



# Berichte und Ereignisse 2007

Sonderthemen Klima,  
Perfluorierte Tenside





# **Berichte und Ereignisse 2007**

## **Sonderthemen Klima, Perfluorierte Tenside**

## Impressum

### Berichte und Ereignisse 2007

ISBN (Druck-Version) 978-3-940009-77-7

ISBN (Online-Version) 978-3-940009-76-0

### Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)

Bürgermeister-Ulrich-Straße 160

86179 Augsburg

Telefon: (08 21) 90 71 – 0

Fax: (08 21) 90 71 – 55 56

E-Mail: [poststelle@lfu.bayern.de](mailto:poststelle@lfu.bayern.de)

Internet: [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)

### Bilder/Grafiken:

LfU und Abfallverwertung Augsburg GmbH (S. 35), Adelheid Burghardt (S. 24 u), [ccvision.de](http://ccvision.de) (S. 4 o = S. 9, 25 r u, 28 l, 69 r, 79 u, 93, 105), Hartmut Fligge (S. 42, 56, 100), Günter Hansbauer (S. 24 l, 70), Claudius Heiter (S. 50, 60, 64), Claus Hensold (S. 30 m o), Uwe Mackes (S. 4 u = 19 o, 13 u = 69 l, 19 u, 32 m u, 40), Ingeborg Marxreiter (S. 27 l o), Peter Rey – Hydra Institut Konstanz (S. 46 u), Jan Roeder (Titel), Schäffler Gruppe (S. 102 r, 102 l), Schuster Engineering GmbH (S. 38 u), Ralph Stumpe – Xaver Riebel Baustoff GmbH (S. 34), Klaus Thome (S. 84), Jürgen Tomicek (S. 101), TVF ALTWERT GmbH (S. 39 o, 39 u), Stephan Wamsler (S. 31 r), WWA Ansbach (S. 92), WWA Bad Kissingen (S. 27 l u = S. 88), WWA Kempten (S. 22 r, 87 o), WWA Nürnberg (S. 95), WWA Regensburg (S. 90)

### Druck:

Beck Druck GmbH & Co. KG, Königstr. 66–68, 95028 Hof

Gedruckt auf Papier aus 100 % Altpapier.

### Stand:

Mai 2008

Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Druckschrift auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte nicht verantwortlich.

## Inhalt

---

		Editorial	5
		Zwei Jahre nach der Fusion: Landesamt auf Kurs	6
<hr/>			
<b>Sonderthemen</b>	<b>6</b>	Klimawandel – LfU verstärkt Engagement	9
		Perfluorierte Tenside – Belastungssituation in Bayern	19
<hr/>			
<b>Schlaglichter</b>	<b>22</b>		
<hr/>			
<b>Fachteil</b>	<b>34</b>	Abfall	34
		Analytik/Stoffe	42
		Boden	50
		Geologie	56
		Lärm	60
		Luft	64
		Natur	70
		Strahlung	78
		Wasser	84
		Themenübergreifend	100
<hr/>			
<b>Anhang</b>	<b>104</b>	Das Landesamt im Spiegel der Presse	105
		Veröffentlichungen 2007	106
		Organisationsübersicht	112
		Adressen	114

## Editorial

---

Liebe Leserin, lieber Leser!



Sonderthema „Klima“



Sonderthema „Perfluorierte Tenside“

Umweltthemen haben wieder Konjunktur und führen längst kein „Nischendasein“ mehr. Der neue Jahresbericht des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU) gibt auf rund 110 Seiten einen kompakten Überblick, wie es um Bayerns Umwelt bestellt ist und zeigt, was uns im Jahre 2007 bewegt hat.

Zwei **Sonderthemen** (S. 9–21) werden vertieft behandelt: Ein neu am LfU eingerichteter Projektschwerpunkt Klimawandel koordiniert die zahlreichen Aufgaben, die das Landesamt in diesem Themenkreis wahrnimmt. Spezielle Aufmerksamkeit wird auch den perfluorierten Tensiden gewidmet, einer Gruppe langlebiger organischer Spurenstoffe. Ihre Verbreitung hat das Landesamt in einem groß angelegten Messprogramm in allen Umweltmedien erfasst und bewertet.

Der **Fachteil** (S. 34–103) berichtet über weitere **Arbeitsschwerpunkte** des LfU im vergangenen Jahr. Beispiel Verkehrslärm: Mit der Lärmkartierung hat das Landesamt für mehr als 3.000 Kilometer der bayerischen Hauptverkehrsstraßen den Verkehrslärm berechnet, die Ergebnisse sind in einem Kartendienst online zugänglich. Die Bestandsaufnahme wird nun in Lärmaktionsplänen zum Schutz der Menschen umzusetzen sein, wie es die EU-Richtlinie vorgibt. Obwohl Tausende von Menschen in den ermittelten Lärmzonen leben, wurden die Ergebnisse überraschend unaufgeregt zur Kenntnis genommen.

Über diese speziellen Arbeitsschwerpunkte hinaus leistet das Landesamt viel **Grundlagenarbeit**. Es erhebt zum Beispiel wichtige Umweltdaten und liefert damit Entscheidungsgrundlagen für Kommunen, Fachbehörden, Planer und Verbände. So konnten zum Beispiel im vergangenen Jahr die Arbeiten für den Vollzug der Bodenschutzgesetze abgeschlossen werden. Dazu wurden bayernweit die Hintergrundwerte für Schadstoffe in den Böden ermittelt. Die über 330.000 Analysendaten sind im digitalen Bodeninformationssystem online zugänglich.

In Forschungs- und Entwicklungsvorhaben erarbeitet das Landesamt gemeinsam mit seinen Partnern **innovative Verfahren und Techniken** zum Schutz der Umwelt. So werden zum Beispiel Satellitendaten eingesetzt zur Ermittlung der Bodenversiegelung. Die Geophysik aus der Luft mittels Radar liefert vom Hubschrauber aus tiefe Einblicke ins Gestein. Und in der Umweltanalytik wurden Verfahren für Indikatorstoffe aus Biogasanlagen entwickelt, die für den Nachweis von Gewässerverunreinigungen wichtig sind.

Die aktive Weitergabe von Erfahrungen und Erkenntnissen an die **Öffentlichkeit** ist eine wichtige Daueraufgabe des Landesamtes, sei es in Ausstellungen, Fachtagungen oder bei Veranstaltungen. Der Jahresbericht zeigt dazu viele Beispiele. Mehrere Auszeichnungen im vergangenen Jahr, darunter auch im bundesweiten Wettbewerb „365 Orte im Land der Ideen“ für das Projekt „Flüsterasphalt“, sind Motivation und Anerkennung für die geleistete Arbeit, auf die das Landesamt auch ein wenig stolz ist.

Im Jahr 2007 wurden in vielen Themenfeldern die Grundlagen gelegt für Aufgaben, die uns **zukünftig verstärkt beschäftigen** werden: Ob beim Benchmarking für Abwasseranlagen, der neuen EU-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie oder dem neuen Informationssystem Deiche und Anlagen – Umweltthemen werden auch weiter Konjunktur haben.

Liebe Leserin, lieber Leser, ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre. Mehr Umweltinformationen finden Sie im neuen **Internetauftritt** des Landesamtes ([www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)), einer Fundgrube für alle Umweltinteressierten – vom Experten bis zum fachlich wenig „Vorbelasteten“. Und ein Highlight als Leseempfehlung zum Schluss: Im Jahr 2007 ist **Bayerns Umweltbericht** (S. 101) erschienen. Mit einfachen Indikatoren stellt er den Zustand von Bayerns Umwelt objektiv dar und stellt die Problemfelder heraus, an denen weiter gearbeitet werden muss.



Prof. Dr.-Ing. Albert Göttle  
Präsident



*Wettbewerb „Innovative Verwaltung“, Themenbereich „Im Dienst für Bayerns Umwelt“. Bayerns Ministerpräsident zeichnet das Landesamt für fünf seiner Projekte mit Urkunden aus (v. l. Prof. Dr.-Ing. Albert Göttle, Staatsminister Dr. Otmar Bernhard, Ministerpräsident Dr. Günther Beckstein).*

# Zwei Jahre nach der Fusion: Landesamt auf Kurs

## Neu und alt: Wurzeln des neuen LfU

Das neue Landesamt für Umwelt (LfU) wurde aus den drei ehemaligen Landesämtern für Wasserwirtschaft, Geologie und Umweltschutz sowie Teilen des Landesamtes für Arbeitsschutz, Arbeitsmedizin und Sicherheitstechnik gebildet.

## Gebündelte Umweltkompetenz aus einer Hand

Es war die größte Baustelle der bayerischen Verwaltungsreform 21: Am 1. August 2005 wurde das neue Landesamt für Umwelt (LfU) geschaffen. Gebündelte Umweltkompetenz aus einer Hand – dies ist das Ziel, zu dem das LfU zwei Jahre nach der Fusion klar auf Kurs ist. Die „Visitenkarte“ nach außen ist dabei der neue Internetauftritt: Auf rund 1.500 Seiten bringt er seit Juli 2007 die Themen und Angebote des Landesamtes an die Öffentlichkeit. Nach Innen hat sich das Landesamt im Jahr 2007 weiter konsolidiert, galt es doch, die Organisation behutsam weiterzuentwickeln und an die neuen Anforderungen anzupassen. Rund 170 Neueinstellungen und Weiterbeschäftigungen von Zeitangestellten in einem Jahr und 103 Abgänge, davon 30 Abordnungen und Versetzungen, zeigen es: Nach wie vor gibt es viel Bewegung beim Aufbau der Dienststelle in Hof und dem schrittweisen Rückzug aus den Münchner Standorten.

## Anpassungen der Struktur

Der Aufbau des Landesamtes mit zehn Fach- und einer Zentralabteilung hat sich bewährt. Zusätzlich koordiniert seit Juli 2007 ein eigens eingerichteter Projektschwerpunkt Klimawandel die vielfältigen Arbeiten des Landesamtes zu diesem aktuellen Thema. Zur Komplettierung der Aufgaben wurden zwei neue Referate geschaffen, die die vollzugsnahen Aufgaben im Immissionsschutz und in der Abfallwirtschaft erledigen. Ebenfalls von Hof aus bearbeiten zwei weitere Referate neben ihrem Hauptsitz in Kulmbach die Aufgaben der zentralen Stelle zur Abfallüberwachung und der Landschaftspflege. Damit wird insgesamt das Aufgabenspektrum der nordbayerischen Dienststellen erweitert und gestärkt.

## Aufbau der Dienststelle Hof

Im März 2006 haben die ersten 20 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ihre Arbeit in Hof aufgenommen. Seither wurde der Aufbau kontinuierlich fortgesetzt, um den politischen Auftrag zu erfüllen: Waren es zum 1. Januar 2007 rund 130, so stieg die Beschäftigtenzahl bis zum Jahresende auf rund 210 an. Der 200ste Mitarbeiter wurde Anfang November begrüßt. Rund vier Fünftel der Kolleginnen und Kollegen, darunter fast alle Neueingestellten, haben inzwischen auch privat ihren Lebensschwerpunkt in die Region Hof verlagert. Für den kleineren Teil der Wochenendpendler nach München und an andere Orte sind dagegen die Hürden höher gesetzt, stehen längere Fahrten auf dem Programm.



Dienststelle Hof

Flexibilität war zunächst nötig, denn viele der Großraumbüros in der ehemaligen Schmidtbank mussten erst einmal umgebaut werden: Bauarbeiten an insgesamt 16 von 20 Fluren begleiteten die tägliche fachliche Arbeit, fast 350 interne Umzüge waren nötig, ehe jeder seinen endgültigen Arbeitsplatz in einem der 220 Büroräume beziehen konnte. Fast eine Million Euro wurden dafür eingesetzt. Insgesamt werden nach dem Abschluss des Umbaus künftig über 300 Mitarbeiter in Hof ihrer Arbeit nachgehen können. Auch die Hochwasservorhersagezentrale für das Maingebiet und die geowissenschaftliche und wasserwirtschaftliche Bibliothek, mit 110.000 Bänden Bayerns größte Sammlung dieser Art, haben in der Hofer Dienststelle ihren Platz gefunden. Für die Bohrkernsammlung ist die Standortsuche einer Lagerhalle in Hof noch nicht abgeschlossen.

Mit den guten Arbeitsbedingungen und einer Mischung aus bewährten und jüngeren neuen Kräften ist in Hof mitunter sogar eine Art Aufbruchstimmung zu spüren, die der Arbeit insgesamt zu Gute kommt. Ob bei den gut besuchten Ausstellungen in der Dienststelle oder der aktiven Mitarbeit bei Veranstaltungen wie dem Hofer Umwelttag, der Oberfranken-Ausstellung und der Fachmesse Geofora: Gerade durch das rege Engagement der Hofer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter kommt der Aufbau der Dienststelle gut voran und das Landesamt kann seine fachliche Präsenz auch in der Region verstärken.

## **Dienststelle Augsburg, der Hauptsitz des Landesamtes**

---

2007 haben rund zwei Dutzend Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an die Augsburger Dienststelle gewechselt. Am Hauptsitz des Landesamtes arbeiten damit insgesamt über 410 Umweltsachverständige. Weitere Verstärkung ist vor allem bei der Zentralisierung der Labore geplant. Allerdings müssen die räumlichen Voraussetzungen dafür erst geschaffen werden, ehe Teile der Spezialanalytik von München nach Augsburg umziehen können. Der Umweltausschuss des Bayerischen Landtags zeigte sich im Oktober 2007 bei einem Besuch des Landesamtes in Augsburg von der Vielfalt der Themen beeindruckt und sparte nicht mit Lob über die kompetente Aufgabenerledigung.



*Dienstszitz Augsburg*

## **Schrittweiser Rückzug vom Standort München**

---

Am Standort München wurden die vormals vier Dienststellen weiter konzentriert und zwei Standorte endgültig geschlossen. Ziel der Vorgaben ist es, den Standort weiter zu reduzieren und langfristig abzubauen. Auch in München waren damit Umzüge angesagt. Für einen Großteil der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter konnten – zum Teil nach intensiven Personalgesprächen – Lösungen gefunden und Schwierigkeiten und Probleme ausgeräumt werden: Viele, die nicht nach Hof wechseln konnten, haben innerhalb des Amtes neue Aufgaben übernommen oder sind zu anderen Behörden gegangen. Soziale Belange wurden natürlich so weit wie möglich berücksichtigt, den Mitarbeitern aber auch Flexibilität abverlangt, wenn es um die Übernahme neuer Aufgaben ging.

## Optimierte Programme, verbesserte Zusammenarbeit

---

Umweltbeobachtung ist eine der Kernaufgaben des LfU, die mit großem Aufwand durchgeführt wird: Insgesamt 4.600 Messstellen in 44 Programmen liefern teilweise schon seit Jahrzehnten belastbare Daten über den Zustand von Bayerns Umwelt in allen Umweltmedien. 2007 hat nun eine Arbeitsgruppe mit allen beteiligten Abteilungen ihre Arbeit aufgenommen, um die Programme intensiver und besser zu vernetzen. Das eröffnet auch Synergien in der Zusammenarbeit.

Seit der Fusion sind im Landesamt alle Umweltaufgaben organisatorisch zusammengefasst. Nicht nur bei der täglichen Arbeit, sondern vor allem bei fachlichen Stellungnahmen im Gesetzesvollzug ergeben sich daraus Vorteile: Die unterschiedlichen Belange von Wasser-, Boden- und Naturschutz, von Geologie, Luftreinhaltung und Abfallwirtschaft können bereits im Vorfeld diskutiert und gelöst werden. Ist keine Konsenslösung möglich, können alle Umweltaspekte in einer einzigen Stellungnahme behandelt werden. Dies bedeutet für die Adressaten (zum Beispiel die Bezirksregierungen) eine wesentliche Erleichterung. So waren zum Beispiel an der Stellungnahme im Planfeststellungsverfahren zum Ausbau des Münchner Flughafens immerhin acht Abteilungen beteiligt. Ob Rohstoffabbau, tiefe Geothermie, nachwachsende Rohstoffe oder die EU-Wasserrahmenrichtlinie: Es zeigt sich, dass die erhofften Synergieeffekte in der Zusammenarbeit der Fachdisziplinen tatsächlich eintreten. Das ist ein sehr erfreuliches Resultat der Behörden-Fusion.



Im Augsburger Dienstgebäude

## Erwartungen erfüllt?

---

Die Fusion hat die Aufgaben der früher eigenständigen Landesämter zusammengeführt: Mit dem Landesamt für Umwelt ist damit medien- und fachübergreifend ein zentraler Ansprechpartner für alle Umweltfragen geschaffen worden. Rund 1.000 Mitarbeiter, davon fast zwei Drittel mit Fachhochschul- oder Universitätsabschluss aus über 30 Fachrichtungen, bieten Gewähr dafür, dass die gestellten hohen Ansprüche auch tatsächlich erfüllt werden können. In den nächsten Jahren wird es darauf ankommen, den eingeschlagenen Weg zügig und planvoll weiter zu beschreiten. Ein Prozess, der von allen Beteiligten den Willen zur konstruktiven Zusammenarbeit fordert. Gebündelte Umweltkompetenz aus einer Hand – diesem Ziel ist das Landesamt im Jahr 2007 ein gutes Stück näher gekommen.

*Stabsstelle*

# Klimawandel – LfU verstärkt Engagement

Die im Jahr 2007 veröffentlichten Berichte des Weltklimarates der Vereinten Nationen (IPCC) bestätigen, dass der Klimawandel Realität ist und durch den Menschen ausgelöst wird. Der Klimawandel wird auch in Bayern spürbar sein. Bayern hat deswegen seine Klimaschutz-Anstrengungen deutlich verstärkt: Ressortübergreifend und mit Unterstützung des bayerischen Klimarates wurde unter Leitung des Umweltministeriums und mit Beteiligung des LfU das „**Klimaprogramm Bayern 2020 (KliP)**“ entwickelt, im November 2007 vom bayerischen Kabinett verabschiedet und der Öffentlichkeit vorgestellt. Ziel des Programms ist es, die Treibhausgas-Emissionen zu verringern, sich an die unvermeidbaren Folgen des Klimawandels anzupassen und durch Forschung die Datenbasis für weitergehende strategische Entscheidungen zu verbessern. Dazu verstärkt Bayern seine bisherigen Klimaschutz-Aktivitäten in den Jahren 2008 bis 2011 um zusätzliche 350 Mio. Euro mit einem auf die bayerischen Verhältnisse zugeschnittenen Maßnahmenpaket.

Um die Entwicklung und Umsetzung des KliP Bayern 2020 zu begleiten, wurde 2007 im LfU eine neue, dem Präsidium zugeordnete Organisationseinheit eingerichtet, der „**Projektschwerpunkt Klimawandel – Klimaschutz und Anpassungsstrategien**“ (KL).

Die von den LfU-Fachabteilungen seit langem geleistete Bearbeitung klimarelevanter Fragestellungen, wie

- Klimadaten zu erheben,
- Klimaprognosen und deren Auswirkungen auf die Umwelt zu modellieren,
- Maßnahmen zur Anpassung Bayerns an die Folgen des Klimawandels zu entwickeln und
- Maßnahmen zur Reduktion des Treibhausgas-Ausstoßes in Bayern zu entwickeln, werden dabei weiterhin durch die Fachabteilungen wahrgenommen.

Die Aufgaben des Projektschwerpunktes sind es in Ergänzung dazu

- fachübergreifend die Tätigkeiten der Fachabteilungen unterstützend zu begleiten,
- eine Vernetzung des Informationsflusses innerhalb des LfU aber auch zu anderen fachlich berührten Behörden zu gewährleisten,
- abteilungsübergreifende Fachgespräche zu klimaschutzbezogenen Themen zu organisieren und deren Ergebnisse zu dokumentieren,
- neue, interdisziplinäre Vorhaben innerhalb des LfU anzuregen und
- Strategien im Bereich Klimaschutz und Anpassungsmaßnahmen zu entwickeln, vorzubereiten und deren Umsetzung zu begleiten.

Weiterhin vertritt KL beim Thema Klima die Interessen des LfU (und in Vertretung die des Umweltministeriums) in den einschlägigen Bund-Länderarbeitsgemeinschaften. Er unterstützt das Umweltministerium sowohl bei der Umsetzung des KliP Bayern 2020 als auch bei dessen Weiterentwicklung und Fortschreibung. Zudem ist er an der Diskussion über die Entwicklung und über die Inhalte einer bayerischen Anpassungsstrategie aktiv beteiligt.



 [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Wasser  
> Fachinformationen > Klimawandel

Bild links: „Klima & Co.“ – eine Wanderausstellung des LfU ([www.lfu.bayern.de/Veranstaltungen](http://www.lfu.bayern.de/Veranstaltungen) > Ausstellungen)

Bild rechts: Internet-CO<sub>2</sub>-Rechner des LfU. Hier kann jeder leicht seinen persönlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß berechnen ([www.lfu.bayern.de/Luft](http://www.lfu.bayern.de/Luft) > CO<sub>2</sub>-Rechner).



### Klimawirksame Gase

Ohne den **natürlichen Treibhauseffekt** wäre es auf der Erde im globalen Durchschnitt mit etwa – 18 °C unwirtlich kalt. Dass der natürliche Mittelwert etwa + 15 °C beträgt, dazu tragen diese Gase mit folgenden Temperaturen bei:

Wasserdampf (H <sub>2</sub> O):	21,0 °C
Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ):	7,0 °C
Lachgas (N <sub>2</sub> O):	2,4 °C
Ozon (O <sub>3</sub> ):	2,4 °C
Methan (CH <sub>4</sub> ):	0,8 °C
andere:	0,6 °C

Die Klimawirksamkeit der einzelnen Gase ist sehr unterschiedlich. Ausgedrückt in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten, also bezogen auf das Treibhausgaspotenzial von CO<sub>2</sub>, sind über einen Zeitraum von 100 Jahren z. B. Methan 25-mal, Lachgas 298-mal und bestimmte FCKW 4.600-mal klimawirksamer als CO<sub>2</sub>.

Zu dem durch den Menschen verursachten (= anthropogenen), **zusätzlichen Treibhauseffekt** tragen CO<sub>2</sub> mit 60 %, CH<sub>4</sub> mit 20 % und N<sub>2</sub>O mit 6 % bei.

Fachlich ist KL für den Bereich des **kooperativen kommunalen Umweltschutzes** mit dem Schwerpunkt Klima zuständig. Im Rahmen dieser Fachaufgabe werden unter anderem Best-Practice-Beispiele zum kommunalen Umwelt- und Klimaschutz erstellt und Arbeitshilfen zu deren Umsetzung konzipiert. Weiterhin leitet KL in dem vom Umweltministerium geförderten Netzwerk „Nachhaltige Bürgerkommune“ den Qualitätszirkel „Kommunaler Klimaschutz“ mit dem Ziel, gemeinsam mit den Kommunen die wichtigsten Handlungsfelder zu diesem Thema festzulegen, Umsetzungsdefizite zu erkennen und entsprechende Lösungswege aufzuzeigen.

Entscheidend beim Klimaschutz ist, dass alle einen Beitrag leisten. Da jedoch die Wechselwirkungen zwischen den natürlichen und den menschlichen Einwirkungen auf das Klimasystem der Erde äußerst komplex sind, bereitet das LfU die Erkenntnisse und Zusammenhänge für die verschiedenen Zielgruppen (Wirtschaft, Wissenschaft, Politik, Bürger) auf.

*Dr. Michael Joneck, Pablo Schindelmann*

## Dem Klimawandel entgegensteuern

Das LfU beschäftigt sich schon lange mit dem Einfluss des Menschen auf die Bestandteile der Atmosphäre (CO<sub>2</sub>, Methan, Aerosole usw.) und die Möglichkeiten, diese Veränderungen gering zu halten. Nachfolgend finden Sie einige Beispiele für Projekte und Ergebnisse.

### Technologien optimieren, Effizienz steigern

Wenn die Energieeffizienz steigt und erneuerbare Energien genutzt werden, sinkt der Ausstoß an klimawirksamem CO<sub>2</sub>. Zu energiesparenden Techniken hat das LfU in den vergangenen Jahren über 20 branchenspezifische Energieleitfäden veröffentlicht – 2007 erschien das Heft „Energiesparen in Metzgereien“. Darin werden Tipps gegeben, wie Metzgereien bei der Herstellung, der Lagerung und beim Verkauf ihrer Produkte Energie effizient einsetzen können, ohne dabei Abstriche bei der Qualität, der Lebensmittelsicherheit und der Hygiene machen zu müssen.

Weitere Themen im Jahr 2007 waren unter anderem: die Nutzung der Abwärme von Müllverbrennungsanlagen (siehe S. 35) sowie Klimaschutzaspekte bei der Abfall- und Abwasserbehandlung.

## Abwärme großräumig nutzen: Projektstudie Wärmeverbund Ingolstadt

Aus Gründen des Klimaschutzes aber auch wegen der zunehmend knapper und teurer werdenden Energiereserven ist es nötiger denn je, die Energieressourcen sparsam und effizient zu verwenden. Dazu gehört neben dem Einsatz sparsamer und moderner Anlagen und Verfahren auch die Nutzung von unvermeidbaren Abwärmeströmen.

Im Raum Ingolstadt fallen besonders in den dortigen Raffinerien erhebliche Abwärmemengen an. Gleichzeitig gibt es in der Region große Betriebe und andere Energieverbraucher, die Bedarf an Wärme haben. In einer Vorstudie war untersucht worden, ob die in der Region vorhandenen Abwärmequellen zur Nutzung in anderen Betrieben geeignet sind. Als Abwärmequellen kamen die örtlichen Raffinerien, die Kraftwerke sowie eine Müll- und eine Sondermüll-Verbrennungsanlage in Betracht, als Wärmeabnehmer große Industriebetriebe und das Wärmenetz der Stadtwerke.

In der Detailstudie wurden die in der Vorstudie als besonders attraktiv eingestuft Varianten untersucht, z. B. der Wärmeverbund zwischen einer Raffinerie und einem Automobilhersteller. Das jährliche CO<sub>2</sub>-Vermeidungspotenzial dieses Wärmeverbundes wurde auf 70.000 t geschätzt. Die Detailanalyse umfasste technische, wirtschaftliche und ökologische Aspekte der Wärmeauskopplung und des Wärmetransportes. Auch verschiedene Möglichkeiten der Trassenführung und Aspekte der Versorgungssicherheit wurden erörtert. Derzeit laufen Planungen, wie die Ergebnisse der Detailstudie umgesetzt werden können.

*Dr. Geroald Hensler, Dr. Josef Hochhuber*

-  [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Luft > Fachinformationen > Energieeffizienz > CO<sub>2</sub>-Minderung und Energieeffizienz
-  BayLfU (2007): Wärmeverbund Ingolstadt – Detailstudie, Kurzfassung

## Methan-Emissionen verringern: Klimarelevanz von Deponien

In Mülldeponien bildet sich bei der Zersetzung organischer Abfälle Deponiegas. Dieses enthält im Wesentlichen Kohlendioxid und Methan. Der Methananteil beträgt über mehrere Jahre über 50 % und nimmt dann langsam ab.

Im Jahr 1990 wurden aus Deponien in Deutschland 1,5 Mio. t Methan frei. Dies entsprach 22,4 % der gesamten Methanemissionen. Weitere Quellen sind z. B. Viehzucht und Kohlegewinnung. Mittlerweile sind die Methanemissionen aus Deponien auf circa 0,5 Mio. t pro Jahr zurückgegangen.

Dieser Rückgang hat vor allem zwei Ursachen:

- Das Deponiegas wurde zunehmend erfasst und behandelt und dadurch das enthaltene Methan in das weniger klimawirksame CO<sub>2</sub> umgewandelt. Bis in die 1990er Jahre wurde es nur abgefackelt, heute wird es soweit wie möglich energetisch verwertet (Verstromung, Wärmenutzung).
- Seit spätestens 2005, durch das endgültige Ablagerungsverbot für organische Abfälle, werden die Abfälle der Verbrennung zugeführt. Abfälle, die heute auf Deponien gelangen, bilden kein Methan.

Bis 2012 werden die jährlichen Methanemissionen auf voraussichtlich 0,1 Mio. t sinken.

Für Deponien existieren keine gesetzlichen Vorgaben zu den zulässigen Methanemissionen. Da sich in den vergangenen Jahren die Technik stark weiterentwickelt hat, kann zunehmend methan- und damit energiearmes Schwachgas sinnvoll behandelt werden. Das LfU beurteilt diese neu entwickelten Anlagen. Zudem wird geprüft, welche Restemissionen noch behandelbar sind und ab wann auf eine Behandlung des Gases verzichtet werden kann.

-  [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Abfall > Fachinformationen > Deponien

*Simone Klett*

## Abfallwirtschaft und Klimaschutz

Das LfU hat untersuchen lassen, welchen Beitrag die bayerische Abfallwirtschaft beim Klimaschutz bereits leistet. In einer Computersimulation wurden dazu die 2003 mit der Erfassung, Verwertung und Behandlung von rund 23 Mio. t bayerischer Siedlungs- und Gewerbeabfälle verbundenen Treibhausgasemissionen analysiert.

Ausgedrückt in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten spart die bayerische Abfallwirtschaft bereits jährlich rund 13 Mio. t ein. Zum Vergleich: Der Gesamtausstoß der energiebedingten CO<sub>2</sub>-Äquivalente (für Strom, Wärme, Mobilität) in Bayern betrug 2003 rund 83 Mio. t.

Etwa 3,2 Mio. t davon resultieren aus der Energieerzeugung aus Abfällen oder der Energieeinsparung durch Abfallrecycling, z. B. beim Aluminium bis 95 % und beim Glas bis 35 %. Die größten Treibhausgas-Einsparungen aber sind mit rund 9,6 Mio. t auf die Vermeidung stark klimawirksamer Deponiegase zurückzuführen. In Bayern werden Abfälle, die Deponiegase bilden können, nicht mehr, wie in vielen Ländern noch üblich, abgelagert, sondern z. B. in Müllheizkraftwerken zur Strom und Wärmeerzeugung genutzt.

Weitere Einsparpotenziale liegen z. B. noch in der Abfallvermeidung, der Optimierung der Bioabfallverwertung, der Energieeffizienz von Müllheizkraftwerken und im weiteren Ausbau der Recyclingwirtschaft.

Die Ergebnisse dieser und weiterer Studien wurden auf der LfU-Fachtagung „Abfallwirtschaft und Klimaschutz“ vorgestellt.

*Franz Reitberger, Rudolf Müller*

 [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Abfall > Aktuelle Themen

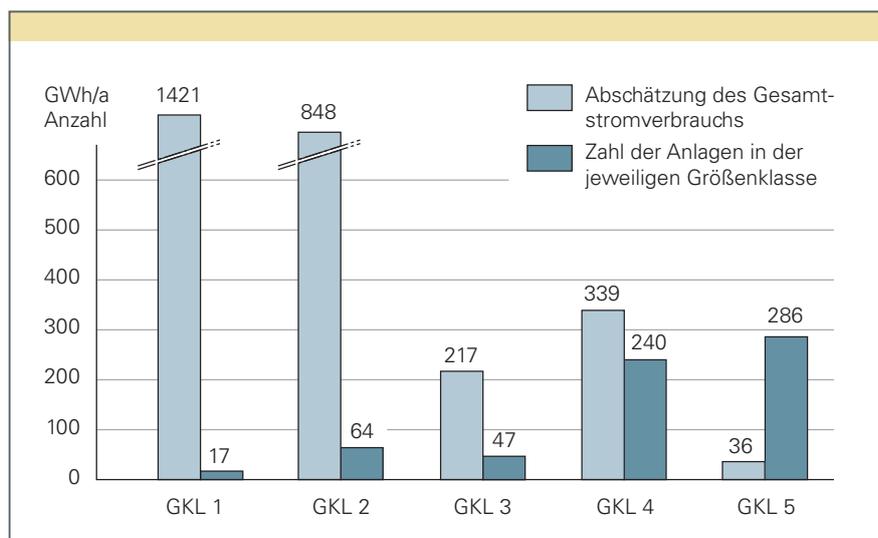
 BayLfU (2007): Abfallwirtschaft und Klimaschutz (Fachtagung 08.02.2007)

## Energieeffizienz und CO<sub>2</sub>-Einsparung bei der Abwasserbehandlung

Kläranlagen benötigen zur Abwasserreinigung einerseits Energie, andererseits können sie aber auch regenerativen Strom produzieren. Energiequelle ist das bei der anaeroben Abwasserbehandlung entstehende Faulgas.

*Stromverbrauch der bayerischen Kläranlagen in Abhängigkeit von der Größenklasse (GKL) und Anzahl der Kläranlagen in der Größenklasse.*

*(Anmerkung: Je größer die GKL ist, desto größer sind die Anlagen. In der GKL 1 befinden sich z. B. kleine Ortsteilkläranlagen im ländlichen Raum, während die Kläranlagen der großen bayerischen Städte in der Regel GKL 5 besitzen.)*



In Bayern gibt es rund 2.850 kommunale Kläranlagen mit einer Ausbaugröße von 27 Mio. Einwohnerwerten. In einer 2007 abgeschlossenen Studie zum Energiebezug und Energieeinsparpotenzial bayerischer Kläranlagen hat das LfU für das Jahr 2005 folgende Zahlen ermittelt:

- Der Gesamtstromverbrauch aller Kläranlagen lag bei rund 654 GWh. Der Anteil am bayerischen Nettostromverbrauch beträgt rund 1 %.
- Die Faulgasproduktion aller Kläranlagen betrug circa 137 Mio. m<sup>3</sup>. Bei idealen Rahmenbedingungen könnten damit rechnerisch bis zu 400 GWh Strom erzeugt werden.
- Das Einsparpotenzial durch Stromsparmaßnahmen und Steigerung der eigenen Stromproduktion wurde auf rund 200 GWh geschätzt. Auf Basis eines CO<sub>2</sub>-Emissionswerts von 0,627 kg CO<sub>2</sub>/kWh könnten damit jährlich 125.400 t CO<sub>2</sub> eingespart werden.

Die Studie enthält darüber hinaus Vorschläge zum weiteren Vorgehen. In den Jahren 2008/2009 sollen z. B. mit dem Forschungsvorhaben „Die Kläranlage der Zukunft – eine energieeffiziente Infrastruktureinrichtung“ Vorschläge für Pilotprojekte zur Steigerung der Energieeffizienz auf Kläranlagen erarbeitet werden.

*Stefan Bleisteiner*

## **Erneuerbare Energien umweltgerecht nutzen**

Bereits seit längerem befasst sich das LfU mit der Nutzung erneuerbarer Energien. Fachinformationen über Einsatzmöglichkeiten erneuerbarer Energien enthalten beispielsweise das Biogas-Handbuch (2004/2008) oder der Geothermie-Atlas (2006).

Im Jahr 2007 hat sich das LfU mit den zunehmend spürbaren negativen Umweltbelastungen der neuen Energie-Technologien befasst: So zeigt sich beispielsweise, dass die unsachgemäße Verfeuerung von Holz den Feinstaubgehalt der Luft erhöht (siehe S. 68). Untersucht wurden die Schallemissionen von Biomasse-Heizkraftwerken (siehe S. 62) und die Blendwirkungen an Photovoltaikanlagen (siehe S. 79). Ein neues Verfahren zum Nachweis von Gewässerverunreinigungen durch Biogasanlagen wurde entwickelt (siehe S. 43) und technische Anforderungen an Bioethanol-Tankstellen erarbeitet (siehe S. 99).

Eine Studie untersucht die Folgen des Anbaus nachwachsender Rohstoffe für Natur und Landschaft. Auf einer spannenden Fachtagung des LfU wurden Vor- und Nachteile der Bioenergie diskutiert.

## **Anbau nachwachsender Rohstoffe: Auswirkungen auf Natur und Landschaft**

Der Einsatz von Biomasse zur Energieerzeugung hat in den letzten Jahren einen enormen Aufschwung erfahren. In Bayern z. B. verdoppelte sich von 2004 bis 2006 die Zahl der Biogasanlagen, bis Ende 2007 war sie auf rund 1.350 Anlagen (= rund 1/3 der Anlagen in Deutschland) gestiegen. Der zunehmende Einsatz von Energiepflanzen ist grundsätzlich ein Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Einsparung und damit zum Klimaschutz. Bei der rasanten Entwicklung sind jedoch auch negative Umweltwirkungen deutlich geworden. So können die starke Zunahme des Mais- und Rapsanbaus in vielen Regionen, die Verengung von Fruchtfolgen, Grünlandintensivierung, Grünlandumbruch in Auen und Niedermooren und hochwüchsige Kulturen die Schutzgüter Arten und Lebensräume, Landschaftsbild, Boden, Oberflächengewässer und Grundwasser erheblich belasten.





Biogasanlage im Landkreis Donau-Ries

Das LfU hat 2007 deshalb das Projekt „Auswirkungen nachwachsender Rohstoffe auf Natur und Landschaft unter besonderer Berücksichtigung wasserwirtschaftlicher Aspekte“ an die TU München-Weihenstephan (Lehrstühle für Strategie und Management der Landschaftsentwicklung und für Wirtschaftslehre des Landbaus, mit Beteiligung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft) vergeben.

Ziel des bis Herbst 2008 laufenden Projektes ist die Erarbeitung von Handlungsempfehlungen für einen nachhaltigen, natur- und landschaftsverträglichen Anbau nachwachsender Rohstoffe. Hierzu ist unter anderem eine regionalisierte Betrachtung der Auswirkungen (Chancen und Risiken) in Schwerpunktgebieten vorgesehen.

Werner Rehklau

### „Bioenergie – Pro und Contra“ – eine Fachtagung mit mehr Fragen als Antworten ...

Der Einsatz von Bioenergie zur Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen und nicht zuletzt zur Verringerung der Abhängigkeit von den fossilen Brennstoffen wurde in den letzten Jahren regelrecht hochgejubelt. Es zeigen sich jedoch auch negative Auswirkungen auf die Umwelt. Das LfU ging daher auf einer Fachtagung der Frage nach, wie es anhand seiner Erfahrungen aus vielen Umweltbereichen dazu beitragen kann, Auswirkungen auf die Umwelt zu erkennen, zu bewerten und Empfehlungen für die Zukunft zu geben.

Wie zu erwarten, warf die Veranstaltung mehr Fragen als Antworten auf. Deutlich zeigte sich, dass ein ganzheitliches Konzept für einen optimierten Einsatz aller Energieträger fehlt.

So ist die bevorzugte Förderung von **Biokraftstoff** aus Gründen der Energieeffizienz nicht im Sinne des Klimaschutzziels. Bei hohen Umwandlungsverlusten von Biomasse in Biokraftstoff kann die Treibhausgasbilanz sogar negativ ausfallen. Auch die Lachgasentstehung ( $N_2O$ ) bei der Düngung von Energiepflanzen bereitet Sorge.

Hingegen ist bei **Holz**, eingesetzt für die Wärmeerzeugung, mit hohen  $CO_2$ -Einsparungen zu rechnen. Die Staubemissionen von Holz-Kleinf Feuerungsanlagen sind dabei noch deutlich zu verringern.

**Biogas** hat viele Vorteile, aber auch hier stellt sich die Frage der Klimaneutralität, die bei nicht abgedeckter Gärrestelagerung wegen den Methanemissionen aus der Nachreaktion der Gärreste und bei fehlender Nutzung der Abwärme sogar kontraproduktiv sein kann. Dahingegen verbessert ein hoher Anteil an Gülle an den in der Biogasanlage eingesetzten Substraten die Treibhausgasbilanz deutlich, da dann die mit der Ausbringung von Gülle auf die Felder verbundene Freisetzung von Methan vermieden wird.

Der Energiepflanzenanbau birgt erhebliche Risiken für die Umwelt. Hier gilt es für Biomasse mit hohen Effizienzgraden Anbauempfehlungen zu erarbeiten, die den Gewässer-, Boden-, Natur- und Immissionsschutz berücksichtigen, um die Risiken (z. B. großflächiger Anbau weniger Sorten, Intensivierung extensiv genutzter Standorte, erhöhte Nitratauswaschung, Bodenverlust durch Erosion) zu begrenzen und die Chancen (z. B. erweiterte Fruchtfolge, verlängerte Bodenbedeckung, Erhöhung der Sortenvielfalt, stoffliche Verwertung von Aufwuchs aus Landschaftspflege) zu fördern.

