metropolis, Marburg.

- KEITEL, A., ZITZMANN, W., SCHÜTZ, T., BURKHARDT, J., TOCHTERMANN, K., RIEKERT, W.-F., KADRIC, I., KRAMER, R., SCHMIDT, R., GEIGER, W., PETER, N., REISSFELDER, M., DOBERKAT, E.-E. & SOBOTTKA, H.-G. (1998): HUDA: Ein Werkzeug zur Umweltberichterstattung für die Medien Druck, Internet und CD-ROM. In: Riekert, W.-F. & Tochtermann, K. (Hrsg.): *Hypermedia im Umweltschutz*, S. 145–156, Metropolis, Marburg.
- KERN, F. (1999): „Einsatzstrategie Vor-Ort-Analytik in der Altlastenbearbeitung“, herausgegeben von der Hess. Landesanstalt für Umweltschutz, Wiesbaden, in „annual 99“, S. 88–91.
- KOHL, R. (1998): Anforderungen des Bodenschutzes bei Geländeauffüllungen und Rekultivierungen. In: *Laufener Seminarbeitr. 5/98*, S. 109–114, Bayer. Akad. Natursch. Landschaftspf. – Laufen/Salzach.
- KOHL, R., NOTTER, H., HEINRICHSMEIER, K., SCHMID, E. & TURIAN, G. (1998): Bundesbodenschutzgesetz – Erleichterung oder Erschwernis im Länder-Vollzug. *Bodenschutz*, 2/98, S. 40–41.
- KOHL, R., MEYER-STEINBRENNER, H. & BAN-NICK, C. (1998): Anforderungen an die Verwertung von kultivierbarem Bodenmaterial. 37 S. – Berlin, E. Schmidt Verlag.
- KRAHL, W. & SPLETT, G. (1999): Vom Planer zum Manager. Kritische Anmerkungen zu Plänen im Naturschutz. – *Naturschutz und Landschaftsplanung* 31 (5), 154–156.
- KRAHL, W. & SPLETT, G. (1999): Management von integrativen Naturschutzprojekten am Beispiel des Projekts PLENUM in Baden-Württemberg. *Landschaftsökologie und Umweltforschung*, Heft 33, 269–272.
- KRAHL, W. & SPLETT, G. (1999): Losgehen statt Zerreden. Sind Zieldiskussionen Symbolhandlungen der Umweltpolitik? – *Politische Ökologie* 57/58, 123–125.
- LÖFFLER, H. (1998): Pikeperch, *Stizostedion lucioperca*, in Lake Constance (Bodensee-Obersee): an example of a successful introduction? – In: I. G. Cowx (ed.) *Stocking and Introduction of Fish*, Fishing News Books, 201–208.
- LÖFFLER, H. (1999): Wiederherstellung der Durchgängigkeit aus ökologischer Sicht. Statusbericht 1998/99 der WBW Fortbildungsgesellschaft, 5. Jg., 50–54, Heidelberg.
- LÖFFLER, H., SCHRÖDER, H. G., ENGESSER, B., HOFFMANN, W. & RINNE, E. (1998): Unterwasserkamera und Side Scan-Sonar – neue Perspektiven in der Seenforschung. *Schrr VG Bodensee*, 116.
- MARTEN, M. (1998): Möglichkeiten und Grenzen der Beschreibung und Bewertung der Abweichung des aktuellen Zustandes vom gewässerökologischen Leitbild am Beispiel des Makrozoobenthos. – In: *Deutsche Gesellschaft für Limnologie e.V., Tagungsbericht 1997*, Kaltenmeier Söhne, Krefeld: 695–699.
- MARTEN, M. & FISCHER (1998): Ergebnisse von Lichtfallenfängen am Oberrhein, Baden-Württemberg – Teil 1: Trichoptera, – *Lauterbornia* H. 34: 175–192.
- MARTEN, M. & P. ZWICK (1999): Emergenz. – In: von TÜMPLING, W. & FRIEDRICH, G. (Hrsg.): *Methoden der biologischen Gewässeruntersuchung 2*. – Gustav Fischer, Jena: 227–238.
- MARTEN, M. (1999): Mitarbeit und Redaktion: Einsatzmöglichkeiten des Biomonitorings zur Überwachung von Langzeit-Wirkungen in Gewässern. – *Länderarbeitsgemeinschaft Wasser* (Hrsg.), LAWA-Arbeitskreis „Biomonitoring“: 38 S.
- MARTEN, M., HACKBARTH, W. & OTTO, C.-J. (1999): Neue Eintags- und Steinfliegenfunde aus Baden-Württemberg und Stand der derzeitigen Erfassung im Rahmen der biologischen Umweltbeobachtung an Fließgewässern. – *Lauterbornia*, H. 37: 63–86.
- MARX, J., HÖLL, N. & ALBINGER, G. (1998): Gesetzlicher Biotopschutz – Vortrag mit Folien. *Fachdienst Naturschutz, Naturschutz – Praxis Flächenschutz*, 29 S., 32 Folien; Karlsruhe.

