



Böden als Archive der Natur- und Kulturgeschichte

 Grundlagen und beispielhafte Auswertung

Böden als Archive der Natur- und Kulturgeschichte

 Grundlagen und beispielhafte Auswertung

HERAUSGEBER	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Postfach 10 01 63, 76231 Karlsruhe, www.lubw.baden-wuerttemberg.de Regierungspräsidium Freiburg, Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) 79083 Freiburg
BEARBEITUNG	Dr. Frank Waldmann, LGRB, Manfred Lehle, LUBW und Dieter Wolf, Landratsamt Karlsruhe auf der Grundlage einer Studie von Rainer Gryschko, Jörg Schneider, regioplus, 70599 Stuttgart
REDAKTION	LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Referat 22 – Boden Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung 9, LGRB
BEZUG	Die Broschüre ist kostenlos erhältlich bei der LUBW JVA Mannheim – Druckerei Herzogriedstr. 111, 68169 Mannheim Telefax 0621/398-320 bibliothek@lubw.bwl.de Download unter: www.lubw.baden-wuerttemberg.de
ISBN	978-3-88251-339-4
BILDNACHWEIS	LGRB (Titel, großes Bild, Abb. 1, Abb. 2 oben, Abb. 8, Abb. 9), Linnenbach (Titel, Bild oben rechts, Abb. 2 [2.] von oben), Schneider (Titel, Bild Mitte), Burgmeier (Titel, Bild unten), Steinmetz (Abb. 2, [3.] v. oben), Schöttle (Abb. 2, unten), LUBW (Abb. 3, Abb. 4), Lang (Abb. 5, Abb. 6), von Räden (Abb. 7)
STAND	Dezember 2008, 1. Auflage
DRUCK	SchwaGeDruck, 76287 Rheinstetten Gedruckt auf Recyclingpapier

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

BÖDEN ALS ARCHIVE DER NATUR- UND KULTURGESCHICHTE	7
NATURGESCHICHTLICHE URKUNDE – BODENGENESE	8
Paläoböden	8
Holozäne Bodenbildungen	8
NATURGESCHICHTLICHE URKUNDE – AUSGANGSGESTEINE, LANDSCHAFTSGESCHICHTE, GEOTOPE	10
Ausgangsgesteine	10
Landschaftsgeschichte	10
Geotope	11
NATUR- UND KULTURGESCHICHTLICHE URKUNDE – INFORMATIONSWERT BODEN	12
Bodenmessnetze	12
Moore	13
KULTURGESCHICHTLICHE URKUNDE	14
SCHUTZBEDARF FÜR BODENARCHIVE	15
AUSWERTUNGSBEISPIEL REGION STUTTGART	16
LITERATUR	19

Böden als Archive der Natur- und Kulturgeschichte

Wie in einer Urkunde sind in Böden deren Entstehungsgeschichte, die Landschaftsgeschichte oder die Kulturgeschichte dokumentiert. Ausgangsgestein, Klima, Nutzung der Böden und andere Einflüsse haben vielfältige Spuren hinterlassen, die im „Bodenarchiv“ als Urkunden der Natur- und Kulturgeschichte gespeichert werden. Geologische Aufschlüsse sind Zeitfenster und zeugen durch Gesteinszusammensetzung und zeitliche Abfolge der Sedimentschichten von der Entstehungsgeschichte der Landoberfläche und der Landschaft. Die bedeutendsten Aufschlüsse und Landschaftsformen werden als Geotope bezeichnet und katalogisiert. Fossilien und Mineralien und deren Fundorte geben Einblicke in die Landschaftsentwicklung ebenso gilt dies für landschaftsprägende morphologische Elemente. Auch Spuren der kulturellen Entwicklung können in Böden verborgen sein oder ihnen ihre heutige Gestalt geben. Dann sind diese Böden Archive der Kulturgeschichte.

Nach den §§ 1 und 2 Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) sind Böden auch zum Schutz der Funktionen als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte vor Beeinträchtigungen zu schützen. Planungsvorhaben, die mit Änderungen der Bodennutzung verbunden sind, können diese Archive in ihrem Bestand gefährden. Dabei umfasst Boden nach BBodSchG die gesamte obere Schicht der Erdkruste, soweit sie Träger von Bodenfunktionen ist. Somit geht der gesetzliche Begriff des Bodens über den rein boden-

kundlichen Bereich hinaus und schließt auch erd- und naturgeschichtliche Bildungen mit ein. Die vorliegende Broschüre konkretisiert diese Archive für die Böden im Land Baden-Württemberg und soll Planer, Kommunen, Behörden und Verfahrensträger bei ihrem Bemühen um einen sorgsamem Umgang mit Böden unterstützen.

Für die Archivfunktion sind Ausprägung, Aufbau, Zustand oder Inhalt von Böden oder Gesteinsabfolgen wertgebend, wenn diese selten vorkommen, Besonderheiten enthalten oder von herausragendem wissenschaftlichem, landschaftsgeschichtlichem oder kulturellem Interesse sind. Ein Sonderfall sind die Standorte der Bodenmessnetze, an denen über lange Zeiträume Untersuchungen zu Zustand und zur Veränderung der Stoffzusammensetzung in Böden durchgeführt werden.

Die Archive der Natur- und Kulturgeschichte von Böden lassen sich nach ihren wertgebenden Eigenschaften in fünf Gruppen unterteilen (Tab. 1). Sie werden auf den folgenden Seiten näher erläutert und beschrieben. Die Auswahl der in dieser Broschüre vorgestellten Bodenarchive stützt sich auf Auswertungen vorhandener Kartenunterlagen und bestehender Kataster zu Geotopen, Messnetzstandorten, archäologischen und paläontologischen Fundstellen sowie auf Expertenwissen. Eine Zusammenstellung der ausgewerteten Unterlagen findet sich auf S. 19.

Tab. 1: Unterteilung des Archivs der Natur- und Kulturgeschichte der Böden

Archive	wertgebende Eigenschaft	Fallbeispiele
Naturgeschichte	besondere Bedeutung für die Bodengenese	■ reliktsche bodengenetische Prozesse (z. B. Tschernosembildung)
	regionale oder überregionale Seltenheit einer Bodenform	■ stark versauerte oder stark vernässte Böden in Karstlandschaften
	besondere Bedeutung für die Erd- und Landschaftsgeschichte, Geologie, Mineralogie oder Paläontologie	■ ältere (pliozäne, altleistoizäne) Flussablagerung ■ Endmoränen der Schwarzwaldvereisung
Natur- und Kulturgeschichte	hoher Informationswert für Bodenkunde, Bodenschutz und Landschaftsgeschichte	■ Standorte von Bodenmessnetzen ■ Moore
Kulturgeschichte	Besonderheit der Siedlungs- und Landnutzungsgeschichte	■ Urkunden historischer Agrarkulturtechniken (z. B. Wölblacker) ■ überdeckte Urkunden kultureller Entwicklung (z. B. Siedlungsreste, Limes)

Naturgeschichtliche Urkunde – Bodengenesse

Die meisten unserer heutigen Böden sind in den letzten 12 000 Jahren nach der letzten landschaftsbildenden Eiszeit, also in archäologischen Zeiträumen (Jahrtausende) entstanden. Zu ihnen gehören z. B. die in Baden-Württemberg sehr weit verbreiteten Parabraunerden sowie die tonreichen Pelosole. Junge Böden, die sich in historischen Zeiträumen, d. h. in Jahrhunderten bildeten, sind meist gering entwickelte A-C Profile wie Ranker, Pararendzinen oder durch menschliche Nutzung geprägte Podsole. Selten treten in Baden-Württemberg aber auch Böden mit einer Entwicklungsphase von einigen hunderttausend Jahren bis Jahrmillionen auf. Ein Bodentyp dieser geologischen Zeiträume ist die Terra rossa.