Dr. Michael Rössert

- ➔ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Luft > Fachinformationen > Anlagentechnik
- ➔ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Luft > Fachinformationen > Nachwachsende Rohstoffe
- ➔ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Luft > Forschung und Projekte > Energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe
- ➔ BayLfU (2007): Bioenergie – Nutzen und Risiken für die Umwelt (Fachtagung 05.12.07)

## Klimawandel beobachten

Wirkt sich der Klimawandel schon jetzt aus? Wenn ja: wie? Um diese Fragen zu klären, wertet das LfU regelmäßig langjährige Messreihen der Landesmessnetze aus: beispielsweise die Daten des Lufthygienischen Landesüberwachungssystems Bayern (LÜB) des LfU und des gewässerkundlichen Pegelmessnetzes.

Welche Folgen hat der Klimawandel für gespeicherten Kohlenstoff? Wenn bei einer Klimaerwärmung ein Großteil des Humus im Boden mikrobiell abgebaut wird, werden beträchtliche Mengen CO<sub>2</sub> frei. Das LfU hat daher den Humusgehalt einiger Böden näher untersucht (siehe S. 51).

Auch unsere Messsysteme passen wir an: untersucht wird, ob an den bestehenden Messstationen weitere, für die Klimaforschung relevante Parameter erfasst werden können. Außerdem werden neue Messreihen begonnen, beispielsweise auf der Zugspitze: dort wird der Frage nachgegangen, ob bzw. wie schnell der Permafrost auftaut.

### Forschungsprojekt: Permafrost in der Zugspitze

Die aktuelle globale Erwärmung lässt befürchten, dass auch der Permafrost (Dauerfrost) im Fels der Zugspitze abtaut. Um dies zu kontrollieren, wurde vom LfU eine Überwachungsanlage installiert.

Im August 2007 durchbohrte eine Spezialfirma unterhalb des Gipfelgebäudes die Zugspitze von Süd nach Nord. Ein 44 m langes und im Durchmesser 12,5 cm betragendes Bohrloch wurde mit einem Innenrohr versehen, abgedichtet und mit 25 Temperatursensoren ausgestattet. Die Sensoren sind mit einem Datensammler verbunden, der im Stundentakt die Werte aufzeichnet.

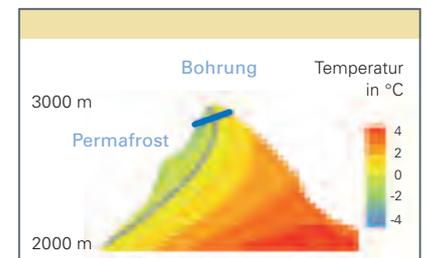
Seit Anfang November hat sich, nach der Störung durch die Arbeiten, im Inneren des Berges wieder ein weitgehend gleichbleibendes Temperaturniveau eingestellt. Nur in Oberflächennähe zeichnet sich der Gang der Außentemperaturen ab. Der Permafrost konzentriert sich entlang der kalten Nordwand, die Südflanke ist im Sommer bis in eine Tiefe von knapp 10 m eisfrei.

Eine Veränderung im Berginneren kann allerdings nur langfristig festgestellt werden, das Projekt ist deshalb auf einen Zeitraum von 15 Jahren ausgelegt. Die Daten werden in ein alpenweites, derzeit im Aufbau befindliches Permafrost-Messnetz eingehen.

*Dr. Andreas v. Poschinger*



 [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Geologie  
> Forschung und Projekte



*Bild links: Bohrarbeiten am Zugspitzgipfel:  
Die Bohrplattform mit Mannschaft und  
Geräten*

*Grafik oben: Lage der Bohrung und modell-  
hafte Temperaturverteilung im Fels*

## Boden und Wasserqualität: Langzeit-Untersuchungen

Seit langem gelangen durch den Menschen Stoffe aller Art großflächig in die Natur. Sie können die Ökosysteme schädigen (z. B. Gewässerversauerung) und unsere natürlichen Ressourcen beeinträchtigen (z. B. Trinkwasser). Noch weitgehend unklar sind die Auswirkungen des Klimawandels auf den Stoffhaushalt der Natur. Eine höhere Durchschnittstemperatur könnte z. B. die Humuszersetzung anregen. Dabei würden CO<sub>2</sub> und Nitrat frei, das Nitrat würde in Grund- und Oberflächenwasser gelangen.

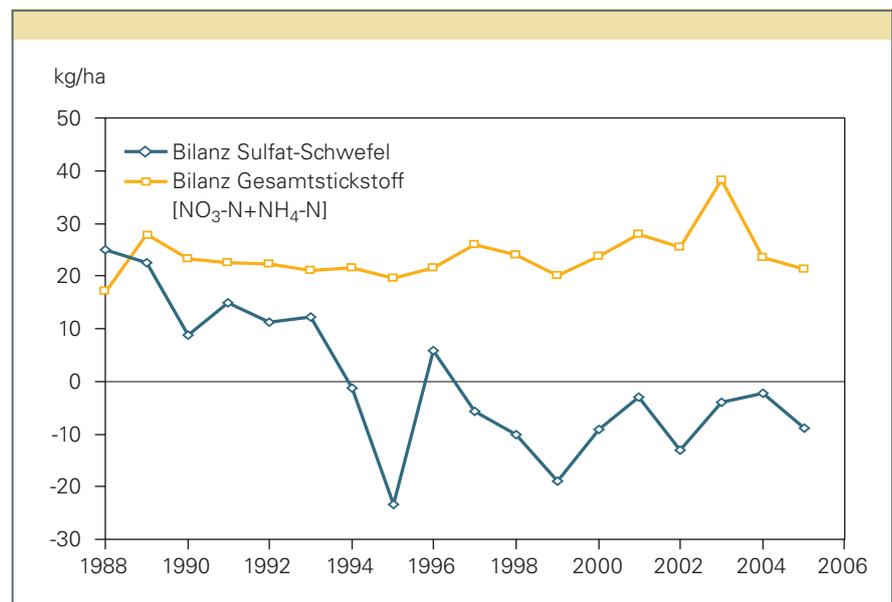
In sieben Referenzgebieten werden vom LfU die Entwicklungen im System Boden–Grundwasser–Gebietsabfluss untersucht und Gebiets-Stoffbilanzen erstellt, die zur Aufklärung langfristiger Umweltwirkungen beitragen. Ein Untersuchungsschwerpunkt sind die Auswirkungen atmosphärischer Schwefel- und Stickstoffeinträge auf Grundwasser und Gewässer in Waldgebieten, z. B. im Fichtelgebirge.

Die Bilanz (Eintrag minus Austrag) für Schwefel war dort bis Mitte der 1990er Jahre aufgrund der sehr hohen Einträge aus der Luft (pro Jahr bis 60 kg/ha) im „plus“. Heute ist sie „negativ“, da die Freisetzung aus den Bodenspeichern höher liegt als der jährliche auf rund 10 kg/ha zurückgegangene Eintrag. Für die vollständige Wiedererholung der versauerten Gewässer sind Jahrzehnte anzusetzen.

Beim Stickstoff haben sich die Einträge (pro Jahr ca. 25 kg/ha) bei gleichzeitig geringen Austrägen bisher wenig verändert. Noch funktioniert der Rückhalt im Boden und sorgt für ein weitgehend nitratarmes Waldgrundwasser. In die Untersuchung solcher Vorgänge haben wir weitere Stoffe einbezogen, z. B. die im Trinkwasserbereich wichtigen Härtebildner.

 [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Wasser  
> Daten > Wasser- und Stoffhaushalt

Nicole Foullois, Dr. Jochen Bittersohl



Langjährige Stoffbilanzen für Schwefel und Stickstoff im Wassereinzugsgebiet Lehstenbach/Fichtelgebirge

## Auf den Klimawandel reagieren

---

Wenn sich das Klima wandelt, verändern sich Wasserhaushaltsgrößen wie die Stärke, die Häufigkeit und die örtliche Verteilung der Niederschläge – und damit die Verfügbarkeit von Wasser. Zum anderen verändern sich die Temperaturverhältnisse im Jahresverlauf, was z. B. Auswirkungen auf die Verdunstung oder auch Folgen für den Anbau von Feldfrüchten hat.

Die Notwendigkeit, sich frühzeitig an die zu erwartenden Folgen des Klimawandels in Bayern anzupassen, erfordert die Ermittlung der konkreten Betroffenheit für die Bereiche Natur, Wirtschaft und Gesellschaft. Dies sowie das Feststellen von Wissensdefiziten war Gegenstand der **Studie „Klimaanpassung Bayern 2020“** der Universität Bayreuth, die vom LfU beauftragt und fachlich begleitet wurde. Sie ist eine Grundlage für die weiteren Arbeiten in den Bereichen Anpassung und Forschung und verweist zudem auf die Notwendigkeit Anpassungsmaßnahmen regionsspezifisch zu entwickeln. Hierbei wird die Verbesserung regionaler Prognosemodelle für das mögliche Ausmaß des Klimawandels und der Änderungen im Wasserhaushalt notwendig werden.

Erste Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel gibt es bereits: Bei der Planung von Hochwasser-Schutzanlagen wird inzwischen ein sogenannter „Klimazuschlag“ berücksichtigt: Neue Deiche und Mauern werden für höhere Hochwasserabflüsse ausgelegt. Außerdem werden die Bewohner von potenziellen Überschwemmungsbereichen auf die besonderen Gefahren infolge Hochwasser hingewiesen.

### Bäche, Flüsse, Seen und Grundwasser: Mit welchen Folgen müssen wir rechnen?

Hat der Klimawandel Auswirkungen auf das Grundwasser? Oder auf die Häufigkeit und das Ausmaß von Hoch- oder Niedrigwasser? Um diese Fragen zu beantworten, arbeitet das LfU bereits seit 1999 in dem Kooperationsvorhaben „KLIWA“ (Klimawandel und Konsequenzen für die **W**asserwirtschaft) mit Fachstellen aus Baden-Württemberg und neuerdings auch aus der Rheinland-Pfalz sowie dem Deutschen Wetterdienst zusammen. Bislang wurde das Langzeitverhalten von Messdaten analysiert und eine mögliche Entwicklung mit Klimaszenarien modelliert. In der Weiterführung des Projektes bis 2009 werden nach den Hochwasserabflüssen insbesondere die langfristige Entwicklung der Niedrigwasserabflüsse unserer Fließgewässer und der Grundwasserneubildung untersucht.

*Johann Weber*

### Hochwassergefahr: Können wir vorbeugen?

Wie müssen wir heute planen, um den Risiken von morgen vorzubeugen? Dieser Frage stellte sich das EU-Projekt „ESPACE“ (European Spatial Planning: Adapting to Climate Events). Hier wurden zweckmäßige Anpassungsstrategien und -maßnahmen für unterschiedliche Bereiche der flussgebietsbezogenen Raumplanung entwickelt. Mit der Fallstudie „Fränkische Saale“ beteiligte sich das LfU als deutscher Projektpartner an diesem mit Interreg-III-B-Mitteln geförderten Projekt. Dabei wurde beispielhaft untersucht, welche Auswirkungen der Klimawandel auf die Hochwassersituation an der Fränkischen Saale hat und wie

 BayLfU (2008): Klimaanpassung Bayern 2020

 [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Wasser > Forschung und Projekte > Klimawandel

 [www.kliwa.de](http://www.kliwa.de)

 BayLfU (2006): Unser Klima verändert sich: Folge – Ausmaß – Strategie, Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft in Süddeutschland



 [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Wasser > Forschung und Projekte > Klimawandel

 [www.klimaprojekt-espace.bayern.de](http://www.klimaprojekt-espace.bayern.de)

 BayLfU (2007): Klimawandel und Flussgebietsplanung – Die Hochwasserschutzplanung an der Fränkischen Saale: ein europäisches Pilotprojekt

zusätzliche Schäden abgemildert werden können. Eingebettet sind diese Untersuchungen in einen umfassenden Kommunikationsprozess, um Entscheidungsträger, Fachleute und Bürger für die Problematik des Klimawandels zu sensibilisieren und Bereitschaft für notwendige regionale und örtliche Anpassungsmaßnahmen zu fördern.

Die Erkenntnisse aus der Fallstudie „Fränkische Saale“ sind gemeinsam mit den anderen ESPACE-Fallstudien eine Grundlage für Richtlinien und Handlungsempfehlungen im Sinne einer nachhaltigen und an die Folgen des Klimawandels angepassten Raumplanung mit Schwerpunkt auf der wasserwirtschaftlichen Planung.

*Johann Weber*

### **Rechtzeitig vorsorgen!**

Neben den Anstrengungen die Emissionen von Treibhausgasen deutlich zu reduzieren, ist es notwendig zugleich Anpassungsstrategien an den prognostizierten Klimawandel zu entwickeln und zu etablieren. Vorsorgendes Handeln ist hier gefordert und jeder sollte dabei mitwirken.

Das LfU wird auch zukünftig mit Leitfäden, Arbeitshilfen und Fachberichten aktive Informationsvermittlung und Bewusstseinsbildung bieten. Mit den Vorsorgeinstrumenten, wie dem Hochwassernachrichtendienst und dem Informationsangebot Überschwemmungsgebiete, sind wir auf dem richtigen Weg uns rechtzeitig auf den Klimawandel einzustellen und vorzusorgen. Diese Instrumente weiter auszubauen und den Erfordernissen des Klimawandels anzupassen, ist unsere Aufgabe.

 [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Wasser > Fachinformationen > Hochwassergefahr

# Perfluorierte Tenside – Belastungssituation in Bayern

Perfluorierte Tenside (PFT) sind schmutz-, farb-, fett-, öl- und gleichzeitig wasserabweisend sowie sehr beständig gegen Umwelteinflüsse. Sie finden daher Anwendung in zahlreichen Industrie- und Konsumprodukten. Die Hauptanwendungsgebiete liegen im Bereich der Oberflächenbehandlung, der Papierveredlung und der Spezialchemie. Hier kommt vor allem die Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) zum Einsatz, im Bereich der Teflonproduktion und anderer Fluorpolymere (z. B. Gore-Tex) vor allem die Perfluorooctansäure (PFOA). Chemisch betrachtet sind PFT organische Verbindungen, deren Wasserstoffatome am Kohlenstoffgerüst vollständig durch Fluoratome ersetzt sind und die gleichzeitig eine polare Endgruppe (Carbonsäure, Sulfonsäure) tragen.



*Perfluorierte Tenside werden unter anderem für die Herstellung von Antihft-Beschichtungen und wasserabweisenden Oberflächen verwendet.*

## PFT in der Umwelt

---

PFT und ihre Vorläufersubstanzen werden seit mehr als 50 Jahren produziert. Das Auftauchen von PFT in der Umwelt wurde in den 1970er Jahren erstmals beobachtet, heute werden sie weltweit in Gewässern, in der Atmosphäre sowie im Gewebe bzw. Blut von Tieren, aber auch von Menschen nachgewiesen. Somit gehören die PFT zu den in der Umwelt extrem persistenten und ubiquitär auftretenden Stoffen und bedürfen einer umfassenden Umweltbeobachtung.

Nach den durch illegale Abfallentsorgung über Kompostdünger verursachten hohen PFT-Werten in Böden und Gewässern Nordrhein-Westfalens und durch eine Greenpeace-Aktion an der Alz in Gendorf (behördlich genehmigte Einleitung PFOA-haltiger Abwässer) im November 2006 stand auch das in Bayern im August 2006 begonnene Untersuchungsprogramm zum Vorkommen von perfluorierten Verbindungen in der Umwelt unverhofft im Rampenlicht.

## Das bayerische Umweltmessprogramm und ausgewählte Ergebnisse

---

Am bayerischen Umweltmessprogramm sind neben dem LfU auch das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) und die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) beteiligt. Bei den Untersuchungen des LfU waren 2007 oberirdische Gewässer und Grundwasser, Abwasser, Klärschlamm, Bioabfallkompost und Ähnliches, Fische und Muscheln sowie Boden einbezogen.

*PFT-Befunde in 15 bayerischen Fließgewässern (20 Probenahmestellen)*

Stoff	Anzahl positiver Befunde	Konzentrationsbereich in ng/l
Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	15	1 – 42
Perfluorooctansäure (PFOA)	14	1 – 19
Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	10	2 – 13
Perfluorhexansäure (PFHxA)	12	1 – 7
Perfluorheptansäure (PFHpA)	8	1 – 7
Perfluordecansäure (PFDA)	7	1 – 8

### Oberirdische Gewässer und Grundwasser

Im Herbst 2006 wurden in einer landesweiten Kampagne 20 oberirdische Gewässer auf 8 PFT untersucht. Dabei wurde die lokale Belastung mit PFOA an der Alz mit einer Konzentration von 7,5 µg/l ca. 3 km unterhalb der Einleitungsstelle erfasst. Diese PFOA-Belastung lässt sich in der Folge im Inn (110 ng/l) und in der Donau (52 ng/l an der Landesgrenze zu Österreich) weiter verfolgen. Die beiden Trinkwassertalsperren Mauthaus und Frauenau waren völlig unbelastet.

Die Befunde für 15 weitere repräsentativ ausgewählte Fließgewässer sind in der obenstehenden Tabelle dargestellt. Fließgewässer mit einem relativ erhöhten Abwasseranteil sind stärker mit PFT belastet.

Für die Untersuchungen im Grundwasser wurden 51 Probenahmestellen mit einem erhöhten Kontaminationsrisiko gezielt ausgewählt. Die überwiegende Anzahl der PFT-Nachweise wurde in uferfiltratbeeinflussten Messstellen erhalten. Da die gefundenen Konzentrationen sehr gut mit den Belastungen der Fließgewässer übereinstimmen, muss festgestellt werden, dass bei der Bodenpassage PFT nur bedingt zurückgehalten werden.

*PFT-Befunde in Grundwasser (51 Probenahmestellen)*

Stoff	Anzahl positiver Befunde	Konzentrationsbereich in ng/l
Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)	9	2,6 – 20
Perfluorooctansäure (PFOA)	12	0,6 – 4,1
Perfluorhexansäure (PFHxA)	5	0,3 – 2,9

### Klärschlamm

Bei einem Monitoringprogramm wurde der Klärschlamm aus 66 Kläranlagen untersucht, die unter anderem Abwasser von Industriebetrieben reinigen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit mit PFT umgehen. Im Klärschlamm von 14 Anlagen wurden PFT-Gesamtgehalte über 100 µg/kg TM (Trockenmasse) ermittelt. Einen PFT-Grenzwert für die bodenbezogene Verwertung von Klärschlamm gibt es bisher nicht. In einigen Bundesländern wird jedoch seit einiger Zeit ein (Vorsorge-) Richtwert von 100 µg/kg TM angewandt, ab dem eine Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft oder bei Rekultivierungsmaßnahmen nicht mehr erfolgen sollte. An diesem Wert hat sich auch Bayern orientiert. Fünf der 14 betroffenen Anlagen führten den Klärschlamm bereits einer Verbrennung zu, acht weitere

gaben ihren Klärschlamm in die neuen Bundesländer zur Rekultivierung ab und eine Kläranlage führte noch überwiegend eine landwirtschaftliche Verwertung durch. Die neun Kläranlagenbetreiber, die 2007 ihren Klärschlamm noch bodenbezogen verwertet haben, wurden vom LfU gebeten, baldmöglichst auf einen thermischen Entsorgungsweg umzusteigen. Am 07.01.2008 gab das Umweltministerium dann ein Rundschreiben an die bayerischen Kreisverwaltungsbehörden heraus, wonach bei bodenbezogener Klärschlammverwertung eine vorherige PFT-Untersuchung erforderlich ist und für den Gesamtgehalt an PFT (Summe von 11 Einzelsubstanzen) ein Vorsorgewert von 100 µg/kg TM einzuhalten ist. Bis Anfang April 2008 ist einschließlich der 66 vom LfU durchgeführten Untersuchungen der Klärschlamm von 390 kommunalen Kläranlagen auf PFT untersucht worden. Bei 27 Anlagen lagen die PFT-Gehalte über dem Vorsorgewert, so dass der Klärschlamm einer thermischen Behandlung zugeführt werden muss.

### PFT in Fischen

Aktuelle Rückstandsuntersuchungen an Fischen aus 13 Fließgewässern in Bayern ergaben eine Grundbelastung der Fische mit PFOS. Ausschließlich bei Fischen aus der Alz unterhalb der Einleitstelle des Industrieparks Gendorf wurde eine Belastung der Fische mit PFOA beobachtet. Für beide Substanzen wurden erhöhte Werte vor allem in Blut und Leber der Tiere nachgewiesen, während in der Muskulatur nur geringe Konzentrationen gemessen wurden. Begleitende pathologische Untersuchungen ließen keinen Zusammenhang zwischen einer PFT-Belastung und dem Auftreten bestimmter Organveränderungen bei Fischen aus freien Gewässern erkennen.

Experimentelle Studien zur Erfassung möglicher toxischer Wirkungen von PFOS auf Fische ergaben nach 28-tägiger Exposition von Regenbogenforellen in einer Konzentration von 0,5 µg/l bereits Veränderungen einzelner Blutwerte (z. B. Blutglukose, Blutharnstoff). Darüber hinaus wurden in diesem Konzentrationsbereich histopathologische Veränderungen an den Kiemen sowie eine Abnahme des Speicherstoffs Glykogen in der Leber beobachtet. Andere pathologische Veränderungen im Bereich von Leber und Niere traten erst in der höchsten Testkonzentration von 50 µg/l auf. Zudem ergaben die Untersuchungen Hinweise auf eine möglich hormonelle Wirksamkeit der Substanz.

*Dr. Michael Gierig, Dr. Julia Schwaiger, Dr. Michael Gerst, Dr. Manfred Sengl, Rudolf Müller*

 [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Analytik/  
Stoffe > Fachinformationen >  
Analytik organischer Stoffe >  
Perfluorierte Tenside



*Fischuntersuchung am Inn*

# Schlaglichter 2007

23. Januar 2007

## Gebrauchtmobiliar – ökologisch, ökonomisch und sozial



Gut erhaltenes Gebrauchtmobiliar ist viel zu wertvoll für den Sperrmüll. Wer sein Fahrrad oder Möbelstück ersetzen möchte oder einen Haushalt auflösen muss, kann die Gegenstände auch einer karitativen Organisation spenden. Diese finanziert so ihre Projekte und gibt Langzeit-Arbeitslosen eine neue Beschäftigung. Die „alten Schätze“ sind dann für alle interessant, die einen außergewöhnlichen Geschmack oder nicht das nötige Kleingeld für Neues haben. Doch wie kann Gebrauchtmobiliar optimal vermittelt werden? Damit befasste sich ein einjähriges Pilotprojekt des LfU und des Lehrstuhls für Produktions- und Umweltmanagement der Universität Augsburg, deren Ergebnisse auf der abschließenden Fachtagung im LfU vorgestellt worden sind.

31. Januar 2007

## Von Werten, Weizen und dem inneren Schweinehund

Das Umweltbewusstsein hat zugenommen – doch die Diskrepanz zwischen Wissen und Handeln ist geblieben. Liegt das am inneren Schweinehund des Einzelnen oder steckt dahinter eine grundsätzliche Unsicherheit über Werte und Normen? Auf der Fachtagung „Ethik und Umwelt“ des LfU haben Ethiker, Theologen und Vertreter aus Wirtschaft und Politik darüber diskutiert. Es ging um Heizen mit Weizen, grüne Gentechnik, nachwachsende Rohstoffe, den Beitritt der Kirchen zur Bayerischen Klima-Allianz – also um Werte und Werte: die von Wissenschaft und Technik auf der einen Seite und von Ethik auf der anderen Seite. Ohne Ethik werden sich die technisch-wissenschaftliche Evolution und die damit verbundenen Umweltprobleme nicht bewältigen lassen.

9. Februar 2007

## Menschen und Müll

Im LfU in Augsburg ist die Ausstellung „Menschen und Müll“ eröffnet worden: In dreißig Schwarzweiß-Bildern haben Fotografen aus Bayern und Brasilien eingefangen, wie in den beiden Ländern mit dem Müll umgegangen wird. Zusammen mit den auf Weißblechdosen geklebten Erläuterungen geben die Fotos einen ungewohnten Blick hinter die Kulissen.

Die Ausstellung ist Teil eines Partnerschaftsprojektes zwischen dem beruflichen Fortbildungszentrum der Bayerischen Wirtschaft (bfz) und einem brasilianischen Fachverband beratender Ingenieurfirmen. Das LfU ist Partner des Projekts und hatte im Rahmen des Fachaustauschs bereits mehrmals Abfall-Fachleute aus Brasilien zu Gast.

9. März 2007

## I wui Schifoan ...



In Oberstdorf haben die 39. Winterspiele der Wasserwirtschaft stattgefunden. Ausgerichtet wurden sie von der Sportgemeinschaft des WWA Kempten. Angeboten wurden die Disziplinen Riesenslalom mit Ski und Snowboard, Langlauf und Eisstock-Schießen. 39 Sportlerinnen und Sportler des LfU – verstärkt durch wettkämpferpropte Rentner und Pensionisten – traten gegen die Kolleginnen und Kollegen aus den Wasserwirtschaftsämtern und dem Umweltministerium an. Bei der Abendveranstaltung wurden dann die Erlebnisse des Tages ausgiebig diskutiert und die Muskeln beim Tanz gelockert.

18. April 2007

## Bäume schützen – Recycling-Papier nützen

Heute werden nur noch etwa fünf Prozent der Schulhefte aus Recycling-Papier hergestellt. Ob als Schulheft, Druckerpapier oder Taschentuch – Recycling-Papier spart nicht nur Rohstoffe und Energie, sondern hilft auch, CO<sub>2</sub>-Emissionen einzusparen. Das LfU, die Verbraucherzentrale und die „Initiative 2000plus in Bayern“, für die der Präsident des LfU als Schirmherr wirkt, haben deshalb die großen Einzelhändler und Discounter in Bayern angeschrieben und dafür geworben, das Angebot an Recycling-Produkten zu erhöhen. Damit auch die Nachfrage steigt, wurden bayernweit die Lehrer gebeten, wieder Schulhefte aus Recycling-Papieren zu empfehlen. Auch die Schulen sollen Recycling-Papier einsetzen – möglichst das mit dem Umweltzeichen „Der Blaue Engel“. Das LfU macht damit seit Jahren beste Erfahrungen.

19. April 2007

## Feinstaub: Je kleiner, desto gemeiner

Im LfU-Gebäude in Hof ist die Ausstellung „Staub – Spiegel der Umwelt“ eröffnet worden. Sie informiert auf spannende, phantasievolle und verständliche Weise über den Umweltfaktor (Fein-)Staub. Der momentane Wissensstand in der Wirkungsforschung lautet: je kleiner, desto gemeiner. Denn ultrafeine Partikel wie der Dieselruß sind für die Gesundheit besonders gefährlich. Aufgrund der großen Menge ist aber auch der

feine Abrieb von Reifen, Bremsen und Straßen bedeutsam. Entwickelt wurde die nicht ganz alltägliche Ausstellung vom Wissenschaftszentrum Umwelt der Universität Augsburg, das LfU hat als Projektpartner mitgewirkt.

19. April 2007

## Die Türkei wird leiser



Hochrangige Vertreterinnen und Vertreter türkischer Umweltbehörden und Großstadt-Verwaltungen haben das LfU besucht. Hauptthema war die Umsetzung der Umgebungslärm-Richtlinie der EU, anhand derer europaweit der Lärm bewertet und bekämpft wird. Auf der Tagesordnung standen praktische Fragen des Lärmschutzes und eine Exkursion zum „Flüsterasphalt“ an der B17. Im Projekt „Noise-Management“ ist die Türkei Twinning-Partner Deutschlands. Mit dem Twinning-Programm werden neue EU-Mitglieder und Beitrittskandidaten beim Aufbau der Verwaltungen und der Angleichung an das europäische Recht unterstützt.

25. – 27. April 2007

## Notfallschutz kennt keine Grenzen

Rund 120 Strahlenschutz-Expertinnen und Experten des Arbeitskreises „Notfallschutz“ aus Deutschland, Österreich und der Schweiz haben



sich zu einem Seminar am LfU getroffen. Im Mittelpunkt standen die Vorkehrungen und Maßnahmen bei Unfällen oder Anschlägen mit radioaktivem Material. Parallel präsentierten Firmen ihre neuesten Entwicklungen zur Messtechnik sowie Software für den Katastrophenschutz; vorgeführt wurden auch Mess- und Einsatzfahrzeuge für den Ernstfall.

26. April 2007

## Girl's Day: Mädchen, fühlt Euch berufen!

Zum ersten Mal hat auch das LfU in Hof zum „Girls' Day“ eingeladen. Mädchen der 7. bis 10. Klassen konnten sich über die Arbeitsfelder Trinkwasser, Klimaschutz und Internet informieren. In Augsburg fand der „Girls' Day“ schon zum dritten Mal statt, angeboten wurden Versuche im Luftlabor und Infos rund um das Thema Abwasser. Für den Blick hinter die Kulissen nahmen sich Fachleute des LfU Zeit und gaben Auskunft über ihre eigenen Ausbildungs- und Berufswege. Es wurde deutlich: Umweltschutz ist auf jeden Fall ein Arbeitsfeld für Frauen.

3. Mai 2007

## Chemikalien aus der Froschperspektive

Ein Mix chemischer Verbindungen wirkt auf die Bewohner von Bächen, Flüssen und Seen: Medikamente, Hormone, Wasch- und Reinigungsmittel sowie Pflanzenschutzmittel werden mit dem Abwasser des Menschen in den Lebensraum von Tieren und Pflanzen geschwemmt. Doch was sind die Folgen? Und: Was können wir tun? Antworten gab eine Tagung der Veranstaltungsreihe „Chemikalien in der Umwelt“ des LfU-Infozentrums UmweltWissen, an der rund 100 Fachleute aus Verwaltungen, Kommunen und Verbraucherverbänden teilgenommen haben.



5. Mai – 8. Juni 2007

## Dioxinen und Furanen jetzt auch in Indien auf der Spur

Drei indische Wissenschaftler waren zu Gast im LfU, um in einem mehrwöchigen Trainingskurs die komplexe Analytik der Dioxine und Furane in Umweltproben zu erlernen. Ziel des Austauschprogramms ist der Aufbau



des ersten indischen Dioxinlabors an der zentralen Umweltbehörde in New Delhi („Central Pollution Control Board“, entspricht dem deutschen Umweltbundesamt). Geplant ist ein Umweltlabor nach deutschem Standard. Das Dioxinlabor des LfU ist eines von sechs deutschen Referenzlaboren des Umweltprogramms der Vereinten Nationen. Erste Untersuchungsergebnisse von Umweltproben aus Indien konnten bereits auf der internationalen Dioxinkonferenz 2007 in Tokio präsentiert werden.

7.–8. Mai 2007

## Ökologie, Ökonomie, Önologie

Weinberge sind jahrhundertealte Zeugen der Geschichte – und Lebensraum für selten gewordene Tiere und Pflanzen. Wie kann man diese bedeutende Kulturlandschaft erhalten, pflegen und entwickeln? Diese Frage war Thema der Fachtagung „Fränkische Weinbergs-Landschaften“ in Würzburg. Organisiert wurde sie von der Bayerischen Akademie



für Naturschutz und Landschaftspflege in Zusammenarbeit mit dem LfU. Auf dem Programm standen auch Exkursionen und eine Weinprobe – bei der Weinbauern, Landschaftsplaner, Heimatpfleger, Touristiker und Naturschützer dann auch ganz wortwörtlich an einem Tisch saßen.

9.–10. Mai 2007

## Auch im Notfall nicht ohne Trinkwasser



Zum Thema „Notwasserversorgung im Krisen- oder Verteidigungsfall“ haben sich Expertinnen und Experten aus den obersten Landesbehörden der Bundesländer zu ihrer jährlichen Dienstbesprechung getroffen – diesmal in der Dienststelle Hof des LfU. Unter der Leitung des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe diskutierten sie aktuelle Entwicklungen in diesem Bereich. Wie beim Ausfall der öffentlichen Wasserversorgung die Bevölkerung mit Trinkwasser versorgt wird, das konnten die Teilnehmer beim Probebetrieb eines Notwasserbrunnens der Stadt Hof erleben. Das LfU ist maßgeblich an der Planung und Umsetzung der Maßnahmen zur Notwasserversorgung in Bayern beteiligt.

9. Mai – 9. September 2007

## Boden ist mehr als Erde



Im Meierhof des Klosters Benediktbeuern wurde am 9. Mai die LfU-Ausstellung „Bayern auf gutem Grund“ eröffnet. Frisch aktualisiert bietet sie Wissenswertes über den Boden – in einem ungewöhnlichen Ambiente: die fünf Pavillons sind wie Schneckenhäuser gewunden. Einer stellt beispielsweise geologische Besonderheiten in Bayern wie z. B. den Meteoritenkrater Nördlinger Ries vor. Ein anderer gibt Einblicke in die Arbeitsweise der Bodenkundler, Mineralogen, Geophysiker und Hydrogeologen. Original-Werkzeuge und Laborgeräte werden präsentiert – aber auch ein weiteres wichtiges Arbeits„gerät“: die verschiedenen geowissenschaftlichen Karten.

15. Mai 2007

## Ilz: mit UV-Licht zu besserer Wasserqualität

Nach Isar und Würm ist nun die niederbayerische Ilz an der Reihe: Bis Anfang 2008 werden fünf Kläranlagen mit UV-Anlagen zur Abwasser-Desinfektion ausgestattet. Sie sollen die Wasserqualität im Unterlauf so verbessern, dass in der Ilz wieder geba-

det werden kann. Untersuchungen des LfU hatten dem Projekt zuvor gute Erfolgsaussichten bescheinigt. Die Ilz ist bislang der einzige Fluss in Bayern, der mit dem Prädikat „Flusslandschaft des Jahres“ ausgezeichnet wurde. Zusammen mit dem Wasserwirtschaftsamt Deggenendorf wird das LfU das Projekt betreuen.

15. Mai 2007

## Internationale Zusammenarbeit bei der Hochwasser-Vorhersage

Fachleute und Leiter der Hochwasser-Vorhersage-Zentralen im schweizerischen, deutschen und niederländischen Rheingebiet haben sich zu ihrem achten jährlichen Erfahrungsaustausch am LfU getroffen. Auf der Tagesordnung standen die neuesten Entwicklungen zur Vorhersage von Hochwasser. In der Hochwasser-Vorhersage-Zentrale des LfU in Hof laufen die Fäden für das gesamte Maingebiet von Bayern, Baden-Württemberg und Hessen zusammen.

21. Mai 2007

## Gras und Grünkohl zeigen Luftverschmutzung an

Im Umfeld eines bayerischen Stahlwerkes hat das LfU mit einem Bio-monitoring-Programm begonnen. An neun Standorten in der Umgebung der Anlage werden jetzt zwei Jahre lang Staubproben gesammelt und später im LfU-Labor auf Schwermetalle hin untersucht. Aufgestellt wurden auch standardisierte Pflan-



zenkulturen von Weidelgras und winterhartem Grünkohl – die Testpflanzen reichern Schwermetalle und organische Spurenschadstoffe wie Dioxine und Furane an. Die Untersuchungen sind Teil eines bayernweiten Programms, mit dem die Auswirkungen von Luftschadstoffen auf Pflanzen und Böden untersucht werden.

1. Juli – 31. August 2007

## Hoffnungsvoll dabei

Auch in diesem Jahr hat das LfU wieder an der Aktion „Mit dem Rad zur Arbeit“ teilgenommen: Die



Dienststelle in Hof war mit 40 Teilnehmern in zehn Teams teilnahme-stärkster Arbeitgeber von Stadt und Landkreis Hof; ein Kollege gewann ein Fahrrad-Faltschloss. Vom Augsburger LfU waren 72 Radler in 18 Teams dabei. Die Höchstleistung eines LfU-Kollegen lag bei 2.000 km: An 41 Tagen radelte er knapp 25 km zur Arbeit (und abends wieder heim). Die lockenden Gewinne – Kreuzfahrt, Radl oder Ballonfahrt – haben aber leider auch dieses Jahr wieder andere gewonnen. Aber im kommenden Jahr, da schaffen wir es bestimmt ...

5. Juni 2007: Tag der Umwelt

## Umwelt hat wieder Konjunktur

„Umweltthemen haben wieder Konjunktur“ berichtete der Präsident des LfU zum „Tag der Umwelt“, der in Deutschland seit mehr als 30 Jahren am 5. Juni begangen wird. Bundesweite Studien belegen, dass das Umwelt-Bewusstsein deutlich gestiegen ist. Zugleich wird aber das Wissen zum Thema „Umwelt“ komplexer. Dementsprechend informieren sich immer mehr Bürger im Internetangebot des LfU über den aktuellen Zustand der Umwelt in Bayern: Unter [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de) bietet es Daten und Fachinformationen sowie Tipps für umweltbewusstes Verhalten.

8. Juni 2007

## Hilfe für den Pillenfarn

Mit dem Beginn der „Woche der botanischen Gärten“ hat das LfU sein „Galionsarten-Projekt“ (vgl. S. 71) gestartet: Alle sechs botanischen Gärten Bayerns zeigten zeitgleich die neue Poster-Ausstellung des LfU zum botanischen Artenschutz. Sie präsentiert neun Beispiele, wie sehr seltene und bedrohte Pflanzenarten in Bayern geschützt werden. Eine Auswahl dieser Arten konnte in Kulturen betrachtet werden – darunter so kuriose Arten wie der Pillenfarn mit seinen pillenförmigen Sporenbehältern: Er kommt nur noch in wenigen nährstoffarmen Teichen Mittelfrankens vor. Für insgesamt 40 solcher stark bedrohten Pflanzenarten laufen derzeit Artenhilfsprogramme unter der Leitung des LfU.

10. Juni 2007

## Umweltag in Hof



Beim diesjährigen Hofer Umweltag zum Thema „Wasser“ war das LfU gleich mit drei Themen vertreten: der Hochwasservorhersage, der Simulation von Grundwasser-Strömungen und Stofftransport sowie den Folgen des Klimawandels für Wasserkreis-

lauf, Ökosysteme und Landnutzung. Der Stand des LfU wurde rege besucht, und es ergaben sich interessante Gespräche der Neu-Hofer mit der Bevölkerung.

13. Juni 2007

## Exportartikel Umwelt-Know-how

Bayerns Umweltminister Dr. Werner Schnappauf und der Minister für Forst, Ökologie und Umwelt des indischen Bundesstaats Karnataka, Sri Chennigappa, haben im LfU eine Kooperationsvereinbarung unterzeichnet. Damit arbeiten Bayern und Karnataka in den Bereichen Klimaschutz und Wasserwirtschaft sowie bei der Behandlung gefährlicher Abfälle noch enger zusammen. Im Vordergrund steht insbesondere der Transfer von Wissen und Technologie. Die Anstrengungen Karnatakas für mehr Umweltschutz eröffnen auch bayerischen Unternehmen neue Marktchancen.

18. Juni 2007

## Schwarzer Montag für Garfield

Am Gesundheitstag im LfU-Standort München gab es statt der von Garfield heißgeliebten Lasagne gesunden, doch trotzdem leckeren Karotten-Apfel-Trunk – schließlich ging es darum, besonders den männlichen Kollegen eine gesündere Ernährung



nahezubringen. Die weiblichen Beschäftigten sollten sich mit dem bei ihnen eher vernachlässigten Thema „Herz-Kreislauf-Erkrankungen“ auseinandersetzen; viele nahmen das Angebot an und ließen ihren Cholesterin- und Blutzuckerwert überprüfen. Auch die Sportgemeinschaft des LfU hat sich mit einem eigenen Programm beteiligt und zeigte Kräftigungs-, Dehnungs- und Entspannungsübungen – die gleich ausprobiert werden konnten. Vorträge zu Ergonomie am Arbeitsplatz und Demonstrationen von Firmen rundeten das Angebot ab.

29. Juni 2007

## Mehr Hochwasser durch Klimawandel?

Wir müssen uns an den Klimawandel anpassen – doch wie? Dieser Frage ging das EU-Projekt ESPACE nach,



dessen abschließende Konferenz nun in London stattgefunden hat. Neben den Projektpartnern nahmen auch hochrangige Referenten aus den beteiligten Ländern Niederlande, Belgien, England und Deutschland teil. Als einziger deutscher Projektpartner war das LfU mit der Fallstudie „Fränkische Saale“ beteiligt: In Kooperation mit dem Wasserwirtschaftsamt Bad Kissingen wurde an der Fränkischen Saale untersucht, in welchem Ausmaß der Klimawandel die Gefahr von Hochwasser erhöht – und wie man gegensteuern kann.

17. Juli 2007

## Der schnelle Klick zu Bayerns Umwelt-Informationen



Bayerns Umwelt geht online: Das neue Internetangebot des LfU ist ab sofort verfügbar unter [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de). Von A wie Abfallratgeber bis Z wie zentrale Umweltanalytik bietet es alle Umweltthemen in Bayern und verspricht: Mit vier Klicks sind die Benutzer am Ziel und bei den gewünschten Umweltinformationen. Mehr als 30 Fachanwendungen, 1.500 Seiten und 4.000 Dokumente zum Herunterladen bieten Umweltinformationen für Fachleute, Behörden, Kommunen, Unternehmen und interessierte Bürger – selbstverständlich auch barrierefrei.

