



Bayerisches Landesamt für
Umwelt



Alte Lasten – Neue Chancen

Rückblick, Einblick und Ausblick



altlasten



Bayerisches Landesamt für
Umwelt



Alte Lasten – Neue Chancen

Rückblick, Einblick und Ausblick

Impressum

Alte Lasten – Neue Chancen Rückblick, Einblick und Ausblick

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Telefon: (0821) 90 71 - 0
Fax: (0821) 90 71 - 55 56
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de

Text/Konzept:

LfU, Referat 95, Matthias Heinzl

Layout:

LfU, Referat 13

Redaktion

Wertarbeit, Stefan Jackl
Westendstr. 87, 80339 München
www.die-wertarbeit.de

LfU, Referat 95, Matthias Heinzl

Bildnachweis:

siehe Seite 36

Druck:

Druckerei Joh. Walch
Im Gries 6
86179 Augsburg

Gedruckt auf Papier aus 100% Recyclingpapier

Stand:

Juni 2011

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 Publikation wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt.

Der Inhalt wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.

BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung.

Unter Tel. 089 12 22 20 oder per E-Mail unter 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.



Inhalt

RÜCKBLICK

Bayern zieht Bilanz **8**

Bayern setzt sich seit Jahrzehnten für die Altlastenbearbeitung ein. – Der Schutz von Mensch und Umwelt steht an oberster Stelle. – Erfolge geben der bayerischen Altlastenpolitik recht.

EINBLICK

Altlasten beseitigen **14**

Gesetzliche Grundlagen und bewährte Verfahrensabläufe ermöglichen effizientes Vorgehen. – Schritt für Schritt vom Verdacht zur Sanierung – Die Klärung des Anfangsverdachts übernimmt der Staat.

Chance Flächenrecycling **20**

Kommunen profitieren in vieler Hinsicht vom Flächenrecycling. – Durch finanzielle Hilfe den Stein ins Rollen bringen.

Erfolge aus der Praxis **24**

Altlastensanierung eines massiven Arsenschadens – Sanierung einer Hausmülldeponie mit Forschungsprojekt – Beseitigung militärischer Altlasten – Innovative Sanierungsverfahren – Flächenrecycling als lohnende Unternehmensinvestition – Das LfU beteiligt sich an Forschungsvorhaben.

AUSBLICK

Weichen stellen für die Zukunft **31**

Altlastensanierung und Flächenrecycling sind große Zukunftsaufgaben. – Genaue Zielvorgaben eröffnen neue Perspektiven.

ANHÄNGE

Erläuterungen und Adressen **34**

Abkürzungen
Glossar
Nützliche Informationen und Adressen



Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser!

Bayern blickt auf über 25 Jahre erfolgreiche Altlastenbearbeitung zurück. In dieser Zeit wurde viel bewegt: bei 7.500 Grundstücken wurde der Altlastverdacht geklärt, 1.600 konnten erfolgreich saniert werden. Dabei wurden mehr als fünf Millionen Kilogramm an Schadstoffen aus dem Boden entfernt. Eine eindrucksvolle Bilanz zum Wohl der menschlichen Gesundheit, der Umwelt und der nachhaltigen Entwicklung in Bayern.



Über 150 Millionen Euro hat der Freistaat Bayern bisher in die Untersuchung und Sanierung von Altlasten investiert. Dies ist eine Investition in die Zukunft, denn Altlasten bewältigen bedeutet Entwicklung ermöglichen und Zukunft gestalten. Belastete Flächen können in den Flächen- und Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden und tragen dazu bei die Flächeninanspruchnahme in nachhaltige Bahnen zu lenken. So schaffen wir Sicherheit für die Zukunft und umweltgerechten Wohlstand für Generationen.

Seit bekannt werden der Altlastenproblematik sind enorme Fortschritte im Umgang mit belasteten Flächen gemacht worden. Die Altlastenbearbeitung ist aber - wie ein Blick in das Altlastenkataster zeigt - noch lange nicht abgeschlossen. Vielmehr handelt es sich um eine langfristige, doch lösbare Zukunftsaufgabe, die Bayern sicher noch die nächsten Jahrzehnte herausfordern wird.

Die vorliegende Broschüre zieht Bilanz über die Erfolge der Altlastenbearbeitung in Bayern, gibt einen Einblick in die praktische Arbeit und zeigt, wie die Weichen gestellt werden für die Zukunft der Altlastenbearbeitung in Bayern.

Dr. Markus Söder MdL
Staatsminister

Melanie Huml MdL
Staatssekretärin

Vorwort

Liebe Leserin, lieber Leser!

Saubere Böden und reines Grundwasser sind unsere unverzichtbaren Lebensgrundlagen im Wasserland Bayern. Wir müssen Sie für unsere Kinder schützen und erhalten. Bis Mitte des 20. Jahrhunderts galten jedoch rauchende Schloten und schnell expandierende Fabriken als Zeichen des Aufschwungs und des Wohlstands. Der Müll der Gesellschaft wurde damals von den Gemeinden, unwissend der Umweltgefährdung, auf Kippen außerhalb der Ortschaften verbracht. Leckagen von Anlagen, Unfälle, Werksdeponien und Kriegsschäden kamen hinzu. Heute kennen wir in Bayern fast 18.000 solcher Altflächen, die zumindest im Verdacht stehen, durch Schadstoffe die Umwelt zu gefährden.

Wir vom Landesamt für Umwelt unterstützen seit Jahrzehnten aktiv den Umweltschutz bei der Altlastenbearbeitung in Bayern. Mit unseren Arbeitshilfen und Merkblättern helfen wir den Behörden und Firmen bei der Erkundung und Bewertung von Altlasten. In unserem landesweiten Altlastenkataster (ABuDIS) verwalten wir Flächen vom ersten Anfangsverdacht bis zum Abschluss der Sanierung. Forschungsarbeiten in Tuchföhlung mit der Praxis, wie Versuche zur Bindung von Schadstoffen und zum Transport von Stoffen in Böden, werden in unserer Lysimeteranlage und unserem Josef-Vogl-Technikum durchgeführt. Zudem stehen unsere Fachleute den Behörden, Firmen und Bürgern beratend kompetent zur Seite.

Die Erfolge der Altlastenbearbeitung in Bayern zeigen sich nicht nur in den großen, aus den Medien bekannten Sanierungsfällen, wie der Chemischen Fabrik Marktredwitz, der Zellstofffabrik in Kelheim oder den Produktionsstätten von Schweinfurter Grün im Kreis Schweinfurt. Über 100 Flächen werden zusätzlich Jahr für Jahr saniert und stehen wieder vollwertig einer neuen Nutzung zur Verfügung. Informieren Sie sich in unserer Broschüre über die Umwandlung eines Sprengplatzes bei Günzburg in einen Freizeitpark oder die vollständige Beseitigung einer ehemaligen Munitionsanstalt im Stadtgebiet von Traunreut. Lassen Sie sich erklären, wie durch Aufheizung des Untergrundes oder durch Belegung der bereits vorhandenen Mikrobiologie Schadensfälle saniert werden.

Claus Kumutat
Präsident des Bayerischen Landesamtes für Umwelt



Chronologie der Altlastenbearbeitung in Bayern



- 1970** Gründung des Bayerischen Umweltministeriums als erstes Umweltministerium Europas
- 1972** Beginn der Erhebung gemeindeeigener Müllablagerungsplätze in Bayern
- 1978** Prägung des Begriffes „Altlasten“ (Umweltgutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen)



- 1985** Einführung des bayerischen Altlastenkatasters
- 1988** Beginn der bayernweiten Altlastenerhebung
- 1989** Gründung der Gesellschaft zur Altlastensanierung in Bayern mbH (GAB) als Kooperationsmodell zwischen dem Freistaat Bayern und der bayerischen Wirtschaft zur Untersuchung und Sanierung von industriell-gewerblichen Altlasten



- 1991** Veröffentlichung des ersten Bayerischen Bodenschutzprogramms
In Kraft treten des Bayerischen Abfallwirtschafts- und Altlastengesetzes
Einführung des Bayerischen Altlastenleitfadens
- 1995** Unterzeichnung des Umweltpakts Bayern mit der Fortführung der GAB; Umweltinitiative Bayern
- 1996** Einrichtung des Altlastensanierungsfonds in Bayern mit einem Kapitalstock von 50 Millionen Euro
Abschluss der größten Altlastensanierung in Bayern, Chemische Fabrik Marktredwitz
- 1997** Beginn des Bayerischen Altlastenkreditprogramms
- 1998** Beginn ergänzender Finanzzuweisungen für Ersatzmaßnahmen der Landkreise und kreisfreien Gemeinden durch Art. 7 Abs. 4 Finanzausgleichsgesetz
- 1999** In Kraft treten des Bundes-Bodenschutzgesetzes, der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung und des Bayerischen Bodenschutzgesetzes

Chronologie der Altlastenbearbeitung in Bayern

- 2000** Erlass der **Verwaltungsvorschrift zum Vollzug des Bodenschutz- und Altlastenrechts in Bayern**
Unterzeichnung des **Umweltpakts II** in Bayern mit der Fortführung der **GAB**
- 2001** Erlass der **Verordnung über Sachverständige und Untersuchungsstellen** für den Bodenschutz und die Altlastenbehandlung in Bayern
Beginn der Zulassungen von Sachverständigen und Untersuchungsstellen in Bayern
- 2002** Inbetriebnahme der **Lysimeteranlage** des ehemaligen Landesamtes für Wasserwirtschaft (heute: Landesamt für Umwelt) am Standort Wielenbach
- 2003** Inbetriebnahme des Altlasten-, Bodenschutz- und Deponieinformationssystems in Bayern (**ABuDIS 2.0**) als zentrale internetfähige Datenbank
- 2005** Unterzeichnung des **Umweltpakts III** in Bayern mit der Fortführung der **GAB**
- 2006** Veröffentlichung des **zweiten Bayerischen Bodenschutzprogramms**
Einrichtung eines **Unterstützungsfonds** für die Erkundung und Sanierung gemeindeeigener Hausmülldeponien in Bayern
Erweiterung des **Kooperationsmodells GAB** zwischen Bayerischer Staatsregierung und Bayerischer Wirtschaft um die kommunalen Spitzenverbände
- 2010** Unterzeichnung des **Umweltpakts IV** mit der Fortführung der **GAB**, Geschäftsbereich „**Industrielle Altlasten**“ um weitere zwei Jahre
- 2011** Verlängerung des **Unterstützungsfonds** um weitere fünf Jahre



Rückblick: Bayern zieht Bilanz

*„Wir haben die Erde von unseren Eltern nicht geerbt,
sondern wir haben sie von unseren Kindern nur geliehen.“*
Indianisches Sprichwort



Boden und Grundwasser sind, im wahrsten Sinn des Wortes, die Basis allen Lebens. Sie als Lebensgrundlage zu sichern, erfordert nachhaltiges Handeln. Schadstoffeinträge in den Untergrund sind meist von langem Bestand und können nur mit großem Aufwand wieder entfernt werden. Vorhandene Altlasten zu beseitigen und neue gar nicht mehr entstehen zu lassen, ist deshalb erklärtes Ziel der bayerischen Umweltpolitik.

