

Ingenieurgeologische Klassifizierung der Locker-, Halbfest- und Festgesteine von Rheinland-Pfalz

ANSGAR WEHINGER, MICHAEL ROGALL & JULIUS OHLIGER

Kurzfassung: Für das Bundesland Rheinland-Pfalz wurden erstmals Ingenieurgeologische Klassen für den Untergrund aufbauende Böden und Gesteine entwickelt. Grundlage hierfür ist die lithostratigraphische Generallegende aller geologischen Einheiten von Rheinland-Pfalz. Insgesamt wurden 21 Ingenieurgeologische Klassen für Lockergesteine, Halbfestgesteine und Festgesteine definiert. Bei der Entwicklung wurden rheinland-pfälzische Besonderheiten des geologischen Untergrunds berücksichtigt. Dies betrifft insbesondere die im Bundesland flächig verbreiteten Vulkanite. Mit den Ingenieurgeologischen Klassen sollen grundsätzliche flächenhafte Aussagen zum Baugrund (Bebaubarkeit) sowie zu verschiedenen Untergrundgefahren ermöglicht werden. Dies betrifft insbesondere die Anfälligkeiten des Untergrundes gegenüber Rutschungen, Setzungen, der Quell-/ Schrumpfeempfindlichkeit, Erdfällen und der Verwitterung sowie das Vorhandensein organischer Anteile. Der Beitrag enthält ein erstes Beispiel für eine Ingenieurgeologische Karte und eine Karte der Rutschungsanfälligkeit für ein Gebiet im Mainzer Becken.

Abstract: For the first time engineering geological classes for the subsoils and rocks were developed for the federal state of Rhineland-Palatinate. The basis for this is the lithostratigraphic general legend of all geological units of Rhineland-Palatinate. A total of 21 engineering geological classes were defined for unconsolidated rocks, semisolidated rocks and solid rocks. Rhineland-Palatinate specifics of the geological subsurface were taken into account during the development. This concerns in particular the volcanic rocks which are widespread in the federal state. The engineering geology classes are intended to enable basic area-related statements to be made on the subsoil (buildability) as well as on various subsoil hazards. This concerns in particular the susceptibility of the subsoil to landslides, subsidence, swelling/shrinkage sensitivity, sinkholes and weathering as well as the presence of organic components. The paper contains a first example of an engineering geology map and a landslide susceptibility map for an area in the Mainz Basin.

1. Einleitung

Im Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz (LGB) wird seit mehreren Jahren in einem referatsübergreifenden Projekt die Erstellung einer blattschnittfreien geologischen Karte für die gesamte Landesfläche vorbereitet. Hierzu hat die Arbeitsgruppe Fachinformationssysteme Integrierte Geowissenschaftliche Landesaufnahme (FISe/IGL) neben vielen anderen Aufgaben auch eine lithostratigraphische Generallegende aller geologischen Einheiten von Rheinland-Pfalz erarbeitet. Dieser für das gesamte Bundesland geltende Datensatz bietet die Möglichkeit in Kombination mit weiteren Fachinformationen abgeleitete Informationen und Produkte zu erstellen.

So können beispielsweise für hydrogeologische Fragestellungen über die Kombination von geologischen Karten mit typischen Wasserdurchlässigkeiten der verschiedenen Locker- und Festgesteine Karten der Grundwasserleiter bzw. der Ergiebigkeit erstellt werden.

Im Fachbereich der Ingenieurgeologie können aus der Kenntnis des geologischen Untergrundes grundsätzliche Informationen zum Baugrund (Bebaubarkeit) sowie zu verschiedenen Untergrundgefahren rückgeschlossen werden. Hierfür sind jedoch die verschiedenen geologischen Einheiten bezüglich ihrer Baugrundeigenschaften und Anfälligkeiten für verschiedene Untergrundgefahren aufzuteilen. Der Übersetzungsschlüssel hierfür sind die Ingenieurgeologischen Klassen.