17. Juli 2007

## Rumänische Kollegen zu Gast im LfU



Vertreter des rumänischen Umweltministeriums und der Umweltbehörde haben das LfU in Augsburg besucht: Im Josef-Vogl-Abfalltechnikum informierten sie sich über die Emissionsüberwachung bei Anlagen und tauschten mit ihren deutschen Kollegen Erfahrungen aus. Der Besuch fand im Rahmen des Twinning-Projekts zur Umsetzung der EU-Richtlinie zur Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung statt. Zwei Fachleute des LfU waren bereits einige Male in Rumänien, um die rumänischen Kollegen an die europäischen Umweltvorschriften heranzuführen.

18. – 19. Juli 2007

## Musik – ohrenbetäubend?

Die Musik auf dem „dance floor“ ist immer noch viel zu laut, Halbstunden-Mittelungs-Pegel gehen bis auf 107 dB(A) hoch. Eine freiwillige Vereinbarung, dass 100 dB(A) in Diskotheken nicht überschritten werden, und auch der „DJ-Führerschein“ zeigen noch nicht den erwünschten Erfolg.

Das ist das Ergebnis einer Lärmstudie, die das LfU zusammen mit dem Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) in 20 bayerischen Diskotheken durchgeführt hat. Die Studie und weitere interessante Fachvorträge wurden auf einer gemeinsamen Tagung vorgestellt. Mehr als 160 Fachleute aus den Gesundheitsämtern, dem Immissionsschutz, der Gewerbeaufsicht und der Veranstaltungsbranchen nahmen teil. Damit der Diskjockey (DJ) die Belastung richtig einschätzen kann, fordern die Landesämter, dass der Lärmpegel direkt auf der Tanzfläche gemessen und angezeigt wird.



23. Juli 2007

### Ski heil! Die Piste auch?

Das LfU hat 52 Skigebiete in den bayerischen Alpen bewertet. Punkte gab es aber nicht für die rasantesten Abfahrtsstrecken, sondern für den Zustand der vom Skibetrieb betroffenen Pflanzen und Böden. Die wichtigsten Ergebnisse der über viele



Jahre durchgeführten „Skipisten-Untersuchung Bayern“ hat der Präsident des LfU in Oberstdorf vorgestellt. Sie belegt, dass planierte Skipisten auch Jahre nach dem Eingriff deutlich instabiler und biotopärmer sind als nicht veränderte Flächen: sie werden durch Erosion mehr geschädigt – was aber erst im Sommer sichtbar wird. Detailkarten für jedes Skigebiet geben Empfehlungen, wie die ökologische Qualität der Pisten verbessert werden kann. Der Gesamtkatalog umfasst rund zwei Dutzend Typen von Einzelmaßnahmen, die oft mit geringem Aufwand umgesetzt werden können.

26. Juli 2007

### Biotonne – ökologisch und ökonomisch sinnvoll?

Kompost verbessert den Boden, vergorene Abfälle liefern „grüne“ Energie. Um beides zu nutzen, sammeln etwa drei Viertel aller bayerischen Landkreise Bioabfälle mit der Biotonne. Doch lohnt sich dies überhaupt? Wie steht es mit den Kosten und dem Klimaschutz? Um die Vor- und Nachteile ging es auf einer Fachtagung zum Thema „Biotonne“ im LfU. Engagiert und konstruktiv diskutierten die Referenten mit den über 80 Teilnehmern von Behörden, Unterneh-

men, Planungsbüros, Abfallzweckverbänden und Kommunen. Fazit: Die Biotonne lohnt sich. Die Tagung war eine Kooperations-Veranstaltung des LfU mit dem Landesverband Bayerischer Biomasse- und Komposthersteller (LBK), dem Bayerischen Institut für Angewandte Umweltforschung und -technik (BlfA) und dem Umweltministerium.

27. Juli 2007

### LfU-Studie weltweit von Interesse

Geräusche durch Einparken, Ausparken, Rangieren und Türenschlagen können Anwohner erheblich stören. Vor der Genehmigung geplanter Parkplätze muss deshalb die zukünftige Lärmbelastung berechnet und rechtlich beurteilt werden. Im Rahmen der Parkplatzlärm-Studie hat das LfU ein Berechnungsverfahren entwickelt, das auch von den international verbreiteten schalltechnischen Berechnungsprogrammen verwendet wird.



Da die Studie weltweit gefragt ist, haben wir sie jetzt auch ins Englische übersetzt.

31. Juli 2007

## Zweiter Geburtstag des LfU

Zum zweiten Mal jährte sich die Fusion der Landesämter. Aus diesem Anlass haben Präsident, Vizepräsident und der Vorsitzende des Gesamtpersonalrats des LfU in Augsburg eine Pressekonferenz gegeben. Sie war gut besucht und die Resonanz in der Berichterstattung durchaus gemischt: Von „kompetent und krisenfest“, „ein Aushängeschild für die Region“ über „eine gemischte Bilanz“ bis „halbwegs arrangiert“ reichte der Tenor. Am 1. August 2005 fusionierten das Landesamt für Wasserwirtschaft (LFW), das Geologische Landesamt (GLA), das Landesamt für Umweltschutz (LfU) und Teile des Landesamtes für Arbeitsschutz, Arbeitsmedizin und Sicherheitstechnik (LfAS) zum neuen Landesamt für Umwelt (LfU).

14. August – 28. September 2007

## Die Donau im Blick behalten

An der Donau bei Regensburg hat das Laborschiff „Argus“ der Internationalen Kommission zum Schutz der Donau (IKSD) abgelegt. Mit zwei Begleitschiffen fuhr sie über 2.375 km und durch zehn Länder bis zum Donau-Delta in Rumänien. An Bord



untersuchte ein international besetztes Team von Wissenschaftlern den Zustand der Donau, auch das LfU war mit dabei: Neben den Belastungen des Wassers mit Nährstoffen, Chemikalien und Bakterien wurden diesmal auch die Uferbefestigung und Bauwerke im Fluss erfasst. Die erste Donaumessfahrt 2001 hatte die biologische Vielfalt und viele seltene Arten dokumentiert, aber auch Gefährdungspotenziale aufgezeigt.

28. August 2007

## Bio-Kühe stehen auf Öko-Einstreu



Streuwiesen haben nicht nur eine hohe Bedeutung als Lebensraum für bedrohte Tier- und Pflanzenarten, sondern neuerdings auch wieder als Lieferant von Einstreu, beispielsweise für Freilauf-Ställe im Bio-Landbau. Um die wertvollen Streuwiesen zu erhalten, muss bei der Mahd aber einiges beachtet werden. Was genau, das haben Fachleute des LfU

und Berater der Bio-Erzeugerringe auf dem ersten von vier „Streuwochenenden“ in Oberstaufen erläutert. Vorgeführt wurden spezielle Mähmaschinen und moderne Freilauf-Rinderställe, die bei den Landwirten auf großes Interesse stießen.

30. August 2007

## Zugspitze durchbohrt



Die vom LfU in Auftrag gegebene Forschungsbohrung in der Zugspitze ist erfolgreich abgeschlossen worden. Die Arbeitsbedingungen waren eine Herausforderung, denn alle Geräte mussten auf fast 3.000 Meter hinauftransportiert werden. Das Bohrloch wird nun mit Temperatursensoren ausgestattet, Extensiomter sollen kleinste Verformungen innerhalb des Felses registrieren. Geplant ist, die Veränderungen im Permafrost 15 Jahre lang zu erfassen, um die Frage zu klären: Taut der bislang dauerhaft gefrorene Fels des Zugspitz-Gipfels durch die Klimaerwärmung auf? Alle Daten sollen auch in ein alpenweites Permafrost-Messnetz einfließen (vgl. S. 15).



5. September 2007

## „Flüsterasphalt“ – genial leise

Im bundesweiten Wettbewerb „365 Orte im Land der Ideen“ ist das LfU für den sogenannten „Flüsterasphalt“ ausgezeichnet worden. Vor genau zwei Jahren wurde dieser akustisch optimierte offenporige Asphalt auf der Westlichen Ringstraße in Ingolstadt für den Verkehr freigegeben. Damit begann erstmals in Deutschland der Test an einem rein innerstädtischen Straßenabschnitt. Das LfU hatte das Vorhaben initiiert und fachlich betreut. Die regelmäßigen Lärmmessungen zeigen: Die Lärmbelastung ging auf ein Fünftel zurück. Zur Hauptverkehrszeit ist es jetzt so leise wie am Sonntagmorgen.



12. September 2007

## Baulücken schließen, Flächen sparen



Erstmals in Bayern wird das Flächenmanagement über Gemeindegrenzen hinweg praktisch erprobt. Ziel des Modellvorhabens ist es, innerorts potentielle Bauflächen zu erfassen und gemeindeübergreifende Strategien für eine Wiedernutzung zu entwickeln. Ausgewählt wurden acht Gemeinden der „Interkommunalen Allianz Oberes Wertal“ in den unterfränkischen Landkreisen Schweinfurt und Bad Kissingen. Das Projekt – eine Maßnahme aus dem Aktionsprogramm des „Bündnis zum Flächensparen“ – wird vom LfU, dem Umweltministerium und der Obersten Baubehörde betreut.

12. – 14. September 2007

## Bohrtechnik – nichts für Zahnärzte

Im LfU Hof hat der Kongress zur ersten „geofora“ stattgefunden – einer Fachmesse für Bohrtechnik, Brunnenbau und Geothermie. Über 450 Fachleute aus Unternehmen, Ingenieurbüros, Behörden und Hochschulen nahmen teil. In der in unmittelbarer Nachbarschaft gelegenen Freiheitshalle präsentierten 79 Aussteller ihre Produkte. Am Stand des

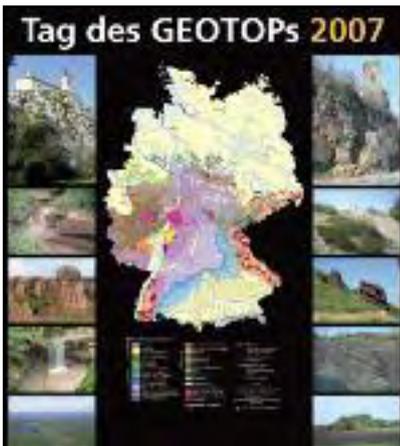
LfU waren u. a. Bohrkern und ein Bohrmeißel ausgestellt, der bei der Kontinentalen Tiefbohrung in Windischeschenbach zum Einsatz gekommen ist. Im Mittelpunkt des sehr gut besuchten öffentlichen Verbraucherforums stand das Thema „Geothermie“, bei dem das LfU mit einer Reihe fachlicher Beiträge vertreten war.

14. September 2007

## Schatzfürer für die Oberpfalz



Das LfU hat seine neue Publikation „Geotope in der Oberpfalz“ aus der Reihe „Erdwissenschaftliche Beiträge zum Naturschutz“ vorgestellt. In dem 136-seitigen, reich bebilderten Band werden neben der Beschreibung der Naturräume, der Geologie und der Erdgeschichte zahlreiche steinerne Naturschätze vorgestellt. Sie sind anschauliche Beispiele des besonders vielfältigen Untergrundes und der jahrhundert alten Bergbaugeschichte der Oberpfalz, die eine Fülle faszinierender und attraktiver Geotope zu bieten hat. Die Präsentation des Bandes fand im Rahmen der Verleihung des Gütesiegels „Bayerns schönste Geotope“ an den Serpentin-Härtling Föhrenbühl bei Erbdorf statt.



16. September 2007

## Besuchstag bei Bayerns steinernen Naturwundern

Bayerns Geo-Schätze haben zum Besuch eingeladen: Ob bizarrer Felsen, Fossilien-Steinbruch oder verwunschene Höhle – dieser Tag stand ganz im Zeichen der Zeugen der Erdgeschichte. Am bundesweiten „Tag des Geotops“ präsentierten Vereine, Museen, Kommunen, Privatpersonen, Universitäten und Rohstoffbetriebe allein in Bayern insgesamt 70 Geotope und Geo-Einrichtungen und boten oftmals phantasievolle Aktionen. Das LfU unterstützte die Veranstalter und warb für die Teilnahme. Bei der Auftaktveranstaltung zwei Tage zuvor verlieh Bayerns Umwelt-Staatssekretär Otmar Bernhard dem Markt Peiting das Geotop-Gütesiegel. Damit wurde die „Peitinger Pechkohle“ als 60. Geotop in die „Bestenliste“ aufgenommen.

20. September 2007

## Erdbeben in Bayern

Im Gebirgsstock des Hochstaufens bei Bad Reichenhall hat um 22:04 Uhr die Erde gebebt. Das Erdbeben erreichte eine Magnitude von 3,1 bis 3,5 auf der Richter-Skala. Die Erschütterungen wurden noch im 30 Kilometer entfernten Traunstein gespürt, sogar in der Hochrhön schlugen die Seismographen leicht aus – Schäden gab es aber keine. Im näheren Umfeld des Hauptbebens trat eine Reihe von Nachbeben auf, die jedoch unterhalb der Fühlbarkeitsgrenze lagen. Der Bayerische Erdbebendienst ist ein gemeinsames Projekt des LfU und des Geophysikalischen Observatoriums der Universität München.

27. September 2007

## Deponien – schließen oder weiter betreiben?

Auf einer LfU-Tagung haben Fachleute und Betreiber über die aktuelle Situation der Deponien diskutiert. Neue EU-Richtlinien und deren Umsetzung in deutsches Recht sowie Forschungsvorhaben wurden vorgestellt, Probleme und Strategien für Sanierungen angesprochen. Auch die Bereiche Sickerwasser und Abdichtungen waren Thema.

11. Oktober 2007

## Hoher Besuch im LfU

Der Umweltausschuss des Bayerischen Landtags besuchte das LfU in Augsburg und informierte sich aus erster Hand über dessen Aufgaben. Fast zweieinhalb Stunden nahmen sich die Landtagsabgeordneten Zeit für den vertieften Einblick und sparten anschließend nicht mit Lob. Auch ein Besuch der Dienststelle in Hof wurde in Aussicht gestellt.

2. – 4. November 2007

## Schöne Steine, wertvolle Rohstoffe



Auch in diesem Jahr war das LfU wieder auf den Mineralientagen München vertreten: An dem im Sonderschau-Bereich gelegenen LfU-Stand wurden diesmal „mineralische Rohstoffe in Bayern“ vorgestellt: Die Besucher erfuhren, wie diese erkundet und gewonnen werden und konnten einige Untersuchungen live beobachten. Interessenten an allgemeinverständlichen Publikationen hatten die Möglichkeit, alle aktuellen LfU-Veröffentlichungen zum Thema Geologie anzuschauen und zu kaufen.

12. November 2007

## „Nachwuchs-Chemiker“ am LfU

Mal reinschnuppern, wie und wo Chemiker im Umweltschutz arbeiten und was sie untersuchen – das wollten die Gymnasiasten eines Chemie-Leistungskurses am LfU. Vorgestellt wurden die äußerlich unspektakulären – weil wie ein „großer Metallkasten“ aussehenden – High-Tech-Analysegeräte, wie beispielsweise das Massen-Spektrometer. Die Schülerinnen und Schüler bekamen auch einen Einblick, wie aufwendig es ist, Proben für Dioxin-Analysen aufzubereiten. Und sie erfuhren, wie das LfU mit Hilfe von Pflanzen die Umweltauswirkungen von Schadstoffen untersucht.

22. November 2007

## Innovatives LfU



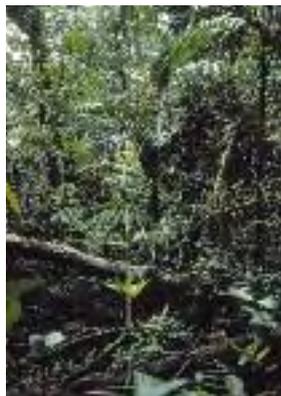
Beim Wettbewerb „Innovative Verwaltung“ hat Ministerpräsident Dr. Günther Beckstein dem LfU fünf Urkunden überreicht. Ausgezeichnet wurden: das Projekt „Bayerns schönste Geotope“, der CO<sub>2</sub>-Rechner auf

der LfU-Homepage, die Leitfäden zu effizienter Energienutzung in Gewerbe und Industrie, die Broschüre „Heizen mit Holz“ sowie das in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Alpenverein durchgeführte Projekt „Wildtiere und Skilauf im Gebirge – Skibergsteigen umweltfreundlich.“

26. November 2007

## „Abschauen gilt“ – Umweltschutz in Südamerika

Wie funktioniert Umwelt- und Naturschutz in Deutschland? Und vor allem: Wie kann er vor Ort umgesetzt werden? Diesen Fragen ging eine Delegation aus der Amazonas-Region auf einer vierwöchigen Fortbildungsreise in Deutschland nach. Die 25 jungen Nachwuchskräfte, die aus fünf Ländern kommen und in Verbänden, Beratungsorganisationen und in der Verwaltung arbeiten, haben auch das LfU besucht. Wie die späteren Rückmeldungen zeigten, nahmen sie einiges an Anregungen und Ideen als Antworten mit in ihre Heimatländer.



27.–28. November 2007

## Persistente Perfluorverbindungen – eine Gefahr für Mensch und Umwelt?



Sind die in vielen Materialien nachgewiesenen perfluorierten Verbindungen eine Gefahr für Mensch und Umwelt? Dieser Frage ging eine gemeinsame Fachtagung von LfU und Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit nach. Neben Einführungen in die Stoffgruppe standen Messprogramme für Umweltpollen und Lebensmittel sowie die Belastung des Menschen auf dem Programm. Dargestellt wurden auch die Wirkungen dieser Stoffe auf Wasserlebewesen und mögliche Folgen für die menschliche Gesundheit.

28. November 2007

## Lärm messen – Gesundheit schützen

Fachleute, die nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz für den Bereich „Geräusche“ bekannt gegeben worden sind, haben sich zu ihrer jährlichen Tagung in Augsburg getroffen. Die Veranstaltung diente dem Erfahrungsaustausch und der Fortbildung

für die Mitarbeiter dieses schalltechnischen Beratungsbüros. Auf der Tagesordnung standen insbesondere Gehörschädigungen bei Musikveranstaltungen, Schallpegelmessungen in Diskotheken, Lärmkartierung in Bayern im Rahmen der EU-Umgebungslärmrichtlinie sowie aktuelle Themen aus dem Lärmschutz.

5. Dezember 2007: Weltbodentag

### **Vielfalt, die uns zu Füßen liegt**

Boden ist nicht nur Dreck an Fingern oder Schuhen – Boden ist viel mehr: er birgt eine ungeahnte Vielfalt. Das konnten 150 Schülerinnen und Schüler im Hofer LfU erleben: Sie erfühlten die verschiedenen Bodenarten und staunten über Bodenprofile, die den Blick in den Untergrund freigaben. Fachleute des LfU führten vor, wie Bodenproben entnommen werden und welche Daten ein Bodenkundler im Gelände aufnimmt. Außerdem öffneten sie die Archive des Landesamtes und zeigten die Vielfältigkeit mineralischer Rohstoffe.



5. Dezember 2007

### **Ehrenamtlich unterwegs bei Sturm und Schnee**



Auf der Zugspitze riss im Mai 1965 eine Lawine zehn Menschen in den Tod. Aus diesem Anlass wurde vor 40 Jahren, im November 1967, in Bayern der Lawinen-Warndienst eingerichtet. Er warnt vor möglichen Lawinen, dokumentiert abgelaufene Lawinen und berät bei Schutzmaßnahmen. Als Aufgabe des Katastrophenschutzes wird der Lawinen-Warndienst vom Bayerischen Innenministerium und Umweltministerium gemeinsam getragen. Die zum LfU gehörige Lawinen-Warnezentrale gibt täglich den Lawinen-Lagebericht heraus, betreibt das Messwesen im Lawinen-Warndienst und koordiniert die Tätigkeit von 32 örtlichen Lawinen-Kommissionen mit derzeit rund 350 ehrenamtlich tätigen Mitgliedern. Diese beurteilen vor Ort die Lawinengefährdung von Häusern, Straßen, Skipisten und Loipen.

13. Dezember 2007

### **Gemeinsam für Bayerns Gewässer**

Bis 2015 soll in allen Gewässern und im Grundwasser der „gute Zustand“ erreicht werden – dies ist die Forderung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Um den Dialog zwischen Verbänden und Behörden zu unterstützen, hat das Umweltministerium 2002 das „Wasserforum Bayern“ gegründet. Das LfU organisiert die Veranstaltung, liefert fachliche Beiträge und stellt die Ergebnisse zusammen. Das mittlerweile achte Wasserforum hat nun in München stattgefunden. Vorgestellt und diskutiert wurden die wichtigen Fragen der Gewässerbewirtschaftung, zu denen die Öffentlichkeit bis Ende Juni 2008 Stellung nehmen kann, sowie das Vorgehen zum Aufstellen der Maßnahmenprogramme.



# Abfall



Energieerzeugung in Müllverbrennungsanlagen	35
Was wird mehr, wenn der Restmüll weniger wird?	35
Return to Sender – die freiwillige Rücknahme	36
Klärschlamm, quo vadis? – das Bayerische Klärschlammnetz	37
Ein Berg wird verpackt – Sanierung eines Schlackenberges	37
Ballierung von Abfällen	38
Rückbau einer Müllverbrennungsanlage	39
Wohin mit dem Straßenkehricht?	40
Wie ist die Gewerbeabfallordnung umzusetzen?	40
Das neue elektronische Abfallnachweisverfahren (eANV)	41

---

Methan-Emissionen verringern: Klimarelevanz von Deponien	siehe „Klima“, S. 11
Abfallwirtschaft und Klimaschutz	siehe „Klima“, S. 12
Klärschlamm und PFT	siehe „Perfluorierte Tenside“, S. 19

## Energieerzeugung in Müllverbrennungsanlagen

Bei der Müllverbrennung wird – quasi als „Abfallprodukt“ – Energie in Form von Wärme frei. Sie wird als Dampf oder Heißwasser und zur Stromerzeugung genutzt. Durch die Energieerzeugung in Müllverbrennungsanlagen (MVA) werden fossile Brennstoffe ersetzt. Zum Teil handelt es sich dabei um „erneuerbare“ Energie, denn der Restmüll enthält (nicht stofflich verwertbare) nachwachsende Rohstoffe wie Textilien, Holz, Papier oder Lebensmittel.

Das LfU hat die Energienutzung in MVA untersuchen lassen. Einige Ergebnisse: Der Eigenverbrauch in MVA ist in den letzten Jahren gesunken, z. B.

- weil die Zeitspannen, in denen die Kessel mit Heizöl oder Erdgas aufgeheizt oder warm gehalten werden, konsequent verkürzt wurden,
- weil Entstickungs-(SCR)Anlagen heute meist mit Dampf aus der Müllverbrennung statt mit Erdgas beheizt werden.

Der Stromverbrauch ist bei allen MVA durch Optimierungsmaßnahmen um 5 bis 10 % gesunken.

Dampfkessel in MVA können zur Vermeidung von Korrosionsschäden nur mit relativ niedrigem Druck und niedriger Temperatur betrieben werden, was ungünstig für die Energieerzeugung ist. Optimierungspotenziale bieten im Einzelfall z. B.

- wassergekühlte Roste für flexiblere Verbrennungsluftversorgung,
- modernste Feuerleistungsregelungen, um eine gleichmäßigere Verbrennung und damit Dampferzeugung zu erreichen.

Weitere Potenziale zur Energieoptimierung liegen bei der Wärmeabgabe (Ausbau und Neuerschließung von Wärmenetzen). Untersucht werden hierbei neben klassischer Wärmeversorgung z. B. benachbarter Gärtnereien auch innovative Fernwärmenutzungen in Kältemaschinen oder Klimaanlage.

Werner Kröger

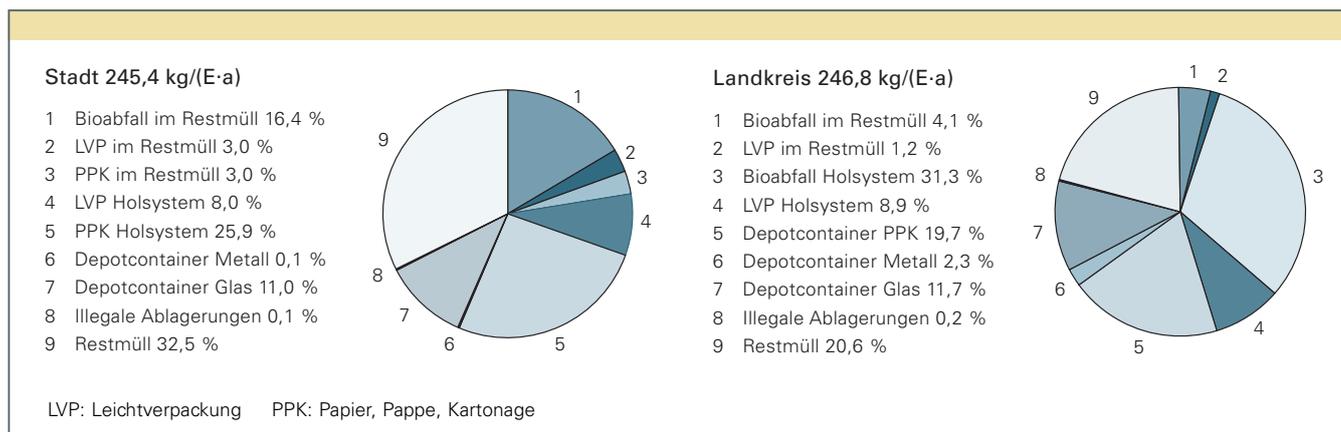
## Was wird mehr, wenn der Restmüll weniger wird?

Seit 1998 untersucht das LfU Zusammensetzung und Menge des Restmülls von Privathaushalten. Im Jahr 2007 betrachteten wir in zwei Gebietskörperschaften zusätzlich die neben der Restmülltonne existierenden Entsorgungswege. Dabei standen primär die Hol- und Bringsysteme für Altglas, Bioabfälle, Leicht-, Metallverpackungen sowie für Papier/Pappe/Kartonagen im Fokus.

Die beiden Gebietskörperschaften – eine Stadt und ein Landkreis – waren so ausgewählt, dass sie sich im Restmüllaufkommen pro Kopf deutlich unterschieden, 134,7 kg pro Kopf und Jahr bzw. 64,0 kg. Trotz dieses deutlichen Unterschiedes ist die Gesamtabfallmasse in beiden Fällen mit rund 245 kg pro Einwohner und Jahr annähernd gleich. Die in einem Fall geringere Restmüllmenge lässt sich vor allem auf das dort angebotene Holsystem für Bioabfall zurückführen.



Wärmetauscher zur Kraft-Wärmekopplung im Abfallheizkraftwerk Augsburg



Wie viel Müll im Restmüll landet, hängt von den Hol- und Bringsystemen für Wertstoffe ab.

Weitere Ergebnisse der Untersuchung sind unter anderem:

Die Einwohner haben die Hol- und Bringsysteme für Wertstoffe gut angenommen. Die getrennte Erfassung der schweren und in großer Menge anfallenden Abfallfraktionen (Bioabfälle, Papier/Pappe/Kartonagen) trägt wesentlich zur Reduktion des Restmüllaufkommens bei. Restmüll landet nur in geringem Umfang in den Wertstoffeffassungssystemen.

Das lokale Abfallwirtschaftssystem kann den Restmüllanteil am Gesamtabfallaufkommen reduzieren, indem es die einzelnen Abfallströme durch Getrennterfassung lenkt. Für eine Reduktion des Gesamtabfallaufkommens muss jedoch bei den „weichen“ Faktoren wie dem Konsumverhalten angesetzt werden.

Sandra Stoll

## Return to Sender – die freiwillige Rücknahme

Verordnete Rücknahmen begegnen uns alltäglich: Wir können überflüssige Verpackungen im Geschäft zurücklassen und werfen leere Batterien in die aufgestellten Sammelbehälter – denn die Unternehmen wurden gesetzlich verpflichtet, diese Abfälle zurückzunehmen und sie einer schadlosen Entsorgung zuzuführen.

Von einer freiwilligen Rücknahme spricht man, wenn Unternehmen ohne Rechtspflicht durch sie als Hersteller oder Vertrieber entstandene Abfälle zurücknehmen, um sie ordnungsgemäß zu entsorgen oder – im besten Fall – wieder aufzubereiten, so dass eine erneute Einbringung in die Kreislaufwirtschaft erfolgen kann (Bsp.: verunreinigte Lösemittel werden destilliert und als „Neuware“ wieder verkauft). Für diese aktive Förderung der Kreislaufwirtschaft sieht das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) eine Erleichterung bei den an sich obligatorischen Nachweispflichten vor. Auf Antrag kann das LfU entsprechend § 25 eine Befreiung sowohl von der Entsorgungsnachweis- und Begleitscheinführung als auch von der Transportgenehmigungspflicht erteilen.

Die besondere Bedeutung freiwilliger Rücknahmesysteme (derzeit in Bayern rund 50, deutschlandweit rund 270) für die Kreislaufwirtschaft spiegelt sich auch in der Änderung des KrW-/AbfG zum 01.02.2007 wider. Seitdem kann das LfU durch Feststellungsbescheid zusätzlich eine Befreiung von der Überlassungspflicht bei Abfällen zur Beseitigung erlassen, so dass eine landkreis-/länderübergreifende Entsorgung ungehindert erfolgen kann.

 [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Abfall > Fachinformationen > Zentrale Stelle Abfallüberwachung

Melanie Engelbrecht

## Klärschlamm, quo vadis? – das Bayerische Klärschlammnetz

In den rund 2.850 kommunalen Kläranlagen in Bayern fallen jährlich etwa 300.000 t Trockensubstanz Klärschlamm an, also etwa 6 Mio. t Nassschlamm. Davon werden

- 44 % thermisch behandelt, in Klärschlamm- oder Müllverbrennungsanlagen und zunehmend in Zementwerken und Kohlekraftwerken,
- 35 % bei Rekultivierungsmaßnahmen eingesetzt,
- 21 % in der Landwirtschaft als Dünger verwertet.

Die landwirtschaftliche Verwertung trägt jedoch auch organische Schadstoffe und Schwermetalle in den Boden ein. Daher wurde aus Gründen des vorsorgenden Verbraucher-, Boden- und Gewässerschutzes beim LfU das Onlinesystem „Bayerisches Klärschlammnetz“ (BayKSN) eingerichtet. Wesentliche Ziele des BayKSN sind die Vermeidung von Mehrfachbeschlämmungen, die Transparenz der Mengen und Qualitäten sowie die Grundlage für Aufbringungspläne. Betrieben wird das BayKSN vom bifa Umweltinstitut in Augsburg, beteiligt sind Kläranlagenbetreiber, „Beauftragte Dritte“, die Kreisverwaltungsbehörden und Landwirtschaftsämter.

Gut ein Drittel des Klärschlammes wurde 2007 über das BayKSN abgewickelt, der Rest über Papierlieferscheine. Ab Anfang 2008 sind alle Kläranlagen, die landwirtschaftlich verwerten und für mindestens 1.000 Einwohnerwerte ausgelegt sind, zur Teilnahme am BayKSN verpflichtet.

Die bayerische Staatsregierung will die landwirtschaftliche Verwertung aus Vorsorgegründen mittelfristig auslaufen lassen und setzt auf die Klärschlammverbrennung. Während des mehrjährigen Übergangszeitraums sichert das BayKSN eine umweltgerechte Verwertung.

*Josef Schmederer*

- ➔ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Abfall > Fachinformationen > Bayerisches Klärschlammnetz
- ➔ [www.klaerschlamm.bayern.de](http://www.klaerschlamm.bayern.de)

## Ein Berg wird verpackt – Sanierung eines Schlackenberges

Die Eisen- und Stahlerzeugung der 1996 geschlossenen Maxhütte in Sulzbach-Rosenberg, Oberpfalz, reichte zurück bis 1893. Die circa 4,5 Mio. m<sup>3</sup> Produktionsabfälle haben sich zu einem rund 21,5 ha bedeckenden Berg mit Erhöhungen bis zu 55 m angehäuft. Auf dem Berg befinden sich mehrere Schlammteiche mit stark ölhaltigen Flüssigkeiten.

Dieser Berg wird nun saniert: Es gilt Staubverwehungen zu unterbinden, die Standsicherheit durch Verringerung der Böschungsneigungen, durch Aufschüttungen und Böschungsabfangungen zu gewährleisten, eine Oberflächenabdichtung aufzubringen und Grundwasserverunreinigungen zu verhindern. Außerdem gilt es, das landschaftsprägende Erscheinungsbild des Schlackenberges zu erhalten, eine Heuschreckenpopulation und ein Feuchtbiotop zu schützen und gegebenenfalls eine Nachnutzung (sanfter Tourismus) zu ermöglichen.



*Sanierungsbeginn des Schlackenberges in Sulzbach-Rosenberg*

- [www.schlackenberg.bayern.de](http://www.schlackenberg.bayern.de)
- BayLfU (2007): S. 76–83 in: Deponien zwischen 2005 und 2009 – Ende oder Weiterbetrieb (Fachtagung 27.09.2007)

Dazu muss der Schlackenberg durch die Umlagerung von 420.000 m<sup>3</sup> abgelagerten und die Anlieferung von 400.000 m<sup>3</sup> neuen Materials profiliert werden. Die Errichtung des Oberflächenabdichtungssystems erfolgt in zwei Qualitätsausführungen. Drei bis 40 m tiefe Schlammteiche müssen mit rund 200 Entnahmebrunnen saniert werden. Hierfür sind zum Teil technisch aufwändige Schrägbohrungen nötig.

Um das größte Sanierungsprojekt Bayerns zügig voranzubringen, wurde eine Lenkungsgruppe gebildet, der das Umweltministerium, die Regierung der Oberpfalz, das LfU, das Wasserwirtschaftsamt Weiden, das Landratsamt und das Planungsbüro angehören. Der Schlackenberg wird sich voraussichtlich ab 2011 in seiner neuen Gestalt präsentieren.

Dr. Peter Beyer-Münzel

## Ballierung von Abfällen

Angesichts der hohen Auslastung der Müllverbrennungsanlagen kann es, z. B. bei Revisionen, zu kurzzeitigen Engpässen kommen, während derer Abfall zwischengelagert werden muss. Abfallpressballen haben sich hierfür als umweltfreundlichste Lösung bewährt.

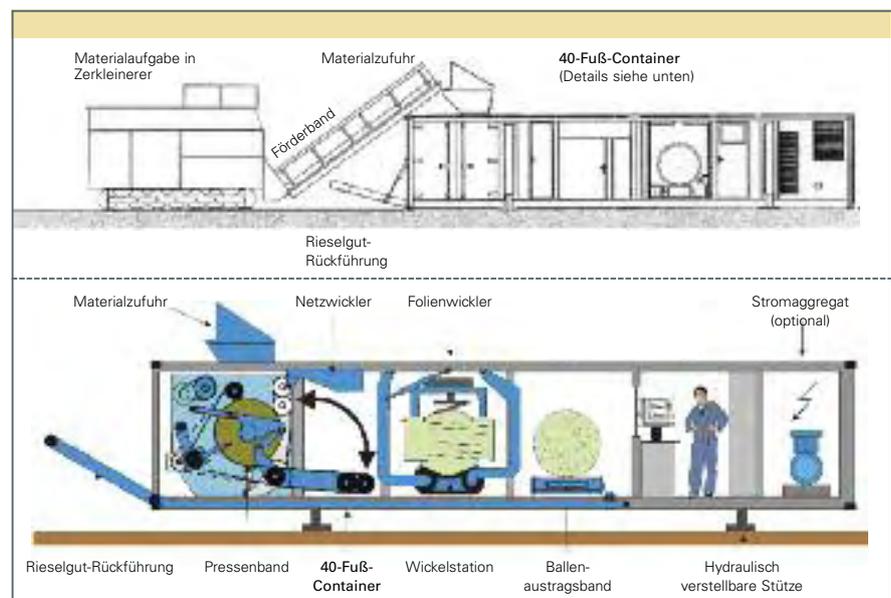


Bild oben: Ballenlager auf der Deponie München, zum Teil mit Vogelschutznetzen überspannt.

Grafik: Mobile Ballierungsanlage

Für das Pressen der Ballen werden mobile Anlagen eingesetzt, die zumeist aus Zerkleinerer, Puffereinheit und dem Verpackungsmodul bestehen. Sie können 300 Abfallpressballen täglich herstellen. Die bis zu einer Tonne schweren Ballen lassen sich unproblematisch zu geordneten Haufwerken aufschichten und in die Verbrennung zurückführen.

Die Immissionsschutzgesetzgebung beschränkt die Lagerdauer von Abfällen zur Beseitigung auf ein Jahr. Wie ein vom LfU derzeit betreutes fachtechnisches Begleitprogramm zeigt, ist auch eine zwei Jahre dauernde Lagerung der Ballen problemlos möglich. Der Inhalt der Ballen ist schon nach einem Jahr biologisch weitgehend inaktiv. Die bereits nach ein paar Tagen unter Sauerstoffzehrung festgestellte geringfügige Methanbildung korreliert mit der Umgebungstemperatur. Ein Luftaustausch wird durch die Verdichtung der Abfälle beim Ballieren und die Folie unterbunden. Auch Sickerwasseraustritte sind nicht feststellbar. Wichtig ist eine Begrenzung des Biomüllanteils im Input.

*Heike Weidner*

## Rückbau einer Müllverbrennungsanlage

Seit 2001 ist in Nürnberg eine neue Müllverbrennungsanlage in Betrieb. Der Rückbau der alten, 1965 erbauten Anlage wurde 2007 weitgehend abgeschlossen. Das LfU war zuständig für die immissionsschutzfachliche Bauüberwachung.

Im 1. Bauabschnitt (August 2005 bis Januar 2006) wurden das Wiegehaus und die Auffahrtsrampe zu den Müllbunkertoren abgerissen. Der 2. Bauabschnitt (Februar 2006 bis Januar 2008) gliederte sich in folgende Phasen:

- Errichtung von Abschottungen,
- Dekontamination und Reinigung von Müllbunker, Kesselhaus, Abgasreinigungs- und Abwasserbehandlungsanlage,
- Abbruch der peripheren Anlagenteile (Entladerampe, Abwasserbehandlungsanlage, Kalk- und Filterstaub-Silos, Schornstein),
- Rückbau des Schwerbaus (Dach und Außenfassade des Müllbunkers und des Kesselhauses),
- Demontage der Kessel samt Abgasreinigungsanlage,
- Freilegung und Aushub von Fundamenten,
- Wiederverfüllung der Baugrube, im Grundwasser führenden Horizont mit Mutterboden, darüber mit aufbereitetem Bauschutt; lagenweise Verdichtung des Bodens.

Beim Rückbau fiel ein breites Spektrum an Abfällen an: neben Bauschutt z. B. auch Sperrmüll, Taubenkot, asbesthaltige Materialien und PCB- und PAK-haltige Stoffe. Die Abfälle wurden vorrangig der ordnungsgemäßen und schadlosen Verwertung zugeführt, nicht verwertbare Abfälle einer umweltverträglichen Beseitigung. Um die Einwirkungen im Umfeld der Baustelle zu überwachen, begleiteten vorsorglich Immissions-, Lärm- und Erschütterungsmessungen den Rückbau.

*Harald Pfaller*



*Abbruch des Kesselhauses*

## Wohin mit dem Straßenkehrricht?

---

Straßenkehrricht besteht aus mineralischen (Sand, Splitt) und organischen Anteilen (Humus, Laub) sowie Fremdstoffen (Zigaretten, Kunststoffteilen) und kann mit Schadstoffen (Öl, Salz) belastet sein. Er ist ein „grenzwertiger“ Abfall, für den kein Entsorgungsweg so richtig passt. Wegen der organischen Anteile kann er z. B. seit Juni 2005 nicht mehr unbehandelt auf Deponien abgelagert werden. Deshalb gingen beim LfU auch 2007 mehrmals Anfragen zur Entsorgung von Straßenkehrricht ein.



Zusammengekehrt ein „reichhaltiges“ Gemisch und daher ein „grenzwertiger“ Abfall

Straßenkehrricht kann in trockenmechanischen Anlagen (Siebung), Nassmechanischen Anlagen (Waschanlagen, z. T. in Verbindung mit einer Kläranlage) oder biologischen Bodenbehandlungsanlagen aufbereitet werden.