- MATTHIAS, U. (1999): Bewertung von Nutzungsaktivitäten und Eingriffsmöglichkeiten bei Problemseen. – In: Kiesgewinnung – Wasser- und Naturschutz, Schriftenreihe des Industrieverbandes Steine und Erden Baden-Württemberg, S. 105–109.
- MATTHIAS, U. & HOPPE, A. (1999): Gütezustand der Baggerseen in der Oberrheinebene. – In: Kiesgewinnung – Wasser- und Naturschutz, Schriftenreihe des Industrieverbandes Steine und Erden Baden-Württemberg, S. 15–22.
- MENGES, DR. H. & KIESEL, K.-J. (1999): Messung und Berechnung der elektromagnetischen Felder an einer 380-kV-Hochspannungsleitung, 31. Nichtionisierende Strahlung, Band II, Fachverband für Strahlenschutz.
- MÜLLER, M. (1999): Anforderungen an interoperable GIS-Werkzeuge für Umweltinformationssysteme. Workshop des Bund-Länder-Arbeitskreises Umweltinformationssysteme – BLAK-UIS „Offene Umweltinformationssysteme – Chancen und Möglichkeiten der OpenGIS-Entwicklung im Umweltbereich“. 4./5.2.99, Münster/Westfalen.
- MÜLLER, H. (1999): Ökosysteme unter Beobachtung. – Wasserwirtschaft 4/99: S. 4–5.
- NEITE, H., BANNICK, C. G., BERTRAM, H.-U., ECKERT, P., FRIEDMANN, L., HÜLSENBUSCH, M. KÖNIG, W. & NÖLTNER, T. (1999): Bodenbelastungen auf Wurfscheiben-Schießständen. – Bodenschutz 2, S. 53–56; Berlin (E. Schmidt Verlag).
- NEU, A. & WEIMER, S.: „Aufbau und Aufgaben von unabhängigen Messstellen und Aufgaben von Probensammelstellen“; Fortbildungsreihe beim Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt des Forschungszentrums Karlsruhe zur Erhaltung der Fachkunde für Strahlenschutzbeauftragte in Kernkraftwerken, März 1999.
- NEU, A.: „Messtechnische Maßnahmen und Datenaustausch im Ereignisfall bei grenznahen ausländischen kerntechnischen Anlagen“, Tagungsband zum gemeinsamen Seminar des FS/AKN – SFRP „Grenzüberschreitender Notfallschutz“ Publikationsreihe des Fachverbands für Strahlenschutz, FS – 99 –105 – AKN, (1999), ISSN 1013-4506.
- PURSCHE, C., FUCHS, C., TOCHTERMANN, K., KOCH, A., SPANDL, H. & ARNOLD, J. (1998): Zertifizierung und Signierung von Java Applets für deren Nutzung in internet-basierten Umweltinformationssystemen. Mayer-Föll, R. & Jaeschke, A. (1998) Projekt GLOBUS – Multimediales Recherchieren und Verarbeiten von globalen Umweltsachdaten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg – Phase V 1998, Wissenschaftlicher Bericht FZKA 6250 des Forschungszentrums Karlsruhe, S. 63–70.
- RIECK, W., IWATSCHENKO-BORHO, DEDE- RICH, L. & NEU, A.: „The Detection and Assessment of Radioactive Parts in Scrap – A Technical and Legal Challenge“, Tagungsband des EU-Seminars „Workshops on radioactive contaminated metallurgical scrap“, Prag (CZ) 26.–28. Mai 1999.
- RÖDER, R., K. T. v. d. TRENK, CH., MARKARD, CH. KÜHL & SALMA, H. (1999): Ableitungskriterien für Geringfügigkeitsschwellen zur Beurteilung von Grundwasserverunreinigungen. UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox. 11(4), 212–218.
- SALA, M. M. & GÜDE, H. (1999): Role of protozoans on the microbial ectoenzymatic activity during the degradation of macrophytes. Aquatic Microbial Ecology 20: 75–82.
- SCHLAG, D. (1998): Anforderungen an die Entsorgung von Holzabfällen – Stand der Arbeiten der LAGA-AG. – In: Tagungsband „Holzabfälle, Rechtliche und wirtschaftliche Situation, Erkennen – Zuordnen – Aufbereiten – Verwerten“, vom 18.–19.02.1998; VDI Bildungswerk.
- SCHLAG, D. (1998): LAGA – Technische Regeln, Anforderungen an die Entsorgung von Holzabfällen. – In: Seminarband „Recycling von Altholz“, vom 18.06.1998; Bildungswerk der deutschen Entsorgungswirtschaft (BWDE).
- SCHLAG, D. (1998): Klassifizierung von Holzabfällen aus abfallwirtschaftlicher Sicht. – In:

Tagungsband „Abfalltage Baden-Württemberg 1998“, vom 08.–09. 10. 1998; Universität Stuttgart.

SCHLAG, D. (1999): Vermeidung und Verwertung von Abfällen aus Industrie und Gewerbe. – In: Tagungsband „Der Betriebsbeauftragte für Abfall“, 01.–04.03.1999; Haus der Technik, Essen.

SCHÖTTLE, M. (1999): Geotopschutz in Baden-Württemberg. – In: 151. Jahrestagung der Deutsch. Geol. Ges., Geotope als Archive der Erdgeschichte, 95-96, Wiesbaden.

SCHRÖDER, H. G., GÜDE, H. & ROSS-KNECHT, H. (1999): Jahrhundertereignisse als Chance zur Erfahrungserweiterung. – Das Jahrhunderthochwasser 1999. – In Jahrbuch: Leben am See. Senn Verlag Tettnang, S. 357–371.

SCHRÖDER, H. G., WESSELS, M. & NIESSEN, F. (1998): Acoustic facies and depositional structures of Lake Constance. – Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 53, 351–368.

SCHRÖDER, H. G. & WAGNER (1998): Precise Determination of the Yearly Hypolimnetic Oxygen Minimum in Lake Constance. – Limnologica 28, 363–365.

SIUDA, W., CHROST, R. & GÜDE, H. (1998): Distribution and origin of dissolved DNA in lakes of different trophic state. – Aquat. Microb. Ecol. 15, 89–96.

SPILOK, G. & GEBHARDT, H. (1998): Klimaschutzkonzept: Welchen Beitrag kann die Biomasse leisten? – In: Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsg.): Biomasse: Umweltschonender Energie- und Wertstofflieferant der Zukunft. Ökologische Konzepte und Praxis bei der Nutzung nachwachsender Rohstoffe. – Beiträge der Akademie für Natur- und Umweltschutz Baden-Württemberg. Bd. 27: 9–18.

SPLETT, G. & MEURER, M. (1998): Erfolgskontrolle integrativer, großer Naturschutzprojekte. Anwendungsrelevanz am Beispiel der Zwischenbilanz des PLENUM-Modellprojekts Isny/Leutkirch. – Naturschutz und Landschaftsplanung 30 (11), 363–365.

SPLETT, G. (1999): Erfolgskontrollen im Naturschutz. Entwicklung einer Evaluationsstrategie für großflächige, integrative Naturschutzprojekte und ihre Erprobung am Beispiel des PLENUM-Modellprojekts Isny/Leutkirch. – Karlsruher Schriften zur Geographie und Geoökologie, Band 8.