Ingenieurgeologische Klassen fassen somit die natürlichen Materialien (Feststoffe) unterschiedlicher geologischer Einheiten mit vergleichbaren geotechnischen Eigenschaften zusammen. Dabei spielen die sonst bei geologischen Betrachtungen so wichtigen Eigenschaften, wie Alter oder Genese, keine oder eine nur untergeordnete Rolle. Die geotechnischen Eigenschaften, wie z.B. die Scherfestigkeit, die Verformbarkeit oder die Beständigkeit / Löslichkeit gegenüber Wasser, bestimmen wiederum die Anfälligkeiten für verschiedene Untergrundrisiken.

Der vorliegende Artikel dokumentiert die für das Bundesland Rheinland-Pfalz entwickelten Ingenieurgeologischen Klassen. Die Arbeiten hierzu erfolgten vom Referat Ingenieurgeologie im LGB in Zusammenarbeit mit der bereits oben genannten FISE/IGL-Arbeitsgruppe im LGB sowie im Rahmen des sogenannten MABEIS-Projektes gemeinsam mit der Johannes Gutenberg-Universität Mainz. Hierzu haben Frau LAURA PETRAN eine Bachelor-Arbeit (PETRAN 2020) und Herr JULIUS OHLIGER eine Master-Arbeit (OHLIGER 2022) zum Thema "Ingenieurgeologische Klassen" verfasst. Ziel des MABEIS-Projektes (Massenbewegungs-Informationssystem Rheinland-Pfalz) ist die Entwicklung einer mittels geographischer Informationssysteme generierten dynamischen Suszeptibilität- und Gefahrenhinweiskarte für Massenbewegungen als Prognosewerkzeug für Rheinland-Pfalz.

Die Autoren danken Frau LAURA PETRAN für Ihre Mitarbeit bei der Entwicklung der Ingenieurgeologischen Klassen. Weiterer Dank gilt den studentischen Hilfskräften ANJA BOEKHOLT sowie ELIANA HÖFER und ANTONIA REIß, die bei der Gestaltung der Anlage sowie der Karten mitgewirkt haben.

2. Kriterien zur Einteilung der Ingenieurgeologischen Klassen

2.1 Beispiele aus anderen Bundesländern

Niedersachsen und Bremen

Zur Herstellung der Ingenieurgeologischen Karte 1 : 50.000 wurden aus der Geologischen Karte 1 : 50.000 von allen geologischen Einheiten insgesamt 23 Baugrundtypen abgeleitet. Diese reichen von der „künstlichen Auffüllung“ (Baugrundtyp 2) bis zu „hartem Festgestein“ (Baugrundtyp 23) (siehe LBEG 2022 und NIBIS 2022). Die Differenzierung erfolgt für die Lockergesteine vor allem über die Kornbindung und Konsolidation sowie die Korngröße. Für die Unterteilung der Festgesteine sind die Härte und die Veränderlichkeit die Hauptkriterien. Tabelle 1 zeigt die Legende der Ingenieurgeologischen Klassen von Niedersachsen und Bremen.

Bayern

Die digitale Ingenieurgeologische Karte von Bayern 1 : 25.000 wurde aus der digitalen Geologischen Karte von Bayern 1 : 25.000 abgeleitet. Das Kartenbild soll die Baugrundtypen an der Geländeoberfläche darstellen, wobei sich der Baugrundtyp über ähnliche baugrundeologische bzw. geotechnische Eigenschaften definiert. Derzeit werden in Bayern 33 Typen unterschieden.

Die Unterteilung erfolgt in Lockergesteine, veränderlich feste Gesteine und Festgesteine (siehe LFU Bayern 2022 und BayernAtlas 2022). Die Lockergesteine werden vor allem durch die Kornbindung und die Korngröße voneinander unterschieden. Für die Festgesteine sind die Härte und die Genese (sedimentär, magmatisch, metamorph) die wichtigsten Merkmale. Tabelle 2 zeigt die Legende der Legendeneinheiten der Ingenieurgeologischen Karte von Bayern.

Tab. 1: Legende der Ingenieurgeologischen Karte 1 : 50.000 von Niedersachsen und Bremen (NIBIS 2022).