Der Beurteilung eines Bodens als Archiv der Naturgeschichte liegt die Betrachtung von Seltenheit in Kombination mit Besonderheit zu Grunde. Thematisch sind die Besonderheiten in bodengenetiche Aspekte, Ausgangsmaterial und Landschaftsgeschichte unterteilbar. Dabei ist eine rein statistische Bewertung der Verbreitung einzelner Bodenformen nicht zielführend.

Paläoböden

Paläoböden sind Bodenbildungen, die vor Ende der letzten Eiszeit, also unter anderen Klimabedingungen als heute, entstanden sind. Sie stellen damit wichtige Archive erdgeschichtlicher Entwicklungsphasen dar. Paläoböden sind als fossile Böden durch Sedimente überdeckt oder liegen als reliktsche Böden an der heutigen Bodenoberfläche, wobei die ursprünglichen Eigenschaften nur dann weitgehend bewahrt sind, wenn die Böden von Bodenmaterial in hinreichender Mächtigkeit überlagert wurden.

Für die Wertigkeit der Paläoböden als Archiv der Naturgeschichte sind Seltenheit des Vorkommens, Alter, Erhaltungs- und Ausprägungszustand sowie wissenschaftliche Bedeutung maßgeblich.

Bei mächtigen, während mehrerer Kaltzeiten abgelagerten Lösssedimenten können Reste der dazwischen liegenden

warmzeitlichen Bodenbildungen erhalten sein (Abb. 1, oben). In Verbindung mit verschiedenen Datierungsmethoden sind Landschaftsgeschichte und Klimaentwicklungen aus ihnen rekonstruierbar.

Im Gegensatz zur weit verbreiteten Terra fusca wird die Terra rossa wegen ihres kleinräumigen Vorkommens als Zeugnis alter Bodenbildungen (Tertiär und Pleistozän) in die Liste aufgenommen (Tab. 2). Die leuchtend rote Färbung im Bodenprofil zeugt von subtropischem Klima während der Bodenbildung (Abb. 1, links unten). Dabei bildete sich im Kalksteinverwitterungslehm das intensiv rot gefärbte Eisenoxid Hämatit.

Holozäne Bodenbildungen

Diese Gruppe umfasst die mineralischen Böden, die sich im Holozän – also nach Ende der letzten Eiszeit – gebildet haben. Da Paläoböden sehr selten an der Bodenoberfläche anstehen, nehmen holozäne Böden fast die gesamte Landesoberfläche ein. Als Urkunden der Naturgeschichte gelten aus dieser Gruppe Böden, die selten vorkommen und besondere bodengenetiche Merkmale aufweisen. Zusätzlich werden hier Böden mit erfasst, deren regionale bzw. überregionale Vorkommen hervorzuheben sind. Dies trifft z. B. auf stark versauerte Böden in Karstlandschaften oder auf die nur wenige Hektar großen Löss-Parabraunerde-Reste im Kaiserstuhl zu. Sämtliche sonstige Lössflächen im Kaiserstuhl werden von stark erodierten (Pararendzinen) oder stark veränderten Lössböden (Rigosole, Auftragsböden) eingenommen.

Besondere Bodenprozesse stehen bei Lockerbraunerden, Vertisol-Pelosolen, Bändchenstau-podsolen und den terrestrischen Böden mit Humusanreicherung im Unterboden (Humusbraunerden, Schwarzerden) im Vordergrund. Prozesse des landschaftlichen Stoffhaushalts dokumentieren in besonderem Maße z. B. die Ockererden und die Kalkanmoorgleye. Die bodenkundlich nur sehr gering entwickelten Rohböden (Syrosem und Lockersyrosem) werden nicht als Archivböden geführt. Einerseits sind sie

i. d. R. das Ergebnis einer äußerst starken Bodenerosion, andererseits gehören sie zu den wenigen Bodentypen, die sich im Gegensatz zu fast allen anderen Böden innerhalb weniger Jahrzehnte „reproduzieren“ lassen.

Von besonderem Interesse sind auch Böden mit Zeit- und Klimamarken für einzelne Phasen des Holozäns. Man bezeichnet solche Böden holozänen Ursprungs mit Merkmalen nicht aktueller Bodenbildungsprozesse als holozäne Reliktböden. Zu diesen Böden zählen z. B. die Schwarzerden, die als Relikte des Boreals (8.200 bis 5.000 v. Chr.) angesehen werden und deren Vorkommen in Baden-Württemberg auf wenige Gebiete beschränkt ist, so z. B. auf das Gebiet der würmeiszeitlichen Terrasse der Donau bei Langenau östlich von Ulm.

Einige der in Tabelle 2 aufgeführten Böden sind landesweit sehr selten, nehmen regional jedoch große Flächen ein. Dies trifft z. B. für die Bändchenstau podsole (Abb. 1 rechts) im Nord- und für die Humusbraunerden im Südschwarzwald zu. Dies zeigt die Notwendigkeit sowohl die Schutzwürdigkeit als auch den Schutzbedarf zu betrachten (S. 15).

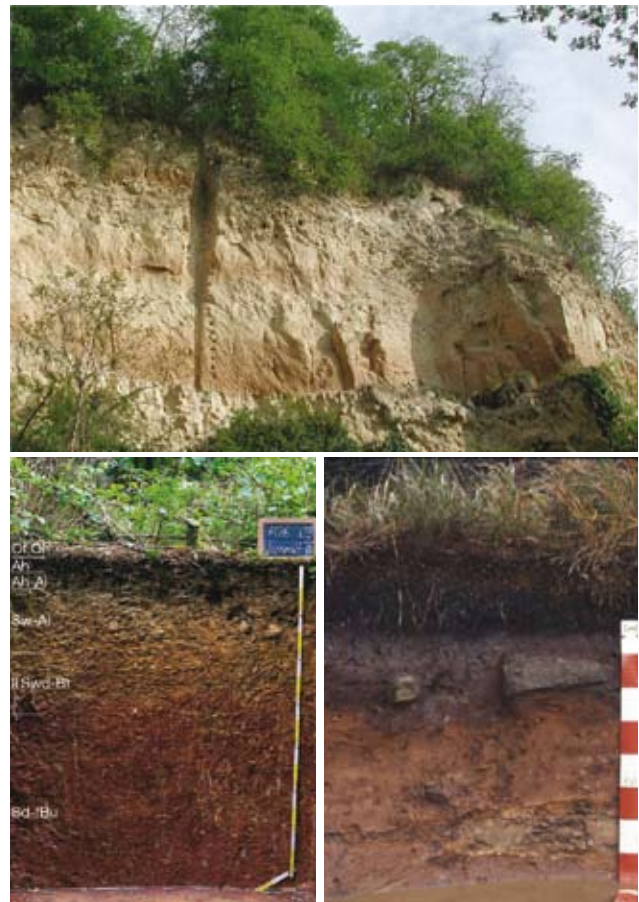


Abb. 1: Lössprofil bei Riegel am Kaiserstuhl (oben); Terra rossa (Rotlehm) auf der Ostalb (unten links) und Bändchenstau podsol in den Hochlagen des Nordschwarzwaldes (unten rechts).