Fehler der Vergangenheit beheben

Wie gefährlich viele Chemikalien sind, war früher oft nicht bekannt. Abfälle, wie Gewerbemüll, Hausmüll und Bauschutt, wurden ohne vorherige Trennung auf oft ungesicherten Flächen abgelagert oder auch, aus Unkenntnis oder fehlendem Umweltbewusstsein, auf wilden Kippen „entsorgt“. Aus Industrie- und Gewerbebetrieben gelangten Schadstoffe in den Untergrund. Altlasten sind die Folge dieses Handelns. Eine entsprechende Umweltschutzgesetzgebung, ein verändertes Umweltbewusstsein, hochmoderne Untersuchungstechniken und spezialisierte Sanierungsmethoden ermöglichen es heute, die Fehler der Vergangenheit zu erkennen und zu beseitigen.

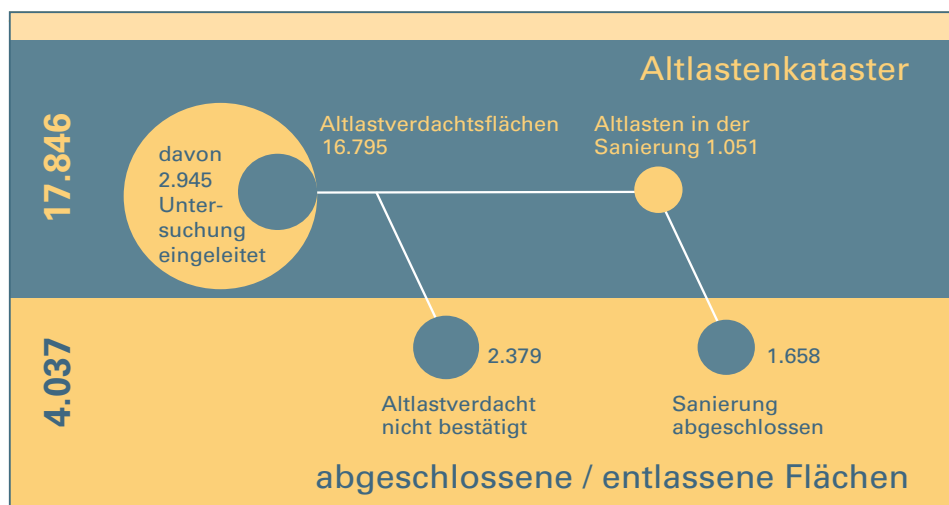
Seit 1999 besteht mit dem Bundes-Bodenschutzgesetz eine einheitliche rechtliche Grundlage zur nachhaltigen Beseitigung von Altlasten. Bayern ging die Altlastenproblematik freilich schon sehr viel früher an. 1972 wurde mit einer Erhebung gemeindeeigener Müllkippen, damals noch handschriftlich auf Erfassungsbögen, begonnen. Sie mündete 1985 im bayerischen → **Altlastenkataster**. Seitdem werden Altlasten und altlastverdächtige Flächen landesweit erfasst und, wenn erforderlich, untersucht und saniert. In der heutigen webbasierten Version des Altlastenkatasters („ABuDIS“) finden sich fast 18.000 Datensätze. Auf die fortlaufend aktualisierten Daten können die zuständigen Behörden jederzeit zugreifen. Ein öffentlicher Zugang ermöglicht es interessierten Bürgern, sich über die Situation in Bayern wie vor Ort zu informieren



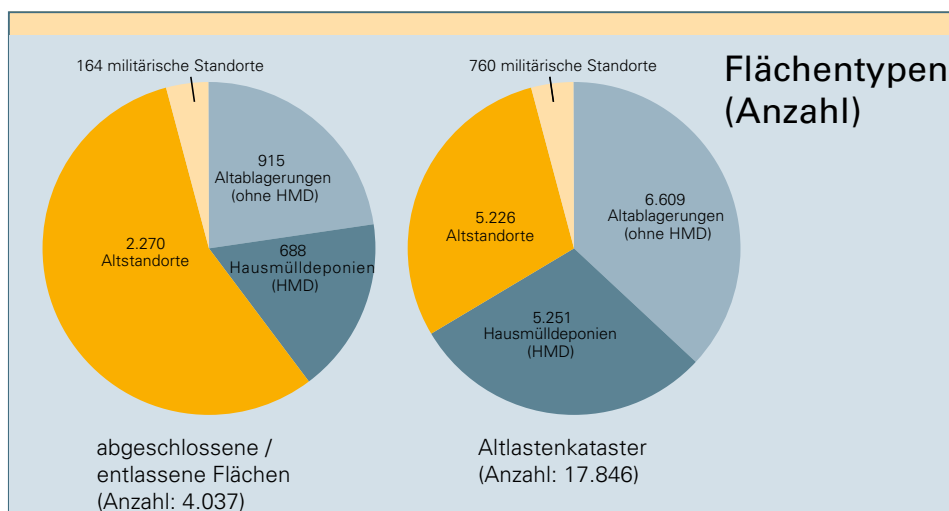
Früher wurde sorgloser mit Abfällen und Gefahrstoffen umgegangen.

Bayern setzt sich seit Jahrzehnten für die Altlastenbeseitigung ein.

Im bayerischen Altlastenkataster werden belastete und verdächtige Flächen erfasst.

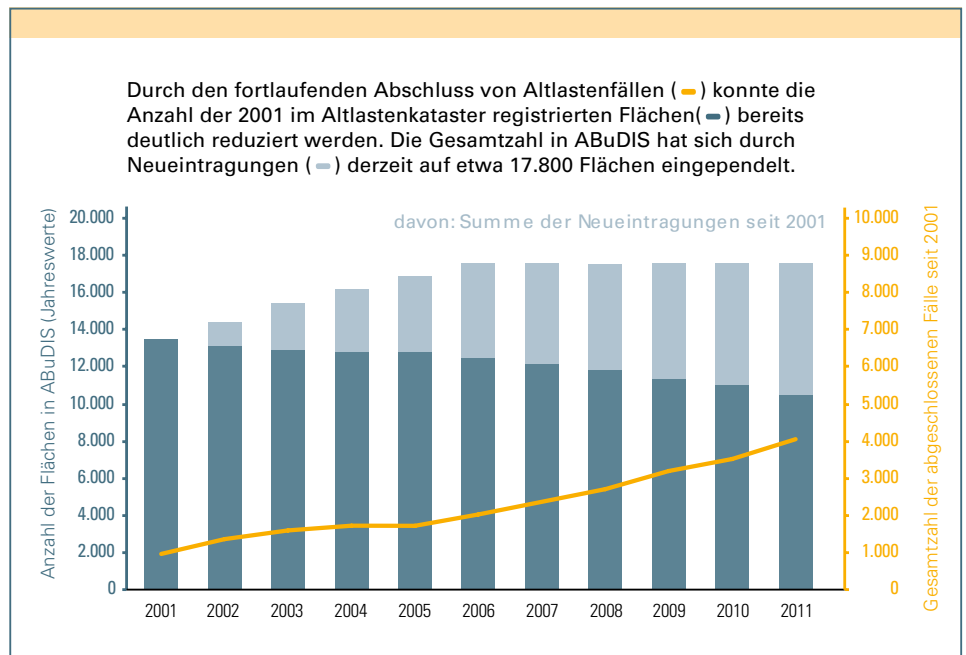


Die Altlastenbearbeitung in Bayern schreitet voran. Bereits über 4.000 Flächen sind bis heute abgearbeitet.



In der Vergangenheit wurden überwiegend Altstandorte bearbeitet. Seit einigen Jahren liegt der Schwerpunkt auf Altablagerungen und Hausmülldeponien.

Bayerns Erfolgsbilanz zeigt sich an der stetig steigenden Zahl sanierter oder aus dem Verdacht entlassener Flächen. Die Anzahl der 2001 erfassten Flächen hat dadurch deutlich abgenommen. Es kommen aber neue Flächen hinzu.



Altlastenbearbeitung ist aktiver Umweltschutz

Die Bayerische Staatsregierung hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2020 den Altlastverdacht für 8.000 Flächen zu klären. An oberster Stelle steht dabei die Abwehr von Gefahren für Mensch und Umwelt. Die Klärung des Altlastverdachts ist aber auch ein wesentlicher Schritt in Richtung Nachnutzung. Bereits der Verdacht auf Altlasten schreckt Investoren ab, verunsichert Eigentümer und behindert Planungen.

Der Schutz von Mensch und Umwelt steht immer an oberster Stelle.

Das Landesamt für Umwelt hat berechnet, dass bei der Sanierung von Altlasten in Bayern schon über vier Millionen Kubikmeter verunreinigtes Erdreich ausgehoben und entsorgt wurden – das entspricht fast dem anderthalbfachen Volumen der 50 Meter hohen Allianz-Arena in München. Über fünf Millionen Kilogramm an Schadstoffen, darunter Gifte wie Blei, Arsen, Quecksilber, verschiedenste Öle und Lösemittel, wurden dabei aus dem Untergrund entfernt. Nicht nur in Anbetracht der Tatsache, dass viele Schadstoffe schon in kleinsten Mengen schädlich für den Menschen und die Umwelt sind, ist dies ein großer Erfolg.

In Bayern wird viel bewegt

- Bei 7.500 der im →**Altlastenkataster** erfassten Flächen konnte der Altlastverdacht geklärt werden (→**Amtsermittlung** abgeschlossen). Davon wurden 1.600 Grundstücke erfolgreich saniert. Bei fast 2.400 Flächen wurde der anfängliche Verdacht ausgeräumt.
- Mehr als fünf Millionen Kilogramm an Schadstoffen wurden aus dem Boden entfernt. Darunter sind organische Schadstoffe wie MKW, PAK, LHKW und BTEX sowie anorganische Schadstoffe wie Zink, Blei, Kupfer, Chrom und Quecksilber.
- Über vier Millionen Kubikmeter kontaminierter Boden wurden ausgehoben.
- Rund 65 Prozent dieser Aushubmasse konnte verwertet werden.

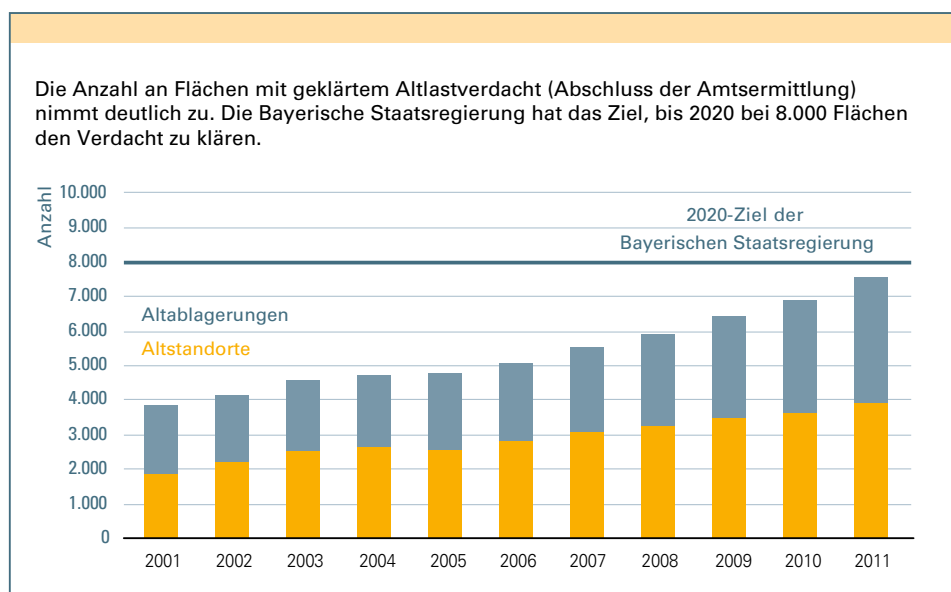


Der Einsatz von Spezialverfahren (Austauschbohrung links und Bau einer Reaktiven Wand rechts) stellt hohe Anforderungen an Technik und Personal.

