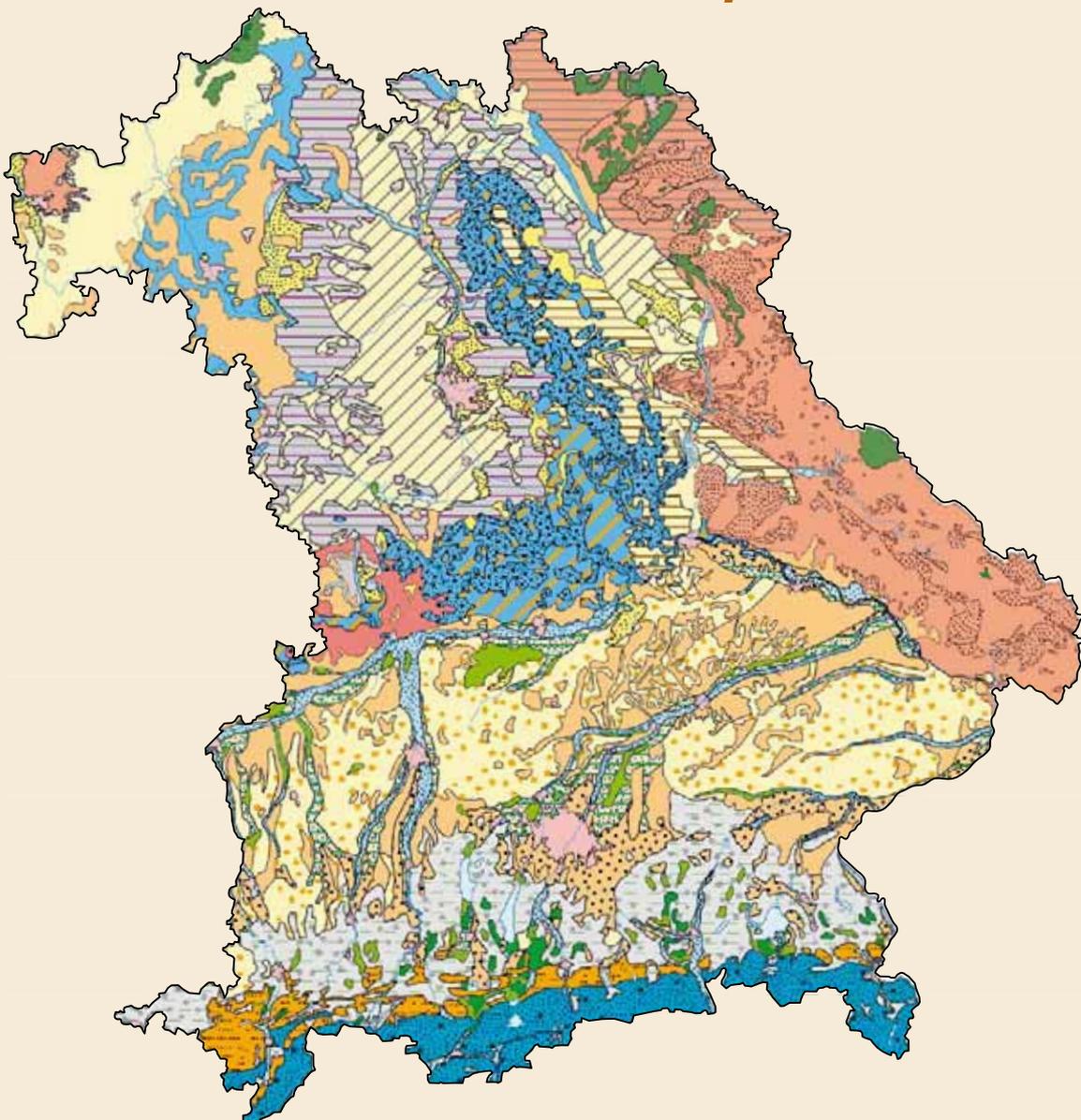




# Bodenschutzprogramm

## Bayern 2006

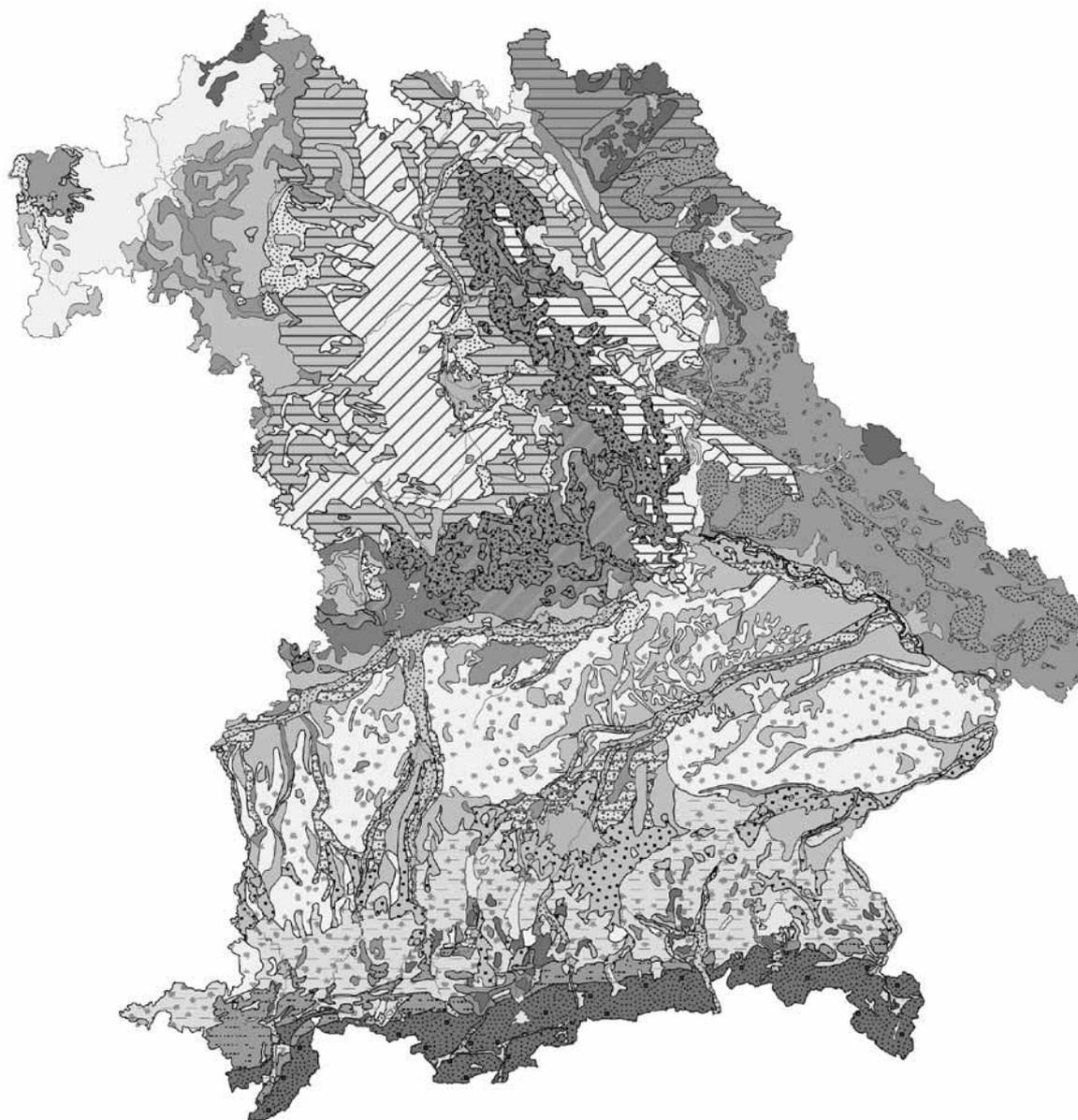




# Bodenschutzprogramm

---

Bayern 2006



# Inhalt

Vorwort	.....	3
1 Einleitung	.....	4
2 Grundlagen des Bodenschutzes	.....	5
2.1 EU-Aktivitäten zum Bodenschutz	.....	5
2.2 Gesetzliche Grundlagen	.....	6
2.3 Geowissenschaftliche Grundlagen	.....	7
3 Instrumente für den vorsorgenden Bodenschutz	.....	12
3.1 Geoarchive, Sammlungen	.....	12
3.2 Bodeninformationssystem Bayern	.....	13
3.3 Hintergrundwerte in Böden	.....	14
3.4 Bodenmonitoring	.....	15
3.5 Bodenbewertung	.....	17
4 Nutzung des Bodens	.....	20
4.1 Land- und forstwirtschaftliche Bodennutzung	.....	20
4.2 Inanspruchnahme von Böden	.....	20
4.3 Abfallverwertung in und auf Böden	.....	23
4.4 Nutzung mineralischer Rohstoffe	.....	26
4.5 Nutzung des Bodens als Energiequelle	.....	26
5 Belastungen von Böden	.....	28
5.1 Stoffliche Bodenbelastungen	.....	28
5.2 Nicht-stoffliche Bodenbelastungen	.....	32
6 Altlasten und schädliche Bodenveränderungen, Flächenrecycling	.....	35
7 Forschung, grenzübergreifende Zusammenarbeit	.....	37
7.1 Forschung	.....	37
7.2 Grenzüberschreitende Zusammenarbeit	.....	38
8. Bodenbewusstsein		39
Impressum	.....	41
Legende	.....	42

## Vorwort

Bodenschutz spielt in Bayern schon immer eine zentrale Rolle. Bereits 1991 hatte Bayern als eines der ersten Länder ein Bodenschutzprogramm vorgelegt und damit einen wichtigen Beitrag für eine nachhaltige Nutzung und zu einem umfassenden Schutz von Böden in Bayern geleistet. Bayern hat schon früh erkannt, dass Böden sehr empfindliche Bestandteile der Natur sind, vielfältige Funktionen erfüllen und für Menschen, Tiere und Pflanzen eine essenzielle Lebensgrundlage darstellen und daher eines besonderen Schutzes bedürfen. Zentraler Ansatz der Bodenschutzpolitik in Bayern ist der Vorsorgegedanke, denn die Wiederherstellung geschädigten oder zerstörten Bodens ist ungleich aufwändiger als ein rechtzeitiger Schutz.

In dem vorliegenden Bodenschutzprogramm werden die wesentlichen Ziele und Maßnahmen des Bodenschutzes in den jeweiligen Themenbereichen aufgelistet und für Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und die interessierte Öffentlichkeit transparent gemacht. Das Programm stellt insbesondere auf die Ermittlung fachlicher Grundlagen, auf die Anwendung von Vorsorgeinstrumenten, auf die schonende Nutzung der Böden, auf die Minimierung von Bodenbelastungen und des Verlusts von Böden, auf die anwendungsorientierte Forschung sowie auf eine nationale und internationale Zusammenarbeit im Bodenschutz ab.

Böden sind zudem sehr komplexe Umweltmedien, mit Schnittstellen zu den Kompartimenten Wasser, Luft und Biosphäre. Bodenschutz ist deshalb immer auch eine Querschnittsaufgabe und erfordert eine intensive Zusammenarbeit mit anderen Fachbereichen. Dieses Programm soll daher auch zum fachlichen Dialog sowie zur engen Kooperation zwischen allen Personen und Institutionen beitragen, die eine nachhaltiger Nutzung unserer Existenzgrundlage anstreben.

Dr. Werner Schnappauf, MdL  
Bayerischer Staatsminister für  
Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'W. Schnappauf'.

Dr. Otmar Bernhard, MdL  
Staatssekretär



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'O. Bernhard'.

# 1 Einleitung

Bodenschutz ist ein wichtiger Bestandteil der bayerischen Umweltpolitik. Mit der Aufnahme auch des Bodens als Schutzgut in Art. 141 Abs. 1 der Verfassung hat Bayern bereits im Jahr 1984 einen richtungsweisenden Schritt gemacht.

Böden entstehen in geologischen Zeiträumen, sie können aber in nur wenigen Augenblicken verunreinigt, zerstört oder abgetragen werden. Dann sind Böden nicht oder nur noch unvollständig in der Lage, ihre vielfältigen Funktionen wahrzunehmen, eine Wiederherstellung ist entweder gar nicht oder nur mit hohem finanziellen und technischen Aufwand möglich. Böden stehen in vielfältigen Wechselwirkungen mit Atmosphäre, Hydrosphäre, Flora und Fauna und erfüllen sehr unterschiedliche Funktionen als

- Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere und Pflanzen,
- Produktionsgrundlage für die Erzeugung von Nahrungs- und Futtermitteln,
- wesentlicher Teil der Stoffkreisläufe,
- Filter und Puffer für Stoffe,
- Wasserspeicher,
- Standort für Siedlung und Verkehr
- Rohstofflieferant für industrielle Produktion und Energieversorgung,
- Archiv der Natur- und Kulturgeschichte.

Boden im Sinne des Bundesbodenschutzgesetzes (BBodSchG) ist die oberste Schicht der Erdkruste, soweit sie Träger der o. g. Bodenfunktionen ist. Böden umfassen damit nicht nur die eigentlichen Böden, sondern auch Ausgangsmaterialien der Bodenbildung, d. h. den mineralischen Untergrund. Böden sind in ihrer Funktionsfähigkeit zu erhalten und gleichzeitig ist ihre Nutzung durch den Menschen zu ermöglichen. Bodenschutz betrifft eine Vielzahl unterschiedlicher Fachbereiche und ist daher Querschnitts- und Koordinierungsaufgabe. Zentrale Schutzziele bayerischer Umweltpolitik sind, die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts zu erhalten oder wiederherzustellen, die natürlichen Ressourcen zu schonen und gegen nachteilige Veränderungen Vorsorge zu treffen. Ohne Böden ist ein Leben auf der Erde nicht denkbar, sie müssen daher auch künftigen Generationen dauerhaft erhalten bleiben. Dem Vorsorgegedanken kommt beim Bodenschutz eine

besonders große Bedeutung zu. Die bayerische Bodenschutzpolitik zielt insbesondere darauf ab,

- Böden und ihre Eigenschaften flächendeckend zu erfassen und Veränderungen langfristig zu beobachten,
- Böden gesund und produktiv zu erhalten,
- Stoffeinträge, Erosion und Strukturveränderungen zu vermeiden oder zu vermindern,
- Flächeninanspruchnahme zu minimieren und Nutzungen durch Siedlung und Verkehr flächenschonend zu gestalten,
- Schäden bei der Nutzung des tieferen Untergrundes zu vermeiden,
- Bodenschätze flächenschonend abzubauen bzw. unter Ausnutzung von Ersatzstoffen und Wiedergewinnungsmöglichkeiten sparsam zu verwenden.

Dem Beschluss des Bayerischen Landtages vom 14.12.1989 entsprechend, hat die Staatsregierung ein Bodenschutzprogramm ausgearbeitet und am 16.07.1991 verabschiedet. Damit war Bayern eines der ersten Länder in Deutschland mit einem Bodenschutzprogramm. Wesentliche Aussagen zum Boden- und Flächenschutz machte Staatsminister Dr. Schnappauf am 10.05.2001 in seinem Bericht im Bayerischen Landtag, der aufgrund eines Landtagsbeschlusses vom 04.04.2001 zum Flächenrecycling erfolgte. Die Interpellation der GRÜNEN vom 21.02.2001 zum Bodenschutz in Bayern wurde von der Staatsregierung am 22.10.2001 (LT-Drs. 14/7731) ausführlich beantwortet und stellte das Thema erstmals nach Inkraft-Treten der Bodenschutzgesetzgebung in Bund und Land 1999 auch in einen neuen juristischen Zusammenhang.

Mit dem vorliegenden Bodenschutzprogramm Bayern 2006, das am 13.09.2006 vom Kabinett gebilligt wurde, stellt die bayerische Staatsregierung die aktuelle Situation dar, legt die Ziele zum Schutz der Böden fest und versieht sie mit Maßnahmen, die vordringlich in den nächsten Jahren zu ergreifen sind. Die Umsetzung aller im Bodenschutzprogramm 2006 dargestellten Ziele und Maßnahmen der Staatsregierung erfolgt nur nach Maßgabe der verfügbaren Stellen und Haushaltsmittel des Freistaates Bayern und darf auch die haushaltsgesetzlich verankerten Ziele des Stellenabbaus nicht beeinträchtigen.

## 2 Grundlagen des Bodenschutzes

### 2.1 EU-Aktivitäten zum Bodenschutz

Größere Bedeutung auf europäischer Ebene hat der Bodenschutz seit dem 6. Umweltaktionsprogramm der EU von 2001 erhalten, wonach sieben umfassende thematische Strategien zu erstellen sind. Für den Bodenschutz ist dabei vor allem die geplante Europäische Bodenschutzstrategie maßgeblich, daneben sind, insbesondere im Hinblick auf die Flächeninanspruchnahme, die Strategie für die städtische Umwelt und die Strategie für die nach-haltige Nutzung der natürlichen Ressourcen relevant.

Zielsetzung der geplanten Europäischen Bodenschutzstrategie ist es, die vielfältigen Funktionen von Böden und ihre Bedeutung für die Entwicklung politischer Maßnahmen, wichtige Ursachen für die Gefährdung von Böden, den Umfang und die Qualität der in der EU vorhandenen Informationen und die Instrumente des Bodenschutzes darzustellen. Zunächst hat die Kommission im Jahr 2002 die Mitteilung „Hin zu einer spezifischen Bodenschutzstrategie“ an den Rat, das Europäische Parlament, den Wirtschafts- und Sozialausschuss sowie den Ausschuss der Regionen erlassen. In einer beratenden Expertenkommission (advisory forum) und fünf Arbeitsgruppen (technical working-groups) Kontamination, Monitoring, Organische Substanz, Erosion und Forschung wurden die fachlichen Grundlagen zum Schutz der Böden zusammengetragen und mit dem Ziel diskutiert, die vorgeschlagenen Maßnahmen unter Rückgriff auf bereits bestehende EU-Richtlinien und Verordnungen zu verbessern. Dazu erwägt die EU auch die Vorlage einer Rahmenrichtlinie.

Bayern hat sich stets gegen eine europaweite Richtlinie ausgesprochen, da sie mit den Zielen der Deregulierung auch auf europäischer Ebene nicht vereinbar ist. Bayern ist auch der Auffassung, dass die Bodenschutzstrategie flexibel auszugestalten ist und bereits bestehende Bodenschutzkonzepte zu berücksichtigen sind. Daher ist ein Freiraum erforderlich, Bodenschutzziele und die zu deren Umsetzung notwendigen Maßnahmen und Aktivitäten selbst festzulegen. Keinesfalls darf die Strategie mit zusätzlichem Verwaltungsaufwand und überbordenden Berichts- und Kartierungspflichten einhergehen.

Zur Darstellung der bayerischen Position fand am 29.04.2004 ein rege besuchter Workshop zur Europäischen Bodenschutzstrategie in der Bayerischen Vertretung in Brüssel statt, in dem der Freistaat seine Aktivitäten im Bodenschutz und seine Positionen vorgetragen und mit EU-

Vertretern und Vertretern anderer Bundesländer diskutiert hat. Gemeinsam mit Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen hat Bayern am 13.06.2005 seine Position zur Verwertung von Klärschlamm auf Böden in der Bayerischen Vertretung in Brüssel dargelegt.

#### Ziele und Maßnahmen

- Bayern lehnt eine Rahmenrichtlinie analog der Regelungen im Bereich Wasser, Hochwasser, Feinstaub, FFH ab. Bayern wird weiterhin seine Positionen über die bayerische Vertretung in Brüssel und die Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) sowie in Gesprächen mit Vertretern der Kommission aktiv einbringen.
- Die geplante EU-Bodenschutzstrategie soll nach Auffassung Bayerns nicht zu einer Verschlechterung der bayerischen bzw. der bundesdeutschen Standards führen. Ein wichtiges Ziel ist die Anwendung einheitlicher Definitionen, Methoden und Vorgehensweisen bei der Entnahme und Analyse von Böden, die Anwendung einheitlicher Grundsätze und Maßstäbe bei der Abwehr von Gefahren und bei der Sanierung von Altlasten und schädlichen Bodenveränderungen.
- Ein weiteres Ziel ist auch die Integration anderer wichtiger, aber bisher nicht in ausreichendem Umfang berücksichtigter Themen in die geplante Bodenschutzstrategie. Bayern hat daher vorgeschlagen, die Themen Versauerung und Eutrophierung zu integrieren.
- Bayern befürwortet einen Ausstieg aus der Verwertung von Klärschlamm auf landwirtschaftlich genutzten Flächen und setzt sich für eine Verwertung schadstoffarmer/-freier Bioabfälle auf landwirtschaftlichen Nutzflächen ein.
- Bayern wird in Foren, Workshops und Tagungen aktuelle Entwicklungen, Anforderungen und ggf. Vorgaben der EU aktiv nach innen und außen kommunizieren. So hatten die Marktredwitzer Bodenschutztagung 2006 die geplante EU-Bodenschutzstrategie und die weiteren Entwicklungen im Bodenschutz auf europäischer Ebene zum Thema.
- Bayern beabsichtigt außerdem, Konzepte und Vorschläge zum Bodenmonitoring, ggf.

gemeinsam mit einem weiteren EU-Land, in einem Workshop zu diskutieren.

- Bayern wird seine Anstrengungen zur Umsetzung des Bodenschutzprotokolls der Alpenkonvention verstärken und am Aufbau eines fachlichen Netzwerkes zur Stärkung der Zusammenarbeit und Harmonisierung der Vorgehensweisen mitwirken.
- Bayern unterstützt in Fragen des Bodenschutzes die IUK-Strategie der EU. So wurde das Europäische Informationssystem für Boden und Grundwasser (EUGRIS = European Groundwater and Contaminated Land Information System) erst kürzlich der Öffentlichkeit im Internet zur Verfügung gestellt.

## 2.2 Gesetzliche Grundlagen

Seit dem 01.03.1999 ist das Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) in Kraft, das den Boden als elementaren Bestandteil des Ökosystems und drittes wichtiges Umweltmedium - neben Wasser und Luft - nunmehr ausdrücklich und umfassend schützt. Mit dem BBodSchG werden vorsorgender und nachsorgender Bodenschutz verzahnt und Pflichten zur Vorsorge gegen schädliche Bodenveränderungen und zur Sanierung von Boden und Altlasten sowie hierdurch verursachter Gewässerunreinigungen geschaffen.

Von großer Bedeutung für den Vollzug ist die am 17.07.1999 in Kraft getretene Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV). Sie konkretisiert die Anforderungen an den Bodenschutz und die Altlastenbehandlung, insbesondere mit ihren Maßnahmen-, Prüf- und Vorsorgewerten für Schadstoffe, und stellt dadurch den bundeseinheitlichen Vollzug des Bodenschutzrechts sicher.

Bayern hat mit dem Bayerischen Bodenschutzgesetz (BayBodSchG) zeitgleich zum Bundesgesetz die landesrechtliche Grundlage für den Vollzug geschaffen. Das BayBodSchG bestimmt als Bodenschutzbehörden die Kreisverwaltungsbehörden (KVB), mit fachlicher Unterstützung v.a. durch die Wasserwirtschaftsämter (WWA), des Landesamts für Umwelt (LfU), der Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) sowie der Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF). Es enthält auch die rechtlichen Grundlagen für die Führung

- eines landesweiten Katasters, das einen Überblick über den Stand der Behandlung von Altlasten und gravierenden schädlichen Bodenveränderungen in Bayern vermittelt sowie
- eines zentralen Bodeninformationssystems (BIS Bayern), in dem die geowissenschaftlichen

Grundlagen ressortübergreifend für eine nachhaltige Sicherung der Bodenfunktionen gesammelt, aufbereitet und bereit gestellt werden.

Mit der am 31.07.2000 veröffentlichten Verwaltungsvorschrift zum Vollzug des Bodenschutz- und Altlastenrechts in Bayern (BayBodSchVwV) wurden die neuen gesetzlichen Anforderungen für den Alltag des behördlichen Vollzugs umgesetzt.

Anforderungen an Sachverständige und an Untersuchungsstellen, die Aufgaben nach dem Bodenschutzrecht wahrnehmen, hat Bayern in der „Verordnung über Sachverständige und Untersuchungsstellen für den Bodenschutz und die Altlastenbehandlung in Bayern“ (VSU Boden und Altlasten) am 03.12.2001 festgelegt. Damit wurden die materiellen Standards umgesetzt, die auf Bundesländer-Ebene in den vorhergehenden Jahren erarbeitet worden sind. Die Geltungsdauer der VSU Boden und Altlasten ist vorerst bis zum 31.12.2006 befristet.

### Ziele und Maßnahmen

- Die BBodSchV ist auf Grundlage der inzwischen gewonnenen Erfahrungen im Vollzug und entsprechend dem aktuellen Stand in Wissenschaft und Technik zügig anzupassen und weiterzuentwickeln. Bayern strebt insbesondere die Aufnahme von Prüf- und Maßnahmewerten für weitere praxisrelevante Stoffe an.
- Die Harmonisierung der den Boden betreffenden Werteregeln ist fortzusetzen. So ist beispielsweise die Harmonisierung der Technischen Regeln der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) sowie der Geringfügigkeitsschwellen für das Grundwasser mit den Vorsorgeanforderungen der BBodSchV noch nicht gelungen.
- Die Qualität der Aufgabenerfüllung durch private Sachverständige und Untersuchungsstellen im Bodenschutz muss auch künftig sichergestellt werden. Die Anforderungen der VSU Boden und Altlasten sind daher weiterhin einzuhalten und von einer unabhängigen Stelle zu überprüfen. Die Verlängerung der Geltungsdauer der VSU Boden und Altlasten über den 31.12.2006 hinaus unter Berücksichtigung der fortschreitenden Vereinheitlichung des privaten Akkreditierungswesens in Deutschland wird daher angestrebt.
- Zur weiteren Verbesserung der Zusammenarbeit der in Fragen des Bodenschutzes betrof-

fenen Ressorts soll eine interministerielle Arbeitsgruppe eingerichtet werden.