Tab. 2: Landesweite Übersicht der Typen von Archivböden – Bodengenese

Bodentyp	Merkmal	Verbreitungen
Paläoböden		
Terra rossa, ferrallitische und ferrallitische Böden	Bodenbildungen früherer erdgeschichtlicher Epochen	kleinräumige Vorkommen, z. B. „Rotlehm“ auf der Ostalb, „Weißlehm“ aus kaolinitisiertem Porphyrr bei Baden-Baden
fossile Parabraunerde	zwischenzeitliche Bodenbildungen	am Kaiserstuhl
holozäne Bodenbildungen (einschließlich holozäner Reliktböden)		
Kalkanmoorgley	rezente Kalkausfällung	meist kleinräumige Vorkommen in Tälern der Karstlandschaften und im Jungmoränengebiet
Moorstagnogley, Moorgley, Anmoorgley	stark vernässte Stau- und Grundwasserböden mit beginnender Torfbildung	meist kleinräumige Vorkommen, z. B. im Nordschwarzwald und in Oberschwaben
Bändchenpodsol, Bändchenstagnogley	extreme Podsolierung bzw. Staunässe	Vorkommen nur in den Hochlagen des Nordschwarzwaldes, dort z. T. größere Flächen einnehmend
Ockererde	laterale Stoffzufuhr	meist kleinräumige Vorkommen im Schwarzwald
Schwarzerde (Tschernosem)	Humusanreicherung, reliktsche Bodenbildung	kleines Einzelvorkommen im Kaiserstuhl und auf Donauterrassen bei Ulm, Übergangsformen (Subtypen) z. B. bei Stuttgart, kleinflächig auf älteren Rheinterrassen bei Mannheim
Humusbraunerde	Humusanreicherung im Unterboden, Lebensraum des Regenwurms lumbricus badensis	größere Flächen im hochmontanen Bereich des Südschwarzwaldes
Lockerbraunerde	Bodenstruktur (Andosolcharakter)	Schwarzwald
Vertisol-Pelosol	Bodenstruktur	kleinräumige Vorkommen, z. B. im Gipskeuper

Naturgeschichtliche Urkunde – Ausgangsgesteine , Landschaftsgeschichte, Geotope

Ausgangsgesteine

Das Ausgangsmaterial der Bodenbildung, d. h. der Fest- oder Lockergesteinsuntergrund und dessen Umlagerungs- bildungen, spielt – neben den bodengenethischen Prozes- sen – für die Bodeneigenschaften und -kennzeichnungen eine wichtige Rolle. Die aus den in Tab. 3 aufgeführten Ausgangsmaterialien entstandenen Bodenbildungen wei- sen einen von der „Norm“ wesentlich abweichenden Stoff- oder Spurenelementbestand auf oder sind gekennzeichnet durch besondere Minerale, die z. B. durch Tonmineralneu- bildung entstanden sind.

Landschaftsgeschichte

Bei morphologischen Landschaftselementen wie Dünen, Dolinen, Drumlins, Toteislöchern und Karen werden nur die markantesten als naturgeschichtliche Urkunde einge- stuft. Diese sind bereits als Geotop klassifiziert und wer-

den über die Einbeziehung der Geotope in die Bodenar- chivliste aufgenommen. Eine Ausnahme stellen die End- moränen der Schwarzwaldvereisung im Südschwarzwald dar. Ihrer geringen Anzahl, kleinräumigen Ausdehnung und wenig spektakulären Form steht eine hohe land- schaft- und klimageschichtliche Bedeutung gegenüber.

Ein Beispiel aus jüngster Vergangenheit zeigt eine Anwen- dung der Bodenarchivbewertung: Bei der Anlage eines Golfplatzes im Südschwarzwald wurde eine Endmoräne (als Bodenarchiv) von den ursprünglich geplanten Gelän- demodellierungen und Erdarbeiten ausgenommen.

Für die jüngere Landschaftsgeschichte sind neben den glazialen v. a. die fluviatilen Prozesse von besonderer Bedeutung. Im Gegensatz zu den große Flächen einneh- menden Glazialsedimenten sind die fluviatilen Sedimente, mit Ausnahme der wärmzeitlichen Terrassen und Schot-

Tab. 3: Landesweite Übersicht der Typen von Archivböden – Ausgangsgesteine und Landschaftsgeschichte

Spezielle Ausgangssubstrate der Bodenbildung	Verbreitung
basische und ultrabasische Magmatite und Metamorphite (z. B. Amphibolite, Serpentine)	Kleinstvorkommen im mittleren und südlichen Schwarzwald
eisenreiche Sedimentgesteine (z. B. Ostreenkalke im Mit- teljura)	meist kleinere Vorkommen im Albvorland; typische Böden: ferritische Brauner- den
Vulkanite (Basalte und Tuffe)	kleinere Vorkommen im Hegau, Kaiserstuhl und im östlichen Albvorland
Kalktuffe, Seekreide und Mudde	Kleinstvorkommen
Bohnerzton	Kleinstvorkommen
Spezielle landschaftsprägende morphologische Elemente und Landschaftsgeschichte	Verbreitung
alpine Moränen im Südschwarzwald und im Alb-Wutach- Gebiet	meist kleinere Vorkommen im südlichen Hotzenwald und im südlichen Alb- Wutach-Gebiet
Endmoränen der Schwarzwaldvereisung	kleinere Vorkommen im Südschwarzwald
„ältere“ (pliozäne, pleistozäne) Flussablagerungen	meist kleinere Vorkommen in verschiedenen Landesteilen, z. B. Goldshöfer San- de
„jüngere“ (holozäne) Flussterrassen	im Rhein-, Neckar- und Donautal
holozäne Flugsande	nördliche Oberrheinebene
Grabungsschutzgebiet	Verbreitung
Fossilfundstellen	im Umfeld besonderer paläontologischer Fundstellen



Abb. 2: Endmoräne der Schwarzwaldvereisung bei St. Blasien (oben)
 Sandhausener Düne, eine Binnendüne aus Flugsand im Nördlichen
 Oberrheintal (2. von oben)
 Orgelfelsen bei Gernsbach, durch Erosion freigelegte Felsgruppe aus
 Granit mit senkrechter Klüftung (3. von oben)
 Kesselgrotte bei Langenburg; eine landschaftstypische Hohlkehlenbil-
 dung im Oberen Stubensandstein (unten)

terfluren, meist nur kleinräumig anzutreffen. Sie werden deshalb häufig mit Lokalnamen (z. B. Goldshöfer Sande, Kiessande von Mauer a. d. Elsenz, Heuberg-Schotter) oder beschreibenden Bezeichnungen (z. B. Höhenschotter) belegt. Ihre Entstehung geht verbreitet auf das Pleistozän oder Pliozän zurück.

Geotope

Geotope sind erdgeschichtliche Bildungen der unbelebten Natur, die Erkenntnisse über die Entwicklung der Erde oder des Lebens vermitteln (SCHÖTTLE, LfU, 2002). Sie umfassen natürliche (z. B. Felsen und Felswände) und künstliche (z. B. aufgelassene Kiesgruben) Aufschlüsse von Gesteinen, Fundorte von Mineralen und Fossilien sowie einzelne Naturschöpfungen wie z. B. Kalktuffablagerungen oder natürliche schützenswerte Landformen wie Drumlins oder Dolinen. Geotope vermitteln Erkenntnisse und Einblicke in die Entstehungsgeschichte der Erde und des Lebens sowie die Klima- und Umweltbedingungen der Vergangenheit. Sie sind damit wichtige Zeugnisse und Urkunden der Landschaftsentwicklung.

Viele bedeutende Aufschlüsse und Landschaftsformen sind nach § 31 NatSchG (Naturschutzgesetz) geschützt und katalogisiert. Schutzwürdig sind darüber hinaus weitere Geotope, die sich ebenfalls durch ihre besondere erdgeschichtliche Bedeutung, Seltenheit, Eigenart oder Schönheit auszeichnen, jedoch noch keinen rechtswirksamen Schutzstatus besitzen. Für Wissenschaft, Forschung und Lehre sowie für Natur- und Heimatkunde sind auch sie Dokumente von besonderem Wert.

Insgesamt sind in Baden-Württemberg über 5.200 Geotope aufgenommen, katalogisiert und beschrieben. Von diesen Geotopen stehen über 45 % bereits als Naturdenkmale oder wegen der Lage in Naturschutzgebieten unter Schutz.