Innovative Technologien kommen zum Einsatz

Die Sanierung von Altlasten umfasst aber nicht nur klassischen Bodenaushub oder Abpumpen und Reinigen von Grundwasser. Als führender Technologiestandort setzt Bayern auch auf innovative Erkundungs- und Sanierungsmaßnahmen: wenn die Bedingungen vor Ort es zulassen, werden Schadstoffe über Direktverfahren im Untergrund erkundet oder an Ort und Stelle (in situ) beseitigt. Das spart nicht nur Zeit und Geld, es macht die Flächen zum Teil auch schon während der Sanierung für eine Nachnutzung frei. Die Förderung der Altlastenerkundung und -sanierung kommt nicht zuletzt der Wirtschaft im Umweltsektor zugute. Bayerische Kompetenz und Know How auf diesem Gebiet sind auch international gefragt. Der Gesamtumsatz der Altlastenbranche beläuft sich jährlich auf über 200 Millionen Euro. Im gesamten Umweltsektor beschäftigen derzeit 2.000 Betriebe 55.000 Personen.

Die Sanierung von Altlasten ist auch ein wichtiger Wirtschaftsfaktor.



Die Klärung des Altlastverdachts unterstützt nicht nur die Gefahrenabwehr, sondern ist auch ein wesentlicher Schritt in Richtung Nachnutzung.

Bayern setzt auf Kooperation

Der bayerische Weg: Bei der Altlastensanierung arbeiten Staat, Wirtschaft und Kommunen zusammen.

Altlasten zu untersuchen und aufzuarbeiten ist eine langfristige und finanziell aufwendige Aufgabe. Die eingesetzten Mittel sind jedoch eine Investition in die Zukunft mit doppelter Rendite: Verbesserung der Umweltqualität und Erhalt der Lebens- und Wirtschaftsgrundlagen.

Bayern setzt dabei auf Kooperation und partnerschaftliche Zusammenarbeit: 1989 wurde die → **Gesellschaft zur Altlastensanierung in Bayern mbH (GAB)** als freiwilliges Kooperationsmodell zwischen Wirtschaft und Staat gegründet. Seitdem wird das bewährte Modell im Rahmen des → **Umweltpakts Bayern** fortgeführt. Die GAB hat Landkreise und kreisfreie Städte bisher mit rund 46 Millionen Euro bei der Untersuchung und Sanierung von industriell-gewerblichen Altlasten unterstützt. Damit konnten 77 Altlastensanierungsprojekte durchgeführt werden.

2006 wurde die GAB unter Beteiligung der kommunalen Spitzenverbände zusätzlich mit der Abwicklung des Unterstützungsfonds zur Erkundung und Sanierung gemeindeeigener Hausmülldeponien beauftragt. Seither vereinigt die GAB Staat, Wirtschaft und Kommunen unter einem Dach.



Grundwasseraufbereitung während der Sanierung eines Kupfer-Arsen-Schadens



Sanierung eines Teerölschadens

Bayern investiert in die Altlastenbeseitigung

Im Rahmen des Unterstützungsfonds stehen zehn Jahre lang jährlich zehn Millionen Euro, also insgesamt 100 Millionen Euro, für die Unterstützung kreisangehöriger Gemeinden zur Verfügung. Der Unterstützungsfonds wird paritätisch finanziert durch den Freistaat Bayern und die Gemeinden. Bis jetzt wurden im Rahmen des Unterstützungsfonds 274 Maßnahmen auf 212 Deponiestandorten mit einem Gesamtvolumen von 32 Millionen Euro bewilligt. Darüber hinaus hat der Freistaat Bayern bis heute 39 Millionen Euro über Art. 7 Abs. 4 FAG für 32 Standorte beigesteuert.

Insgesamt hat der Freistaat bisher über 150 Millionen Euro in die Untersuchung und Sanierung von Altlasten und weitere rund zehn Millionen Euro in die Altlastenforschung investiert. Noch nicht eingerechnet sind die staatlichen Beteiligungen an großen Einzelfalllösungen wie der Sanierung der Chemischen Fabrik Marktrechwitz. Die Altlastenbearbeitung ist aber, wie ein Blick in das Altlastenkataster zeigt, noch lange nicht abgeschlossen und wird Bayern sicher noch die nächsten Jahrzehnte herausfordern.

Bayern hat schon über 150 Millionen Euro in die Erkundung und Sanierung von Altlasten investiert.

Die Erkundung und Sanierung von Altlasten ist Bayern viel wert

- 2,5 Millionen Euro erhalten die Wasserwirtschaftsämter jedes Jahr für die Amtsermittlung.
- 39 Millionen Euro hat Bayern bis heute für Ersatzvornahmefälle bei Altlasten bereitgestellt.
- 46 Millionen Euro hat die GAB für die Altlastenbearbeitung bei industriell-gewerblichen Altlasten eingesetzt.
- 100 Millionen Euro – paritätisch finanziert vom Freistaat Bayern und den Gemeinden – stehen für die Erkundung und Sanierung gemeindeeigener Hausmülldeponien zur Verfügung.
- 10 Millionen Euro hat der Freistaat in die Altlastenforschung investiert.
- 200 Millionen Euro beträgt der jährliche Gesamtumsatz der Altlastenbranche in Bayern.



Einblick: Altlasten beseitigen

*„Wer vor der Vergangenheit die Augen schließt,
wird blind für die Gegenwart.“*

Richard von Weizsäcker

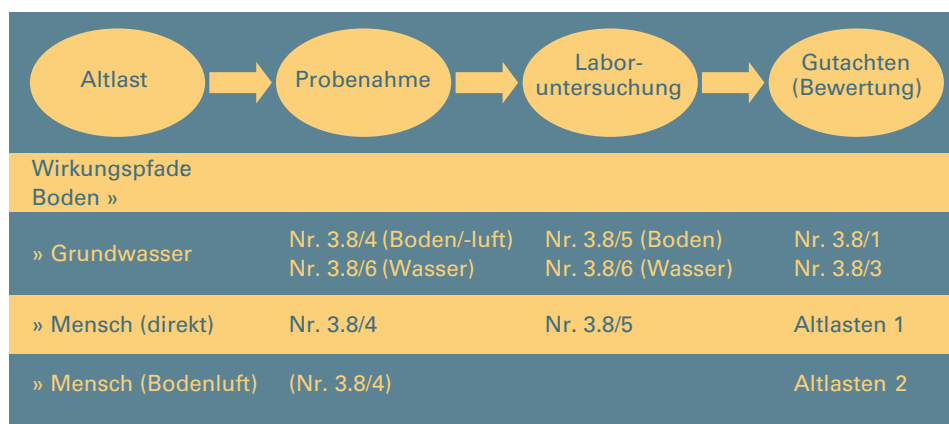


Wo früher Betriebe und Industrieanlagen florierten, finden sich heute nicht selten Schadstoffe im Untergrund. Dieses Erbe stellt Unternehmen, Privatpersonen und öffentliche Hand vor große Herausforderungen. Der Freistaat unterstützt finanziell und fachlich die Beseitigung der Gefahren.

Bewährte Vorgaben helfen bei der Projektabwicklung

Die Altlastenbearbeitung in Bayern steht auf einem breiten Fundament aus gesetzlichen Vorgaben und bewährten Verfahrensabläufen. Dreh- und Angelpunkt ist das Bundes-Bodenschutzgesetz mit der zugehörigen Ausführungsverordnung. Als eines der ersten Bundesländer hat Bayern die Möglichkeit genutzt, den vom Bund gesteckten Rahmen mit Länderregelungen zu füllen: 1999 wurde das Bayerische Bodenschutzgesetz und 2000 die zugehörige Verwaltungsvorschrift erlassen. Ein Jahr später folgte die Verordnung über Sachverständige und Untersuchungsstellen für den Bodenschutz und die Altlastenbehandlung in Bayern.

In Bayern sorgen gesetzliche Vorgaben für Projektsicherheit und Effizienz.

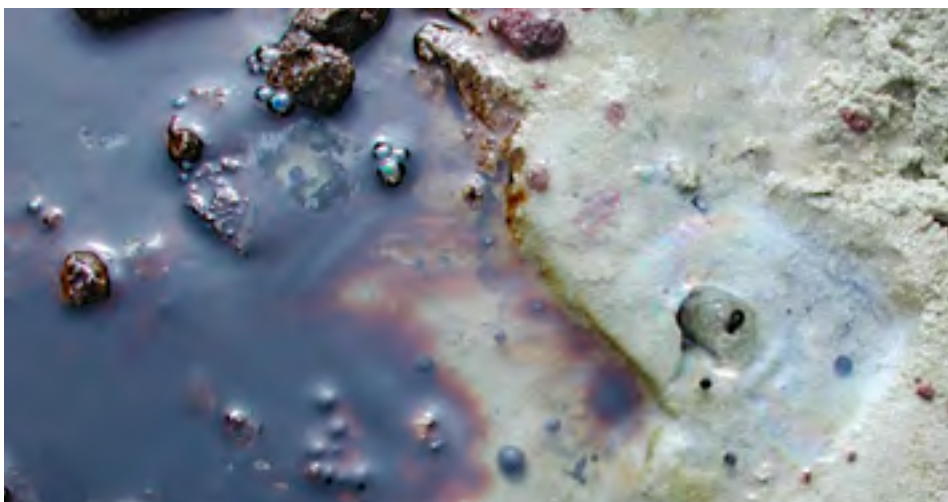


Bayerische Altlastenmerkblätter des LfU: Konkrete Arbeitsanweisungen von der Erkundung bis zur Bewertung.

Mit dem vorliegenden Instrumentarium können → Altlasten kosten- und zeitoptimiert bearbeitet und die von ihnen ausgehenden Gefahren nachhaltig beseitigt bzw. minimiert werden.

Bayern legt großen Wert auf die Bereitstellung fundierter, aktueller und praxisnaher Arbeitsgrundlagen. Die Merkblätter und Arbeitshilfen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt dienen der fachlichen Konkretisierung der gesetzlichen Vorgaben und sollen die Beteiligten vor Ort, vor allem Behörden, Gutachter und Untersuchungsstellen, in ihrer Arbeit unterstützen bzw. anleiten. Sie finden auch über die Landesgrenzen hinaus Beachtung in der Fachwelt.

Nicht immer sind Schadstoffe so deutlich sichtbar: Teeröle links und Chromate rechts.





Amtsermittlung: Ermittlungspflicht auf Veranlassung und Kosten der öffentlichen Hand

Schritt für Schritt: Vom ersten Verdacht bis zur Sanierung

Der Weg vom Anfangsverdacht bis zum Sanierungsabschluss ist ein mehrstufiger Prozess. Schritt für Schritt wird das Wissen um den Schadensfall verdichtet, bis letztlich ein exaktes Bild vom Untergrund sowie von Art und Umfang der Schadstoffe vorliegt. Gerade in Zeiten schneller Entscheidungen und knapper Kassen werden so ökonomische Ressourcen geschont und ein hohes Maß an Risikoreduzierung garantiert.

Der erste Schritt ist die Erfassung einer Fläche mit Altlastverdacht in einem landesweiten Kataster durch die zuständige Kreisverwaltungsbehörde.