## 2.3 Geowissenschaftliche Grundlagen

Bayern verfolgt seit 1996 den Weg der flächen-deckenden, ganzheitlichen geowissenschaftlichen Landesaufnahme mit der zugehörigen Erfassung und der Auswertung von Daten und Informationen. Bei diesem umfassenden Ansatz erfolgt die parallele geologische, bodenkundliche, hydrogeologische und rohstoffkundliche Bearbeitung einer größeren politischen Region - in der Regel einer Planungsregion - durch die verschiedenen Fachrichtungen des Geologischen Dienstes am Landesamtes für Umwelt (LfU) in einem überschaubaren Zeitraum von ca. 4 bis 5 Jahren. Diese Vorgehensweise, die in dieser Form erstmals bei der geowissenschaftlichen Landesaufnahme der Planungsregion Ingolstadt in den Jahren 1996 – 2002 erfolgreich erprobt wurde, führt zu Synergieeffekten beim Einsatz von Mitteln und Personal sowie zu einer stärker fachübergreifenden Betrachtung mit positiven Auswirkungen auf die Qualität der Arbeitsergebnisse. Als Produkte entstehen geologische, bodenkundliche und rohstoffgeologische Karten in den Blattschnitten der Topographischen Karte 1 : 25 000, hydrogeologische Karten im Maßstab 1 : 50 000 sowie für alle Fachrichtungen flächendeckende Übersichtskarten im Maßstab 1 : 100 000 mit Erläuterungen, die durch geophysikalische, geochemische oder ingenieurgeologische Fachbeiträge ergänzt werden. Die Karten und Daten werden für die Nutzer in Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft und sonstigen interessierten Stellen digital und gedruckt vorgehalten und sind über das Bodeninformationssystem Bayern (BIS) online zugänglich.

Diese Vorgehensweise wird seit 2001 konsequent für weitere Planungsregionen durch die bis 2006 genehmigten, mit Sondermitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz und der EU-Kommission finanzierten Vorhaben „Schaffung geologischer und hydrogeologischer Informationsgrundlagen“ sowie der im Auftrag des Landtags durchgeführten „Hydrogeologische Landesaufnahme Bayerns“ (Drs. 14/5166 vom 29.11.2000) verfolgt.

Durch die Bereitstellung der zusätzlichen Haushaltsmittel und Einbindung in die EU-Förderung sowie die intensive Zusammenarbeit mit anderen Behörden, Universitäten, Fachbüros und externen Spezialisten konnte die Bearbeitung deutlich beschleunigt werden, so dass bis Ende 2006 ca. 40 % Bayerns flächendeckend bearbeitet sein werden. Die Fortführung der Vorhaben

„Schaffung geologischer und hydrogeologischer Informationsgrundlagen“ und „Hydrogeologische Landesaufnahme Bayerns“ ist von der zukünftigen Bereitstellung entsprechender Haushaltsmittel bzw. EU-Fördermittel abhängig. Bei einem Mittel-einsatz in bisheriger Höhe über das Jahr 2006 hinaus werden bis 2015 für ganz Bayern nutzbare geologische Grundlagen im Maßstab 1 : 25 000 bzw. 1 : 50 000 zur Verfügung stehen. Flächen-deckende amtliche geologische, hydrogeologische, bodenkundliche und rohstoffgeologische Kartenwerke werden bei einem entsprechenden Mittel-einsatz bis 2025 abgeschlossen sein. Das Konzept der ganzheitlichen Landesaufnahme ist auf das Anforderungsprofil der Nutzer zugeschnitten und liefert auch der Wirtschaft wertvolle fachliche Grundlagen u. a. für die Rohstoffgewinnung und die Wasserversorgung. Die Wirtschaft ist daher auch im Hinblick auf das Kooperationsprinzip angemessen an den Kosten der geowissenschaftlichen Landesaufnahme zu beteiligen.

### 2.3.1 Bodenkundliche Landesaufnahme

Bis 1993 fand eine systematische punkt- und flächenhafte Bodeninventur im Rahmen des Bodenkatasters Bayern statt, bei der zuletzt entlang so genannter Toposequenzen (Abfolge von Bohrungen in definierten Landschaftsabschnitten) alle bodenkundlich relevanten Daten erhoben wurden. Für ca. jede dritte Bohrung innerhalb dieser Sequenzen liegen Bodenproben vor, die zeitnah auf relevante Stoffgehalte, u.a. auf ihren Schwermetallgehalt, untersucht wurden. Auf diese Weise konnten bis zu diesem Zeitpunkt für ca. 17% der Landesfläche amtliche bodenkundliche Karten im Maßstab 1 : 25 000 bzw. 1 : 50 000 erstellt werden. Ergänzende Informationen (Standortkarten) liegen für den überwiegenden Teil der Waldböden vor. Sie sind ein wichtiges Hilfsmittel für die nach dem Waldgesetz vorgeschriebene bodenschonende Bewirtschaftung der Waldböden.

Da die konventionelle Landesaufnahme im Flächenland Bayern noch etliche Jahrzehnte in Anspruch genommen hätte, Ergebnisse flächendeckender Erhebungen aber dringend benötigt werden, wurde eine Änderung der Konzeption vorgenommen. Die sog. Konzeptbodenkarte 1 : 25 000 (KBK 25) ist seit 1993 der Schwerpunkt der bodenkundlichen Landesaufnahme. Die KBK 25 wird aus vorhandenen Archivunterlagen mit unterschiedlicher bodenkundlicher Aussagekraft abgeleitet und durch bodenkundliche Aufnahmen im Gelände und Übersichtskartierungen ergänzt. In jüngerer Zeit wurden für diese Arbeiten auch Universitäten und Ingenieurbüros eingesetzt.

Da die Karten digital vorgehalten werden, können durch Verschneidungen jederzeit relativ einfach neue Daten eingearbeitet oder auch, wenn notwendig, die Punktdichte und damit der Informationsgehalt auf einzelnen Karten erhöht werden. Durch die Aggregation mehrerer KBK 25 entstehen bundesweit die Bodenübersichtskarten 1 : 200 000 (BÜK 200).

Bis Ende 2005 wurde mit der KBK 25 ca. die Hälfte der Landesfläche abgedeckt und diese Karten stehen digital zur Verfügung. Eingeschlossen sind hierbei die Ergebnisse, die für das Projekt „Geowissenschaftliche Landesaufnahme der Planungsregion 10 Ingolstadt“ erarbeitet wurden, bei der die geowissenschaftliche Landesaufnahme erstmals in einer Region konzentriert wurde. Weitere 15% der Landesfläche sind derzeit im Rahmen der landesweiten hydrogeologischen Landesaufnahme in Bearbeitung.

Von der BÜK 200 sind für Bayern die Teilblätter CC 7926 Augsburg, CC 7934 München und CC 7942 Passau veröffentlicht. Zu jeder dieser Übersichtskarten existiert eine Datenbank mit den wichtigsten Bodenparametern zu jeder Legendeinheit.

Die Aufnahme urbaner Böden wurde am Beispiel des 1 : 5 000 Teilblattes München-Allach erfolgreich getestet. In der neuesten Auflage der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA 5) sind daher auch die spezifischen Belange der Stadtböden berücksichtigt.

Bis Ende 2005 standen insgesamt ca. 24 000 Beschreibungen von Bodenprofilen und weitere 13 000 Aufzeichnungen von Kartierpunkten im BIS im Internet für Recherchen zur Verfügung.

### Ziele und Maßnahmen

- Die Geländeaufnahme der KBK 25 soll bis 2010 abgeschlossen werden. Die Einstellung der vektorisierten Datensätze ins BIS und damit die Bereitstellung für Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und interessierte Öffentlichkeit lief 2005 an und soll bis 2012 dauern. Verstärkt sollen hierfür auch die Ingenieure für den vorsorgenden Bodenschutz an den Wasserwirtschaftsämtern eingesetzt werden. Universitäten und Ingenieurbüros, die bei Auftragskartierungen im gleichen Stil wie der Geologische Dienst vorgehen, sollen ebenfalls mit Werkverträgen für die Kartierung eingesetzt werden. Diese bisher bereits erfolgreich praktizierte Zusammenarbeit wird fortgesetzt.
- Im Rahmen von Pilotvorhaben werden neue Methoden zur Beschleunigung der Kartierung für die Anwendung in Bayern getestet. Hier bieten sich u.a. digitale Bodenprognosen unter Verwendung von Datamingverfahren (z. B. neuronale Netze), sowie die Einbeziehung von Fernerkundungsmethoden (u.a. hyperspektrale Daten) an. Eine enge Zusammenarbeit mit Universitäten, dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und Ingenieurbüros wird dabei angestrebt. In einem ersten Schritt soll die Ermittlung des Humusgehalts von Böden über Fernerkundungsmethoden modellhaft getestet und auf ihre Umsetzbarkeit geprüft werden.
- Zukünftig ist davon auszugehen, dass durch die Einbeziehung des Schutzgutes Boden in den Planungsvollzug verstärkt projektbezogene Kartierungen im Planungsmaßstab notwendig sein werden. In diesem Zusammenhang soll auch der Stadtbodenkartierung wieder mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden, da gerade in urbanen Bereichen Bodeninformationen für die planerische Umweltvorsorge, Standortfindung sowie für den Schutz wertvoller Böden von besonderer Bedeutung sind. Hierzu soll das Beratungsangebot für Kommunen, Bauträger und Ingenieurbüros verbessert werden.
- Erhebungen, die im Rahmen von Baumaßnahmen oder anderen stadtplanerischen Maßnahmen erfolgen, sollen gebündelt in das BIS eingehen. Hierfür sollen die Ingenieure für den vorsorgenden Bodenschutz an den Wasserwirtschaftsämtern verstärkt eingesetzt werden.
- Für landwirtschaftlich genutzte Böden stehen mit der Bodenschätzung wertvolle bodenkundliche Daten zur Verfügung. Ziel ist es, insbesondere die bei der Finanzverwaltung und der Vermessungsverwaltung vorliegenden amtlichen Daten der Grablochbeschreibungen und Bodenschätzungskarten digital und strukturiert zu erfassen und sie besser als Planungsinstrument nutzbar zu machen. Entsprechende Daten werden insbesondere auch von der Landwirtschaftsverwaltung zur Umsetzung der EU-Cross-Compliance-Bestimmungen dringend benötigt.
- Kartierlücken der forstlichen Standortkarten sind zu schließen. Die Inhalte der Standortkarten sind den Erfordernissen des Bodenschutzes anzupassen.
- Die Arbeiten an der Bodenübersichtskarte 1 : 200 000 (BÜK 200) sollen sukzessive fortgesetzt werden. Die derzeit in Bearbeitung befind-

lichen Teilblätter CC 8718 Konstanz (bayerischer Anteil), CC 7134 Regensburg und CC 8742 Bad Reichenhall (bayerischer Anteil) sollen bis 2007 abgeschlossen werden. Für die übrigen Teilblätter erfolgt die Aggregation aus der KBK 25 jeweils nach deren Fertigstellung. Mit der Fertigstellung der BÜK200 für ganz Bayern durch die BGR ist bis 2025 zu rechnen.

- Gleichzeitig mit der Geländeaufnahme soll der Aufbau von sog. Flächendatenbanken vorangetrieben werden. Dazu müssen jeder Legendeinheit Referenzprofile aus dem Datenbestand des LfU zugewiesen oder ggf. neu angelegt und analysiert werden.
- Die Datenübertragung von Punktdaten aus den Altarchiven in das BIS soll ein weiterer Schwerpunkt der bodenkundlichen Landesaufnahme sein. Geplant ist die vollständige Nutzbarmachung aller bislang nur analog vorliegenden bodenkundlichen Punktdaten bis 2012.
- Auch für den Flächenstaat Bayern muss es wie für andere Bundesländer Ziel sein, flächendeckende standortkundliche Bodenkarten im Maßstab 1 : 50 000 zur Verfügung zu haben. Nach Abschluss der Konzeptbodenkartierung werden daher die Arbeiten an diesen Kartenwerken wieder intensiviert. Diese bodenkundliche Kartierungen sollen sich zukünftig an Planungsregionen orientieren und dabei zunächst besonders auf Ballungsräume abzielen.
- Neben der Fertigstellung von Bodenkarten in unterschiedlichen Maßstabsebenen steht die Weiterentwicklung von „Bodenschutzkarten“ im Vordergrund. Insbesondere sollen Daten über die Gefährdung von Boden und Grundwasser im Hinblick auf stoffliche und nicht-stoffliche Bodenbelastungen wissenschaftlich aufbereitet und in Karten im Maßstab 1 : 25 000 dargestellt werden. Dabei arbeiten die Fachbehörden in den Bereichen Umwelt, Landwirtschaft und Forsten eng zusammen.

### 2.3.2 Geologische Landesaufnahme

Mit Beginn des Jahres 2006 waren nahezu 75 % der zu bearbeitenden Landesfläche durch gedruckte sowie derzeit in Ausarbeitung befindliche, geologische Karten im Maßstab 1 : 25 000 erfasst (548 Kartenblätter). Dazu kommen noch einzelne Sonderkarten kleineren Maßstabs. Die Karten werden für die Nutzer digital und gedruckt vorgehalten und sind über das BIS online zugänglich. Der größte Teil der Kartierarbeiten steht

heute im Zeichen der fachübergreifend durchzuführenden Projekte der Landesaufnahme. Im Rahmen dieser Vorhaben wird die Zusammenarbeit mit Universitätsinstituten sowie selbstständigen Geologen verstärkt und so das dort vorhandene Fachwissen für die geologische Landesaufnahme genutzt.

Unter Einbeziehung spezieller Untersuchungen werden auf dieses Kartenwerk aufbauend dann weitere Themenkarten z. B. der Bodenkunde, Hydrogeologie oder Rohstoffgeologie entwickelt. Dabei kommen zunehmend DV-gestützte Methoden im Gelände bei der Datenerhebung sowie bei der folgenden Auswertung der Daten bis hin zu digitaler Luftbilddauswertung und 3D-Modellierungen zur Anwendung.

### Ziele und Maßnahmen

- Bis 2015 sollen für ganz Bayern nutzbare geologische Grundlagen im Maßstab 1 : 25 000 fertig gestellt sein und im Internet zur Verfügung stehen. Ein flächendeckendes, amtliches, geowissenschaftliches, d. h. geologisches, hydrogeologisches und bodenkundliches Kartenwerk Bayerns soll bis 2025 erstellt werden.
- Die EDV-gestützten Methoden zur Datenerhebung im Gelände und zum Import in das Bodeninformationssystem werden weiterentwickelt.
- Die Erstellung von rechnergestützten geologischen 3D-Modellierungen als Grundlage für nachfolgende angewandte Fragestellungen aus den Bohrungs- und Flächendaten wird verstärkt.

### 2.3.3 Hydrogeologische Landesaufnahme

Die hydrogeologische Landesaufnahme erfolgt im Detailmaßstab 1 : 50 000 sowie im Übersichtsmaßstab 1 : 100 000 für ganze Planungsregionen. Das Konzept wurde in dieser Form erstmals für die Planungsregion Ingolstadt umgesetzt, wo fünf Blätter der Hydrogeologischen Karte von Bayern 1 : 50 000 (HK50) und eine Inselkarte der Hydrogeologischen Karte von Bayern 1 : 100 000 (HK100) für die Planungsregion vorliegen.

Im Rahmen der laufenden Projekte werden bis Ende 2006 47 Kartenblätter der HK50 bearbeitet, wobei insgesamt fünf Planungsregionen (4, 5, 6, 12 und 13) flächendeckend bearbeitet und im Maßstab 1 : 100 000 auch als Inselkarten für die Regionen gedruckt werden sollen. Von der

Planungsregion 11 ist der Ostteil in Bearbeitung, zwei weitere Planungsregionen (3 und 18) mit insgesamt 20 HK50 befinden sich in Vorbereitung (Schwerpunktbearbeitung ab 2007). Aus älteren Projekten resultieren weitere vier analoge und fünf digitale Kartenblätter HK50.

Die wesentlichen Produkte der hydrogeologischen Landesaufnahme im Maßstab 1 : 50 000 sind die mit modernsten Methoden (GIS, Geostatistik, 3D-Untergroundmodellierung) erstellte hydro-geologische Grundkarte, die Karte der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung sowie Profiltafeln. Die Karten stehen sowohl analog für Plots als auch digital im BIS zur Verfügung. Die hydrogeologische Grundkarte beinhaltet die Darstellung der hydrogeologischen Klassifikation des Oberen Grundwasserleiters und der Deckschichten, Grundwassergleichen der Hauptgrundwasserstockwerke, Störungen und klassifizierte Darstellungen von Brunnen, Grundwassermessstellen und Quellen. Die Karte der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung stellt in fünf Klassen den potenziellen Schutz des oberen Hauptgrundwasserstockwerks vor Schadstoffeinträgen von der Oberfläche dar. Die Profiltafeln geben Informationen über den hydrogeologischen Stockwerksbau. Breiten Raum nimmt die Recherche nach Bohrungen, Brunnen, Grundwassermessstellen und Quellen sowie die Eingabe der Fachdaten in das BIS ein. Die effiziente Bereitstellung der Daten für die Fachanwender wird durch Übernahme in das BIS gewährleistet. Nach Abschluss einer Gebietsbearbeitung steht im BIS sowohl ein umfangreicher Fachdatenpool, der ständig weiter gepflegt wird, als auch ein umfassendes Kartenwerk zur Verfügung, wodurch auch der zunehmenden Nachfrage nach digitalen Daten z. B. für den Einsatz in numerischen Grundwassermodellen Rechnung getragen wird.

Die Ergebnisse der hydrogeologischen Landesaufnahme mit den Flächeninformationen (Karten der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung sowie hydrogeologische Klassifikation der Deckschichten und des Oberen Grundwasserleiters) und Punktdaten sind wichtige Grundlagen für die Anforderungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie nach einer weitergehenden Beschreibung bestimmter Grundwasserkörper sowie für den vorsorgenden und nachsorgenden Bodenschutz, z. B. bei der Raumplanung oder bei der Beurteilung von Altlasten.

#### Ziele und Maßnahmen

- Die regionenweise flächendeckende Bearbeitung der hydrogeologischen Karte von

Bayern wird weitergeführt. Bis 2015 sollen die Kartenblätter HK50 und HK100 für Bayern flächendeckend vorliegen.

- Die hydrochemische Basis- und Spurenstoffbe-  
probung und -analytik im Rahmen der Projekte  
und die Aktualisierung der Daten über hydro-  
chemische Hintergrundwerte in Grundwässern  
bei ausreichender neuer Datenlage wird fortge-  
führt.
- Gemäß den fortschreitenden Ergebnissen der  
Hydrogeologischen Landesaufnahme wird die  
Anpassung und Aktualisierung der hydrogeolo-  
gischen Raumgliederung Bayerns erfolgen.

#### 2.3.4 Rohstoffgeologische Landesaufnahme

Die flächenhafte Erfassung der Rohstoffe Bayerns und deren Darstellung in Form von Karten liegt landesweit im Maßstab 1 : 500 000 vor. Etwas detaillierter sind die Karten der oberflächennahen Rohstoffe 1 : 200 000 (KOR200), die in Zusammen-  
arbeit mit der Bundesanstalt für Geowissen-  
schaften und Rohstoffe (BGR) erstellt werden. Von  
den für Bayern relevanten zwölf Blättern sind  
mittlerweile sechs fertig gestellt und zwei aktuell  
in Bearbeitung. Der gegebene Maßstab genügt  
den Anforderungen an ein bundesweites  
Kartenwerk, das zur Erarbeitung überregionaler  
Aussagen herangezogen werden kann.

Für Betrachtungen auf Landesebene ist ein diffe-  
renzierteres Bild der Rohstoffverbreitung  
notwendig. Daher wurde im Zuge der ganzheit-  
lichen geowissenschaftlichen Bearbeitung der  
Planungsregion Ingolstadt das Konzept einer  
Rohstoffgeologischen Karte 1 : 25 000 (RK25)  
ausgearbeitet und die Karten für diese Region  
danach erstellt.

Das Rohstoffprogramm „Rohstoffe in Bayern“ des  
StMWIVT (2002) gibt einen Statusbericht zur  
Gewinnung und Sicherung von Rohstoffen. Die  
Gewinnung von Rohstoffen soll sich an der  
Nachhaltigkeit orientieren und den Aspekten der  
Minimierung der Inanspruchnahme von Grund und  
Boden und des umweltverträglichen Umgangs mit  
Materialien Rechnung tragen.

#### Ziele und Maßnahmen

- Die Fertigstellung der noch ausstehenden  
Blätter der KOR200 bis Ende 2015 wird  
angestrebt.
- Die RK25 soll als flächendeckendes Kartenwerk

bayernweit bis Ende 2025 erstellt werden. Da hierzu ausreichende geowissenschaftliche Grundlagendaten Voraussetzung sind, erfolgt diese im Anschluss an die geologische Landesaufnahme.

### 2.3.5 Erfassung geowissenschaftlich schutzwürdiger Objekte

Geotope sind erdgeschichtliche Bildungen der unbelebten Natur, die Erkenntnisse über die Entwicklung der Erde und des Lebens vermitteln. Sie umfassen Aufschlüsse von Gesteinen, Böden, Mineralien und Fossilien sowie einzelne Naturschöpfungen und natürliche Landschaftsteile. Schutzwürdig sind diejenigen Geotope, die sich durch ihre besondere erdgeschichtliche Bedeutung, Seltenheit, Eigenart oder Schönheit auszeichnen. Für Wissenschaft, Forschung und Lehre sowie für Natur- und Heimatkunde sind sie Dokumente von besonderem Wert. Sie bedürfen insbesondere dann, wenn sie gefährdet sind und vergleichbare Geotope zum Ausgleich nicht zur Verfügung stehen, eines rechtlichen Schutzes. Das Ziel, die wichtigsten Dokumente der erdgeschichtlichen Entwicklung Bayerns zu erhalten, wurde 2003 auch in das LEP aufgenommen.

Erster Schritt zur Erreichung eines fachlich fundierten und ausgewogenen Geotopschutzes ist die Erfassung der relevanten Objekte. Das ehemalige GLA hat bereits 1985 begonnen, die „geowissenschaftlich schutzwürdigen Objekte“ Bayerns zu inventarisieren. Aus den Daten der Ersterfassung in Bayern ging nach 1996 der digitale Geotopkataster Bayern hervor, in dem bisher 2 700 Geotope katalogisiert und bewertet wurden. Dazu kommen Informationen über ca. 3 700 Höhlen, die von privaten Höhlenvereinen zur Verfügung gestellt wurden. Jährlich werden etwa 150 Geotope zur Neuaufnahme vorgeschlagen.

Zusammenfassende Ergebnisse der Geotopkartierarbeiten wurden seit 1993 in der Schriftenreihe „Erdwissenschaftliche Beiträge zum Naturschutz“ für die Regierungsbezirke Oberbayern, Oberfranken, Mittelfranken und Niederbayern veröffentlicht. Darin wurden auch die Aufgaben und Ziele des modernen Geotopschutzes allgemeinverständlich unter Berücksichtigung der regionalen Gegebenheiten dargestellt. Informationen über mehr als 2 000 Geotope in ganz Bayern stehen seit dem Jahr 2000 zusätzlich im Internet unter [www.geotope.bayern.de](http://www.geotope.bayern.de) der Öffentlichkeit zur Verfügung. In der Info-Broschüre BayernSchatz Natur des Umweltministeriums und der dazugehörigen Karte werden 97 ausgewählte Geotope publikumswirksam beschrieben.

Seit 2002 werden mit dem Programm „Bayerns 100 schönste Geotope“ besonders wichtige Geotope ausgewählt, durch ein entsprechendes Kommunikationskonzept bekannt und ihre Bedeutung der Öffentlichkeit bewusst gemacht. An diesen Geotopen wurden konkrete Pflegemaßnahmen veranlasst, um die Aussagekraft der Objekte zu verbessern oder Beeinträchtigungen zu minimieren. Bisher wurden 40 medienwirksame Gütesiegelverleihungen vorgenommen, dazugehörige Schautafeln enthüllt, gedruckte Kurzinformationen verteilt, lokale Betreuer als Paten gewonnen und das Projekt unter [www.geotope.bayern.de](http://www.geotope.bayern.de) im Internet aufbereitet.