Bei trockenmechanischen Anlagen können vor allem Winterstreusplitt und Steine einfach abgetrennt werden. Für sie gibt es Verwertungsmöglichkeiten. Daneben entsteht allerdings meist eine nur schwer verwertbare organisch-mineralische Feinfraktion. Bisher wurde sie oft in Gruben verfüllt. Dies ist jedoch aus Gründen des Grundwasserschutzes nicht mehr möglich.

Aufgrund des organischen Anteils kann bei geeignetem Schadstoffprofil der Straßenkehrricht bzw. die Feinfraktion in biologische Bodenbehandlungsanlagen gegeben werden. Hier ist aber das salzhaltige Frühjahrskehrgut problematisch.

Nassmechanische Verfahren sind am geeignetsten, da sie die organischen Bestandteile am besten abtrennen und damit die hochwertigste Verwertung erreichbar ist. Deshalb können sie auch trockenmechanische Anlagen sinnvoll ergänzen.

*Franz Emmerig*

## Wie ist die Gewerbeabfallverordnung umzusetzen?

---

Das Umweltministerium hat die Kreisverwaltungsbehörden (KVB) im Jahr 2007 darauf hingewiesen, dass sie bei den fast 80 Sortieranlagen in Bayern auf die Einhaltung der Anforderungen der Gewerbeabfallverordnung vom 19. Juni 2002 (GewAbfV) achten müssen. Rückfragen der KVB an das LfU zeigten, dass bei der GewAbfV noch Unklarheiten bestehen.

Die GewAbfV ist kompliziert formuliert, so dass ihr eigentlicher Sinn oft aus dem Blickfeld gerät, nämlich: Die Abfallfraktionen Papier/Pappe, Glas, Kunststoffe, Metalle und mineralische Abfälle sollen in Gewerbe- und Industriebetrieben voneinander getrennt gehalten werden, um eine möglichst hochwertige Verwertung zu ermöglichen. Und: Eine vermischte Entsorgung ist möglich, wenn die vermischten Fraktionen anschließend in einer Sortieranlage wieder weitestgehend getrennt werden. Hierbei ist eine Reihe von Ausnahmen möglich. Biologisch abbaubare Küchen- und Grünabfälle sind ohne Ausnahme getrennt zu halten und zu verwerten.

Vorbehandlungsanlagen im Sinn der GewAbfV sind Anlagen, die mehrere der genannten Grundfraktionen vermischt annehmen. Betriebe, die z. B. ausschließlich Papier nach Qualitäten sortieren, sind demnach keine Vorbehandlungsanlagen. Gefordert wird zudem, dass die Vorbehandlungsanlagen eine Verwertungsquote von mindestens 85 % erfüllen, die ein- und ausgehenden Abfälle kontrollieren und dokumentieren und dies durch eine externe Kontrolle der zuständigen Behörde bestätigen lassen.

*Franz Emmerig*

## Das neue elektronische Abfallnachweisverfahren (eANV)

---

Zur Überwachung der Entsorgung gefährlicher Abfälle haben die Bundesländer das DV-System ASYS (Abfallüberwachungssystem) eingerichtet, mit dem Behörden Entsorgungsnachweise und Begleitscheine bearbeiten und mit dem die Länder untereinander relevante Daten austauschen. In Bayern haben das LfU als zentrale, für das Nachweisverfahren zuständige Behörde, die Kreisverwaltungsbehörden und die Regierungen über eine gemeinsame Datenbank Zugriff.

Das Nachweisverfahren bei der Entsorgung selbst verläuft zum großen Teil noch mit aufwendigen Papierbelegen. Mit der Novelle der Nachweisverordnung wird ab 1. April 2010 das elektronische Abfallnachweisverfahren (eANV) verbindlich für alle Beteiligten eingeführt. Das Nachweisverfahren wird damit auf ein sicheres und reines Online-Verfahren umgestellt. Basis ist eine bundeseinheitliche Datenschnittstelle, die alle Beteiligten verwenden müssen. Eine zentrale Kommunikationsplattform und Anwendersysteme für Nachweispflichtige (Erzeuger, Beförderer, Entsorger) sind in Entwicklung.

Mit Einführung des eANV bedarf auch das Behördensystem ASYS verschiedener Anpassungen. Das System wird um eine Signaturkomponente erweitert, eine elektronische Vorgangsteuerung wird eingerichtet und die neu eingeführten Abfallregister werden abgebildet. Eine zeitgerechte Umsetzung ist gewährleistet, wesentliche Schritte sind bereits realisiert. Für die behördlichen Überwachungsaufgaben des LfU steht damit auch künftig ein geeignetes Instrumentarium zur Verfügung.

*Silke Artl, Stefan Härtlein, Dr. Wolfgang Güntner*



# Analytik/Stoffe



Indikatorsubstanzen zur Ermittlung von Gewässerverunreinigungen durch Biogasanlagen	43
Wer bin ich? Was mache ich? – Antworten mit der Fluoreszenz-Mikroskopie	44
Neue „Dimensionen“ in der Elementanalytik	45
Woher kommt der Höckerflohkrebs? – Fahndung mittels „genetischem Fingerabdruck“	46
Verlagerung von Schadstoffen aus Verfüllungen	47
Auswaschung von Tierarzneimitteln aus Gülle	47
Kohlenwasserstoffe in Altlasten und Abfällen: drei Labore – drei Ergebnisse!?	48
Neue Pflanzenschutzmittel-Abbauprodukte – ein Problem?	49

---

Perfluorierte Tenside – Belastungssituation in Bayern

siehe S. 19

## Indikatorsubstanzen zur Ermittlung von Gewässerverunreinigungen durch Biogasanlagen

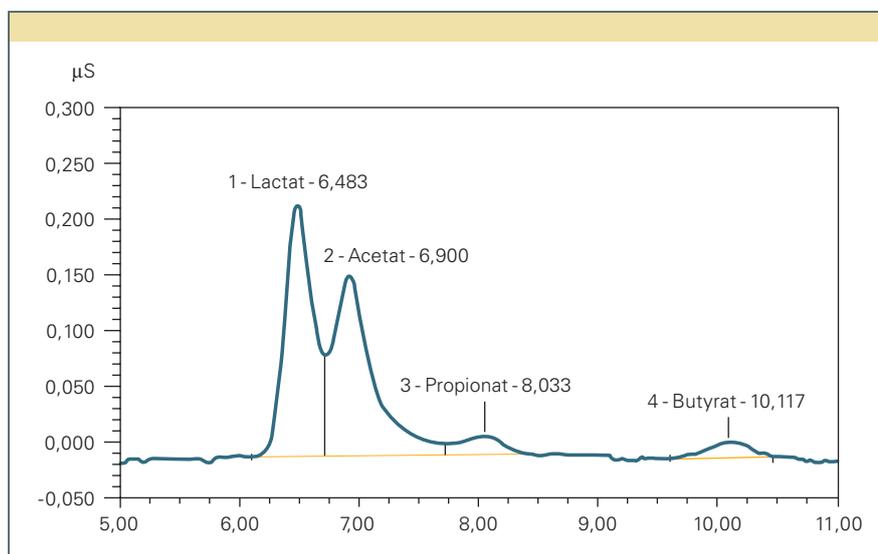
Bei unsachgemäßem Betrieb von Biogasanlagen kann organisch hochbelastetes Wasser in die Umwelt austreten. Ursachen sind z. B. falsche Lagerung der Substrate oder Undichtigkeiten in den Anlagen selber. Wie bei der Problematik undichter Siloanlagen kann dies zu einem völligen Sauerstoffentzug und zur Verpilzung von Gewässern führen.

Neben Standardverfahren wie CSB- und Ammoniumbestimmung (CSB = Chemischer Sauerstoffbedarf) wird zur Ermittlung der Emittenten die Bestimmung organischer Säuren mit Hilfe der Ionenaustauschchromatographie angewandt.

Beim Schritt der Milchsäuregärung entstehen in Biogasanlagen überwiegend Essigsäure, Milchsäure und Buttersäure, die dann in den Gärsäften im Gramm-Liter-Bereich enthalten sind. Die Proben werden auf die Säureanionen Formiat, Acetat, Propionat, Butyrat und Lactat untersucht, die in natürlichem Wasser nicht oder nur in geringen Mengen enthalten sind. Mit Bestimmungsgrenzen von 0,5 mg/l sind noch Nachweise nach einer Verdünnung von 1 zu 1.000 und höher im Gewässer möglich. Da die Analyten biologisch sehr leicht abbaubar sind, ist es notwendig, die Proben sofort zu filtrieren und bis zur Messung tiefgefroren aufzubewahren.

Derzeit entwickelt das LfU eine Analysenmethode auf Basis der hochauflösenden Ionenausschlusschromatographie, die eine verbesserte Trennung der spezifischen Analyten Lactat und Acetat ermöglichen soll.

Peter Zeitler



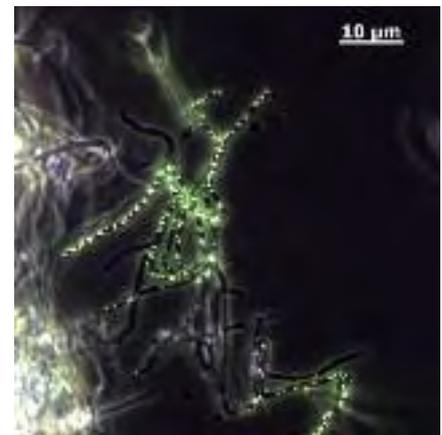
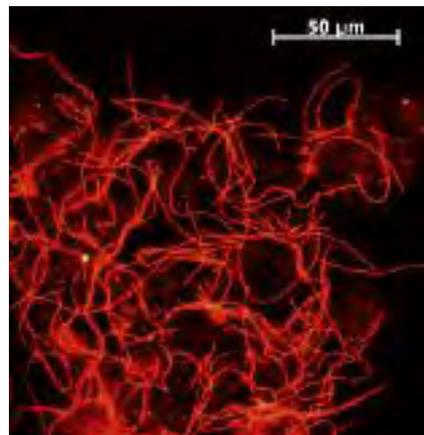
Typisches Chromatogramm eines austretenden Silosickersaftes nach einer Verdünnung von 1 zu 1.000

## Wer bin ich? Was mache ich? – Antworten mit der Fluoreszenz-Mikroskopie

Bei der Untersuchung bakterieller Lebensgemeinschaften in Gewässern und Abwasser stößt die Lichtmikroskopie schnell an ihre Grenzen, da mit ihr Bakterien mit unauffälligem Aussehen (z. B. Kokken oder Stäbchen) nicht eindeutig unterschieden werden können. Da darüber hinaus Isolierungstechniken nur einen geringen Prozentsatz an Organismen erfassen und es durch die Kultivierung oft zu Populationsverschiebungen kommt, sind verlässliche Aussagen über die Art und Häufigkeit von Bakterien in Lebensgemeinschaften kaum möglich.

Bild links: Mit fluoreszierenden Gensonden markierte und daraufhin bestimmte Fadenbakterien (*Microthrix parvicella*) in einem Belebtschlamm.

Bild rechts: Actinomyceten in einem Belebtschlamm: Bereiche enzymatischer Aktivität (Esterase) werden durch Fluoreszenz sichtbar.



Diesen Einschränkungen kann heute mit der Fluoreszenz-Mikroskopie begegnet werden:

- Mit „Gensonden“ (synthetisch hergestellte, fluoreszenzmarkierte Nukleinsäurereststücke), die spezifisch an das genetische Material bestimmter Bakterien binden und diese farbig markieren, ist eine Bestimmung und Quantifizierung von Bakterien „in situ“, das heißt direkt in der Lebensgemeinschaft möglich (Fluoreszenz-in-situ-Hybridisierung = FISH).
- Darüber hinaus lassen sich direkt am oder im Bakterium Enzymaktivitäten beobachten, wenn Substrate zugegeben werden, die durch Enzyme der Bakterien in fluoreszierende Produkte umgewandelt werden. Man erhält so Informationen darüber, welche Substanzen ein Bakterium nutzen kann. In einem 2007 abgeschlossenen Forschungsprojekt untersuchte das LfU mit dieser Technik die Substratansprüche von Fadenbakterien, die in Kläranlagen die Abwasserreinigung durch Schwimmschlamm-Bildung stören. Die Ergebnisse helfen bei der Weiterentwicklung von Maßnahmen zur Bekämpfung dieser Organismen.

→ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Analytik/  
Stoffe > Fachinformationen > Biologische Analytik > Mikrobielle Ökologie

Dr. Margit Schade, Dr. Hilde Lemmer



Durchführung von Messungen mit dem Atomfluoreszenz-Spektrometer

## Neue „Dimensionen“ in der Elementanalytik

**Quecksilber** wird aufgrund seiner Toxizität seit vielen Jahren in Umweltproben routinemäßig vom LfU analysiert. Die Bestimmungsgrenze des bisher eingesetzten atomabsorptions-spektrometrischen Verfahrens (CV-AAS) beträgt 100 ng/l. Die Quecksilbergehalte vieler Grund- und Oberflächenwässer liegen jedoch deutlich darunter. Seit 2007 hat das LfU mit der Atomfluoreszenzdetektion (AFS) ein Verfahren, mit dem sich Quecksilber 20-mal empfindlicher analysieren lässt (Bestimmungsgrenze 5 ng/l). Dies erlaubt nun erstmals reproduzierbare Messungen im unteren Konzentrationsbereich.

Das Element **Iod** ist geogen in Gewässern enthalten. Durch Iodspurenanalytik können geologische Grundwasserherkunftsbereiche eingegrenzt werden. Die dabei zu analysierenden Konzentrationen liegen bei einigen µg/l bis 50 µg/l und damit meist unter der Bestimmungsgrenze des in der Routine eingesetzten ionenchromatographischen Verfahrens. Daher wurde am LfU ein Analysenverfahren für Iod auf Basis der Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) etabliert. Mit der ICP-MS werden (im Gegensatz zur Ionenchromatographie) Iodgesamtgehalte, das heißt die Summe der gelösten anorganischen und organischen Iodverbindungen, erfasst. Die Bestimmungsgrenze beträgt 1 µg/l. Für die Spurenanalytik von Iod mit der ICP-MS ist es zwingend notwendig, die Proben mit Tetramethylammoniumhydroxid (TMAH) zu alkalisieren. Daher kann Iod nicht gemeinsam mit anderen Elementen bestimmt werden, so dass eine separate Probe nötig ist.

*Gottfried Forster*

→ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Analytik/  
Stoffe > Fachinformationen >  
Analytik anorganischer Stoffe  
> Leistungsspektrum



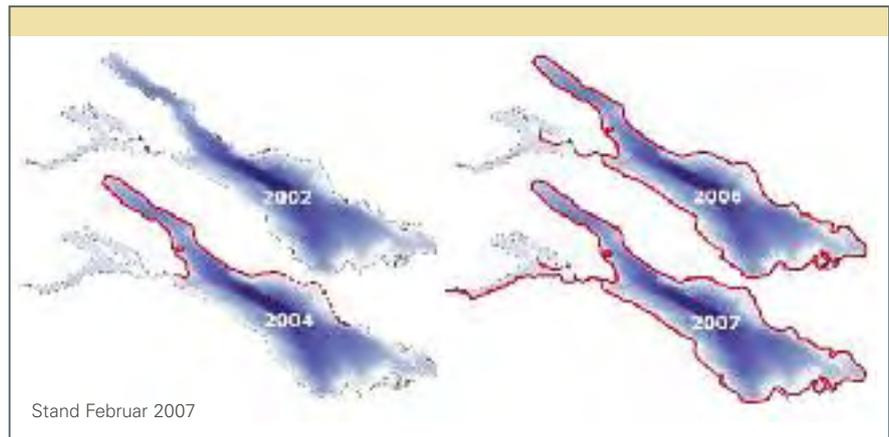
Muster der Mikrosatelliten-DNA von *Dikerogammarus villosus*

## Woher kommt der Höckerflohkrebs? – Fahndung mittels „genetischem Fingerabdruck“

Der Große Höckerflohkrebs (*Dikerogammarus villosus*) kommt ursprünglich im Schwarzmeergebiet vor. In den letzten Jahren hat er sich entlang der Donau bis nach Bayern ausgebreitet und verdrängt den einheimischen Flussflohkrebs (*Gammarus roeseli*). Der ein bis zwei Zentimeter große Höckerflohkrebs ist ein gefräßiger Räuber. Sogar Artgenossen, Fischlaich und Jungfische sind seine Beute. In den Medien wurde er deshalb schon als „Killer-Shrimp“ bezeichnet.

Im Bodensee wurden 2002 bei Meersburg einzelne Tiere gefunden. Nur vier Jahre später hatte der Höckerflohkrebs fast das gesamte Ufer besiedelt. Da er von der Donau über den Rhein nur bis Basel vorgedrungen war, kann er nicht von dort eingewandert sein. Hinweise zur Herkunft des „illegalen Einwanderers“ kann der „genetische Fingerabdruck“ geben. Das LfU hat den Höckerflohkrebs daher molekularbiologisch untersucht. Definierte DNA-Abschnitte variabler Gene (Mikrosatelliten) wurden durch PCR vervielfältigt, mit Gelelektrophorese aufgetrennt und mit einem im UV-Licht fluoreszierenden Stoff angefärbt. Die DNA-Banden, die an einen Strichcode erinnern, ergeben ein individuelles Muster für jedes Tier, ähnlich wie ein Fingerabdruck.

Ausbreitung von *Dikerogammarus villosus* am Bodensee (Untersuchungen: P. Rey, Hydra-Institut Konstanz)



➔ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Analytik/  
Stoffe > Fachinformationen  
> Biologische Analytik > DNA-  
Untersuchungen > Naturschutz-  
fachliche Untersuchungen

Von verschiedenen Fundorten konnten bisher 160 Tiere mittels dreier DNA-Marker charakterisiert werden. Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass das Ufer des Bodensees mehrfach besiedelt wurde. Wahrscheinlich wurde der Höckerflohkrebs über Boote eingeschleppt, seine rasche Ausbreitung im See wird vermutlich auch durch den regen Schiffsverkehr begünstigt.

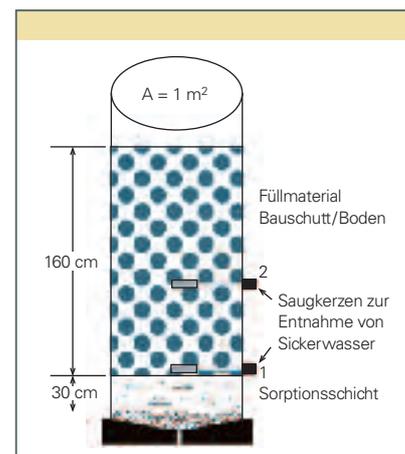
Dr. Cornelia Morawetz

## Verlagerung von Schadstoffen aus Verfüllungen

Das LfU hat die in Bayern gültigen Grundsätze und fachlichen Anforderungen für die Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen (Eckpunktepapier und Leitfaden) zwei Jahre im halbtechnischen Maßstab an Lysimetern überprüft.

In mehreren Lysimetern wurde über einer technisch hergestellten Rückhalte-schicht (Sorptionsschicht) aus natürlichem Bodenmaterial unterschiedlich kontaminiertes Bauschutt- bzw. Bodenmaterial eingebaut und dem natürlichen Niederschlag ausgesetzt. Die Analyse des Sickerwassers aus unterschiedlichen Tiefenhorizonten auf Schwermetalle, Chlorid und Sulfat zeigte, dass eine Sorptions-schicht keine ausreichende Barrierenwirkung hat, um alle potenziellen Grundwas-serschadstoffe zurückzuhalten. Das LfU wird auf Basis dieser Ergebnisse Empfeh-lungen für eine Überarbeitung des Eckpunktepapiers und des Leitfadens erarbeiten.

*Dr. Michael Gierig, Gundula Hübner*



Aufbau der Lysimeter

→ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Analytik/  
Stoffe > Forschung und Projekte  
> Untersuchungen zum Stoff-  
transport > Sorptionsfunktion  
von Bodenschichten

## Auswaschung von Tierarzneimitteln aus Gülle

Über die Düngung mit Stallmist und Gülle gelangen die von den Tieren wieder ausgeschiedenen Tierarzneimittel in die Umwelt. Das Verhalten dieser Substanzen in Böden und Sickerwasser ist noch weitgehend unbekannt.

Deshalb hat das LfU auf einer 100 m<sup>2</sup> großen Halbschalenlysimeteranlage das Auswaschungsverhalten des Makrolidantibiotikums Tylosin aus Schweinegülle bei simuliertem Starkregen untersucht. Mit diesem großflächigen Versuchsansatz lassen sich im Gegensatz zu Säulen- und Kleinlysimeter-Experimenten die Verfrachtungen über Grobporen (z. B. Maus- und Regenwurmgänge, Wurzelkanäle, Trockenrisse) verfolgen und quantifizieren. Im Lysimetergesamtabfluss fanden wir 2,7 % des mit der Gülle aufgetragenen Arzneimittelwirkstoffs wieder, wobei der Frachtenanteil der einzelnen Halbschalen je nach Anbindung an das Porensystem sehr stark variierte. Die Ergebnisse zeigen, dass Tierarzneimittel aus Wirtschaftsdünger bei Starkregen mobilisiert werden können und unter



Beregnungsversuch auf den Halbschalen-  
lysimetern

 [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Analytik/  
Stoffe > Forschung und Projekte  
> Untersuchungen zum Stoff-  
transport > Auswaschung von  
Tierarzneimitteln

Umständen bis in das oberflächennahe Grundwasser gelangen. Um ein potenzielles Risiko für die Umwelt abschätzen zu können, sind weitere Untersuchungen zur Langzeitwirkung von Tylosin in den ermittelten Konzentrationen auf Boden- und Wasserorganismen erforderlich.

*Dr. Michael Gierig, Dr. Klaus Weiß*

## **Kohlenwasserstoffe in Altlasten und Abfällen: drei Labore – drei Ergebnisse!?**

---

Die Entscheidung über den Entsorgungsweg von Altlasten und Abfällen hängt von der Belastung mit Schadstoffen ab. Deshalb sind gerichtsfeste Analyseverfahren notwendig. Für die Analytik polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) und Kohlenwasserstoffe (KW) in Wasser, Boden und Abfall gibt es genormte Verfahren.

Bei komplexen Gemischen stoßen Normverfahren an ihre Grenzen. Dies zeigt ein Fall, bei dem das LfU zur Bewertung von Haufwerken (= zu Haufen aufgeschütteter Boden) eingeschaltet wurde, weil sich die Ergebnisse zweier Überwachungslabore unterschieden. Da sich die Ergebnisse des LfU mit keinem der Labore zufriedenstellend deckten, stellte das LfU systematische Untersuchungen an.

Ergebnis: In Bodenproben bleibt trotz Einhaltung aller Homogenisierungsvorschriften eine Inhomogenität. Bei der normgerechten Reinigung des Rohextrakts können sich die Ergebnisse um mehr als das Dreifache unterscheiden, u. a. weil die Vorbehandlung des Reinigungsmaterials unzureichend definiert ist. Die Normen für Boden und Abfall unterscheiden sich darin, welche Stoffe zum KW-Index gehören, und sind bei den alkylierten Aromaten und PAK unklar. Da in den Haufwerken deren Anteil ungewöhnlich groß war, sind – in Verbindung mit der Problematik der Extraktreinigung – große Unterschiede in den Ergebnissen zwangsläufig.

Empfehlung: Eine Annäherung an den wahren Wert ist bei Feststoffen nur durch Untersuchung einer größeren Zahl von Einzelproben möglich mit der Bewertung des Durchschnittswertes. In den Analytiknormen gilt es Lücken zu schließen.

*Dr. Hartwig Hagenguth*

## Neue Pflanzenschutzmittel-Abbauprodukte – ein Problem?

Ende 2006 wurde bekannt, dass Metaboliten (Abbauprodukte) mehrerer Pflanzenschutzmittel (PSM) im Grundwasser stellenweise deutlich über dem Trinkwassergrenzwert für PSM von 0,1 µg/l vorkommen.

Nach ersten Hinweisen auf das Auftreten eines Abbauprodukts des vor allem im Rübenanbau eingesetzten PSM-Wirkstoffs Chloridazon, hat das LfU bei Untersuchungen im Grundwasser den Metaboliten Desphenyl-Chloridazon zum Teil in Konzentrationen von mehreren µg/l gefunden.

Kurz darauf wurde bekannt, dass N,N-Dimethylsulfamid (DMSA), ein bislang in Wasser nicht untersuchter Metabolit des Fungizids Tolyfluanid, bei der Trinkwasseraufbereitung durch Ozonung das krebserzeugende N-Nitrosodimethylamin (NDMA) bilden kann. Auch DMSA wurde im Grundwasser nachgewiesen.

Vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit wurde Anfang 2007 mitgeteilt, dass bei weiteren vier Wirkstoffen mit höheren Konzentrationen von Metaboliten im Grundwasser zu rechnen ist. Bei Lysimeteruntersuchungen zur Zulassung dieser vier Wirkstoffe traten Metaboliten über 10 µg/l im neu gebildeten Grundwasser auf. Messungen des LfU haben gezeigt, dass auch diese Metaboliten in Bayern stellenweise mit über 0,1 µg/l im Grundwasser enthalten sind.

Bei der darauf folgenden bundesweiten Diskussion wurde deutlich, dass diese Werte nach Pflanzenschutzrecht und Trinkwasserrecht unterschiedlich beurteilt werden. Nach Pflanzenschutzrecht werden alle genannten Metaboliten nach einer EU-Richtlinie zwar als nicht relevant betrachtet und dürfen deshalb im Grundwasser in Konzentrationen bis zu 10 µg/l vorkommen. Die Trinkwasserkommission bewertet diese Vorkommen aber als unerwünschte Kontaminanten im Trinkwasser mit einem Grenzwert von 0,1 µg/l. Die momentane erhebliche Diskrepanz der zulässigen Grenzwerte solcher PSM-Abbauprodukte zwischen Trinkwasserrecht (0,1 µg/l) und Pflanzenschutzrecht (10 µg/l) wird derzeit auf Bundesebene geklärt. Für 2008 sind vom LfU weitere Messungen geplant.

Dr. Michael Gierig, Marlis Schuster, Hans-Albert Wagener

*PSM-Wirkstoffe, deren Metaboliten im Grundwasser mit über 10 µg/l auftreten können.*

PSM Wirkstoff	Wirkbereich	(Haupt )Kultur	Metabolit
Chloridazon	Herbizid	Rüben	Desphenyl-Chloridazon Methyl-Desphenyl-Chloridazon
Tolyfluanid	Fungizid	Reben, Obst, Hopfen	Dimethylsulfamid (DMSA)
Chlorthalonil	Fungizid	Weizen, Kartoffeln	Chlorthalonilamidsulfonsäure (R 417888)
Dimethachlor	Herbizid	Raps	Dimethachlorsäure (CGA 50266) Dimethachlorsulfonsäure (CGA 354742)
Metazachlor	Herbizid	Raps	Metazachlorsäure (BH 479-4) Metazachlorsulfonsäure (BH 479-8)
S-Metolachlor	Herbizid	Mais	Metolachlorsäure (CGA 351916) Metolachlorsulfonsäure (CGA 380168)

# Boden



CO <sub>2</sub> -Speicher Humus – zur Humusausstattung ostbayerischer Mittelgebirgsböden	51
Projekt GRABEN – Wissenschaftliche Grundlagen für den Vollzug der Bodenschutzgesetze	52
Mobilisierung/Immobilisierung von geogenem Arsen durch DOC-haltige Sickerwässer	53
Novellierung der „VSU Boden und Altlasten“	54
Aktuelle Fragen der Bodenluftprobenahme	55

## CO<sub>2</sub>-Speicher Humus – zur Humusausstattung ostbayerischer Mittelgebirgsböden

In einem Boden beeinflusst der Humusgehalt, also der Gehalt an abgestorbener organischer Substanz (Wurzelreste, Streu, Bodenorganismen) maßgeblich die Bodeneigenschaften und -prozesse. Die Kenntnis des Humusgehaltes ist wichtig, um die Stoffdynamik in einem Boden und mögliche Gefahren für den Boden einschätzen zu können.

Das LfU hat die Böden des Bayerischen und des Oberpfälzer Waldes näher untersucht. In den dort stark saueren Böden variieren die akkumulierten Humusmengen in Abhängigkeit von der Höhenlage und den Klimaverhältnissen.

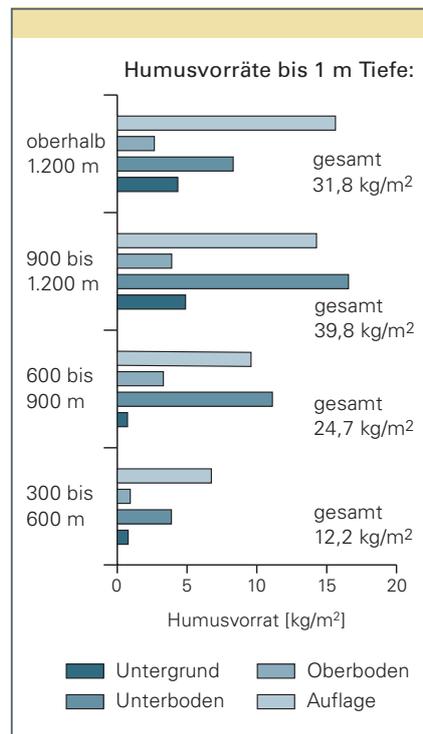


Bild links: Sehr stark humose Lockerbraunerde aus Gneisverwitterung in den höheren Lagen des Bayerischen Waldes

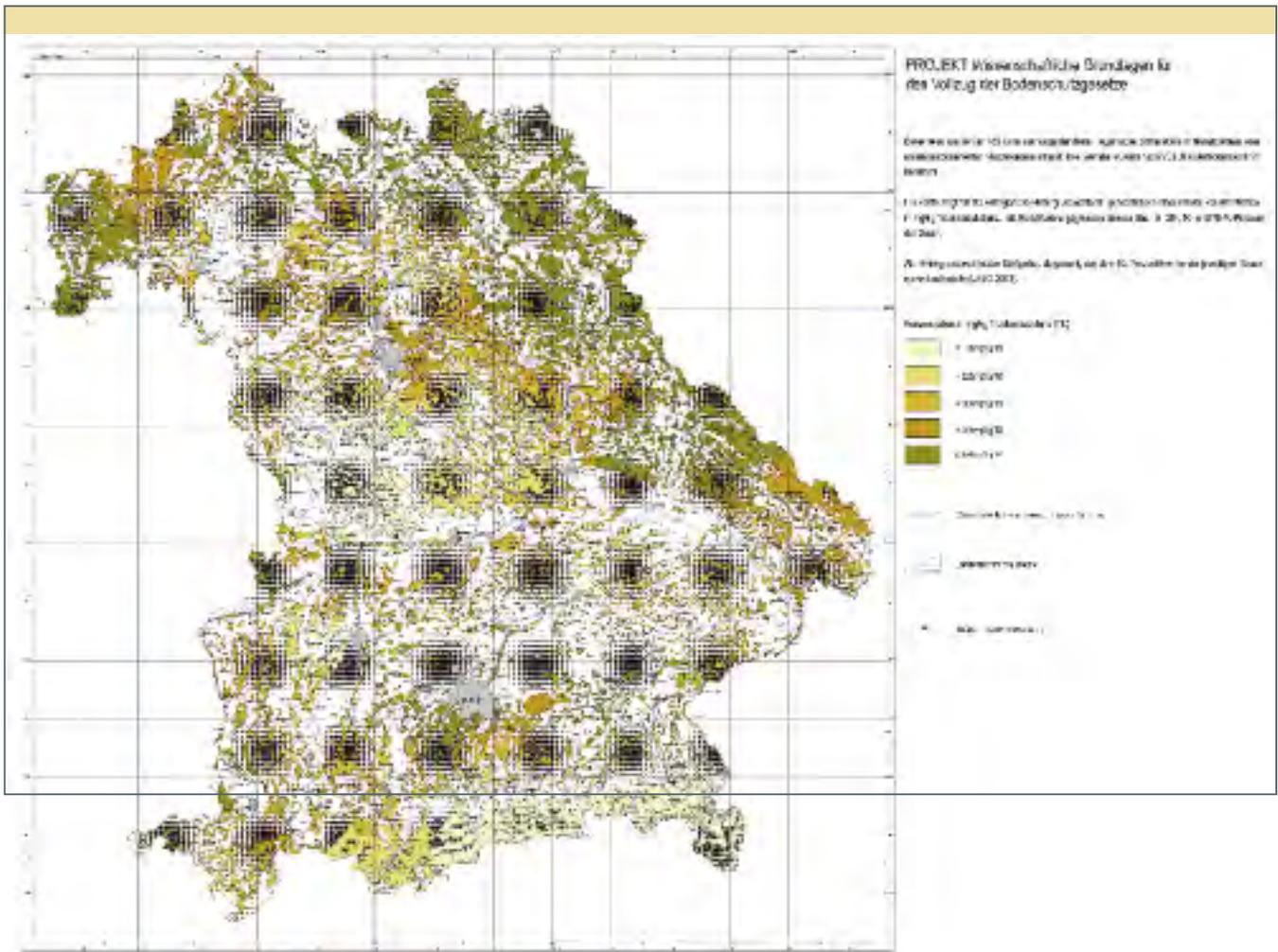
Grafik: Typische Humusvorräte (Median) in Böden verschiedener Höhenstufen des Bayerischen und des Oberpfälzer Waldes

Mit ansteigendem Höhengniveau und zunehmend kühlfeuchtem Klima nehmen die Humusgehalte des Mineralbodens sowie die Mächtigkeit der organischen Auflage zu. Gleichzeitig steigen die Gesamthumusvorräte von circa 12 kg/m<sup>2</sup> auf circa 40 kg/m<sup>2</sup>. Sie sind damit als mittel bis sehr hoch einzustufen.

Während sich in den tieferen Höhenlagen die abgestorbene organische Substanz vorwiegend in der Humusauflage befindet, ist sie oberhalb 600 m vorwiegend im Mineralboden gespeichert. In den Hochlagenböden (oberhalb 1.200 m) sind mit humosen Sickerwässern beachtliche Humusmengen bis in den betonartig verfestigten, feinwurzelfreien Untergrund gelangt. Hier zeichnet sich eine Gefährdung flacher Grundwasserkörper ab.

Ein Großteil dieser Humusvorräte dürfte bei einer Klimaerwärmung mikrobiell abgebaut werden, so dass beträchtliche CO<sub>2</sub>-Mengen frei würden. Auch würde der Humusabbau zu einer deutlich schlechteren Nährstoff- und Wasserversorgung dieser Standorte führen.

Dr. Helmwart Förster, Frank Ullrich



Verteilung der Hintergrundwerte des organischen Schadstoffs EPA-PAH in den Waldauflagen Bayerns

## Projekt GRABEN – Wissenschaftliche Grundlagen für den Vollzug der Bodenschutzgesetze

Im August 2007 konnte das LfU das Projekt „Wissenschaftliche Grundlagen für den Vollzug der Bodenschutzgesetze“ (GRABEN) abschließen, für das von 2000 bis 2005 bayernweit 1.134 Standorte bodenkundlich untersucht wurden.

Hauptziel war die Erstellung von bayernweiten, substrat-, nutzungs- und horizontgruppenbezogenen Hintergrundwertkarten und -tabellen für organische und anorganische Schadstoffe. Die Hintergrundwerte sind für den Vollzug der Bodenschutzgesetze von großer Bedeutung, da sie die Vorsorgewerte der BBodSchV (1999) ersetzen, wenn die Hintergrundwerte höher sind als die Vorsorgewerte. Für die Hintergrundwerte untersuchte das LfU 5.300 Proben auf Schwermetalle (Königswasser-, S<sub>4</sub>- und Ammoniumnitrat-Extrakt) und 3.500 auf organische Schadstoffe (Summenparameter EPA-PAH, PCB<sub>6</sub>,  $\Sigma$ -DDT und  $\Sigma$ -HCH und ihre Einzelkomponenten).

Über 330.000 Analysedaten wurden dabei erhoben. Sie sind online über das Bayerische Bodeninformationssystem zugänglich.

Außerdem wurde das Ziel erreicht, dass die meisten Wasserwirtschaftsämter nun die Infrastruktur und das Fachwissen zur selbständigen Bearbeitung von Vollzugsaufgaben im vorsorgenden Bodenschutz haben.

Regional geogen erhöhte Hintergrundbelastungen wurden gesondert untersucht: Vitriolschiefer im Raum Schweinfurt (Ni, Zn, Co), Serpentinstandorte im Raum Schwarzenbach/Saale (Cr, Ni), Triassische Sedimente im Raum Altstadt/Waldnaab – Weiden (Pb), Hallbergmoos (As), Winterrieder Moor (As). Mit Ausnahme der Untersuchungen zum Vitriolschiefer bestätigten sich Hinweise auf erhöhte geogene Hintergrundbelastungen.

*Peter Spörlein, Uwe Geuß, Dr. Edzard Hangen*

➔ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Boden > Forschung und Projekt > Bodenschutz: Hintergrundwerte

➔ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Boden > Daten > Bodeninformationssystem (BIS)

➔ [www.bis.bayern.de](http://www.bis.bayern.de)  
(Bayerisches Bodeninformationssystem)

## Mobilisierung/Immobilisierung von geogenem Arsen durch DOC-haltige Sickerwässer

In Sandsteinen des nordbayerischen Keupers und Buntsandsteins sowie im Bereich der oberen Süßwassermolasse in Südbayern sind geogen erhöhte Konzentrationen mit Arsen nachgewiesen. Die Arsenanteile in den Festphasen sind in erster Linie an den Eisengehalt gekoppelt. Es wurde beobachtet, dass unter dem Einfluss DOC-haltiger Sickerwässer (= Sickerwasser mit gelöstem organisch gebundenem Kohlenstoff), die z. B. aus Hausmülldeponien austreten können, das geogene Arsen zunächst mobilisiert und nachfolgend wieder immobilisiert wird. In Zusammenarbeit mit der Universität Bayreuth hat das LfU diese Vorgänge an Böden der Süßwassermolasse näher untersucht.

In einem mit dem Originalaquifer vergleichbaren Versuchsaufbau zeigte sich, dass hohe DOC-Gehalte in Sickerwässern zu reduzierenden Bedingungen in den davon beeinflussten Bodenbereichen führen. Durch die damit einhergehende Auflösung von Eisenmineralen kommt es zur Freisetzung und Mobilisierung daran sorbierten/gefällten Arsens. Die im reduzierenden Milieu mögliche Bildung von  $H_2S$  führt teilweise zur Fällung von Fe- und As-Sulfiden. Eine signifikante Immobilisierung des Arsens tritt jedoch erst ein, wenn sich im System wieder oxidierende Bedingungen einstellen, die zur Fällung des gelösten Fe(II) führen. An die entstehenden Eisenoxidpartikel kann gelöstes Arsen sorbieren, wobei die Bindungskapazität aufgrund von Ionenkonkurrenzeffekten durch Sickerwasserbestandteile reduziert ist. Die Ergebnisse deuten zudem darauf hin, dass Arsen an Festphasen auch über eine Calciumarsenatphase fixiert wird.

*Dr. Martin Biersack*

## Novellierung der „VSU Boden und Altlasten“

Die im Januar 2002 in Kraft getretene VSU Boden und Altlasten (Verordnung über Sachverständige und Untersuchungsstellen für den Bodenschutz und die Altlastenbehandlung in Bayern) hat sich als Instrument der Privatisierung und Qualitätssicherung im Rahmen der Altlastenbearbeitung gut bewährt. Sie wurde daher im Dezember 2006 für weitere zehn Jahre, bis 31.12.2016, verlängert. Zentrale Zulassungsstelle für Sachverständige und Untersuchungsstellen ist das LfU.

Im Zuge der Novellierung sind in erster Linie textliche Anpassungen und Aktualisierungen vorgenommen worden. So wurden die „Probe nehmenden Untersuchungsstellen“ begrifflich stärker berücksichtigt und die externen Qualitätssicherungsmaßnahmen weiter gefasst. Wesentliche inhaltliche Änderungen sind die Aufhebung der Altersgrenze für Sachverständige und Untersuchungsstellenleiter sowie die Ausgliederung der Liste der anzuwendenden Untersuchungsverfahren. Um einer Weiterentwicklung der Untersuchungsverfahren für den gesamten Geltungszeitraum der Verordnung Rechnung tragen zu können, wird die Verfahrensliste nun als Bestandteil der VSU-Verfahrensordnung des LfU weitergeführt. Die Einteilung der Untersuchungsbereiche bleibt dabei bestehen. Die anzuwendenden Untersuchungsverfahren richten sich nach dem jeweils aktuellen Stand des Fachmoduls Boden bzw. der Bundesbodenschutzverordnung.