Natur- und kulturgeschichtliche Urkunde – Informationswert Boden

Bodenmessnetze

Wirtschaftliche Tätigkeiten haben das Potenzial, Böden nachteilig zu verändern. Dies betrifft einerseits die stoffliche Zusammensetzung der Böden, etwa verursacht durch Stoffeinträge aus Emissionen und landwirtschaftlicher Nutzung, zum anderen sind Böden aber auch in ihrer Struktur gefährdet, etwa durch Erosion und Verdichtung.

Um Auswirkungen auf Böden frühzeitig erkennen und erfassen zu können, wurden landesweit Messnetze mit Bodenbezug eingerichtet (Tab. 4), die inzwischen weitgehend in nationale und internationale Monitoringprogramme eingebunden sind (Abb. 4). Verglichen mit den Umweltmedien Luft und Wasser verhalten sich Böden naturgemäß weniger dynamisch. Aus diesem Grunde wurden die entsprechenden Monitoringprogramme langfristig angelegt. Ein großer Teil der Untersuchungen ist beispielsweise unbedingt von einer ortstreuen Wiederbeobachtung in definierten Zeitabständen abhängig. Der Wert eines solchen Standortes steigt dabei mit der Länge der verfügbaren Untersuchungszeitreihe. Ein Standortverlust beendet i. d. R. die Fortführung der Zeitreihen und entwertet damit auch die in der Vergangenheit bereits erhobenen Daten.

Diese Standorte sind von großem wissenschaftlichem Interesse für die bodenkundliche Forschung und den Bodenschutz und von hohem Informationswert für das Umweltmonitoring. Die geogene Stoffzusammensetzung und die Stoffbestandsänderungen im Boden aufgrund anthropogener Stoffeinträge über die Luft oder durch Bewirtschaftungsmaßnahmen spiegeln sowohl den natur- als auch den kulturgeschichtlichen Aspekt wider.

Die Messnetzstandorte können bei der LUBW und der Forstlichen Versuchsanstalt Baden-Württemberg (FVA) in Freiburg abgerufen werden.



Abb. 3: Boden-Dauerbeobachtungsfläche Lindenhof auf der Schwäbischen Alb

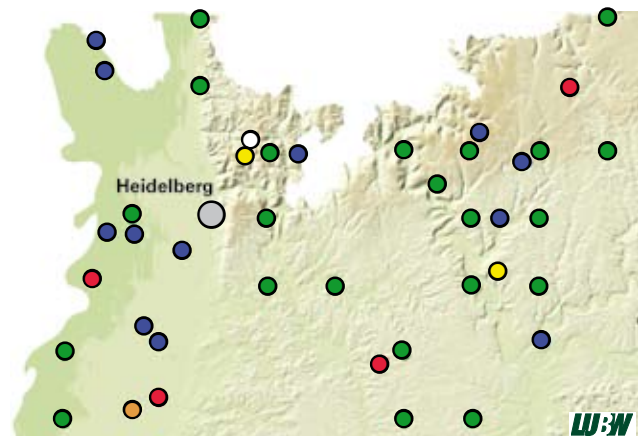


Abb. 4: Standorte der relevanten Messnetze in Nordbaden

Tab. 4: Messnetze mit Bodenbezug in Baden-Württemberg

Messnetz	Aufgaben	Anzahl
Boden-Dauerbeobachtungsflächen		
Grundmessnetz	Bereitstellung von Hintergrundinformationen zu Böden für landesspezifische Fragen	122
Basismessnetz	Zustandsbeschreibung der Böden nach bundeseinheitlichen Vorgaben	33
Intensivmessnetz	Untersuchung von Ursache-Wirkungs-Beziehungen in Böden an exponierten Standorten	5
Ökologisches Wirkungskataster		
Intensiv-(u. Extensiv) messnetz	Biindikatorische Untersuchungen mittels Bodentieren	30 (+30)
Bodenzustandserhebung im Wald		
Bodenzustandserhebung	Erfassung des bodenchemischen Zustands von Waldböden	308
Stoffflussmessnetz	Untersuchung von Ursache-Wirkungsbeziehung und Stoffbilanzen an ausgewählten Waldstandorten	6



Moore

Moore bestehen zu einem wesentlichen Teil aus Torf, der mindestens 30 cm mächtig ist. Torf besteht zu mindestens 30 % aus nicht oder unvollständig zersetzter abgestorbener organischer Substanz. Torfe entstehen, wenn der mikrobielle Abbau der organischen Substanz wegen ständig hohem Wasserstand und dadurch bedingter Sauerstoffarmut stark gehemmt ist.

In den Resten der standortsabhängigen Pflanzengesellschaften, wie Pollen, Sporen, Samen und sonstigen Teilen von Pflanzen, spiegeln sich in Mooren bzw. Torfen die klimatischen Bedingungen und die Nährstoffversorgung während ihres Wachstums wider. Die Schichtenfolge der organischen Reste in Torfen ist also eine Geschichte von Pflanzengesellschaften und damit eine Urkunde zur Klima- und Vegetationsgeschichte eines Moores und seiner Umgebung. Wo Menschen in Landschaften eingegriffen haben, sei es durch Veränderungen der Vegetation oder des Wasserhaushaltes, wurde die Torfzusammensetzung z. B. auch durch Staubeinwehung aus den umliegenden Ackerflächen beeinflusst. Dadurch sind Torfe auch Urkunden der Kulturgeschichte einer Landschaft.

Von kleineren Vorkommen abgesehen, finden sich Moore hauptsächlich in Oberschwaben, im Donauried, auf der Baar, im Schwarzwald und im Oberrheingebiet. Überall dort sind jedoch durch Entwässerung und anschließende Kultivierung oder Abtorfung bereits große Mooranteile verloren gegangen.

Die am weitesten verbreitete Methode zur Auswertung von Mooren als Archive der Natur- und Kulturgeschichte stellt die Pollenanalyse dar (Abb. 6). Geochemische Analysen an Torfen werden dagegen seltener, Untersuchungen von Großresten in Profilen in den letzten Jahren häufiger durchgeführt. Letzteres eröffnet damit auch die Möglichkeit, die Trophieverhältnisse der Vergangenheit zu rekonstruieren.

Torfwachstum und -zusammensetzung können kleinräumig, vor allem aber zwischen verschiedenen Mooren, wegen unterschiedlicher Wachstums- und Umgebungsbedingungen stark voneinander abweichen. Moore sind deshalb als Archive grundsätzlich schutzbedürftig. Für

Niedermoore gilt dabei, dass eine ausreichende Mächtigkeit des Torfes (> 80 cm) und ein hinreichend guter Erhaltungszustand (< Zersetzungsstufe 4) vorliegen muss.