### Ziele und Maßnahmen

- Der Geotopkataster Bayern wird vervollständigt und aktualisiert. Bis 2010 werden die bereits vorliegenden Neuaufnahmevorschläge bearbeitet sowie alle erfassten Geotope kontrolliert. Bis 2020 soll die flächendeckende Geotopkartierung von Bayern abgeschlossen werden.
- Bis 2020 soll der dauerhafte Bestand von 180 besonders wertvollen Geotopen sichergestellt werden. Zu diesem Zweck sind noch für 80 Objekte Schutzmaßnahmen nach dem Bayerischen Naturschutzgesetz erforderlich, soweit der Bestand nicht auf andere Weise sicherzustellen ist.
- Bis 2010 sollen die noch fehlenden Geotopbände für die Regierungsbezirke Oberpfalz, Schwaben und Unterfranken sowie die vollständig überarbeitete Neuauflage für Oberbayern erstellt werden.
- Bis 2010 sollen insgesamt 100 Geotope im Rahmen des Projekts „Bayerns schönste Geotope“ benannt sein. An 100 weiteren Geotopen sollen bis 2020 Pflegemaßnahmen zur Verdeutlichung bzw. Wiederherstellung des geowissenschaftlichen Schutzzweckes durchgeführt bzw. initiiert werden, wofür wiederum möglichst Paten dauerhaft zu gewinnen sind.
- Um die Bedeutung von Archivböden adäquat bewerten zu können, soll ein landesweiter Überblick über Böden mit einer bedeutenden Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte geschaffen werden.
- Die landesweite Erfassung und Dokumentation von Archivböden soll vorangetrieben werden, um für Planungsprozesse repräsentative Daten und Grundlagen bereitstellen zu können.

## 3. Instrumente für den vorsorgenden Bodenschutz

### 3.1 Geoarchive, Sammlungen

Durch die Archivierung von Böden und Gesteinen können Fragestellungen bearbeitet werden, die zum Zeitpunkt der Einlagerung noch unbekannt sind. Auch können zukünftig Techniken zur Analyse angewendet werden, die heute noch nicht zur Verfügung stehen. Beispiel für eine rückblickende Untersuchung sind Studien, wie sie im Zuge der „neuartigen Waldschäden“ zur Versauerung der Böden und den damit einhergehenden Stoffveränderungen erforderlich waren. Archive dienen auch als Anschauungs- und Lehrmaterial. Dadurch wird das Verständnis für Böden und Untergrund gefördert und das Bewusstsein für die Notwendigkeit eines vorsorgenden Bodenschutzes gestärkt. Darüber hinaus sind sie eine wichtige Grundlage für die Forschung.

Für eine umfangreiche Dokumentation früherer bis gegenwartsnaher Ist-Zustände der Böden im Bezug auf die natürlichen Bodenfunktionen und ihre stoffliche Ausstattung stehen mit der Bodenprobenbank ca. 60 000 Bodenproben zur Verfügung. Die ältesten Proben stammen aus dem Jahr 1953. Die Anforderungen an die Lagerqualität wurden dabei stets verbessert. Seit 1999 stehen auch tiefgekühlte Proben für Untersuchungen organischer Problemstoffe zur Verfügung. Wiederholt konnten aktuelle Fragestellungen an eingelagerten Proben geklärt werden, ohne dass aufwändige Probenahmen erforderlich wurden. Konservierte Bodenprofile finden sich in der Profilsammlung des LfU. Sie repräsentieren wichtige und typische Bodenformen in Bayern und verdeutlichen ihre Vielfalt und Heterogenität.

Rohstofflagerstätten sind die Grundlage für eine wichtige Nutzungsfunktion des Bodens. Rohstoffe sind einer der ältesten Beweggründe der Menschen, sich mit dem Aufbau des Untergrundes zu beschäftigen. Sie sind jedoch auch immer ein Abbild der zivilisatorischen Entwicklung. Welche Rohstoffe als wesentliche Grundlage des Lebensstandards benötigt oder aus anderen Gründen eine besondere Wertschätzung erfahren, ist im Laufe der Menschheitsentwicklung einem stetigen Wandel unterworfen. An stillgelegten Abbaustellen sind deren Rohstoffe aufgrund fehlender Förderanlagen meist nicht mehr kurzfristig verfügb- bzw. beprobbar. Es ist deshalb notwendig, ein repräsentatives Gesteins- und Rohstoffarchiv vorzuhalten, um auch in Zukunft zu fachbezogenen Fragen zeitnah Referenzmaterial zur Verfügung zu haben. Solche Fragestellungen haben nicht nur bergbau- oder kulturhistorischen Hintergrund (z. B. für Restaurierungsmaßnahmen), sondern können sich

aus aktuellen Anlässen der Rohstoffversorgung bzw.-sicherung ergeben (z. B. wenn für spezifische Anwendungen Rohstoffe mit definierten Qualitätsanforderungen gesucht werden).

Am LfU besteht eine umfangreiche Sammlung von Naturwerksteinen, die sukzessive erweitert wird und die zu ausgesuchten Gewinnungsstellen eine Fülle an Belegstücken vorhält. Zudem befindet sich dort ein Archiv, in dem Rückstellproben zu Material, das im Zuge der amtlichen Probenahme laut Bundesberggesetz (BBergG) entnommen wurde, aufbewahrt werden. Das LfU lässt zu vielerlei geowissenschaftlichen Fragestellungen, z. B. der geologischen Landesaufnahme, der Rohstoff- oder Grundwassererkundung, sowie der Geothermie regelmäßig Bohrungen abteufen. Je nach Fragestellung fallen hierbei Bohrproben unterschiedlicher Art an. Diese werden zunächst zur weiteren Bearbeitung in die amtseigenen Bohrprobenarchive gebracht, um sie dort zu dokumentieren, zu bearbeiten und für die relevante Analytik zu beproben. Die Bohrproben werden dort vorgehalten, bis die Bearbeitung auch von amtsexterner Seite als abgeschlossen bezeichnet werden kann. Ausgesuchte geologische und rohstoffkundliche Referenzprofile, insbesondere diejenigen von hohem wissenschaftlichem Stellenwert und deren Wiederbeschaffung mit einem sehr hohen Aufwand verbunden wäre, werden dann langfristig archiviert.

#### Ziele und Maßnahmen

- Die Sammlung der Rohstoffe Bayerns ist, ausgehend von der Naturwerksteinsammlung, sukzessive auf alle relevanten Rohstoffe auszuweiten (vor allem im Bereich der Industriemineralien sowie Steine und Erden-Rohstoffe).
- Alle Archive und Sammlungen, soweit entsprechende Daten digital vorliegen, sollen in das BIS eingestellt werden, um sie für externe und interne Nutzer leichter recherchierbar zu machen.
- Bereits bestehende Qualitätssicherungsmaßnahmen für eine langfristige Lagerung von Bodenproben für Zwecke des vorsorgenden Bodenschutzes sollen durch Vernetzung mit Qualitätssicherungsmaßnahmen der Umweltprobenbank des Bundes in Schmallenberg erweitert werden.

### 3.2 Bodeninformationssystem Bayern

Die Komplexität und Vielfalt von Böden bedingt eine entsprechende Informationsdichte. Für überregionale Planungen reichen kleinmaßstäbige und deshalb stark generalisierte geowissenschaftliche Karten aus. Für kleinräumige Entscheidungen sind jedoch großmaßstäbige Karten bis hin zu ausführlichen Einzelprofil-Beschreibungen erforderlich. Besonders gut eignen sich Kombinationen aus bodenkundlichen Aufschlüssen (Punktdaten) und Karten (Flächendaten) aus den verschiedenen geowissenschaftlichen Fachdisziplinen wie Bodenkunde, Geologie, Hydro- und Rohstoffgeologie.

Im Bedarfsfall müssen Daten rasch ermittelbar, qualitativ hochwertig, einfach und von behördlichen Öffnungszeiten unabhängig zur Verfügung stehen. Für den Bereich „Boden und tieferer Untergrund“ wurde deshalb das ehemalige GLA auf der Grundlage von Art. 7 BayBodSchG 1999 mit dem Aufbau des „Bodeninformationssystems Bayern“ (BIS) beauftragt.

Das BIS ist ein modernes informationstechnisches Instrument, um geowissenschaftliche Daten einem breiten Nutzerkreis „online“ über Internet und Bayerisches Behördennetz bereit zu stellen. Über das Behördennetz steht es allen öffentlichen Dienststellen Bayerns zur Verfügung. Dabei können Bedienstete mit Aufgaben im Bodenschutz im BIS enthaltene Informationen (Daten zu Geoobjekten, Raster- und Vektorkarten) auch exportieren und für den Vollzug der Bodenschutzgesetze außerhalb des BIS weiter verarbeiten. Zur Einhaltung der Datenschutzgesetze verpflichtet, wird nur Berechtigten die Nutzung personenbezogener Daten zweckgebunden gestattet (Zugangsprüfung). Über das Internet stehen alle datenschutzrechtlich unbedenklichen Informationen Wirtschaft, Wissenschaft und interessierten Bürgern zur Recherche im „GeoFachdatenAtlas“ des BIS zur Verfügung.

Die derzeit (September 2006) enthaltenen Daten umfassen Informationen zu über 186 000 Standorten (Geoobjekte, wie z. B. Bohrung, Quelle, Aufschluss, Grundwassermessstelle) und über 1 000 geowissenschaftlichen Karten (Geologische, Bodenkundliche, Hydro- und Rohstoffgeologische Raster- und Vektorkarten in den Maßstäben 1 : 1 Mio. bis 1 : 25 000). Alle Punkt- und Flächendaten (derzeit > 26 Mio. Einzelinformationen) werden gemeinsam in einer Datenbank vorgehalten. Vom Nutzer recherchierte Standorte und ausgewählte Karten werden gemeinsam auf dem Bildschirm angezeigt. Zur räumlichen Orientierung dienen die Geobasisdaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung (Topographische Karten der Maßstäbe 1 : 500 000 bis 1 : 25 000, digitale Orthophotos)

und ein Satellitenbildmosaik. Schnittstellen für den Datenex- und -import stehen zur Verfügung.

Durch seine beiden Zugänge (Internet und Behördennetz) steht das BIS einem breiten Benutzerkreis zur Verfügung. Besonderer Vorteil dabei ist, dass die Nutzung des Systems weder kostenpflichtige Software noch manuelle Updates erforderlich macht. Damit ist das BIS eine beispielhafte eGovernment-Anwendung, deren technische Möglichkeiten nur datenschutz- und urheberrechtlich beschränkt wird. Eingesetzte Technik, Vielfalt der Informationsinhalte, Integration der Daten verschiedener geowissenschaftlicher Fachdisziplinen in einem System und breiter Nutzungskreis ließen das BIS den BayernOnline-Preis 2004 in der Kategorie E-Government gewinnen und eine Bestplatzierung beim bundesweiten E-Government-Wettbewerb „Verwaltung der Zukunft“ 2004 erringen.

#### Ziele und Maßnahmen

- Als zentrales elektronisches Archiv sollen in das BIS sukzessive alle im Behördenbereich des Freistaats Bayern vorhandenen geowissenschaftlichen Daten einfließen, insbesondere auch die Daten der Bodendauerbeobachtungsprogramme und die geowissenschaftlichen Daten der Bergämter. Sie sind dort dauerhaft und jederzeit abrufbar bereitzuhalten. Das BIS kann an dieser Stelle einen wesentlichen Beitrag zur Erfüllung der Anforderungen sowohl aus dem neuen Umweltinformationsgesetz (UIG) als auch beim Aufbau der Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE) leisten.
- Der „Punkt-Datenbestand“ im BIS wird ständig aktuell gehalten durch Tätigkeiten im Rahmen der geowissenschaftlichen Landesaufnahme, von Erhebungen im Zuge laufender Forschungsvorhaben und Zulieferung von Daten durch öffentliche Stellen in Bayern. Der „Flächendatenbestand“ soll durch Ergänzung aller noch nicht integrierter geowissenschaftlicher „Altkarten“ und Integration neuer Grundlagenkarten im Zuge der Landesaufnahme und laufender Forschungsvorhaben ständig aktualisiert werden.
- Im Bereich der Flächendaten sind neben den „Grundlagenkarten“ (z. B. Boden- und Geologische Karte) inzwischen auch „abgeleitete Karten“ in Form von „Bodenfunktionskarten“ (z. B. Puffer- und Rückhaltevermögen) im BIS eingestellt. Mittelfristig ist vorgesehen, solche Ableitungen durch Verknüpfungsregeln auf

Basis von im System vorhandenen Daten zu automatisieren (Aufbau einer „Methodendatenbank“). Hierfür soll zunächst eine Machbarkeitsstudie durchgeführt werden.

- Boden, Gestein, Grundwasser und Rohstoffe sind Körper, die sich im Zeitverlauf ändern. Im BIS können Karten (also zweidimensionale Einheiten) und Geoobjekte (meist Beschreibungen von Horizonten und Schichten in der Tiefe an einem bestimmten Ort der Erdoberfläche) gemeinsam recherchiert und am Bildschirm angezeigt werden. Daten zu Stoffveränderungen in der Zeit sind z. B. bei Boden-Dauerbeobachtungsflächen ebenfalls im BIS eingestellt. Eine Zusammenführung der Dimensionen ist vorgesehen, sobald die technischen Voraussetzungen dies ermöglichen. Als erster Schritt hierzu ist es bereits jetzt möglich, Geofachdaten in einer 3D-Ansicht des Gelände-modells zu visualisieren.
- Die Systemarchitektur sowie die im BIS enthaltenen Standards erlauben sowohl Nutzung als auch Bereitstellung von Daten als „Web-Services“. Das BIS ist daher in der Lage, durch vielfältige Geofachdaten den Aufbau der Geodateninfrastruktur in Bayern (GDI-BY) und Deutschland (GDI-DE) zu unterstützen bzw. als Auskunftssystem im Rahmen verteilter GDI-Datenbanken zur Verfügung zu stehen. Die im GeoFachdatenAtlas angebotenen Informationen sollen künftig noch umfassender angeboten und durch Möglichkeiten einer online-Beschaffung ergänzt werden.
- Zur umfassenden und detaillierten Information über vorhandene Geodaten für Wirtschaft, Wissenschaft, Behörden und interessierte Bürger soll der GeoFachdatenAtlas des BIS in die Integrale Geodatenbank (IGDB) der Vermessungsverwaltung eingebunden werden. Damit wird der Auftrag der Landesgesetzgebung an die öffentliche Verwaltung (Art. 12 a VermKatG), Geofachdaten über ein bayernweites Portal bereitzustellen, umgesetzt und der EU-Richtlinie über den Zugang der Öffentlichkeit zu Umweltinformationen vom 28.01.2003 entsprochen.
- Geowissenschaftliche Informationen werden häufig vor Ort im Gelände ohne Strom- und DV-Netzwerkverbindung benötigt. Da die Bandbreiten der drahtlosen Telekommunikation rasant zunehmen, soll der „online-Zugang“ zum Behördennetz forciert werden mit dem Ziel, Berechtigten umfassende Nutzung bis hin zum Datenexport auf Laptops zu ermöglichen.

### 3.3 Hintergrundwerte in Böden

Der Stoffbestand der Böden wird vom Ausgangsgestein und der Summe der Umwelteinflüsse seit Beginn der Bodenbildung bestimmt. Geogene, pedogene und anthropogene Einwirkungen auf die Stoffgehalte in Böden sind untrennbar miteinander verbunden. Hintergrundwerte stehen im fachlichen Zusammenhang mit den gesetzlich definierten Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmewerten für schädliche Bodenveränderungen. Prüf- und Maßnahmewerte sind toxikologisch begründet, Vorsorgewerte wurden so abgeleitet, dass sie im Allgemeinen die natürliche Ausstattung beinhalten. Aus Praktikabilitätsgründen wurden hier allerdings sehr grobe Einteilungen nach Bodenarten gewählt. Hintergrundwerte berücksichtigen die natürliche Ausstattung der Böden und die ubiquitäre, allgemeine Immissionssituation, nicht aber die konkrete Belastung beispielsweise durch Verkehr oder Industrie an einzelnen Standorten.

Gemäß dem Ziel im Bodenschutzprogramm von 1991 wurden Bodendaten flächenhaft erhoben und so genau wie möglich erfasst. Hierzu gehört auch die Ermittlung von Hintergrundwerten für organische und anorganische Schadstoffe. Hintergrundwerte für Böden wurden erstmals von der LABO 1995 veröffentlicht und inzwischen zweimal unter bayerischer Mitarbeit fortgeschrieben und ergänzt. Das ehemalige GLA hat mit den Fachberichten 12 und 16 Hintergrundwerte zu organischen und anorganischen Schadstoffen in Böden veröffentlicht. Weitere Hinweise geben die GLA - Fachberichte 9, 17 und 18 sowie die Abschlussberichte „Untersuchungen zur Ermittlung der ubiquitären Hintergrundbelastung von organischen Problemstoffen (inkl. PCDD, PCDF) an ausgewählten Böden Bayerns unter normierten Standortbedingungen“ und „Geogene Grundgehalte der Gesteine Bayerns“. In dem Projekt „Wissenschaftliche Grundlagen für den Vollzug der Bodenschutzgesetze“ werden bayernweit an 1134 Standorten Hintergrundwerte für organische und anorganische Schadstoffe und zugleich der Anteil mobiler Schadstoffe ermittelt. Aufgrund dieser Arbeiten liegen vielfältige praktische Erfahrungen bei der Umsetzung der Bodenschutzgesetze (Probenahme, Analytik, Auswertung) vor. So hat sich etwa für den Bereich der Analytik der Einsatz des Bodensättigungsextraktes als unpraktikabel erwiesen. Diese und ähnliche Praxiserfahrungen müssen bei einer zukünftigen Novellierung der BBodSchV berücksichtigt werden.

In einer Untersuchung naturbedingter Arsengehalte in Böden des Dachauer, Freisinger und Erdinger Moos fand man flächendeckende Überschreitungen von Prüf- und Maßnahmen-

werten. Das Auftreten dieser naturbedingt erhöhten Stoffgehalte hat die Notwendigkeit der Abgrenzung derartiger Flächen verdeutlicht.

Der Geochemische Atlas von Bayern ist gerade im Zusammenhang mit der Beurteilung naturbedingt erhöhter Stoffgehalte in Böden und Gesteinen eine wichtige Bewertungsgrundlage. Dies gilt in gleichem Maße bei Fachfragen zur Verwertung von Bodenmaterial.

### Ziele und Maßnahmen

- Die Auswertung des Forschungsvorhabens „Wissenschaftliche Grundlagen für den Vollzug der Bodenschutzgesetze“ ist bis Ende 2006 abzuschließen. Im Ergebnis sollen Gebiete mit erhöhten Hintergrundwerten erfasst und Flächen identifiziert sein, bei denen eine weitere flächenscharfe Abgrenzung erforderlich ist.
- Hintergrundwerte, welche über den entsprechenden Vorsorge-, Prüf- oder Maßnahmenwerten der BBodSchV für schädliche Bodenveränderungen liegen, sind auf ihre Ursache und Verbreitung hin abzuklären. Gebiete mit erhöhten Hintergrundwerten sind abzugrenzen.
- Neben den Hintergrundwerten, die den „Gesamtgehalt“ an einem Schadstoff im Boden wiedergeben, sind auch der Umfang der mobilen Schadstofffraktionen und ihre Abhängigkeiten von Bodeneigenschaften möglichst flächendeckend zu ermitteln.
- Die Ingenieure für den vorsorgenden Bodenschutz sollen nach Abschluss des Projekts „Wissenschaftliche Grundlagen für den Vollzug der Bodenschutzgesetze“ verstärkt für die Ermittlung und Abgrenzung von Gebieten mit erhöhten Hintergrundgehalten eingesetzt werden. Ein Schwerpunkt wird dabei u.a. auf historischen Erzabbaugebieten liegen.
- Die Arbeiten zum Geochemischen Atlas von Bayern als Grundlage für die Abgrenzung natürlicher und anthropogener Stoffgehalte in Böden sollen unter Berücksichtigung der Erfordernisse des Vollzugs bis zum Jahr 2015 abgeschlossen werden.
- Im Rahmen der neu konzipierten, bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE II), ist die Beprobung von insgesamt 377 Standorten in Bayern vorgesehen. Bei einer Teilmenge von 96 Standorten werden zusätzlich Bodenproben auf umweltrelevante organische Spurennährstoffe und Schwermetalle untersucht. Die

Probenahme wird von den Ingenieuren für den vorsorgenden Bodenschutz vorgenommen, organische und anorganische Analytik werden teilweise vom Bund, teilweise vom Land durchgeführt. Die Untersuchungsergebnisse sollen in das BIS und in die Auswertung der Hintergrundwerte von Böden einfließen. Dabei arbeiten Forstverwaltung und Umweltseite eng zusammen und unterstützen sich gegenseitig bei Probennahme, Analytik und Probenlagerung.

- Die Versauerungsneigung von Böden, kritische Belastungsgrenzen und die Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen aus Böden, die von Versauerungsproblemen besonders betroffen sind, soll quantifiziert werden. In einem grenzüberschreitenden, von der EU geförderten Projekt sollen gemeinsam mit der Tschechischen Republik Daten zur Ermittlung der Stoffgehalte von Böden und des säureinduzierten Puffervermögens erhoben werden, um Hintergrundwerte und tolerierbare Säurebelastungen (critical loads) zu ermitteln und um die zu erwartenden Stoffausträge aus Böden zu quantifizieren.

### 3.4 Bodenmonitoring

Unter dem Begriff „Bodenmonitoring“ werden zwei unterschiedliche Komponenten subsumiert. Grundlage für das Bodenmonitoring ist eine Bodeninventur, bei der flächendeckend Bodeneigenschaften erfasst und dargestellt werden. Dies erfolgt im Rahmen der bodenkundlichen Landesaufnahme und mit Forschungsvorhaben, beispielsweise zur Erfassung der Hintergrundwerte. Darauf aufbauend werden an ausgewählten Standorten, sog. Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) zeitlich gestaffelte Untersuchungen durchgeführt. Bodendauerbeobachtung wird in Bayern seit 1985 betrieben. Dabei werden Ist-Zustände der Böden an ausgewählten repräsentativen Standorten beschrieben und mit früheren Ist-Zuständen verglichen. Die beobachtbaren Veränderungen werden dann in eine Ursache-Wirkungsbeziehung mit weiteren Umweltdaten, wie Immissionsmessungen oder Grundwasserqualitäten, gestellt. Heute kann der Grad vielfältiger Veränderungen im Boden gegenüber früheren Untersuchungen festgestellt und anhand dieser Erkenntnisse zukünftige Entwicklungen abgeschätzt werden. Dies steht im Einklang mit den Zielen des Bodenschutzprogramms von 1991, nach dem Böden langfristig zu beobachten und eine stärkere Verschränkung mit der Beobachtung der Umweltmedien Luft und Wasser sowie von Flora und Fauna erfolgen sollte.

Zur Umsetzung des Programms wurden vom ehemaligen GLA 56 BDF auf sog. Sonderstandorten (Belastungsräume, Naturschutzgebiete, Wasserschutzgebiete, Nähe anderer Messstationen) eingerichtet, beprobt und analysiert. Zeitgleich legten die LfL131 BDF auf landwirtschaftlich genutzten Flächen und die LWF 78 BDF in Waldgebieten an. Die BDF sind bayernweit verteilt, die wichtigsten Böden werden mit diesem Programm erfasst. Mit der Einrichtung von insgesamt 265 BDF in allen Regionen Bayerns ist damit der erforderliche Umfang grundsätzlich abgedeckt. Die Durchführung der Bodendauerbeobachtung wurde bundesweit 1991 im Rahmen einer Methodenharmonisierung zwischen Umweltministerium, einer Sonderarbeitsgruppe der Umweltministerkonferenz und einer Ad-hoc Arbeitsgruppe der LABO abgestimmt. Ergebnisse zum Bodenzustand und zu ersten Erkenntnissen über Veränderungen wurden in den GLA-Fachberichten 11 und 14, für BDF auf landwirtschaftlichen Flächen in den Heften der Schriftenreihe der LfL 4/1997 - 6/1997 und 8/2005 publiziert. Beispielhaft zeigten Auswertungen auf Sonderstandorten in der austauschbaren Fraktion des Bodens einen signifikanten Rückgang der Bleianteile, der zeitgleich mit der Reduzierung des Bleiausstoßes im Kraftverkehr erfolgt ist. In den letzten 20 Jahren war in ländlichen Gebieten ein Rückgang der Blei-Einträge aus der Luft um 90 % messbar. Im Heft Nr. 66/2002 des Umweltbundesamtes „Boden-Dauerbeobachtung in Deutschland – Ergebnisse aus den Ländern“ wurden Auswertungen zum Bodenzustand auf den bundesweit angelegten Bodendauerbeobachtungsflächen zusammengestellt.

Seit 1991 betreibt das ehemalige LfW in Kooperation mit der LWF im Rahmen des Messnetzes Stoffeintrag-Grundwasser Bodendauerbeobachtung an sieben Standorten mit dem Schwerpunkt „Einträge in das Schutzgut Wasser“. Ab 1999 hat das ehemalige GLA mit Mitteln des StMUGV vier Intensiv-Bodendauerbeobachtungsflächen in belasteten Gebieten angelegt, die ebenfalls auf ein verbessertes Erkennen von Stoffströmen ausgerichtet sind. An ihnen können Einträge, Austräge und Stoffflüsse im Boden beobachtet werden. Erste Ergebnisse der Untersuchungen, die in erster Linie den Bodenzustand beschreiben und Erfahrungen bezüglich der Durchführung enthalten, liegen vor. Signifikante Stoffgehaltsveränderungen konnten in dem kurzen Messzeitraum nicht nachgewiesen werden.

