



Umwelt und Geologie

Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 8

2. Auflage

Bodenkundliche Anforderungen an das Anlegen und Erweitern von Friedhöfen



Umwelt und Geologie
Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 8

Bodenkundliche Anforderungen an das Anlegen und Erweitern von Friedhöfen

– Eine erdwissenschaftliche Einführung –

Wiesbaden, 2007

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

Impressum

Umwelt und Geologie
Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 8

ISSN 1610-5931
ISBN 978-3-89531-610-5

Bodenkundliche Anforderungen an das Anlegen und Erweitern von Friedhöfen

Bearbeiter: Prof. Dr. Karl-Josef Sabel HLUG, Dezernat G3

Titelbild: Waldfriedhof Hofheim am Taunus

Herausgeber, © und Vertrieb:
Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Telefon: 0611/69 39-0
Telefax: 0611/69 39-555
E-Mail: vertrieb@hlug.de

Aktuelle Information: <http://www.hlug.de/medien/boden/index.html>

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des Herausgebers.

Vorwort



Im europäischen Kulturkreis dienen Friedhöfe der Bestattung der Leichen, der Totenruhe und der Pflege der Gräber im Angedenken an die Verstorbenen. Diesen gesellschaftspolitischen Erfordernissen wird durch entsprechendes Recht entspro-

chen, so auch mit der Neufassung des Hessischen Friedhofs- und Bestattungsgesetzes vom 5. Juli 2007 (GVBl. 2007, S. 338 – 351).

Da bevorzugt Erdbestattungen vorgenommen werden, sind als Friedhöfe Flächen mit geeigneter Bodenbeschaffenheit erforderlich, in denen die Leichen in einer definierten zeitlichen Frist ohne Gefährdung der Umwelt verwesen. Erfahrungen belegen leider, dass bei falscher Standortwahl durch ungenügende Verwesung der Leichen hygienische

Probleme auftreten, die zu beheben in aller Regel technisch sehr aufwändig wird. Darüber hinaus kommen auf die Friedhofsträger u. U. erhebliche finanzielle Belastungen zu, die sogar zur Schließung der Anlagen führen können.

Die vorliegende Arbeitshilfe soll die Träger der Friedhofs- und Bestattungsanlagen, die tangierten Behörden sowie die Sachverständigen bei der Beurteilung des Untergrundes hinsichtlich seiner Eignung für Erdbestattungen beraten. Da das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) auf eine Jahrzehnte lange Erfahrung mit sogenannten „Friedhofsgutachten“ zurückblicken kann, werden für diese Fallgestaltungen bedeutsame bodenkundlich-hydrogeologische Aspekte dargestellt, die wesentlich der Funktionalität eines Friedhofs für Erdbestattungen dienen.



Dr. Thomas Schmid

Präsident
des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie

Inhalt

Vorwort	3
Inhalt	4
1 Einleitung	5
2 Gesetzliche Grundlagen	5
3 Genehmigungsverfahren	6
4 Anforderungen an ein bodenkundliches Sachverständigengutachten	7
4.1 Allgemeine Anforderungen	7
4.2 Datenerhebung	8
4.3 Bewertung	8
4.4 Ruhefristen	9
5 Literatur	11

Anlagen

Anlage 1 Bewertungsschema „Friedhofsgutachten“	12
Anlage 2 Gesättigte Wasserleitfähigkeit sowie Trockenrohdichte und Feinbodendiagramm	13
Anlage 3 Luftkapazität und Feldkapazität	15
Anlage 4 Bodenklassen nach „VOB/DIN 18300“	16
Anlage 5 Grundwasserbeeinflusste Böden	17
Anlage 6 Stauwasserbeeinflusste Böden	18
Anlage 7 Böden geringer Luft- und Sickerwasserkapazität	19
Anlage 8 Böden mangelhafter Grabbarkeit und Filterfähigkeit	20

1 Einleitung

Das Friedhof- und Bestattungsgesetz vom 5. Juli 2007 (GVBl 2007, S. 338–351) regelt das Friedhofswesen als Teil des Selbstverwaltungsrechts der Gemeinden, der Kirchen, Religions- und Weltanschauungsgemeinschaften sowie das Bestattungswesen als Teil des Rechts der öffentlichen Sicherheit und Ordnung.

Nach § 5 Abs. 3 ist vor der Entscheidung über das Anlegen und Erweitern von Friedhöfen ein bodenkundliches Sachverständigengutachten zur Einhaltung der Anforderungen des § 5 Abs. 2 einzuholen.

In dem Gesetz wird aber wenig darüber aussagt, welche geowissenschaftlichen, speziell bodenkundlichen Anforderungen für den Betrieb eines Friedhofs erfüllt sein müssen. Die entsprechenden gesetzlichen Regelungen bedürfen insofern einer entsprechenden fachlichen Konkretisierung.

Die wesentlichen geowissenschaftlichen Rahmenbedingungen hinsichtlich eines ordnungsgemäßen Betriebes eines Friedhofs waren bereits im inzwischen außer Kraft getretenen Erlass des Hessischen Ministeriums des Innern vom 17. Juli 1991 (StAnz. 1991, S. 1834 f) zur „Anlegung und Erweiterung von Friedhöfen“ geregelt.

Auf der Basis dieses ehemaligen Erlasses werden in der Arbeitshilfe die wesentlichen Vorgaben an den ordnungsgemäßen Betrieb eines Friedhofs beschrieben.

Die Arbeitshilfe richtet sich an die Friedhofsträger (Gemeinden, Kirchen, Religions- und Weltanschauungsgemeinschaften) die Friedhöfe in eigener Verwaltung anlegen, unterhalten und erweitern. Gleichzeitig kann die Arbeitshilfe als wichtige Grundlage für die Arbeit der anerkannten Sachverständigen herangezogen werden.

2 Gesetzliche Grundlagen

Nach dem Friedhofs- und Bestattungsgesetz obliegt den Gemeinden (§ 2 Abs. 1) oder den Kirchen, Religions- und Weltanschauungsgemeinschaften (§ 3 Abs. 1) das Anlegen, die Unterhaltung und die Erweiterung von Friedhöfen.

Der § 4 (2) fordert auch für Bestattungsflächen außerhalb von Friedhöfen die Eignung hinsichtlich der ordnungsgemäßen Verwesung von Leichen.