Abb. 5 Offene Schlenkenfläche im Scheibelechtenmoos bei Menzenschwand

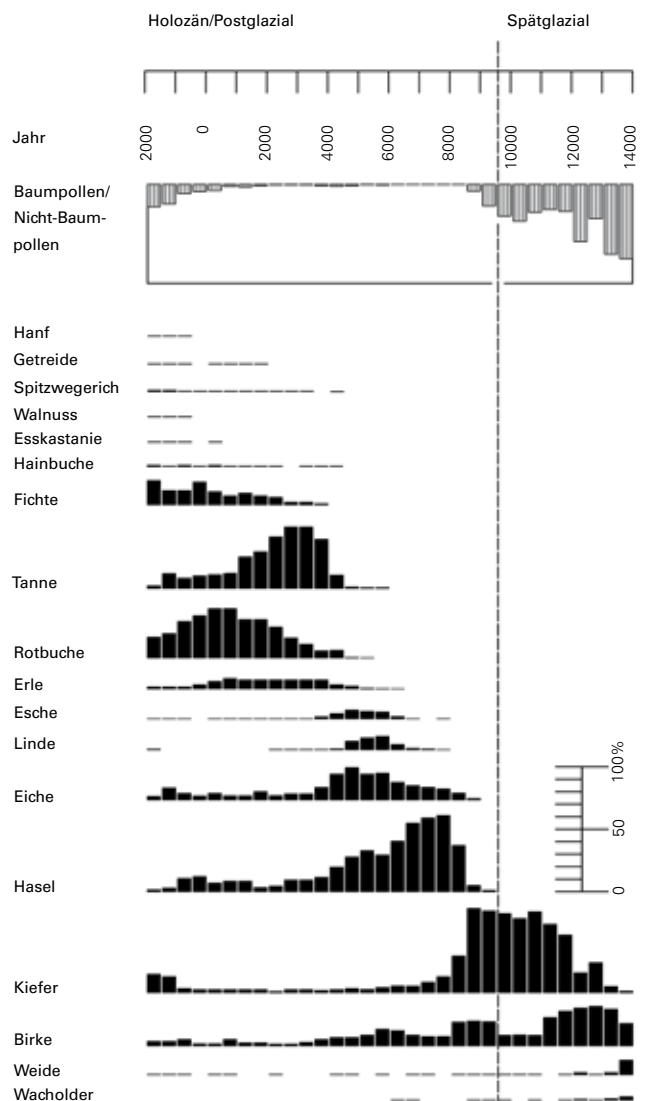


Abb. 6: Pollendiagramm vom Scheibelechtenmoos bei Menzenschwand. Histogramm mit Mittelwerten von Gehölzpollen und Pollen einiger Siedlungszeiger für Zeitabschnitte von jeweils 500 Jahren (verändert nach LANG, 2005)

Kulturgeschichtliche Urkunde

Kulturgeschichtliche Urkunden erlauben uns den Blick zurück in die Geschichte unserer Vorfahren. Gerade auch in Böden haben sich Spuren aus der Vergangenheit erhalten. Oft sind die Hinterlassenschaften in und auf den Böden die einzigen Zeugen der Ur- und Frühgeschichte. Dieses Archiv unter unseren Füßen gilt es zu würdigen und zu erhalten. Bei kulturgeschichtlichen Urkunden handelt es sich einerseits um archäologische Fundstellen von Bedeutung für die Menschheitsgeschichte und andererseits um Zeugnisse historischer Nutzungsformen, die eindeutige Spuren hinterlassen haben. (Tab. 5 und Abb. 7).

Bodendenkmale (im archäologischen Sinn) umfassen unter und auf der heutigen Erdoberfläche liegende Fundorte von Siedlungsresten, Gräberfeldern, Befestigungsanlagen und Verkehrswegen aus allen Epochen der Menschheitsgeschichte. Hierzu zählen z. B. der Obergermanisch-Rätische Limes in Süddeutschland, seit 2005 auch Weltkulturerbe, oder der Magdalenenberg bei Villingen-Schwenningen, ein eisenzeitliches Fürstengrab.

Zu den historischen Nutzungsformen, die Spuren in den Böden und in der Landschaft hinterlassen haben, zählen z. B. Stollen, Erzgruben, Pinggen und Verhüttungseinrichtungen des historischen Bergbaus oder die Wölbäcker, deren typische gewölbte Oberfläche heute noch im Gelände erkennbar ist (Abb. 7). Wölbäcker sind durch Pflugarbeiten mit nicht wendbaren Pflugscharen entstanden. Erhalten sind die Geländeoberflächen heute zum Teil meist nur noch in Wäldern und dokumentieren dort gleichzeitig auch die einstige Ackernutzung dieser Flächen.

Den Umgang mit archäologischen Funden und Fundstellen regelt das Denkmalschutzgesetz, das neben dem Bodenschutzrecht steht. Die Bau- und Bodendenkmale werden beim Landesdenkmalamt katalogisiert. Teilweise liegt bei den Regionalverbänden eine Auswahl der regional bedeutsamen Vorkommen in digitaler Datenaufbereitung vor. Diese können, v. a. wenn ein engerer Bodenbezug vorliegt, auch kulturgeschichtliche Urkunden nach Bundes-Bodenschutz-Gesetz darstellen (Tab. 5). Z.

B. kann an Erdmaterial, das bei der Anlage des römischen Limes aufgeschüttet wurde, die seit 2000 Jahren ablaufende Verwitterung und Bodenbildung beobachtet und quantifiziert werden (BLEICH et al. 1987, S. 127 ff).

Bodenerosion und starke Entwässerung in Feuchtbodenarealen, meist in Zusammenhang mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung, kann den Bestand der Bodendenkmale gefährden. Deshalb sind neben der Erkundung der Lebensräume unserer Vorfahren im Umfeld der Fundstellen auch Maßnahmen zur Verhinderung von Nutzungsfolgeschäden eine wichtige Ergänzung zum Denkmalschutz.

Bei den historischen Nutzungsformen bestehen enge Bezüge zum Denkmalschutzrecht, aber auch zum Naturschutzrecht. So genießen z. B. die historischen Weinberge bereits weitgehend Schutz nach den Bestimmungen des Naturschutzgesetzes, weil die in ihnen vorhandenen oder sie stützenden Trockenmauern zu den besonders geschützten Biotopen gem. § 32 Naturschutzgesetz gehören.



Abb. 7: Wölbäcker bei Bischweier

Tab. 5: Kulturgeschichtliche Urkunden auf und in Böden

Kategorien	Beispiele
Archäologische Fundstellen	Grabhügel, Grabungsstätten z. B. zu keltischen Oppidä, Landgraben, Limes
historische Nutzungsformen	historische Weinberge, historische Wölbäcker, Gesteinsriegel, historische Seedämme, historischer Bergbau, Erzgruben, Pinggen und Verhüttungseinrichtungen, bedeutende historische Steinbrüche

Schutzbedarf für Bodenarchive

Auf der Grundlage von Literaturrecherchen, Auswertungen von Karten und Expertenwissen wurde die Schutzwürdigkeit von Bodenarchiven in Baden-Württemberg abgeleitet und aufgelistet (Seiten 7 bis 14).

Schutzwürdigkeit und Schutzbedarf decken sich bei Einzelgebilden also Geotopen und Messnetzstandorten. Diese sind schon wegen der kleinräumigen Ausdehnung, insbesondere aber wegen der Einmaligkeit der Dokumente – wenn nicht schon als Naturdenkmal nach § 31 oder als besonders geschütztes Biotop nach § 32 NatSchG (z. B. Höhlen und Dolinen oder offene Felsbildungen) geschützt – grundsätzlich schutzbedürftig. Kulturgeschichtliche Urkunden im Sinne des Denkmalschutzrechtes (archäologische Funde und Fundorte) stehen bereits nach dem Denkmalschutzgesetz unter Schutz. Diese Objekte benötigen – sofern diese nicht durch die Folgen von Bewirtschaftungsmaßnahmen gefährdet sind (siehe hierzu auch S. 14) – keinen weiteren Schutz.

Neben Einzelgebilden finden sich in Böden jedoch auch flächenhafte Ausprägungen die schutzwürdige Dokumente darstellen. Beispiele hierzu sind die Bohnerztone als besonderes Ausgangsgestein der Bodenbildung oder der typische diagnostische Horizont der Bändchenstau-podsole. Um bisher nicht geschützte flächenhafte Dokumente der Bodenarchive langfristig zu erhalten aber unbillige Härten zu vermeiden, genügt es i. d. R. aus dem Gesamtareal kleinere, typische Teilflächen des jeweiligen Bodenarchivtyps (siehe Tab. 2 und 3) zu sichern. Dazu stehen als Instrument neben der Ausweisung von Naturschutzgebieten und Naturdenkmalen nach §§ 26 und 31 NatschG auch die Ausweisung von Bodenschutzflächen nach § 7 LBodSchAG zu Verfügung. Danach können durch Rechtsverordnung nicht nur Belastungsgebiete sondern gem. Abs. 1 Nr. 3 auch kleinräumig besonders schutzwürdige Böden ausgewiesen werden.