Die landwirtschaftlich genutzten BDF nehmen eine Mittelstellung zwischen Basis- und Intensiv-BDF ein. Aufgrund der regelmäßigen Durchmischung der Krume können Stoffeinträge auf Ackerflächen nur langfristig durch periodische Bodenuntersu-

chungen nachgewiesen werden. Auf landwirtschaftlich genutzten BDF werden daher zusätzlich die Stoffeinträge durch verschiedene Eintragspfade (Mineral- und Wirtschaftsdünger, Pflanzenschutzmittel) gesondert erfasst.

Die wichtigsten Ergebnisse nach 20 Jahren landwirtschaftlicher Bodendauerbeobachtung in Bayern aus Bodenchemie, Bodenbiologie und Bodenphysik wurden auf dem Kulturlandschaftstag 2005 der LfL vorgestellt. Kennwerte der Bodenfruchtbarkeit haben demnach in Bayern in den letzten zwei Jahrzehnten nicht abgenommen, in Teilbereichen zeichnete sich sogar eine Zunahme ab. Vor allem aufgrund des stark reduzierten Phosphat-Dünger-Einsatzes in der Landwirtschaft gingen die Schwermetall-Einträge durch Mineraldünger um mehr als 70 % zurück. Die Gehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und polychlorierten Biphenylen (PCB) liegen auf den untersuchten landwirtschaftlichen Flächen durchwegs weit unter den Vorsorgewerten der BBodSchV. Die ausführliche Veröffentlichung der Zwischenbilanz 1985-2005 erfolgt im Laufe des Jahres 2006.

Nachdem die Europäische Union und das Bundesortenamt eine zunehmende Zahl gentechnisch veränderter Pflanzensorten zugelassen haben, ist mit wachsenden Anbauflächen in Bayern zu rechnen. Die EU – und damit auch die Mitgliedsstaaten – verfügt über ein weltweit einzigartiges und strenges, einzelfallbezogenes Zulassungsverfahren für gentechnisch veränderte Organismen (GVO). Zugelassene GVO sind per Definition nach dem heutigen Kenntnisstand sicher für Mensch und Umwelt. Auch die Aspekte der Bodengesundheit finden im Zulassungsverfahren ihren Niederschlag.

Der Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen kann für den Schutz des Bodens vorteilhaft sein, z. B. wenn es zu einer Abnahme des Eintrags von Pflanzenschutzmitteln oder geringerer Bodenverdichtung kommt. Andererseits können im Einzelfall, etwa beim Anbau krankheits- oder schädlingsresistenter Sorten, langfristige nachteilige Wirkungen nicht von vornherein ausgeschlossen werden. Anhang VII der Freisetzungsrichtlinie 2001/18/EG fordert deshalb die Durchführung von Beobachtungsprogrammen bei in Verkehr gebrachten gentechnisch veränderten Pflanzen. Bayern unterhält hierzu Langzeitanbauflächen, auf denen Monitoring-Studien zur Untersuchung von möglichen Langzeitauswirkungen gentechnisch veränderter Pflanzen auf das Bodenleben durchgeführt werden. Bisher konnte kein bodenschädigendes Potenzial festgestellt werden. Derzeit konzentrieren sich die Untersuchungen auf das

Verhalten des Bt-Eiweißes von transgenem, schädlingsresistenten Mais im Boden.

Bodenschutzmaßnahmen sowie für die Berücksichtigung von Bodenschutzbelangen bei Planungs- und Genehmigungsverfahren entwickelt.

### Ziele und Maßnahmen

- Zur Nutzung von Synergien bei Betrieb, Auswertung und Ableitung von Handlungsempfehlungen sollen die Daten der derzeit in Bayern betriebenen Bodenbeobachtungsprogramme (Umwelt, Land- und Forstwirtschaft) im BIS zusammengeführt werden. Dies dient dem Zweck, gemeinsame Auswertungen zu ermöglichen und Daten in anonymisierter Form für Berichte an den Bund und an die EU bereit zu stellen.
- An den bayerischen BDF soll vor dem Hintergrund einer verbesserten Abstimmung im Hinblick auf die Datenerhebung und Bewertung im Bund und europaweit ein einheitliches Qualitätssicherungssystem eingerichtet werden.
- Die aktuellen Untersuchungsergebnisse an den Bodenbeobachtungsmessstellen sollen im Internet (BIS) für die Öffentlichkeit abrufbar vorgehalten werden.
- Insbesondere in Gebieten mit erhöhten geogenen Grundgehalten sollen weitere Dauerbeobachtungsflächen aufgebaut werden. Die Einrichtung einer Dauerbeobachtungsfläche im Erdinger, Freisinger oder Dachauer Moos im Bereich naturbedingt erhöhter Arsen-Gehalte ist vorgesehen. Weitere Messstellen werden bei Bedarf z. B. in innerstädtischen Bereichen mit erhöhter Feinstaubbelastung, in Auebereichen oder in historischen Erzabbaugebieten eingerichtet.
- Die Untersuchungen zu den Auswirkungen der Gentechnik sollen fortgeführt und entsprechend den Neuzulassungen von gentechnisch veränderten Pflanzen ggf. angepasst werden.

Im Zuge der geowissenschaftlichen Bearbeitung der Planungsregion Ingolstadt wurden Methoden erarbeitet, mit denen Bodenfunktionen auf der Basis von Bodenkarten und den Ergebnissen der bodenkundlichen Landesaufnahme bewertet und in Karten dargestellt werden können. In einer weiteren Modellregion (Planungsregion 14) wurde die Bewertungsmethodik getestet und validiert. Diese Bodenbewertungskarten sind im BIS eingestellt und können als orientierende Grundlage verwendet werden, um in Planungsprozessen verschiedene Bodennutzungen gegeneinander abwägen und schutzwürdige Böden identifizieren zu können.

Um die Bewertung von Bodenfunktionen in Einzelfällen, z. B. auch in planungsrelevanten Maßstäben 1 : 5 000 oder 1 : 10 000 zu erleichtern, wurde 2002 eine Arbeitshilfe „Das Schutzgut Boden in der Planung“ erarbeitet. In dieser Arbeitshilfe sind die empfohlenen Methoden zur Bodenbewertung und die dazu notwendigen Datengrundlagen detailliert dargestellt. Für Gebiete, in denen keine ausreichend genauen bodenkundlichen Datengrundlagen zur Verfügung stehen, werden Alternativmethoden auf der Grundlage der Bodenschätzung angeboten, mit denen orientierende Aussagen zur Bewertung von Bodenfunktionen gewonnen werden können. Bisher können aufgrund fehlender Datengrundlagen wichtige Bodenfunktionen (z. B. Säure- oder Schwermetallrückhaltevermögen) nur qualitativ (hoch – mittel – gering) bewertet werden. Auf dieser Basis können daher nur unzureichende Bewertungen von Böden vorgenommen und Handlungsempfehlungen für den Vollzug der Bodenschutzgesetze abgeleitet werden.

In Siedlungsräumen ist der Nutzungsdruck auf Böden besonders hoch, so dass hier Bewertungs- und Entscheidungsgrundlagen für einen nachhaltigen Umgang mit Böden dringend gebraucht werden. Derzeit wird aus Mitteln des bundesweiten Länderfinanzierungsprogramms Wasser, Boden und Abfall ein einheitlicher Orientierungsrahmen zur zusammenfassenden Bodenfunktionsbewertung entwickelt.

Eine besonders wichtige Bodeneigenschaft ist der Gesamtgehalt an organischer Substanz (Humus). Der Humus beeinflusst alle Bodeneigenschaften und implizit die Bodenfunktionen. Der Verlust an Humus wird neben Erosion und Kontamination von Böden als derzeit besonders dringlich zu behandelnde Degradationsursache betrachtet (EU Kommission „Hin zu einer spezifischen Boden-

## 3.5 Bodenbewertung

Ziel der Bodenbewertung ist es, die Grundlagen für einen möglichst schonenden und nachhaltigen Umgang mit der begrenzten Ressource Boden zu schaffen und Konflikte zwischen Nutzung und Schutz so zu lösen, dass besonders wertvolle Standorte geschont werden und die Funktionalität des Bodens möglichst erhalten bleibt. Gemäß den Zielsetzungen des Bodenschutzprogramms von 1991 wurden die Kenntnisse über die Eigenschaften und Gefährdungen von Böden weiter verbessert und Entscheidungsgrundlagen für

schutzstrategie“). § 17 des BBodSchG fordert die Erhaltung der standorttypischen Humusgehalte. Zur Umsetzung des § 17 hat die LfL eine Humusdatenbank aufgebaut, standorttypische Humusgehalte für Ackerböden in Abhängigkeit von Bodentextur und Klima definiert und eine Humuskarte für Bayern erstellt. Diese Daten sind für die Bewertung der Humusversorgung ackerbaulich genützter Böden in Bayern geeignet.

Eine landesweite Fertigstellung von groß- bis mittelmaßstäbigen Bodenkarten als Basis für Aussagen zum vorsorgenden Bodenschutz ist erst mittel- bis langfristig zu realisieren. Bodenschutzfachliche Aussagen werden jedoch insbesondere im großmaßstäbigen Planungsmaßstab dringend benötigt. Daher kann auf die Nutzung der Daten der Bodenschätzung nicht verzichtet werden. Derzeit wird bundesweit von der Finanzverwaltung eine Digitalisierung der Grablochbeschriebe der Bodenschätzung vorgenommen. Darauf aufbauend wird die Vermessungsverwaltung mit der Finanzverwaltung die Karten der Bodenschätzung digital und strukturiert in das Automatische Liegenschaftskataster-Informationssystem (ALKIS) überführen. Diese Datenbestände müssen für die bodenkundliche Auswertung nutzbar gemacht werden, indem sie in einen der heutigen Bodensprache kompatiblen Sprachgebrauch überführt und mit regionalisierten Bewertungsalgorithmen zu bodenschutzfachlichen Aussagen umgesetzt werden.

Die LfL erarbeitet auf der Grundlage von Forschungsprojekten, in länderübergreifender Abstimmung und in Kontakt mit der Landmaschinenindustrie Konzepte, um die Risiken von schädlicher Bodenverdichtung bei der Bodenbewirtschaftung zu minimieren. Ziel sind wirtschaftlich tragfähige Handlungsstrategien zum Schutz der Böden, die auf die unterschiedlichen Anforderungen der Betriebe (Ackerbau, Grünland, Hopfen, Gemüsebau etc.) zugeschnitten sind. Informationen zur grundsätzlichen Verdichtungsempfindlichkeit verschiedener Böden können dazu beitragen, regionalspezifisch besonderen Handlungsbedarf aufzuzeigen.

Zur Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie sind u. a. Angaben zum Rückhaltevermögen des Bodens bei Niederschlagsereignissen notwendig. Die für eine quantifizierende Beurteilung notwendigen Kenntnisse der Bodeneigenschaften wie Porenvolumen, gesättigte/ ungesättigte Wasserleitfähigkeit und nutzbare Feldkapazität oder die Bestimmung der Verdichtungsempfindlichkeit der Böden (Bodenverdichtung wirkt sich negativ auf die Infiltration aus) wurden in der Vergangenheit nicht systematisch

erfasst, so dass eine entsprechende landesweite Beurteilung dieser Bodenfunktion nicht möglich ist. Angesichts des prognostizierten Klimawandels (Veränderung der Niederschlagsverteilung und -menge) und der zu erwartenden Häufung von Starkregenereignissen sind entsprechende Datengrundlagen zu schaffen, um frühzeitig Aussagen über die Abflussbildung treffen zu können. Auch die Erosionsgefährdung unser Böden bedarf unter dem Blickwinkel eines möglichen Klimawandels einer Neubewertung.

Der Klimawandel wird sich darüber hinaus möglicherweise langfristig auf eine Reihe von Bodeneigenschaften (z. B. Bodenflora und -fauna, Humusgehalt) auswirken und die davon betroffenen Bodenfunktionen (z. B. Wasserinfiltration, Filter- und Pufferfunktion) verändern.

### Ziele und Maßnahmen

- Die Bewertung der Bodenfunktionen spielt eine zentrale Rolle bei der Integration des Schutzgutes Boden in raumwirksame Planungsprozesse. Die landesweite Bereitstellung von Bodenbewertungskarten soll daher sichergestellt werden. Unabhängig davon muss die Bewertung bei Planungs- und Genehmigungsvorhaben einzelfallspezifisch durchgeführt werden.
- Die Bereitstellung von Daten für die Bewertung von Böden soll wie bisher regionsweise fortgeführt werden. Mit dem regionalen Fortschritt muss die Fortschreibung und Erweiterung der Bewertungsmethoden für natürliche Bodenfunktionen auf Basis des regional erweiterten Verständnisses und neuer wissenschaftlicher Grundlagen einhergehen, d. h., die Methoden müssen an die Naturräume angepasst und für weitere Teilfunktionen entwickelt werden. Hier sind insbesondere die Teilfunktionen „Lebensraum für Bodenorganismen-Gesellschaften“ und die Beurteilung bezüglich des Verhaltens von organischen Schadstoffen in Böden zu bearbeiten.
- Die Bewertung von Bodenfunktionen soll insbesondere in Siedlungsräumen verstärkt vorgenommen werden, da dort ein Großteil der Planungen durchgeführt werden. Den Kommunen soll eine Arbeitshilfe zur Bodenfunktionsbewertung in Siedlungsräumen auf verschiedenen Maßstabsebenen zur Verfügung gestellt werden, die die Einbeziehung des Schutzgutes Boden in konkrete Planungsprozesse ermöglicht, aber auch Grundlage für die Entwicklung kommunaler Bodenschutzkonzepte sein soll.

- Für die Bodenbewertung sollen zumindest für einige Eigenschaften quantitative Bewertungsverfahren entwickelt werden. Eine flächendeckende Quantifizierung des Säurerückhaltevermögens von Böden soll bis 2015 erfolgen. Für eine Quantifizierung des Schwermetallrückhaltevermögens für Böden sollen die erforderlichen Datengrundlagen bis 2015 ermittelt werden.
- Die Bodenschätzung soll als flächendeckende und großmaßstäbige Datengrundlage für bodenschutzfachliche Auswertungszwecke verfügbar gemacht werden. Zusammen mit der Finanzverwaltung und der Vermessungsverwaltung sollen diese Daten im Rahmen des Aufbaus einer Geobasisdateninfrastruktur Bayern über das Landesportal der Integralen Geodatenbank (IGBD) bayernweit durch standardisierte Dienste für eine GIS-gestützte Nutzung bereit gestellt werden.
- Der prognostizierte Klimawandel erfordert eine Folgenabschätzung auch für Böden und ihre Funktionen. Hierbei soll intensiv mit Forschungseinrichtungen zusammengearbeitet werden, um entsprechende Modelle zu entwickeln. Für die quantifizierbare Beurteilung des Retentionsvermögens der Böden bei Niederschlagsereignissen bzw. des Rückhaltevermögens des Bodens für wasserlösliche Stoffe (z. B. Nitrat) ist die Kenntnis der bodenphysikalischen Eigenschaften notwendig. Bis 2020 sollen im Rahmen einer bodenphysikalischen Bestandsaufnahme an (repräsentativen) Böden in Bayern die entsprechenden Bodeneigenschaften bestimmt und das Wasserspeichervermögen der Böden bayernweit dargestellt werden.
- Die forstwirtschaftliche Bewertung von Böden in ihrer Eignung als Pflanzenstandort im Rahmen der forstlichen Standortkartierung ist an die veränderten Umweltbedingungen (Klimawandel, Versauerung, Eutrophierung) und an neue wissenschaftliche Erkenntnisse anzupassen. Über auf die Funktionsbewertung der Böden als Standorte der forstwirtschaftlichen Nutzung bezogenen Inhalte hinaus sind verstärkt bodenschutzrelevante Aussagen aus dem Bereich des Stoffhaushalts (Sicherung der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungsfunktionen) einzuarbeiten.
- In den forstlichen Standortkarten ist die Information über den Wasserhaushalt der Böden zu vereinheitlichen und es sind Prognosen über eine Veränderung der Wasserhaushalts der Waldböden vor dem Hintergrund der Klimaveränderung zu treffen. Damit soll der Forstwirtschaft die Möglichkeit gegeben werden, mit geeigneten Anpassungsmaßnahmen (z. B. Waldumbau mit geeigneten Baumarten) zu reagieren und damit die Auswirkungen des Klimawandels auf die Stabilität und Leistungsfähigkeit der Wälder abzumildern.
- Der Atlas der Erosionsgefährdung in Bayern (GLA-Fachbericht 1, 1986) soll fortgeschrieben und methodisch weiterentwickelt werden. Dabei sollen moderne Geländemodelle eingesetzt und die Erosionsgefährdung auch auf den Faktor Wind ausgeweitet werden.
- Im Zuge der Erarbeitung von Konzeptbodenkarten können Karten der Verdichtungsempfindlichkeit von Böden erstellt werden. Diese können insbesondere als Beratungsgrundlage für die Ämter für Landwirtschaft und Forsten zur Verfügung gestellt werden. Im Rahmen eines Modellprojekts sollen für Beispielregionen entsprechende Karten erstellt werden.
- In Zusammenarbeit zwischen Umwelt- und Forstverwaltung sollen auch besonders versauerungs- und nitratempfindliche Standorte erfasst und in Karten dargestellt werden. Diese dienen insbesondere als Entscheidungsgrundlage für Maßnahmen zum Schutz des Bodens und des Grundwassers.
- Im Zuge der Erarbeitung von Konzeptbodenkarten sollen standardmäßig jeweils dazugehörige Bodenbewertungskarten erstellt werden. Dabei sollen insbesondere die Themen natürliche Ertragsfähigkeit, Standortpotenzial für natürliche Vegetation, Bindungsstärke für Schadstoffe und Nitratrückhaltevermögen in Karten dargestellt werden.
- Auf der Grundlage der zusammenfassenden Bewertung von Bodenfunktionen sollen Karten besonders schutzwürdiger oder schutzbedürftiger Böden erarbeitet werden.

## 4 Nutzung des Bodens

### 4.1 Land- und forstwirtschaftliche Bodennutzung

In der land- und forstwirtschaftlichen Bodennutzung stellt der Boden das wichtigste Betriebs- und Produktionskapital dar. Intakte Böden sind in der Landwirtschaft die notwendige Voraussetzung für eine stabile Nahrungs-, Futter- und Rohstoffproduktion, in der Forstwirtschaft die Voraussetzung für gesunde, stabile und leistungsfähige Wälder.

Nach dem Waldgesetz für Bayern ist der Waldboden bei der Waldbewirtschaftung pfleglich zu behandeln, auf die Anwendung von Düngemitteln zum Zweck der Ertragssteigerung zu verzichten und der Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln möglichst zu vermeiden (Art. 14 Abs. 1 BayWaldG). Bodenschonende Waldbewirtschaftung dient damit der Sicherung der Bodenfunktionen im Eigentümerinteresse und im öffentlichen Interesse. Die fachliche Grundlage dafür stellen forstliche Standortkarten dar.

#### Ziele und Maßnahmen

- Die Ämter für Landwirtschaft und Forsten beraten auf Grundlage des Bodenschutzgesetzes in Verbindung mit den Fachgesetzen Landwirte, Waldbesitzer, Gärtner und Winzer mit dem Ziel des höchstmöglichen Schutzes der Böden (gemeinwohlorientierte Beratung).
- Die forstlichen Standortkarten sollen um Bodenschutzaspekte i. S. einer bodenpfleglichen Waldbewirtschaftung nach dem Waldgesetz für Bayern aufbereitet und an neue Fragestellungen angepasst werden.

### 4.2 Inanspruchnahme von Böden

Die Ressource Boden ist nicht vermehrbar, weshalb aus umweltpolitischer Sicht die fortschreitende Inanspruchnahme des Bodens für Siedlung und Verkehr als bedeutsames Problem anzusehen ist. Wohnen, Gewerbe, öffentliche Einrichtungen und Verkehr verändern zumeist die natürlichen Bodenfunktionen. Dabei kann es in Folge der Nutzung von Böden durch Gebäude und Straßen zur Störung bis hin zum Verlust von Bodenfunktionen kommen. Die Zerschneidung und Fragmentierung von Lebensräumen durch Siedlung und Verkehr geht mit der Flächeninanspruchnahme einher und ist nicht nur ein quantitatives sondern auch ein qualitatives Problem. Im Sinne einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung ist es aber wichtig, auch für künftige Generationen Freiräume

und Möglichkeiten für die räumliche Entwicklung zu bewahren.

#### 4.2.1 Inanspruchnahme für Siedlung und Verkehr

Für die Siedlungs- und Verkehrsfläche werden jährlich bundesweit einheitlich statistische Daten im Rahmen der „Flächenerhebung“ ermittelt. Auf Gemeindeebene werden diese Daten alle vier Jahre bereitgestellt. Für Bayern liegen Daten der Flächenerhebung seit 1981 vor. Bayern hat demnach gegenüber dem Bundesdurchschnitt von 12,6 % einen relativ geringen Anteil von Siedlungs- und Verkehrsfläche. Der Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gesamtfläche hat sich von 8,0 % im Jahr 1981 bis auf 10,7 % im Jahr 2004 erhöht. Die Siedlungs- und Verkehrsfläche darf allerdings nicht mit „versiegelter Fläche“ gleichgesetzt werden. So umfasst diese Flächenkategorie auch Hausgärten, Spielplätze, Erholungs- und Friedhofsanlagen oder auch Fahrbahntrennungen, Böschungen und andere Verkehrsbegleitflächen. Die absolute jährliche Inanspruchnahme von Freifläche für Siedlungs- und Verkehrszwecke beträgt in Bayern im Jahr 2004 15,2 ha/Tag. Nach einem Anstieg auf bis zu 28,4 ha/Tag in den 90er Jahren ist die Flächeninanspruchnahme – entsprechend der bundesweiten Entwicklung – zurückgegangen, wofür wohl überwiegend wirtschaftskonjunkturelle Gründe verantwortlich sind. Ursachen für die Flächeninanspruchnahme sind vor allem die durch Wanderung und demographische Entwicklung steigenden Bevölkerungs- und Haushaltszahlen, die Zunahme der individuellen Wohnflächeninanspruchnahme sowie der Trend zu großflächigeren, eingeschossigen Bauten bei Handel, Gewerbe und Freizeiteinrichtungen.

Im neuen Landesentwicklungsprogramm 2006 sind die vorrangige Innenentwicklung und die Verpflichtung zu flächensparenden Siedlungs- und Erschließungsformen weiterhin als Ziele festgelegt.

Demnach soll auf die angemessene Nutzung leer stehender oder leer fallender Bausubstanz hingewirkt, die Innenentwicklung einschließlich der Umnutzung von brachliegenden ehemals baulich genutzten Flächen im Siedlungsbereich verstärkt, die Baulandreserven mobilisiert, die Möglichkeiten der angemessenen Verdichtung bestehender Siedlungsgebiete genutzt, auf die Nutzung bereits ausgewiesener Bauflächen hingewirkt, die Erfor-

dernisse flächensparender Siedlungs- und Erschließungsformen berücksichtigt und die Versiegelung von Freiflächen möglichst gering gehalten werden.

Das Kommunale Flächenressourcen-Management ist ein Instrument zur Unterstützung der Kommunen bei der flächensparenden Siedlungsentwicklung. Eine in 4 Modellkommunen erprobte Arbeitshilfe des StMUGV und StMI zeigt Handlungsfelder, Beispiele, Checklisten und Musterschreiben für eine vorrangige Innenentwicklung auf. Eine Bestandserhebung in den Modellkommunen bestätigte ein innerörtliches Entwicklungspotenzial zwischen 14 und 36 % der bestehenden Gebäude- und Freifläche. Mit dem seit 2001 laufenden Projekt des StMUGV „Kommunales Flächenressourcen-Management“, dem „Bündnis zum Flächensparen“ und zahlreichen Einzelmaßnahmen versucht die bayerische Staatsregierung, verstärkt einen Bewusstseinswandel bei den Kommunen und der Bevölkerung herbeizuführen und die Trendumkehr beim Flächenverbrauch nachhaltig zu unterstützen.

Die Einbindung der kommunalen Agenda 21 in das Flächenmanagement wurde in einem Pilotprojekt erprobt. In fünf Modellkommunen war die Agenda aktiv an der Ermittlung der innerörtlichen Baulandpotenziale beteiligt. Hierdurch wurde die Öffentlichkeit aktiv in das Flächenmanagement eingebunden. Mit Hilfe eines Agenda-Bausteins soll dieser viel versprechende Ansatz auch in weiteren Agenda-Gemeinden Anwendung finden.