SPLETT, G. & KRAHL, W. (1999): Management von integrativen Naturschutzprojekten am Beispiel des Projekts PLENUM in Baden-Württemberg. – Tagungsband GEOöKon '99 14.–16. 10. 99 in Braunschweig. Institut für Geographie und Geoökologie der TU Braunschweig, 269-272.

STRAUB, H.-P. (1998): Zur Bedeutung von Käfern als Bioindikatoren für die Uferzone von südwestdeutschen Mittelgebirgsbächen, Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Naturwissenschaften der Universität Hohenheim, Fakultät 2 Biologie, Donaueschingen 1998.

STROHM, J., SCHULTZE, A., KEITEL, A. & MAYER-FÖLL, R. (1998): Bestandsaufnahme und Bewertung von ausgewählten UIS-Systemen zur Fortschreibung und Weiterentwicklung der Rahmenkonzeption des Umweltinformationssystems Baden-Württemberg. In: Mayer-Föll, R. & Jaeschke, A. (1998): Projekt GLOBUS – Multimediales Recherchieren und Verarbeiten von globalen Umweltsachdaten im Umweltinformationssystem Baden-Württemberg – Phase V 1998, Wissenschaftlicher Bericht FZKA 6250 des Forschungszentrums Karlsruhe, S. 129–139.

THEIS, M. (1998): Dienst am Kunden. Wozu Fachdienst Naturschutz und Landschaftspflege? – Arbeitsschwerpunkte 1997 der für Naturschutz und Landschaftspflege zuständigen Fachinstitutionen der Länder. Beitrag Baden-Württemberg. – In: Natur und Landschaft, Heft 3, S. 110–112.

TOCHTERMANN, K., KEITEL, A. & MAYER-FÖLL, R. (1999): Hypermediatechnik für Umweltsachdaten – Phase III – Entwicklung und Erprobung der Betriebsversion sowie Dokumentation (Abschlussbericht). Forschungsbericht 298 12 601 des Umweltbundesamtes, Berlin.

- TRENCK, v.d. K. T. & JARONI, H. (1999): Vergleichende Bewertung von Umweltschadstoffen anhand von Risiko-Kennlinien. In: RIPPEN, G. (Hrsg.), Handbuch Umweltchemikalien, Band 1, II-1.2.1, S. 1–102 + Anhang (46. Erg. Lfg. 4/99 und 47. Erg. Lfg. 7/99), ecomed Verlag, Landsberg.
- TRENCK, v.d. K. T., MARKARD, CH., KÜHL, CH. & SLAMA & RÖDER, R. (1999): Ableitung von Geringfügigkeitsschwellen zur Beurteilung von lokal begrenzten Grundwasserverunreinigungen. Textzahl 3605, S. 1–56, In: ROSENKRANZ, D. et al. (Hrsg.), Bodenschutz – Ergänzbare Handbuch, Erg. Lfg. VII/99, Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- TRENCK, v.d. K. T., RÖDER, R., SLAMA, H., MARARD & KÜHL, C. (1999): Statusbericht Teil 1: Ableitung von Geringfügigkeitsschwellen zur Beurteilung von Grundwasserverunreinigungen. Umweltmed. Forsch. Prax. 4(3), 168–183.
- TRENCK, v.d. K. T., RÖDER, R., SLAMA, H., MARKARD & KÜHL (1999): Statusbericht Teil 2: Ableitung von Geringfügigkeitsschwellen zur Beurteilung von Grundwasserverunreinigungen. Umweltmed. Forsch. Prax. (im Druck).
- WAGNER, B., SCHRÖDER, H. G., GÜDE, H., SANZIN, W. & ENGLER, U. (1998): Zustand des Seebodens 1992 – 1994. Sedimentinventare-Phosphor-Oligochaeten. – Ber. Int. Gewässerschutzkomm. Bodensee Nr. 47.
- WEIMER, S.: „Strahlenschutz und Umweltradioaktivität im Internet. Eine Reise in das World Wide Web für Anfänger“. In: Radioaktivität in Mensch und Umwelt, 30. Jahrestagung des Fachverbands für Strahlenschutz, Band II, ISSN 1013-4506, TÜV-Verlag GmbH, 1998.
- WEIMER, S.: „Strahlenschutz im WorldWide-Web. Wo finde ich was?“ StrahlenschutzPraxis, Heft 2/1998.
- WESSELS, M. & SCHRÖDER, H.-G. (1998): Lead and zinc in the sediments of Lake Constance, SW Germany. – Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. 53: 335–349.