In Naturschutzgebieten, besonders geschützten Biotopen, Waldbiotopen, Bannwäldern und Schonwäldern besteht i. d. R. durch den Schutzzweck auch wenn dieser nicht speziell auf Böden ausgerichtet ist, bereits ein gegenüber

Bodenveränderungen und Eingriffen in den Boden starker Schutzstatus. Damit sind die grundsätzlichen Voraussetzungen für eine langfristige Sicherung der Bodenarchive gegeben. Zur Orientierung können die in Tabelle 6 angegebenen Flächengrößen und -anteile dienen, bei deren Überschreitung im Allgemeinen für Bodenarchivflächen, die außerhalb der Schutzgebiete liegen, kein vordringlicher Sicherungsbedarf besteht. Die sachliche Bezugsgröße hierzu ist der Bodenarchivtyp (siehe Tab. 2 und 3), die räumliche Bezugsgröße ist die Bodengroßlandschaft (Abb. 8).

Bodenkarten im Maßstab 1 : 50.000 erstellt landesweit das Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB, Abteilung 9 im Regierungspräsidium Freiburg). Auf dieser Datengrundlage werden vom LGRB in Verbindung mit den hier beschriebenen Methoden (Seite 8 bis 11) die naturgeschichtlichen Bodenarchive zusammengestellt.

Unter den Bodenarchiven mit flächiger Ausdehnung nehmen die Moore eine Sonderstellung ein. Für diese besteht ein grundsätzlicher Schutzbedarf für die gesamte Moorfläche als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte (siehe hierzu auch Seite 13 und das Moorkataster der LUBW).

Für die fachliche Beurteilung von Eingriffen in Böden ist bei Planungsverfahren jedoch immer eine vollständige Kennzeichnung und Darstellung aller Flächen mit Bodenarchiven notwendig. Dies ermöglicht die Steuerung der Flächeninanspruchnahme auf weniger wertvolle Bodenareale auch unter dem Gesichtspunkt der Bodenarchive und ist Grundlage für eine sachgerechte Abwägung.

Tab. 6: Orientierungswerte für Flächengröße und Flächenanteile von Bodenarchivtypen in Schutzgebieten einer Bodengroßlandschaft bei deren Überschreitung die Mindestanforderungen für die Sicherung der Bodenarchive aus bodenschutzfachlicher Sicht erfüllt sind.

Schutzgebiete	Fläche innerhalb von Schutzgebieten	Flächenanteil innerhalb von Schutzgebieten
Naturschutzgebiet, § 32-Biotop, Waldbiotop, Bannwald, Schonwald, flächenhaftes Naturdenkmal	> 25 ha	und > 20%

Die Schutzwürdigkeit von Bodenarchiven, die außergewöhnliche Ausprägungen (z. B. Wölbäcker in sehr gutem Erhaltungszustand im Offenland) aufweisen, wird durch die hier angegebenen Orientierungswerte für Flächengröße und Flächenanteile innerhalb von Schutzgebieten nicht berührt und schließt dort die Ausweisung von Bodenschutzflächen nach § 7 Abs. 1 Nr. 3 LBodSchAG nicht aus.

Auswertungsbeispiel Region Stuttgart

Die Umsetzung der in der vorliegenden Broschüre beschriebenen Vorgehensweise erfolgt beispielhaft für die Region Stuttgart und wird in den Bodenzustandsbericht der Region Stuttgart integriert. Die Region Stuttgart besteht aus den Landkreisen Böblingen, Esslingen, Göppingen, Ludwigsburg und Rems-Murr sowie aus der Stadt Stuttgart.

Folgende Datengrundlagen wurden ausgewertet:

- Bodenkarte von Baden-Württemberg 1 : 50 000 (LGRB, 2005)
- Geotopkataster Baden-Württemberg (LGRB, 2007)
- Bau- und Bodendenkmäler der Region Stuttgart (Ver-

band Region Stuttgart 2006)

- Messnetzdaten (LUBW und FVA in UM, 2007)
- Wasser- und Bodenatlas Baden-Württemberg (Umweltministerium Baden-Württemberg, 2007)
- Schutzgebiete (Daten- und Kartendienst der LUBW)

Die räumliche Gliederung der Bodenkarte von Baden-Württemberg 1:50 000 (BK50) orientiert sich an 26 Bodengroßlandschaften. Die Bodengroßlandschaft ist die Bezugsgröße für die Beurteilung des Schutzbedarfs der Bodenarchive (siehe S. 11 und Abb. 8).

Die Region Stuttgart mit 3654 km² erstreckt sich über die acht Bodengroßlandschaften Obere Gäue, Neckarbecken,

Tab. 7: Böden als Archive der Natur- und Kulturgeschichte in der Region Stuttgart (i. d. R. kleinflächig)

Typ	Kriterium	aktueller Schutzstatus	Anzahl	Anzahl der Standorte		
				NSG u.a. ¹⁾	innerhalb FFH und LSG ²⁾	außerhalb der aufgeführten Schutzgebiete
Archive der Naturgeschichte						
Geotope (LGRB ⁴⁾)	Geologie, Landschaftsgeschichte, Landschaftsformen, Fossilienfundpunkte	geschützt	658	n.b.	n.b.	n.b.
		schutzwürdig	94	28	36	30
Grabungsschutz-Gebiet	Fossilienfunde Holzmaden		1	-	1 (teilweise)	1 (teilweise)
Archive der Natur- und Kulturgeschichte						
Boden: Grundmessnetz (LUBW)	Wissenschaft und Forschung (Zeitreihen, Reproduzier- und Vergleichbarkeit von Messdaten)		17	5	7	5
Boden: Basismessnetz (LUBW)			2		1	1
Boden: Intensivmessnetz (LUBW)			1			1
Bodenzustandserhebung im Wald (FVA ³⁾)			27		12	15
Ökologie: Intensivmessnetz (LUBW)			1			1
Archive der Kulturgeschichte						
"ältere" Siedlungsreste (Steinzeit, Metallzeit, Antike)		geschützt	116	10	50	56
Befestigungen	Limes, Landgraben und Landwehr	geschützt	4	n.b.	n.b.	n.b.
historische Nutzungen	Weinberg, Bergbau und Erzgrube, Seesdamm, Steinbruch	geschützt	39	28	5	6

insgesamt geschützte bzw. schutzwürdige Standorte

schutzwürdige Standorte außerhalb der aufgeführten Schutzgebiete

1) Naturschutzgebiet, § 32-Biotop, Waldbiotop, Bannwald, Schonwald, flächenhaftes Naturdenkmal

2) FFH- und Landschaftsschutzgebiete außerhalb der unter 1) aufgeführten Schutzgebiete

3) Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA)

4) Die Evaluation aller Einzelstandorte ist noch nicht abgeschlossen. Hinweis: In den Karstgebieten der Region Stuttgart kommen mehrere tausend Dolinen vor (Archiv LGRB). Aufgrund der großen Verbreitung werden nur die als Geotop klassifizierten Dolinen in das Bodenarchiv aufgenommen.

5) Grabhügel, Höhensiedlung und Wallanlage, keltisches Oppidum, römisches Kastell, vor- und frühgeschichtliches Dorf und Gebäude

Schwäbisch-Fränkische Waldberge inkl. Strom- und Heuchelberg, Mittleres und Westliches Keuperbergland, Mittleres und Westliches Albvorland, Mittlere und Westliche Alb, Östliche Alb sowie Buntsandstein-Schwarzwald. Für die Auswertungen der Bodenarchivfunktionen der Region Stuttgart können nur die dort vorkommenden Teilbereiche der einzelnen Bodengroßlandschaften behandelt werden.