Maßnahmen, die der Innenentwicklung dienen, tragen wesentlich dazu bei, die Flächenneuinanspruchnahme zu verringern. Denn mit dem Funktionsverlust der Innenstädte als Zentren von Stadt und Umland geht auch ihre Attraktivität als Wohn- und Dienstleistungsstandort verloren. Dies führt zu innerörtlichen Leerständen und Brachflächen, zu weiteren Verlagerungen an den Ortsrand und somit wiederum zu einer weiteren Flächeninanspruchnahme im Außenbereich. Die Stärkung der Stadt- und Ortszentren ist daher schon seit vielen Jahren ein Handlungsschwerpunkt von Staat und Kommunen. Die Initiative „Bayerische Innenstädte: attraktiv-lebenswert-unverwechselbar“ will bei allen, die für die Innenstädte Verantwortung tragen, die Qualitäten und Werte der Stadtzentren, aber auch deren Probleme in das Blickfeld rücken. Das gemeinsame Engagement soll vor Ort in konkrete Projekte münden und damit eine positive Weiterentwicklung der Innenstädte bewirken.

Bayern unterstützt die Innenentwicklung auch finanziell im Rahmen der Städtebauförderung mit Mitteln der EU, des Bundes und des Landes. Ziel der Handlungsschwerpunkte ist es vor allem,

- Innenstädte und Ortsmitten zu stärken und vor der Verödung und ihren Folgen zu bewahren,
- militärische, gewerbliche und sonstige Brachflächen in den Kommunen zu revitalisieren und Gebäudeleerstände zu beseitigen und
- Stadt- und Ortsteile, die einen besonderen sozialen, ökonomischen und ökologischen Entwicklungsbedarf haben, aufzuwerten und ihnen eine Perspektive zu geben.

Aber auch im Rahmen der staatlichen Wohnraumförderung genießen Projekte auf bereits genutzten Flächen (Brachflächen, Baulücken, Nachverdichtung vorhandener Wohnsiedlungen) Vorrang. Hier können die Förderbeträge um bis zu zehn Prozent erhöht werden, wenn Bauvorhaben auf einem brachliegenden, ehemals baulich genutzten Grundstück durchgeführt werden und infolge dessen gegenüber einer Neubaumaßnahme höhere Kosten für das Herrichten des Baugrundstücks entstehen.

Die ministerienübergreifende Zusammenarbeit und die Einbindung weiterer Verbände und Institutionen in die Aktivitäten für eine flächensparende Siedlungsentwicklung sind Schwerpunkt des „Bündnis zum Flächensparen“. Von den 28 Bündnispartnern wurde ein umfassendes Aktionsprogramm erstellt und vom bayerischen Kabinett gebilligt. Schwerpunkte des Aktionsprogramms sind die Themenfelder „Gesetzgebung und finanzielle Anreize“, „Unterstützung der Kommunen und Bereitstellung geeigneter Datengrundlagen“ sowie „Bewusstseinsstärkung“. Über 100 Einzelmaßnahmen aus 39 Themenfeldern befinden sich in der Umsetzung, weitere 12 sind bereits umgesetzt. In der zweiten Stufe des Aktionsprogramms sollen neue gemeinsame Aktivitäten und insbesondere bewusstseinsfördernde Maßnahmen entwickelt werden. Unter anderem werden eine Ausstellung zum Flächensparen erstellt und in allen Regierungsbezirken weitere Veranstaltungen zum Flächensparen durchgeführt. Das Bündnis ist mittlerweile auf fast 40 Partner angewachsen.

### Ziele und Maßnahmen

- Die Flächeninanspruchnahme soll deutlich reduziert werden. Dabei sollen verstärkt vorhandene Potenziale im Bestand genutzt werden. Ökonomische, soziale und ökologische Belange sollen unter bestmöglicher Wahrung der Freiraumreserven nachhaltig integriert werden zu einer kompakten, wirtschaftlich leistungsfähigen und ökologischen Siedlungsstruktur mit hohem Lebenswert.
- Neben dem Landesentwicklungsprogramm

verpflichtet auch das Baugesetzbuch die Kommunen zu einem sparsamen Umgang mit Grund und Boden. Wie im Schreiben von Staatsminister Dr. Beckstein vom 15.10.2003 klargestellt, ergibt sich daraus in der Praxis für die Bauleitplanung, dass der Flächenbedarf konkret und nachvollziehbar darzulegen ist. Insbesondere ist bei der Ausweisung von Gewerbegebieten der örtliche Flächenbedarf sorgfältig zu hinterfragen. Dem Flächenbedarf sind dazu die der Gemeinde zur Verfügung stehenden Flächen gegenüberzustellen. Dabei sind insbesondere Brach- und Konversionsflächen, Nachverdichtungspotenziale, die Nutzung bereits ausgewiesener Baugebiete oder auch leer stehende Bausubstanz zu berücksichtigen. Soweit dennoch Neuausweisungen notwendig sind, ist dies nachvollziehbar zu begründen.

- Zukünftig wird es vermehrt darauf ankommen, die Verfahren der Bodenbewertung aktiver in die Planungs- und Abwägungsprozesse zu integrieren. Hierfür ist die Erhebung von maßstabsgerechten Bodendaten zu intensivieren, die den Kommunen zusammen mit verbesserten Bewertungsinstrumenten zur Verfügung gestellt werden sollen.
- Das Kommunale Flächenressourcen-Management soll weiterhin durch Fachveranstaltungen in allen Landesteilen vorgestellt und dessen Anwendung empfohlen werden. In einem Pilotprojekt ist vorgesehen, ein Landkreis-Flächenmanagement gemeinsam mit Universitäten auf seine Machbarkeit und Umsetzbarkeit zu testen.
- Verlässliche Daten und Zahlen über die Flächeninanspruchnahme sind die Grundlage jeder zukunftsgerichteten Entscheidung. Die für die Planung erforderlichen Daten sollen zur Verfügung gestellt werden, soweit nicht zusätzliche Datenerhebungen erforderlich sind. Indikatoren einer flächensparenden Siedlungsentwicklung sollen bis auf Gemeindeebene im Internet abrufbar vorgehalten werden. Diese Indikatoren können als Entscheidungsgrundlagen für kommunale Planungen herangezogen werden.
- Um die Bedeutung und die Qualitäten einer flächensparenden Siedlungsentwicklung einer breiten Öffentlichkeit nahezu bringen, werden zahlreiche Maßnahmen durchgeführt. Die „Arbeitsblätter für die Bauleitplanung“ der Obersten Baubehörde zeigen anhand von gelungenen Beispielen, dass qualitativvolles Wohnen auch flächensparend möglich ist. Die Initiative

Innenstadt und Projekte der Städtebauförderung dienen der Stärkung der Innenentwicklung und somit auch der Reduzierung der Flächeninanspruchnahme. Mit Zuschüssen des Landes können städtebauliche Planungen und Forschungen gefördert werden, insbesondere auch modellhafte Lösungen für flächensparende Siedlungsentwicklung. Zur Diskussion von Instrumenten zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme und zum Aufbau einer Kommunikationsplattform soll im Wechsel mit den Marktredwitzer Bodenschutztagen alle zwei Jahre das „Laufener Flächenspar-Forum“ zu den Themen Flächeninanspruchnahme und Flächenrecycling bei der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege in Laufen durchgeführt werden.

#### 4.2.2 Ver- und Entsiegelung von Böden

Der Boden trägt wesentlich durch den Abbau, die Filterung und Pufferung von Schadstoffen zur Verringerung der Schadstoffbelastung unserer Grundwasserkörper bei. Durch seine Speicherfähigkeit kann bei Starkniederschlägen der Abfluss in Oberflächengewässer gedämpft und somit die Hochwassergefahr verringert werden. Mit der Versiegelung von Böden werden die über Jahrtausende entwickelten natürlichen Bodenfunktionen beeinträchtigt bzw. zerstört.

Die tatsächlich versiegelte Fläche kann nur aufgrund von Stichprobenuntersuchungen abgeschätzt werden. Untersuchungen haben einen durchschnittlichen Versiegelungsgrad der Siedlungs- und Verkehrsfläche von 40 – 50 % ergeben, d. h. knapp die Hälfte unserer Städte und Gemeinden ist mit Gebäuden, Wegen und Straßen versiegelt. Der Rest setzt sich aus Gärten, Parks, Friedhöfen, Sportplätzen sowie unversiegelten Wegen und Straßenrandstreifen zusammen. Eine exakte flächendeckende Ermittlung der versiegelten Fläche auf kommunaler Ebene scheiterte bislang an einem unverhältnismäßig hohen zeitlichen und finanziellen Aufwand. Neuere Verfahren, insbesondere die Auswertung von Satellitendaten, können eine kostengünstige Alternative zur Vor-Ort-Erfassung des Versiegelungsgrades darstellen. Andere Bundesländer (z. B. Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz) haben bereits Verfahren zur Auswertung von Satellitendaten entwickelt.

Qualitätvolles Wohnen ist auch bei einem geringen Flächenverbrauch mit verdichteten Bauformen möglich. Modellvorhaben wie die Siedlungsmodelle und die Projekte im Rahmen des experimentellen Wohnungs- und Städtebaus verfolgen seit

vielen Jahren schon das Ziel, Beispiele für einen sparsamen Umgang mit Grund und Boden zu entwickeln und innovative Lösungen aufzuzeigen.

Im Rahmen der Städtebauförderung werden seit Jahren vor allem bei der Revitalisierung militärischer Liegenschaften und von Gewerbebrachen sowie bei der Aufwertung des Wohnumfelds in dicht bebauten Innenstädten und Ortskernen befestigte Flächen zur Wiederherstellung der Versickerungsfähigkeit und zur Verbesserung des Stadtklimas gezielt entsiegelt und begrünt. Bei erforderlichen Verkehrs- und Parkierungsflächen werden soweit möglich offeneporige Materialien und offene fugige Bauweisen bevorzugt.

Darüber hinaus können auch in vielen anderen Fällen Flächen für den ruhenden Verkehr mit wasserdurchlässigen Belägen versehen werden. Im privaten Bereich bieten sich hierfür besonders Garagenzufahrten und Höfe an.

#### Ziele und Maßnahmen

- Die Versiegelung von Freiflächen ist durch flächensparendes Bauen und Begrenzung der Versiegelung zu minimieren. Geeignete Flächen sind verstärkt zu entsiegeln.
- Die Möglichkeiten der Minimierung der Versiegelung und Versickerung von Niederschlagswasser sind im Rahmen der Bauleitplanung konsequent zu nutzen.
- In der Anwendung der Eingriffs- und Ausgleichsregelung in der Bauleitplanung soll die Entsiegelung als Kompensation für die Neuinanspruchnahme von Böden verstärkt durchgeführt werden.
- In einem Pilotprojekt soll die Versiegelung eines Teilgebiets Bayerns mittels Satellitenbildern erfasst und eine Methode zur Klassifikation von versiegelten Flächen entwickelt und exemplarisch getestet werden.

### 4.3 Abfallverwertung in und auf Böden

#### 4.3.1 Klärschlamm

Im Jahr 2003 fielen in Bayern 298.000 t Klärschlamm (bezogen auf Trockenmasse) an. Nach den Abfallbilanzen des LfU hat die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung im Jahr 2003 mit 28 % des Gesamtaufkommens im Vergleich zum Jahr 2001 mit 34 % um 6 % abgenommen. Dagegen ist die stoffliche Verwertung durch Rekul-

tivierungsmaßnahmen um 7 % gestiegen (von 26 % im Jahr 2001 auf 33 % im Jahr 2003). Die Verbrennung von Klärschlamm ist mit 36 % im Jahr 2003 und 35 % im Jahr 2001 etwa gleich geblieben. Deponierung und Zwischenlagerung haben sich mit 2 % und 1 % bzw. 1 % und 4 % kaum geändert. Das Deponieren von Klärschlamm ist seit 01.06.2005 ohnehin nicht mehr zulässig.

Derzeit wird nicht die Verbrennung, sondern eher der kostengünstigere Weg des Einsatzes von Klärschlamm zu Rekultivierungszwecken in den neuen Ländern in Anspruch genommen. Dieser Entsorgungsweg wird nach Angaben der neuen Länder aber nur noch mittelfristig offen stehen und ist von dort teilweise auch nicht erwünscht, so dass zukünftig die gesamte Entsorgung des Klärschlammes durch Verbrennen in geeigneten Anlagen erfolgen muss. Die anfallende Asche enthält bestimmte Stoffe, wie z. B. Phosphor, die einer Wiederverwertung zugeführt werden können.

In der Folge der BSE-Krise und der Neuorientierung der bayerischen Agrarpolitik hat Bayern aus Gründen des vorsorgenden Verbraucher-, Boden- und Gewässerschutzes eine neue Strategie für eine zukunftsfähige und nachhaltige Klärschlamm-entsorgung ausgearbeitet, die mittelfristig die thermische Verwertung anstelle der bisher landbaulich und landschaftsbaulichen Verwertung zum Ziel hat. Die Staatsregierung hat diese Strategie am 15.05.2001 beschlossen und am 23.04.2002 nochmals bekräftigt. Im Vergleich zum Bodenschutzprogramm von 1991 wird damit mittelfristig von der landwirtschaftlichen Verwertung von Klärschlamm Abstand genommen. Ob bzw. inwieweit über die Ausbringung von Klärschlamm auf landwirtschaftliche Nutzflächen antibiotisch wirksame Substanzen und/oder antibiotikaresistente Bakterien in Böden gelangen und über den Transfer auf bzw. in pflanzliche Lebensmittel ein Gefahrenpotenzial für den Menschen darstellen können, ist bislang nicht geklärt. Neuere Untersuchungen zu Gehalten insbesondere organischer Schadstoffe in Klärschlämmen machen unter Vorsorgeaspekten einen Verzicht auf die Verwertung von Klärschlämmen in und auf Böden erforderlich.

#### Ziele und Maßnahmen

- Ziel ist die thermische Entsorgung/Verwertung des gesamten bisher landbaulich und landschaftsbaulich verwerteten Klärschlammes. Die Ziele sind bereits in den Abfallwirtschaftsplan und das LEP aufgenommen.

- Im Rahmen ihrer Beratungstätigkeit weisen die Ämter für Landwirtschaft und Forsten die Landwirte auf die mit der landwirtschaftlichen Verwertung von Klärschlamm verbundenen Probleme hin.
- Die Kläranlagenbetreiber werden durch die Wasserwirtschaftsbehörden über die sachgerechte abwassertechnische Behandlung der hochbelasteten Filtrate/Zentrifugate aus der mechanischen Klärschlammabtrennung beraten.
- Die Förderung der Entwicklung innovativer alternativer Entsorgungsverfahren wird intensiviert.
- Inhalt laufender Forschungsaktivitäten ist die Erfassung des Vorkommens antibiotikaresistenter Bakterien im Klärschlamm und der damit verbundenen möglichen Übertragungswege auf den Menschen.
- Die Förderung der Entwicklung kostengünstiger Rückgewinnungsverfahren von Phosphat aus Klärschlamm wird fortgesetzt.
- Die Klärschlamm-Mitverbrennung in Müllverbrennungsanlagen (MVA) und Kohlekraftwerken, erforderlichenfalls in Monoverbrennungsanlagen, wird kontinuierlich, entsprechend dem längerfristigen Bedarf, ausgebaut.

#### 4.3.2 Bioabfall

Die getrennte Erfassung und Verwertung schadstoffarmer Bioabfälle durch biologische Verfahren (Kompostierung, Vergärung) ist ein wesentlicher Bestandteil der Abfallwirtschaftskonzepte bayerischer entsorgungspflichtiger Gebietskörperschaften. Vor allem die Verwertung von Grüngut hat sich mit einem Anteil von rund 27 % am Gesamtwertstoffaufkommen als tragende Säule der Abfallverwertung etabliert.

Bioabfälle stammen z. B. aus Hausgärten, kommunalen Grünanlagen, Küchen (Biotonne) bzw. aus dem gewerblichen Bereich, insbesondere der Nahrungsmittelproduktion. 2003 wurden in Bayern rund 1 Mio. t Grüngut, davon ca. 860 000 t aus Hausgärten, getrennt erfasst und verwertet. Insgesamt wurden in Bayern 2003 ca. 1,72 Mio. t Abfälle biologisch verwertet. Knapp 16 % dieser Menge wurden direkt als Häckselgut in der Landwirtschaft verwertet. Die verbliebene Menge wurde insgesamt 330 Kompostierungs- und Vergärungsanlagen zugeführt. 76 % der Menge wurden zu Kompost verarbeitet. Zu mehr als einem Drittel ging dieser Kompost zu Bodenverbesserung und

zur Düngung in die Landwirtschaft, ca. 18 % wurden in Erdenwerken aufbereitet sowie 14 % an Kleingärtner und Privatpersonen abgegeben.

Die bei der Bioabfallverwertung erfolgende Rückführung von Nährstoffen und organischer Substanz in den Stoffkreislauf ist ein nachhaltiger Beitrag zur Schonung der entsprechenden natürlichen Ressourcen. Bei der Vergärung von Bioabfällen wird durch die Erzeugung von Biogas zudem ein sekundärer „nachwachsender“ Energieträger gewonnen. Bei der Verwertung von Komposten oder Vergärungsrückständen auf Böden können jedoch Risiken auftreten, z. B. die Anreicherung des Bodens mit Schadstoffen, Fremdbestandteilen, hygienisch bedenklichen Stoffen oder Wildkrautsamen. Die Forderungen nach strengen Qualitätskriterien für Bioabfallkompost und Maßnahmen zur Qualitätssicherung haben daher in Bayern Priorität vor wirtschaftlichen Überlegungen („Qualität vor Quantität“). Durch die Ausbringung von Bioabfallkompost darf keine Belastung von Boden, Gewässern und landwirtschaftlichen Erzeugnissen entstehen. Stoffe, die aufgrund ihrer Eigenschaften zur Belastung des Bodens bzw. der Nahrungskette beitragen können, sollen der Restmülltonne zugeführt und somit von der Verwertung auf Böden ausgeschlossen werden.

Der Gehalt an möglichen Schadstoffen in Gärrückständen hängt stark von den in der Biogasanlage eingesetzten Ausgangssubstraten ab. Nachwachsende Rohstoffe wie Mais, Gras oder Getreideganzpflanzen aber auch pflanzliche Abfälle aus dem landwirtschaftlichen Betrieb (z. B. Rübenschnitzel oder Zuckerrübenblatt) sind hinsichtlich möglicher Schadstoffe als unbedenklich einzustufen.

Die biologische Abfallverwertung, insbesondere die getrennte Erfassung von Bioabfällen aus den Haushalten, ist konzeptioneller Schwerpunkt der Abfallvermeidungs- und -verwertungsstrategien, auf die man sich u.a. im Bodenschutzprogramm 1991 verpflichtet hat. Die ordnungsgemäße und schadlose Verwertung von Bioabfällen ist durch die Vorgaben der Bioabfallverordnung gegeben.

#### Ziele und Maßnahmen

- Bayern wird an der getrennten Erfassung und Verwertung von Abfällen als Grundvoraussetzung einer ressourcenschonenden und nachhaltigen Abfallwirtschaft festhalten. Hierüber besteht vor dem Hintergrund der derzeitigen Diskussion um die Zukunft der Getrenntsammlung („Zebra-Tonne“) breiter Konsens mit den Verbänden der entsorgungspflichtigen Gebietskörperschaften und der

Privatwirtschaft. Weitere Optimierungspotenziale werden sorgfältig geprüft.

- Maßnahmen zur Gütesicherung und Qualitätskontrolle durch die Bundesgütegemeinschaft Kompost und die Fachvereinigung Bayerischer Komposthersteller sollen auch in Zukunft in Bayern die Herstellung besonders schadstoffarmer Komposte bzw. Biogasgärreste ermöglichen, bei deren Ausbringung auf Böden schädliche Einwirkungen nicht zu erwarten sind.
- Für eine Verwertung auf Böden ungeeignete organische Reststoffe sollen über die Restmülltonne entsorgt und thermisch behandelt werden.

### 4.3.3 Verwertung von Bodenmaterial in Gruben und Brüchen

Seit dem 06.11.2002 liegt ein Leitfaden mit ergänzenden Vollzugshinweisen und Erläuterungen zu den Eckpunkten für die Verfüllung von Gruben, Brüchen und Tagebauen in Bayern vor. Die Eckpunkte haben das damalige StMLU und der Bayerische Industrieverband Steine und Erden e. V. im Rahmen des Umweltpaktes „Nachhaltiges Wirtschaften im 21. Jahrhundert“ im Sommer 2001 gemeinsam vereinbart. Diese zunächst freiwillige Vereinbarung wurde am 20. Juli 2001 für die Umweltverwaltung als verbindliche Vorgabe eingeführt.

Das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie hat die Eckpunkte und den Leitfaden auch für die bayerische Bergverwaltung eingeführt, deshalb gelten sie auch für Tagebaue.

Die Eckpunkte bauen auf 10 Grundsätze bzw. 17 Verfüllkriterien auf, die die bisher unübersichtlichen Vorgaben in den verschiedenen Rechtsvorschriften zusammenführen und konkretisieren sowie die neuen Vorschläge damit abstimmen. Mit den neuen vorsorgenden, zukunftsweisenden und praxisgerechten Anforderungen sollen ein nachhaltiger Boden- und Grundwasserschutz sowie ein einheitlicher Vollzug in Bayern sichergestellt werden. Eckpunkte und Leitfaden geben damit ein abgestimmtes und geschlossenes Konzept für die Verfüllung von mineralischen Abfällen im Wege der Verwertung sowie für die Prüfung und Entscheidung im Einzelfall vor.

Die Regelung insbesondere zum Bauschutt und zu den zulässigen Stoffbelastungen gelten vorbehaltlich der Einführung neuer, bundesweit einheitlicher Regelungen in Bayern. Sie ersetzen insoweit

die bisher eingeführten Regelungen der TR-LAGA „Anforderung an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen - LAGA-Mitteilung 20“.

Der Leitfaden legt insbesondere fest, welche mineralischen Abfälle bei Verfüllungen verwertet werden dürfen, nämlich nur Bodenaushub und in Sonderfällen rein mineralischer, vorsortierter Bauschutt mit einem Anteil von bis zu einem Drittel. Ferner gibt er vor, bis zu welchen Stoffgehalten in den Feststoffen und Stoffkonzentrationen im Eluat (bzw. Sickerwasser) die Verfüllung von Abgrabungs- bzw. Abbaustellen mit diesen mineralischen Abfällen ordnungsgemäß und schadlos und damit zulässig ist.

Abbaustellen im Grundwasser sollen aus Gründen des vorsorgenden Grundwasserschutzes grundsätzlich nicht mehr verfüllt werden. Ausgenommen davon ist bei Vorliegen besonderer Gründe des öffentlichen Wohls die Verfüllung mit unbedenklichem Bodenaushub, bevorzugt Abraum und unverwertbaren Lagerstättenanteilen aus dem örtlichen Abbau. Der Hauptgrund für das grundsätzliche Wiederverfüllungsverbot für Nassauskiesungen ist die Tatsache, dass hierfür geeignetes Material in der gebotenen Menge und Qualität nicht vorhanden ist. Dieser Anteil wird künftig noch weiter zurückgehen.

An die Verfüllung von „trockenen Abbaustellen“ werden aufgrund der Vorsorgeanforderung des Boden- und des Grundwasserschutzes ebenfalls strengere Anforderungen gestellt. Je nach Standortvoraussetzungen ergeben sich 4 Verfüllkategorien (A, B, C1 und C2) mit zulässigen Stoffgehalten von Z-0 über Z-1.1 und Z-1.2 bis Z-2. Eine Verfüllung mit Z-2 kann nur einen besonderen Einzelfall darstellen, da hierzu außerordentlich günstige hydrogeologische und geologische Verhältnisse Voraussetzung sind. Damit ist der Forderung aus dem Bodenschutzprogramm von 1991 nach einer schadlosen Verwertung der Abfälle auch unter dem Aspekt der Minimierung möglicher Gefährdungen von Boden und Grundwasser umfassend Rechnung getragen.

### Ziele und Maßnahmen

- Die Verwertung von Bodenmaterial und Bauschutt muss auch weiterhin möglichst umweltverträglich erfolgen. Die Anforderungen an die Verfüllung von Gruben und Brüchen sind auch in Zukunft unter Vorsorgeaspekten mit einem hohen Anspruch zu versehen und konsequent umzusetzen.
- Der Wirtschaft müssen die Rahmenbedingungen

für eine Verfüllung transparent und nachvollziehbar dargestellt werden.

#### 4.3.4 Verwertung von Bauabfällen

Den Hauptteil des Abfallaufkommens in Bayern stellen die Bauabfälle unterschiedlichster Art, vom Bodenaushub, Straßenaufbruch über Bauschutt bis hin zu den Baustellenabfällen. Jährlich fallen in Bayern im Mittel ca. 42 Mio. t Bauabfälle an, von denen der überwiegende Teil (86 %) verwertet werden konnte. Für die Aufbereitung der Bauabfälle werden in Bayern 500 mobile und stationäre Aufbereitungsanlagen genutzt.

21 Mio. t der verwerteten Bauabfälle wurden zur Verfüllung übertragiger Abbaustellen eingesetzt, 8 Mio. t in Bauschuttrecyclinganlagen aufbereitet und 7 Mio. t für öffentliche Bau- und Rekultivierungsmaßnahmen verwendet.

Im Rahmen des Umweltpakts Bayern haben das Bayerische Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz und der Bayerische Industrieverband Steine und Erden e. V. Grundsätze zur Verwertung von Bauschutt in technischen Bauwerken vereinbart. Der Leitfaden ist im Internet unter [www.umweltpakt.bayern.de](http://www.umweltpakt.bayern.de) veröffentlicht.