Pressemitteilungen 1998

- | | | | |
|------------|--|------------|---|
| 19. 01. 98 | Besuch der Arbeitskreise Umwelt und Verkehr sowie Landwirtschaft der CDU-Landtagsfraktion bei der LfU | 26. 06. 98 | „Grenzenloser“ Grundwasserschutz am Oberrhein – Die Präsidentin der Landesanstalt für Umweltschutz, Margareta Barth, und der Präsident des elsässischen Regionalrats, Adrien Zeller, stellen erste Ergebnisse der Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben vor |
| 02. 03. 98 | Thomas Möll neuer Abteilungsleiter der Abteilung „Industrie und Gewerbe, Kreislaufwirtschaft“ der LfU | | |
| 06. 03. 98 | Internationaler Workshop „Europa wächst zusammen – Naturschutz verbindet“ | 12. 08. 98 | Sicherer Kläranlagenbetrieb durch gezielte Information, LfU legt praxisorientiertes Handbuch vor |
| 21. 04. 98 | Einladung zur Eröffnung des Agenda-Büros | 12. 08. 98 | Die Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg mit neuer Internetadresse im Netz der Netze |
| 04. 05. 98 | Das nächste Hochwasser kommt bestimmt – Länderübergreifende Arbeitsgruppe informiert sich bei der HVZ der LfU | 19. 08. 98 | Neues Altlasten-Informationssystem hilft Fachbehörden in Baden-Württemberg – Sämtliche Materialien der LfU zur Altlastenbearbeitung sind jetzt auf CD-ROM verfügbar |
| 04. 05. 98 | Bodenfilter zur Regenwasserbehandlung – LfU legt Vorinformation vor | | |
| 13. 05. 98 | Einladung zur Eröffnung der Käseküche in Isny | 25. 08. 98 | Moore – gewachsen in Jahrtausenden – zerstört in kurzer Zeit – LfU legt erste Zusammenstellung über Moore und Anmoore in der Oberrheinebene vor |
| 25. 05. 98 | Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen 1997 | | |
| 08. 06. 98 | Von Naturschutzgebieten über Lärmimmissionen und Rüstungsaltlasten bis Internet – LfU legt Jahresbericht 1996/97 vor | 28. 08. 98 | Grenzübergreifendes Projekt zum Grundwasserschutz im deutsch-französisch-schweizerischen Oberrheingraben – Erste Ergebnisse der Bestandsaufnahme der Grundwasserqualität im Oberrheingraben und grenzüberschreitende Informationsmappe über das Grundwasser vorgestellt |
| 18. 06. 98 | Hochwasservorhersage in Baden-Württemberg vorbildlich – Polnisch-tschechische Delegation informierte sich zum Thema Hochwasserschutz | | |
| 19. 06. 98 | Einladung zur Pressekonferenz über die Grundwasserqualität im Oberrheingraben am 29. 06. 98 bei INFOBEST Kehl-Strasbourg in Kehl | 28. 08. 98 | Qualität der großen Flüsse in Baden-Württemberg hat sich deutlich verbessert – LfU legt Bericht über biologische Freiwasseruntersuchungen an Rhein, Neckar und Donau vor |

- | | | | |
|------------|---|------------|---|
| 09. 09. 98 | LfU-Präsidentin Margareta Barth: Dr. Günter Schmid hat sich als Zoologe und Naturschützer in vorbildlicher Art für die Umwelt eingesetzt Bundesverdienstkreuz am Bande für den langjährigen LfU-Mitarbeiter Dr. Günter Schmid | | nen, Behörden und Verbänden Möglichkeiten zur Entsiegelung von betonierten und asphaltierten Flächen in Kommunen |
| 15. 09. 98 | Vom Jangtse an den Rhein – Chinesische Umweltdelegation zu Gast bei der Hochwasservorhersagezentrale der LfU | | |
| 29. 09. 98 | Versauerung – noch immer ein aktuelles Thema – LfU legt umfassende Studie zur Grundwasserversauerung in Baden-Württemberg vor | 18. 11. 98 | Preisverleihung „Umweltfreundlicher Chemieunterricht 1998“ – Vierte Wettbewerbsrunde unter gemeinsamer Schirmherrschaft des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg sowie des Ministeriums für Kultur, Jugend und Sport Baden-Württemberg. – Vermeiden, Vermindern oder Verwerten von Problemstoffen in der Schule stand bei der Preisverleihung an der Universität Hohenheim im Mittelpunkt. |
| 30. 09. 98 | Besuch des sächsischen Ministers Arnold Vaatz bei der HVZ | | |
| 03. 11. 98 | Bodenentsiegelung in Kommunen bedeutet aktiven Umweltschutz – Auf einem Workshop der LfU am 5. und 6. November 1998 in Ettlingen diskutieren Experten von Kommu- | 16. 12. 98 | Keine unzulässige Strahlenbelastung durch kerntechnische Anlagen in Baden-Württemberg – LfU legt den Jahresbericht 1997 zur Überwachung der Radioaktivität in der Umgebung kerntechnischer Anlagen vor |

Pressemitteilungen 1999

- | | | | |
|------------|---|------------|---|
| 11. 02. 99 | Auswirkungen von Tschernobyl in Baden-Württemberg noch feststellbar – LfU legt neuen Untersuchungsbericht zur Radioaktivitätsüberwachung in Baden-Württemberg vor | 25. 03. 99 | Der Natur eine Chance – LfU informiert über „Neue Wege im Artenschutz“ |
| 02. 03. 99 | Erneut steigende Wasserstände in den Gewässern zu erwarten – Hochwasser-Vorhersage-Zentrale der LfU informiert über aktuelle Lage | 19. 04. 99 | Einladung zum landesweiten Erfahrungsaustausch zur Lokalen Agenda 21 im Geno-Haus in Stuttgart |
| 17. 03. 99 | Internationaler Tag des Wassers – Gewässerschutz in vielen Bereichen erfolgreich | 19. 04. 99 | Viele Kommunen wollen bei Agenda 21 mitmachen – Über 200 Anmeldungen bei landesweitem Erfahrungsaustausch |
| | | 22. 04. 99 | Einladung zum Fachkolloquium „Bestandsaufnahme der Grund- |

	wasserqualität im Oberrheingra- ben“ in der Fachhochschule Kehl		die Luft in Baden-Württemberg ver- öffentlicht
30. 04. 99	Gemeinsame Pressemitteilung mit der Région Alsace – Schutz des Grundwassers im Oberrheingra- ben: Das Elsaß und Baden-Würt- temberg handeln gemeinsam	13. 08. 99	Schwimmendes Auto auf Bagger- seen
03. 05. 99	Hilfe für die lautlosen Jäger der Nacht – Fledermäuse stehen im Dienst des Menschen	30. 09. 99	Keine unzulässige Strahlenbelas- tung durch kerntechnische Anlagen in Baden-Württemberg – LfU legt den Jahresbericht 1998 zur Über- wachung der Radioaktivität in der Umgebung kerntechnischer Anla- gen vor
12. 05. 99	Bodenfilter zur Regenwasserbe- handlung – LfU gibt Handbuch für Bemessung, Bau und Betrieb von Bodenfilteranlagen heraus	18. 11. 99	Weniger Autoabgase in der Luft – Studie über die Schadwirkung von verkehrsbedingten Emissionen wird bei Workshop vorgestellt
01. 06. 99	Erfolge und Defizite im Umwelt- schutz – LfU zieht Bilanz zum „Tag der Umwelt“	20. 12. 99	Jährlich eine Million Tonnen Holz- abfälle in Baden-Württemberg – LfU gibt landesweite Übersicht über Anlagen zur Aufbereitung von Holzabfällen heraus
02. 07. 99	Neue Ausstellung des Instituts für Seenforschung in Langenargen zeigt Wissenswertes über den Bodensee	20. 12. 99	Neue Methode zur Umweltbilanzie- rung von Altlastensanierungsver- fahren
04. 08. 99	Erfolge und Defizite in der Luftrein- haltung – Jahresbericht 1998 über		