§ 4 Friedhofszwang

- (1) Verstorbene sind auf öffentlichen Friedhöfen zu bestatten.
- (2) Die Bestattung außerhalb öffentlicher Friedhöfe kann nur erlaubt werden, wenn dies mit Rücksicht auf besondere persönliche oder örtliche Verhältnisse gerechtfertigt erscheint, das vorgesehene Grundstück zur Bestattung geeignet und die ordnungsmäßige Grabpflege mindestens für die Dauer der Ruhefrist (§ 6 Abs. 2) gesichert ist. Die Erlaubnis kann mit Auflagen verbunden werden.

den. Erlaubnisbehörde ist das Regierungspräsidium Kassel.

Der § 5 regelt, dass die Friedhofsträger verpflichtet sind, vor ihrer Entscheidung ein Gutachten eines geeigneten bodenkundlichen Sachverständigen einzuholen (Abs. 3), der die Eignung der Flächen für Erdbestattungen prüft und die Verwesungsdauer durch die Bemessung der Mindestzeit der Ruhefrist abschätzt. Darüber hinaus wird ein besonderes Augenmerk auf den Gewässerschutz gelenkt, der sich vor allem auf das Grundwasser bezieht.

Derartige Gutachten können insbesondere vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) oder von anerkannten Sachverständigen gemäß der Verordnung zur Anerkennung von Sachverständigen im Bereich Bodenschutz vom 19. Oktober 2006 (GVBl, I 534-542) erstellt werden. Ansonsten sollten die Gutachten dem HLUG zur Prüfung vorgelegt werden.

§ 5 Anlegen und Erweitern von Friedhöfen

- (1) Friedhöfe dürfen neu angelegt oder erweitert werden, wenn
 - der Friedhofszweck (§ 1) gewahrt ist,
 - Erfordernisse der Landesplanung und des Städtebaus nicht entgegenstehen und
 - außer bei nur geringfügigen Erweiterungen die Friedhofsfläche durch Bebauungsplan festgesetzt ist.
- (2) Friedhöfe müssen nach ihrer örtlichen Lage, ihrer Bodenbeschaffenheit und ihrer baulichen Gestaltung den gesundheitlichen und kulturellen Belangen der Bevölkerung sowie den Belangen des Umweltschutzes, insbesondere des Gewässerschutzes, Rechnung tragen. Sie müssen umfriedet und als Friedhöfe erkennbar sein.
- (3) Vor der Entscheidung über das Anlegen und Erweitern von Friedhöfen ist ein bodenkundliches Sachverständigengutachten zur Einhaltung der Anforderungen des Abs. 2 einzuholen. Das Gutachten soll einen begründeten Vorschlag zur Dauer der Ruhefristen (§ 6 Abs. 2) enthalten.
- (4) Auf größeren Friedhöfen soll in der Regel eine Leichenhalle vorgesehen werden.

Der § 6 regelt die Mindestzeit der Ruhefrist und ist im Anwendungsbereich nicht auf Friedhöfe beschränkt, sondern erfasst auch die Fälle der Bestattung außerhalb öffentlicher Friedhöfe (§ 4 Abs. 2). Die Befristung setzt aber voraus, dass der Verwesungsprozess, d. h. der Leichenabbau bis auf Knochenreste abgeschlossen ist.

3 Genehmigungsverfahren

Nach § 2 und § 3 des Friedhofs- und Bestattungsgesetzes obliegt das Friedhofswesen den Gemeinden, den Kirchen, Religions- und Weltanschauungsgemeinschaften als Selbstverwaltungsangelegenheit.

Das Regierungspräsidium Kassel ist Erlaubnisbehörde für Bestattungen außerhalb öffentlicher Friedhöfe.

In den Schutzzonen I, II und III bzw. IIIA von festgesetzten und geplanten Wasserschutzgebieten, den

§ 6 Grabstätten und Ruhefristen

- (1) Grabstätten müssen so beschaffen sein, dass die menschliche Gesundheit durch die Verwesung nicht gefährdet werden kann.
- (2) Die Fristen, in denen eine Grabstätte nicht erneut belegt werden darf (Ruhefristen), sind unter Berücksichtigung der Verwesungsdauer nach den im Einzelfall gegebenen Boden- und Grundwasserverhältnissen festzusetzen, betragen jedoch mindestens 15 Jahre.

Zusammenfassend lassen sich folgende geowissenschaftlich relevante Forderungen aus dem Gesetzestext ableiten:

- Friedhöfe sind so anzulegen, dass durch sie keine Schäden oder Nachteile für die menschliche Gesundheit oder für das menschliche Wohlbefinden entstehen können.
- Es sind Geruchsbelästigungen auszuschließen.
- Die Zersetzungsprodukte oder Krankheitserreger dürfen durch Versickerung in den Untergrund oder auf sonstige Weise (z. B. Verschleppung durch Tiere usw.) nicht zu einer schädlichen Verunreinigung der Umwelt oder sonstigen nachteiligen Veränderungen der Eigenschaften des Grundwassers oder eines oberirdischen Gewässers führen.
- Der Erdboden von Friedhöfen soll für die Zersetzung von Leichen durch Verwesung geeignet sein.

Im Folgenden werden diese allgemeinen Aussagen konkretisiert und klassifiziert.

Schutzzonen I, II und III bzw. III/1 von Heilquellenschutzgebieten sowie Überschwemmungsgebieten und Talauen ist die Neuanlegung bzw. Erweiterung von Friedhöfen verboten. Die jeweils gültige Schutzgebietsverordnung ist zu beachten.

Ausnahmen hiervon können i. d. R. von der zuständigen Wasserbehörde zugelassen werden, wenn wasserwirtschaftliche, hydrogeologische und ökologische Gesichtspunkte dem Vorhaben nicht entgegenstehen und der Leichenabbau gewährleistet ist.

Ist im Einzugsgebiet einer Wassergewinnungsanlage, für die ein Schutzgebiet weder festgesetzt noch beantragt ist, die Anlegung oder Erweiterung eines Friedhofs geplant, so ist der Mindestabstand des Begräbnisplatzes zur Wassergewinnungsanlage im Einvernehmen

mit der zuständigen Wasserbehörde festzulegen.

Im Falle ausschließlicher Urnenbestattungen bedarf es keiner Beurteilung der Eignung der Bodenbeschaffenheit für die Verwesung.

4 Anforderungen an ein bodenkundliches Sachverständigengutachten

4.1 Allgemeine Anforderungen

Die Böden müssen eine schnelle und vollständige Verwesung der Leichen bis auf Knochenreste gewährleisten. Dies erfolgt analog der Kompostierung ausschließlich unter Zufuhr von Sauerstoff (aerob) im belebten Bodensubstrat

Die Böden müssen belebt sein. Es sind nährstoffarme Substrate mit extrem saurem Bodenmilieu zu meiden.