#### Ziele und Maßnahmen

- Bauabfälle sollen bereits an der Anfallstelle getrennt erfasst werden (gezielter Rückbau) und soweit möglich wiederverwertet werden. Aus Bauabfällen aufbereitete Recycling-Baustoffe sollen nur als geprüfte, überwachte und zertifizierte Baustoffe in Verkehr gebracht und in technischen Bauwerken eingesetzt werden. Der Nachweis der Baulichkeit und der Umweltverträglichkeit erfolgt durch eine ständig qualitätssichernde Güteüberwachung. Beim Einsatz von Recycling-Baustoffen darf der umgebende Boden nicht beeinträchtigt werden.
- Die Akzeptanz für Recycling-Baustoffe aus aufbereiteten Bauabfällen soll gefördert werden. Die Information der Beteiligten über die Bauabfallentsorgung, die Aufklärung über die Eignung von Recycling-Baustoffen und ihre Einsatzmöglichkeiten sollen verstärkt werden. Die Bauwirtschaft hat im Umweltpakt Bayern zugesagt, insbesondere auf eine weitere Steigerung der Verwertungsquoten bei Bauabfällen hinzuwirken.

## 4.4 Nutzung mineralischer Rohstoffe

Beim Rohstoffabbau geht das Material der natürlichen Umgebung verloren. Daher muss darauf geachtet werden, dass der Abbau umweltverträglich erfolgt. Ein Ersatz natürlicher Rohstoffe durch Recyclingmaterial ist dort, wo es technisch möglich ist, anzustreben.

Mit Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (StMWIVT) werden durch das ehemalige GLA seit einigen Jahrzehnten zielgerichtete Erkundungsprogramme durchgeführt, um die notwendigen Grundlagendaten zu ermitteln. Im Laufe der Zeit konnten zu einer Vielzahl lokaler und regionaler Fragestellungen hinsichtlich sowohl genereller Aussagen, als auch aktueller Problemfälle wichtige Grundlagen erarbeitet werden. Als Ergebnisse dieser Erkundungen entstehen u. a. Vorschläge zu Rohstoffsicherungsflächen in den Regionalplänen.

#### Ziele und Maßnahmen

- Rohstoffe müssen so abgebaut werden, dass der Eingriff in den Naturhaushalt so gering wie möglich gehalten wird. Es ist darauf zu achten, dass die Flächeninanspruchnahme minimiert und Bodenfunktionen nicht über das erforderliche Maß hinaus beeinträchtigt werden.
- Für das Landesgebiet ist flächendeckend bis zum Jahre 2025 die RK25 zu erstellen. Dieses Kartenwerk ermöglicht eine Bewertung geplanter Abbauvorhaben und eine Optimierung bei Standortfragen. Im Zuge der Regionalplanung kann hiermit durch den Abgleich mit konkurrierenden Bodennutzungen die Rohstoffsicherung sowohl wirtschafts- als auch umweltfreundlich gestaltet werden. Damit wird eine Grundvoraussetzung für eine nachhaltige und konfliktarme Nutzung der heimischen Rohstoffe geschaffen.

## 4.5 Nutzung des Bodens als Energiequelle

Die Förderung von Pech- bzw. Braunkohle kam in Bayern bereits vor Jahrzehnten zum Erliegen. Die Gewinnung von Erdöl und Erdgas stagniert auf niedrigem Niveau, da mit Stand Ende 2004 nur noch zwei Erdöllagerstätten (Aitingen und Hebertshausen) sowie eine Erdgaslagerstätte (Inzenham-West) in Förderung sind. Die in den letzten Jahren wieder verstärkt betriebenen Explorationsaktivitäten haben noch zu keinen neuen Funden geführt.

Für die Energieversorgung Bayerns hat jedoch die Nutzung ausgeförderter Erdgaslagerstätten als Untertage-Gasspeicher eine wesentlich höhere Bedeutung als die bisherige Kohlenwasserstoff-Förderung, da die Verfügbarkeit von Speicherraum eine grundlegende Voraussetzung für eine funktionierende Gasversorgung bei starken saisonalen Schwankungen ist. Derzeit sind in Bayern 6 Poren-gasspeicher in Betrieb; weitere Lagerstätten werden auf eine Eignung als Speicher hin untersucht.

Zunehmende Bedeutung als Energielieferant in Bayern gewinnt die Erdwärme, da die Geothermie im Gegensatz zu anderen regenerativen Energieträgern unabhängig von Jahreszeit und Wetter rund um die Uhr zur Verfügung steht. Erdwärme liefert Grundlastenergie und damit einen Beitrag für einen zukunftsfähigen Energiemix. Für die energetische Nutzung von heißen Tiefenwässern im hauptsächlich genutzten Tiefenbereich bis etwa 3 500 m sind die geologischen Verhältnisse in Bayern im bundesweiten Vergleich als günstig einzuschätzen. Das größte Potenzial für eine tiefe hydrothermale Energiegewinnung liegt im Malmkarst des süddeutschen Molassebeckens, welches sich im Gebiet zwischen Donau und Alpenvorland erstreckt. Um die energetische Nutzung heißer Tiefenwässer in Bayern weiter voran zu treiben, wurde durch das ehemalige GLA im Auftrag des StMWIVT 2005 ein „Bayerischer Geothermie-atlas“ veröffentlicht. Er enthält auf einer beiliegenden CD-ROM detaillierte Karten zur Tiefenlage und Mächtigkeit nutzbarer Thermalwasser-Aquifere sowie Karten zur Temperaturverteilung im Untergrund. Anhand dieser Karten kann der potenzielle Nutzer abschätzen, wo in Bayern günstige Verhältnisse für eine hydrothermale Wärme- oder Stromerzeugung vorliegen und mit welchen Bohrtiefen und Tiefenwasser-Temperaturen zu rechnen ist.

Erdwärme wird häufig als regenerative Energie bezeichnet. Streng genommen handelt es sich jedoch insbesondere bei der geothermischen Energiegewinnung mittels Tiefengeothermie nur eingeschränkt um die Nutzung einer regenerativen Energiequelle, da hierbei das erschöpfbare und sich nur sehr langfristig regenerierende (mehrere Hunderte bis Tausende von Jahren) Potenzial der gespeicherten Erdwärme genutzt wird. Eine verstärkte Nutzung der Erdwärme erfordert daher auch Vorkehrungen im Sinne einer nachhaltigen Nutzung. Im Hinblick darauf wurde im Auftrag des StMWIVT ein Forschungsvorhaben zur numerischen Modellierung des Wärmeabbaus bei dem Betrieb einer geothermischen Dublette im Malmkarst durchgeführt. Auf Basis der Ergebnisse dieser Modellierung sollen Größe, Intensität und zeitliche Ausdehnung des Wärmeabbaus im Umfeld einer Dublette im Malmkarst abgeschätzt werden.

Neben der Nutzung der tiefen hydrothermalen Geothermie soll auch die Erschließung des oberflächennahen geothermischen Potenzials im hauptsächlich genutzten Tiefenbereich bis 100 m mittels erdgekoppelter Wärmepumpentechnologie eine größere Bedeutung erlangen. Die Einsatzmöglichkeiten reichen hier von der Wärmeversorgung eines Einfamilienhauses bis hin zu Wohnsiedlungen oder größeren Einzelgebäudekomplexen wie Schulen oder Geschäftshäusern. Innovative Techniken nutzen jedoch den Untergrund nicht nur zum Heizen, sondern auch als Kältequelle und zum Speichern thermischer Energie (solarthermische Energie, saisonale Wärme- oder Kälteenergie).

Die Verfahren zum Wärmeentzug im Rahmen der oberflächennahen Geothermie sind nahezu überall in Bayern einsetzbar. Durch die Bereitstellung zusätzlicher geowissenschaftlicher Planungsgrundlagen soll die weitere Erschließung unterstützt werden.

Vom LfU wird im Auftrag des StMUGV bis Mitte 2006 ein landesweites Kartenwerk erarbeitet, das eine Orientierungshilfe geben soll, welches Wärmeentzugsverfahren in welchen Regionen Bayerns vorzugsweise eingesetzt werden kann.

## Ziele und Maßnahmen

- Das Kartenwerk zur oberflächennahen Geothermie stellt derzeit nur eine Orientierungshilfe dar, da die hierfür notwendigen flächendeckenden hydrogeologischen Grundlagen noch nicht vollständig vorliegen. Mit Fertigstellung der hydrogeologischen Kartierung werden auch weitergehende Daten zur oberflächennahen Geothermie vorliegen, die gesicherte Aussagen zur Nutzung der Geothermie zulassen. Ziel ist es, Planungs- und Bauträgern im Internet umfassende Informationen über die technischen Möglichkeiten zur Nutzung der Geothermie bereitzustellen und ihnen regionsspezifische Informationen über die Nutzbarkeit zu geben. Hierfür wird eine Internet-Plattform „Geothermie“ erstellt, in der Bürger, Wirtschaft, Wissenschaft und Behörden alle erforderlichen Informationen zur Nutzung der Geothermie abrufen können.
- Im Bereich der Tiefengeothermie liegen mit dem Bayerischen Geothermieatlas und den Ergebnissen der dublettenscharfen Modellierung zum Wärmeabbau erste Grundlagen zu dessen Nutzung vor. Diese Daten werden laufend vervollständigt.

- Hydraulisch-thermische Modellierungen, mit welchen die Auswirkungen von Thermalwassernutzungen abgeschätzt werden sollen, werden aktuell im Auftrag der ständigen Gewässerkommission im Rahmen eines bayerisch-österreichischen Gemeinschaftsprojekts im oberösterreichisch-niederbayerischen Molassebecken mit Unterstützung durch das Interreg IIIa-Programm der EU durchgeführt.

- Im zentralen Molassebecken ist die Datendichte für das notwendige regionale Modell im Raum München bislang noch nicht ausreichend. Hier werden zunächst weitere lokale Modelle zum Wärmeabbau erarbeitet, die später zu einem regionalen Modell zusammengefügt werden. Die entsprechenden Daten werden sukzessive ermittelt.

## 5. Belastungen von Böden

Ziel des Bodenschutzes ist die nachhaltige Sicherung oder Wiederherstellung von Bodenfunktionen. Dies ist nur zu gewährleisten, wenn Stoffeinträge verringert werden, um keine (weiteren) Anreicherungen in Böden zu verursachen und nicht-stoffliche Belastungen auf ein bodenverträgliches Maß reduziert werden.

### 5.1 Stoffliche Bodenbelastungen

Verstärkte Anstrengungen bei technischen Maßnahmen im Bereich der Kraftwerke und Industrieanlagen haben zu einer beträchtlichen Reduzierung der Schadstoffemissionen geführt. Obwohl im Zeitraum seit 1980 die Kilometerleistung und der Kfz-Bestand stark angestiegen sind, konnten beispielsweise die  $\text{NO}_x$ -Emissionen des Straßenverkehrs zumindest annähernd konstant gehalten werden, seit 1986 ist ein kontinuierlicher Rückgang zu verzeichnen. Mit einer konsequenten Fortsetzung der Luftreinhaltepolitik konnte einem wesentlichen Ziel des Bodenschutzprogramms von 1991, der Vermeidung und fortlaufenden Verringerung des Stoffeintrags mit nachteiligen Auswirkungen auf Böden grundsätzlich Rechnung getragen werden. Damit soll gewährleistet werden, dass auch langfristig die Böden ihre natürlichen Bodenfunktionen erfüllen können.

#### 5.1.1 Organische und anorganische Schadstoffe

Organische und anorganische Schadstoffe gelangen über die Luft großflächig verteilt in den Boden. Diese Stoffe können sich insbesondere in der Umgebung von punktförmigen (z. B. Industrieanlagen) oder linienhaften Emittenten (z. B. Straßen) anreichern. Aber selbst in Reinluftgebieten werden infolge von weiträumigen Staubverfrachtungen Schwermetallniederschläge registriert. Die flächenhafte Belastung mit Schwermetallen ist im Allgemeinen geringer als die natürliche Schwermetallbe-

lastung von Böden und verursacht nur sehr langfristig Erhöhungen der Gehalte in Böden. Organische Schadstoffe, insbesondere polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe und halogenierte Kohlenwasserstoffe, entstehen v.a. bei Verbrennungsprozessen. Sie werden daher ebenfalls mit Stäuben über größere Gebiete transportiert. Im Allgemeinen sind die durch ubiquitäre Stoffeinträge bedingten Schadstoffkonzentrationen gering, gleichwohl ist diesen Schadstoffen insbesondere im Umfeld von Emittenten größere Bedeutung beizumessen. Industrie und Handwerk haben sich daher im Umweltpakt zu einer Reduktion des Schadstoffausstoßes freiwillig verpflichtet.

Erhöhte Stoffgehalte sind insbesondere in der organischen Auflage von Waldböden feststellbar. Dies ist im Wesentlichen auf den so genannten Auskämmeffekt der Wälder zurückzuführen, was letztlich zu einer Anreicherung in den obersten Bodenschichten führt.

#### Ziele und Maßnahmen

- Die Einträge von Schadstoffen über die Luft sind weiterhin konsequent auf ein unvermeidbares Maß zu beschränken. Insbesondere ist darauf zu achten, dass verkehrsbedingte Emissionen, die aufgrund des weiterhin ansteigenden Fahrzeugaufkommens zunehmen werden, durch schadstoffmindernde Maßnahmen in ihrem Ausmaß gedämpft werden. Die möglichst rasche, flächendeckende Einführung eines Partikelfilters für Dieselmotoren ist daher ein wichtiges Ziel.
- Der Umfang emissionsbegrenzender Maßnahmen bei Industrie und Gewerbe soll auf hohem Niveau beibehalten werden, um Einträge in die Nahrungskette zu vermeiden und Gefährdungen von Gewässern und Bodenfunktionen zu minimieren.

### 5.1.2 Dünge- und Pflanzenschutzmittel

Die Düngung der Böden dient der Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit und sichert so die Versorgung mit Lebensmitteln. Dank der Einführung von Mineraldüngern vor mehr als 100 Jahren konnte der Nährstoffmangel in den Böden beseitigt und in Verbindung mit der Verbesserung von Pflanzensorten und der Pflanzengesundheit die Erträge erheblich gesteigert werden. Heute ist die Versorgung der Böden mit Nährstoffen gut, teilweise sind die Böden sogar überversorgt. Die Düngung dient daher heute dem Ausgleich der im Erntegut abgeführten Nährstoffe P, K, Ca, Mg und der Spurenstoffe. Bei Stickstoff, der nicht nur über die Ernte, sondern auch als Gas oder über das Sickerwasser die Fläche verlässt, ist anzustreben, diesen Verlust zu minimieren. Der Einsatz von Wirtschaftsdüngern kommt dem Erhalt der Bodenfruchtbarkeit durch die Rückführung der Nährstoffe, die dem Boden über das Erntegut entnommen wurden, am nächsten. In diese Bilanz ist aber auch die Abfuhr über marktfähige Produkte, wie Milch oder Fleisch, und der Zukauf von Futter zu berücksichtigen.

Die ausgebrachten Dünger kommen meist nicht in vollem Umfang der Pflanzenernährung zugute, insbesondere bei Wirtschaftsdüngern treten Verluste auf. Diese Verluste können gasförmig sein, wenn bei hohen Temperaturen und trockenem Wetter Stickstoffverbindungen aus Gülle oder Jauche bei der Ausbringung entweichen. Sie gelangen aber auch mit dem Oberflächenabfluss in den Vorfluter, wenn es kurz nach der Düngung stark regnet. Während die Verluste über Luft oder Sickerwasser nahezu ausschließlich den Stickstoff betreffen, sind vom Oberflächenabfluss alle Nährstoffe, auch das für die Trophie der Gewässer entscheidende Phosphat, sowie unerwünschte Begleitstoffe, wie Antibiotika oder Fäkalkeime betroffen.

Pflanzenschutzmittel dienen der verbesserten Leistungsfähigkeit von Nutzpflanzen und deren Pflanzengesundheit. Der überwiegende Anteil sind Fungizide und Herbizide, gefolgt von Insektiziden, die weiteren dienen unterschiedlichen Zwecken. Das ideale Pflanzenschutzmittel wirkt selektiv und hat nur eine kurze Verweilzeit im Ökosystem. Neu entwickelte Pflanzenschutzwirkstoffe kommen diesen Vorstellungen zunehmend näher.

Mit Klärschlämmen und teilweise auch mit Wirtschaftsdüngern werden unerwünschte Begleitstoffe in die Böden und die Umwelt eingetragen. Die zulässigen Frachten an Schadstoffen werden dabei durch einschlägige Regelwerke bestimmt. Anforderungen zur Hygienisierung

bestehen nur für Bioabfälle. Für eine Reihe von Stoffen, wie Antibiotika, Arzneimittel, Hormone, Keime und andere reaktive Substanzen bestehen keine Regelwerke. Diese Stoffgruppen sind sehr komplex und in Standarduntersuchungen nicht erfassbar, sie lassen sich aber im Klärschlamm, Kompost, Wirtschaftsdünger sowie auch in den Gewässern nachweisen. Ihre Auswirkung auf den Boden und das Ökosystem sind bisher nur unzureichend bekannt. Die Ausbringung unerwünschter Begleitstoffe bei Klärschlamm und Kompost ist auf das technisch mögliche Minimum zu reduzieren. Die Ausbringungstechnik für Wirtschaftsdünger wurde in den vergangenen Jahren laufend verbessert. Durch gezielte Förderprogramme konnte die Verlustmindernde Technik beschleunigt in die landwirtschaftliche Praxis eingeführt werden.

Auch der Einsatz von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln richtet sich nach den Vorgaben der guten landwirtschaftlichen Praxis. Der Einsatz von Düngemitteln ist in der Düngeverordnung geregelt. Er beschränkt sich auf den Ersatz von Nährstoffen und die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit.

Die Bayerische Staatsregierung setzt - wie schon im Bodenschutzprogramm von 1991 - weiterhin auf den standortgerechten Einsatz von Düngemitteln, der auch den Bedarf der Pflanzen und das Nachlieferungsvermögen der Böden berücksichtigt. Durch einen optimierten Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln kann das jeweilige Wirkungspotenzial vollständig ausgeschöpft werden. Schädliche Bestandteile von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln sind weiterhin konsequent zu vermeiden bzw. zu verringern. Der Schutz der Kulturpflanzen vor Schäden und die Abwendung von Gefahren, die aufgrund von Dünge- und Pflanzenschutzmaßnahmen für die Gesundheit von Menschen und Tieren sowie für den Naturhaushalt entstehen können, stehen im Vordergrund der Bemühungen.

Nach dem Waldgesetz für Bayern ist auf die Anwendung von Düngemitteln zum Zweck der Ertragssteigerung zu verzichten und der Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln möglichst zu vermeiden. Waldkalkungen und Ergänzungsdüngungen zur Kompensation von Nährstoffmängeln werden nur nach sorgfältiger Diagnose (Standortkarte, zusätzliche Boden- und Pflanzenanalysen) und unter weitgehendem Ausschluss von schädlichen Nebenwirkungen durchgeführt.

#### Ziele und Maßnahmen

- Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist – soweit fachlich möglich – weiter zu minimieren. Für Kalkung und Düngung von Waldböden ist

auf der Grundlage der forstlichen Standortkarten ein landesweites Konzept zu erstellen. In eine Düngungskulisse sind die Waldflächen nach ihrer Düngungswürdigkeit zu klassifizieren, Ausschlussstandorte sind abzugrenzen.

- Der Eintrag von Nähr- und Schadstoffen in die Böden ist vor allem durch die bundesrechtlichen Bestimmungen des Düngemittel- und Pflanzenschutzrechts, der Klärschlamm und der Bioabfallverordnung sowie durch die gute fachliche Praxis landwirtschaftlicher Bodennutzung vorgegeben. Auf die Einhaltung der guten fachlichen Praxis insbesondere bei Düngung und Pflanzenschutz ist besonders zu achten.
- Veraltete Ausbringungstechniken bei Gülle und Jauche sollten nicht mehr zur Anwendung kommen. Die Verfahren zur Vermeidung gasförmiger Verluste bei und nach der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern sind weiter zu verbessern.
- Eine an den Bedürfnissen des Marktes orientierte Weiterentwicklung des ökologischen Landbaus ist zu unterstützen.
- Inhalt laufender Forschungsaktivitäten der LfL sind Untersuchungen zu Persistenz und Verlagerung von Antibiotika in Böden und zu Auswirkungen antibiotikahaltiger Gülle auf das Bodenleben. Die Untersuchung bayerischer Böden soll auf die Stoffgruppen Antibiotika, Arzneimittel und Hormone ausgeweitet werden.

### 5.1.3 Versauerung

Die fortschreitende Versauerung unserer Böden und die damit einhergehende Nährstoffverarmung ist grundsätzlich ein natürlicher Prozess. Seit Beginn der Industrialisierung hat sich dieser Prozess jedoch in einigen Gebieten durch anthropogenen Eintrag versauernd wirkender Stoffe erheblich beschleunigt. Bei Verbrennungsprozessen werden u. a. Säurebildner (Schwefel- und Stickstoffoxide) emittiert, die unterschiedlich weit verfrachtet werden können. Ein Großteil der häufig über große Entfernungen durch die Atmosphäre verfrachteten Stoffe wird auf dem Boden abgelagert (trockene und feuchte Deposition). Besonders Nadelwälder kammern Luftschadstoffe aus, weshalb in Böden unter Wald im Vergleich zu anderen Nutzungsarten größere Mengen an Säurebildnern und Säuren eingetragen werden. Versauernd wirkende Stoffeinträge aus Luftverunreinigungen führen direkt und indirekt zu einer Versauerung von Böden, indem basisch wirkende Kationen (Calcium, Magnesium und Kalium) ausge-

waschen werden und sauer wirkende Stoffe wie Aluminium, Eisen und Protonen dominieren. In diesem fortgeschrittenen Stadium der Bodenversauerung können Bodenlebewesen und Pflanzen geschädigt sowie Eisen und Aluminium vermehrt ins Grundwasser verlagert werden. Die Filter- und Pufferfunktion des Bodens wird nachteilig beeinflusst bzw. gefährdet.

Diese versauernde Wirkung wird vielerorts noch verzögert, weil Schwefel und Stickstoff in den Böden und in den organischen Auflagen von Wäldern gespeichert werden. Die Speicherleistung ist jedoch begrenzt, so dass diese potenzielle Belastung früher oder später zu einer aktuellen Versauerung führt. Zudem liegt ein Schwerpunkt der Belastung mit versauernden Stoffen in Regionen, in denen ohnehin nährstoffarme und tiefreichend versauerte Böden verbreitet sind. Der Säureeintrag wirkt sich besonders auf kalkfreie Waldböden aus nährstoffarmen Ausgangssubstraten wie Granit und Gneis oder Sandstein aus, bei denen es im Gegensatz zu den landwirtschaftlichen Nutzflächen auch zu keinem Ausgleich des Basenvorrates in Folge von Düngung kommt.

Die aktuellen Immissionswerte bestätigen einen deutlichen Rückgang der Schwefeldioxid- (1991: 120 000 t/a; 2002: 61 913 t/a), und der Stickstoffoxidemissionen (1991: 383 000 t/a; 2002: 189 059 t/a). Dennoch ist derzeit für Bayern von einem durchschnittlichen Protoneneintrag in Waldböden von etwa 0,9 kmol/ha/a auszugehen. Trotz der erfolgreichen Maßnahmen zur Emissionsminderung, die zu einer deutlichen Reduktion des Eintrags versauernd wirkender Substanzen in Böden geführt haben, nimmt die Gefahr einer weiteren Versauerung insbesondere der säureempfindlichen Böden zu. Stellt man die Einträge der versauernden Substanzen den Einträgen basisch wirkender Stoffe unter Einbeziehung der potenziellen Nachlieferung aus der Verwitterung von Böden gegenüber, so ergibt sich zum Teil ein erheblicher Überschuss an Säurebildnern. Einen gewissen Erfolg versprechen langsam wirkende Kalkdünger (beispielsweise mit Dolomitmehl), die die Auswaschungsverluste kompensieren und gleichzeitig nicht zu einem erhöhten Humusabbau führen. Wichtigste Maßnahme zum Schutz der Waldböden vor Versauerung ist die konsequente Fortführung der Luftreinhaltepolitik.

### Ziele und Maßnahmen

- Der Eintrag versauernd wirkender Substanzen (hauptsächlich Stickstoffoxide, Schwefeloxide, Ammoniak) in Böden soll in Bayern frühest möglich auf ein Niveau verringert werden, bei

dem keine weitere Versauerung empfindlicher, besonders gefährdeter Böden eintritt. Dies würde bayernweit eine Reduzierung des Eintrags von Säurebildnern auf 50 % des Eintrags im Jahr 2000 bedeuten. In Ostbayern müsste der Eintrag von Säurebildnern auf 45 % des Eintrags im Jahr 2000 reduziert werden.