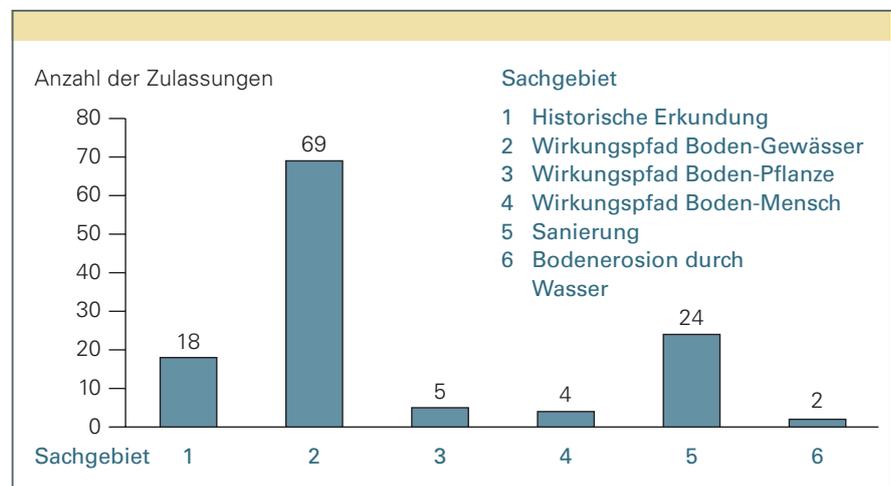
Mittlerweile sind für die Probenahme und Laboranalytik insgesamt 74 Untersuchungsstellen zugelassen, bei den Sachverständigen gibt es 122 Zulassungen.

*Peter Adler, Dr. Axel Zwicker*

→ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Analytik/  
Stoffe > Fachinformationen >  
Qualitätssicherung > Zulassungs-  
verfahren

→ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Boden >  
Fachinformationen > Sachver-  
ständige

*In Bayern zugelassene Sachverständige  
nach § 18 BBodSchG (Stand 31.12.07) in  
den sechs Sachgebieten*



## Aktuelle Fragen der Bodenluftprobenahme

---

Bodenluft-Untersuchungen werden in der Altlastenbearbeitung unter anderem bei Untergrundverunreinigungen mit leichtflüchtigen organischen Schadstoffen genutzt, da die sonst üblichen Feststoff- und Eluatuntersuchungen hier nur eingeschränkt aussagekräftig sind. In der Praxis werden dabei viele unterschiedliche Technologien eingesetzt.

Audits von Probenahme- und Untersuchungsstellen sowie die Erfahrungen der Wasserwirtschaftsämter zeigen einen Klärungsbedarf bei der Qualitätssicherung und Reproduzierbarkeit der Messungen. Das LfU hat daher in Zusammenarbeit mit dem Wasserwirtschaftsamt Weiden das Vorhaben „Aktuelle Fragen der Bodenluftprobenahme“ initiiert. In einem ersten Schritt wurde zusammen mit dem Ingenieurtechnischen Verband Altlasten (ITVA) e. V. ein „Statusreport Bodenluft“ erarbeitet, in welchem sowohl aktuelle Technologieentwicklungen beschrieben sind als auch Erfahrungen aus Akkreditierungsverfahren und der täglichen Praxis der Ingenieurbüros einfließen.

In dem Statusreport sind auch die bedeutendsten Fragestellungen und Kritikpunkte genannt, die sich aus der Anwendung der einschlägigen technischen Richtlinien und Normen ergeben (z. B. Bedeutung des  $\text{CO}_2/\text{O}_2$ -Kriteriums, Einfluss klimatischer Faktoren, Bedeutung von Sickerwasserfronten). In einem zweiten Schritt wurde darauf aufbauend für 2008 ein Messprogramm für einen Altlastenstandort entwickelt, mit dem diese Fragestellungen untersucht werden.

*Walter Lindenthal, Dirk Hensel*

# Geologie



Tiefe Blicke ins Gestein – und das aus der Luft	57
Hochreine Quarzrohstoffe – Erkundung in Niederbayern	57
Großprojekt „Schaffung geologischer und hydrogeologischer Informationsgrundlagen“	58
Zur Metamorphose-Geschichte der Gneise des Bayerischen Waldes	58

---

Forschungsprojekt: Permafrost in der Zugspitze                      siehe „Klima“, S. 15

## Tiefe Blicke ins Gestein – und das aus der Luft

In den letzten Jahren hat das LfU den ostbayerischen Raum großflächig geologisch, hydrogeologisch und rohstoffkundlich kartiert. Zur Absicherung der Kartierergebnisse und zur Klärung komplexer Strukturen im Bereich des Donaurandbruchs wurden im Juli 2007 in einem 300 km<sup>2</sup> großen Gebiet rund um das niederbayerische Vilshofen ergänzende geophysikalische Messungen vom Hubschrauber aus durchgeführt.

Diese sogenannte Aerogeophysik kann flächendeckende Informationen über die räumliche Struktur und Beschaffenheit der geologischen Schichten in den ersten Hundert Metern Tiefe liefern. Das Hubschrauber-Messsystem der vom LfU beauftragten Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) ermöglicht dabei die gleichzeitige elektromagnetische, magnetische und radio-metrische Vermessung des Gebietes.

Die noch laufende Auswertung der über 1.500 km aerogeophysikalischen Messprofile erbrachte bereits neue Erkenntnisse zum Verlauf von Verwerfungen. Darüber hinaus ist es nun möglich, überdeckte Gesteinskomplexe des Grundgebirges genauer abzugrenzen. Diese Daten sind ein grundlegender Baustein für das im Aufbau befindliche dreidimensionale Untergrundmodell von Bayern. Aus den Ergebnissen der Messflüge lassen sich auch wichtige umweltrelevante Informationen ableiten, z. B. über oberflächennahe Grundwasserkörper, über die natürliche bodennahe Radioaktivität sowie über verborgene Deponien und Altlasten.

*Dr. Geroald Diepolder, Dr. Erwin Geiß*



*Aerogeophysikalische Vermessung. Am Hubschrauber hängt eine torpedoförmige zehn Meter lange Messsonde, die zugleich Sender und Empfänger schwacher elektromagnetischer Felder ist.*

→ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Geologie  
> Forschung und Projekte >  
Geologische Landesaufnahme  
> 3-D-Modelle

## Hochreine Quarzrohstoffe – Erkundung in Niederbayern

Für Mikrochips, Solarzellen Silikone und Silane wird Rohsilizium in einem Reinheitsgrad von 98 bis 99 % benötigt. Aus dem Rohsilizium werden je nach Endprodukt über das Zwischenprodukt Poly-Silizium (99,9999999 Gew.-% SiO<sub>2</sub>) Silizium-Einkristalle (Reinst-Silizium) hergestellt.

Das Rohsilizium wird aus Quarzkiesen in einem Lichtbogenofen bei einer Temperatur von 1.650 °C in Anwesenheit von Kohlenstoff gewonnen. Die Quarzkiese müssen dazu 16 bis 60 mm groß und hochrein sein. Hochrein bedeutet folgende chemische Grenzwerte (jeweils Gewichts-Prozent): SiO<sub>2</sub> > 99,6 %, TiO<sub>2</sub> < 0,008 %, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> < 0,05 % und Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> < 0,1–0,2 %.

Diese Voraussetzungen erfüllt in Bayern der Haarschedler Schotter, der bei Jederschwing (Landkreis Passau) abgebaut wird. Das Vorkommen der dortigen Kiesgrube wird innerhalb der nächsten fünf bis zehn Jahre erschöpft sein. Weitere Lagerstätten in der Nähe können aus naturschutzrechtlichen Gründen nicht abgebaut werden.

Angesichts der zunehmenden Nutzung regenerativer Energien ist die Suche nach Quarzrohstoffen eine wichtige Aufgabe der rohstoffgeologischen Landesaufnahme des LfU. Seit 2006 wurden daher in Niederbayern (mit Mitteln des Wirtschaftsministeriums) 26 Quarz-Bohrungen (bis zu 75 m tief) niedergebracht.



*Quarzkies der Kiesgrube Jederschwing in einer Körnung größer 16 mm*

→ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Geologie  
> Daten > Rohstoffe



Auskühlendes Rohsilicium kurz nach dem Abstich bei über 1.600 °C

Nach dem bisherigen Stand der Auswertungen sind dabei keine abbauwürdigen Vorkommen entdeckt worden. Abbauwürdig ist ein Vorkommen, wenn mindestens 20 % der anstehenden Sedimente die Voraussetzungen (Korngröße und chemische Zusammensetzung) erfüllen. Bis 2011 sind weitere 40 bis 50 Bohrungen geplant.

*Dr. Klaus Poschlod*

## Großprojekt „Schaffung geologischer und hydrogeologischer Informationsgrundlagen“

Im Bayerischen Bodenschutzprogramm 2006 wurde eine Intensivierung der geowissenschaftlichen Landesaufnahme festgelegt. Bis 2015 soll Bayern flächendeckend kartiert sein und die erfassten Daten und deren Auswertung sollen für die Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft und sonstige interessierte Stellen bereit stehen.

Ein Schwerpunkt liegt hierbei auf den hydrogeologischen Karten HK50 und HK100. Die hierfür benötigten bodenkundlichen und geologischen Grundlagen sollen parallel dazu als Konzeptbodenkarten bzw. im Maßstab 1:25 000 fertig gestellt und im Internet verfügbar sein.

In mehreren Projekten wurden bereits über 50 HK50 bearbeitet und damit etwa 40 % der Landesfläche abgedeckt. Ganz neu erschienen sind nun die Kartenwerke der HK100 für die Planungsregionen 4 (Oberfranken-West) und 13 (Landshut). Sie liefern im Maßstab 1:100 000 flächendeckend Informationen über das Grundwasser: Jeweils fünf Karten und ein Textband erläutern, wo und in welcher Tiefe Grundwasser zu erwarten ist, in welche Richtungen es fließt, wie gut es durch die darüber liegenden Boden- und Gesteinsschichten geschützt ist und wie es chemisch zusammengesetzt ist. Ergänzend sind Karten im Maßstab 1:50 000 digital verfügbar.

Die Hydrogeologischen Karten stellen eine wichtige Grundlage für die Beantwortung zahlreicher fachlicher Fragen dar, vor allem in den Bereichen Sicherung der Trinkwasserversorgung, Hochwasserschutz, Planung und Durchführung von Baumaßnahmen, Nutzung von Rohstoffen und Geothermie sowie im Naturschutz.

*Dr. Bernhard Wagner, Barbara Kainzmaier, Dr. Günter Kus*

## Zur Metamorphose-Geschichte der Gneise des Bayerischen Waldes

Im Projekt „Schaffung geologischer und hydrogeologischer Informationsgrundlagen“ hat das LfU im Bayerischen Wald umfangreiche geologische Neukartierungen durchgeführt. Dabei wurden in Zusammenarbeit mit der Universität Frankfurt auch die Metamorphosebedingungen von Gneisen, Diatexiten und Amphiboliten untersucht. Beprobt wurden Gesteine im Regensburger Wald bei

- [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Geologie > Fachinformationen/Daten/Forschung und Projekte > Hydrogeologie
- [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Geologie > Daten > Bodeninformationssystem
- BayLfU (2007): Hydrogeologische Karte 1:100 000 Planungsregion 4 Oberfranken West (5 Themenkarten) mit Erläuterung
- BayLfU (2007): Hydrogeologische Karte 1:100 000 Planungsregion 13 Landshut (5 Themenkarten) mit Erläuterung

Falkenstein, im Hinteren Bayerischen Wald bei Hirschbach und im Vorderen Bayerischen Wald zwischen Bogen und Hauzenberg.  
 Zur Bestimmung der Metamorphosebedingungen wurde der Mineralbestand durch Dünnschliffuntersuchungen ermittelt und die chemische Zusammensetzung der Minerale mittels Elektronenstrahlmikrosonde analysiert. Zur Druck- und Temperaturberechnung werden Analysenwerte koexistierender Mineralphasen verwendet. Die thermobarometrischen Berechnungen erfolgten anhand von experimentell bestimmten Stabilitätsbedingungen von Mineralparagenesen wie Granat-Biotit bzw. Granat-Cordierit zur Temperatur-Bestimmung und verschiedener Mineralreaktionen zur Druck-Ermittlung (z. B. GASP: Grossular + Alumosilikat + Quarz -> Anorthit; GCAQ: Granat-Cordierit-Alumosilikat-Quarz).



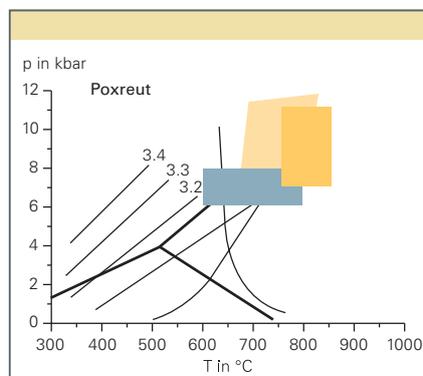
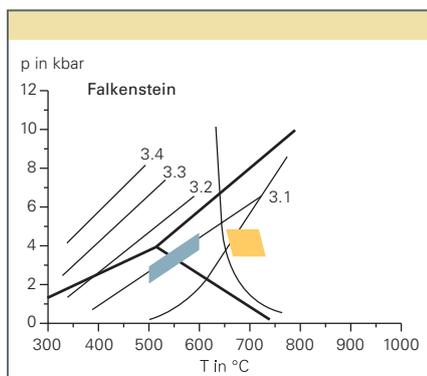
Granulit mit Verwachsung von Granat (blau rötlich) und hercynitischem Spinell (grün), die Symplektit genannt wird, sowie Biotit (braun) und Feldspat (weiß). Originalbreite des Dünnschliffs: 3 mm

Die Proben aus Falkenstein zeigen mit Druck- und Temperaturbedingungen bei der Metamorphose von circa 4 kbar und 700 °C die niedrigsten Werte im Untersuchungsgebiet. Den höchsten Metamorphosegrad besitzen die Gesteinsproben von Poxreut, mit Druckbedingungen von über 10 kbar und Temperaturwerten über 800 °C. Diese Unterschiede weisen auf unterschiedliche tektonometamorphe Entwicklungen der untersuchten Gesteine hin.

Dr. Johann Rohrmüller, Dr. Ulrich Teipel

Kurzbeschreibung der Gesteinsproben

Vorkommen	Kartenblatt	Gesteinsbezeichnung
Falkenstein	6840 Reichenbach	Biotit-Quarz-Cordierit-Gneis
Hirschbach 1 und 2	6946 Hirschbach	1: Biotit-Sillimanit-Cordierit-Gneis 2: Granat-Sillimanit-Cordierit-Gneis
Bogen	7042 Bogen	Biotit-Cordierit-Plagioklas-Gneis
Deggendorf	7143 Deggendorf	Diatexit mit Sillimanit-Cordierit-Kalifeldspat
Poxreut	7246 Tittling	Amphibolit-Kalksilikat, Hypersthen-führender Diatexit
Ebersdorf	7246 Tittling	Quarz-Biotit-Cordierit-Feldspat-Granulit
Vilshofen	7345 Vilshofen	Metatektischer Gneis
Grögöd	7348 Wegscheid	Granat-Gneis



Druck-Temperatur-Diagramme mit den Ergebnissen zur Peakmetamorphose (dunkel- bzw. hellorange: Metamorphosemaximum der Gesteine) und retrogressiven Entwicklung (blaugrau: Umwandlung der Mineralparagenesen unter abnehmenden Druck- und Temperaturbedingungen)

# Lärm



Verkehrslärm – eine bayernweite Kartierung geht online

61

Schallemissionen von Biomasse-Heizkraftwerken

62

## Verkehrslärm – eine bayernweite Kartierung geht online

Trotz zahlreicher Maßnahmen zur Bekämpfung von Verkehrslärm fühlen sich allein durch den Straßenverkehrslärm mehr als zwei Drittel aller Bundesbürger belastet. Die Umgebungslärmrichtlinie der EU verpflichtet alle EU-Länder in einem ersten Schritt die wichtigsten Lärmquellen zu erfassen.

Für die 3.000 km Hauptverkehrsstraßen in Bayern, auf denen täglich durchschnittlich mehr als 16.400 Kraftfahrzeuge fahren und die außerhalb der Ballungsräume liegen, hat das LfU diese Aufgabe zentral übernommen. So wurden vor allem kleinere Kommunen entlastet und bayernweit einheitliche Berechnungen gewährleistet.

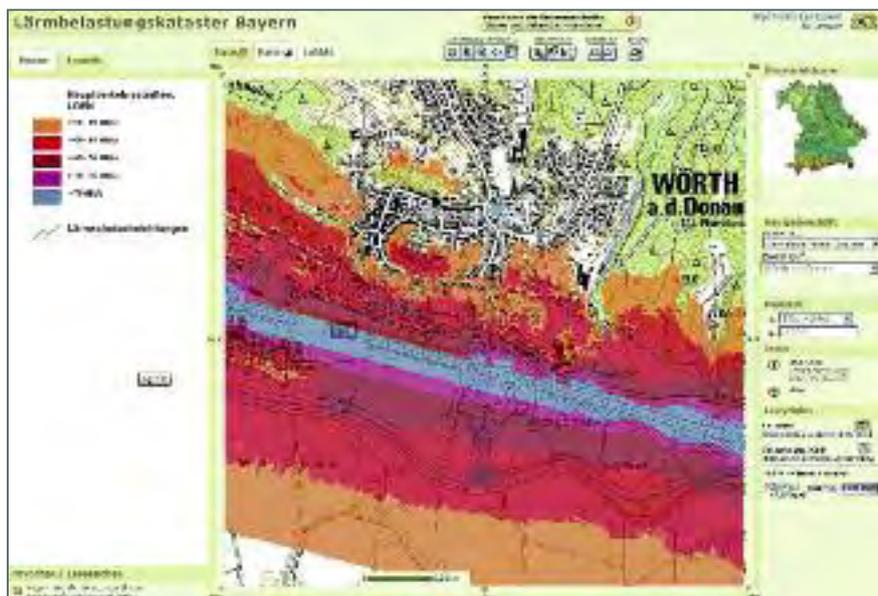
In die schalltechnischen Berechnungen sind insbesondere die Verkehrsbelastung, zulässige Geschwindigkeiten, Fahrbahnbelag, Lärmschutzeinrichtungen, 880.000 Gebäude (als Lärmhindernisse), 3,6 Mrd. Höhenpunkte aus dem digitalen Geländemodell Bayerns sowie die Zahl der Bewohner in den Wohngebäuden eingegangen. Bis zu 60 PC gleichzeitig berechneten aus diesen Daten für ein Gebiet von 4.200 km<sup>2</sup> in einem Raster von 10 x 10 m jeweils in 4 m Höhe über dem Gelände die Lärmindizes  $L_{DEN}$  und  $L_{Night}$ . Diese beiden Lärmindizes wurden außerdem für 2,7 Mio. Fassadenpunkte an Wohngebäuden ermittelt.

Die Ergebnisse der Rasterberechnungen sind im Internet über eine interaktive Kartenanwendung (Lärmbelastungskataster – LBK) als farbige Lärmkarten in beliebigen Ausschnitten abrufbar. Zusätzlich werden vorgefertigte Karten als PDF-Datei angeboten. An Hand der Fassadenpegel sowie der Anzahl der Hausbewohner wurde ermittelt, wie viele Bewohner in jeder Gemeinde von bestimmten Pegeln betroffen sind. Diese Statistik hat das LfU ebenfalls im Internet veröffentlicht.

### Die Lärmindizes $L_{DEN}$ und $L_{Night}$

Der  $L_{DEN}$  ist der Tag-Abend-Nacht-Pegel (Day-Evening-Night), mit „Tag“ 6:00 bis 18:00 Uhr, „Abend“ 18:00 bis 22:00 Uhr und „Nacht“ 22:00 bis 6:00 Uhr,

Der  $L_{Night}$  ist der Nacht-Pegel (Night) von 22:00 bis 6:00 Uhr.



Beispiel (A3 bei Würth a. d. Donau) für einen Lärmkartenausschnitt – aufgerufen über das im Internet zugängliche Lärmbelastungskataster

- ➔ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Lärm > Fachinformationen > EG-Umgebungslärmrichtlinie > Kartierungsergebnisse
- ➔ [www.umgebungs-laerm.bayern.de](http://www.umgebungs-laerm.bayern.de)

Die Berechnungen für die Großflughäfen München und Nürnberg wurden von der Flughafen München GmbH vorgelegt und vom LfU geprüft und bestätigt. Die Fluglärmkarten sind ebenfalls im LBK abrufbar.

Für die Kartierung der Ballungsräume München, Nürnberg und Augsburg waren die Großstädte jeweils selbst zuständig. Die Lärmkarten für München und Augsburg sind bereits online verfügbar. Die Haupteisenbahnstrecken werden bundesweit durch das Eisenbahn-Bundesamt kartiert, das dann selbst die Lärmkarten im Internet veröffentlicht.

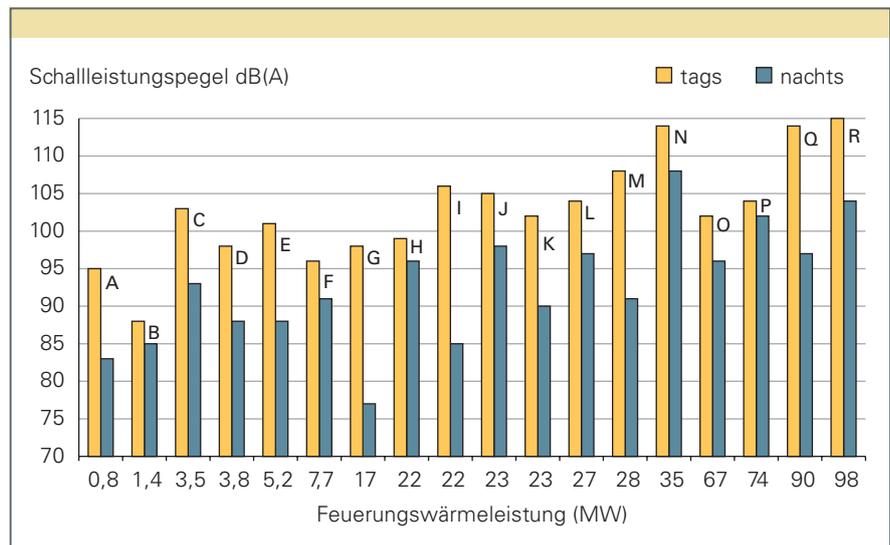
Nach der Kartierung des Lärms schreibt die Umgebungslärmrichtlinie in einem zweiten Schritt die Erarbeitung von Aktionsplänen für die besonders stark durch Lärm belasteten Gebiete vor. In diesen ist unter Beteiligung der Öffentlichkeit zu beschreiben, wie die Lärmbelastung effizient reduziert werden kann.

Dr. Michael Gerke

## Schallemissionen von Biomasse-Heizkraftwerken

Das LfU hatte in den letzten Jahren mehrere Biomasse-Heizkraftwerke im Rahmen von Genehmigungsverfahren zu begutachten. Dabei konnten wir teilweise auf Betreibergutachten zurückgreifen, in anderen Fällen prognostizierten wir die Immissionen aus den Angaben in den Antragsunterlagen.

*Gesamtschalleleistungspegel von 18 Biomasseheizkraftwerken. Größere Anlagen sind zum Teil leiser als kleinere. Bei Anlage G z. B. sind wegen der Nähe zu Wohngebäuden vor allem für die Nacht höhere Schallschutzanforderungen umgesetzt als bei Anlage F.*



Um nähere Kenntnisse über die Schallemissionen von Biomasse-Heizkraftwerken zu erhalten, wurden in einer Projektarbeit die Schallgutachten für 18 Biomasse-Heizkraftwerke (Feuerungswärmeleistung 0,8 MW – 98 MW) ausgewertet. Dabei wurde insbesondere untersucht, ob es eine Korrelation zwischen der **Feuerungswärmeleistung** und dem **Gesamtschallleistungspegel** ( $L_{WA}$ ) gibt.

Es zeigte sich keine gute Korrelation. Der Schallleistungspegel einer Anlage ist häufig entsprechend den Abständen zu Immissionsorten ausgelegt, so dass die Schallschutztechnik oftmals nicht ausgeschöpft wird. Die Hauptgeräuschquellen sind der Holzshredder, Gebläse, Pumpen, Luftkondensatoren, aber auch Radlader und Lkw. Im Durchschnitt liegt der Schallleistungspegel für die Nacht etwa 10 dB(A) unter dem Tagwert. Das ist auf den fehlenden Fahrverkehr (Lkw, Radlader) und vereinzelt auf den fehlenden Betrieb eines Holzshredders während der Nachtzeit zurück zu führen.

In einer Fortführung des Projektes ist zu klären, ob die bei der Genehmigung vorausgesetzten Schallleistungspegel auch im realen Betrieb der Biomasse-Heizkraftwerke nicht überschritten werden. Da die Messungen gemäß Genehmigungsbescheid nach § 26 BImSchG nicht ausreichen, müssen hierzu die Anlagen z. T. nachgemessen werden.

*Bernhard Ruttko*



*Biomasse-Heizkraftwerk*

# Luft



Ammoniak aus Verkehr und Landwirtschaft	65
Straßenschluchten – „Spitzenorte“ für Feinstaub und Stickstoffdioxid	66
Fragen der Luftreinhaltung bei Anlagen – Schwerpunkte	67
Ozonmessungen am Großen Arber	67
Feinstaub-Quelle Holz-Kleinfeuerungsanlagen	68

---

Abwärme großräumig nutzen: Projektstudie Wärmeverbund Ingolstadt	siehe „Klima“, S. 11
„Bioenergie – Pro und Contra“ – eine Fachtagung mit mehr Fragen als Antworten ...	siehe „Klima“, S. 14

## Ammoniak aus Verkehr und Landwirtschaft

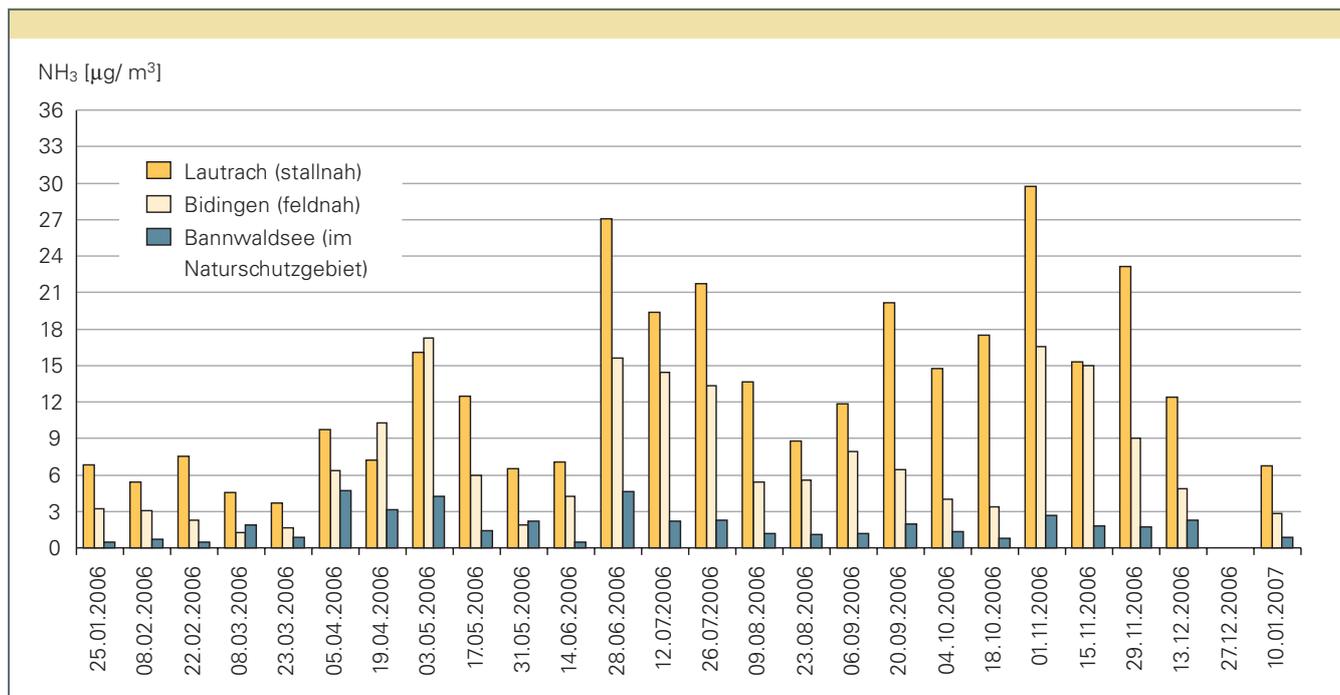
Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) wirkt in Ökosystemen sowohl eutrophierend als auch versauernd. Zudem trägt es maßgeblich zur Sekundärpartikelbildung und damit zur Feinstaubbelastung der Luft bei. Mehr als 95 % der  $\text{NH}_3$ -Emissionen Bayerns (2000: 112.000 t/a) stammen aus der Landwirtschaft, 2 % aus dem Verkehr. Um den Einfluss beider Emittentengruppen im Jahresverlauf zu ermitteln, hat das LfU 2006 und 2007 an 25 ländlichen und verkehrsnahen Standorten mit Hilfe von Passivsammlern die  $\text{NH}_3$ -Immissionskonzentrationen als 14-Tages-Mittelwerte erfasst.

Die höchsten Jahresmittelwerte im **ländlichen Bereich** traten mit ca.  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an zwei stallnahen Stationen auf. An den durch Feldwirtschaft beeinflussten Stationen lagen die Werte bei 7 bzw.  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , an emittententfernen oder naturnahen Standorten und in Naturschutzgebieten lagen sie unter  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Bis zu einer  $\text{NH}_3$ -Zusatzbelastung von  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ist nach der TA Luft von keiner Schädigung für empfindliche Pflanzen und Ökosysteme auszugehen. An allen Standorten war eine mit der Düngung im Frühjahr, Sommer und Herbst einhergehende jahreszeitliche Schwankung feststellbar.

An den meisten **verkehrsnahen** Stationen lagen die Jahresmittel unter  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ohne signifikante jahreszeitliche Schwankungen. An der LÜB-Station in der Lands-huter Allee in München, die Station mit einem der höchsten Verkehrsaufkommen in Bayern, trat im Jahresmittel mit  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erwartungsgemäß die höchste  $\text{NH}_3$ -Konzentration auf, gefolgt von  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  am Augsburger Königsplatz.

Die Ergebnisse zeigen für beide Emittentengruppen, wie notwendig der Einsatz emissionsarmer Techniken ist. Die Messungen werden auch 2008 fortgeführt.

Dr. Nadja Sedlmaier, Dr. Jutta Köhler, Dr. Heinz Ott, Dr. Jürgen Diemer



Ammoniak-Immissionen an drei ländlichen, unterschiedlich beeinflussten Messorten

### Lufthygienisches Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB)

Das LÜB ist ein Luftmessnetz, mit dem das LfU an derzeit 56 Messstationen in ganz Bayern rund um die Uhr und vollautomatisch folgende Luftschadstoffe erfasst: Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Kohlenmonoxid (CO), Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Ozon (O<sub>3</sub>), Feinstaub (PM<sub>10</sub>) sowie an wenigen Stationen auch Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S) und BTX (Benzol, Toluol, Xylol).

## Straßenschluchten – „Spitzenorte“ für Feinstaub und Stickstoffdioxid

Um die mit Ausbreitungsrechnungen und dem Luftmessnetz LÜB gewonnenen Informationen zur Luftqualität zu ergänzen, hat das LfU von Mai 2006 bis Juni 2007 an einigen Hauptverkehrsstraßen die Konzentrationen der Luftschadstoffe Feinstaub (PM<sub>10</sub>) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) ermitteln lassen. In Hösbach, Karlsfeld, Kempten, München, Nesselwang, Rosenheim und Trostberg wurden beidseitig eng und geschlossen bebaute „Straßenschluchten“ mit starkem Verkehrsaufkommen ausgewählt. Aufgrund der schlechten Durchlüftung sind dort hohe Schadstoffbelastungen zu erwarten.

Die Messungen ergaben für Feinstaub (PM<sub>10</sub>) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) an allen Messorten eindeutige Hinweise auf Überschreitungen der in einem Kalenderjahr zulässigen Grenzwerte bzw. Grenzwertüberschreitungen. Besonders der ab 1. Januar 2010 im Jahresmittel geltende NO<sub>2</sub>-Grenzwert wird kaum einzuhalten sein.

Da Stickstoffoxide hauptsächlich aus dem Auspuff kommen, treten auch an den verkehrsnahen Messstationen des LÜB die höchsten NO<sub>2</sub>-Konzentrationen auf. Daher sind weitere Anstrengungen zur Emissionsminderung beim Verkehr erforderlich.

*Dr. Jan Bernkopf*



*Bild links: Verkehrsmessstation: Auf dem Dach befinden sich die Probenahmegeräte für Feinstaub und gasförmige Luftschadstoffe.*



*Bild rechts: Eng und geschlossen bebaute Straßen waren das Ziel von Sondermessungen zur Feinstaub- und Stickstoffdioxid-Belastung.*

## Fragen der Luftreinhaltung bei Anlagen – Schwerpunkte

---

Das LfU unterstützt durch Gutachten und Forschungsvorhaben das Umweltministerium und die Genehmigungsbehörden bei Fachfragen zu Luftreinhaltemaßnahmen bei größeren Anlagen, vor allem bei Raffinerien, Chemieanlagen, Kraftwerken, Stahlwerken und Gießereien, aber auch bei Kleinanlagen wie Hausfeuerstätten.

Seit 2006 investiert die Industrie verstärkt, um insbesondere die Kapazitäten und die Effizienz ihrer Anlagen zu erhöhen. Die bayerischen Raffinerien haben z. B. von 2006 bis 2008 rund 1 Milliarde Euro in Um-, Aus- und Neubau investiert. Das LfU erarbeitete hierzu Aufslagenvorschläge zur Anpassung an die verschärften Anforderungen der TA Luft und an die 13. BImSchV.

Die 2002 novellierte TA Luft erfordert bei zahlreichen Anlagen Nachrüstungen, die bis auf wenige Ausnahmen bis 30. Oktober 2007 zu erfüllen waren. Auch hieraus ergaben sich für das LfU zahlreiche Fragestellungen bei den unterschiedlichsten Anlagen.

Die Energiegewinnung aus fester (insbesondere Holz), flüssiger (z. B. Pflanzenöl) und gasförmiger (vor allem Biogas) Biomasse hat weiter an Bedeutung gewonnen. Die Fokussierung auf das CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial darf jedoch nicht den Blick auf eventuell schädliche Umweltauswirkungen verstellen. Vielfältig sind hierbei allein schon die Fragen zu den Schadstoffemissionen, die deutlich höher liegen können als bei Einsatz von fossilen Brennstoffen. Hier galt (und gilt) es, den Stand der Technik zu definieren und weiterzuentwickeln, um nicht CO<sub>2</sub>-Einsparungen mit anderen höheren Umweltbelastungen zu erkaufen.

*Dr. Michael Rössert*

 [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Luft > Fachinformationen > Anlagentechnik

 [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Luft > Fachinformationen > Nachhaltige Rohstoffe

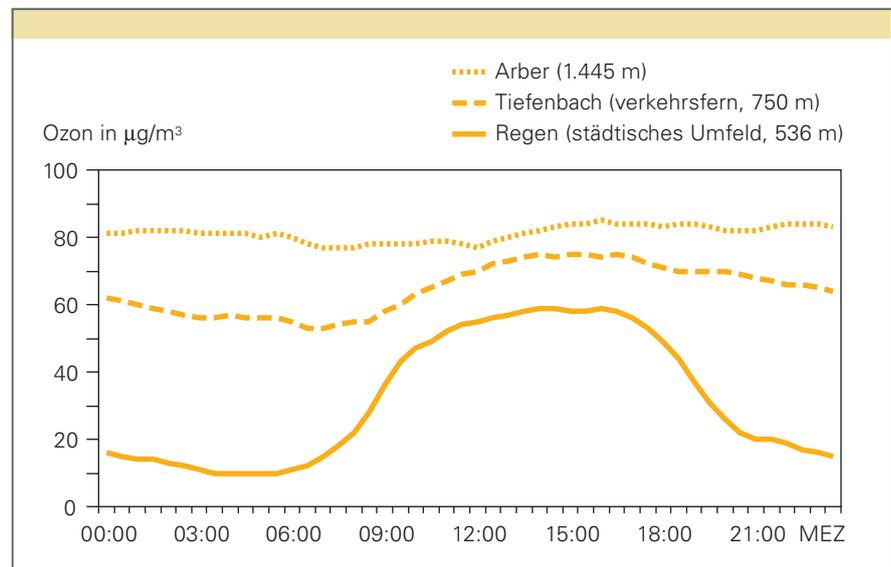
 [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Luft > Forschung und Projekte > Energetische Nutzung nachhaltiger Rohstoffe

## Ozonmessungen am Großen Arber

---

Wie verhält sich die Ozonkonzentration im Tagesverlauf an einem verkehrsfernen, hoch gelegenen Ort im Vergleich zu einem tiefer gelegenen, verkehrsnahen Ort? Dieser Frage ging das LfU von August bis Mitte September 2007 im Bayerischen Wald auf dem Großen Arber nach. Die mit 1.445 Metern höchste bayerische Erhebung außerhalb der Alpen bietet die Möglichkeit für Messungen in der freien Atmosphäre oberhalb der Grundschicht und fernab von lokalen Emissionen und Verkehr. Eine mobile Messstation zeichnete knapp unterhalb des Gipfels 48 Tage lang rund um die Uhr die Ozonkonzentration auf. Für die Berechnung des mittleren Tagesganges wurden jeweils alle Messwerte gleicher Tageszeit gemittelt. Damit werden zufällige und meteorologische Schwankungen weitgehend herausgemittelt und die systematischen Unterschiede der Tagesgänge hervorgehoben.

Die Ozonkonzentration zeigte am Messort fast keinen Tagesgang. Nur am Mittag sinkt sie geringfügig ab, weil bei einsetzender Konvektion ozonärmere Talluft aufsteigt. Grund: Im Tal sinkt in Bodennähe unter der nächtlichen Inversion (Sperrschicht für den Vertikalaustausch) die Ozonkonzentration, da Ozon durch die Stickstoffmonoxid-Emissionen aus dem Verkehr abgebaut wird.



Ozonkonzentrationen am Arber 2007

Im Vergleich dazu zeigten die Tagesgänge an den LÜB-Messstationen Tiefenbach (verkehrsfern, 750 m Höhe) und Regen (im Tal, städtisches Umfeld, 536 m Höhe) Höchstwerte am späten Nachmittag und niedrige Werte am Morgen bei insgesamt niedrigeren Konzentrationen. Die Ergebnisse bestätigen bisherige Untersuchungen.

Ralf Mayer, Karlheinz Munzert

## Feinstaub-Quelle Holz-Kleinfeuerungsanlagen

Prognosen des Umweltbundesamtes lassen befürchten, dass die Feinstaub-Emissionen aus Holz-Kleinfeuerungen, die derzeit schon in etwa so viel ausmachen wie die aus dem Straßenverkehr, in den nächsten Jahren weiter ansteigen. Es ist daher vorgesehen, in der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV) die Anforderungen an Holz-Kleinfeuerungsanlagen deutlich zu verschärfen. Hierüber wurde 2007 heftig diskutiert: Wie ist der Stand der Technik zu definieren? Sind die geplanten Anforderungen zu hoch oder zu niedrig? Wie viele der etwa 2 Millionen bayerischen Holz-Kleinfeuerungsanlagen werden nachzurüsten sein? Sind die Nachrüstkosten den Bürgern zuzumuten?



Heizen mit Holz – nur mit entsprechender Heiztechnik umweltfreundlich

Wie hoch wird die Entlastung bei der Feinstaubbelastung ausfallen? Mit dieser Diskussion um die 1. BImSchV ergeben sich neue Fragen: Wie lange wird sich diese Diskussion hinziehen? Hat man den Mut, anspruchsvolle, der Gesundheit dienende Vorgaben umzusetzen, oder gibt es nur einen Kompromiss, der das Meiste so lässt, wie es ist?

Zum Thema „Holzfeuerung und Feinstaub“ hat das LfU eine Fachtagung abgehalten. Zunächst wurde am Beispiel von drei Forschungsprojekten – an zwei Projekten ist auch das LfU beteiligt – über die Immissionsbelastungen durch Holzfeuerungen diskutiert. Des Weiteren wurden Feinstaubfilter vorgestellt. Ein Vortrag zeigte auf, dass die toxikologische Relevanz von Feinstaub aus Holzfeuerungen mit der Menge unverbrannten Kohlenstoffs oder unverbrannter Kohlenwasserstoffe ansteigt. Beim Thema „Novellierung der 1. BImSchV“ waren sich die Tagungsteilnehmer über die Forderung nach deutlich verschärften Anforderungen an Holz-Kleinfeuerungsanlagen einig. Nach den Ergebnissen eines bayerischen Forschungsprojektes ist sogar bei emissionsarmen Anlagen die Feinstaub-Zusatzbelastung nur bei lockerer Bebauung in ländlichen, ebenen Gebieten vertretbar.