Die Verwesungszone (s. Abb. 1 und Anlage 1) der Böden muss ausreichend Grobporen aufweisen, die einen dauerhaften Zutritt sauerstoffhaltiger Luft gestatten. Unter anaeroben Bedingungen, in Abwesenheit von Sauerstoff, ist die Verwesung gehemmt und kann unter ungünstigen Verhältnissen sogar zur unerwünschten Fettsäure-Konservierung der Leiche (Leichenwachsbildung) führen.

Die Grabsohle darf nicht Sickerwasser stauend wirken, da sich sonst die Verwesungszone nach Niederschlagsperioden durch Sicker- und Hangzugwasser füllt, das den Sauerstoff verdrängt. Es muss auch ein nur periodisch anaerobes Bodenmilieu vermieden werden. Die Durchlässigkeit des Untergrundes im Bereich der Grabsohle muss so groß sein, dass das durch die Auflockerungszone der Grabstätte versickernde Niederschlagswasser und seitlich eintretendes Hangwasser zügig in den tiefen Untergrund abgeleitet werden.

Zugleich muss der Untergrund der Verwesungszone ausreichende Filter- und Sorptionseigenschaften besitzen, um alle Feststoffe der von den Leichen ausgehenden Flüssigkeiten zurückzuhalten.

Auch Grundwasser darf die Verwesungszone nicht erreichen, da es gleichfalls den unabdingbaren Sau-

erstoff verdrängt. Darüber hinaus birgt ein unmittelbarer Kontakt von Grundwasser und Leichen die Gefahr einer Verunreinigung (Keimübertragung) durch Leichenzersetzungsprodukte.

Der Abstand zwischen Grabsohle und höchstem Grundwasserstand zuzüglich des geschlossenen Kapillarsaumes sollte mindestens 0,7 m betragen, um eine ausreichende Filterstrecke des Sickerwassers zu gewährleisten.

Um eine Gefährdung durch bodenwühlende Tiere oder Aasfresser zu vermeiden, sollte bei Grabsohlentiefe von 180 cm je nach Höhe des Sarges eine Überdeckung von 100 bis 120 cm, aber mindestens von 90 cm bedacht werden.

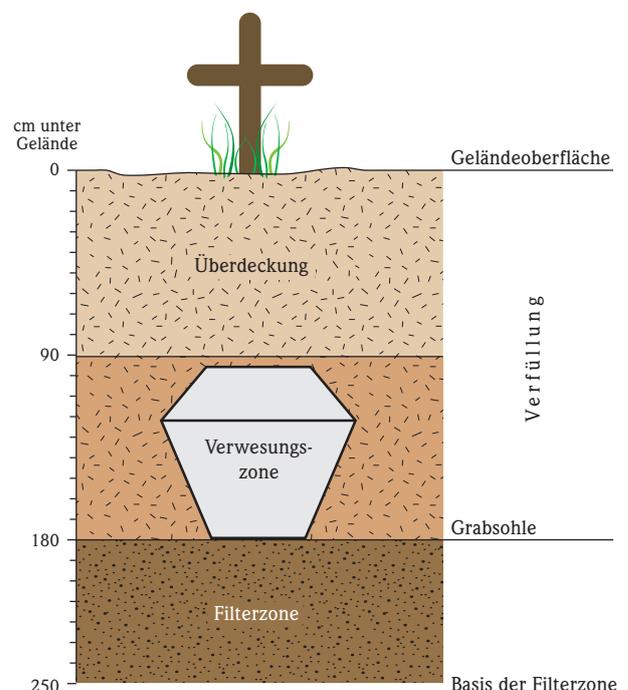


Abb. 1. Schematischer Aufbau eines Erdgrabes.

Im Wesentlichen handelt es sich um eine bodenkundliche Beurteilung des oberflächennahen Untergrundes. Mittels geeigneter Kennwerte werden Aussagen über den Boden und seine Eigenschaften abgeleitet um seine Eignung für Erdbestattungen zu beurteilen. Da sich die Verwesungs- und Filterzone in einer Tiefe von ca. 100 cm bis 250 cm Tiefe lokalisieren lässt, kommt es darauf an, gerade in diesem Bereich den Wassereinfluss möglichst genau zu erfassen. Vor allem die Unterscheidung von Grund-, Stau- Haft- oder Hangzugwasser ist unbedingt erforderlich, da aus dieser Identifikation sich die Eignung der Fläche sowie die Wahl entsprechender Maßnahmen und Meliorationen ableiten.

Mit den Verfahren der Feldbodenkunde können im Gelände eindeutige Befunde erzielt und mit den ermittelten Kennwerten bewertet werden. Laboranalysen können dabei unterstützend genutzt werden.

Die Boden- und Wasserverhältnisse sollen an ausgewählten, fachlich begründeten Positionen mittels Aufschachtungen und Schürfgruben bis zur Tiefe von 250 cm (bei Tiefgräbern 350 cm) ermittelt werden. Die genannten Tiefen beziehen sich auf die zukünftige Geländeoberfläche, d. h. dass geplante Erdarbeiten wie Auffüllung bzw. Abtrag zur Geländegestaltung zu berücksichtigen sind. Ergänzend können zwischen den Schürfgruben zusätzliche Sondierbohrungen abgeteuft werden. Eine Untersuchung allein auf Peilstangenbohrungen oder Rammkernsondierungen beruhend ist erfahrungsgemäß nicht ausreichend, da dann wichtige bodenkundliche Merkmale schwer oder gar nicht erfasst werden. Die Lage der Schürfgruben bzw. der Sondierbohrungen und ihre Flächenrepräsentanz sind zu prüfen. Die Anzahl der Aufgrabungen und Sondierbohrungen ist so groß zu wählen, dass die Boden- und Bodenwasserverhältnisse des gesamten untersuchten Geländes erfasst und abgegrenzt werden können und ist somit von der Homogenität des oberflächennahen Untergrundes abhängig. Punktuelle Aussagen genügen erfahrungsgemäß nicht.

4.2 Datenerhebung

Folgende Daten sind zu erheben:

1. Bodenbeschreibung: Bodenart, Grobbodenart, Schichtung, Lagerungsdichte, Ausgangsgestein, Bodenwasserverhältnisse, Karbonatgehalt, Hu-

musgehalt und Bodengefüge nach Bodenkundlicher Kartieranleitung oder DIN 4220 (s. Literatur).