- Besonders empfindliche und gefährdete Böden machen etwa 15 % der Landesfläche aus. Die möglichst flächenscharfe Abgrenzung besonders versauerungsgefährdeter Gebiete, in denen Maßnahmen zur Verbesserung des Basenhaushaltes besonders dringlich wären, ist zu forcieren. In diesen Gebieten sollen die forstlichen Standortkarten um Informationen über den Versauerungszustand erweitert und damit eine flächige Informationsgrundlage für Gegenmaßnahmen (Waldumbau, Kalkung, Düngung) geschaffen werden.
- In den versauerungsgefährdeten Gebieten sind Prognosemodelle der versauerungsbedingten Stoffausträge aus Waldböden in das oberflächennahe Grundwasser als Grundlage für umweltpolitische Maßnahmen zum Grundwasserschutz zu entwickeln und anzuwenden.
- Erforderlich ist die Verbesserung der Datengrundlage über die Nachlieferung basisch wirkender Kationen aus der Mineralverwitterung zur Abschätzung des Säurepuffervermögens von Böden und zur Prognose der zu erwartenden Stoffeinträge in das oberflächennahe Grundwasser. Hierzu soll ein Forschungsvorhaben vergeben werden.
- Darüber hinaus sollen durch die Weiterentwicklung des Bodenmonitorings und die Entwicklung von Indikatoren der Säurezustand und der Eutrophierungsgrad von Böden intensiv beobachtet werden. Bewertungsmaßstäbe und Indikatoren für die Bodenversauerung und Eutrophierung sollen fortentwickelt werden.
- Von besonderer Bedeutung ist der Umbau von nicht standortgerechten Nadelholzbeständen in Mischwälder mit dem Ziel, vermehrt Nährstoffe und Pufferpotenzial aus dem Unterboden über den Laubfall den versauerten Oberböden zur Verfügung zu stellen. In versauerungsgefährdeten Gebieten sollen daher vorrangig die Ziele eines standortgerechten Umbaus der Waldbestände umgesetzt werden.
- Zur Unterstützung von Maßnahmen des Waldumbaus und zur Behebung akuter Nährstoffmängel sollen Maßnahmen der Kalkung und Düngung von Waldböden durchge-

führt werden. Hierzu ist von den Forstbehörden ein Konzept zu erarbeiten, das alle Haupt- und Nebenwirkungen der Maßnahmen vor dem Hintergrund des gesamten Stoffhaushalts der Waldbestände berücksichtigt.

#### 5.1.4 Streusalz, chemische Auftaumittel und Abstumpfmittel

Für sichere Straßenverhältnisse zu sorgen und gleichzeitig die Umwelt zu schützen – das stellt den Winterdienst in den Städten und Gemeinden oft vor Konflikte. Streusalze gewähren einerseits ein gewisses Maß an Sicherheit im winterlichen Straßenverkehr, andererseits schädigen sie nicht nur Boden, Bäume und Sträucher, auch Fische und Fischnährtiere in Gewässern werden in Mitleidschaft gezogen. Brücken und Fahrzeuge korrodieren. Dies bedingt erhebliche Folgekosten für Neuanpflanzungen, Reparaturen und Sanierungen.

Zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit werden bei Bedarf Abstumpfmittel (i. d. R. Splitt), Streusalz und andere chemische Auftaumittel bzw. Mischungen davon eingesetzt. Der Einsatz dieser Mittel hängt stark von den Witterungsbedingungen ab und schwankt daher sehr stark. Durch Auftaumittel, aber auch durch Abstumpfmittel wird die Umwelt belastet, allerdings in unterschiedlichem Maß. Auf die Fahrbahn gestreute Auftaumittel bilden Gemische mit Eis und Schnee. Ein Teil des Gemisches gelangt über Schmelzwasser an den Straßenrand, fließt oberflächlich ab oder versickert und gelangt ins Grundwasser. Der andere Teil des Salzes gelangt als Spritzwasser an den Straßenrand und führt dort zu Strukturveränderungen der Böden oder zu direkten Schädigungen von Pflanzen. Abstumpfende Streumittel enthalten erhebliche Mengen an Reifenabrieb, Staub und anderem Straßenschmutz und sind daher nicht ohne aufwändige Reinigung wieder zu verwenden. Als Weiterentwicklung der Ziele des Bodenschutzprogramms von 1991 soll daher zukünftig anstelle von abstumpfenden Streumitteln vermehrt Sole, sog. Feuchtsalz, zur Anwendung kommen.

Der Einsatz von Feuchtsalz ist in Bayern in der Straßenbauverwaltung bereits flächendeckend eingeführt. Es haftet besser an der Fahrbahn, vermeidet Verwehungsverluste und entwickelt eine schnellere Tauwirkung. Durch den Einsatz von Feuchtsalz verringert sich der Salzverbrauch um bis zu 30 %. Neben den damit verbundenen geringeren Kosten vermindert sich primär die Salzzufuhr in den Boden, die schädigende Wirkung auf Bäume und Pflanzen sowie auf die korrosionsgefährdeten Bauteile von z. B. Kraftfahrzeugen und Brücken.

## Ziele und Maßnahmen

- Der Einsatz von chemischen Auftaumitteln ist aufgrund seiner Umweltschädlichkeit auf das absolut erforderliche Mindestmaß zu begrenzen. Der Einsatz soll sich auf Autobahnen, Hauptverkehrsstraßen in Orten und wichtige außerörtliche Straßen sowie besondere Gefahrenstellen beschränken. Im Normalfall sollte auf das Streuen im nachgeordneten innerörtlichen Netz ohne besondere Gefahrenpunkte verzichtet werden. Abstumpfende Mittel sollen nur bei besonderen Situationen verwendet werden.
- Unter Umweltaspekten wird eine möglichst weitgehende Minimierung des Einsatzes von Streusalz angestrebt. Als Richtgröße sollen witterungsabhängig maximal 10 – 40 g pro Quadratmeter und Streuvorgang nicht überschritten werden. Durch wegeabhängige Dosiereinrichtungen, Nutzung neuer Dosier-techniken (z. B. Thermostreuer) und Wetterinformationssysteme soll der Einsatz von Streusalz weiter minimiert werden.
- Im privaten Bereich soll auf die Verwendung von Auftaumitteln nach Möglichkeit ganz verzichtet werden, dagegen empfiehlt sich auf Gehwegen der Einsatz von Produkten mit dem Blauen Engel. Durch gezielte Information der Kommunen soll der Einsatz von Streusalz weiter vermindert werden.

### 5.1.5 Radioaktive Stoffe

Durch den Reaktorunfall von Tschernobyl am 26. April 1986 wurden radioaktive Stoffe in Abhängigkeit von Dauer und Intensität der Niederschläge insbesondere in den südbayerischen Raum transportiert. Erhöhte Werte sind auch nach fast 20 Jahren insbesondere bei Cäsium 137 messbar, allerdings gehen die Aktivitäten durch den radioaktiven Zerfall weiter kontinuierlich zurück. Für landwirtschaftliche Produkte stellen die durch den Reaktorunfall verursachten Bodenbelastungen kein Problem dar, nach wie vor erhöht sind die Aktivitätskonzentrationen in manchen Pilzarten und im Wildfleisch einiger Regionen. Im Rahmen der Strahlenschutzvorsorge werden seit 1985 auf 131 Boden-Dauerbeobachtungsflächen und seit 1990 an acht Waldstandorten die Veränderungen der Radioaktivität im Boden erfasst. Publikationen zur Einrichtung, Betreuung, Probenahme und Ergebnissen liegen vor. Eine Abstimmung mit anderen Monitoring betreibenden Behörden im Rahmen der interministeriellen Arbeitsgruppe zum Strahlenschutzvorsorgegesetz erfolgt regelmäßig.

## Ziele und Maßnahmen

- Mit Hilfe eines gezielten Monitorings wird die Radioaktivität im Boden langfristig beobachtet. Dies soll die integrierte Darstellung der radioaktiven Belastung in Bayern ermöglichen.
- Noch im Jahr 2006 – 20 Jahre nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl – soll ein Bericht über die Veränderung der Radioaktivität in Böden vorgelegt werden.

## 5.2 Nicht-stoffliche Bodenbelastungen

### 5.2.1 Bodenabtrag durch Erosion

Die Bodenerosion, der Abtrag oder Verlust von wertvollem Oberboden durch Wasser oder Wind, stellt weltweit die größte Gefahr für den fruchtbaren Ackerboden dar. Durch die Bodenerosion gehen außerdem wertvolle Nährstoffe und durchwurzelbarer Bodenraum verloren. Dadurch werden alle natürlichen Bodenfunktionen beeinträchtigt. Auch die Nutzungsfunktion für die Erzeugung landwirtschaftlicher Erträge wird messbar eingeschränkt und im Extremfall kann die Fläche für den Ackerbau nicht mehr genutzt werden. Aber nicht nur der Abtrag verursacht Schaden. Auch die Umlagerung oder der Auftrag und Eintrag von Boden kann zu erheblichen Beeinträchtigungen führen. Dies geschieht beispielsweise dann, wenn Sedimente die Vorfluter und Gewässer verschlammten, Nährstoffe in Flüsse und Seen eingetragen oder Wege und Kanalisation verschmutzt werden. Verschlammte Kulturen bringen auch geringere Erträge.

Die Ursachen der Erosion sind weitgehend bekannt und modellierbar. In Bayern ist es besonders die Bodenerosion durch Wasser, welche Abtrag und Umlagerung verursacht. Bereits 1986 hat das ehemalige GLA in GLA-Fachbericht 1, dem „Erosionsatlas“, die Ausmaße und Ursachen der Bodenerosion in Bayern aufgezeigt. Schwerpunkte der natürlichen Erosionsgefahr sind Gebiete mit hohen Hangneigungen und/oder schluffreichen Böden. Verstärkt wird die Erosion, wenn das Wasser gesammelt abfließt, was mit zunehmender Hanglänge auf großen Schlaglängen immer wahrscheinlicher wird. Bodenerosion entfaltet insbesondere dann Wirkung, wenn der Boden nicht von einer Pflanzendecke vor der erosionsauslösenden „Splashwirkung“ der Regentropfen geschützt wird. Eine geschlossene Pflanzendecke fehlt natürlicherweise nur auf wenigen Sonderstandorten und bei ackerbaulicher Nutzung. Für die unabdingbare Funktion des Bodens als Grundlage zur Nahrungsgewinnung müssen Pflanzen geerntet und der Boden für neue

Einsaaten bereitet werden. Gerade in diesem Zeitraum besteht die stärkste Erosionsgefahr.

Die landwirtschaftliche Forschung hat dieses Problem erkannt, erosionsmindernde Anbaumethoden entwickelt und diese laufend verbessert. Durch intensive Beratung und entsprechende Förderprogramme konnten diese Erkenntnisse in die landwirtschaftliche Praxis übertragen werden. In einigen Produktionszweigen und Anbauverfahren erreichte man so eine deutliche Erosionsminderung.

Als besonders wertvolles Instrument hat sich dabei das Kulturlandschaftprogramm (KULAP) erwiesen. Insbesondere bei den besonders erosionsempfindlichen Reihenkulturen wie Mais, Rüben oder Kartoffeln wurde durch die Förderung von Mulchsaat und Zwischenfruchtanbau eine erhebliche Verbesserung erzielt. Die Aufgabe, die gute fachliche Praxis in der Landwirtschaft zu fördern und zu einem verbesserten Erosionsschutz zu gelangen, wird künftig durch die Cross-Compliance-Anforderungen unterstützt.

Seit dem Erscheinen des „Erosionsatlas“ haben sich die Modellierung und die fachliche Praxis in Bayern entscheidend verbessert. So können Aussagen zur Erosion heute mit größerer Schärfe getroffen werden. Die landwirtschaftliche Praxis hat sich erheblich weiterentwickelt, so dass die Angaben des Erosionsatlases nur noch zur natürlichen Erosionsdisposition ungeprüft genutzt werden können. Zugleich aber besteht ein erheblicher Bedarf an Information über den Eintrag von Sediment und Nährstoffen in die Oberflächengewässer, der sich aus dem Vollzug der EU-Wasser-Rahmen-Richtlinie (WRRL) ergibt.

### Ziele und Maßnahmen

- Die Bemühungen der Landwirtschaft, die Erosion am Ort ihrer Entstehung weiter zu vermindern, sollen weiter intensiviert werden durch die Weiterentwicklung erosionsmindernder Anbauverfahren und die Beratung der Landwirte über die Anwendung anerkannter Methoden. Als erosionsmindernd sind alle Verfahren einzustufen, die einen hohen Bodenbedeckungsgrad im Jahresverlauf sicherstellen und die Bodenstruktur stabilisieren wie Mulchsaat, Zwischenfruchtanbau, Untersaaten, konservierende Bodenbearbeitung. Diese Verfahren dienen darüber hinaus weiteren Zielen des Bodenschutzes, wie der Erhaltung der organischen Substanz, der Verbesserung der Bodenstruktur oder der Verminderung des Austrages löslicher Nährstoffe.

- Die umfangreichen Aktivitäten der Forstwirtschaft im Rahmen der Schutzwaldsanierung und Schutzwaldpflege sollen konsequent fortgeführt werden.
- Die Entwicklung, Erprobung und Umsetzung von Maßnahmen, die verhindern, dass Oberflächenabfluss schnell und ungefiltert in die Vorfluter und von dort in größere Gewässer oder Seen gelangt, sollen intensiviert werden. Dazu gehören beispielsweise begrünte Abflusswege, Sedimentationsbecken und Gewässerrandstreifen.
- Der „Erosionsatlas von Bayern“ soll fortgeschrieben werden. Aufgrund der geänderten Anbausituation, der verbesserten Kenntnisse zur Bodenerosion, aktueller Datengrundlagen und eines erhöhten Informationsbedarfs, wie er sich z. B. aus den WRRL und aus Cross Compliance ergibt, ist eine Erhebung von Daten zur Erosionsanfälligkeit im Hinblick auf die Anforderungen von Cross Compliance erforderlich.
- Die Anforderungen an den Erosionsschutz im Zusammenhang mit Stoffeinträgen in Gewässer sind so weit anzupassen, dass die Ziele der EU-Wasserrahmenrichtlinie erreicht werden können.

### 5.2.2 Bodenverdichtung

Bodenverdichtung entsteht, wenn Böden belastet werden. Die Auflast der eiszeitlichen Gletscher führte zu einer natürlichen Verdichtung der Grundmoränen. Wesentlich bedeutender für den Bodenschutz sind jedoch anthropogene Bodenverdichtungen. Sie entstehen aus der Nutzung für Land- und Forstwirtschaft, als Rohstofflagerstätte oder als Fläche für Siedlung und Erholung oder sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen. Bei jeder dieser Nutzung werden die Böden betreten, befahren oder sonstige Auflasten auf die Fläche eingebracht. Bodenverdichtung entsteht, wenn die Auflast die Tragfähigkeit der Böden überschreitet. Die Tragfähigkeit der Böden selbst ist sehr unterschiedlich und variiert auch kurzfristig aufgrund der Bodenfeuchte.

Das ehemalige GLA betreute von 1984 bis 1989 eine vom damaligen StMLU geförderte Studie, die 1995 und 1997 in die Merkblätter zur Wasserwirtschaft „Gefügestabilität ackerbaulich genutzter Mineralböden“ einfluss. Die LfL betreute ein Projekt zu „Auswirkungen von landwirtschaftlichen Maschinen mit hohen Radlasten auf die Funktionsfähigkeit bayerischer Ackerböden“ (1997 – 2000)

und führt aktuell eine Untersuchung zur „Bodenbelastung durch Rübenroder“ (2004 – 2007) durch. Eine DIN-Vornorm zur „Ermittlung der mechanischen Belastbarkeit von Böden aus der Vorbelastung“ liegt seit 2001 vor, ist aber noch nicht zur Norm erhoben. Seither wurden noch weitere Modelle erarbeitet; eine VDI-Richtlinie zum Thema Bodendruck durch landwirtschaftliche Fahrzeuge ist in Vorbereitung.

In der Land- und Forsttechnik wird versucht, die Risiken von unerwünschter Bodenverdichtung durch Optimierung der Fahrzeuge und der Arbeitsverfahren zu mindern. Dem wirtschaftlichen Druck zu leistungsfähigeren und damit meist auch schwereren Fahrzeugen wird durch den konsequenten Einsatz großvolumiger moderner Reifen mit möglichst niedrigem Reifeninnendruck, von Reifendruckregelanlagen und speziellen Fahrwerken entgegengewirkt.

#### Ziele und Maßnahmen

- Es ist Ziel der Bayerischen Staatsregierung, der Bodenschadverdichtung vorsorgend entgegenzuwirken und Verdichtungen auf das unvermeidbare Maß zu beschränken.
- Bislang fehlen geeignete Verfahren zur Beurteilung der Bodengefährdung durch Schadverdichtung bzw. verbindliche Kriterien, unter welchen Bedingungen welches Beurteilungsverfahren sinnvoll anwendbar ist. Diese Fragen sollen im Rahmen einer Studie entwickelt werden, in der bereits vorhandene Modelle systematisch verglichen, anhand gemessener Daten auf Richtigkeit überprüft und in der Praxis getestet werden sollen.
- Gemeinsam mit der Wirtschaft sollen praxistaugliche Verfahren und Technologien bis zur Anwendungsreife entwickelt werden, die es ermöglichen, Bodenbearbeitung, Ernte und Feldtransport im Rahmen einer zukunftsorientierten Landbewirtschaftung wirtschaftlich und gefügeschonend zu gestalten.
- Strategien zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen sollen von den Landesanstalten im

Landwirtschaftsressort weiterentwickelt werden. Die landwirtschaftliche Beratung soll diese Strategien im Rahmen der guten fachlichen Praxis verstärkt in ihr Konzept zur Betriebsberatung einbeziehen.

- In der forstlichen Beratung sind die vorhandenen Konzepte zur bodenschonenden Befahrung von Waldböden weiter zu entwickeln.

#### 5.2.3 Bodenentwässerung

Entwässerungsmaßnahmen in Auen und Niedermoorbereichen führen zu einer nachhaltigen Veränderung des Bodenwasserhaushaltes. Insbesondere organische Böden sind infolge der Mineralisierung in ihrem Fortbestand gefährdet. Mit der Reduzierung bzw. dem Verlust der organischen Bodensubstanz gehen eine Verringerung der Wasserspeicherkapazität des Bodens sowie des Lebensraumpotenzials für seltene Tiere und Pflanzen einher. Der Abbau organischer Substanz geht mit einer klimarelevanten CO<sub>2</sub>-Freisetzung einher.

#### Ziele und Maßnahmen

- Neue Entwässerungsmaßnahmen sollen soweit möglich unterlassen werden. Dies betrifft insbesondere empfindliche Moorstandorte und natürliche Überschwemmungsbereiche und -gebiete.
- Durch die Wiederherstellung eines intakten Wasserhaushaltes in Mooren und Feuchtgebieten soll deren ökologische Bedeutung im Hinblick auf die Biodiversität, den vorbeugenden Hochwasserschutz nachhaltig verbessert werden. Entsprechende Maßnahmen sollen im Rahmen bestehender Förderprogramme oder im Rahmen von BayernNetzNatur vermehrt unterstützt werden. Die Umsetzung der genannten Ziele soll ggf. auch durch Maßnahmen der Bodenordnung im Rahmen von Projekten der Ländlichen Entwicklung unterstützt werden.
- Die bayernweite Moorinventarisierung soll fortgeführt und aktualisiert werden.

## 6. Altlasten und schädliche Bodenveränderungen, Flächenrecycling

Bereits im Bodenschutzprogramm von 1991 wurde eine ganze Reihe von Zielen zur Altlastenbewältigung aufgestellt und seither durch entsprechende Maßnahmen umgesetzt. Gleichwohl hat sich die Zahl der im Altlastenkataster geführten Altlasten und Altlastverdachtsflächen seit 1991 erhöht. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die landesweite Erhebung dieser Flächen deutlich forciert wurde. Die Bewältigung bestehender Altlasten und schädlicher Bodenveränderungen ist nach wie vor eine wichtige Voraussetzung für die Zukunftssicherung unseres Lebens- und Wirtschaftsraumes. Jeder Verdacht auf Altlasten und schädliche Bodenveränderungen muss aufgrund der möglichen Gefahren für Mensch und Umwelt überprüft werden. Ein nicht geklärt Verdacht bedeutet gleichzeitig auch ein Investitionsrisiko und damit ein Hemmnis für die wirtschaftliche Entwicklung. Die Klärung des Altlastenverdachts ist daher unerlässliche Voraussetzung, altlastenverdächtige ehemalige Industrie- und Gewerbeflächen einer angepassten Wiedernutzung zuführen zu können und somit die Inanspruchnahme von Freiflächen zu verringern.

Schädliche Bodenveränderungen sind Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen, die geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit herbeizuführen (§ 2 Abs. 3 BBodSchG).

Altlasten im Sinne des BBodSchG (§ 2 Abs. 5) sind

- stillgelegte Abfallbeseitigungsanlagen sowie sonstige Grundstücke, auf denen Abfälle gehandelt, gelagert oder abgelagert worden sind (Altablagerungen) und
- Grundstücke stillgelegter Anlagen und sonstige Grundstücke, auf den mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen worden ist, ausgenommen Anlagen, deren Stilllegung einer Genehmigung nach dem Atomgesetz bedarf (Altstandorte),
- durch die schädliche Bodenveränderungen oder sonstige Gefahren für den einzelnen oder die Allgemeinheit hervorgerufen werden.

Altlastverdächtige Flächen sind Altablagerungen und Altstandorte, bei denen der Verdacht schädlicher Bodenveränderungen oder sonstiger Gefahren für den einzelnen oder die Allgemeinheit besteht (§ 2 Abs. 6 BBodSchG). Liegen nach § 9 Abs. 1 BBodSchG Anhaltspunkte für eine Altlast vor, so sind von der zuständigen Behörde die geeigneten Maßnahmen zur Ermittlung des Sachverhaltes zu ergreifen.

Für den Verwaltungsvollzug und die Klärung des Altlastverdachts sind in Bayern die Kreisverwaltungsbehörden (KVB) zuständig. Die Altlastenbearbeitung in Bayern erfolgt in einem mehrstufigen Prozess. Dieser beginnt mit der Erhebung der Altlastverdachtsflächen durch die KVB. Das LfU führt gemäß Art. 3 BayBodSchG ein Kataster, das sog. Altlasten-, Bodenschutz- und Deponieinformationssystem (ABuDIS 2.0), in dem die in Bayern erhobenen Altlasten und Altlastverdachtsflächen erfasst werden. Zum Stand 31.03.2006 waren in Bayern 17 485 Altlasten und Altlastverdachtsflächen (11 558 Altablagerungen und 5 927 Altstandorte) registriert.

Bei der Erkundung und Sanierung gemeindeeigener Hausmülldeponien unterstützt die Staatsregierung die kreisangehörigen bayerischen Gemeinden mit insgesamt 25 Mio. € und hat gemeinsam mit den Gemeinden einen zunächst bis 2010 befristeten paritätisch finanzierten Unterstützungsfonds eingerichtet. Ein Gesetz zur Umsetzung des Finanzierungsmodells ist am 01.05.2006 in Kraft getreten

Die Klärung des Altlastverdachts erfolgt im Rahmen der Amtsermittlung vor allem durch die KVB (historische Erkundung) und die Wasserwirtschaftsämter (orientierende Untersuchung) beim Wirkungspfad Boden-Gewässer. Sind landwirtschaftlich oder gartenbaulich genutzte Flächen betroffen, beteiligt die KVB als zuständige Fachbehörde das Amt für Landwirtschaft und Forsten. Detailuntersuchung und Sanierung sind Aufgabe des Handlungsverpflichteten (Verursacher) oder Zustandsverpflichteten (i. d. R. Grundstückseigentümer). Sind Verursacher oder Grundstückseigentümer nicht zahlungsfähig oder nicht mehr greifbar, müssen die erforderlichen Maßnahmen zur Gefahrenabwehr von der Kreisverwaltungsbehörde im Wege der Ersatzvornahme, auf Kosten des Landkreises bzw. der kreisfreien Gemeinde, durchgeführt werden.

Nach Art 7. Abs. 4 Finanzausgleichsgesetz (FAG) können Landkreise und kreisfreie Gemeinden ergänzende Finanzaufweisungen für Ersatzvorfälle erhalten. Es können Kosten erstattet werden, die eine Eigenbeteiligung der Kommunen von 2 € pro Einwohner und Jahr übersteigen. Die anstehenden Maßnahmen müssen dazu in die Liste der fachlich vordringlichsten Vorhaben, die das Umweltministerium nach Maßgabe der zur Verfügung stehenden Haushaltsmittel (gegenwärtig bis zu 4 Mio. € pro Jahr) aufstellt, aufgenommen sein.

Zur Unterstützung der KVB bei Maßnahmen zur Sanierung von Altlasten gewerblichen oder industriellen Ursprungs wurde 1989 die Gesellschaft zur Altlastensanierung in Bayern mbH (GAB mbH) gemeinsam von der bayerischen Wirtschaft und dem Freistaat Bayern gegründet. Die GAB übernimmt in satzungsgemäßen Fällen in der Regel bis zu 75 % der anfallenden Maßnahmekosten.

Zusätzlich hat der Freistaat Bayern 1995 im Rahmen des ersten Umweltpakts mit der Wirtschaft einen Altlastensanierungsfonds eingerichtet. Aus den anfallenden Zinserträgen wird das Bayerische Umweltkreditprogramm (Teilbereich Altlasten) gespeist. Dies bietet mittelständischen Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft zinsgünstige Darlehen, falls der Sanierungsaufwand für das antragstellende Unternehmen einen existenzbedrohenden wirtschaftlichen Aufwand darstellt.