Der nächste Schritt der → **Amtsermittlung**, die historische Erkundung, erfolgt durch die zuständige Kreisverwaltungsbehörde zunächst beprobungslos (Pläne, Luftbilder, Akten, Zeitzeugen etc.). So entsteht ein Bild der historischen Entwicklung, der eingesetzten Produktionsstoffe und der Lage möglicher Eintragsstellen. Wenn sich der Anfangsverdacht nicht bestätigt, kann die entsprechende Fläche aus dem → **Altlastenkataster** entlassen werden.

Wenn sich der Verdacht bestätigt

Erhärtet sich der Anfangsverdacht, dann folgt eine orientierende Untersuchung durch das Wasserwirtschaftsamt. Diese hat zum Ziel, den Altlastverdacht durch Beprobungen vor Ort hinreichend zu bestätigen oder auszuräumen. Die Arbeiten werden in der Regel von Sachverständigen und Untersuchungsstellen nach § 18 Bundes-Bodenschutzgesetz vorgenommen. Mit der Bestätigung oder Ausräumung des Altlastverdachts endet die Amtsermittlung, also die Ermittlungspflicht auf Veranlassung und Kosten der öffentlichen Hand.

Wird bei der Amtsermittlung der Altlastverdacht hinreichend bestätigt, schließt sich eine Detailuntersuchung und gegebenenfalls eine Sanierungsuntersuchung durch den Verursacher oder den Grundstückseigentümer an. Während die Detailuntersuchung die Gefährdungsabschätzung abschließt, ist die Sanierungsuntersuchung bereits speziell auf die Sanierungsmöglichkeiten ausgerichtet. Ziel einer Sanierung ist es, die Verunreinigungen des Bodens oder Grundwassers dauerhaft zu beseitigen oder zu sichern und Gefahren abzuwehren.

Informieren Sie sich – Ihr gutes Recht

- Unter www.altlasten.bayern.de können Sie alle in Bayern gültigen gesetzlichen Grundlagen, Merkblätter und Arbeitshilfen abrufen.
- Im öffentlichen Zugang des Altlastenkatasters www.abudis.bayern.de stellt Bayern allgemeine Informationen zu Altlasten für jeden Bürger kostenfrei zur Verfügung.
- Für aktuelle, grundstücksbezogene Informationen ist Ihre Kreisverwaltungsbehörde der erste Ansprechpartner. Hierzu müssen Sie ein berechtigtes Interesse nachweisen oder die Einwilligung des Eigentümers haben.

Sachverständige und Labore zur Altlastenbearbeitung gesucht?

Eine Liste mit den Kontaktadressen finden Sie im Recherchesystem für Messstellen und Sachverständige → **ReSyMeSa** unter www.luis-bb.de/resymesa oder beim Bayerischen Landesamt für Umwelt www.lfu.bayern.de (Themen „Altlasten“ und „Analytik/Stoffe“).



1: Altstandort

2: Altablagerung

3: ungesättigte Bodenzone (über dem Grundwasser)

4: gesättigte Bodenzone (Grundwasser)

5: Grundwasserstauer

6: Bodenkontamination

7: Grundwasserkontamination

8: Schadstofffahne im Grundwasser

9: Rammkernsondierung (Bodenprobe)

10: Grundwassermessstelle mit

Grundwasserprobenahme

11: Beispiele für sensible Nutzungen
(Kinderspielflächen, Nutzgarten,
Gartenbrunnen, Wohngebäude)

Qualität wird in Bayern groß geschrieben

Die Untersuchung und Bewertung von Altlasten erfordert ein hohes Maß an Wissen, Erfahrung und Objektivität. Bayern setzt auf fundiertes Fachwissen bei der Bearbeitung von Altlasten und hat als erstes Bundesland die Vorgaben des § 18 Bundes-Bodenschutzgesetz umgesetzt. Seit 2002 wurden 117 Gutachter und 71 Untersuchungsstellen zugelassen, mehr als in jedem anderen Bundesland.

Die Altlastenbearbeitung endet mit der Überprüfung des Sanierungserfolges. Das Grundstück kann dann aus dem Altlastenkataster entlassen werden, der Grundstückseigentümer erhält einen Entlassungsbescheid durch die Behörde. Sanierte Grundstücke können nun neu- oder weitergenutzt werden.

Zugelassene Sachverständige
und Untersuchungsstellen
stehen für Qualität.

Die Klärung des Anfangsverdachts übernimmt der Staat

Zur Klärung des Anfangsverdachts veranlasst zunächst die zuständige Behörde die erforderlichen Untersuchungen, wie beschrieben, im Rahmen der Amtsermittlung. Ausgenommen sind Altlastenuntersuchungen im Rahmen der Bauleitplanung, die von der Gemeinde selbst übernommen werden müssen. Für die Detailuntersuchung, die Sanierung der Altlasten und die dazu erforderlichen Vorplanungen muss dann der Verantwortliche, das ist in erster Linie der Verursacher oder der Eigentümer, aufkommen.

Bei der Klärung des Anfangsverdachts trägt der Staat die Kosten.

Wenn die Verantwortlichen zahlungsunfähig oder nicht mehr greifbar sind

Durch FAG-Mittel werden die Landkreise bei der Ersatzvornahme in dringenden Fällen unterstützt.

In zahlreichen Fällen steht die Kreisverwaltungsbehörde vor dem Problem, dass die Verantwortlichen, soweit sie überhaupt noch festgestellt werden können, nicht mehr zahlungsfähig oder greifbar sind. Wenn die Gefahrenlage dennoch ein zügiges Handeln erfordert, übernimmt die öffentliche Hand über Mittel aus dem → **Finanzausgleich (FAG)** die Kosten für notwendige Untersuchungs- und Sanierungsschritte in Ersatzvornahme.

Altlastverdachtsflächen und Altlasten

- Altstandorte
- Altablagerungen
- Sitz Regierungsbezirk
- kreisfreie Stadt
- Stadt

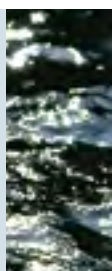
Für viele Gemeinden ein Thema: Fast 18.000 Verdachtsflächen und Altlasten gibt es in Bayern. Die Altstandorte orientieren sich an den Ballungsgebieten und altindustriellen Zentren. Altablagerungen sind über den ganzen Freistaat Bayern verstreut.



Finanzielle Hilfe gesucht?

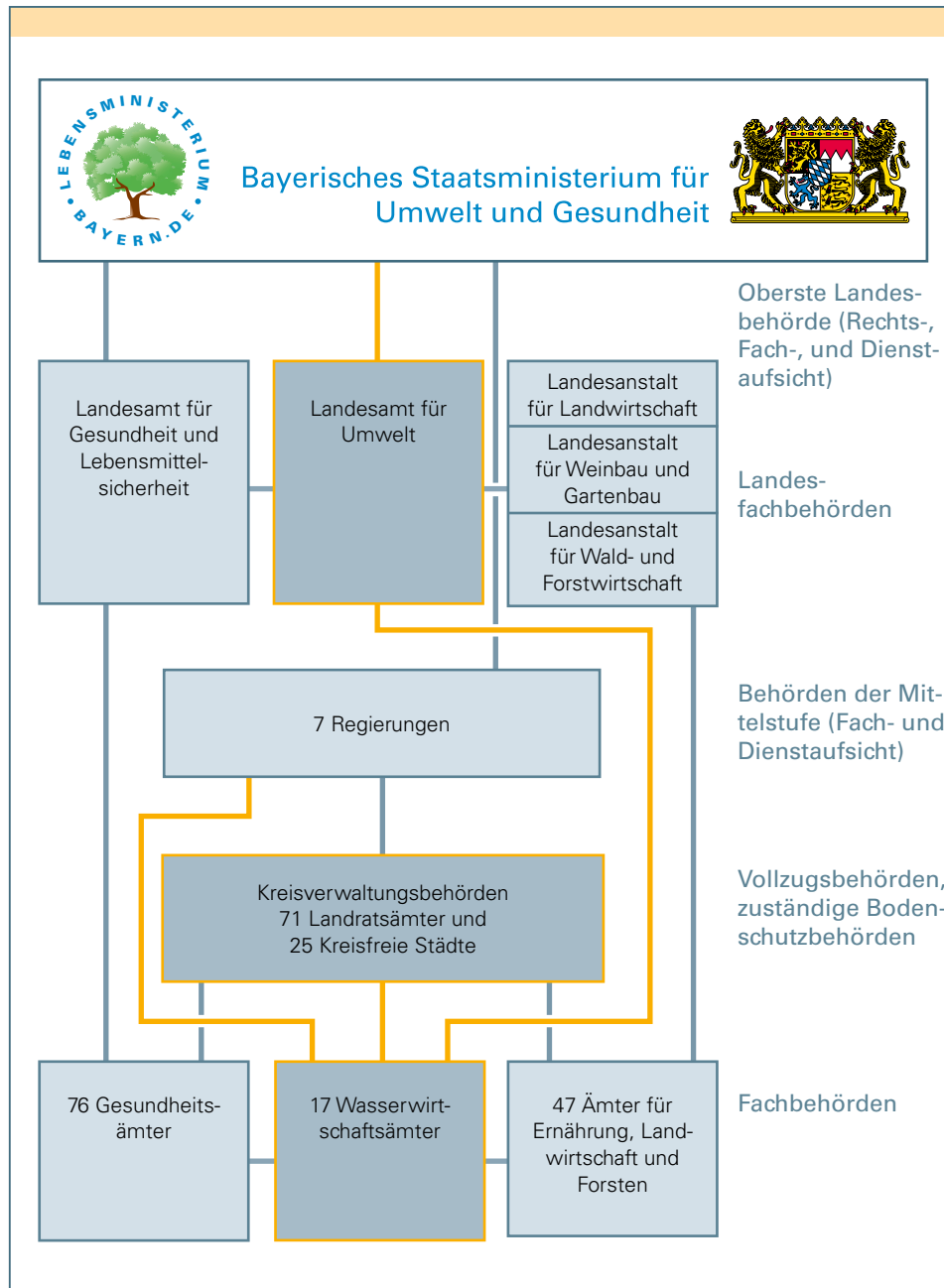
Weitere Informationen und Ansprechpartner zur Unterstützung der Altlastenfinanzierung und des Flächenrecyclings erhalten Sie in der „Förderfibel Flächenrecycling“ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (2010).

www.bestellen.bayern.de (Suchbegriff „Förderfibel Flächenrecycling“)



Landkreise und kreisfreie Städte werden, wenn bei der Sanierung gewerblicher und industrieller Altlasten kein → Verantwortlicher herangezogen werden kann, auch von der GAB unterstützt.

Die GAB hilft Gemeinden, Landkreisen und kreisfreien Städten.



Bayerische Behörden unterstützen als oberste Aufsichtsbehörde, Fach- und Vollzugsbehörden die Altlastenbearbeitung.



Einblick: Chance Flächenrecycling

*„Es kommt nicht darauf an, die Zukunft vorauszusagen,
sondern auf die Zukunft vorbereitet zu sein.“*

Perikles



Der sparsame Umgang mit Grund und Boden und die Verringerung des Flächenverbrauchs sind wesentliche Bestandteile einer nachhaltigen Entwicklung. Die Sanierung und das Recycling von belasteten Flächen dienen nicht nur dem Umweltschutz, sondern eröffnen neue wirtschaftliche, städtebauliche und gestalterische Möglichkeiten.

Kommunen profitieren vom Flächenrecycling

Das Recycling vorgenutzter Flächen ist eine Herausforderung und zugleich eine große Chance für bayerische Kommunen. Neben der Beseitigung von Umweltschäden trägt Flächenrecycling von → **Altlasten** zum sparsamen Umgang mit der Ressource Boden, zur Reduzierung der Versiegelung, zur Stärkung der Wirtschaftskraft und zur städtebaulichen Weiterentwicklung bei.