Die Autoren dieses Jahresberichtes:



Dr. Dieter Ahrens

Studium der Physik und Meteorologie in Karlsruhe 1967 bis 1972; Abschluss als Dipl.-Meteorologe; 1982 Promotion an der Universität Freiburg (Geographisches Institut); 1972–1975 in der Landesanstalt für Arbeitsschutz, Immissions- und Strahlenschutz; ab 1975 in der LfU tätig; Leiter des Sachgebiets Luftqualität, Klima, Umweltverträgliche Verkehrsentwicklung.



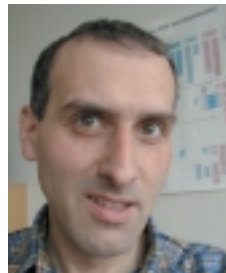
Andrea Eichhorn

geb. 03.11.1959; 1 Kind, 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, zur Zeit Sachbearbeiterin im Sachgebiet Kreislaufwirtschaft, Abfallvermeidung; seit Juli 1996 zusätzlich Frauenvertreterin der Landesanstalt für Umweltschutz.



Diana J. Bagger

geb. 1960; Psychologiestudium an der Uni Mannheim ohne Abschluss, 15 Jahre US Army, davon 6 Jahre in der Office Automation Branch, Berufliche Weiterbildung zum Wirtschaftsinformatiker (IHK), MCP (Microsoft Certified Professional), CNA (Certified Novell Administrator); seit Juni 1998 im ITZ der LfU tätig.



Hubert Faller

geb. 21.09.1961, verheiratet, 1 Kind, Ausbildung als Chemielaborant und Studium der Chemie an der Universität Freiburg. Seit 1992 bei der LfU im Bereich Arbeitsschutz mit der Messung und Beurteilung von Gefahrstoffen in Luft betraut. Weiterhin Engagement in verschiedenen Arbeitskreisen und Begutachter der Akkreditierungsstelle der Länder für Mess- und Prüfstellen zum Vollzug des Gefahrstoffrechts.



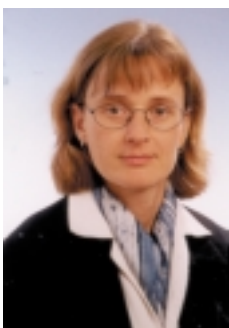
Dr. Franz Bauer

geb. 11.07.1953; Studium der Chemie und Promotion an der Universität Karlsruhe. Zunächst Industrietätigkeit (Entwicklung von Sekundenklebern), dann Forschungsarbeit am Forschungszentrum Karlsruhe (Erarbeiten von Sickerwasserbehandlungsmethoden). Seit 1986 bei der LfU in den Bereichen Luftchemie, technischer Umweltschutz und regenerative Energien tätig.



Manfred Flittner

Bauingenieurstudium an der Universität Karlsruhe. Nach 2. Staatsprüfung 1983 erste Anstellung beim Wasserwirtschaftsamt Freiburg. Weitere Stationen: Stellvertretender Leiter der Neubauleitung Hochwasserschutz Oberrhein in Breisach; 4 Jahre Referent im Umweltministerium. Absolvent der Führungsakademie des Landes Baden-Württemberg. Seit 1992 Referatsleiter im Arbeitsbereich Altlasten bei der LfU.



Dr. Karin Deventer

Studium der Biologie an der Universität Karlsruhe, Diplomarbeit an der LfU 1989, seit 1991 Wissenschaftliche Angestellte zur Bearbeitung von Forschungsprojekten des UVM und des BMBF, Arbeitsbereiche Ökotoxikologie, Genotoxikologie, Ersatzmethoden zur Reduzierung von Tierversuchen, Promotion 1998, z. Zt. Bestimmung der Sedimenttoxizität in Sedimenten der Hauptgewässer Baden-Württembergs.



Dr. Harald Gebhardt

geb. 1952; Studium der Biologie und Geografie in Heidelberg von 1972–84; Promotion in Biologie. Von 1984–90 bei der LfU im Referat 22 „Immissionsökologie“ tätig. Von 1990–98 Referent im Umweltministerium bzw. Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (Referat 22: „Ökologie, Forschung, Klimaschutz“). Seit Januar 1999 Sachgebietsleiter bei der LfU im Referat 23 „Biologische Umweltbeobachtung“.



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, zuletzt Leitung des Sachgebietes „Informationsmanagement, UIS-Berichtssysteme“. Seit 01.10.1999 abgeordnet an das Ministerium für Umwelt und Verkehr.



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.



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 „Grundwasserhydrologische Modelle und Verfahren“.



Dr. Karl-Hermann Harms

Jg. 1938, Biologiestudium an den Universitäten Gießen und Tübingen, Promotion 1970, bis 1976 an der Bundesforschungsanstalt für Naturschutz und Landschaftspflege (heute Bundesamt für Naturschutz), danach bei der LfU in den Naturschutzreferaten tätig. Seit 1990 Leitung des Sachgebiets „Artenschutz“.



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.



Roland Heinzmann M.A.

Jg. 1948, Studium der Geographie, Geologie und Politischen Wissenschaften in Heidelberg. Bei der LfU als Referent für „Erholungsvorsorge und Freizeitplanung“ (1979–80), für „Landschaftspflege“ (1980–83), für projektbezogene „Öffentlichkeitsarbeit im Naturschutz“ (1984–90), Referatsleiter „Informationsdienste; Veröffentlichungen“ (1990–96). Seit 1997 Leiter Referat „Artenschutz; Fachdienst Naturschutz“.