Besonderer Wert ist dabei auf die Beschreibung von Merkmalen einer Stau- oder Grundwasserbeeinflussung wie Reduktions- und Nassbleichung, Anreicherung und Ausfällung von Eisen- und Manganoxiden, Konkretionen sowie dem Austritt von Schicht- und Hangwasser zu legen.

Mit diesen Basisdaten können folgende Bodenkennwerte untersucht bzw. abgeleitet werden:

- Luftkapazität (LK) zur Beurteilung der Durchlüftung (Anlage 2)
= Porenraum des Bodens, der bei Feldkapazität ($pF < 1,8$) mit Luft erfüllt ist, konventionell der Volumenanteil der weiten Grobporen (= Porendurchmesser $> 50 \mu m$). Die Luftkapazität entscheidet darüber, ob und wie oft diese mit Luft und/oder Wasser gefüllt sind.
 - Feldkapazität (FK) zur Beurteilung der Filter- und Sorptionsfähigkeit (Anlage 3)
= Wassermenge, die ein Boden maximal gegen die Schwerkraft zurückhalten kann. Mittels der auch als Speicherfeuchte bekannten Kenngröße lässt sich die Menge und Verweildauer des Sickerwassers in der Filterstrecke unterhalb der Verwesungszone abschätzen.
 - Wasserdurchlässigkeit (kf) zur Beurteilung der Filtergeschwindigkeit bzw. der Staunässebildung (Anlage 2)
= Durchflussmenge je Flächeneinheit und Zeiteinheit im Wasser gesättigten Boden
2. Grabbarkeit: nach DIN 18300 (Anlage 4)
 3. Bodenzustandsbeschreibung: Biologische Aktivität bzw. pH-Wert

4.3 Bewertung

Folgende Anforderungen müssen bestätigt werden:

- Die Substrate sind bis in 1,80 m Tiefe grabbar (Grabsohle), im Falle von Tiefgräbern: 2,80 m (siehe DIN 18300).
- Es sind keine Merkmale für das zeitweilige Auftreten von Grund- und Stauwasser (rezente Ausfällungen von Eisen- und Manganoxiden, Bleichung) sowie kein Austritt von Schicht- oder Hangwasser zu beobachten.

- Der Abstand zwischen Grabsohle und höchstem Grundwasserstand zuzüglich des geschlossenen Kapillarsaumes beträgt mindestens 0,70 m. Im Falle der Gewährleistung dieser Filterstrecke nach einer Grundwasserabsenkung muss ein Wiederanstieg ausgeschlossen sein.
- Die Durchlüftung der Grabstätte ist ausreichend, um eine Verwesung zu gewährleisten. Das Bodenmaterial über dem Sarg sollte eine Luftkapazität größer 10–15 Vol.-% aufweisen, um den benötigten Sauerstoff der Verwesungszone zuzuführen.
- Das Sickerwasser wird zügig in den tieferen Untergrund abgeleitet. Unter der Grabsohle sollte die Wasserdurchlässigkeit um Staunässe auszuschließen mindestens 20–40 cm/d und die Luftkapazität mindestens 8 Vol.-% betragen, um noch ausreichenden Sauerstoffzutritt zuzulassen.
- Eine Verunreinigung des Grundwassers ist auszuschließen, eine Mindestverweilzeit des Sickerwassers unter der Grabsohle, in der Filter- und Sorptionsprozesse wirksam werden, ist gewährleistet. Der kf-Wert soll daher nicht mehr als 100 cm/d betragen. Nur bei größeren Filterstrecken können z. B. auch Reinsande und vergleichbare Substrate (Schutt, Kies, klüftiges Festgestein) ein ausreichendes physikalisch-chemisches Filtervermögen besitzen. Um auch Haftnässe auszuschließen, sollte die Feldkapazität nicht mehr als 40 Vol.-% betragen.
- Es kann kein Fäulnisgeruch austreten, da eine ausreichende Abfilterung der Verwesungsgerüche gewährleistet ist. Es wird angeraten, dass zumindest die obersten 0,4 m der Sargbedeckung aus lehmigen Bodenarten bestehen. Darüber hinaus ist bei der Wiederverfüllung der Gräber darauf zu achten, dass Steine > 15 cm Durchmesser aussortiert werden, um das Entstehen größerer Hohlräume, in denen sich die Gase sammeln können, zu vermeiden.
- Die biologische Aktivität ist nicht gehemmt. Mit steigendem pH-Wert (bis schwach alkalisch) und Humusgehalt bei dauernder Sauerstoffversorgung nimmt die biologische Aktivität zu und somit auch die Verwesungsintensität.
- Es sollen allenfalls „Schwer lösbar Bodenarten“ der Klasse 5 (DIN 18300) mit Ausnahme der „plastischen Tone“ (mangelhafte Wasserdurchlässigkeit und Luftkapazität) vorliegen. Diese Tone dagegen sowie „Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten“ und „Schwer lösbarer

Fels“ (Klasse 6+ 7) sind für Erdbestattungen eher ungeeignet, da ihnen abgesehen von der mangelhaften Grabbarkeit in der Regel auch die nötige Sorptions- und Filterfähigkeit fehlt. Auszuschließen sind auch „fließende Bodenarten“ (Klasse 2) wegen ihrer Wassersättigung.

Sollte eine der o. a. Voraussetzungen nicht oder nur eingeschränkt erfüllt sein, ist der Standort bzw. der Flächenanteil des Standortes, für den die Profilbeschreibung repräsentativ ist, nicht uneingeschränkt für Erdbestattungen geeignet. Unter Umständen können Maßnahmen zur Verbesserung der Verwesungsbedingungen wie Einzelgrabdränung, Fangdränung, Geländeaufschüttung, Bodensubstrataustausch usw. durchgeführt werden, die an dieser Stelle wegen der Individualität der Problemstellungen nicht alle aufgeführt werden können. Ziel der Maßnahmen muss der Nachweis der Erfüllung der o. a. Anforderungen sein.

Vor allem bei Geländeanhebungen durch Erdaufschüttung oder Bodenaustausch ist beim Einbauverfahren zu beachten:

- das Bodenmaterial muss durchlässig sein, mittel-sandige bis lehmig-sandige Substrate sind zu bevorzugen
- im Falle flächiger Aufschüttung sollten Bodenverdichtungen durch Bagger, Raupe oder Rüttelplatte unterbleiben um nachträgliche Verdichtung, Verringerung der Wasserdurchlässigkeit und -speicherkapazität zu vermeiden

Bei mangelhafter Eignung der Böden für Erdbestattungen können auch Grabhilfesysteme wie Grabkammern aus Betonfertigteilen oder wasserundurchlässigem Biotextilgewebe in begrenztem Rahmen Wege zur Problemlösung bieten.