In München wurde mit Spezialgerät das AGFA-Gelände geräumt.



Der Ratgeber „Chance Flächenrecycling“ zeigt Wege zur erfolgreichen Nachnutzung.

Ein Schlüssel zum Erfolg ist die zeitlich und organisatorisch sinnvolle Verzahnung der verschiedenen Verfahrensschritte beim Flächenrecycling. So bedarf es beispielsweise einer Abstimmung der Altlastensanierung mit der Nachnutzung, etwa durch die Planung weniger sensibler Nachnutzungen auf ehemaligen → **Kontaminationsschwerpunkten** oder die Nutzung der Sanierungsgrube für anschließende Unterkellerungen oder Tiefgaragen. Gering und unbelastete Boden- und Baurestmassen können bei guter Planung vor Ort wieder eingebaut werden. Denkmalgeschützte Gebäude können zum Alleinstellungsmerkmal eines neu entwickelten Standorts werden.

Flächenrecycling – Altes bewältigen und Neues schaffen

Mit Flächenrecycling ist die Wiedernutzbarmachung von Grundstücken, vor allem stillgelegter Industrie- oder Gewerbebetriebe und militärischer Liegenschaften, gemeint. Handelt es sich dabei um altlastenbehaftete Grundstücke, werden meist Maßnahmen zur Gefahrenabwehr erforderlich. Neben dem Abbruch von Gebäuden und unterirdischen Bauteilen (Leitungen, Fundamente etc.) und der Geländegestaltung sind im Vorfeld auch Altlastenuntersuchungen durchzuführen. Über die Altlasten hinaus muss auf Mehraufwendungen durch entsorgungspflichtige Bodenmassen geachtet werden.



Nach erfolgreicher Altlastensanierung wird auf diesem Gelände am Rande der Nürnberger Innenstadt demnächst eine Kindertageseinrichtung entstehen.



Durch finanzielle Unterstützung den Stein ins Rollen bringen

Gerade in schlechten Lagen und abseits der Wachstumsregionen sind manche Flächenrecyclingprojekte auf finanzielle Impulse von außen angewiesen. Es bestehen zahlreiche staatliche und privatwirtschaftliche Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten, die das Flächenrecycling von Altlasten unterstützen und somit helfen, Investitions- und Planungshemmnisse zu beseitigen.

Bayern ist es gelungen, über die laufende Förderperiode der Europäischen Union (EFRE 2007 bis 2013) EU-Mittel in Höhe von 6,5 Millionen Euro zur Verfügung zu stellen. Weitere 9,4 Millionen Euro konnten im Rahmen des Zukunftsinvestitionsgesetzes für das Flächenrecycling von Altlasten bereitgestellt werden. Beide Programme ermöglichen landesweit 16 kommunale Flächenrecyclingmaßnahmen. Der Eigenanteil der Gemeinden beläuft sich in der Regel auf 25 Prozent der förderfähigen Kosten.

Aufwendungen für Altlastenuntersuchungen und -sanierungen beim Flächenrecycling sind eine Investition in die Zukunft. Sie bieten die Chance, Fehler der Vergangenheit zu beheben und umwelt- wie wirtschaftspolitisch sinnvolles Neues zu schaffen. Ganz konkret hilft die Nachnutzung belasteter Flächen, neue Arbeitsplätze zu schaffen und Standortrisiken abzubauen.

Flächenrecycling hilft neue Arbeitsplätze zu schaffen.

Informationen zum Flächenrecycling

Suchen Sie ausführliche Informationen zum Thema Flächenrecycling in Bayern?

- Den Ratgeber „Chance Flächenrecycling – Zukunft ohne Altlasten“ mit vielen Tipps, die „Förderfibel Flächenrecycling“ und weitere Arbeitshilfen finden Sie unter www.bestellen.bayern.de (Suchwort „Flächenrecycling“).
- Mit Erfolg: Sammlung gelungener Beispiele zum Flächenrecycling unter www.lfu.bayern.de (Suchwort „Positivbeispiele“)



Im Wandel der Zeit – vom Schlachthof zum modernen Stadtquartier

Im Nürnberger Stadtteil St. Leonhard unweit des historischen Stadtkerns wurde seit 1891 ein Vieh- und Schlachthof betrieben (1). 1959 erweiterte der renommierte Architekt Theo Kief im Stil der „Neuen Sachlichkeit“ das zwischen 1889 und 1891 erbaute Schlachthofgebäude (2). Nach Einstellung des Schlachtbetriebs 1997 erfolgte ab 1998 der Abriss der meisten Gebäude. Stellenweise musste der Boden ausgetauscht werden (3). Das gesamte Schlachthofareal wurde in das Modellprogramm „Offensive Zukunft Bayern – Siedlungsmodelle“ aufgenommen, um preiswertes, ökologisches und soziales Wohnen zu ermöglichen (4). Seit 2001 entsteht mit dem Bau des Leonhardsparks ein Wohnquartier mit Gewerbe, Gemeinschaftseinrichtungen und öffentlicher Grünfläche. Bereits im Dezember 2001 konnte das Kultur- und Bürgerzentrum „Villa Leon“ als Stadtteilzentrum mit integrierter Bibliothek eröffnet werden (5). Das Siedlungsmodell verfügt über ein vielfältiges Angebot aus kostengünstigen Miet- und Eigentumswohnungen mit unterschiedlichsten Wohnformen (Betreutes Wohnen, Mehrgenerationenwohnen, Alleinerziehende) (6). Nach der Realisierung letzter Bauabschnitte werden im Leonhardspark rund 900 Wohnungen neu entstanden sein.



Einblick: Erfolge aus der Praxis

„Lang ist der Weg durch Lehren, kurz und wirksam durch Beispiele.“

Lucius Annaeus Seneca



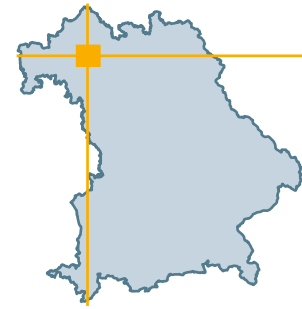
Die Erfolge bei der Altlastenbearbeitung in Bayern zeigen sich in zahlreichen konkreten Sanierungsbeispielen. Das Spektrum umfasst kleinere Flächen im sensiblen Wohnumfeld oder mit historischer Bausubstanz ebenso wie großräumiges Flächenrecycling mit verschiedenster Nachnutzung. Angepasst an die jeweilige Problemstellung kommen dabei konventionelle Sanierungsmethoden oder neue, innovative, oftmals von Forschungsvorhaben begleitete Technologien zum Einsatz.

Farbenfabrik Heinemann in Segnitz – eine massive Arsenlast wird erfolgreich saniert

Das Schweinfurter Grün, ein kupfer- und arsenhaltiger Stoff, war im 19. und 20. Jahrhundert Bestandteil von Malerfarbe und wurde im Weinbau als Pflanzenschutzmittel eingesetzt. Die Farbenfabrik Heinemann im Ortszentrum von Segnitz war eine der Produktionsstandorte in der Region Schweinfurt, an dem zwischen 1838 und 1912 die hochgiftige Verbindung hergestellt wurde. Hier kam es zu erheblichen Schadstoffeinträgen in den Untergrund. Bei der Sanierung wurden 30.000 Kubikmeter Bodenmaterial ausgetauscht und rund 1,5 Millionen Kubikmeter Grundwasser gereinigt.

Die Umwelt konnte um 70.000 Kilogramm Arsen und 37.000 Kilogramm Kupfer entlastet werden. Von den 17,8 Millionen Euro Gesamtsanierungskosten übernahm die GAB 12,7 Millionen Euro und der Freistaat Bayern 2,5 Millionen Euro über Art. 7 Abs. 4 FAG. Damit ermöglichten sie den erfolgreichen Abschluss eines der größten Schadensfälle in Bayern.

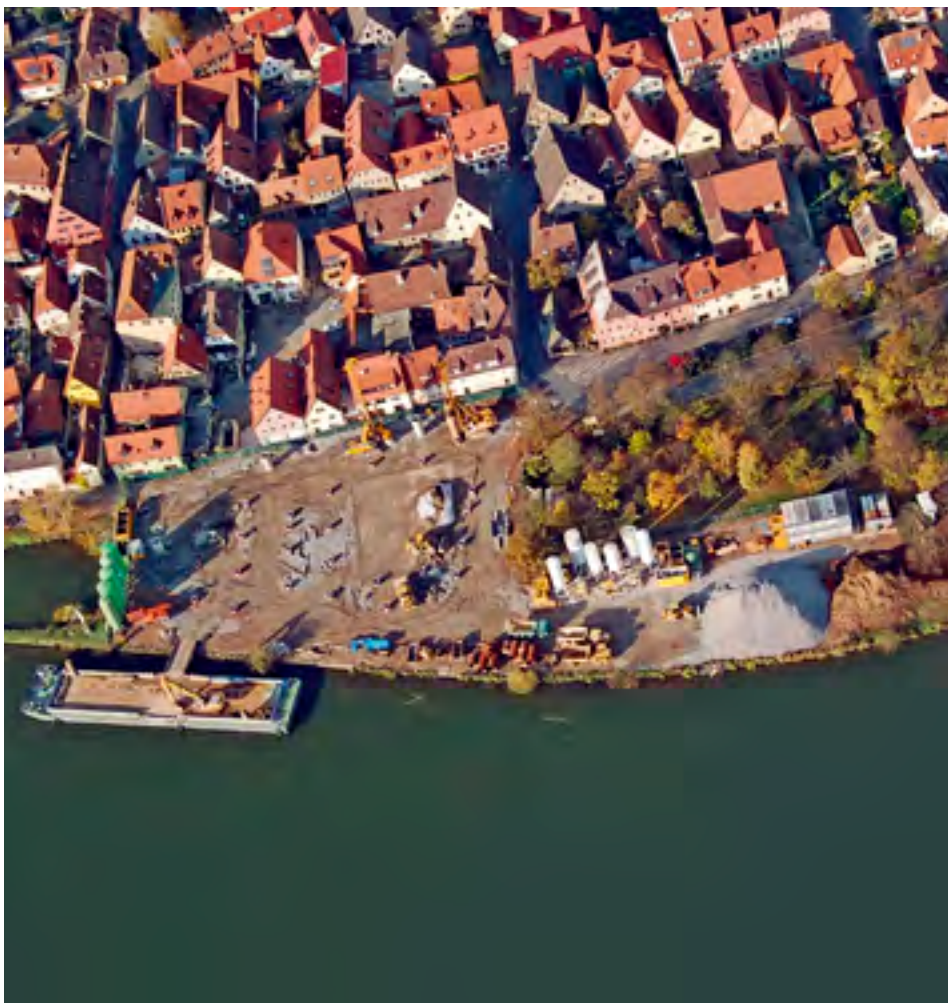
An einem anderen Standort mit Schweinfurter Grün in der Stadt Schweinfurt wurde 2008 ein EU-Forschungsvorhaben zur Sanierung der Grundwasserverunreinigung mittels → **Reaktiver Wand** erfolgreich durchgeführt.