*Dr. Michael Rössert*

- ➔ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Luft > Fachinformationen > Nachwachsende Rohstoffe
- ➔ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Luft > Forschung und Projekte > Energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe
- ➔ BayLfU (2007): Feinstaubbelastung im Umfeld von Holz-Kleinfeuerungen und mögliche Emissionsminderungsmaßnahmen (Fachtagung 13.11.2007)
- ➔ BayLfU (2007): Praxistest zur Erhebung der Emissionssituation von Pelletfeuerungen im Bestand – Endbericht zum Forschungsvorhaben

# Natur



Vielfalt zum Anfassen – das Galionsarten-Projekt	71
Steckbriefe „Unzerschnittene verkehrsarme Räume“	72
Kulturlandschaft um Rothenburg	73
Artenkartierungs-Software „PC-ASK“ – nun nutzerfreundlicher	74
Natura 2000: Berichtspflicht 2007, Management-Planung und Monitoring	74
Best-Practice-Beispiele zur kommunalen Landschaftsplanung	75
Arbeitskreis „Kommunale Landschaftsplanung in Bayern“	76
Landschaftsentwicklungskonzept für die Region München (14)	76

---

Anbau nachwachsender Rohstoffe:  
Auswirkungen auf Natur und Landschaft siehe „Klima“, S. 13

## Vielfalt zum Anfassen – das Galionsarten-Projekt

Beim Artenschutz denken viele Menschen derzeit z. B. an den Eisbären „Knut“ oder die Tropenwälder. Doch der Schutz der biologischen Vielfalt beinhaltet auch zahlreiche spannende, aber unauffällige Arten in Bayern. Um auf diese Arten, die zumeist charakteristisch für ihre jeweiligen stark gefährdeten Lebensräume sind, aufmerksam zu machen, haben die bayerischen botanischen Gärten zusammen mit dem LfU das „Galionsarten“-Projekt gestartet. Mit jährlich über 750.000 fachlich interessierten Besuchern allein in Bayern bieten die botanischen Gärten eine ideale Plattform, um für den botanischen Artenschutz zu werben.



So stellten die Gärten im Rahmen des Projektes der Öffentlichkeit auf Führungen beispielhaft Projekte des regionalen Artenschutzes vor, zeigten während der „Woche der botanischen Gärten“ eine Posterausstellung mit Galionsarten und pflanzten die auf den Postern vorgestellten Arten in ihre Schauanlagen, so dass die Seltenheiten in voller Pracht betrachtet oder gar angefasst werden konnten.

Einige der „Galionsarten“ werden in den Gärten vermehrt, um sie später wieder in der freien Natur auszupflanzen. Beispiele aus 2007 waren das Bodensee-Vergissmeinnicht, das aus einer Erhaltungskultur im Botanischen Garten Regensburg wieder an das schwäbische Bodenseeufer rückverpflanzt werden konnte, und die erfolgreiche Samenvermehrung des Böhmisches Enzians im Botanisch-ökologischen Garten Bayreuth.

Das Galionsarten-Projekt wird 2008 fortgesetzt und die Zahl der in den Freianlagen präsentierten Pflanzen erweitert.

*Dr. Andreas Zehm*



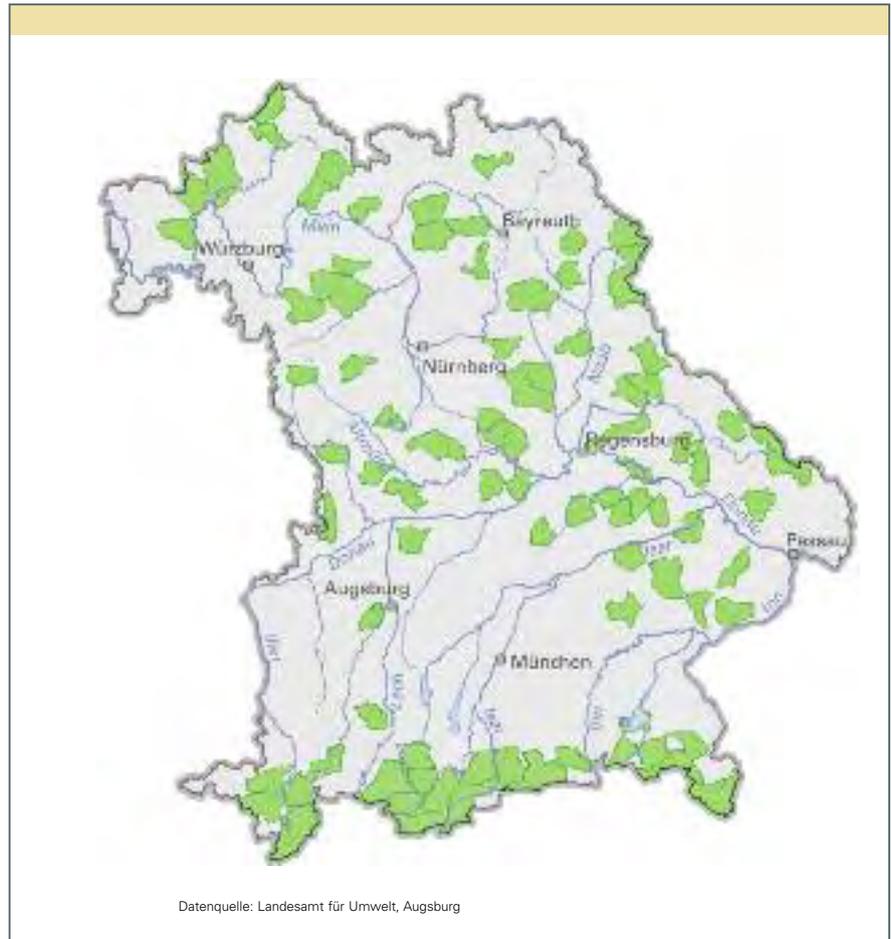
*Bild oben: Seltene Arten – in der „Woche der botanischen Gärten“ waren sie vielerorts live vorgestellt.*

*Bild links: „Galionsart“ Bayerisches Löffelkraut*

➔ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Natur > Fachinformationen > Artenhilfsprogramme > Artenhilfsprogramm Botanik

➔ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Veranstaltungen > Ausstellungen

➔ BayLfU (2007 und 2008): Merkblätter Artenschutz, Nr. 1 (Röhriiger Wasserfenchel) bis Nr. 13 (Pillenfarne)



Übersichtskarte mit den 86 unzerschnittenen verkehrsarmen Räumen in Bayern

## Steckbriefe „Unzerschnittene verkehrsarme Räume“

Große unzerschnittene und störungsarme Landschaftsräume sind für die Erholung des Menschen und als Lebensraum für viele Tiere besonders wertvoll. In Bayern gibt es 86 unzerschnittene verkehrsarme Räume (UZVR) mit mehr als 100 km<sup>2</sup>. Sie liegen vor allem im Alpenraum sowie in den ost- und nordbayerischen Mittelgebirgen. Zusammen nehmen sie etwa 20 % der Fläche Bayerns ein.

Das LfU hat die UZVR analysiert und die charakteristischen Merkmale dieser Räume in 86 „Steckbriefen“ beschrieben: Neben

- Informationen zu Lage, Naturraum, Nutzungsstruktur, Landschaftstyp etc. enthalten sie vor allem
- Aussagen zur Bedeutung des UZVR für die Erholung (Landschaftsbild, Kulturlandschaft, Erholungsinfrastruktur) sowie für den Arten- und Biotopschutz (Schutzgebiete, vorherrschende Biotoptypen, Biotopdichte, besondere Artvorkommen mit großräumigen Arealansprüchen).

Viele Informationen werden durch Übersichts- und Detailkarten sowie Fotos veranschaulicht.

Ziel der Steckbriefe ist es, das Bewusstsein für den Wert der Ressource „unzerschnittener verkehrsarmer Raum“ als unwiederbringliche Landschaftsqualität zu wecken bzw. zu verstärken und diesen Räumen eine Identität zu geben. Mit den Steckbriefen stehen bei künftigen Planungen und Projekten in den UZVR wichtige Informationen zur Verfügung.

*Christine Danner*

→ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Natur > Fachinformationen > Landschaftszerschneidung

## Kulturlandschaft um Rothenburg

Rothenburg o. d. Tauber ist weltweit als touristisches Kleinod bekannt. Hier kann das Bild einer mittelalterlichen Stadt nacherlebt werden. Weniger bekannt ist die umgebende Kulturlandschaft, in der ebenfalls das Leben, Wirtschaften und landschaftliche Gestalten früherer Generationen nachvollzogen werden kann.

Das Kernstück dieser Kulturlandschaft bildet das tief eingeschnittene Taubertal mit seinen Mühlen. An den Talhängen sind historische Weinberge mit Lesesteinriegeln sowie Obstwiesen charakteristisch. Eine Besonderheit ist die sogenannte Rothenburger Landhege: Der historische Grenzwall umgibt seit dem 15. Jahrhundert das rund 400 km<sup>2</sup> große Landgebiet der einstigen freien Reichsstadt. Er besteht aus drei Erdwällen und zwei Gräben und ist etwa 20 m breit, 4 bis 6 m hoch und 62 km lang. Der mittlere Wall trug einen Reitweg, auf dem „Hegereiter“ die Grenze bewachten. Mit der Landhege sollte feindliches Eindringen erschwert sowie der Personen- und Warenverkehr kontrolliert werden. Ein Passieren war an 14 „Riegeln“ (Durchgängen) möglich. Teile des Wallsystems sowie zwei von ehemals neun Wachtürmen sind bis heute erhalten.

Dieses historische Kulturlandschaftselement sowie weitere markante Spuren der ehemaligen Landnutzung wurden im Auftrag des LfU untersucht. Die Ergebnisse wurden in einem Bericht und einem Faltblatt aufbereitet und der Öffentlichkeit in einer Veranstaltung vor Ort vorgestellt. Dies soll dazu beitragen, bei Einheimischen wie Gästen Bewusstsein für die Eigenart der länderübergreifenden Kulturlandschaft um Rothenburg zu wecken und anzuregen, selbst auf Spurensuche zu gehen. Das LfU plant, solche „Impulse“ in weiteren bayerischen Kulturlandschaften zu geben.

→ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Natur > Fachinformationen > Historische Kulturlandschaft > Umsetzungsprojekte

→ BayLfU (2007): Rothenburg o. d. T. und sein Landgebiet

*Gerhard Gabel*



*Taubertal mit Mühlen und Weinberg, unterhalb von Rothenburg o. d. Tauber*

## Artenkartierungs-Software „PC-ASK“ – nun nutzerfreundlicher

---

Nach einer internen Testphase und der Erprobung durch ausgewählte Experten steht das Artenkartierungs-Programm „PC-ASK“ seit Ende 2007 auch für einen breiteren Anwenderkreis zur Verfügung. Es eignet sich sowohl für externe Auftragskartierer als auch ehrenamtlich im Naturschutz Engagierte sowie Privatpersonen, die ihre Fundortdaten für die Artenschutzkartierung (ASK) komfortabel eingeben und verwalten möchten.

Die Artenschutzkartierung dient seit Anfang der 1980er Jahre als bayernweite, vom LfU zentral geführte Datenbank für raumbezogene Artnachweise. In die Datenbank fließen Kenntnisse über Vorkommen und Verbreitung naturschutzfachlich bedeutsamer Arten ein. Die ASK umfasst vorwiegend faunistische Daten und stellt damit – neben der floristischen Kartierung Bayerns – die zentrale Informationsquelle über die Biodiversität in Bayern dar.

Bisher wurden Funddaten überwiegend in analoger Form über die „Gelben Bögen“ gemeldet und dann am LfU in die zentrale Datenbank eingepflegt. Das neue PC-Programm erleichtert diesen Meldeprozess nun wesentlich. Über ein Kartenfenster, Eingabemasken sowie zahlreiche individuelle Programmeinstellungen können Datenmelder nun ihre Daten direkt eingeben und darüber hinaus eigene Daten selbst auswerten. Interne Prüfroutinen dienen der Minimierung von Eingabefehlern. Das Programm erlaubt auch einen Datenaustausch, der derzeit allerdings noch auf das programmeigene Format beschränkt ist. Meldungen über die „Gelben Bögen“ sind natürlich weiterhin möglich. Sie empfehlen sich vor allem bei geringen bzw. sporadisch anfallenden Datenmengen.

 [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Natur > Fachinformation > Artenschutzkartierung

*Dr. Herbert Preiß*



## Natura 2000: Berichtspflicht 2007, Management-Planung und Monitoring

---

Die Fauna-Flora-Habitat-(FFH-)Richtlinie verpflichtet die EU-Mitgliedsstaaten dazu, der EU-Kommission alle sechs Jahre einen Bericht über den Erhaltungszustand der in den Anhängen der Richtlinie genannten Lebensraumtypen und Arten (Schutzgüter) vorzulegen. Der zweite Berichtszeitraum umfasste die Jahre 2001 bis 2006. Grundlage für den Bericht Deutschlands waren die von den einzelnen Bundesländern für ihr Gebiet vorgenommenen Bewertungen der Erhaltungszustände. In Bayern hat das LfU diese Aufgabe koordiniert. Um die Bewertung bundesweit abzustimmen, fanden 2007 Bewertungskonferenzen unter Federführung des Bundesumweltministeriums (BMU) und fachlicher Begleitung durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) statt. Die Ergebnisse wurden vom BMU Ende 2007 der EU-Kommission übermittelt und ins Internet eingestellt ([www.bmu.de/naturschutz](http://www.bmu.de/naturschutz): Natura 2000).

Für die Erstellung der Managementpläne in den FFH-Gebieten hat das LfU eine Muster-Leistungsbeschreibung und Anleitungen für die Kartierung der Schutzgüter erarbeitet. Da bei der Managementplanung für die Offenlandbereiche die Naturschutz- und für die Waldbereiche die Forstverwaltung zuständig ist, fanden Abstimmungsgespräche zur Organisation des gegenseitigen Datenaustausches statt.

Seit 2007 prüft das LfU die von den höheren Naturschutzbehörden im Entwurf vorgelegten Managementpläne. Für das Monitoring des Erhaltungszustandes der Schutzgüter wurde vom BfN in Zusammenarbeit mit den Länderfachbehörden ein Stichprobenkonzept entwickelt, das möglichst ab 2008 umgesetzt werden soll.

→ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Natur > Fachinformationen > Natura 2000

*Dr. Rainer Fetz, Karin Hieke, Helmut Luding*

## Best-Practice-Beispiele zur kommunalen Landschaftsplanung

Der kommunale Landschaftsplan ist als Bestandteil des Flächennutzungsplanes für Städte und Gemeinden nicht nur Informationsquelle im Alltagsgeschäft oder Grundlage für Entscheidungen, sondern auch ein wichtiges Instrument zur Bewältigung kommunaler Zukunftsaufgaben.

Dennoch wird der Entschluss zur Aufstellung bzw. Aktualisierung des Landschaftsplans mitunter von kritischen Stimmen begleitet. Ist jedoch die Entscheidung für die Aufstellung eines Landschaftsplanes gefallen, erkennen auch „Bedenkenträger“ bald, dass ein Landschaftsplan weder gravierende Einschränkungen für die Landwirtschaft noch nachteilige Auswirkungen auf die Ansiedlung von Industrie und Gewerbe bzw. die Ausweisung von Wohnbauland mit sich bringt. Vielmehr erweist sich der Landschaftsplan für die Gemeinde als wichtiges Planungsinstrument zur Koordinierung und Steuerung einer nachhaltigen Gemeindeentwicklung.

Eine vom LfU herausgegebene und an alle Kommunen verteilte CD-ROM zeigt anhand von zehn Praxisbeispielen aus Bayern, welchen konkreten Nutzen die jeweiligen Gemeinden aus der Aufstellung ihres Landschaftsplans gezogen haben. Geschildert werden auch die Analyse der planerischen Aufgabe und deren Lösung. Bürgermeister, Gemeinderäte und Bürger kommen mit ihren persönlichen Erfahrungen und ihrer eigenen Beurteilung zu Wort. Die Praxisbeispiele sind auch im Internet vorgestellt.

*Christine Danner*



→ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Natur > Fachinformationen > Landschaftsplanung > Internetplattform > Projekte > Weitere Projekte

## Arbeitskreis „Kommunale Landschaftsplanung in Bayern“

---

Auf Initiative des LfU wurde im November 2005 ein Arbeitskreis zur kommunalen Landschaftsplanung in Bayern ins Leben gerufen. Mitwirkende des Arbeitskreises sind Vertreter des Umweltministeriums, der höheren und unteren Naturschutzbehörden, der Hochschulen, Landschaftsplaner sowie Berufsverbände.

Wesentliche Ziele und Aufgaben des Arbeitskreises sind die Qualifizierung und Weiterentwicklung der kommunalen Landschaftsplanung in Bayern. Aufgrund verschiedener Gesetzesänderungen besteht hierzu ein aktueller Handlungsbedarf, um die kommunale Landschaftsplanung inhaltlich und konzeptionell an die neuen und gestiegenen Anforderungen anzupassen.

In einem ersten Schritt formulierte der Arbeitskreis Grundsätze sowie fachliche und berufsständische Handlungsfelder zur kommunalen Landschaftsplanung. Unmittelbaren Handlungsbedarf sieht der Arbeitskreis in der Erstellung eines praxisorientierten Leitfadens zur kommunalen Landschaftsplanung. Dieser Leitfaden soll die Aufgaben und Inhalte der Landschaftsplanung darlegen und zu einer Qualitätssicherung und vergleichbaren Planungsstandards beitragen. Der Leitfaden soll in erster Linie Kommunen, Landschaftsplaner sowie den behördlichen Naturschutz unterstützen.

Der Leitfaden liegt mittlerweile im Entwurf vor und soll Ende 2008 veröffentlicht werden

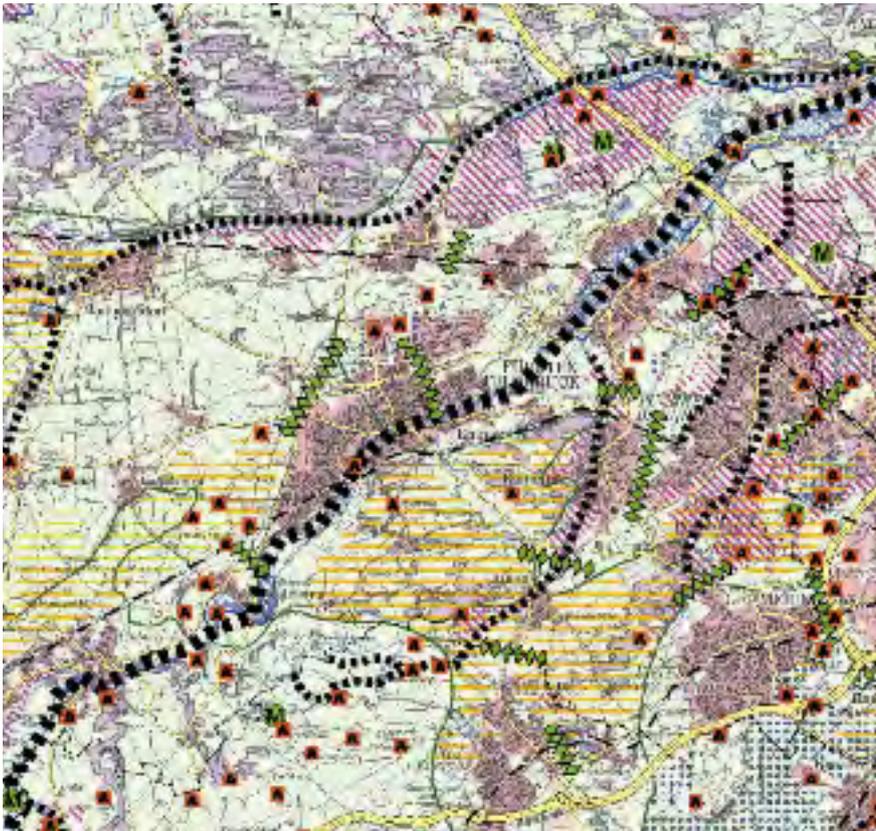
*Christine Danner*

 [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Natur >  
Fachinf. > Landschaftsplanung  
> Internetplattform

## Landschaftsentwicklungskonzept für die Region München (14)

---

Ende 2007 wurde das von der Regierung von Oberbayern 2002 in Auftrag gegebene Landschaftsentwicklungskonzept (LEK) für die Region München (14) fertig gestellt. Um einen bayernweit einheitlichen Planungsstandard bei den LEK zu gewährleisten, hat das LfU die Erarbeitung des LEK 14 fachlich begleitet. Bisher gibt es für die Regionen Ingolstadt (10), Landshut (13), Main-Rhön (3), Oberfranken-Ost (5) und Oberfranken-West (4) LEK. Das ursprüngliche Ziel, für alle 18 bayerischen Planungsregionen ein LEK auszuarbeiten, wurde zwischenzeitlich gestoppt. Das LEK der Region München stellt somit das letzte LEK dar.



Ausschnitt aus der Leitbildkarte des LEK 14. Die Schraffuren und Symbolen kennzeichnen z. B. Schwerpunktgebiete der Auenentwicklung (blaue Kreuzschraffur), Grünzäsuren zwischen Siedlungen (grüne Rauten) oder Bereiche, in denen Biotopverbundsysteme weiterentwickelt werden sollen (schwarze Rechtecke).

Das LEK München ist einerseits Arbeits- und Entscheidungsgrundlage in allen Naturschutzfragen auf regionaler Ebene einschließlich der landschaftlichen Entwicklung der Region München. Andererseits bildet es eine umfassende Grundlage für die Erarbeitung des Fachbeitrages des Naturschutzes und der Landschaftspflege zur Fortschreibung des Regionalplanes. Das LEK verschafft einen raschen und umfassenden Überblick über die ökologischen Rahmenbedingungen in der Region München. Die natürlichen Lebensgrundlagen Boden, Wasser, Luft und Klima, Arten und Lebensräume, das Landschaftsbild und -erleben sowie die historische Kulturlandschaft werden im LEK gleichrangig behandelt.

Als innerfachlich abgestimmtes Fachkonzept ist das LEK nicht rechtsverbindlich, die Planungshoheit der Kommunen bleibt unberührt.

Zum LEK der Region München sollen eine Kurzfassung und eine interaktive CD-ROM veröffentlicht werden.

*Christine Danner*

 [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Natur > Fachinf. > Landschaftsplanung > Landschaftsentwicklungskonzept

# Strahlung



Blendwirkungen an Fotovoltaikanlagen	79
Monitoring elektromagnetischer Felder in Bayern: Ergebnisse der zweiten Messreihe	79
Miet-Radionuklid-Labore	80
Natürlich vorkommende radioaktive Stoffe an Arbeitsplätzen und in Wohnräumen	81
Messausrüstung für den mobilen Einsatz	82
Alle bayerischen Brennelement-Zwischenlager in Betrieb	82

## Blendwirkungen an Fotovoltaikanlagen

Sonnenlicht wird durch Solarmodule nicht nur absorbiert, sondern von der glatten Oberfläche zu einem Teil auch reflektiert. Aufgrund der großen Leuchtdichte (Helligkeit) der Moduloberfläche führt dies bei bestimmten Betrachtungswinkeln und in Abhängigkeit des Sonnenstandes zu Blendwirkungen. Dadurch kann es zu mehr oder weniger großen Belästigungen in benachbarter Wohnbebauung kommen.

Relevante Reflexionen treten bei fest montierten Modulen nur in den Morgen- und Abendstunden auf und zwar südwestlich bzw. südöstlich der Module. Die Leuchtdichten können bis  $108 \text{ cd/m}^2$  erreichen (zum Vergleich: Leuchtdichte einer matten 60-Watt-Glühbirne: rund  $105 \text{ cd/m}^2$ ). In über 100 m Entfernung beschränken sich störende Blendwirkungen auf wenige Minuten an einzelnen Tagen, in geringerer Entfernung können sie auch mehr als 15 Minuten dauern.

Mit einem vom LfU entwickelten Berechnungsverfahren können bereits während der Planung einer Fotovoltaikanlage aus den Lage- und Höhenangaben die kritischen Blendungssituationen bestimmt und daraus Minderungs-Maßnahmen abgeleitet werden. So verringert sich z. B die Leuchtdichte der Lichtreflexionen, wenn Module mit matter Oberflächen verwendet werden. Im Nahbereich lassen sich störende Lichtreflexionen durch Wälle oder blickdichten Bewuchs ganz vermeiden.

*Rüdiger Borgmann*

## Monitoring elektromagnetischer Felder in Bayern: Ergebnisse der zweiten Messreihe

Neben dem Mobilfunk verwenden z. B. auch Funk und Fernsehen hochfrequente (über 100 kHz) elektromagnetische Felder (EMF), bei Anlagen der Stromversorgung (Leitungen und Umspannwerke) entstehen niederfrequente Felder. Das LfU hat 2002 in Bayern ein EMF-Monitoring begonnen, um die Anteile der einzelnen EMF an der Gesamtimmission und ihre Langzeitentwicklung zu ermitteln. Nach der ersten Messreihe 2002/2003 fand 2006/2007 die zweite Messreihe statt.

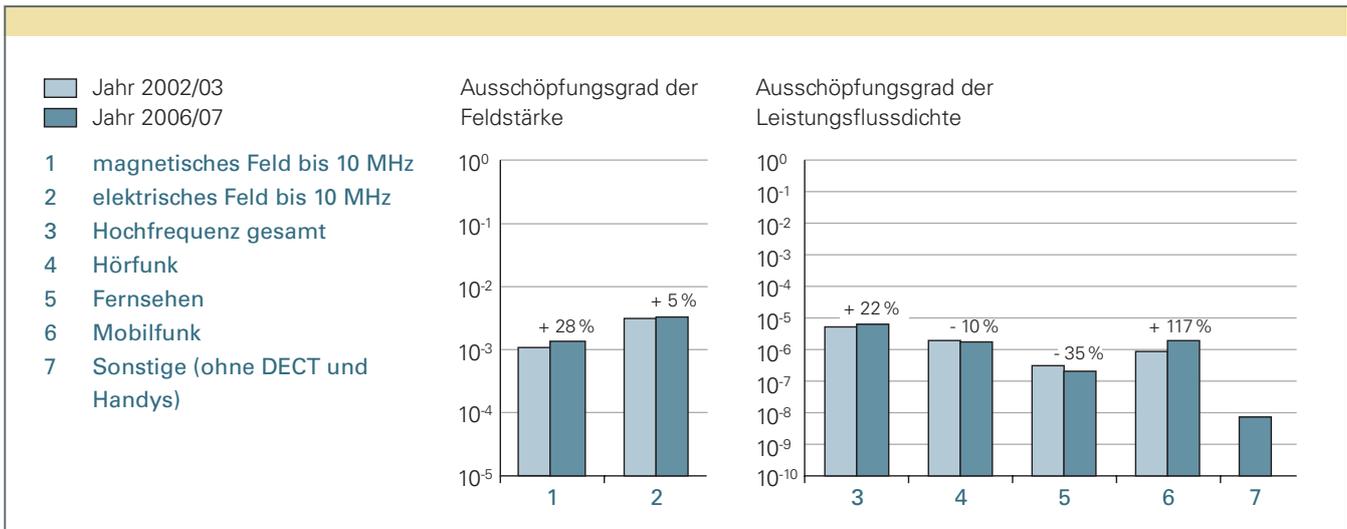
Bei den Immissionen im Frequenzbereich bis 10 MHz hat sich die verwendete Beurteilungsgröße (Ausschöpfungsgrad) für die elektrischen Felder im Rahmen der Messunsicherheit nicht verändert, hingegen für die magnetische Feldstärke um 28 % im Mittel (Median) erhöht. Die Zunahme ist hauptsächlich auf den gestiegenen Stromverbrauch zurückzuführen.



*Abendliche Sonnenreflexion an einer Fotovoltaik-Anlage*



*Eine von vielen Quellen für elektromagnetische Felder: Stromleitungen*



Vergleich der mittleren Ausschöpfungsgrade zwischen den Monitoring-Durchläufen 2002/2003 (hellgraue Balken) und 2006/2007 (dunkelgraue Balken). Angegeben ist jeweils der Median.

Der Hochfrequenzbereich weist insgesamt eine Erhöhung um 22 % auf, wobei sich die Teilbereiche sehr unterschiedlich verändert haben:

- Hörfunk: Rückgang um 10 % obwohl UKW eine Zunahme aufweist. Die Abnahme der Kurzwellen-Immissionen dominiert den Gesamtwert.
- Fernsehen: Rückgang um 35 %. In diesen Wert fließen sowohl die reduzierten Sendeleistungen des Digitalfernsehens als auch Abschaltungen großer Mengen analoger Füllsender in schwer erreichbaren Empfangsgebieten ein.
- Mobilfunk: Zunahme um 117 %. Ursache sind der Ausbau der Mobilfunknetze insbesondere im ländlichen Raum, die Inbetriebnahme von UMTS und die Zunahme an Gesprächsminuten, durch die auch Gesprächskanäle häufiger in Betrieb sind.

Für die Beurteilung wurde der Median des Ausschöpfungsgrads für die Leistungsflussdichte herangezogen.

➔ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Strahlung  
> Daten > Elektromagnetische  
Felder

➔ Endbericht erscheint 2008

Dr. Thomas Kurz

## Miet-Radionuklid-Labore

Am industriellen Anwenderzentrum der Technischen Universität München (TUM) auf dem Forschungsgelände in Garching wurden fünf Einheiten errichtet, die für die Einrichtung von Radionuklidlaboratorien bauseitig strahlenschutzkonform ausgestattet sind. Mieter aus Gewerbe oder Hochschule können dort Vorhaben, die den Einsatz auch größerer Mengen an offenen radioaktiven Stoffen erfordern, ohne weitere eigene Baumaßnahmen durchführen. Im Jahr 2006 hat das LfU der TU München die strahlenschutzrechtliche Genehmigung für die Einrichtung von Radionuklidlaboratorien in diesen fünf Einheiten erteilt.

2007 erhielt nun ein isotopentechnisches Unternehmen als erster Mieter eine Genehmigung zur Produktion von radioaktiven Substanzen, die in der Nuklearmedizin, überwiegend zur Tumorbehandlung, verwendet werden. Vorausgegangen waren Forschungsarbeiten und Pilotprojekte am Lehrstuhl für Radiochemie der TUM im Rahmen eines längerfristigen Kooperationsvertrags mit dem Unternehmen.

Als erstes Ergebnis der Zusammenarbeit werden nun sogenannte Generatoren für Yttrium 90 (Behandlung von Lymphomen und Leukämien) in industriellem Maßstab hergestellt. An weiteren Projekten zur Herstellung von Nukliden wird gearbeitet, z. B. Lutetium 177 und Holmium 166 (Endo-Radiotherapie) oder Rhenium 188 (Angiotherapie). Ein weiteres Geschäftsfeld sind radiochemische und biotechnologische Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Verbesserung und Neuentwicklung von Radiopharmaka zur Krebstherapie.

*Reinhard Pfeiffer*

## Natürlich vorkommende radioaktive Stoffe an Arbeitsplätzen und in Wohnräumen

Seit 2001 ist in Teil 3 der Strahlenschutzverordnung der Schutz von Mensch und Umwelt vor natürlichen Strahlenquellen **bei Arbeiten** geregelt. Dies betrifft vor allem

- die Radon-Exposition bei Arbeiten, z. B. in Wasserversorgungsunternehmen, in Höhlen und Besucherbergwerken,
- die Arbeiten mit Materialien aus uran- oder thoriumhaltigen Legierungen, z. B. thorierte Schweißelektroden,
- den Umgang mit natürlich radioaktiven überwachungsbedürftigen Rückständen bei der Entsorgung.

Gesetzliche Grundlagen zum Schutz des Menschen vor natürlichen Strahlenquellen **im häuslichen Umfeld** gibt es dagegen bislang nicht. Dort können in erster Linie Radon, aber auch natürlich radioaktive Baumaterialien von Bedeutung sein. Betroffen sind in erster Linie Altbauten.

- Radon kann in Gegenden mit hohem Radonpotenzial durch unbefestigte oder schadhafte Kellerböden in die Häuser gelangen und durch Druckunterschiede (Kamineffekt) im Haus verteilt werden.
- Materialien mit erhöhter natürlicher Radioaktivität wurden teilweise beim Bau oder als Füllmaterial verwendet. Beispiel hierfür sind Schlacken, die bis etwa 1960 als Fehlbodenschüttungen eingesetzt wurden. Diese Schlacken stammen z. B. aus der Kohleverbrennung/Kokerei und können aufgrund der eventuell erhöhten Ortsdosisleistung (Gammastrahlung) im Wohnbereich zu einer relevanten Strahlenexposition beitragen. Das LfU führt laufend Untersuchungen an Fehlbodenschüttungen und zu Radonbelastungen durch.

*Elisabeth Albrecht*



*Schlacke aus der Kohleverbrennung*

➔ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Strahlung  
> Fachinf. > Natürliche Radioaktivität



Kontamat mit Szintillations- und Dosisleistungssonde

 [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Strahlung  
> Daten > Messung

## Messausrüstung für den mobilen Einsatz

Die Strahlenschutzlabore des LfU verfügen über mobile Messeinrichtungen, um bereits vor Ort sowohl im Routinebetrieb als auch bei besonderen Vorkommnissen, wie die Auffindung radioaktiver Stoffe, Aussagen über radioaktive Belastungen treffen zu können.

Das LfU ist in Bayern an der Bewältigung nuklearspezifischer Gefahren, z. B. im Falle terroristischer Anschläge (Dirty Bomb), direkt beteiligt. Besonders hierfür halten wir die Messausrüstung soweit wie möglich auf dem neuesten Stand von Wissenschaft und Technik. So wurden 2007 eine Reihe neuer Geräte angeschafft:

- Ein Reinstgermanium-Detektor mit elektrischer Kühlung. Bei diesem Gerät ist im Gegensatz zum herkömmlichen System keine aufwendige Kühlung mit tiefkaltem flüssigem Stickstoff notwendig.
- Ein Kontaminations-Messgerät mit Szintillationssonde, das gleichzeitig die Messung der Dosisleistung ermöglicht. Die herkömmlichen Geräte sind xenongefüllt oder butangespült und weniger robust als dieses Gerät.
- Ein Gamma-Messgerät mit neuentwickeltem Lanthanbromid-Detektor, das keine aufwändige Kühlung benötigt und erheblich leichter und somit besser handhabbar ist als die herkömmlichen Systeme.

*Dr. Herbert Hellmann*

## Alle bayerischen Brennelement-Zwischenlager in Betrieb



Einlagerung eines CASTOR-Behälters

Als letztes der drei bayerischen Brennelement-Zwischenlager wurde 2007, nach etwas mehr als zweieinhalb Jahren Bauzeit, das Standort-Zwischenlager der Kernkraftwerke Isar 1 und 2 (KKI) fertig gestellt – die Lager bei den Kraftwerken in Grafenrheinfeld (KKG) und Gundremmingen (KGG) sind seit 2006 in Betrieb.

Mit dem Betriebsbeginn der Zwischenlager hat das Bayerische Umweltministerium das LfU mit Einzelmaßnahmen der atomrechtlichen Aufsicht beauftragt. Das Fachgebiet Strahlenschutz, wie z. B. die Überwachung der Strahlenschutzmaßnahmen des Betreibers und das Durchführen eigener Messungen, wird dabei von uns selbst bearbeitet. Zur Kontrolle der für die Beladung der Behälter erforderlichen Dokumentationen bzw. für die Prüfung der Arbeitsschritte aus technischer Sicht haben wir einen Sachverständigen beauftragt. Unsere Mess- und Überwachungstätigkeiten finden vorwiegend statt, wenn die CASTOR-Behälter im Kraftwerk mit abgebrannten Brennelementen beladen werden und während des Einlagerungsvorganges in die Standort-Zwischenlager.



*Standort-Zwischenlager  
Gundremmingen*

Während der vom Bundesamt für Strahlenschutz genehmigten maximalen Lagerdauer von 40 Jahren werden die Behälter über ein automatisches Dichtheitsüberwachungssystem kontinuierlich überwacht.

Bis Ende 2007 sind an den drei Kernkraftwerk-Standorten 26 CASTOR-Behälter (KGG: 13, KKI: 6, KKG: 7) eingelagert worden, 2008 sind an allen drei Standorten weitere Einlagerungen vorgesehen.

*Norbert Thiem, Jens-Uwe Gölling*

# Wasser



Seesedimente – Gedächtnis der Seen und Schlüssel zur leitbildorientierten ökologischen Bewertung	85
Nährstoffeinträge in bayerische Oberflächengewässer	86
Nach 2-D-Computersimulation am Lech: Geschiebedurchgängigkeit nach Bayern wiederhergestellt	87
Bayernweit Hochwasserrisiken bewerten	88
Optimierung des Hochwasserrückhalts an der Donau	88
Vorbeugender Hochwasserschutz an der Mittleren Isar	89
Neubau staatlicher Hochwasserrückhaltebecken	90
Wasserstand und Abfluss – eine „schwierige Beziehung“	91
Staatliche Wasserspeicher: Sicherheitsbericht 2007	92
Informationssystem Deiche und Anlagen	92
Arzneimittel – Belastungssituation in Fließgewässern	93
Arzneimittel und Hormone – Rückhalt in naturnahen Kläranlagen	94
Sind Schadstoffe im gereinigten Abwasser? – Nachweis durch Bioakkumulation	95
Abwasserentsorgung im Karst – Einsatz und Optimierung kleiner Kläranlagen	96
Benchmarking „Abwasseranlagen“	96
Was kostet eine Kleinkläranlage? – Ergebnisse einer Herstellerbefragung	97
Abwasseranlagen – Daten, Berichte, Neuordnung der Überwachung	98
Bioethanol-Tankstellen sind keine Benzin-Tankstellen	99

---

Energieeffizienz und CO <sub>2</sub> -Einsparung Abwasserbehandlung	s. „Klima“, S. 12
Boden und Wasserqualität: Langzeit-Untersuchungen	siehe „Klima“, S. 16
PFT in Gewässern	siehe „Perfluorierte Tenside“, S. 19
Themen mit Schwerpunkt auf „Analytik“	siehe „Analytik/Stoffe“, ab S. 42

## Seesedimente – Gedächtnis der Seen und Schlüssel zur leitbildorientierten ökologischen Bewertung

Die Wasserrahmenrichtlinie der EU sieht eine leitbildbezogene ökologische Bewertung von Fließgewässern und Seen vor. Diese soll in fünf Zustandsklassen erfolgen und als wichtigste Kriterien die Organismenzusammensetzung und -häufigkeit der vier biologischen Qualitätskomponenten Phytoplankton (im Freiwasser schwebende Algen), Makrophyten und Phytobenthos (substratgebundene Wasserpflanzen und Algen), Makrozoobenthos (substratgebundene wirbellose Tiere) und Fische beinhalten.



Bild oben: Sedimentkerne aus dem Niedersonthofener See

Bild links: Sedimentkernentnahme aus dem Pilsensee

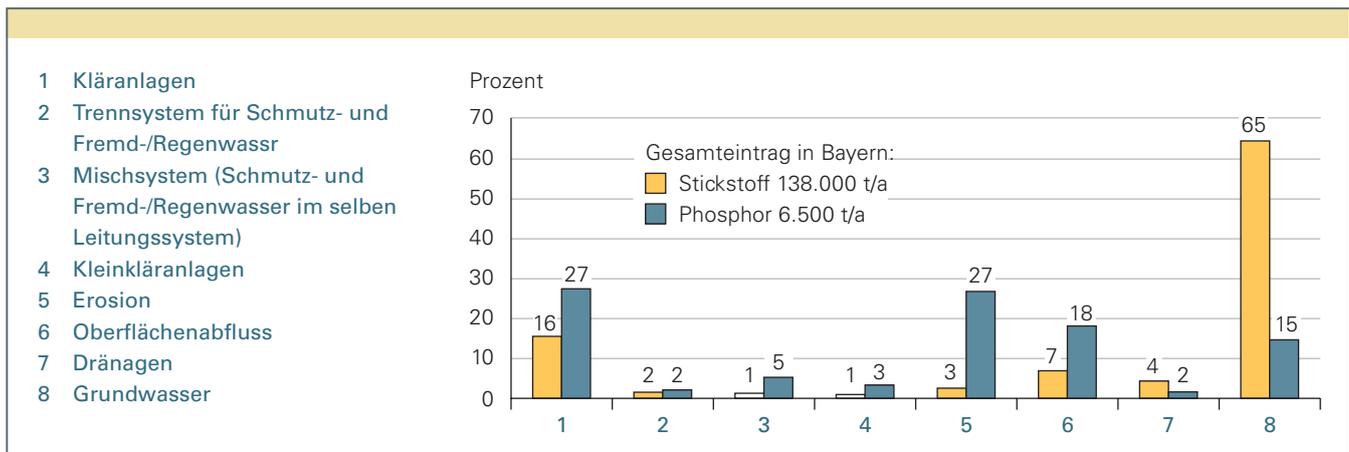
Für die Ermittlung des heutigen ökologischen Zustands wird als Leitbild der so genannte Referenzzustand (weitgehend naturnaher Zustand ohne anthropogenen Einfluss) herangezogen. Während für Alpenseen die Datenlage über Referenzbedingungen gut ist, liegen bei den Voralpenseen wenig abgesicherte Erkenntnisse über den Referenzzustand vor. Daher muss dieser mit naturwissenschaftlichen Methoden abgeleitet werden. Eine solche Methode ist die Diatomeenstratigrafie (Ablagerungsabfolge von Kieselalgen in Sedimenten).