In Abb. 2 werden typische, häufig auftretende Problemböden mit Grund- und Stauwassereinfluss sowie mangelhafter Sickerwasser- und Filterkapazität visualisiert und in den Anlagen 5–8 erläutert und konkretisiert.

4.4 Ruhefristen

Die Fristen, in denen eine belegte Grabstätte nicht erneut belegt werden darf, richten sich nach der Verwesungsdauer, die die Zeit bis zur völligen Mine-



Abb. 2a-d. Für Erdbestattungen ungeeigneter Untergrund. Verschiedenen Beispiele werden in den Anhängen 5–8 vorgestellt und konkretisiert.
2a: Grundwasser beeinflusste Böden (Anlage 5)
2b: Stauwasser beeinflusste Böden (Anlage 6)
2c: Böden mit geringer Luft- und Sickerwasserkapazität (Anlage 7)
2d: Böden mangelhafter Grabbarkeit und Filterfähigkeit (Anlage 8).



ralisierung der Leichen bis auf Knochenreste umfasst. Diese Zeitdauer wird als Ruhefrist in der jeweiligen Friedhofssatzung festgeschrieben und hängt ganz wesentlich von den Boden- und Wasserverhältnissen des Friedhofsstandortes ab. Bei idealer Bodenbeschaffenheit genügt in Klimagunstgebieten eine Ruhefrist von 10 bis 15 Jahren. Erfahrungen in Hessen haben ergeben, dass bei Leichen von Personen über 5 Jahren durchschnittlich von einem Turnus von 15 bis 20 Jahren auszugehen ist.

Zusätzliche Verzögerungen der Verwesungsdauer treten in der Regel bei Tiefgräbern auf, da sich im Allgemeinen mit zunehmender Tiefe die Verwesungsbedingungen verschlechtern. Daneben können auch Maßnahmen der Grabgestaltung, z. B. Luft abschließende Grabsteinplatten und sonstige luftundurchlässige Materialien, die Verwesungsintensität behindern. Lassen die Boden- und Klimaverhältnisse befürchten, dass die ordnungsgemäße Verwesung in

der festgelegten Ruhefrist nicht gewährleistet, sie also zu kurz bemessen ist, muss die Belegzeit verlängert werden. Daneben ist zu prüfen, inwieweit Tiefgräberbestattung oder Grababdeckungen dem Friedhofszweck genügen, notfalls sind sie einzuschränken oder zu untersagen. Dies kann auch für Teilabschnitte des Friedhofes geregelt werden.

Bei unzureichenden Bodenverhältnissen wie anhaltender Staunässe, Sauerstoffarmut oder zeitweiser Überflutung der Verwesungszone usw. bewahrt auch eine Verlängerung der Ruhefristen nicht vor Wachsleichenbildung, eine Wiederbelegung der Grabstätten ist ausgeschlossen.

Die Beurteilung des Verwesungsfortschrittes fällt in jedem Falle in den Zuständigkeitsbereich des Amtsarztes.

5 Literatur

Ad-hoc-AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung (KA 5).-5. Aufl.; Hannover.

ALBRECHT, M. (2002): Aktuelle Planungsfragen und Bewertungen aus bodenkundlich-hygienischer Sicht. – Geol. Landesamt Rheinland-Pfalz: Konfliktfeld Friedhof. Verwesungsproblematik, Umweltrisiko, Sanierung. 45–66.; Mainz.

DIN 4220 (1998): Bodenkundliche Standortbeurteilung – Teil 1: Kennzeichnung, Klassifizierung und Ableitung von Bodenkennwerten.; Berlin.

DIN 18 300 (1974): Erdarbeiten. – Berlin.

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2000): Digitales Bodenformenarchiv (BOFA) auf CD-ROM; Wiesbaden.

Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (o. J.): Bodenkundliche Anforderungen an Neuanlagen oder Erweiterungen von Friedhöfen.; Mainz.

WOURTSAKIS, A. (2002): Bodenkundliche und hydrogeologische Anforderungen für die Erdbestattung. – Geol. Landesamt Rheinland-Pfalz: Konfliktfeld Friedhof. Verwesungsproblematik, Umweltrisiko, Sanierung: 19–34; Mainz.

Anlage 1 Bewertungsschema „Friedhofsgutachten“

Mächtigkeiten	Bodenaufbau	Bewertungskriterien	Kennwerte
0 m mindestens 0,9 m oft 1,0–1,2 m	Geländeoberfläche Überdeckung	Grabbarkeit kein Fäulnisgeruch ausreichender Lufthaushalt	DIN 18300, Kl. 3–5 keine groben Steine und Blöcke Luftkapazität: > 10–15 Vol.-%
1,2 m 1,8 m	Verwesungszone		
1,8 m	Grabsohle	kein Sickerwasserstau	Wasserleitfähigkeit: kf > 20–40 cm/d Luftkapazität: > 8 Vol.-%
0,7 m	Filterzone	ausreichende Filterfähigkeit	Wasserleitfähigkeit: kf: < 100 cm/d Feldkapazität: < 40 Vol.-%
2,5 m		kein Grundwasseranschluss	
2,5 m	tieferer Untergrund, u. U. Kapillarsaum		

Anlage 2 Gesättigte Wasserleitfähigkeit sowie Trockenrohdichte und Feinbodendiagramm

Gesättigte Wasserleitfähigkeit in Abhängigkeit von Bodenart, Trockenrohdichte und effektiver Lagerungsdichte nach KA 5, Tab 76, S. 351