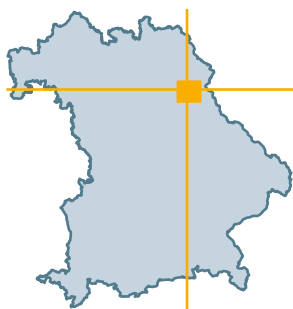
Sanierung eines ehemaligen Ablagerungsplatzes für arsenhaltige Produktionsreste

FAKTEN

Fläche: 7.000 m²
 Zeit: 1991 bis 2006
 Kosten: 17,8 Mio. €
 Austrag: 70.000 kg Arsen
 37.000 kg Kupfer



Das Sanierungsgelände „Mainlände“ liegt zwischen dem Mainufer und dem Segnitzer Ortskern.



Nach Aufbringen von Kunststoffdichtungsbahn und Wasserhaushaltsschicht (links) ist die Deponie heute begrünt (rechts).

Beispielhafte Sanierung einer Hausmülldeponie mit Forschungsvorhaben

FAKTEN

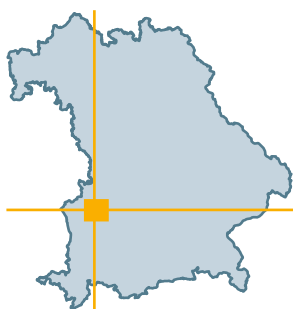
Fläche: 18 ha
Zeit: 2003 bis 2009
Kosten: circa 10,5 Mio. €
Mengen: 1,5 Mio. m³ Abfall

Deponie Weiden – Sanierung wurde von einem Forschungsprojekt begleitet



Auf den 18 Hektar großen Kiesgruben lagerte die Stadt Weiden von 1950 bis 1959 sowie von 1968 bis 1999 rund 1,5 Millionen Kubikmeter Hausmüll, Gewerbeabfälle und Bauschutt ab. Eine wirksame Basisabdichtung bestand nicht, wodurch über Jahrzehnte Schadstoffe in das Grundwasser sickerten. Durch die Abreinigung des Grundwassers von 2003 bis 2009 und das Aufbringen einer wirksamen Oberflächenabdichtung im Jahr 2006 ist eine zukünftige Gefährdung für das Grundwasser nicht mehr zu befürchten.

Die Kosten der Maßnahme in Höhe von circa 10,5 Millionen Euro sind eine Investition in die Zukunft. Gleichzeitig wurden im Rahmen eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Forschungs- und Entwicklungsprogramms (Projekt KORA) Prozesse des natürlichen Schadstoffabbaus untersucht. Durch die alternative Methode des gezielten Einbringens von Substanzen in den Untergrund (→ **Enhanced Natural Attenuation**) konnten die natürlichen Selbstreinigungsprozesse stimuliert und der natürliche Schadstoffabbau beschleunigt werden.



FAKTEN

Fläche: 140 ha
Zeit: 1998 bis 2002
Mengen: 213 t Munition
25.100 t Bodenaushub

Nach der Räumung der Munitionsreste (links) entsteht ein Freizeitpark (rechts).

Luftwaffenmunitionsanstalt Kleinkötz – Sprengplatz bei Günzburg wurde zum Freizeitpark

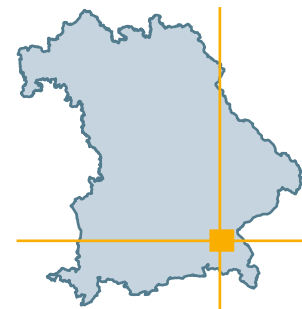
Die Luftwaffenmunitionsanstalt Kleinkötz bei Günzburg diente im Zweiten Weltkrieg zur Lagerung und Wartung von Abwurfmunition. Nach Kriegsende wurden die dort vorhandenen Lagerhäuser und Bunker zusammen mit Munitionsresten gesprengt. Bis 1990 nutzte die US-Armee die Liegenschaft als Sprengplatz und Übungsgelände.



Was blieb, waren → **Rüstungsaltpasten** wie Munitionsreste und Schadstoffe, zum Beispiel → **sprengstofftypische Verbindungen**, organische Schadstoffe und Schwermetalle. Nachdem ein Investor gefunden war, fanden von 1998 bis 2002 umfangreiche Erkundungs- und Sanierungsmaßnahmen statt. Dabei wurden 213 Tonnen Munition geborgen und 25.100 Tonnen kontaminiertes Material fachgerecht entsorgt. Das gute Zusammenwirken aller Beteiligten ermöglichte in beispiellos kurzer Zeit die Umnutzung einer Rüstungsaltpaste zu einem Freizeitpark.

Hochwertiges Flächenrecycling
einer militärischen Liegenschaft

St. Georgen in Traunreut – das Erbe einer Munitionsanstalt wird beseitigt



Altlastensanierung mit Finger-
spitzengefühl in einer geschlos-
senen Bebauung

FAKTEN

Fläche:	32 Grundstücke
Zeit:	bis Ende 2011
Kosten:	bisher circa 10 Mio. €
Verfahren:	Bodenaustausch

*Der Verdacht auf Kampfstoffe erfordert
Untersuchungen unter Vollschutz.*



Auf dem Gebiet der heutigen Stadt Traunreut im oberbayerischen Landkreis Traunstein befand sich zwischen 1939 und 1945 die Heeresmunitionsanstalt (HMA) St. Georgen. In der HMA wurden unter anderem Granaten mit Lost (Senggas) und arsenhaltigen Kampfstoffen (Clark I, Clark II) befüllt und gelagert. Nach Kriegsende fungierte St. Georgen als zentrale Sammelstelle für Kampfstoffmunition in Bayern. Nach 1945 übernahmen die amerikanischen Streitkräfte die HMA und nutzten diese zur Demilitarisierung und Vernichtung von konventioneller Munition und chemischen Kampfstoffen. Erst danach entstanden hier die Gemeinde Traunreut und ein Industriegebiet.

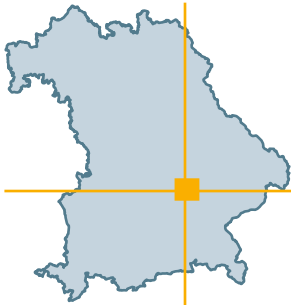
Aufgrund des Altlastverdachts wurden für das Gesamtgelände in den Jahren 2000 bis 2009 umfassende Recherchen sowie Boden- und Grundwasseruntersuchungen durchgeführt. Für 32 von über 300 untersuchten Flurstücken im Stadtgebiet wurde wegen der → **Kontaminationen** des Bodens durch polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Arsen ein Bodenaustausch erforderlich. Die Bevölkerung wurde fortlaufend und ausführlich über die jeweiligen Erkundungsschritte informiert. Dies hat wesentlich zur Akzeptanz und zur zügigen Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen beigetragen.



*Der schadstoffbelastete Boden wird
unter strengen Schutzvorkehrungen
ausgebaut.*

EINBLICK

Erfolge aus
der Praxis



Innovatives Sanierungsverfahren ohne Bodenabtrag unter dichter Bebauung

FAKTEN

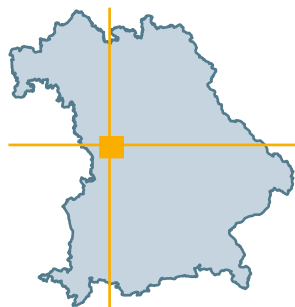
Fläche:	380 m ²
Zeit:	2010
Kosten:	0,85 Mio. €
Verfahren:	Thermische in situ Behandlung (über 100 °C)
Mengen:	550 kg LHKW
Tiefe:	bis über 8 m

Unter den denkmalgeschützten Gebäuden (links) wurde mit aufwendiger Anlagentechnik (rechts) in nur fünf Monaten der Schaden saniert.

Altstadt von Landshut – Lösemittel wurden direkt unter historischem Gebäude beseitigt

Dichte Bebauung, denkmalgeschützte Gebäude und komplexe Untergrundverhältnisse können eine Altlastensanierung mit herkömmlichen Methoden behindern oder sogar ausschließen. So wurde in Landshut zur Sanierung eines Lösemittelschadens auf eine thermische Behandlung vor Ort (in situ) zurückgegriffen.

Bereits in der Erkundungsphase kam mit der sogenannten → **MIP-Methode** (Membran-Interface-Probe) eine hochmoderne Technologie zur Vor-Ort-Bestimmung der Schadstoffverteilung zum Einsatz. In der Sanierungsphase erhitzen Wärmesonden den Boden. Die danach abgesaugten, dampfförmigen Lösemittel konnten über eine → **katalytische Oxidation** unschädlich gemacht werden. Insgesamt wurden, zusammen mit dem abgepumpten Grundwasser, in nur fünf Monaten 550 Kilogramm Lösemittel entfernt. Der Freistaat beteiligte sich mit 650.000 Euro an den Gesamtkosten von ca. 850.000 Euro.



Ein biologisches Sanierungsverfahren verkürzt die Sanierungsdauer von über 20 auf 5 Jahre.

In die Injektionsbrunnen der Brunnengalerien (links) werden Filtersocken mit Sauerstoff freisetzendem Material (rechts) eingebracht.

Tankstelle der Barton Barracks in Ansbach – Bakterien bauen Mineralöle im Grundwasser ab

Durch ein unerkanntes Leck im Erdtank einer militärisch genutzten Tankstelle in Ansbach konnte lange Zeit Benzin in den Untergrund gelangen. Im Schadenszentrum wurde der verunreinigte Boden ausgetauscht. Bei der Sanierung des Grundwassers, in das bereits Benzin eingedrungen war, kommt ein neues Verfahren zur Anwendung, das die vorhandene Biologie stimuliert.

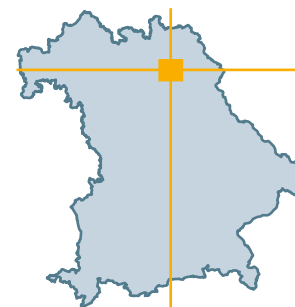


Dazu wurden bereits zwei Brunnengalerien mit je 30 Injektionsbrunnen errichtet. Über diese Brunnen werden Filtersocken mit ca. 3.000 Kilogramm Reaktionsmaterial eingebracht. Dieses Material setzt langsam über mehrere Monate Sauerstoff frei, um einen nachhaltigen biologischen Abbau der Schadstoffe durch Bakterien zu bewirken. Gerechnet wird mit einer Sanierungsdauer von vier bis fünf Jahren. Eine Sanierung per konventionellem Abpumpen würde hingegen deutlich mehr als 20 Jahre in Anspruch nehmen.

Ehemalige Spinnerei Bayreuth – aus einer Altlast wurde ein Dienstleistungs- und Gewerbepark

In Bayreuth konnte ein Dienstleistungs- und Gewerbepark auf dem Gelände der ehemaligen Neuen Spinnerei entwickelt werden. Und das, obwohl die etwa 100-jährige industrielle Nutzung zu massiven Verunreinigungen des Untergrundes geführt hatte. Die Flächenentwicklung wurde erst möglich durch einen Bauunternehmer als Investor, der bereit war, die gesamte Altlastenbeseitigung zu schultern. Dazu gehörten umfangreiche Untersuchungsmaßnahmen, der Abbruch fast aller Gebäude, die Beseitigung einer belasteten Auffüllung und vor allem die Sanierung eines Teerölschadens, der bis zu zehn Meter tief in das Festgestein reichte.

Heute strahlt das angesiedelte Dienstleistungs- und Handelszentrum mit dem unter Denkmalschutz stehenden ehemaligen C-Bau der Spinnerei ein einzigartiges Ambiente aus. Die Flächenentwicklung der Neuen Spinnerei stellt einen Gewinn in jeder Hinsicht dar: Schonung der Grünen Wiese vor Neuansiedlungen, Verbesserung der Umweltqualität, Wertschöpfung trotz Altlasten und Erhöhung der Lebensqualität in einem Oberzentrum.