Hierbei werden mit Kernbohrungen dem See Sedimente entnommen und die Artenzusammensetzung und die Häufigkeit der Kieselalgenschalen in den unterschiedlichen Sedimenthorizonten bestimmt. Die zeitliche Zuordnung der Schichten wird über eine Datierung mit Hilfe der Messung von Radioisotopen (z. B.  $^{137}\text{Cs}$ ) im Zusammenhang mit der Sedimentationsrate des Sees ermittelt.

Das LfU bearbeitet derzeit vier Seesedimentkerne aus dem Pelhamer See, Pilsensee, Alpsee bei Immenstadt und Niedersonthofener See.

Dr. Jochen Schaumburg, Rolf Klee, Markus Fein

→ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Wasser  
> Forschung und Projekte  
> Gewässerqualität



Nährstoffeinträge in bayerische Oberflächengewässer – Anteile der Eintragspfade (Berechnungen mit MONERIS, Stand: 2005/2006)

## Nährstoffeinträge in bayerische Oberflächengewässer

### Wasserrahmenrichtlinie

Seit Inkrafttreten der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) im Jahr 2000 ist der „gute Zustand“ der zentrale Begriff zur Beurteilung der Gewässerqualität der Oberflächengewässer (Fließgewässer, Seen, Küstengewässer) und des Grundwassers.

Der „gute Zustand“ berücksichtigt das gesamte Spektrum der Gewässerqualität. Bei Fließgewässern und Seen sind dies sowohl biologische als auch chemische Qualitätskomponenten, beim Grundwasser werden chemische Komponenten und der mengenmäßige Zustand betrachtet.

Ein Gewässer ist dann in einem „guten Zustand“, wenn es nur sehr wenig vom „sehr guten Zustand“ eines natürlichen, vom Menschen unbeeinflussten Gewässers abweicht.

Für den von der Wasserrahmenrichtlinie der EU geforderten „guten Zustand“ unserer Gewässer ist die Belastung mit den Nährstoffen Stickstoff und Phosphor ein wichtiges Beurteilungskriterium.

Die beiden Nährstoffe gelangen auf mehreren Eintragspfaden punktuell oder diffus in die Gewässer und unterliegen dabei umfangreichen physikalischen, chemischen und biologischen Umsetzungs-, Retentions- und Verlustprozessen. Stickstoff und Phosphor verhalten sich dabei sehr unterschiedlich. Um Nährstoffeinträge verringern zu können, muss man die Quellen, Mengen und Eintragswege der Nährstoffe in die Gewässer kennen. Hierzu kommen seit einigen Jahren vermehrt Modellsysteme zum Einsatz, mit denen unter Berücksichtigung der wesentlichen Retentionsprozesse die mittleren jährlichen Stickstoff- und Phosphoreinträge eintragspfadbezogen berechnet werden können.

Für die oberirdischen Gewässer in Bayern hat das LfU mit dem Modellsystem MONERIS (Modelling Nutrient Emissions in River Systems) flussgebietsbezogen die diffusen und punktuellen Nährstoffeinträge bestimmt:

- Beim Stickstoff stellt der diffuse Eintrag, der mit dem Grundwasser den oberirdischen Gewässern zuströmt, den mit Abstand größten Anteil dar. Er beträgt 65 % und ist vor allem auf die landwirtschaftliche Düngung zurückzuführen.
- Beim Phosphor haben die Kläranlagen (kommunal und industriell) sowie die Erosion mit jeweils 27 % den größten Anteil an den Einträgen. Ihnen folgt mit 18 % der im Oberflächenabfluss gelöste Phosphor von landwirtschaftlichen Flächen und Vegetationsflächen ohne Wald.

Ulrich Kaul, Siegfried Forstner

## Nach 2-D-Computersimulation am Lech: Geschiebedurchgängigkeit nach Bayern wiederhergestellt

Der Lech ist in Tirol – kurz vor der Grenze zu Bayern – ein alpiner, naturbelassener Fluss, dessen Geschiebehaushalt sich noch im Gleichgewicht befindet. Allerdings wird seit Jahrzehnten direkt vor der Landesgrenze gewerblich Kies entnommen. Zusätzlich zu diesem Geschiebeverlust wurde im Winter 2000/01 nahe der Landesgrenze ein Stützgurt errichtet, der die Geschiebezufuhr nach Bayern fast vollständig unterbindet.

Dieser Geschieberückhalt gefährdet auf bayerischer Seite sowohl ein FFH-Gebiet als auch die Sohlstabilität und damit den Hochwasserschutz in Füssen. Bereits 2003 hat das LfU in Abstimmung mit dem Wasserwirtschaftsamt Kempten die Tiroler Behörden darauf hingewiesen. Der durch Sohlerosion verursachte teilweise Einsturz des Schwarzenbachwehres in Füssen beim Augusthochwasser 2005 gab schließlich auf österreichischer Seite den Anstoß zur Umplanung des Stützgurtes. Über ein vom Entnahmbereich abgetrenntes Umgehungsgerinne und einen Durchlass im Stützgurt wird Geschiebe in die bayerische Lechstrecke geleitet. Durch die wiederhergestellte Geschiebedurchgängigkeit – die bayerische Seite benötigt jährlich 25.000 m<sup>3</sup> Kies (etwa 25 bis 33 % der Fracht auf österreichischer Seite) – kann sich auf bayerischer Seite nun wieder eine Wildflusslandschaft entwickeln.

Das LfU hat die österreichische Planung der Umgestaltung mit einer zweidimensionalen Geschiebetransportsimulation unterstützt und maßgeblich zu einer raschen Entscheidung im österreichischen Wasserrechtsverfahren beigetragen. Nur zwei Monate nach dem Bescheid (Anfang 2008) war der Durchlass gebaut und die Geschiebedurchgängigkeit wiederhergestellt, sodass die Umsetzung des bayerischen Gewässerentwicklungskonzeptes wieder möglich und das bereits sanierte Schwarzenbachwehr in seinem Bestand gesichert ist.

Frank Michel, Bernhard Schaipp



Vom Augusthochwasser 2005 teilweise zerstörtes Schwarzenbachwehr bei Füssen

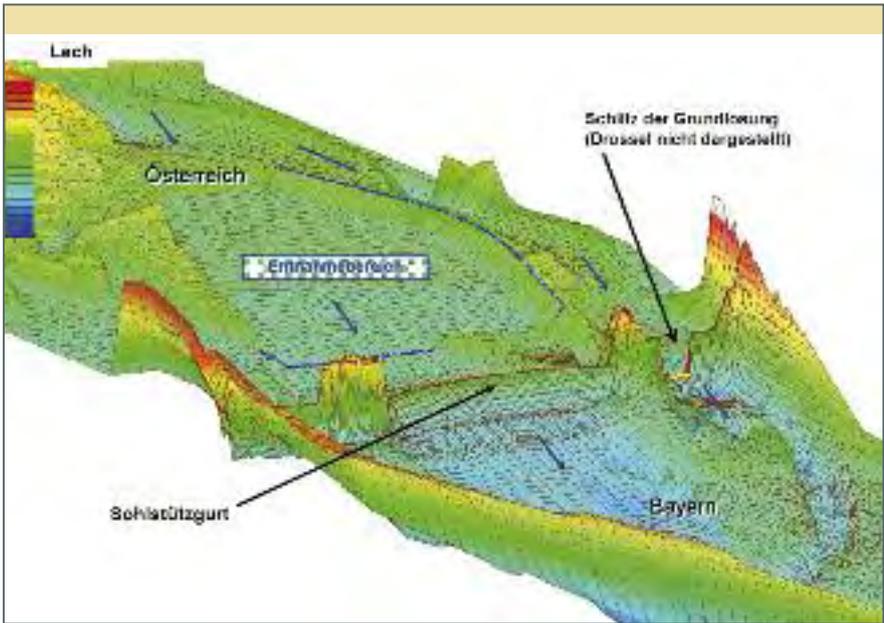


Bild oben: Blick vom linken Ufer nach unterstrom: geschlitzter Stützgurt mit Querbalken zum Durchlass umgebaut. Funktion: gedrosselter Geschiebetransport bei Hochwasser

Grafik: Dreidimensionale Ansicht des Geschiebetransportmodells mit umgestaltetem Entnahmbereich und Umgehungsgerinne

## Bayernweit Hochwasserrisiken bewerten

---

Ende 2007 ist die Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie der EU in Kraft getreten. Sie fordert die EU-Staaten auf, die negativen Folgen von Hochwasser auf die menschliche Gesundheit und das Leben, die Umwelt, das Kulturerbe, wirtschaftliche Tätigkeiten und die Infrastruktur zu bewerten und zukünftig zu verringern. Die Richtlinie gibt hierfür drei Schritte vor:

**Bis Ende 2011:** In jedem Einzugsgebiet werden anhand vorliegender Daten vorläufig die Gebiete festgelegt, in denen möglicherweise ein signifikantes Hochwasserrisiko besteht.

**Bis Ende 2013:** Für die festgelegten Risikogebiete werden Hochwassergefahrenkarten erstellt, mit deren Hilfe die Hochwasserrisiken genauer bestimmt werden können.

**Bis Ende 2015:** Auf der Basis dieser Vorarbeiten werden Pläne für das Management der Hochwasserrisiken erarbeitet.

Anders als bisher in Deutschland üblich, macht die Richtlinie nicht beim 100-jährlichen Hochwasserereignis halt, sondern betrachtet auch extremere Ereignisse, um das Restrisiko und etwaige Auswirkungen des Klimawandels zu erfassen. Liegt ein Einzugsgebiet in mehreren Ländern, müssen diese ihre Ergebnisse untereinander abstimmen. Außerdem sollen die Ergebnisse auch mit den Vorgaben anderer EU-Richtlinien wie der Wasserrahmenrichtlinie koordiniert werden.

Derzeit arbeitet das LfU daran, wie die Hochwasserrisiken vorläufig bewertet werden können. Dazu werden als potenziell hochwassergefährdete Gebiete die „wassersensiblen Bereiche“ herangezogen. Das sind Gebiete, die aus den Konzeptbodenkarten anhand der Auen und Niedermoore abgegrenzt wurden. Sie kennzeichnen den natürlichen Einflussbereich des Wassers, in dem es zu Überschwemmungen kommen kann. Zur Ermittlung des Hochwasserrisikos werden diese Gebiete mit den Nutzungsdaten aus dem „Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem“ (ATKIS) verschnitten.

*Gabriele Merz*

## Optimierung des Hochwasserrückhalts an der Donau

---

Hochwasserrückhalt an der Donau: Welche Möglichkeiten gibt es? Wie kann er optimal gesteuert werden? Und wie lassen sich damit größere Hochwasser beeinflussen? Diese Fragen untersucht im Auftrag des LfU die Technische Universität München im Forschungsvorhaben „Prognose der Hochwassersituation an der bayerischen Donau bei Berücksichtigung des Retentionspotenzials und optimierter Steuerungsstrategien“.

Bereits abgeschlossen sind die Untersuchungen zwischen Donauwörth und Kelheim. Als effektivste Maßnahmen für eine Scheitelreduktion bei Extremereignissen haben sich in diesem Donauabschnitt die geplanten Flutpolder Riedensheim und Katzau erwiesen.



Derzeit wird die Donau zwischen Neu-Ulm und Donauwörth näher betrachtet.

Das Hauptaugenmerk gilt hier dem sogenannten Riedstrom. Bei Hochwasser oberhalb der Staustufe Faimingen ausgeleitet, fließt er als Sekundärstrom im Donaured parallel zur Donau ab und zeitverzögert bei Donauwörth wieder in die Donau zurück. Beim Hochwasserereignis Pfingsten 1999 verminderte der Riedstrom den Hochwasserscheitel in Donauwörth um etwa 170 m<sup>3</sup>/s und verzögerte ihn um mehr als 16 Stunden. Das für die Berechnungen aufgestellte zweidimensionale hydraulische Modell wird noch mit einem Grundwassermodell gekoppelt, um die Retentionswirkung des Riedstroms sowohl oberflächlich als auch im Untergrund simulieren und gegebenenfalls optimieren zu können. Die Ergebnisse werden voraussichtlich ab Mitte 2008 vorliegen.

*Martin Schmid*

## Vorbeugender Hochwasserschutz an der Mittleren Isar

Das Pfingsthochwasser von 1999 zeigte, dass in den Landkreisen Freising und Erding das etwa 90 Jahre alte Deichsystem an der Isar saniert werden muss. Mit Unterstützung des LfU hat das damalige Wasserwirtschaftsamt Freising (heute München) eine umfassende Neuordnung der Schutzeinrichtungen geplant und zu einem großen Teil bereits umgesetzt. Die Pläne umfassen Maßnahmen des vorbeugenden Hochwasserschutzes, z. B.:

- Instandsetzungen, Rückverlegungen und Neubau von Deichen
- Mauern und mobile Verschlüsse mit leistungsstarker Binnenentwässerung in Freising und Moosburg

Auch Maßnahmen zur ökologischen Verbesserung (Gewässerentwicklungsplan) der Isar sind geplant.



*Bild links: Rückbaustrecke Mündung der Dorfen in die Isar (nach Hochwasser August 2005)*

*Bild rechts: Hochwasser August 2005 (bei Rosenau/Moosburg): Gut sichtbar ist der durch die Rückverlegung des Deiches gewonnene Rückhalteraum.*

Die Hochwasserschutzmaßnahmen und die Gewässerentwicklung sind im integralen Projekt „Isar2020“ zusammengefasst.

Erste Baumaßnahmen konnten bereits Ende 1999 begonnen werden und haben sich beim Hochwasser im August 2005 erstmals bewährt. Derzeit sind die Deichrückverlegungen im Stadtgebiet Moosburg in der Ausführung. Die Hochwasserschutz-Baumaßnahmen an der Mittleren Isar werden 2008 abgeschlossen sein, für die Umsetzung der ökologischen Maßnahmen ist aufgrund vertraglicher Vereinbarungen im Zusammenhang mit Wasserkraftnutzung ein Zeitraum bis 2021 vorgesehen.

*Uwe Kleber-Lerchbaumer*

## Neubau staatlicher Hochwasserrückhaltebecken

---



*Hochwasserrückhaltebecken Drachensee – Teileinstau 2007*

In Bayern sind 23 staatliche Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken (HRB) in Betrieb. Die Talsperren und HRB stehen in der technischen Gewässeraufsicht des LfU. An zwei weiteren HRB laufen derzeit erste, vom LfU begleitete Probe-stauungen beziehungsweise die Restbauarbeiten.

Durch das **HRB Drachensee** (Hochwasserrückhalteraum von 4,0 Mio. m<sup>3</sup>) soll künftig in Furth im Wald der Scheitel eines 100-jährlichen Hochwassers des Chamb von 123 m<sup>3</sup>/s auf 35 m<sup>3</sup>/s gedrosselt werden. Darüber hinaus wird das Becken auch der Naherholung und dem Naturschutz dienen. Baubeginn war 1989. Aufgrund eines mehr als 10 Jahre langen Baustopps konnte er jedoch erst 2007 fertig gestellt werden. Nach den ersten Auswertungen des Probestaus wird das LfU gemeinsam mit dem künftigen Betreiber der Anlage, dem Wasserwirtschaftsamt Regensburg, den Umfang der Eigenüberwachung und die Art der Dokumentation in einer Dienstanweisung festlegen.

Seit Mai 2003 ist am nordwestlichen Stadtrand von Coburg das **HRB Goldbergsee** in Bau. Zusammen mit anderen Hochwasserschutzmaßnahmen wird dann der Stadtbereich von Coburg vor einem 100-jährlichen Hochwasser geschützt sein (Hochwasserrückhalteraum 2,0 Mio. m<sup>3</sup>). Eine ausgedehnte Flachwasserzone im Stauwurzelbereich des Beckens soll überwiegend naturschutzfachlichen Zielen dienen. Das LfU war seit den ersten Entwürfen Anfang der 1980er Jahre unter anderem mit einem hydrologischen Gutachten und landschaftspflegerischen Begleitplan, hydrotechnischen Nachweisen und Gutachten zur Gewässergüte an den Planungen beteiligt. Der Probestau ist 2008 vorgesehen.

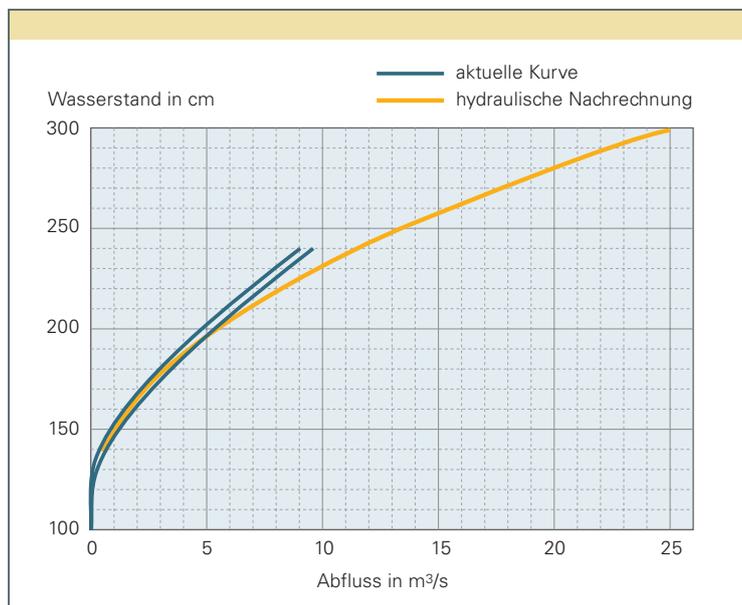
*Reinhard Klumpp*

## Wasserstand und Abfluss – eine „schwierige Beziehung“

Bei der Hochwasservorhersage ist die Umrechnung des Wasserstandes in den Abfluss (Wasserstands-Abflussbeziehung, W/Q-Beziehung, Abflusskurve) bei extremen Wasserständen ein wichtiger, jedoch kritischer Teilprozess. Kritisch deshalb, weil die W/Q-Beziehung in diesem Bereich nicht oder nur unzureichend durch Messungen belegt werden kann. Denn zuverlässige Abflussmessungen bei Hochwasser sind mit den bisher fast ausschließlich verwendeten Flügelmessungen in vielen Fällen unmöglich (Fließgeschwindigkeit zu groß, zu viele Schwimmstoffe, hoher Zeitaufwand, besonders gefährliche Arbeit u. a.). Auch mit alternativen Abflussmesstechniken ist der Extrembereich bislang nur eingeschränkt messbar.

Die Abflussgröße ist nicht nur bei der Hochwasservorhersage eine wichtige Messgröße, sondern auch für die hydrologische Bemessung von Bauwerken, für Hochwasserschutzmaßnahmen und für die Festlegung der Überschwemmungsgebiete. Da sie mit Unsicherheiten behaftet ist, hat das LfU ein Projekt initiiert, bei dem die W/Q-Beziehung mit Hilfe gemessener Hochwasser für zunächst 21 Pegel von Ingenieurbüros und mit Unterstützung der Wasserwirtschaftsämter hydraulisch überprüft wurden. Es zeigte sich wie erwartet, dass zum Teil bedeutende Abweichungen zwischen den aktuell (= derzeit) bestehenden und den nachgerechneten Abflusskurven auftreten. Die hydraulischen Nachrechnungen sollen daher ab 2008 möglichst flächendeckend für Bayern durchgeführt werden, um die Kenntnisse über das Abflussgeschehen und damit die Hochwasservorhersage weiter verbessern zu können.

Beate Schlösser



*Pegel Dingolshausen an der Volkach: Vergleich der aktuell bestehenden W/Q-Beziehung, (begrenzt durch zwei „einhüllende“ Kurven) mit der hydraulisch nachgerechneten Kurve. Im Bereich des 100-jährlichen Hochwassers zeigt sie einen circa 20 % größeren Abfluss. Die nachgerechnete Kurve erlaubt auch bei sehr hohen Abflüssen Aussagen.*

## Staatliche Wasserspeicher: Sicherheitsbericht 2007

---



Kontrollarbeiten im Überleitungsstollen  
zwischen Altmühlsee und Brombachsee

Die technische Gewässeraufsicht an den 23 in Betrieb befindlichen staatlichen Wasserspeichern (Stand 2007) ist wasserrechtlich geregelt und wird vom LfU wahrgenommen. Sie umfasst die Überprüfung der Eigenüberwachungsunterlagen (Jahresberichte der Betreiber) und die Kontrolle der Anlagen vor Ort. Das Ergebnis der Überwachung fasst das LfU jährlich in einem Sicherheitsbericht zusammen.

Ziel der Überwachung ist einerseits die Auswertung von Messwerten und Überwachungsdaten im Berichtszeitraum, andererseits auch die Gewinnung neuer Erkenntnisse über Ursache (z. B. Wasserstand im Staubecken) und deren Wirkung (z. B. Durchsickerung des Absperrbauwerks) über die gesamten Betriebsjahre hinweg. Die Überwachung ist somit mehr als eine Wertung einzelner Messwerte, sondern es geht auch darum, aus einer Vielzahl einzelner, scheinbar nicht zusammenhängender Anhaltspunkte genaue Kenntnisse über Vorgänge im und am Bauwerk zu gewinnen und, soweit erforderlich, daraus einen Handlungs- bzw. einen Sanierungsbedarf abzuleiten.

So werden z. B. im Sicherheitsbericht 2007 Korrosions- und Betonschäden an der Tunnelschale des Überleitungsstollens vom Altmühlsee zum Brombachsee beschrieben, die bei der Trockenlegung festgestellt wurden und deren Behebung mittelfristig ansteht. Am Grüntensee wurde die Hochwasserentlastungsanlage auf Grundlage der nach mehreren Hochwasserereignissen korrigierten Abflussstatistik umfassend ertüchtigt.

Insgesamt kann für die staatlichen Wasserspeicher – auch nach einer zum Teil über 40-jährigen Betriebszeit – der ordnungsgemäße Zustand bestätigt werden.

*Reinhard Klumpp*

## Informationssystem Deiche und Anlagen

---

Die Deiche und Anlagen (z. B. mobile Hochwasserschutz-Elemente und Schöpfwerke) des Freistaates Bayern sind ein wichtiger Teil des technischen Hochwasserschutzes. Die Überwachung, Instandhaltung und Sanierung sind eine zentrale Aufgabe der Wasserwirtschaft. Sie setzt umfassende Daten über den Zustand dieser Bauwerke voraus. Im Auftrag des Umweltministeriums hat das LfU mehrere Datenbanken mit Informationen und technischen Daten zu diesen Bauwerken zum „Informationssystem Deiche und Anlagen“ (IDA) zusammengefasst. Dabei wurde das IDA inhaltlich so weiterentwickelt, dass es die gesetzlichen Anforderungen an Deich- und Anlagenbücher sowie die Dokumentationspflicht der Eigenüberwachung erfüllt. Das IDA ist modular aufgebaut („Deiche und Mauern“, „mobile Elemente“, „Schöpfwerke und Querbauwerke“). Die baulichen Objekte werden in GIS abgebildet. Die Archivierung von Text- und Bilddokumenten erfolgt über Hyperlinks. GIS und Hyperlinks können mit direktem Aufruf über die Datenbank aktiviert werden.

Das IDA ist als Datenbank mit dezentraler Datenhaltung bei den Wasserwirtschaftsämtern konzipiert und soll bis Mitte 2008 an sie ausgeliefert werden. Ziel ist es, die Datenabfrage für das Berichtsjahr 2008 über IDA durchzuführen. Das LfU steht für Installations- und Supportleistungen zur Verfügung.

*Uwe Kleber-Lerchbaumer*

## Arzneimittel – Belastungssituation in Fließgewässern

Arzneimittel und Hormone werden nach Gebrauch unverändert oder verändert ausgeschieden und gelangen mit dem häuslichen Abwasser in die Kläranlagen. Selbst moderne Reinigungstechniken können diese Wirkstoffe und deren Abbauprodukte nicht oder nur teilweise zurückhalten. Mit dem gereinigten Abwasser gelangen sie daher kontinuierlich in die Fließgewässer.

Zur langfristigen Beobachtung der Belastung mit Arzneimitteln führt das LfU seit 2002 an Fließgewässern unterschiedlicher Größe sowie an zwei Kläranlagenabläufen Untersuchungen durch. Mindestens vierteljährlich analysieren wir Wasserproben auf zehn Arzneimittelwirkstoffe, zwei Metaboliten und Koffein, das ein Hinweis auf den Abwasseranteil im Fließgewässer ist. Bei den Arzneimitteln liegen die Konzentrationen in den Fließgewässern bisher im Bereich von wenigen ng/l bis 1,3 µg/l, in den Kläranlagenabläufen erreichen sie 5 µg/l. In Fließgewässern mit höherem Abwasseranteil sind die Belastungen größer als in solchen mit niedrigerem Abwasseranteil. Im Main sind z. B. grundsätzlich höhere Konzentrationen als in der wasserreichen Donau zu finden.



Arzneimittelwirkstoffe und Koffein im Main, Messstelle bei Marktheidenfeld (August 2002 – November 2007, n = 43)

Stoff	Minimum (ng/l)	Maximum (ng/l)	Median (ng/l)
<b>Betablocker</b>			
Sotalol	8	200	36
Atenolol	< 5	21	7
Metoprolol	13	200	65
<b>Antiepileptikum</b>			
Carbamazepin	35	500	120
<b>Antibiotika</b>			
Sulfamethoxazol	16	170	50
Erythromycin	< 5	55	10
Roxithromycin	< 5	85	7
Clarithromycin	< 5	70	14
Clindamycin	< 5	60	7
<b>Schmerzmittel-Metabolite</b>			
N-Formyl-4-aminoantipyrin	27	300	120
N-Acetyl-4-aminoantipyrin	65	1.300	160
<b>Diuretikum</b>			
Triamteren	< 5	30	9
<b>Indikator für Abwasseranteil</b>			
Koffein	40	550	130

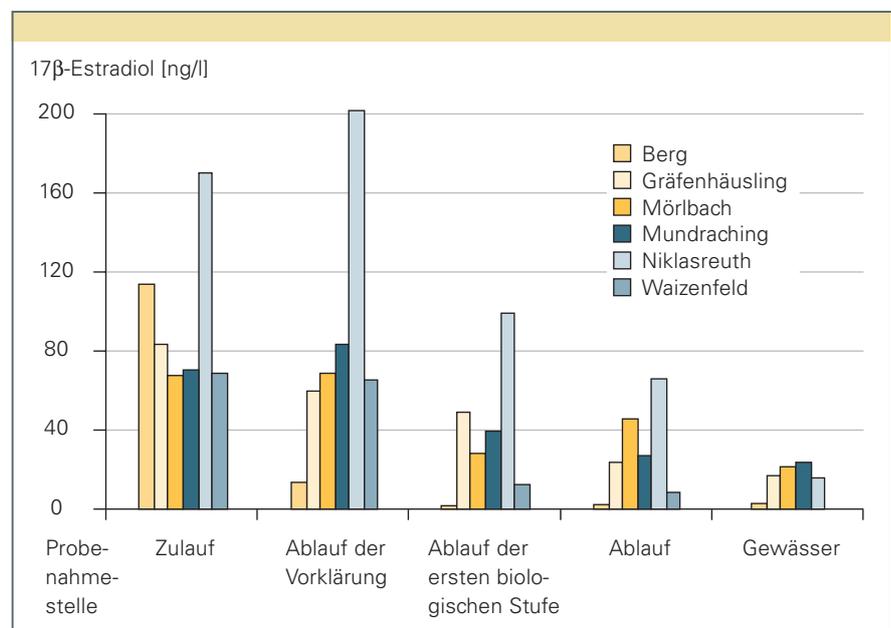
Die Untersuchungen belegen den kontinuierlichen Eintrag in die Fließgewässer. Bisher sind keine eindeutigen Trends bezüglich des Auftretens einzelner Arzneimittelwirkstoffe erkennbar. Die vorliegenden Daten stellen auch eine gute Grundlage für den Vergleich mit ökotoxikologischen Wirkdaten für die aquatische Lebensgemeinschaft dar. Derzeit liegen keine verbindlichen Qualitätsnormen für Arzneimittelwirkstoffe in Fließgewässern vor, so dass eine endgültige Bewertung der Messwerte noch aussteht.

*Dr. Manfred Sengl*

## Arzneimittel und Hormone – Rückhalt in naturnahen Kläranlagen

Arzneimittel und Hormone sind abwassertechnisch Problemstoffe (siehe vorstehender Artikel). Bayern hat eine ausgeprägte dezentrale Abwasserentsorgung. Es gibt etwa 1.000 kleine kommunale naturnahe Kläranlagen (Abwasserteich- und Pflanzenkläranlagen). Das gereinigte Abwasser wird dort häufig in kleine abflussschwache und damit sensible Gewässer eingeleitet.

Da über das Rückhaltevermögen der Abwasserteich- und Pflanzenkläranlagen für Arzneimittel sowie Hormone bisher nur wenige Erfahrungen vorliegen, hat das LfU Ende 2006 die Limnologische Station der Technischen Universität München beauftragt, den Rückhalt dieser Stoffe an sechs verschiedenen naturnahen Kläranlagen zu untersuchen. Eingebettet sind diese Untersuchungen in das interdisziplinäre LfU-Verbundprojekt „Arzneimittelwirkstoffe und deren Metaboliten:



Konzentrationen des Hormons 17β-Estradiol im Verlauf der sechs untersuchten naturnahen Kläranlagen

Belastungen des Wasserkreislaufs und Möglichkeiten der Verminderung“, in dem unterschiedliche Aspekte zu den Arzneimitteln untersucht werden. Ziel ist es, auf Grundlage eines besseren Verständnisses des Verhaltens der Arzneimittelwirkstoffe und deren Abbauprodukte in den Bereichen Abwasserentsorgung, Wasserversorgung sowie Gewässerökologie Verbesserungsvorschläge zu erarbeiten.

Erste Ergebnisse zeigen, dass Arzneimittel, deren Metabolite und die Östrogene in unterschiedlichem Grad in den verschiedenen untersuchten naturnahen Kläranlagen unterschiedlich gut zurückgehalten bzw. abgebaut werden. Diese ersten Trends werden nun genauer untersucht. Aussagekräftige und detaillierte Ergebnisse werden voraussichtlich Ende 2009 vorliegen.

*Elke Zahner-Meike, Claudia Koschi*

## Sind Schadstoffe im gereinigten Abwasser? – Nachweis durch Bioakkumulation

Im gereinigten Abwasser lassen sich viele Schadstoffe aufgrund geringer Konzentrationen nur schwer messen. Um dennoch Hinweise auf Schadstoffe und auch Anhaltspunkte für mögliche Einflüsse des gereinigten Abwassers auf Gewässerorganismen zu erhalten, macht man sich zunutze, dass sich Substanzen aus der Umwelt in Organismen anreichern (Bioakkumulation): Speziell angelegte „Bioakkumulationsteiche“ werden mit gereinigtem Abwasser beschickt und mit Fischen besetzt, in denen sich Schadstoffe anreichern, die eventuell im gereinigten Abwasser enthalten sind.

Für große kommunale Kläranlagen (Ausbaugröße mindestens 100.000 EW, zurzeit 35 Anlagen) schreibt Bayern – als einziges Bundesland – seit 1989 bei der Eigenüberwachung Bioakkumulationsteiche vor. Diese Teiche sind von April bis Oktober mit Karpfen der LfU-Dienststelle Wielenbach besetzt. Nach der Akkumulationszeit werden in der Fischmuskulatur die Konzentrationen von Schwermetallen, polychlorierten Biphenyl-Verbindungen (PCB) und anderen organischen Verbindungen bestimmt. Die Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb des Teiches sowie die Untersuchungen sind im Merkblatt 4.7/4 des LfU festgelegt.



### Einwohnerwert

Der Einwohnerwert (EW) ist ein Maß für die organische Schmutzfracht, die im Abwasser enthalten ist.

Der EW wird auch verwendet, um die Ausbaugröße einer Kläranlage anzugeben. Diese Ausbaugröße setzt sich zusammen aus:

- den angeschlossenen natürlichen Einwohnern,
- den angeschlossenen Einwohnergleichwerten, die sich aus der eingeleiteten gewerblichen/industriellen Schmutzfracht ergeben (ein Betrieb z. B., dessen eingeleitete Schmutzfracht der von 250 Einwohnern entspricht, hat einen Einwohnergleichwert von 250), und
- einer Zukunftsreserve z. B. für Einwohnerwachstum oder neue Gewerbebetriebe.

Die Ausbaugröße einer Kläranlage, angegeben als Einwohnerwert, ist somit normalerweise immer größer als die Zahl der angeschlossenen natürlichen Einwohner.

*Kläranlage Nürnberg I: Im Vordergrund der Bioakkumulationsteich*

→ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Wasser > Fachinf. > Fachübergreifendes > Merkblattsammlung > Teil 4



Abwasserdesinfektion mit UV-Strahlen

→ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Wasser > Forschung und Projekte > Abwasser

Die PCB-Verbindungen zum Beispiel lagen 2007 bei allen Kläranlagen weit unterhalb der im Merkblatt vorgeschriebenen Orientierungswerte. Hier spiegelt sich das seit 1989 in Deutschland bestehende vollständige Verbot der Herstellung und Anwendung dieser Schadstoffe wider.

*Claudia Koschi, Elke Zahner-Meike*

## Abwasserentsorgung im Karst – Einsatz und Optimierung kleiner Kläranlagen

---

In Karstgebieten und in Gebieten mit klüftigem Untergrund sind die Grundwasserleiter gegen Verunreinigungen, z. B. aus Kläranlageneinleitungen, besonders empfindlich. Die Ableitung des Abwassers zu einer zentralen Kläranlage und die Einleitung des gereinigten Abwassers in ein aufnahmefähiges Fließgewässer haben daher aus wasserwirtschaftlicher Sicht Priorität. In Ausnahmefällen kann aber insbesondere bei kleinen Ortsteilen eine Versickerung des gereinigten Abwassers vor Ort sinnvoll sein.

In einem Forschungsvorhaben wurde überprüft, ob auch bei kleinen Kläranlagen Abwasser mit „Hightech-Verfahren“, die bisher nur in größeren Anlagen verwendet wurden, weitestgehend gereinigt und im Einzelfall in den Untergrund versickert werden kann. Mit finanzieller Unterstützung des Umweltministeriums hat die Gemeinde Ursensollen (Oberpfalz) drei kleine, mit innovativen Technologien ausgestattete Kläranlagen errichtet: eine Anlage mit Membranbiologie für 100 Einwohnerwerte, eine Stabilisierungsanlage mit Sandfilter und UV-Anlage für 300 Einwohnerwerte und eine Pflanzenkläranlage für 60 Einwohnerwerte. Errichtung und Betrieb dieser Anlagen wurden im Auftrag des LfU wissenschaftlich begleitet, die bakteriologisch-hygienischen Parameter im LfU untersucht.

Insbesondere bei den technischen Verfahren zeigte sich eine weitestgehende Nährstoffelimination und Hygienisierung. Unter Berücksichtigung der örtlichen Situation können diese kleinen Anlagen somit eine Lösungsmöglichkeit für besondere wasserwirtschaftliche Problemgebiete sein.

*Stefan Bleisteiner, Dr. Margit Schade*

## Benchmarking „Abwasseranlagen“

---

Kundenorientierung und Wettbewerbsfähigkeit der Abwasserbetriebe werden immer wichtiger. Um den Betrieb von Abwasseranlagen wirtschaftlich und organisatorisch zu verbessern, wurde daher 2007 in Bayern erstmals ein Benchmarking für Betreiber von Abwasseranlagen initiiert.

Das Umweltministerium mit fachlicher Unterstützung des LfU, der Landesverband Bayern der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) sowie der Bayerische Gemeindetag und der Bayerische Städtetag begleiten das Benchmarking. Die Teilnahme der Abwasserbetriebe wird vom Umweltministerium finanziell gefördert und die Daten werden von zwei Beraterfirmen erhoben und ausgewertet.

Im Jahr 2007 nahmen rund 170 Abwasserbetriebe an dem Benchmarking teil. Die erforderlichen Grundlagendaten konnten online per Internetformular eingegeben werden. Im Frühjahr 2008 werden von den beiden Beraterfirmen Berichte mit den Kennzahlen, den Analysen der Daten sowie möglichen Optimierungspotenzialen erarbeitet und den Teilnehmern zur Verfügung gestellt. Daneben wird im Laufe des Jahres für ganz Bayern ein anonymisierter Bericht „Branchenbild der Abwasserbeseitigung in Bayern“ veröffentlicht.

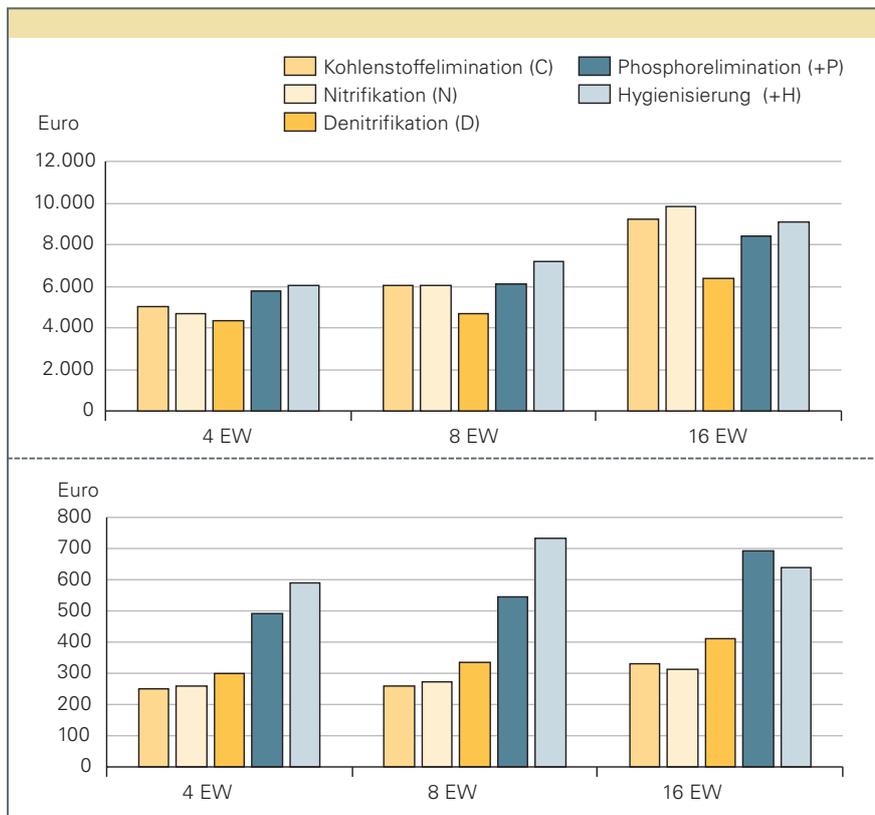
Anhand der Kennzahlen können die Abwasserbetriebe eine Standortbestimmung ihrer Leistungsfähigkeit vornehmen. 2007 waren die kleinen Betriebe, die am Benchmarking teilgenommen haben, unterrepräsentiert. Deshalb sollen sie in einer eventuellen zweiten Runde verstärkt erreicht werden.