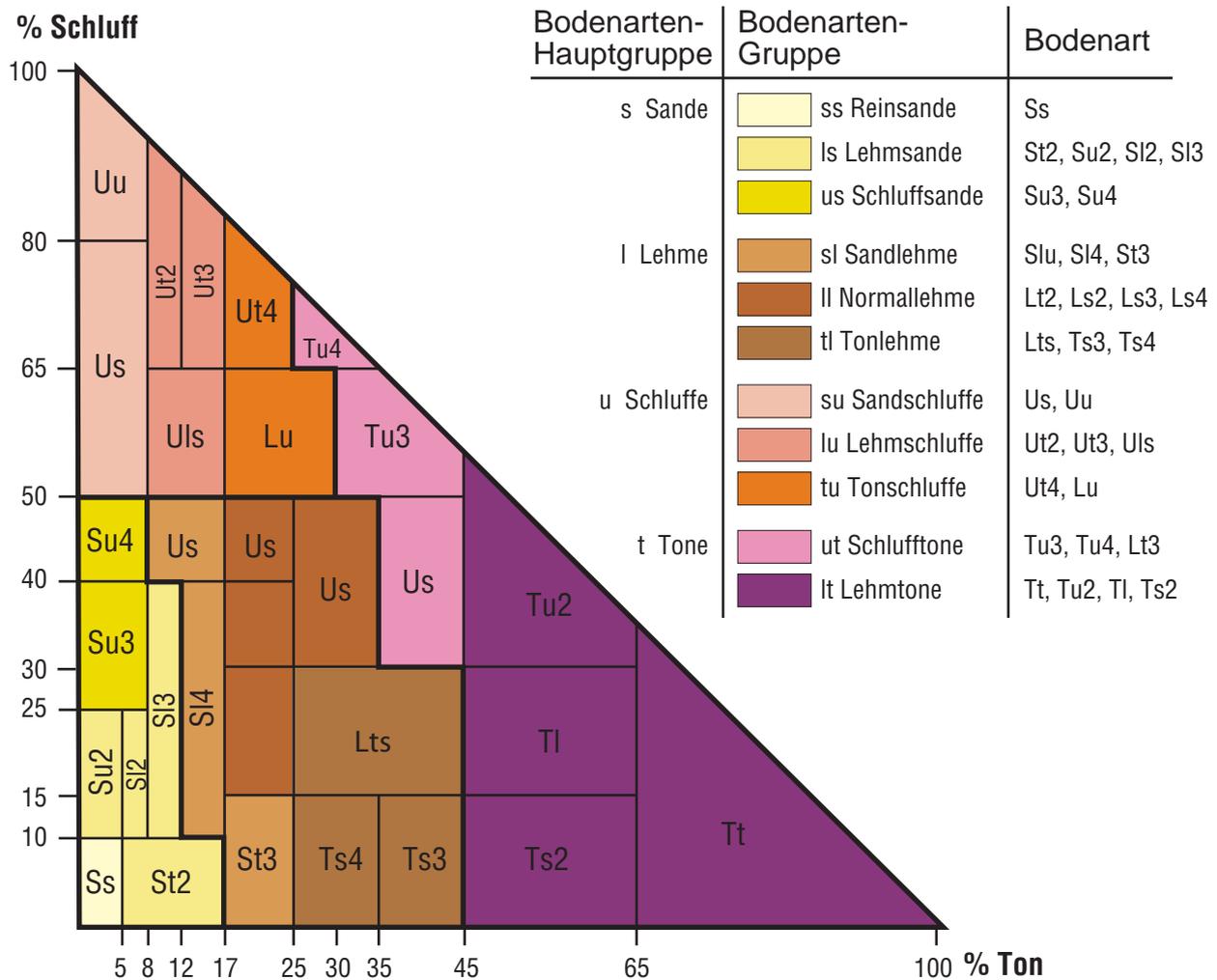
Bodenart (Kurzzeichen)	gesättigte Wasserleitfähigkeit in cm/d					
	Trockenrohdichte in Stufen			effektive Lagerungsdichte in Stufen		
	pt1+2	pt3	pt4+5	Ld1+2	Ld3	Ld4+5
Ss	375	340	230	372	270	121
Sl2	161	98	52	134	77	43
Sl3	98	65	29	96	51	20
Sl4	106	42	21	104	38	17
Slu	60	28	13	58	24	10
St2	179	118	68	156	94	53
St3	114	42	24	129	49	21
Su2	174	127	66	157	86	46
Su3	88	59	31	83	40	14
Su4	58	38	17	60	26	7
Ls2	53	23	10	57	24	9
Ls3	74	23	11	82	27	10
Ls4	68	36	11	88	33	11
Lt2	33	13	6	45	18	8
Lt3	20	7	3	32	14	6
Lts	31	10	7	37	17	7
Lu	45	16	6	51	20	6
Uu	32	13	2	28	8	5
Uls	49	20	7	43	17	5
Us	37	22	5	34	10	4
Ut2	32	12	2	35	7	1
Ut3	41	12	3	38	10	4
Ut4	45	13	3	51	14	3
Tt	4	3	2	24	3	2
Tl	8	6	2	35	11	3
Tu2	8	3	2	22	7	3
Tu3	18	9	3	23	14	5
Tu4	33	12	3	44	17	5
Ts2	8	5	3	30	6	1
Ts3	15	11	8	68	15	8
Ts4	51	38	8	108	38	11

Trockenrohdichte und effektive Lagerungsdichte von Mineralböden nach KA 5, Tab. 68, S. 342

Bezeichnung	Stufe	Trockenrohdichte in g/cm ³ Kurzzeichen: pt	effektive Lagerungsdichte LD=pt+0,00·Ton [%] Kurzzeichen: Ld
sehr gering	1	< 1,2	< 1,4
gering	2	1,2 bis < 1,4	1,4 bis < 1,6
mittel	3	1,4 bis < 1,6	1,6 bis < 1,8
hoch	4	1,6 bis < 1,8	1,8 bis 2,0
sehr hoch	5	≥1,8	≥2,0

Feinbodenartendiagramm mit Klassifikation auf verschiedenen Niveaus (KA 5, Abb. 17, S. 142)

Die Feinbodenarten werden eingeteilt in Bodenarten-Hauptgruppen, -Gruppen und Bodenarten (i. S. von Untergruppen, s. Abb. 17, Tab. 30). Aus Abbildung 17 kann bei bekannten prozentualen Anteilen der Kornfraktionen Schluff und Ton die entsprechende Feinbodenart ermittelt werden. Die Kurzzeichen der Bodenarten bestehen aus einem Großbuchstaben und einem nachgestellten Kleinbuchstaben sowie meist einer Kennziffer (2 = schwach, 3 = mittel, 4 = stark) bzw. einem dritten Kleinbuchstaben.