Dr. Rolf Hahn

geb. 1953, Studium der Chemie an der Universität Karlsruhe, Promotion 1982, Wissenschaftlicher Mitarbeiter am damaligen Kernforschungszentrum Karlsruhe, Industrietätigkeit 1983–1985, seit 1985 bei der LfU. Zunächst bei der mobilen Abfall-, Boden- und Wassereinsatzgruppe, danach im Bereich Altlasten. Seit 1999 stellvertretender Referatsleiter „Altlasten, Schadensfälle“.



Franz Eberhard Helmig

Studium Bauingenieurwesen TH Karlsruhe. Berufliche Stationen: Wasserwirtschaftsämter Freudenstadt und Reutlingen, Regierungspräsidium Tübingen, Landesstelle für Gewässerkunde und wasserwirtschaftliche Planung, Umweltministerium Baden-Württemberg. Von 1990–1999 bei der LfU als Leiter des Referats „Fließgewässer, integrierter Gewässerschutz“, seit Nov. 1999 im Ruhestand.



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 Umwelttechnologie, Sachgebiet Luftreinhaltung, Störfallvorsorge, Energie tätig.



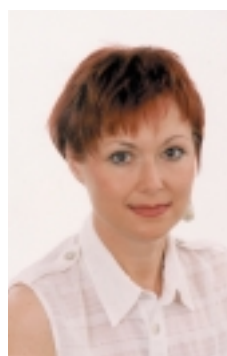
Martin Hoffmann

geb. 1956, Physikstudium Universität Dortmund und Münster 1974–1980, Referendar feuerwehrtechnischer Dienst NRW 1982–1984, Dozent Landesfeuerweherschule NRW 1984–1987, seit Ende 1987 bei der LfU im Referat 33, Bereich Lärm/Akustik, Abordnung Regierungspräsidium Stuttgart 1995–1997, seit 1998 Leiter des Sachgebiets „Lärm, Erschütterungen, nichtionisierende Strahlung“ in der LfU.



Bernd Haller

geb. 1962, Studium an der TH Karlsruhe im Studiengang Bauingenieurwesen (Vertiefung: Siedlungswasserwirtschaft). Von 1992 bis 1995 beim Wasserwirtschaftsamt Heidelberg, Außenstelle Buchen. Seit 1995 bei der Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein. Von dort zur LfU in das Sachgebiet „Integrierter Gewässerschutz, Kommunales Abwasser“ abgeordnet.



Ewa Hofsäß

verheiratet, drei Kinder; Studium an der Universität Karlsruhe, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften Studienrichtung Operation Research und Informatik. Nach Weiterbildung zum Euomaster-Telekommunikation Tätigkeit im Second Level Support und Betreuung der externen Kommunikation bei Südwestfunk in Baden-Baden. Bei der LfU seit 1997, zunächst im Bereich Rechnersysteme, danach Wechsel zum UIS-Informationsmanagement.



Norbert Höll

geb. 1955, Studium Biologie und Chemie an der TU Karlsruhe mit nachfolgendem Referendariat, danach mehrjährig als freiberuflicher Biologe tätig. Seit 1986 an der LfU im Fachbereich Biotop- und Gebietsschutz, ab 1989 Schwerpunkt Waldbiotopkartierung und §-24a-Kartierung.



Dr. Klaus Kamm

geb. 22. 10. 1937; nach dem Studium der Physik an der Universität Karlsruhe Entwicklungsingenieur in der Industrie. Seit 1964 bei der LfU und Vorläuferinstitut im Bereich des technischen Umweltschutzes tätig. Über 50 wissenschaftliche Veröffentlichungen.



Dr. Eckard Hollan

geb. 8. 7. 1939 in Wilhelmshaven, Studium der Ozeanographie, Mathematik und Meteorologie in Kiel, acht Jahre ozeanographische Forschungstätigkeit im Institut für Meereskunde Kiel. 1974 Versetzung zur Landesstelle für Gewässerkunde Baden-Württemberg in Karlsruhe. Seit 1975 in der LfU mit seenphysikalischen Untersuchungen, insbesondere des Bodensees befasst.



Andreas Kammerer

geb. 1958, verheiratet, 2 Kinder; Studium an der Universität Karlsruhe mit Abschlüssen in Lehramt Geographie/Physik und in Diplom-Physik. Seit 1989 bei der LfU im Bereich Informations- und Kommunikationstechnik tätig. Bis Ende 1996 Leiter des Bereichs Softwareentwicklung, aktuell Leiter des ITZ-Referats Rechnersysteme, Bürokommunikation, Verwaltungsanwendungen.



Dr.-Ing. Peter Homagk

geb. 09. 12. 1943, Studium Bauingenieurwesen an der Uni Hannover, dort bis 1978 wiss. Mitarbeiter, 1977 Promotion, seit 1978 bei der LfU (mit Unterbrechung von 1983–1989 bei der Neubauleitung Hochwasserschutz Oberrhein) auf dem Gebiet Hochwasserschutz und Hydrologie am Oberrhein tätig, seit Einrichtung der Hochwasser-Vorhersage-Zentrale Baden-Württemberg bei der LfU deren Leiter.



Raimund Kohl

Studium der Agrarwissenschaften, Dipl.-Ing. agr., ab 1986 wiss. Mitarbeiter Universität Gießen, seit 1991 bei der LfU, Referent für Bodenschutz, Schwerpunkt Bodenüberwachung und -bewertung, Mitwirkung in verschiedenen Fachgremien des Bodenschutzes auf Bund-Länder-Ebene.



Dr. Kai-Achim Höpker

geb. 1958, Studium der Biologie an den Universitäten Göttingen, Innsbruck und München. Promotion 1989. Arbeiten auf den Gebieten Ökophysiologie, Ökotoxikologie, Bioindikation und Luftqualität. Seit 1989 bei der LfU. 1989–1997 Leiter des Ökotoxikologielabors im Referat Umweltüberwachung, seit 1998 im Referat Konzeptentwicklung und Forschungstransfer für die Umweltforschung des Landes zuständig.



Dr. Wolfgang Kohler

geb. 30.08.1954; Studium des Chemieingenieurwesens an der Universität Karlsruhe. Promotion am Lehrstuhl für Feuerungstechnik am Engler-Bunte-Institut der Universität Karlsruhe. Seit 1987 an der LfU im Bereich Altlastensanierung tätig.