Erfolgreiches Flächenrecycling als lohnende Unternehmensinvestition

FAKTEN

Fläche: circa 90.000 m²
 Zeit: 1995 bis 2009
 Verfahren: Bodenaushub
 Mengen: 23.000 m³ Aushub

Auf dem Spinnereigelände mit dem denkmalgeschützten C-Bau im Vordergrund (Luftbild links) wurden durch einen massiven Eingriff in den Sandstein (unten) Teeröle beseitigt.



Forschung für die Praxis



In der → *Lysimeteranlage* in Wielenbach wird das Stoffverhalten im Sickerwasser von Böden untersucht.

Das Bayerische Landesamt für Umwelt initiiert und begleitet seit vielen Jahren Forschungsvorhaben unter anderem zu folgenden Themen:

- Untersuchungen zur Verfahrensoptimierung der → **Sickerwasserprognose**
- Praxistaugliche in situ- und Laborverfahren zur Bewertung der Sickerwasserbeschaffenheit
- Ableitung vorläufiger Prüfwerte zur Emissionsabschätzung
- Säulenversuche zur Bewertung der Sickerwasserbeschaffenheit
- Mobilisierung von Arsen unter dem Einfluss von Sickerwässern mit hohem DOC-Gehalt
- Einsatz von innovativen Methoden zur Altlastenerkundung (→ **Direkt Push**)
- Qualitätssicherung bei der Beprobung von Böden und Bodenluft
- Innovative Sanierung eines Chromatgrundwasserschadens
- Studie zur Produktion von Mineralpigmenten und Imprägnierstoffen (Holzschutz)
- Natürlicher Abbau von Schadstoffen im Untergrund (→ **Natural Attenuation**)
- Chemische Immobilisierung anorganischer Schadstoffe in Böden
- Elektrokinetische Bodensanierung
- Elutionsverfahren im Rahmen der Prüfung von immobilisiertem Bodenmaterial
- Erhebung der Rüstungsaltslastverdachtsstandorte in Bayern
- Untersuchung von Sprengplätzen
- Ableitung von Prüfwerten für Kampfstoffe und Abbauprodukte
- Voruntersuchung zur Sanierung mit Arsen und Schwermetallen belasteten Grundwasserleitern durch reaktive Wände
- Anaerobe → **in situ Sanierung**
- Transportverhalten von PFOA in Böden
- Langzeituntersuchungen von verschiedenen Abdichtungssystemen auf Deponien

Ausblick: Weichen stellen für die Zukunft

„Wer vom Ziel nicht weiß, kann den Weg nicht haben.“
Christian Morgenstern



Foto: © Rainer Sturm / pixelio.de

Die Untersuchung und Sanierung von Altlasten aus 150 Jahren Industriegeschichte in Bayern ist und bleibt eine langfristige Zukunftsaufgabe. Oberstes Ziel ist dabei, die in der Vergangenheit entstandenen Schadstoffbelastungen in Boden und Grundwasser zu erkunden und dann sicherzustellen, dass davon keine Gefahren mehr für Mensch und Umwelt ausgehen.



Gefahrenabwehr als Teil des Flächenrecyclings sehen

In der Altlastenbearbeitung hat sich in den vergangenen Jahren ein Wandel in der Denk- wie auch in der Vorgehensweise vollzogen: Bei der Sanierung von → **Altlasten** wird immer öfter bereits zu Beginn auch die Frage der Nachnutzung gestellt, um die aufzubringenden Mittel effektiver und wirtschaftlicher einsetzen zu können. Das Flächenrecycling von Altlasten und kontaminierten Flächen und die damit verbundene Rückführung in den Flächen- und Wirtschaftskreislauf hilft, Flächeninanspruchnahme zukünftig in nachhaltige Bahnen zu lenken.

Entscheidend für erfolgreiches Flächenrecycling ist die konstruktive Zusammenarbeit aller Beteiligten.

Gelungenes Flächenrecycling hängt nicht allein vom Geldbeutel ab. Manchmal braucht es unkonventionelle Lösungen, immer aber eine konstruktive Zusammenarbeit aller Beteiligten: Fach- und Vollzugsbehörden, privater Investoren, Kommunen, Gutachter und ausführender Firmen. Bewusstseinsbildung und Aufklärungsarbeit sind notwendig, um den beteiligten Akteuren klar zu machen, dass die Bewältigung von Altlasten auch Chancen bietet: die Weiterentwicklung einer Fläche, eines Stadtteils oder einer ganzen Region.

Ziele und Maßnahmen der Altlastenbearbeitung und des Flächenrecyclings in Bayern

Ziele

- Nachhaltige Beseitigung der Gefahren für Mensch und Umwelt
- Zielgerichtete, schrittweise Abarbeitung der Altlasten und Verdachtsflächen auf der Grundlage einer Priorisierung
- Weitere Steigerung der Effizienz bei Boden- und Grundwassersanierungen, Entwicklung von wirtschaftlichen Sanierungsstrategien und -methoden
- Sicherstellung und Fortführung der bewährten Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten bei der Untersuchung und Sanierung von Altlasten zur Unterstützung der Gemeinden, Landkreise und kreisfreien Städte
- Weiterführung der Kooperation zwischen Staat, Wirtschaft und Kommunen zur Altlastenbewältigung in Bayern
- Förderung des Flächenrecyclings von Altlasten gerade auch in strukturschwachen Regionen
- Klärung des Altlastverdachts bei 8.000 Flächen bis zum Jahr 2020

Umsetzungen und Maßnahmen

- Fortführung der GAB mit ihren beiden Geschäftsbereichen zur Untersuchung und Sanierung von industriell-gewerblichen Altlasten (Umweltpakt) und von ehemaligen gemeindeeigenen Hausmülldeponien (Unterstützungsfonds) über das Jahr 2010 hinaus
- Förderung angewandter Forschungsarbeiten zur Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Altlasten
- Umsetzung der Forschungsergebnisse in den Vollzugsprozess
- Anwendung von innovativen Verfahren und Methoden
- Unterstützung der Weiterentwicklung der bisher erarbeiteten Qualitätsstandards in der Altlastenbearbeitung
- Gewährleistung der Qualitätssicherung bei Sachverständigen und Untersuchungsstellen nach § 18 Bundes-Bodenschutzgesetz
- Fortlaufende Aktualisierung der bayerischen Vollzugs- und Arbeitshilfen
- Weitere Optimierung der Datenqualität und der Priorisierung im Altlastenkataster als Grundlage einer systematischen und zielgerichteten Altlastenbearbeitung
- Technologietransfer auf internationaler Ebene
- Fortführung der Best-Practice-Datenbank zum Flächenrecycling von Altlasten



Mit einem Säulenversuch können Schadstoffe im Sickerwasser von belasteten Böden bestimmt werden.



Zur Qualitätssicherung bei der Beprobung von Altlastenböden bereitet das LfU eine Vergleichsuntersuchung für zugelassene Untersuchungsstellen vor.



Die Landesgartenschau 2006 in Marktredwitz zeigt erfolgreiches Flächenrecycling des ehemaligen Benkerareals.

Abkürzungen

ABuDIS	Altlasten-, Bodenschutz- und Deponieinformati- onssystem in Bayern	KORA	Kontrollierter natürlicher Rückhalt und Abbau von Schadstoffen bei der Sanierung kontaminierter Böden und Grundwässer
BTEX	Abkürzung für die aromatischen Kohlenwasser- stoffe Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylol	LHKW	Leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe
DOC	gelöster organischer Kohlenstoff	MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung	PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
FAG	Gesetz über den Finanzausgleich zwischen Bund und Ländern (Finanzausgleichsgesetz)	PFOA	Perfluorooctansäure
GAB	Gesellschaft zur Altlastensanierung in Bayern mbH	TNT	Trinitrotoluol (Sprengstoff)

Glossar

Altlasten: Altlasten sind Altablagerungen und Altstandorte, durch die schädliche Bodenveränderungen oder sonstige Gefahren für den Einzelnen oder die Allgemeinheit hervorgerufen werden.

Altlastenkataster: Eine DV-gestützte Datenbank, in die sämtliche von den Kreisverwaltungsbehörden anhand eines Erhebungsbogens nach Anhang 1 der Verwaltungsvorschrift zum Vollzug des Bodenschutz- und Altlastenrechts in Bayern gesammelten Daten über altlastverdächtige Flächen aufzunehmen sind. Es werden hier auch die Ergebnisse und der Stand der weiteren Bearbeitung dokumentiert.

Amtsermittlung: Untersuchung eines Sachverhaltes von Amts wegen durch die zuständige Behörde. Die Amtsermittlung im Vollzug der Bodenschutzgesetze umfasst die Erhebung, katastermäßige Erfassung, Historische Erkundung und Orientierende Untersuchung zur Ausräumung oder Erhärtung eines hinreichenden Verdachts im Sinne von § 9 Absatz 2 Satz 1 Bundes-Bodenschutzgesetz.

Direct-Push-Methode: Bei der Direct-Push-Methode wird eine Sonde zur Probenahme ohne Rotation und ohne Förderung von Bodenmaterial in den Untergrund getrieben.

Enhanced Natural Attenuation (ENA): Unter Natural Attenuation werden alle physikalischen, chemischen und biologischen Prozesse verstanden, die ohne menschlichen Eingriff wirken und unter bestimmten Bedingungen zur Reduktion von Masse, Toxizität, Mobilität, Volumen oder Konzentration von Schadstoffen im Boden und Grundwasser führen. Beim ENA handelt es sich um eine in situ Sanierungsmaßnahme, bei der die natürliche Selbstreinigung durch das Einbringen von Substanzen stimuliert bzw. aktiviert wird.

Finanzausgleichsgesetz (FAG): Landkreise und kreisfreie Gemeinden können nach Artikel 7 Absatz 4 Finanzaus-

gleichsgesetz (FAG) ergänzende Finanzausweisungen für Ersatzvorfälle erhalten. Es können Kosten erstattet werden, die eine Eigenbeteiligung der Kommunen von zwei Euro pro Einwohner und Jahr übersteigen. Die anstehenden Maßnahmen müssen in die Liste der fachlich vordringlichsten Vorhaben, die das Umweltministerium führt, aufgenommen sein. Ansprechpartner sind die Regierungen.

Gesellschaft zur Altlastensanierung in Bayern mbH (GAB): Mit dem Ziel, die Altlastensanierung dort finanziell und fachlich zu unterstützen, wo Verantwortliche nicht mehr greifbar oder zahlungsunfähig sind, gründete die Bayerische Wirtschaft 1989 gemeinsam mit dem Freistaat Bayern die Gesellschaft zur Altlastensanierung in Bayern mbH (GAB). Mit in Kraft treten des Gesetzes zur Änderung des Bayerischen Bodenschutzgesetzes und des Bayerischen Abfallwirtschaftsgesetzes zum 01.05.2006 wurde ein neuer Unterstützungsfonds eingerichtet, der kreisangehörige Gemeinden bei der Erkundung und Sanierung ihrer ehemaligen Hausmülldeponien finanziell entlastet. In der hierzu erlassenen Unterstützungsfonds-Verordnung wurde die GAB mit der Aufgabe beliehen, die Zuschüsse aus dem Unterstützungsfonds auszureichen. Das bewährte Kooperationsmodell wurde um zwei neue Gesellschafter, Bayerischer Gemeindegtag und Bayerischer Städtetag, erweitert.