Anlage 3 Luftkapazität und Feldkapazität

Luftkapazität und Feldkapazität in Volumen-% in Abhängigkeit von Bodenart und Trockenrohdichte ρ_t nach KA 5, Tab. 70, S. 344

Bodenart (Kurzzeichen)	Luftkapazität (Poren $>50 \mu\text{m}$, $pF < 1,8$)			Feldkapazität (Poren $\leq 50 \mu\text{m}$, $pF \geq 1,8$)		
	ρ_{t1+2}	ρ_{t3}	ρ_{t4+5}	Ld1+2	Ld3	Ld4+5
Ss	36	32	27	14	11	10
Sl2	23	18	13	26	25	23
Sl3	18	15	10	34	27	25
Sl4	18	12	8	36	30	26
Slu	14	10	7	38	33	30
St2	24	20	15	26	22	18
St3	18	14	9	35	30	26
Su2	24	21	15	26	23	21
Su3	17	14	10	35	29	26
Su4	14	11	8	39	32	28
Ls2	13	9	6	40	34	31
Ls3	15	9	6	39	33	30
Ls4	15	11	7	39	32	28
Lt2	11	7	5	42	36	32
Lt3	8	5	3	45	39	35
Lts	10	6	5	44	37	31
Lu	12	7	4	41	36	33
Uu	10	7	3	43	38	35
Uls	13	8	5	39	35	33
Us	11	9	4	41	35	32
Ut2	10	6	3	40	37	35
Ut3	11	6	3	39	37	35
Ut4	12	7	3	39	37	35
Tt	4	3	2	51	43	35
Tl	5	4	3	48	41	35
Tu2	5	4	3	47	42	36
Tu3	8	6	3	45	38	35
Tu4	10	6	3	41	37	35
Ts2	5	4	3	47	39	34
Ts3	7	6	5	45	37	32
Ts4	13	10	6	43	32	30

Anlage 4 Bodenklassen nach „VOB/DIN 18300“

Boden und Fels werden entsprechend ihrem Zustand beim Lösen in Klassen eingestuft. Oberboden wird unabhängig von seinem Zustand beim Lösen im Hinblick auf eine besondere Behandlung als eigene Klasse aufgeführt.

Klasse 1: Oberboden

Oberste Schicht des Bodens, die neben anorganischen Stoffen, z. B. Kies-, Sand-, Schluff- und Tongemischen, auch Humus und Bodenlebewesen enthält.

Klasse 2: Fließende Bodenarten

Bodenarten, die von flüssiger bis breiiger Beschaffenheit sind und die das Wasser schwer abgeben.

Klasse 3: Leicht lösbare Bodenarten*

Nicht bindige bis schwach bindige Sande, Kiese und Sand–Kies–Gemische mit bis zu 15 % Beimengungen an Schluff und Ton (Korngröße kleiner als 0,06 mm) und mit höchstens 30 % Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt, organische Bodenarten mit geringem Wassergehalt wie z. B. feste Torfe.

Klasse 4: Mittelschwer lösbare Bodenarten*

Gemische von Sand, Kies, Schluff und Ton mit mehr als 15 % der Korngröße kleiner als 0,06 mm, bindige Bodenarten von leichter bis mittlerer Plastizität, die je nach Wassergehalt weich bis halbfest sind und die höchsten 30 % Steine von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt enthalten.

Klasse 5: Schwer lösbare Bodenarten*

Bodenarten nach den Klassen 3 und 4, jedoch mit mehr als 30 % Steinen von über 63 mm Korngröße bis zu 0,01 m³ Rauminhalt, nicht bindige und bindige Bodenarten mit höchstens 30 % Steinen von über 0,01 m³ bis 0,1m³ Rauminhalt, ausgeprägt plastische Tone, die je nach Wassergehalt weich bis halbfest sind.

Klasse 6: Leicht lösbarer Fels und vergleichbare Bodenarten*

Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt haben, jedoch stark klüftig, brüchig, bröckelig, schiefrig, weich oder verwittert sind, sowie vergleichbare feste oder verfestigte bindige oder nicht bindige Bodenarten, z. B. durch Austrocknung, Gefrieren, chemische Bindungen, nicht bindige und bindige Bodenarten mit mehr als 30 % Steinen von über 0,01m³ bis 0,1 m³ Rauminhalt.

Klasse 7: Schwer lösbarer Fels*

Felsarten, die einen inneren, mineralisch gebundenen Zusammenhalt und hohe Gefügefestigkeit haben und die nur wenig klüftig oder verwittert sind. Festgelagerter, unverwitterter Tonschiefer, Nagelfluhschichten, Schlackenhalde der Hüttenwerke und dergleichen. Steine von über 0,1 m³ Rauminhalt.

* 0,01 m³ Rauminhalt entspricht einer Kugel von einem Durchmesser von ca. 0,3 m
0,1 m³ Rauminhalt entspricht einer Kugel mit einem Durchmesser von ca. 0,6 m

Anlage 5 Grundwasser beeinflusste Böden

Typisch für Böden mit Grundwasserbeeinflussung ist ein grauer oder blau-grauer Untergrund. Diese Ausbleichung lässt sich auf das Fehlen von Luftsauerstoff und permanente Vernässung infolge des hohen Grundwasserstandes zurückführen (**Reduktionshorizont**). Über dem gebleichten Untergrund folgt ein Horizont mit rostfleckiger und nach oben abnehmend bleichfleckiger Färbung, der Schwankungsbereich des Grundwassers. Durch den Wechsel von Vernässung und Durchlüftung des Bodens kommt es typischerweise zur Oxidation von Eisen und Mangan und der Bildung von Rostflecken (**Oxidationshorizont**).