Andreas Hoppe

geb. 07.07.1962 in Heidelberg, 1985–92 Studium der Biologie an der Ruprecht-Karls-Universität, Heidelberg, 1993–94 Weiterbildung zum Umweltberater in München, 1994–95 Freiberufliche Tätigkeit im Bereich der Gewässerökologie, Juli 1995 – Juli 1999 Wissenschaftlicher Angestellter im Rahmen des Baggerseeprojektes bei der LfU, seit August 1999 beim Technologiezentrum Wasser (TZW) in Karlsruhe beschäftigt.



Dr. Christian Kühne

geb. 17. 12. 1959; Dipl.-Chemiker. Promotion 1990. Anschließend Arbeiten zur Grundwassersanierung an der Martin-Luther-Universität in Halle. Von 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. Rolf-Armin Laber

geb. 27. 12. 1946; ab 1966 Chemiestudium an der Universität Stuttgart, 1974 Promotion, Forschungstätigkeit an der Universität. Seit 1976 bei der LfU, Arbeiten auf den Gebieten MAG/MAWEG, Sonderabfälle, Schadensfälle Wasser und Abfall, Altlasten. Aufbau eines Labors für diese Bereiche. Seit 1990 Leiter des Referates Gemeinschaftslabor bzw. Chemisches Zentrallabor der LfU.



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.



Manfred Lehle

Studium der Allgemeinen Agrarwissenschaften, Fachrichtung Pflanzenproduktion an der Universität Hohenheim; danach wissenschaftlicher Angestellter an der Universität Hohenheim und bei der LVVG Aulendorf. Seit 1991 Referent bei der LfU im Referat Bodenschutz. Mitwirkung in Fachgremien auf Bund-Länder-Ebene im Bereich Bodenschutz und Planung.



Dr. Luise Murmann-Kristen

Diplom-Biologin; nach freiberuflicher Tätigkeit seit 1987 an der LfU, bis Anfang 1997 als Botanikerin in der Ökologischen Umweltbeobachtung tätig, seither im Naturschutzbereich zuständig für das Interregionale Sekretariat für Naturschutz und die PLENUM-Konzeption. 1999 Abordnung nach Brüssel zur Generaldirektion Umwelt der Europäischen Kommission.



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 (von 01–10/1996 wissenschaftl. Angestellter beim Technologiezentrum Wasser) seit 1995 bei der LfU als Referent für Fragestellungen zur chemisch-physikalischen Beschaffenheit der Fließgewässer tätig.



Alfred Neu

geb. 1947, Physikstudium an der Uni Karlsruhe; seit 1971 in der Radioaktivitätsüberwachung des Landes mit Strahlenschutz befasst. Als Sachgebietsleiter bei der LfU u. a. mit der Umgebungsüberwachung auf Radioaktivität bei Kernkraftwerken und mit der Bewältigung besonderer Vorkommnisse mit radioaktiven Stoffen betraut; Arbeitskreissekretär beim Fachverband für Strahlenschutz.



Dr. Jürgen Marx

geb. 1956, Dipl.-Biol.; Studium an der Universität Hohenheim; 1985–90 Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Stuttgart (Gebietsreferent Kreis Ludwigsburg, Artenschutz), 1990/91 Landesamt für Flumeuordnung (Referatsleiter Landschaftsentwicklung); seit 1992 Referatsleiter an der LfU (Flächenschutz, Landschaftspflege, Landschaftsplanung); Lehrbeauftragter für Naturschutz an der Universität Hohenheim.



Dr. Thomas Nöltner

Diplom-Mineraloge; Mineralogie-Studium in Heidelberg und Karlsruhe; Promotion 1986 und wissenschaftliche Mitarbeit an der Universität Karlsruhe (T. H.). Referent für Bodenschutz bei der Landesanstalt für Umweltschutz seit 1990.



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.



Gerd Oelsner

Jg. 1955, Sozialwissenschaftler. Seit 1996 an der LfU mit den Schwerpunkten Kommunales Öko-Audit und Umweltindikatoren. Seit der Gründung im April 1998 Leiter des Agenda-Büros der LfU.



Astrid Oppelt

Jg. 1959, Biologie-Studium in Heidelberg. Berufliche Stationen: Konzeption und Durchführung der „Stadtbiotopkartierung“ bei der Stadt Heidelberg (1986–88), „Kreisökologin“ bei der unteren Naturschutzbehörde des Neckar-Odenwald-Kreises (1988–95). Bei der LfU seit 1995, Bereich botanischer Artenschutz, seit 1999 fachliche Gesamtkoordination zur Umsetzung der FFH-Richtlinie der EU.



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.



Alfred Reimann

Jg. 1944, Dipl.-Ing. (FH). Seit 1969 bei der LfU und Vorläuferinstitut, zunächst im Bereich Strahlenschutz und Umwelt-radioaktivität tätig (Aufbau und Betrieb des kernphysikalischen Messlabors). 1992 bis 1994 zum Referat „Immissionsschutz“ des Ministeriums für Umwelt und Verkehr abgeordnet. Seit 1994 im Referat „Konzeptentwicklung, Forschungstransfer“ für die übergreifende Umweltberichterstattung zuständig.



Dr. Werner Scholz

Dipl.-Physiker, Studium und Promotion an der Universität Frankfurt/Main. Danach wiss. Tätigkeit an der Universität Kaiserslautern und am Deutschen Krebsforschungszentrum Heidelberg. Bei der LfU seit 1989. Projektbetreuung und Koordinierung im Bereich der Umweltforschung bis 1997, seitdem Aufgabenschwerpunkt „Umweltverträgliche Verkehrsentwicklung“.



Thomas Sattler

Diplom-Biologe, Fachrichtung Geobotanik, Biotopkartierung im Auftrag der LfU von 1983–1989. Seit 1990 bei der LfU: zunächst im Bereich Biotopschutz (u. a. Broschürenreihe „Biotope in Baden-Württemberg“), seit 1995 im ITZ im Referat 53 im Bereich Informationsmanagement, zuständig für Umweltdatenkatalog.