Bei der Wiedernutzung von kontaminierten Flächen ergeben sich vor allem in strukturschwachen Regionen Probleme, ebenso bei der Wiedernutzung von sich aus nicht verwertbarer, ökonomisch unrentabler Flächen. Für die Wiedernutzbarmachung von kontaminierten Flächen ohne direkten Gefahrenbezug stehen im Rahmen der EU-Strukturfondsförderung im Förderschwerpunkt 3 des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung-EFRE (Maßnahme 3.2 b – Altlastensanierung, Altlastenforschung) bis 2008 insgesamt 5,7 Mio. € Finanzhilfen der EU zur Verfügung. Diese werden mit einem Fördersatz von 50 % der förderfähigen Kosten an die Kommunen ausgerichtet.

## Ziele und Maßnahmen

- Der Altlastverdacht soll bei 50 % der Verdachtsflächen bis 2010 und bei 100 % bis 2020 geklärt sein.
- Um einen landesweit einheitlichen Vollzug der Bodenschutzgesetze zu gewährleisten, werden weiterhin systematisch fachliche Arbeitshilfen erstellt und bestehende aktualisiert und fortgeschrieben. Neue fachliche Vollzugsgrundlagen werden für die Wirkungspfade „Boden-Mensch“ und „Boden-Nutzpflanze“ und zur Untersuchung von Sprengplätzen erarbeitet.
- Kreisangehörige Städte und Gemeinden sollen bei der Erkundung und Sanierung ihrer ehemaligen Hausmülldeponien finanziell durch den Unterstützungsfonds nach Art. 13 a BayBodSchG unterstützt werden. Vordringlich ist die Erkundung und gegebenenfalls Sanierung der im Kataster nach Art. 3 BayBodSchG des LfU erfassten und mit Priorität A eingestuften gemeindeeigenen ehemaligen Hausmülldeponien.
- Es sollen Vorhaben zur Erforschung wissenschaftlicher Grundlagen sowie innovativer und kostengünstiger Erkundungs- und Sanierungstechniken durchgeführt werden mit dem Ziel, die Ergebnisse und Erkenntnisse so aufzubereiten, dass diese unmittelbar und praxisnah über Arbeitshilfen und Handlungsempfehlungen in den Vollzug umgesetzt werden können.
- Um den betroffenen Kommunen insbesondere in strukturschwachen Gebieten, aber auch Planern und Bauherren Hilfestellung bei der Wiedernutzbarmachung kontaminierter Flächen zu leisten, soll ein „Ratgeber Flächenrecycling“ insbesondere für strukturschwache Regionen erarbeitet werden. Schwerpunkte liegen auf der Erarbeitung einheitlicher Handlungsempfehlungen für eine systematische Altlastenerkundung und -bewertung im Rahmen der Flächenentwicklung für Gewerbe- und Industriebranchen.

## 7 Forschung, grenzübergreifende Zusammenarbeit

### 7.1 Forschung

Böden sind in ihrer Komplexität nur schwer beschreib- und begreifbar. Um in einem geologisch so vielfältigen Land wie Bayern hinreichend regionalisierte Grundlagen für politische Entscheidungsprozesse zur Verfügung stellen zu können, sind erhebliche Forschungsanstrengungen notwendig. Der Fortschritt in Gesellschaft und Wirtschaft wirft zudem immer wieder neue Fragestellungen auf wie z. B. zum Stoffverhalten in Böden als Folge des Klimawandels. Insbesondere sind für viele politische Entscheidungen quantifizierbare Datengrundlagen erforderlich. Für deren Bereitstellung und für die Entwicklung neuer Technologien gibt es in Bayern neben den Fachbehörden LfU, LfL, LWG und LWF auch zahlreiche Ingenieurbüros sowie gut ausgestattete Institute an bayerischen Hochschulen und Fachhochschulen und außeruniversitäre Institute, die zu Lösungen grundsätzlicher, aber auch unmittelbar praxisbezogener Fragestellungen zum Bodenschutz beitragen.

In Bayern wurden in den vergangenen Jahren erhebliche Mittel in verschiedene Forschungsprogramme investiert, um die Erstellung von Bodenkarten und die Ableitung von Bodenbewertungskarten zu beschleunigen und die Bodeneigenschaften und den Stoffbestand für die Ableitung von Hintergrundwerten zu bestimmen. Die dabei entnommenen Bodenproben sind in der Bodenprobenbank des LfU für zukünftige Untersuchungen archiviert. Außerdem haben Forschungsvorhaben die Erkenntnisse über die Quantifizierung im Boden ablaufender Prozesse entscheidend erweitert. Von der LfL wurden im Rahmen von Forschungsprogrammen u. a. Fragen zur Persistenz und Verlagerung von Antibiotika im Boden und möglichen Wirkungen antibiotikahaltiger Gülle auf das Bodenleben, zur mechanischen Bodenbelastung durch schwere Landmaschinen und zu den in Bayern standorttypischen Humusgehalten bearbeitet.

Für viele Fragestellungen sind aber noch weitere Forschungsanstrengungen notwendig. So können viele Bodenfunktionen derzeit nur qualitativ oder halbquantitativ bewertet werden. Im Bereich Bodenbiologie und organische Schadstoffe müssen noch wissenschaftliche Grundlagen für eine Beschreibung und Bewertung der bodenkundlichen Funktionalität geschaffen werden.

Seit 1999 veranstaltet die Stadt Marktredwitz unter Schirmherrschaft des StMUGV und unter Beteiligung der bayerischen Landesämter für Geologie, Umweltschutz und Wasserwirtschaft (jetzt Landesamt für Umwelt) die „Marktredwitzer Bodenschutztag“. Ziel dieser Wissenschaftstagung ist es, den Vertretern von Ingenieurbüros, Behörden, Kommunen und Universitäten ein internationales Forum für aktuelle Fragen im Bodenschutz zu bieten.

#### Ziele und Maßnahmen

- Wissenschaftliche Erkenntnisse sollen als Entscheidungsgrundlagen für die Politik aufbereitet und kommuniziert werden. Dabei soll der Austausch in Diskussionsforen für Praxis und Vollzug breiten Raum einnehmen. Die Marktredwitzer Bodenschutztag sollen zu einem Forum auch für grenzüberschreitende Fragen des Bodenschutzes in Bayern und Tschechien ausgebaut werden.
- Die Forschung zur Bodenbiologie soll intensiviert werden, da in diesem Bereich das Wissen noch verhältnismäßig gering ist. Insbesondere die Auswirkungen von Bodenbelastungen auf Bodenlebewesen sind noch nicht ausreichend untersucht.
- Die Auswirkungen des Klimawandels auf Böden sind noch nicht ausreichend erforscht. Für Bayern sollen zunächst auf der Basis der prognostizierten Klimaänderungen am Beispiel einer Region potenzielle Auswirkungen auf Bodeneigenschaften und -funktionen bewertet werden.
- Präventiver Bodenschutz profitiert auch von Forschungen und Untersuchungen zu Themen wie Überlebensraten von Prionen (BSE-Erreger) oder Arzneimittelrückständen und Endocrine Disruptors (ED) in Böden.
- Der Praxisbezug anwendungsorientierter Forschung muss weiter verbessert werden. Weitere praxis- und vollzugsrelevante Forschungsvorhaben, insbesondere zur Anwendung geowissenschaftlicher Produkte für Bewertungsfragen sollen initiiert werden.

## 7.2 Grenzüberschreitende Zusammenarbeit

Der Boden endet nicht an Verwaltungsgrenzen. Auch Fragen des Bodenschutzes müssen grenzüberschreitend betrachtet werden. Bayern arbeitet deswegen im Bodenschutz intensiv in multilateralen Arbeitsgemeinschaften wie Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaften mit. Ziel dieser Arbeitsgemeinschaften ist die Schaffung bundesweiter Standards und die Vereinheitlichung von Methoden und Vorgehensweisen bei der Beantwortung bodenschutzrelevanter Fragen. In bilateralen Arbeitsgemeinschaften mit unmittelbaren Nachbarländern bearbeitet Bayern konkrete, grenzüberschreitende Fragestellungen.

Um Böden zu schützen, muss man deren Eigenschaften und Funktionen kennen und Kenntnisse über ihre Wechselwirkungen mit anderen Umweltmedien (Atmosphäre, Grundwasser) besitzen. Böden sind neben punktuellen auch ubiquitären Stoffeinträgen ausgesetzt. Deshalb ist nachhaltiger Bodenschutz und die Beantwortung der damit verbundenen offenen Fragen nicht nur Aufgabe von nationalen Untersuchungsprogrammen. Zukünftig müssen die Aufgaben im Bodenschutz im europäischen Kontext, aber auch grenzüberschreitend angegangen und gelöst werden. Bodenschutz ist eine über die Nationalgrenzen hinweg reichende Querschnittsaufgabe.

Bayern bringt seine Erfahrungen und Kompetenzen intensiv in länderübergreifende Gremien ein. Unter dem Dach der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaften BLA-GEO und LABO sowie in DIN-Ausschüssen wirkt Bayern an der Erstellung einer bundesweit einheitlichen Bodenkarte 1 : 200 000 mit. Es ist ebenfalls an der bundesweiten Zusammenstellung und Harmonisierung von Bodenbewertungsverfahren, der einheitlichen Durchführung des Bodenmonitorings, sowie der Ableitung von Hintergrundwerten und Harmonisierung von Grenzwerten im Bodenschutz beteiligt. Weiterhin wirkt Bayern auch bei der Erarbeitung eines Maßnahmenkonzeptes zur verschmutzungsarmen Nutzpflanzenernte mit.

Im Rahmen eines tschechischen EU-Projektes wird ab 2006 in enger Kooperation zwischen dem LfU und der zentralen landwirtschaftlichen Kontroll- und Untersuchungsanstalt der Tschechischen Republik das bayerische, rasterorientierte Bodenuntersuchungsprogramm (8 x 8 km) im tschechischen Grenzraum weitergeführt. Nach Ablauf des Vorhabens können somit auch für den bayerisch-böhmischen Grenzraum detaillierte Aussagen zum Bodenzustand und den Hintergrundwerten getroffen werden.

### Ziele und Maßnahmen

- Bodenschutzrelevante Untersuchungsmethoden und Vorgehensweisen sollen auf nationaler und europäischer Ebene harmonisiert werden. Dabei steht die Harmonisierung der Methoden zur Bodenprobenahme und Schadstoffanalytik im Vordergrund.
- Einheitliche, länderübergreifende Datengrundlagen sollen als Entscheidungsgrundlage für politische Vollzugsmaßnahmen erarbeitet werden.
- Die Zusammenarbeit im Bodenschutz mit Nachbarländern, insbesondere mit den EU-Beitrittsländern zur Beschleunigung einer Angleichung von Datengrundlagen und Verfahren soll intensiviert werden.
- Bayern wird weiterhin in länderübergreifenden Gremien zur Harmonisierung und Vereinheitlichung bodenschutzrelevanter Datengrundlagen und Vorgehensweisen mitarbeiten. Von besonderer Bedeutung sind dabei Gremien zur Umsetzung der Alpenkonvention.
- Vorzugsweise sollen grenzüberschreitende Untersuchungsvorhaben zur Bewertung regionsspezifischer wichtiger Bodenfunktionen (z. B. Pufferfunktion des Bodens gegenüber Säureeinträgen im ostbayerischen Grundgebirge) durchgeführt werden.

## 8. Bodenbewusstsein

Zwar hat das Thema „Boden“ in jüngster Zeit, auch durch die Bodenschutzgesetzgebung 1999, verstärkt gesellschaftliche Bedeutung erhalten.

Um das Verständnis und die Akzeptanz für Maßnahmen im Bodenschutz dauerhaft zu erhöhen, ist es aber notwendig, ein Problembewusstsein für den Boden in der Öffentlichkeit zu verankern. Die Behörden in Bayern sind nach Kap. 1 BayBodSchVwV gehalten, im Rahmen ihrer Möglichkeiten durch Öffentlichkeitsarbeit auf die Bedeutung des Bodens und seiner Funktionen hinzuweisen. Mit einer Reihe von Projekten wurde daher vom StMUGV mit wesentlicher Unterstützung vor allem durch das ehemalige GLA eine Offensive zur Stärkung des Bodenbewusstseins in Bayern eingeleitet. Auch weitere in Bayern für den Bodenschutz tätigen Behörden und Institutionen und Universitäten haben Aktivitäten entwickelt, um das Bewusstsein über die Bedeutung der Böden zu stärken. Die Bayerische Forstverwaltung informiert an sechs Walderlebniszentren und bildet Kinder, Jugendliche und Erwachsene zum Thema Boden z. B. im Rahmen von Waldführungen weiter und führt Multiplikatorenschulungen für Lehrerinnen und Lehrer durch. Ziel ist es, die verschiedenen Aktivitäten in diesem Themenfeld zu bündeln und für die Öffentlichkeit, für Schulen und in der Erwachsenenbildung weiter aufzubereiten, Boden erlebbar zu machen und das Wissen über Böden kontinuierlich zu erweitern. Es wurde also der Weg der kleinen Einzelschritte gewählt, deren Gesamtheit in einigen Jahren alle möglichen Felder der Bewusstseinsbildung abdecken soll. Den wenigsten Menschen ist z. B. bekannt, dass mehr als 90 % aller unserer Lebensmittel auf Böden produziert werden. Ebenso wenig ist bekannt, dass eine Hand voll Erde mehr Organismen als Menschen auf der Erde beheimatet. Zudem sind Böden in aller Regel unserem unmittelbarem Blick verborgen, wir nehmen Böden als Oberfläche und nur selten als dreidimensionales Objekt wahr.

Obwohl so lebensnotwendig, ist der Boden für viele oft noch das unbekannte Wesen. Erste wesentliche Maßnahmen waren daher die Erstellung der Bodenschutz-Ausstellung „Bayern auf gutem Grund“, die am 28.08.2003 eröffnet wurde und seither durch Bayern wandert. Sie will der Öffentlichkeit die Augen öffnen für die Wunder und die Verletzlichkeit der obersten dünnen Schicht der Erde, die Grundlage unseres Lebens ist. Leitmotiv ist dabei, wie bei allen Umweltbildungsaktivitäten, die Feststellung: „Nur was man kennt, kann und will man auch schützen“. Die Ausstellung vermittelt Kenntnisse über Aufbau, Zusammensetzung und Belastung von Böden. Aus dieser

Kenntnis kann Einsicht wachsen in die Bedeutung und den Wert des Bodens und in die Verpflichtung zum schonenden Umgang mit ihm.

In Ergänzung der Bodenschutzausstellung, die während der gesamten Laufzeiten der Landesgartenschauen 2004 in Burghausen und 2006 in Marktredwitz gezeigt wurde und wird, sind vom ehemaligen GLA sog. Präsentationsbausteine unter dem Motto „Bodenfunktionen erlebbar machen“ erstellt worden. Auf spielerische Art können damit die natürlichen Funktionen des Bodens mit Hilfe interaktiver Aktionselemente (Schau- und Aktionskästen, Landschaftsmodelle, Experimentierangebote) sinnlich erfahrbar gemacht werden. Zusätzlich dazu werden anhand der Faltblätter „Böden in Bayern“ die am häufigsten vorkommenden Böden Bayerns für interessierte Laien und Schüler anschaulich beschrieben.

Bei der Bundesgartenschau 2005 in München wurde ein Bodenpuppenspiel von den „Puppet-Players“ aufgeführt, das Kindern im Vorschul- und Grundschulalter die Wunder des Bodens näher bringen soll. Das Puppenspiel soll in den kommenden Jahren bei Großereignissen und Umweltaktivitäten in ganz Bayern gezeigt werden. Poster und Postkarten zum Bodenschutz bilden weitere Bausteine des Angebots.

Da Kinder und Jugendliche besonders wichtige Adressaten sind, wurde vom StMUGV eine Lehrerhandreichung „Lernort Boden“ gemeinsam mit der Universität Bayreuth und dem Institut für Schulpädagogik und Bildungsforschung entwickelt, die in allen Schularten Verwendung finden kann. Sie wird im Jahr 2006 allen bayerischen Schulen zur Verfügung gestellt und wird Eingang in die Lehrerfortbildung in Dillingen und bei der Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL) in Laufen finden. Begleitend zu Ausstellung und Lehrerhandreichung gibt es seit 2003 eine Poster- und Postkartenserie zum Bodenschutz. Für Schüler sind auch die „ich TU WAS!-Hefte“, die vom StMUGV herausgegeben werden, konzipiert. Das Heft „ich TU Was!... damit der Boden fit bleibt“, vermittelt spielerisch Informationen über den Boden und lädt zu Experimenten ein. Materialien zum Thema Boden finden sich auch im waldpädagogischen Leitfaden und in der Internetpräsenz der Bayerischen Forstverwaltung ([www.lwf.bayern.de](http://www.lwf.bayern.de)).

Im Jahr 2003 wurde in Kalchreuth-Wolfsfelden (Mittelfranken) ein Bodenlehrpfad eröffnet, auf dem in Zusammenarbeit mit der Forstverwaltung

anhand von Bodenaufschlüssen an zehn Stationen der Blick in den Boden ermöglicht und mit Schautafeln erläutert wird.

Auch die staatlich anerkannten Umweltstationen (z. B. Reichelhof bei Schweinfurt) beteiligen sich v. a. im Rahmen projektbezogener Arbeiten zum Thema Boden an der Bewusstseinsbildung.

Viele dieser Maßnahmen wurden vom StMUGV und zum großen Teil mit Hilfe des Schwerpunktes Bodenschutz des Allgemeinen Umweltfonds finanziert.

### Ziele und Maßnahmen

- Die Aktivitäten zur Stärkung des Bodenbewusstseins werden fortgesetzt. Böden und ihre Eigenschaften und Funktionen sollen selbstverständlicher Bestandteil der Umweltbildung in Schulen und Bildungseinrichtungen werden.
- Bodenlehrpfade sind als „Fenster in den Boden“ besonders gute Lernorte. Ziel ist es daher, in jedem Regierungsbezirk mindestens einen Bodenlehrpfad einzurichten.
- Nach der Lehrerhandreichung „Lernort Boden“ wird eine Handreichung „Geologie“ erstellt, die in Ergänzung zum überarbeiteten Lehrplan Geographie die Geologie für den Einsatz in Schulen, Umweltstationen und Agenda-Gruppen aufbereitet.
- Bei dem Beitrag des StMUGV zur Landesgartenschau 2006 in Marktredwitz/Eger nehmen die Themen Bodenschutz und Geologie einen breiten Raum ein. Mit Unterstützung durch die Dienststelle des LfU in Marktredwitz sollen entsprechende Ausstellungsbeiträge mit regionalem Bezug (Vulkanismus, Erdbeben, Rohstoffvorkommen, Böden) den Besuchern präsentiert werden.

## Impressum

Herausgeber Bayerisches Staatsministerium für  
Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV)  
Rosenkavalierplatz 2, 81925 München  
Internet [www.stmugv.bayern.de](http://www.stmugv.bayern.de)  
E-Mail [poststelle@stmugv.bayern.de](mailto:poststelle@stmugv.bayern.de)  
Stand Oktober 2006

© StMUGV, alle Rechte vorbehalten

Gedruckt auf Papier aus 100 % Altpapier

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

---



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter [direkt@bayern.de](mailto:direkt@bayern.de) erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

Diese Druckschrift wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung.

Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Druckschrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Druckschrift zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars erbeten.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt.

Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden.

## Legende

Karte der Bodenausgangsgesteine zur Ermittlung von Hintergrundwerten im Maßstab 1 : 500 000 (Stand September 2006)

	<b>31</b>	Flug- und Terrassensand – Einheit auch in Südbayern Quartär
	<b>42a</b>	Löss(leh) über verschiedenen Gesteinen Nordbayern; im Ries Löss über Tertär Quartär (Löss/leh) über Trias; im Ries Quartär (Löss) über Tertär
	<b>49b</b>	Kalk- und Dolomitstein, Mergelkalk, (Schiefer)Mergel und Tonstein, Residuallehm (Muschelkalk) Muschelkalk
	<b>51</b>	Ton, Tonmergel, Mergelton, Schieferlon, Schiefermergel Keuper, Lias, Dogger, (im Spessart Zechstein; Oberer Buntsandstein)
	<b>61b</b>	Sandstein, Tonstein (Oberkreide); auf der Alb mit lehmiger Deckschicht sowie Kreideverwitterung über Main Oberkreide
	<b>61c</b>	Sande und Sandsteine sowie Arkose-Sandsteine, untergeordnet Sandstein-Tonstein-Wechsellagen Sandsteinkupfer, Oberer Rhät sowie sandige Fazies von Keuper und Muschelkalk in der Bruchscholle
	<b>61d</b>	Sandstein, (Tonstein) (Buntsandstein) Buntsandstein
	<b>61e</b>	Ton, Sand, Kies, Sandstein, Lehme Tertär
	<b>61f</b>	Sandstein, (Tonstein) (Röllgende) Röllgende (Perm)
	<b>63e</b>	Sandsteinlagen (Lias, Dogger), z.T. mit Flugsand Lias, Dogger
<b>Bodenausgangsgesteinsgruppen der Fränkischen und Schwäbischen Alb</b>		
	<b>49a</b>	Dolomitzersatz, Kalk- und Dolomitstein, Mergelkalk, Mergel, Residuallehm (Weißer Jura) Weißer Jura (Main)
	<b>50</b>	Löss(leh) mit Residuallehm/-ton (Ablehen) Kreide, Tertär bis Pleistozän
	<b>54a</b>	Kratersedimente: Süßwasserkalk, Mergel, Ton, Kalksand, Konglomerat Tertär (Miozän)
	<b>54b</b>	Resauwurfmasse mit Löss(leh) und Residuallehm/-ton (Ablehm) Tertär (Miozän)
	<b>63a</b>	Monheimer Höhensand Tertär (Miozän bis Pliozän)
<b>Bodenausgangsgesteinsgruppen der Grundgebirge</b>		
	<b>53</b>	Metabasit, Basalt, Diabas, Gabbro, Diorit, Amphibolit, Serpentin (in der Rhön mit Fremdmaterial des Buntsandsteins und des Muschelkalkes) Alpalkozoikum (Oberes Proterozoikum); Tertär (Basalte)
	<b>55</b>	Gneis; in Nordbayern auch Syenit Alpalkozoikum, Oberes Proterozoikum
	<b>56</b>	Granit; in Nordbayern auch Quarzporphyr Perm-Karbon
	<b>59</b>	Quarzit-, Ton- und Kieselstiefen, Grauwacke, Konglomerat, (Quarzit)Phyllit, Hornblende- und Phyocodenschiefer, Glimmerschiefer Paläozoikum
<b>Bodenausgangsgesteinsgruppe des Tertärhügellandes</b>		
	<b>18</b>	Sandig-kiesiges Molassematerial z.T. mit eingeschalteten Mergel- und Tonlagen. (Im Bereich der Ober-Lech-Platte Deckenschotter) Tertär
	<b>42b</b>	Löss(leh) über OSM und Hochterasse, z.T. über Jura und Resauwurfmasse Quartär (Löss/leh) über OSM und Hochterasse, z.T. über Jura und Miozän
<b>Bodenausgangsgesteinsgruppen der Alpen und des Alpenvorlandes</b>		
	<b>14</b>	Hochfüllelehm auf fluvioglazialen, carbonatreichem Schotter Quartär (Pleistozän)
	<b>21</b>	Geschiebelehm (-mergel) mit unterschiedlichem Anteil größerer Geschiebe (Moränenmaterial) Quartär
	<b>52a</b>	Ton-, Mergelstein, Zement-, Tonmergel, Konglomerat, (Kalk)Sandstein (Flysch und Gefaltete Molasse) Flysch, Gefaltete Molasse
	<b>68</b>	Gesteinschutt aus Sandstein, Kalkstein, Dolomitstein, Mergel, Mergelkalk, Schiefermergel, Tonmergel, Konglomerate und anderer Gesteine der alpinen Trias, Jura oder Kreide und inneralpiner Geschiebelehm mit Gesteinschutt Alpine Trias, Jura oder Kreide
<b>Bodenausgangsgesteinsgruppe der grundwasserbeeinflussten Standorte sowie grundwasserbeeinflussten Substrate</b>		
	<b>13</b>	Flußmergel, Hochfüllelehm, Alm und ammoorige Bildungen z.T. auf fluvioglazialen, carbonatreichem Schotter und carbonatfreie Tafelablagerungen Quartär
	<b>10a</b>	Basename, sandige bis schluffige Auensedimente (10am Main, 10ar Roggitz, 10ag Grundgebirge, 10br Ries) Quartär
	<b>10b</b>	Kalkhaltige, sandig-lehmige Auensedimente (lokal durch erodiertes Lössmaterial oder Kiese und Gerölle beeinflusst) Quartär
<b>Moore</b>		
	<b>6</b>	Niedermoor, teilweise mit mineralischen Komponenten Holozän
	<b>7</b>	Hochmoor Holozän
<b>Sonstige</b>		
	<b>70</b>	Versiegelte Flächen in größeren Städten
	<b>72</b>	Gewässer