Oxidationshorizont,
Grundwasserschwankungsbereich →

Reduktionshorizont,
ständig wassergesättigt →

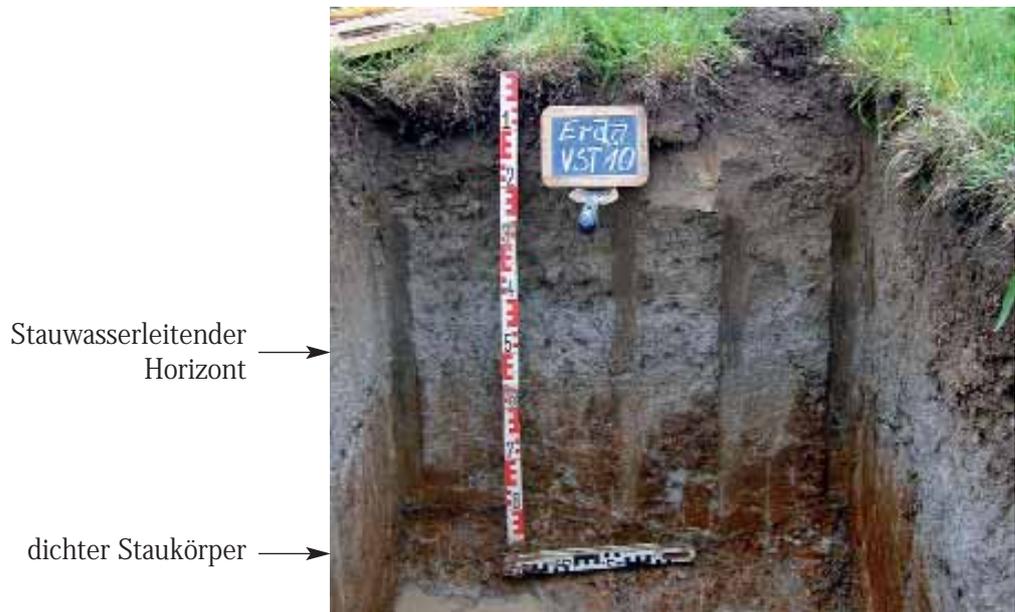


weitere Beispiele Grundwasser beeinflusster Böden



Anlage 6 Stauwasser beeinflusste Böden

Stauwasserböden sind gekennzeichnet durch einen verdichteten Unterboden, der das Sickerwasser nicht oder nur stark verzögert nach unten abführt. Es kommt vor allem nach längeren Niederschlagsperioden und in der kühl-feuchten Jahreszeit im Oberboden zu Übersättigung, infolge dessen zur Reduktion von Eisen und Mangan. Daher ist der **Stauwasserleiter** gebleicht und grau gefärbt. Der **Staukörper** im Unterboden dagegen zeigt eine auffällige Rost- und Graufleckung.



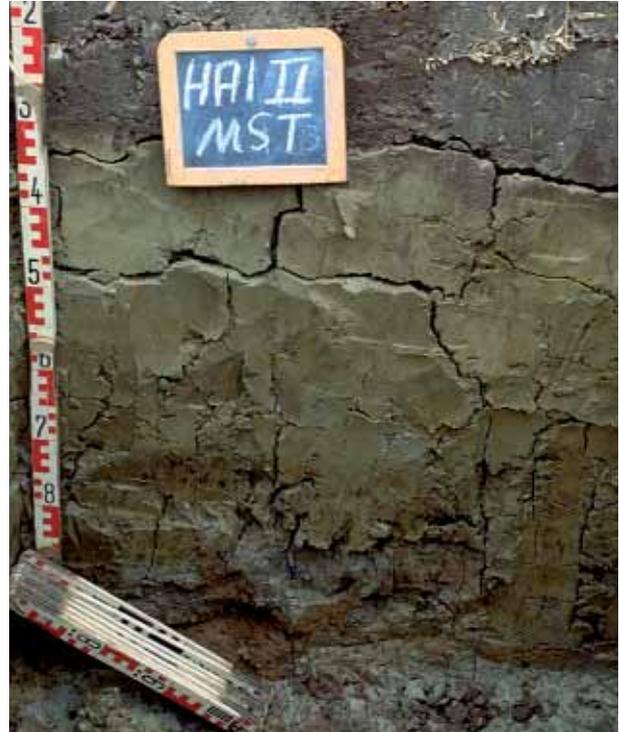
weitere Beispiele Stauwasser beeinflusster Böden



Anlage 7 Böden mit geringer Luft- und Sickerwasserkapazität

In Böden mit sehr hohem Tonanteil sind die Luftkapazität und die Wasserdurchlässigkeit aufgrund der wenigen Grobporen erheblich eingeschränkt. Prägend für solche Böden sind die Schrumpfrisse bei starker Austrocknung und der gequollene Zustand bei Durchfeuchtung.

Untergrund aus fast reinem Ton
mit typischen Schrumpfrissen

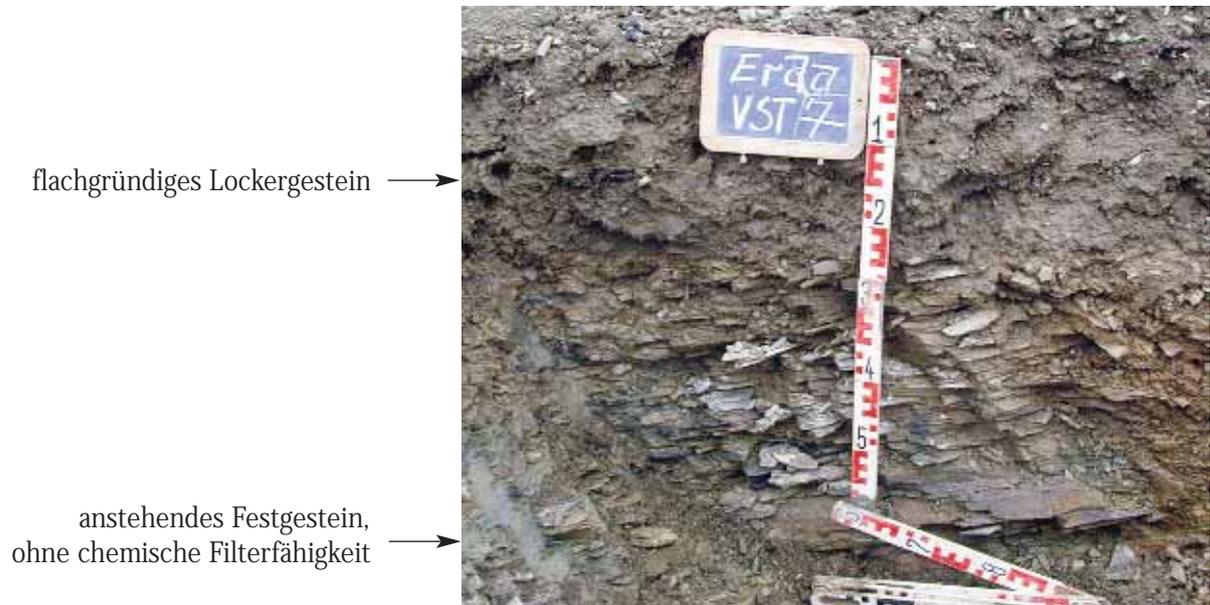


weitere Beispiele für Böden mit geringer Luft- und Sickerwasserkapazität



Anlage 8 Böden mangelhafter Grabbarkeit und Filterfähigkeit

Eine ausreichende Grabbarkeit und Filterfähigkeit des Gesteins ist bei hoch anstehendem **Festgestein** und bei Böden mit hohen Anteilen von **Blöcken** und **Steinen** nicht gewährleistet, da die Bodenmatrix zu grob ist. Darüber hinaus wird das Sickerwasser zu zügig in den Untergrund abgeleitet.



weitere Beispiele mangelhaft filterfähiger Böden