Dr. Manfred Schöttle

Studium der Geologie, Mineralogie und Chemie in Tübingen und Heidelberg, Promotion 1967, wiss. Mitarbeit am Bodenseeprojekt der DFG. Berufliche Stationen: Portland-Zement-Werke (Heidelberg), Rensselaer Polytechnic Institute (New York), Universitäten Gießen und Darmstadt. Habilitation, Dozent an der TU Darmstadt. Seit 1981 bei der LfU im Bereich Naturschutz/Geotopschutz, ab 1986 Aufbau des Fachgebiets Boden/Bodenschutz.



Claudia Schäfer

Diplom-Biologin (Studium der Botanik in Frankfurt/Main), im Rahmen einer Weiterbildung zur Umweltinformatikerin bei der Gesellschaft für Technologie und Umweltschutz 1993 Praktikum beim Informationstechnischen Zentrum der LfU in Stuttgart, derzeit im Referat 54 beim ITZ Stuttgart im Zentralen Benutzerservice tätig.



Dr. Heinz Gerd Schröder

Diplom-Geologe, geb. 1953, verheiratet, zwei Kinder. Studium in Köln, Göttingen, 1982–85 Erdölgeologe bei der Deutschen Texaco AG, ab 1985 Sedimentologe am ISF. Arbeitsfelder: Akustische Sedimentkartierung mit Echolot und Sidescan-sonar, strukturelle Sedimentologie. Mitarbeit in Internationaler Gewässerschutzkommission für den Bodensee und Sonderforschungsbereichen der Uni Konstanz.



Elmar Schelkle

Diplom-Biologe, Fachrichtung Geobotanik (Studium an Universität Stuttgart-Hohenheim), Biotopkartierung im Auftrag der LfU von 1990–1992. Seit 1993 bei der LfU im Referat 25, Sachgebiet Flächenschutz; Aufgabenbereich Waldbiotop- und §-24a-Kartierung (Koordination, Methodenentwicklung und -pflege, Softwarekonzeption, Datenbankführung).



Prof. Dr. Volker Schweikle

geb. 1941; Landwirtschaftsstudium mit Promotion in Bodenkunde über Bodenschichten des Nordschwarzwaldes. Habilitation in Bodenphysik über Gefügeeigenschaften von Pelosolen. Dozent an der UNI Karlsruhe. Seit 1979 bei der LfU im Fach „Boden“.



Dr. Horst Spandl

Studium der Informatik an der Universität Karlsruhe, Promotion 1991 am Institut für Prozessrechen-technik und Robotik der Universität Karlsruhe. Seit 1992 wissenschaftlicher Mitarbeiter im Informations-technischen Zentrum der LfU. Seit 1998 verantwortlich für die Softwareentwicklung des Informationssystems Wasser, Abfall, Altlasten, Boden (WAABIS).



Hans-Georg Weber

Dipl.-Ing., 1956 bis 1963 Studium des Bauingenieurwesens an der Universität Karlsruhe (TH), danach Tätigkeit bei Regierungspräsidium Freiburg, Wasserwirtschaftsamt Waldshut, Innen- und Landwirtschaftsministerium Baden-Württemberg, seit 1986 bei LfU, 1986 bis 1990 Leiter des Referats Abfallbeseitigung, Begleitscheinkontrolle, 1990 bis 1997 Leiter des Referats Abfallwirtschaft, seit 1998 Leiter des Referats Kreislaufwirtschaft, Abfallbehandlung.



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. Seit 1992 bei der LfU im Referat 23, zuständig für biologische Untersuchungen im Rahmen der Ökologischen Umweltbeobachtung an Wald-, Grünland- und Fließgewässer-Dauerbeobachtungsstellen.



Susanne Weimer

Diplom-Physikerin. Studium in Tübingen mit Schwerpunkt Astrophysik, Aufbau-studium Umweltschutztechnik an der TU München. 1986–88 im Institut für Strahlenhygiene des damaligen Bundesgesundheitsamtes (heute Bundesamt für Strahlenschutz), 1988–90 im Umweltministerium Baden-Württemberg, ab 1990 in der Landesanstalt für Umweltschutz im Referat Strahlenschutz mit Schwerpunkt Umweltradioaktivität tätig.



Martina Tauber

geb. 1962, verheiratet, zwei Kinder. Informatikstudium an der Fachhochschule Karlsruhe. Seit 1986 bei der LfU, von 1989 bis 1992 abgeordnet zum damaligen Umweltministerium zur Mitarbeit beim Aufbau des Umweltinformationssystems. Derzeit im Sachgebiet Informationsmanagement, UIS-Berichtssysteme zuständig für den Web-Server der LfU.



Dieter Willibald

geb. 4.4.1939; Studium des Bauingenieurwesens, Vertieferrichtung „Konstruktiver Ingenieurbau“ an der TU Karlsruhe; nach 2. Staatsprüfung ab 1969 beim Regierungspräsidium Karlsruhe, Referat Flussbau, danach seit 1976 bei der LfU in wechselnden Aufgabengebieten: Grundwasserhydrologie und Grundwasser messdienst, Mess- und Gerätetechnik, quantitative Hydrologie der Fließgewässer, Pegel- und Datendienst.



Michael Theis

Dipl.-Ing. Landespflege, Fachrichtung Landschaftsökologie an der TU München; seit 1983 bei der LfU im Bereich Landschaftsplanung und Eingriffsregelung; 1992 Abordnung zum Umweltministerium Baden-Württembergs für die LANA-Geschäftsführung; ab Juli 96 beim Ministerium Ländlicher Raum; seit Sept. 97 zurück zur LfU, ab 1. 1. 98 Leiter des neuen Sachgebietes „Fachdienst Naturschutz“.



Hartmut Vobis

Diplom-Biologe, Studium an der Universität Gießen. 1972 Landesstelle für Gewässerkunde, die 1975 in der LfU aufgegangen ist. Im Bereich Gewässerbiologie tätig, mit Schwerpunkt limnologische Verfahren für die Praxis und Ökosystem Rhein.



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.