Die Böden, die in der Region Stuttgart Archive der Natur- und Kulturgeschichte darstellen, sind in den Tabellen 7 und 8 einschließlich ihrer räumlichen Zuordnung zu Schutzgebieten vollständig aufgeführt.

Aus der Vielzahl archäologischer Funde und Fundstellen hat das Landesdenkmalamt für die Region Stuttgart eine Auswahl der regional bedeutsamen Bau- und Bodendenkmäler erstellt (Verband Region Stuttgart, 2006). Aus diesem Datensatz wurden aus den drei Gruppen „ältere Siedlungsreste“, „Befestigungen“ und „historische Nutzungen“

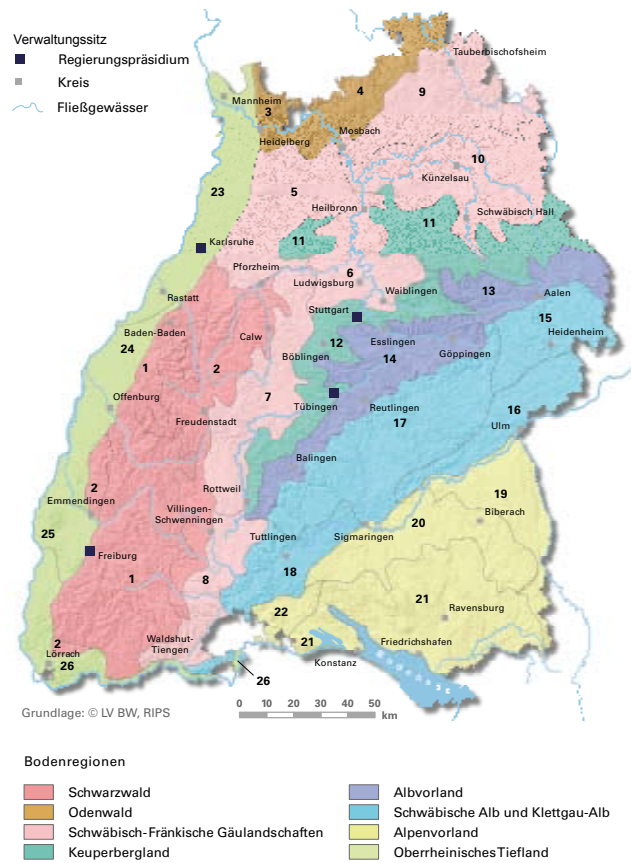


Abb. 8: Bodenregionen (Farben) und Bodengroßlandschaften (Nummern) in Baden-Württemberg

Tab. 8: Boden als Archiv der Naturgeschichte: Bodengenese, Ausgangsmaterial der Bodenbildung und Landschaftsgeschichte in der Region Stuttgart (flächenhafte Urkunden)

Typ	Kriterium	Flächenanteil ¹⁾	Fläche	Flächenanteil [%] und absolute Fläche		
				innerhalb	außerhalb	
				NSG u.a. ²⁾	FFH und LSG ³⁾	der aufgeführten Schutzgebiete
Hochmoor	Informationswert Boden	< 0,5%	6 ha	100 (6 ha)	0	0
Niedermoor		< 0,5%	26 ha	41 (11 ha)	0	59 (16 ha)
Moor-Stagnogley	Bodengenese	< 0,5%	3 ha	46 (1 ha)	54 (2 ha)	0
Anmoorgley		< 0,5%	76 ha	42 (32 ha)	38 (29 ha)	20 (15 ha)
Tschernosem-Parabraunerde (aus Löss)		< 0,5%	382 ha	0 (1 ha)	0	100 (381 ha)
Podsol aus Feuersteinschutt	Ausgangsgestein	< 0,5%	17 ha	0	0	100 (17 ha)
Tuffite incl. Seesedimente des Randecker Maars	Landschaftsgeschichte oder	< 0,5%	492 ha	77 (377 ha)	21 (103 ha)	2 (12 ha)
ältere Terrassenschotter und -sande	besonderes, seltenes Ausgangsmaterial der Bodenbildung	< 0,5%	38 ha	8 (3 ha)	34 (13 ha)	58 (22 ha)
älterer Auenlehm in der Neckarraue (Auenterrasse)		< 0,5%	15 ha	1 (0,1 ha)	84 (12 ha)	15 (2 ha)
Summe Region Stuttgart ⁴⁾			1.055 ha			

■ insgesamt geschützte bzw. schutzwürdige Standorte

■ Gebietskategorien, die zur Erreichung der Mindestanforderungen (S. 15) herangezogen werden müssen

1) In den zugehörigen Bodengroßlandschaften innerhalb der Region Stuttgart

2) Naturschutzgebiet, § 32-Biotop, Waldbiotop, Bannwald, Schonwald, flächenhaftes Naturdenkmal

3) FFH- und Landschaftsschutzgebiete außerhalb der unter 2) aufgeführten Schutzgebiete

4) Die Region Stuttgart ist 365.380 ha groß. Fast alle einzeln aufgeführten Flächen haben einen Flächenanteil <0,1 %. Die nach den Auswahlkriterien festgelegten Archivflächen (farblich unterlegt) nehmen zusammen ca. 0,1 % der Regionsfläche ein.

diejenigen ausgewählt, die einen engeren Bezug zum Thema Boden haben. Sie sind in Tabelle 7 aufgelistet. Ein Beispiel aus dem Datensatz des Verbands Region Stuttgart ist der römische Limes, der im Ostteil des Landkreises Rems-Murr die Region Stuttgart schneidet.

Innerhalb der Bodenarchive stellen die Geotope mit 752 Vorkommen die größte Gruppe dar, gefolgt von 163 Bau- und Bodendenkmälern und 48 Messnetzstandorten. Neben dem Grabungsschutzgebiet Holzmaden erstrecken sich die flächenhaften Bodenarchive über zusammen 1.055 ha. Davon nehmen die Tschernosem-Parabraunerden im Landkreis Rems-Murr den deutlich größten Flächenanteil ein.

In Abb. 10 ist ein Ausschnitt aus der Region Stuttgart mit den dort vorkommenden Archiven der Natur- und Kulturgeschichte dargestellt. Die vollständige kartographische Dokumentation aller Bodenarchive mit noch über 700 weiteren Objekten ist in der vorliegenden Broschüre aus Platzgründen nicht möglich.

Die flächenhaften Bodenarchive sind zur besseren Übersicht in der Karte als Punktsignatur dargestellt. Es sind nur die einzelnen Themenbereiche unterscheidbar. Eine Differenzierung der einzelnen Messnetze oder der ein-