In Situ Sanierung: Mit dem in situ Verfahren können im Untergrund befindliche, umweltgefährdende Stoffe ohne eine Bewegung der Bodenmassen auf physikalischem, chemischem oder biologischem Weg behandelt werden, um sie aus dem Boden zu entfernen, sie in unschädliche Stoffe umzuwandeln oder an einer Ausbreitung zu hindern.

Katalytische Oxidation: Bei der katalytischen Oxidation werden organische Schadstoffe an einem Metall-Katalysator zu unschädlichen Stoffen oxidiert.

Kontamination: Eine Kontamination (von lat. *contaminare* = beflecken) ist eine Verunreinigung mit Schadstoffen. Schadstoffe sind dabei feste, flüssige und gasförmige Stoffe, die geeignet sind, das Wohl der Allgemeinheit zu beeinträchtigen, insbesondere die Gesundheit des Menschen zu gefährden und ihr Wohlbefinden zu schmälern, sowie Tiere in Gefahr zu bringen, Gewässer zu verunreinigen oder ihre Eigenschaften sonst nachteilig zu verändern, Boden und Nutzpflanzen schädlich zu beeinflussen oder sonst die öffentliche Sicherheit zu bedrohen oder zu stören.

Lysimeteranlage: Eine Lysimeteranlage (von griech. *lysis* = Lösung, Auflösung und *metron* = Maß) ist eine Anlage zur Ermittlung sogenannter Bodenwasserhaushaltsgrößen (Versickerungsrate, Verdunstung) und zur Beprobung von Bodensickerwasser, um dessen Quantität und Qualität zu bestimmen. Lysimeter im Einzelnen sind oben offene Zylinder, die mit einem Bodenkern gefüllt sind. Am unteren Ende ist der Zylinder verschlossen. Das Sickerwasser wird am Boden des Zylinders aufgefangen und zu einer Messvorrichtung geleitet. In Wielenbach betreibt das Bayerische Landesamt für Umwelt seit 2002 eine Lysimeterstation. Die Anlage verfügt über acht hoch auflösende, wägbare Lysimeterstellplätze mit automatischer Sickerwassermengenzählung und einer eigenen Klimawetterstation.

MIP-Methode (Membran-Interface-Probe): Die MIP-Sondiertechnik erlaubt eine halbquantitative Bestimmung von flüchtigen organischen Schadstoffen in einem kontinuierlichen Tiefenprofil. Hierzu wird durch ein Direct-Push Sondiengerät die MIP-Sonde in den Untergrund vorgetrieben.

Natural Attenuation: siehe Enhanced Natural Attenuation

Reaktive Wand: Die Reaktive Wand oder durchströmte Reinigungswand ist ein Verfahren zur Sanierung von Grundwasserschäden direkt „an Ort und Stelle“ (in situ), das ohne einen nennenswerten oder gar keinen permanenten Energieeintrag von außen auskommt. Eine Reaktive Wand unterbindet oder reduziert den Schadstoffstrom, bindet dabei die Schadstoffe oder baut sie ab, während das Grundwasser die Wand passieren kann.

ReSyMeSa (Recherchesystem Messstellen und Sachverständige): Die online-Datenbank ReSyMeSa verzeichnet die von den Bundesländern unter anderem im Umweltbereich Boden/Altlasten notifizierte Untersuchungsstellen und Sachverständigen.

Rüstungsaltposten: Altposten, die im Zusammenhang mit Rüstung im Ersten und Zweiten Weltkrieg und in den unmittelbaren Nachkriegszeiten entstanden sind und von denen eine Gefahr für Mensch und/oder Umwelt ausgeht. Das Schadstoffinventar bei Rüstungsaltposten kann unter anderem Sprengstoffe, Treibmittel (Pulver), taktische Zusatzstoffe zu Kampfstoffen, Vor- und Nebenprodukte, Rückstände aus der Vernichtung sowie taktische Zusatzstoffe und chemische Kampfstoffe umfassen.

Schutzgut: Von der Rechtsordnung geschützte Güter des Einzelnen (z. B. Leben, Gesundheit, Eigentum) oder der

Allgemeinheit (z. B. Reinheit der Gewässer).

Sickerwasserprognose: Die Abschätzung der von einer altlastverdächtigen Fläche oder Altlast ausgehenden oder in überschaubarer Zukunft zu erwartenden Schadstoffeinträge über das Sickerwasser in das Grundwasser, unter Berücksichtigung von Konzentrationen und Frachten und bezogen auf den Übergangsbereich von der ungesättigten zur wassergesättigten Zone.

Sprengstofftypische Verbindungen: In den ehemaligen Rüstungsproduktionsbetrieben in Deutschland wurden von den bekannten Sprengstoffen hauptsächlich TNT, Hexogen, Nitropenta und Pikrinsäure produziert. Die heute vorfindbaren Kontaminationen beinhalten allerdings zusätzlich zahlreiche Nebenprodukte der Produktion sowie stabile Abbauprodukte.

Umweltpakt Bayern: 1995 geschlossene, freiwillige Vereinbarung zwischen der Bayerischen Wirtschaft und der Bayerischen Staatsregierung mit dem Ziel eines verstärkten Umweltschutzes. Im Gegensatz zu bisherigen Selbstverpflichtungen der Industrie sind erstmals beide Seiten Verpflichtungen eingegangen: Die Wirtschaft garantiert Leistungen im Umweltschutz, die über die gesetzlichen Anforderungen hinausgehen, der Staat erklärt sich zu zusätzlichen freiwilligen Leistungen bereit. Der Umweltpakt bedeutet keinen Verzicht auf geltendes Umweltrecht und Umweltstandards.

Verantwortlicher: Derjenige, der aufgrund seines Verhaltens oder des Verhaltens von Personen, die seiner Obhut unterliegen, für eine Gefährdung oder Schädigung von Mensch und Umwelt verantwortlich ist, bzw. der Eigentümer oder Besitzer eines Grundstücks, von dem Gefahren für den Menschen oder die Umwelt ausgehen.

Wirkungspfad: Weg eines Schadstoffes von der Schadstoffquelle bis zum Ort einer möglichen Wirkung auf ein Schutzgut.

Nützliche Informationen und Adressen

Erster Ansprechpartner bei Altlasten- und Flächenrecyclingprojekten

(Auskünfte, Anforderungen, Genehmigungen, Beschwerden etc.)

- Örtliche Kreisverwaltungsbehörde (Bereich Umwelt-Altlasten), Adressen im Bayerischen Behördenwegweiser www.behoerdenwegweiser.bayern.de (Stichwort „Behörden“)

Auskünfte aus dem Altlastenkataster

- Öffentlicher Zugang zum Altlasten-, Bodenschutz- und Deponieinformationssystem (ABuDIS 2.5) www.abudis.bayern.de
- Auskünfte zu konkreten Fällen erteilen die örtlichen Kreisverwaltungsbehörden bei Nachweis eines berechtigten Interesses oder Vorlage der Einwilligung des Eigentümers.

Fachliche Grundlagen zur Altlastenbearbeitung in Bayern

- Merkblätter, Arbeitshilfen und Informationen der Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit www.altlasten.bayern.de und des Bayerischen Landesamtes für Umwelt www.lfu.bayern.de (Thema „Altlasten“)

Tipps und Informationen zur Finanzierung und Förderung

- Informationen des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit www.stmug.bayern.de (Suchbegriff „Altlasten Finanzierung“)
- Förderfibel Flächenrecycling www.bestellen.bayern.de (Stichwort „Förderfibel“)
- Gesellschaft zur Altlastensanierung in Bayern mbH (GAB) www.altlasten-bayern.de

Übersicht über Labore und Sachverständige

- Sachverständige und Untersuchungsstellen nach § 18 Bundes-Bodenschutzgesetz (Recherchesystem Messstellen und Sachverständige ReSyMeSa) www.luis-bb.de/resymesa
- Labore im Umweltbereich – Zusammenstellung vom Bayerischen Landesamt für Umwelt www.lfu.bayern.de/umweltwissen (Rubrik „Schadstoffe“)

Informationen zum Flächenrecycling und Flächenmanagement in Bayern

- Veröffentlichungen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt zum Flächenrecycling www.bestellen.bayern.de (Stichwort „Flächenrecycling“)
- Veröffentlichungen des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Gesundheit und des Bayerischen Landesamtes für Umwelt zum Flächenmanagement www.bestellen.bayern.de (Stichwort „Flächenmanagement“)
- Bündnis zum Flächensparen in Bayern www.flaechensparen.bayern.de

Altlasten auf Liegenschaften des Bundes

(Arbeitshilfen, Fachinformationssystem, Ansprechpartner etc.)

- Oberfinanzdirektion Niedersachsen, Leitstelle des Bundes für Boden- und Grundwasserschutz www.ofd-hannover.de/bgws

Berufsverband Altlasten und Flächenrecycling

(Arbeitshilfen, Fachausschüsse, Tagungen, Mitglieder etc.)

- Ingenieurtechnischer Verband für Altlastenmanagement und Flächenrecycling e.V. (ITVA) www.itv-altlasten.de
- Regionalgruppe ITVA Bayern www.itv-altlasten.de/85.0.html

Bildnachweis

Arcadis Deutschland GmbH: S. 27
 Ascherl, Michael: S. 26 l. o. + r. o.
 Bauer Umwelt GmbH: S. 11 l. o., S. 13 r. o.
 Bayerisches Landesamt für Umwelt: S. 6 l. o. + l. m., S. 9 r. o., S. 11 r. o., S. 16 l. o., S. 17, S. 22 m. o., S. 30, S. 33, alle Karten und Diagramme
 Bayerngrund GmbH: S. 23 Nr. 4
 BG BAU Prävention Feige-Munzig, Andreas: S. 19 r. o.
 Bosch & Partner GmbH: S. 19 r. 2. v. o.
 ccvision.de: S. 10 u., S. 13 u., S. 16 u., S. 18 u., S. 21 u., S. 22 u.
 CWH Ingenieurgesellschaft mbH: Titelseite, S. 6 l. u., S. 13 l. o. + r. m., S. 15 r. u.
 Daut, Karl Heinz / Nürnberger Nachrichten: S. 23 Nr. 3
 Demleitner, Reinhold: S. 8
 Dr. G. Pedall Ingenieurbüro GmbH.: S. 14, S. 15 l. u., S. 19 r. 4. v. o., S. 29 l. u. + r. u.
 Foto Bischof & Broel Inhaber Manfred Gillert e.K.: S. 23 r. (2. – 4. v. o.)

Geo Dittmann Ingenieurbüro: S. 19 r. m.
 IABG Industrieanlagen Betriebsgesellschaft GmbH: S. 26 l. u. + r. u.
 Protect Umweltschutz GmbH: S. 19 r. u., S. 32
 R+H Umwelt GmbH: S. 12, S. 25 l. u. + r. u.
 Servicebetrieb Öffentlicher Raum Nürnberg: S. 7 r. o.
 Stadt Landshut: S. 28 l. m. + r. m.
 Stadt Nürnberg: S. 23 r. o.
 Stadtarchiv Nürnberg, A47_KS_089_06_Schlachthof: S. 23 Nr. 1;
 A64_I_104: S. 23 Nr. 2
 Stadtplanungsamt Stadt Nürnberg: S. 23 Nr. 6
 Sturm, Rainer / pixelio.de: S. 31
 Thye, Reinhard, Fachlehrer für Fotografie: S. 23 Nr. 5
 Wasserwirtschaftsamt Ansbach: S. 28 l. u. + r. u.
 Weith, Dr. Thomas: S. 20
 Wilhelm Geiger GmbH & Co. KG: S. 21 l. o. + r. o., S. 24.