 [www.abwasserbenchmarking-bayern.de](http://www.abwasserbenchmarking-bayern.de)

Martina Stockbauer

## Was kostet eine Kleinkläranlage? – Ergebnisse einer Herstellerbefragung

Der Markt für Kleinkläranlagen ist sehr unübersichtlich. Wer eine Kleinkläranlage bauen will, hat einen erheblichen Aufwand, wenn er sich einen Überblick über die Investitions- und Betriebskosten verschiedener Anlagentypen verschaffen möchte. Auch wenn es um die Entscheidung zwischen zentraler oder dezentraler Abwasserbehandlung geht sind diese Informationen wichtig.



Grafik oben: Mittlere Investitionskosten (Euro) in Abhängigkeit von Reinigungs-klasse (C, N, D, +P, +H) und Ausbaugröße (EW = Einwohnerwert, vgl. S. 95). Die Reinigungsleistung nimmt von links nach rechts zu. Bemerkenswert: Eine Anlage der Reinigungs-klasse D kostet im Schnitt, trotz höherer Reinigungsleistung, weniger als eine Anlage der Klasse C oder N.

Grafik unten: Mittlere Jahresbetriebskosten (Euro) in Abhängigkeit von Reinigungs-klasse (C, N, D, +P, +H) und Ausbaugröße: jeweils Summe aus Betriebsmittel- und Wartungskosten (zweimalige Wartung bei C, N, D; dreimalige Wartung bei +P, +H).

 [www.rzka.bayern.de](http://www.rzka.bayern.de)

 [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Wasser  
> Fachinformationen > Abwasserentsorgung von Einzelwesen > Bau und Betrieb von Kleinkläranlagen > Zuwendungen zu Kleinkläranlagen

Das LfU hat daher eine Preisabfrage bei rund 90 Kleinkläranlagenherstellern und -anbietern durchgeführt. Rund 20 Firmen haben Angaben gemacht zu Investitions-, Betriebsmittel- und Wartungskosten für Anlagen unterschiedlicher Verfahren, Ausbaugrößen sowie Reinigungsklassen (mit Kohlenstoffelimination [C], Nitrifikation [N], Denitrifikation [D], Phosphorelimination [+P], Hygienisierung [+H]).

Beispielhaft einige Trends der Kosten in Abhängigkeit von der Reinigungs-klasse und Ausbaugröße:

- Die Investitionskosten steigen mit der Ausbaugröße, jedoch nicht unbedingt mit höherer Reinigungsleistung von C nach +H. Die geringsten Investitionskosten sind über alle Ausbaugrößen hinweg für die Anlagen mit Reinigungs-klasse D aufzubringen.
- Die durchschnittlichen Jahresbetriebskosten steigen mit der Ausbaugröße leicht an. Es ist zu erkennen, dass die Jahresbetriebskosten für C und N nahezu gleich hoch sind, für D leicht ansteigen. Erwartungsgemäß sind die Jahresbetriebskosten für Anlagen mit höherer Reinigungsleistung (+P und +H) aufgrund der zunehmenden Wartungshäufigkeit höher.

*Simone Auth*

## Abwasseranlagen – Daten, Berichte, Neuordnung der Überwachung

---

Im LfU werden die Emissionsdaten aller punktueller Abwassereinleiter in einer zentralen Datenbank für den Überwachungsvollzug verwaltet und zu statistischen Zwecken, zur Erkennung von Tendenzen und für EU-Berichte ausgewertet. Derzeit sind rund 2.800 kommunale sowie 2.500 industrielle und gewerbliche Abwasseranlagen mit ihren rechtlichen Anforderungs- und den Überwachungsdaten erfasst. Die Datenbank bildet z. B.

- die Grundlage für die Abwasseranlagen-Lageberichte, die wir in Umsetzung der EG-Kommunalabwasserrichtlinie alle zwei Jahre erstellen, und
- wasserseitig die Grundlage für den bayerischen Bereich im Europäischen Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregister (E-PRTR), für das meldepflichtige Betreiber 2008 erstmalig Daten liefern müssen.

Die geplante Neuordnung der Abwasseranlagen-Überwachung sieht vor, die Überwachungsaufgaben vor Ort von den Wasserwirtschaftsämtern an private Sachverständige zu übertragen. Dies erfordert die Integration Externer in die wasser- und abwasserabgaberechtlichen Geschäftsprozesse der Verwaltung und einen internet-basierten Anwendungs- und Datenverbund, innerhalb dem alle Beteiligten (neben Wasserwirtschaftsämtern und privaten Sachverständigen auch die Kreisverwaltungsbehörden und die Anlagenbetreiber) Daten ohne Zwischenschritte austauschen und entsprechend ihrer jeweiligen Aufgabenstellung einsehen und bearbeiten können. In dem Projekt „Datenverbund Abwasser“ soll daher die bestehende DV-Landschaft im Bereich Abwasser/Emissionen bis 2010 entsprechend umgestaltet werden.

*Evamaria Burkart*

 [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Wasser  
> Daten > Abwasser > Abwasseranlagen / Emissionen

 BayLfU (2008): Gewässerschutz in Bayern: Abwasseranlagen – Lagebericht 2006

## Bioethanol-Tankstellen sind keine Benzin-Tankstellen

Gemäß Biokraftstoffquotengesetz von 2006 muss die Gesamtmenge des verkauften Kraftstoffes einen Mindestanteil an Biokraftstoffen aufweisen. Daher wird an Tankstellen u. a. vermehrt „Bioethanol“ angeboten, in der Regel als „E85-Gemisch“ aus 85 Volumenprozent Bioethanol und 15 Volumenprozent Benzin. Derzeit sind in Bayern elf „E85“-Tankstellen in Betrieb, etwa zehn weitere sind beantragt.

Die bisherigen Vorschriften für Tankstellen berücksichtigen nur den Umgang mit Benzin und Diesel. Sie fordern u. a. die Verwendung bau- und wasserrechtlich zugelassener Anlagenteile sowie für die Entwässerung eine Abscheideranlage, die beim Austreten von Kraftstoff auch als Rückhalteeinrichtung dienen kann. Diese Abscheideranlagen können Bioethanol aufgrund seiner Wasserlöslichkeit nicht zurückhalten.

Daher und weil es noch keine für Bioethanol zugelassenen Anlagenteile gibt, hat das LfU den Genehmigungsbehörden empfohlen weitere Maßnahmen zu fordern. In einer Eignungsfeststellung sind u. a. Nachweise der Beständigkeit der verwendeten Werkstoffe gegenüber Bioethanol und der Funktionssicherheit der Ausrüstungsteile vorzulegen. Weiterhin werden Betankungs- und Befüllsysteme gefordert, die nur mehr Tropfverlust erwarten lassen, sowie eine regelmäßige Wartung und Prüfung.

Die grundsätzlich aus wasserrechtlicher Sicht zu stellenden Anforderungen wurden unter Beteiligung des LfU in einer technischen Regel der DWA „TRwS 781-3: Kfz-Betankung mit Mischungen aus Ethanol/Ottokraftstoff“ erarbeitet, die im Frühjahr 2008 veröffentlicht wird.

*Bernhard Irl*



*Bioethanol-Tankstelle*

➔ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Wasser  
> Fachinf. > Grundwasser  
> Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

# Themenübergreifend



Umweltbericht Bayern 2007	101
Gute Beispiele zum betrieblichen Umweltschutz – aus der Praxis, für die Praxis	102
Bodenversiegelung: von Satelliten kartiert	103

## Umweltbericht Bayern 2007

Mit dem Umweltbericht über Bayern verfolgt das LfU drei Hauptanliegen:

- Kompakt und gut verständlich soll er Politikern, Verantwortlichen in Staat und Gesellschaft und interessierten Bürgerinnen und Bürgern einen Überblick über den Zustand der Umwelt vermitteln.
- Mithilfe von Umweltindikatoren werden die heute zentralen Problemfelder herausgearbeitet und Entwicklungstrends gezeigt.
- Damit soll er den gesellschaftlichen Akteuren ihre Verantwortung für Umwelt und natürliche Ressourcen bewusster machen und zu einem konsequenten Handeln ermutigen.

Mit dem „ökologischen Fußabdruck“ wird in dem Bericht außerdem die Verantwortung Bayerns für die Umwelt weltweit veranschaulicht. Demnach bräuchte die Menschheit zwei Erden, wenn alle Menschen auf der Erde so leben und konsumieren wollten wie wir heute in Bayern. Wir leben auf großem Fuß und beanspruchen zu viele Ressourcen. Nachhaltigkeit können wir nur durch eine Korrektur unseres Lebensstils erreichen, wozu es neben modernen Technologien auch eine Besinnung auf „das richtige Maß“ braucht. Mit der Bevölkerungsentwicklung, dem demografischen Wandel, der Lebenserwartung sowie umweltbezogenen Wirtschaftsthemen greift der Bericht weitere Nachhaltigkeitsaspekte auf.

*Hans Frieß*

### Umweltindikator

Umweltindikatoren sind Kenngrößen zur Erfassung, Beschreibung und Bewertung von komplexen Umweltsachverhalten. Hierzu werden vielfältige Umweltdaten systematisiert und vereinfacht, so dass verständliche und repräsentative Umweltinformationen vorliegen. Die Indikatoren erlauben eine Bewertung des Zustandes der Umwelt und zeigen zeitliche Entwicklungstrends.

→ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Themenübergreifend > Fachinf. > Umweltbericht Bayern 2007

→ BayLfU (2007): Umweltbericht Bayern 2007



*Unser ökologischer Fußabdruck ist viel zu groß.*

## Gute Beispiele zum betrieblichen Umweltschutz – aus der Praxis, für die Praxis

Aus der täglichen Arbeit am LfU wissen wir, dass viele bayerische Betriebe umweltverträglich wirtschaften und dabei in vielerlei Hinsicht profitieren: Sie sparen beispielsweise wertvolle Ressourcen wie Energie und Rohstoffe ein und gewinnen neue Kunden durch Umweltinnovationen. Solche Beispiele stellen wir in unserer Sammlung „Wir handeln – Gute Beispiele aus der betrieblichen Praxis“ vor – zum Nutzen für andere Betriebe, die von diesen Erfahrungen lernen und Anregungen für ihr Tun finden können.

Unternehmen können aktiv werden, indem sie z. B. umweltverträgliche Produkte herstellen, ihre Umweltauswirkungen reduzieren oder ihren Kunden Anreize zum Handeln bieten.

Die Maßnahmen müssen nicht teuer sein und können sich schnell rechnen:

- Eine Brauerei nutzt das anfallende Regenwasser und spart damit jährlich circa 3.000 Euro, die Investition hat sich nach 5 Jahren amortisiert.
- Ein Leuchtenhersteller hat eine Software entwickelt, die Einsparpotenziale in der Beleuchtung von Betrieben aufdeckt und hilft, diese zu optimieren. Die Software gibt es kostenlos im Internet.
- Eine Druckerei hat eine Druckplattenbelichtungsanlage für die chemie- und abwasserfreie Herstellung der Druckplatten installiert und spart damit jährlich rund 150.000 Liter Trinkwasser.
- Handlungsanreize für Kunden setzt eine Warenhauskette durch Rabatte beim Kauf von Energiesparlampen.

Die Möglichkeiten sind vielfältig und daher ergänzen wir fortlaufend weitere Beispiele. Unternehmen, die mit einem Beispiel aus ihrer täglichen Praxis an der Serie teilnehmen möchten, können sich an das Infozentrum UmweltWirtschaft, der Anlaufstelle des LfU für betrieblichen Umweltschutz, wenden.

➔ [www.izu.bayern.de](http://www.izu.bayern.de) (Infozentrum UmweltWirtschaft des LfU): Suchbegriff „Beispiele aus Unternehmen“

➔ BayLfU (2007): Wir handeln – Gute Beispiele aus der betrieblichen Praxis zum Anregen und Nachahmen (wird fortlaufend erweitert)

Barbara Thome



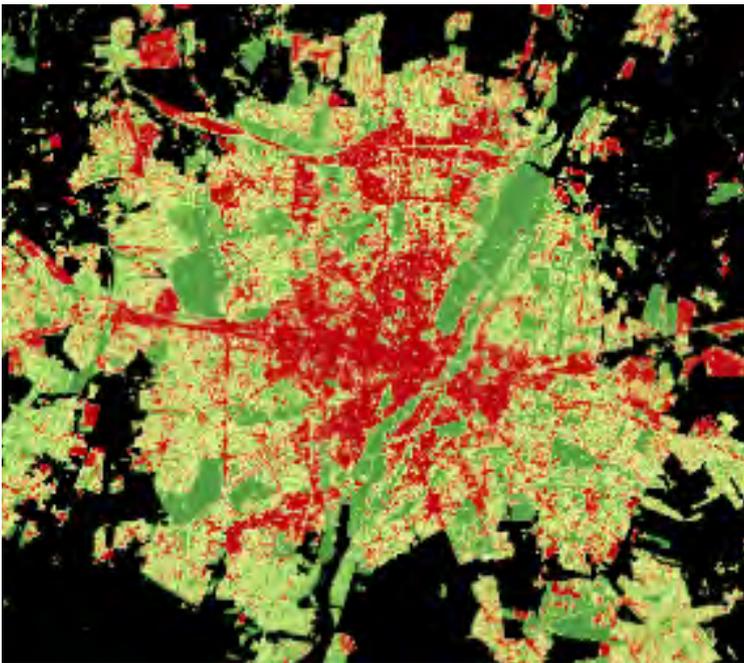
Bild oben: Das Ergebnis der Brikettieranlagen von links nach rechts: Schleifschlamm, Briketts, hochwertiges Schleiföl (recycelt)

Bild rechts: Brikettieranlagen zum Auspressen von Öl aus Schleifschlämmen amortisieren sich innerhalb eines Jahres.



## Bodenversiegelung: von Satelliten kartiert

Versiegelte Böden beeinträchtigen die Grundwasserneubildung, erhöhen die Hochwassergefahr, fördern die Feinstaubentwicklung und verändern das Lokalklima. Die Diskussion um den Flächenverbrauch, der im Jahr 2006 täglich 20,6 Hektar betrug, berücksichtigt oftmals nicht, dass die tatsächliche Bodenversiegelung deutlich geringer ist. Denn die Siedlungs- und Verkehrsflächen, die den Flächenverbrauch bestimmen, umfassen auch unversiegelte Freiflächen, wie Gärten, Grünanlagen, Sportplätze, Friedhöfe und Straßenrandstreifen.



Unversiegelt  Vollversiegelt

Versiegelungskartierung am Beispiel der Stadt München

Die vom LfU herausgegebene Studie „Satellitengestützte Erfassung der Bodenversiegelung in Bayern“ liefert erstmals für ein gesamtes Bundesland Daten bis auf Gemeindeebene: Durchschnittlich sind die Siedlungs- und Verkehrsflächen in Bayern zu 47,2 % versiegelt. Dies entspricht einer Fläche von 3.466 km<sup>2</sup> oder 5,2 % der Fläche Bayerns. Mit 162 m<sup>2</sup> entfällt in den Verdichtungsräumen auf jeden Einwohner deutlich weniger versiegelte Fläche als im ländlichen Raum mit 364 m<sup>2</sup>. Grund dafür sind die kompaktere Bauweise und der höhere Anteil an Mehrfamilienhäusern.

Eine möglichst geringe Bodenversiegelung kann z. B. durch folgende Maßnahmen erreicht werden:

- Innenentwicklung und vorrangige Nutzung vorhandener Baulandpotenziale zur Vermeidung neuer Baugebiete,
- flächensparende Siedlungs- und Erschließungsformen,
- Erhalt innerörtlicher Grünstrukturen,
- Reduzierung der versiegelten Flächen und die Verwendung wasserdurchlässiger Beläge,
- Entsiegelung beispielsweise bei Straßen, Plätzen, Hofflächen und Zufahrten.

Claus Hensold

- ➔ [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de): Themenübergreifend > Fachinf. > Flächenmanagement > Versiegelungsstudie
- ➔ BayLfU (2007): Satellitengestützte Erfassung der Bodenversiegelung in Bayern
- ➔ BayLfU (2007): Bodenversiegelung in Bayern (Flyer)

# Anhang

Das Landesamt im Spiegel der Presse	105
Veröffentlichungen 2007	106
Organisationsübersicht	112
Adressen	114

## Das Landesamt im Spiegel der Presse

---

Auch im Jahr 2007 war das LfU in der Presse gut vertreten: Mit 87 Pressemitteilungen und rund 25 Einladungen zu pressewirksamen Terminen wurden viele Themen des Landesamtes aktiv kommuniziert. Mit vielfachem Presseecho auch bei den Agenturen, dem wichtigsten Multiplikator für die Medien: Rund 150 Agenturbeiträge haben Umweltthemen des LfU aufgegriffen. Mehr als jede vierte Pressemitteilung fand so ihren Weg in die Zeitungen. Allein 20 Agenturbeiträge waren dem Top-Thema des Jahres gewidmet, der Permafrostbohrung auf der Zugspitze. Ein Drittel der Agenturmeldungen berichteten über aktuelle Umweltereignisse und nutzten dazu die tagesaktuellen Lageberichte des Hochwassernachrichtendienstes, der Lawinewarnzentrale und der Ozoninformation. Vertiefte dpa-Gespräche und Agentur-Schlagzeilen haben außerdem Themen wie den CO<sub>2</sub>-Rechner, Feinstaub und die digitalen Lärmkarten in die Medien gebracht. Über 1.000 Anfragen von Journalistinnen und Journalisten beantwortete die Pressestelle.

An praktisch jedem Wochentag war das LfU mit mindestens einem Beitrag in den bayerischen oder überregionalen Zeitungen vertreten, insgesamt in über 60 Medien: Rund 430 Artikel in der Tages- und Wochenpresse sind im Kalenderjahr 2007 erschienen, in denen explizit das LfU, dessen Mitarbeiter oder Internetangebote benannt wurden. Rund 20 Prozent aller Zeitungsberichte erschienen in auflagenstarken überregionalen Blättern wie der Süddeutschen Zeitung, dem Spiegel oder der FAZ. Gut verankert ist das Landesamt auch bei den Zeitungen an den Dienststellen: Die Augsburgische Allgemeine und die in Hof erscheinende Frankenpost haben in fast 100 Artikeln berichtet. Erfreuliche Entwicklung: Mehr und mehr rücken in Hof die fachlichen Themen in den Vordergrund, während Berichte zur Verwaltungsreform seltener werden.

Im Durchschnitt wurden 2007 pro Woche je ein Rundfunk- und ein Fernsehbeitrag gesendet, an denen das LfU mit Statements oder längeren Interviews beteiligt war. Der Beginn der Permafrostbohrung im August schaffte es bis in die bundesweiten Nachrichtensendungen zur Hauptsendezeit, darunter in die ARD-Tagesschau. Außerdem kam die Klimaanpassung mit mehreren Live-Studiogesprächen im Bayerischen Fernsehen in den Fokus des Interesses. Weiterhin in der öffentlichen Aufmerksamkeit waren Fragen des technischen Umweltschutzes, beim Mobilfunk, dem Feinstaub oder dem Lärm. Und mehr als 45 Beschäftigte des LfU haben jeweils mindestens einmal vor dem Mikrofon oder vor der Kamera gestanden. Denn dort, wo Fachthemen gefragt sind, geben vor allem die Fachleute dem Beitrag die authentische „Farbe“, sei es bei der Geophysik aus der Luft, bei der Vorstellung von Geotopen oder bei der Bedeutung von Steinbrüchen für den Naturschutz.

Zur Top-Ten-Liste zählten auch Berichte über Georisiken in den Alpen und über den Natur- und Artenschutz (unter anderem mit der Vorstellung der Skipistenuntersuchung). Das „Mega-Thema“ Klimawandel brachte zudem die zuvor in den Medien eher weniger beachteten Energieleitfäden und das Thema Energieeffizienz stärker nach vorn. Durchaus mit erwünschten Folgen: So brachte im Frühjahr ein bundesweiter Vergleich der CO<sub>2</sub>-Rechner bei Spiegel Online, dem zugriffstärksten deutschen Online-Magazin, dem LfU nicht nur eine sehr lobende Hervorhebung ein, sondern erhöhte dort rasch auch die Nachfrage – innerhalb eines halben Tages wollten fast 25.000 Internetnutzer ihr persönliches CO<sub>2</sub>-Profil mit dem LfU-Rechner ermitteln, weit mehr als zehnmals so viele wie sonst üblich.



 [www.lfu.bayern.de: Presse](http://www.lfu.bayern.de: Presse)  
> Pressearchiv

*Dr. Thomas Henschel, Pressesprecher*

# Veröffentlichungen 2007

Alle Veröffentlichungen können im Internet bestellt und/oder als PDF-Dokument heruntergeladen werden und zwar über [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de), Menüpunkt Publikationen.

Die in der folgenden Liste angegebenen Internet-Adressen führen direkt zur Bestell-/Downloadseite der jeweiligen Veröffentlichung. Bei den meisten Publikationen finden Sie dort auch einen beschreibenden Kurzttext.

## Allgemein + Themenübergreifend



- Jahre des Aufbruchs. Das neue LfU – Einblicke. Rückblicke 2005/2006  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_all\\_00051.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00051.htm)
- Umweltbericht Bayern 2007 – Indikatoren  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_all\\_00058.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00058.htm)
- Ethik und Umwelt (Fachtagung 31.01.2007)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_all\\_00057.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00057.htm)
- Chemikalien in der Umwelt – Medium Wasser (Fachtagung 03.05.2007)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_all\\_00050.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00050.htm)
- Bodenversiegelung in Bayern (Flyer)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_all\\_00056.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00056.htm)
- Satellitengestützte Erfassung der Bodenversiegelung in Bayern, Kurzfassung  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_all\\_00054.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00054.htm)
- Satellitengestützte Erfassung der Bodenversiegelung in Bayern, Langfassung  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_all\\_00054.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00054.htm)
- Agenda 21 Bausteine – Nr. 13 : Demografischer Wandel und Bürgerschaftliches Engagement  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_agd\\_00045.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_agd_00045.htm)
- Wir handeln – Gute Beispiele aus der betrieblichen Praxis zum Anregen und Nachahmen  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_agd\\_00044.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_agd_00044.htm)
- Umweltschutz im Alltag – Das Infozentrum UmweltWissen in Bayern am Bayerischen Landesamt für Umwelt  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_all\\_00017.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00017.htm)
- Nützlinge im Garten  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_all\\_00052.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00052.htm)
- Vogelfütterung im Winter  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_nat\\_00103.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_nat_00103.htm)
- Labore und Sachverständige im Umweltbereich – Linkliste  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_all\\_00025.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00025.htm)
- Labore und Sachverständige für Schadstoffuntersuchungen in Innenräumen  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_vs\\_00003.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_vs_00003.htm)

## Abfall

---

- Abfallwirtschaft und Klimaschutz (Fachtagung 08.02.2007)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_abfall\\_00141.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_abfall_00141.htm)
- Hausmüll in Bayern – Bilanzen 2006 (Flyer)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_abfall\\_00146.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_abfall_00146.htm)
- Hausmüll in Bayern – Bilanzen 2006  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_abfall\\_00145.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_abfall_00145.htm)
- Sonderabfallstatistik 2005 für Bayern (Flyer)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_abfall\\_00144.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_abfall_00144.htm)
- Sonderabfallstatistik 2005 für Bayern  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_abfall\\_00143.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_abfall_00143.htm)
- Aktuelle Entwicklungen zu Sonderabfällen und deren Nachweisführung (Fachtagung für Unternehmen aus der Wirtschaft am 17. und 24.01.2007)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_abfall\\_00139.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_abfall_00139.htm)
- Nachhaltigkeitsstrategien im Gebrauchtmöbelsektor (Fachtagung 23.01.2007)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_abfall\\_00140.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_abfall_00140.htm)
- Deponien zwischen 2005 und 2009 – Ende oder Weiterbetrieb (Fachtagung 27.09.2007)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_abfall\\_00142.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_abfall_00142.htm)
- Biogashandbuch Bayern – Materialienband (fortlaufend aktualisierte PDF-Datei)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_abfall\\_00117.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_abfall_00117.htm)
- Schadstoffgehalte von Komposten und Vergärungsrückständen  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_abfall\\_00148.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_abfall_00148.htm)
- Herstellung und Entsorgung von Gipsplatten  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_abfall\\_00147.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_abfall_00147.htm)



## Analytik / Stoffe

---

- Untersuchung und Bewertung von Proben aus verschiedenen Umweltkompartimenten auf PCDD/PCDF sowie PCB unter Berücksichtigung der neuen WHO-Toxizitätsäquivalenzfaktoren – Fortsetzung, Abschlussbericht  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_all\\_00053.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00053.htm)

## Boden

---

- Porzellan- und Glasindustrie in Nord- und Nordostbayern. Standortrecherche unter Berücksichtigung der Altlastensituation  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_bod\\_00032.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_bod_00032.htm)
- Anleitungen zur Bodenprobeentnahme im vorsorgenden Bodenschutz in Bayern  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_bod\\_00031.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_bod_00031.htm)



## Flyer-Serie „Böden in Bayern“

- Die Braunerde, die Vielseitige  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_bod\\_00027.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_bod_00027.htm)
- Der Gley, nasse Füße  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_bod\\_00028.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_bod_00028.htm)
- Das Hochmoor, dunkle Gestalten  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_bod\\_00029.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_bod_00029.htm)
- Der Podsol, ein saurer Geselle  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_bod\\_00030.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_bod_00030.htm)



## Geologie

Bestellseite: <http://www.lfu.bayern.de/publikationen/index.php>

- Geologische Karten 1:25 000
  - Blatt 6338 Weiden
  - Blatt 6740 Neukirchen-Balbini
  - Blatt 6741 Cham West
- Hydrogeologische Karten
  - Hydrogeologische Karte 1:100 000 Planungsregion 13 Landshut (5 Themenkarten) mit Erläuterung
  - Hydrogeologische Karte 1:100 000 Planungsregion 4 Oberfranken West (5 Themenkarten) mit Erläuterung
- Geotope in der Oberpfalz. Erdgeschichtliche Beiträge zum Naturschutz, Band 5

## Lärm



- OPA – von der Planung bis zum Einbau 365 Orte im Land der Ideen – „Flüsterasphalt“ (Fachtagung 05.09.2007)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_lae\\_00049.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_lae_00049.htm)
- Anspruch auf Lärmvorsorge beim Ersatz von Asphalt durch Pflaster?  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_lae\\_00048.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_lae_00048.htm)
- Parkplatzlärmstudie – Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen, 6. überarbeitete Auflage  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_lae\\_00047.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_lae_00047.htm)
- Parking Area Noise – Recommendations for the Calculation of Sound Emissions of Parking Areas, Motorcar Centers and Bus Stations as well as of Multi-Storey Car Parks and Underground Car Parks  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_lae\\_00045.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_lae_00045.htm)
- Musik – Ohrenbetäubend? – (Schallpegel bei Musikveranstaltungen) Fachtagung des LfU  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_lae\\_00046.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_lae_00046.htm)
- Schall- u. Erschütterungsschutz im Planfeststellungsverfahren für Landverkehrswege  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_lae\\_00033.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_lae_00033.htm)
- Das erforderliche Schalldämm-Maß von Schallschutzfenstern – Vergleich verschiedener Regelwerke  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_lae\\_00030.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_lae_00030.htm)

## Luft

---

- Wärmeverbund Ingolstadt – Detailstudie der EU-Consult GmbH, Kurzfassung  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_klima\\_00049.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00049.htm)
- Wärmenutzung bei kleinen landwirtschaftlichen Biogasanlagen  
Eine Studie über die Abwärmenutzung bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen mit einer Leistung von 150 und 500 kW<sub>el</sub>  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_luft\\_00152.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_luft_00152.htm)
- Klimaschutz durch effiziente Energienutzung – Einsatzmöglichkeiten der Mikrogasturbine in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen – Ergebnisbericht  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_klima\\_00047.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00047.htm)
- Energie sparen in Metzgereien – Klima schützen – Kosten senken  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_klima\\_00046.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00046.htm)
- Klimaschutz zuhause – CO<sub>2</sub>-Einsparung durch regenerative Energien und moderne Haustechnik (Fachtagung 18.10.2007)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_all\\_00055.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_all_00055.htm)
- Feinstaubbelastung im Umfeld von Holz-Kleinfeuerungen und mögliche Emissionsminderungsmaßnahmen (Fachtagung 13.11.2007)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_luft\\_00148.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_luft_00148.htm)
- Bioenergie – Nutzen und Risiken für die Umwelt (Fachtagung 05.12.2007)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_luft\\_00150.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_luft_00150.htm)
- Lufthygienischer Jahresbericht 2006  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_luft\\_00149.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_luft_00149.htm)
- Luftreinhalte-/Aktionsplanung – Maßnahmen gegen Feinstaub und Stickstoffoxide (Fachtagung 25.10.2007)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_luft\\_00147.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_luft_00147.htm)
- Praxistest zur Erhebung der Emissionssituation von Pelletfeuerungen im Bestand – Endbericht zum Forschungsvorhaben  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_luft\\_00146.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_luft_00146.htm)
- Informationen über Ozon  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_luft\\_00134.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_luft_00134.htm)
- Bekanntgabe von Luftmesswerten  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_luft\\_00119.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_luft_00119.htm)



## Natur

---

- Rothenburg o. d. T. und sein Landgebiet (Flyer)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_nat\\_00107.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_nat_00107.htm)
- Entwicklungszeiträume von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen  
Arbeitshilfen zur Entwicklung und Erhaltung von Ökoflächen  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_nat\\_00106.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_nat_00106.htm)

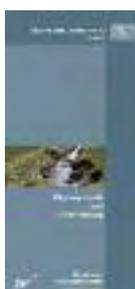


## Merkblätter zum Artenschutz

- 1: Röhriger Wasserfenchel (*Oenanthe fistulosa* L.)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_nat\\_00108.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_nat_00108.htm)
- 2: Busch-Nelke (*Dianthus seguieri* ssp. *glaber* Celak.)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_nat\\_00109.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_nat_00109.htm)
- 3: Strandling (*Littorella uniflora* (L.) Ascherson)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_nat\\_00110.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_nat_00110.htm)
- 4: Bodensee-Vergissmeinnicht (*Myosotis rehsteineri* Wartm.)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_nat\\_00111.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_nat_00111.htm)
- 5: Graue Skabiose (*Scabiosa canescens* Waldst. & Kit.)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_nat\\_00112.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_nat_00112.htm)
- 6: Böhmischer Enzian (*Gentianella bohemica* Skal.)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_nat\\_00113.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_nat_00113.htm)
- 7: Sumpf-Gladiole (*Gladiolus palustris* Gaudin)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_nat\\_00114.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_nat_00114.htm)
- 8: Dolden-Winterlieb (*Chimaphila umbellata* (L.) W. P. C. Barton)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_nat\\_00115.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_nat_00115.htm)
- 9: Augsburgs Steppengreiskraut (*Tephrosia integrifolia* ssp. *vindelicorum* B. Krach)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_nat\\_00116.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_nat_00116.htm)
- 10: Finger-Kuhschelle (*Pulsatilla patens* (L.) Mill.)  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_nat\\_00117.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_nat_00117.htm)

## Wasser

- Sammlung von Schriftstücken (Merkblätter, Schreiben, Hinweise) der Bayerischen Wasserwirtschaft (Slg Wasser); fortlaufend aktualisierte PDF-Dateien  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_was\\_00302.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00302.htm)
- Versickerung des Niederschlagswassers von befestigten Verkehrsflächen  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_was\\_00027.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00027.htm)
- Klimawandel und Flussgebietsplanung – Die Hochwasserschutzplanung an der Fränkischen Saale: ein europäisches Pilotprojekt  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_klima\\_00051.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00051.htm)
- Climate Change and River Catchment Planning – Flood Protection Planning for the River Fränkische Saale: A European Pilot Project  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_klima\\_00052.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_klima_00052.htm)



## Gewässer-Nachbarschaften

- Eigendynamik und Unterhaltung  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_was\\_00023.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00023.htm)
- Gewässerentwicklung: planen und umsetzen  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_was\\_00022.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00022.htm)
- Unterhaltung von Gräben  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_was\\_00021.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00021.htm)
- Unterhaltung kleiner Gewässer und vorbeugender Hochwasserschutz  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_was\\_00020.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00020.htm)

- Gehölzpflege und Uferschutz  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_was\\_00019.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00019.htm)
- Gemeinsam für unsere kleinen Gewässer  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_was\\_00018.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00018.htm)

## **Wasserrahmenrichtlinie – Bestandsaufnahme und Überwachung der Gewässer in den Planungsräumen**

- Unterer Main  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_was\\_00017.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00017.htm)
- Saale-Eger  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_was\\_00016.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00016.htm)
- Regnitz  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_was\\_00015.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00015.htm)
- Oberer Main  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_was\\_00014.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00014.htm)
- Naab-Regen  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_was\\_00013.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00013.htm)
- Isar  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_was\\_00012.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00012.htm)
- Inn  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_was\\_00011.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00011.htm)
- Bodensee  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_was\\_00010.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00010.htm)
- Iller-Lech  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_was\\_00009.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00009.htm)
- Altmühl-Paar  
[http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu\\_was\\_00008.htm](http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_was_00008.htm)



## Organisationsübersicht

	<b>Abteilung 1</b> Fachübergreifende Aufgaben	<b>Abteilung 2</b> Luft, Lärm, Anlagensicherheit	<b>Abteilung 3</b> Abfallwirtschaft	<b>Abteilung 4</b> Strahlenschutz	<b>Abteilung 5</b> Naturschutz, Landschaftspflege, Gewässerökologie
<b>Präsidium</b> Präsident, Vizepräsident	Referat 11 Strategien, Recht, Sachverständige	Referat 21 Luftreinhaltung bei Anlagen	Referat 31 Strategien und Systeme der Kreislaufwirtschaft	Referat 41 Radioökologie	Referat 51 Flächenschutz
Stabsstelle	Referat 12 Kommunikation, internationale Zusammenarbeit	Referat 22 Anlagensicherheit, Energieeffizienz	Referat 32 Abfallinformati- onsstelle, Fachdateien	Referat 42 Radioaktivitätsmoni- toring und nuklearer Notfallschutz	Referat 52 Landschaftsent- wicklung
Projektschwerpunkt Klimawandel	Referat 13 Printmedien, Kartographie	Referat 23 Anlagendatei, Emissionskataster, Ausbreitungsrech- nungen, Berichte	Referat 33 Josef-Vogl- Technikum	Referat 43 Strahlenschutz in Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren	Referat 53 Fachgrundlagen Naturschutz
	Referat 14 Umweltinforma- tionen, Datenstelle	Referat 24 Luftgütemessungen Südbayern, Luftrein- haltung beim Verkehr	Referat 34 Thermische Abfall- behandlungsanlagen	Referat 44 Strahlenschutz und ionisierende Strahlung Nord- bayern	Referat 54 Arten- und Lebensraumschutz
	Referat 15 Nachhaltigkeit, Indikatoren und medienübergreifender Umweltschutz	Referat 25 Luftgütemessungen Nordbayern	Referat 35 Abfallbehandlungs- und -verwertungs- anlagen, nicht- thermisch	Referat 45 Ionisierende Strahlung in der Medizin	Referat 55 Vogelschutz
	Referat 16 Medienübergreifende Umweltbeobachtung	Referat 26 Lärmschutz bei Anlagen und in der Planung	Referat 36 Deponien	Referat 46 Ionisierende Strahlung im nicht- medizinischen Bereich	Referat 56 Landschaftspflege und Naturschutz- programme
	Referat 17 Geoforum Bayern, Geotopkataster	Referat 27 Lärmschutz beim Verkehr	Referat 37 Vollzugsaufgaben Abfallwirtschaft Nord	Referat 47 Strahlenschutzlabor Südbayern	Referat 57 Gewässerökologie
		Referat 28 Schallmessungen, Erschütterungen, Mobilfunk	Referat 38 Zentrale Stelle Abfallüberwachung (ZSA)	Referat 48 Messstelle für Radio- toxikologie und Strahlenschutzlabor Nordbayern	
	Referat 29 Immissionsschutz Nordbayern				

<b>Abteilung 6</b> Wasserbau, Hochwasserschutz, Gewässerschutz	<b>Abteilung 7</b> Zentrale Analytik, Stoffbewertung	<b>Abteilung 8</b> Klimawandel, Wasserrahmenricht- linie, Gewässer- kundlicher Dienst	<b>Abteilung 9</b> Grundwasserschutz, Wasserversorgung, Altlasten	<b>Abteilung 10</b> Geologischer Dienst, Wirtschafts- geologie, Bodenschutz	<b>Abteilung Z</b> Zentrale Aufgaben, Dienstleistungen
Referat 61 Hochwasserschutz und alpine Natur- gefahren	Referat 71 Laborleitstelle »Umwelt«	Referat 81 Klimawandel, Klimafolgen und Wasserhaushalt	Referat 91 Grundwasser- beschaffenheit, Koordination Grundwasser	Referat 101 Landesaufnahme Geologie und Boden Nord	Umsetzung V21
Referat 62 Wasserbautechnik, Anlagen an Gewässern	Referat 72 Schwermetallanalytik	Referat 82 Umsetzung der EG- Wasserrahmen- richtlinie	Referat 92 Grundwasserschutz	Referat 102 Landesaufnahme Geologie und Boden Ost	Referat Z1 Organisation, innerer Dienstbe- trieb, Forschungs- koordination
Referat 63 Flussbauliche Grund- lagen, naturnaher Ausbau von Gewässern	Referat 73 Anorganische Basisanalytik	Referat 83 Hydrologie des Grundwassers	Referat 93 Grundwasserbewirt- schaftung, Trinkwasserschutz	Referat 103 Landesaufnahme Geologie und Boden Süd	Referat Z2 Liegenschafts-, Gebäude- und Fuhrparkmanage- ment
Referat 64 Lawinenschutz, Lawinenwarndienst	Referat 74 Organische Analytik	Referat 84 Qualität der Seen	Referat 94 Wasserversorgungs- anlagen, Wasserauf- bereitung	Referat 104 Hydrogeologie	Referat Z3 Personalmanage- ment, Aus- und Fortbildung
Referat 65 Schutz und Bewirt- schaftung oberirdi- scher Gewässer	Referat 75 Spezielle Analytik für Umweltüber- wachung	Referat 85 Qualität der Fließgewässer	Referat 95 Altlasten, schäd- liche Bodenver- änderungen	Referat 105 Angewandte Geologie Nord	Referat Z4 Haushaltsmanage- ment, Vergabe- und Vertragswesen
Referat 66 Siedlungs- entwässerung	Referat 76 Stoff- und Chemikalien- bewertung	Referat 86 Oberirdische Gewässer, Monitoring quantitativ		Referat 106 Angewandte Geologie Süd	Referat Z5 IuK – Technik und Betrieb
Referat 67 Kommunale und häusliche Abwasser- behandlung	Referat 77 Biotestverfahren, mikrobielle Ökologie	Referat 87 Gebietshydrologie, Hochwasservorher- sage Main		Referat 107 Tieferer Untergrund, Geothermie, Geophysik	Referat Z6 IuK – Zentrale Informations- systeme und Geo- dateninfrastruktur
Referat 68 Gewässerschutz bei industriellen und gewerblichen Anlagen	Referat 78 Aquatische Toxikologie, Pathologie	Referat 88 Hochwassernach- richtenzentrale, Hochwasservorher- sage Donau und Inn		Referat 108 Vorsorgender Bodenschutz, Bodenmonitoring	Referat Z7 IuK – Anwendungs- entwicklung
				Referat 109 Boden- und Gesteinsanalytik	Referat Z8 Rechenzentrum für den Geschäfts- bereich

## Adressen

---

Bayerisches Landesamt für  
Umwelt (LfU)  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg

Telefon (08 21) 90 71 - 0  
Telefax (08 21) 90 71 - 55 56  
Internet: [www.lfu.bayern.de](http://www.lfu.bayern.de)

## Dienststellen

- Dienststelle Hof  
Hans-Högn-Straße 12  
95030 Hof  
Telefon (0 92 81) 18 00 - 0  
Telefax (0 92 81) 18 00 - 45 19
- Dienststelle Garmisch-Partenkirchen  
Staatliche Vogelschutzwarte  
Gsteigstraße 43  
82467 Garmisch-Partenkirchen  
Telefon (0 88 21) 23 30  
Telefax (0 88 21) 23 92
- Dienststelle Kulmbach  
Schloss Steinenhausen  
95326 Kulmbach  
Telefon (0 92 21) 6 04 - 0  
Telefax (0 92 21) 6 04 - 59 00
- Dienststelle Marktredwitz  
Leopoldstraße 30  
95615 Marktredwitz  
Telefon (0 92 31) 9 51 - 0  
Telefax (0 92 31) 9 51 - 102
- Dienststelle Wielenbach  
Demollstraße 31  
82407 Wielenbach  
Telefon (08 81) 1 85 - 0  
Telefax (08 81) 4 13 18