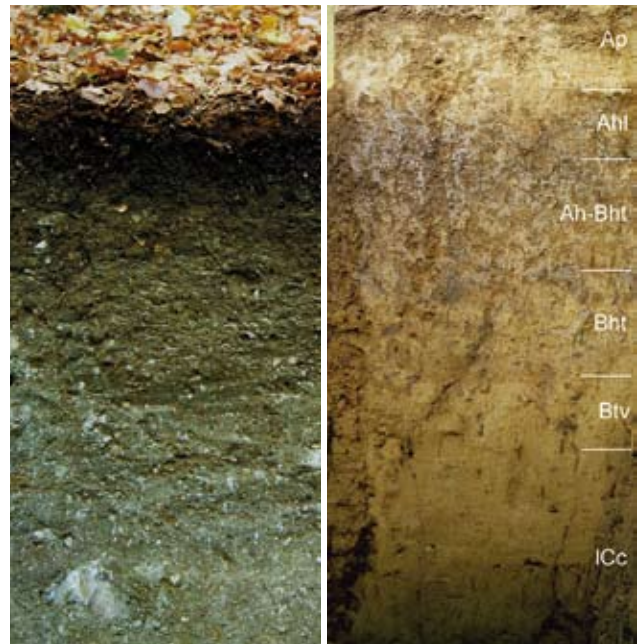
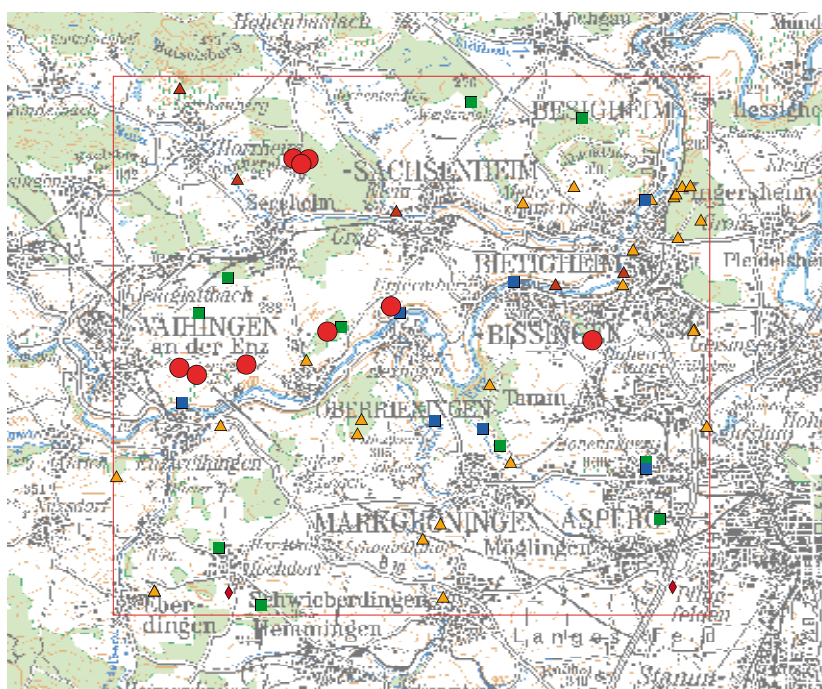


Abb. 9: Pararendzina aus Tuffbrekzie bei Neuffen (LK Esslingen) (links); Tschernosem-Parabraunerde bei Fellbach (LK Rems Murr) (rechts)

zelnen historischen Nutzungen ist nur in der digitalen Datenversion möglich.



Bodenarchive der Kulturgeschichte

- historische Nutzungen (geschützt)
- ältere Siedlungsreste (geschützt)

Bodenarchive der Naturgeschichte

- ▲ Geotope (geschützt)
- ▲ Geotope (schutzwürdig)

Flächenhafte Archive der Naturgeschichte

- schutzwürdig (< 10 ha)

Messnetzstandorte

- ◆ schutzwürdig
- Ausschnitt

Abb. 10: Ausschnitte aus der Region Stuttgart und die darin befindlichen Archive der Natur- und Kulturgeschichte (© LGRB und LUBW)

Literatur

- AD-HOC-AG BODEN Bund/Länderausschusses Bodenfor-
schung (BLA-GEO – 2007): Methodenkatalog zur Bewer-
tung natürlicher Bodenfunktionen, der Archivfunktion
des Bodens, der Nutzungsfunktion "Rohstofflagerstätte"
nach BBodSchG sowie der Empfindlichkeit des Bodens
gegenüber Erosion und Verdichtung, 2. überarbeitete
und ergänzte Auflage, Hrsg: Bundesanstalt für Geowissen-
schaften, Selbstverlag, Hannover.
- BLEICH, K. E.; PAPPENFUSS, K. H.; VAN DER PLOEG, R. R.;
SCHLICHTING, E. (1987): Exkursionsführer DBG-Jahresta-
gung, Mittl. Dt. Bodkdl. Ges., 54, 246 S. Göttingen.
- BUBERL, H.G.; WILPERT, K. V.; TREFZ-MALCHER, G; HILDEN-
BRAND, E. E. (1994): Der chemische Zustand von Wald-
böden in Baden-Württemberg. Ergebnisse der Bodenzu-
standserhebung im Wald. – Mitteilungen der Forstlichen
Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, H.
182, S. 99, Freiburg i. Br.
- HUTH, T.; JUNKER, B. (2004): Geotouristische Karte von
Baden-Württemberg 1 : 200.000 – Schwarzwald mit Umge-
bung. Erläuterungen 440 S., 255 Abb., 1 Kt. – Landesamt
für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg,
Freiburg i. Br.
- HUTH, T.; JUNKER, B. (2005): Geotouristische Karte von
Baden-Württemberg 1 : 200.000 – Nord. Erläuterungen
512 S., 259 Abb., 1 Kt. – Landesamt für Geologie, Roh-
stoffe und Bergbau Baden-Württemberg, Freiburg i. Br.
- HUTH, T.; JUNKER, B. (2006): Geotouristische Karte von
Baden-Württemberg 1 : 200.000 – Südost. Erläuterungen
546 S., 324 Abb., 1 Kt. – Landesamt für Geologie, Roh-
stoffe und Bergbau Baden-Württemberg, Freiburg i. Br.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATUR-
SCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2008): 20 Jahre Bodenmo-
nitoring in Baden-Württemberg, in Bearbeitung.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEM-
BERG (2005): Signale aus der Natur, 20 Jahre biologische
Umweltbeobachtung. 68 Seiten, Karlsruhe.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEM-
BERG (2000, 2002, 2005): Geologische Naturdenkmale
im Regierungsbezirk Karlsruhe; Geotope im Regierungs-
bezirk Stuttgart; Geotope im Regierungsbezirk Freiburg;
Reihe Bodenschutz Band 5, 12 und 18. Karlsruhe.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATUR-
SCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2007): Geotope im
Regierungsbezirk Tübingen; nur online erhältlich: [http://
www.xfaweb.baden-wuerttemberg.de/bofaweb/berichte/
lubws13/lubws13_a.html](http://www.xfaweb.baden-wuerttemberg.de/bofaweb/berichte/lubws13/lubws13_a.html).
- LANG, G. (2005): Seen und Moore des Schwarzwaldes als
Zeugen spätglazialen und holozänen Vegetationswandels.
andrias 16, Staatliches Museum für Naturkunde, Karlsru-
he
- Datengrundlagen**
- LANDESANSTALT FÜR UMWELT, MESSUNGEN UND NATUR-
SCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2008):
Daten- und Kartendienst der LUBW. online im Internet:
brsweb.lubw.baden-wuerttemberg.de, Daten und Karten
zu „Natur und Landschaft“ sowie „Boden und Geologie“.
- REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, LANDESAMT FÜR GEO-
LOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (2005). Bodenkarte von
Baden-Württemberg 1 : 50.000, Region Stuttgart; online
im Internet: [http://www.lgrb.uni-freiburg.de/lgrb/produkte/
geodaten/bk50_daten](http://www.lgrb.uni-freiburg.de/lgrb/produkte/geodaten/bk50_daten).
- REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG, LANDESAMT FÜR GEO-
LOGIE, ROHSTOFFE UND BERGBAU (2008): Geotopkataster
Baden-Württemberg; online im Internet: [http://www.lgrb.
uni-freiburg.de/lgrb/lgrb_mapserver/mapserver](http://www.lgrb.uni-freiburg.de/lgrb/lgrb_mapserver/mapserver).
- UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (UM, 2007):
Wasser- und Bodenatlas (WABOA), 3. Auflage, Stuttgart.
- VERBAND REGION STUTTGART (2006): Bau- und Boden-
denkmäler der Region Stuttgart.