	Wasser
	Künstliche Auffüllung
Lockergesteine	
	Organische und biogene Lockergesteine
	Sehr gering bis gering konsolidierte bindige Lockergesteine, weich, z.T. organisch, lagenweise Torf und Sand
	Gering bis mäßig konsolidierte feinkörnige, bindige Lockergesteine, z.T. mit organischen Einlagerungen
	Gering bis mäßig konsolidierte feinkörnige, bindige Lockergesteine
	Mäßig bis gut konsolidierte feinkörnige, bindige Lockergesteine
	Mäßig bis gut konsolidierte gemischtkörnige, bindige Lockergesteine, lagenweise Sand und Kies
	Großschichtiger Wechsel von bindigen und nichtbindigen Lockergesteinen
	Nichtbindige, grobkörnige Lockergesteine, locker gelagert, z.T. mit organischen Beimengungen, lokal Torf-, Muddelagen
	Nichtbindige, grobkörnige Lockergesteine, locker gelagert
	Nichtbindige, grobkörnige Lockergesteine, überwiegend mitteldicht bis dicht gelagert
	Kalkschlamm, örtlich fester poröser Kalk bis Kalkstein
	Rutschmassen
Festgesteine	
	Ausgeprägt wasserlösliche Gesteine
	Veränderlich feste Gesteine mit Einlagerungen von wasserlöslichem Gipsstein, z.T. auch mäßig harte bis harte Festgesteinslagen
	Veränderlich feste, sehr mürbe bis mürbe Gesteine ($q_u = 1,25$ bis 5 MN/m^2)
	Mäßig mürbe Gesteine ($q_u = 5$ bis $12,5 \text{ MN/m}^2$)
	Veränderlich feste Gesteine mit Einlagerungen von mäßig hartem bzw. hartem Festgestein
	Mäßig harte bis harte Festgesteine mit Einlagerungen von veränderlich festen Gesteinen
	Mäßig harte Festgesteine ($q_u = 12,5$ bis 50 MN/m^2)
	Harte Festgesteine, sedimentär ($q_u > 50 \text{ MN/m}^2$)
	Harte Festgesteine, magmatisch/metamorph ($q_u > 50 \text{ MN/m}^2$)
Überlagerungen organischer Lockergesteine	
	Bsp.: Organische Lockergesteine über ausgeprägt wasserlöslichen Gesteinen

Tab. 2: Legende der Ingenieurgeologischen Karte 1 : 25.000 von Bayern (BAYERNATLAS 2022).

Kurzname des Baugrundtyps	
	Wasser, Eis
	Künstliche Ab- und Umlagerungen
	Organische und biogene Lockergesteine
	Bindige Lockergesteine, sehr gering bis gering kons., teils organisch, lagenweise Torf und Sand
	Bindige, fein- bis gemischtkörnige Lockergesteine, gering bis mäßig kons., teils mit organ. Einlag.
	Bindige, feinkörnige Lockergesteine, mäßig bis gut konsolidiert
	Bindige, gemischtkörnige Lockergesteine, mäßig bis gut konsolidiert, teils Sand und Kies
	Bindige Lockergesteine wechselnd mit nichtbindigen Lockergesteinen
	Nichtbindige Lockergesteine, locker gelagert, teils organisch
	Nichtbindige, enggestufte Lockergesteine, locker gelagert
	Nichtbindige Lockergesteine, mitteldicht bis dicht gelagert
	Nichtbindige Lockergesteine, teils mit Festgesteinen
	Inhomogene Lockergesteine
	Kohlige Gesteine
	Ausgeprägt wasserlösliche Gesteine
	Veränderlich feste Gesteine mit ausgeprägt wasserlöslichen Gesteinen, teils mit Festgesteinen
	Festgesteine mit ausgeprägt wasserlöslichen Gesteinen, teils mit veränderlich festen Gesteinen
	Überwiegend veränderlich feste Gesteine wechselnd mit Festgesteinen
	Überwiegend Festgesteine wechselnd mit veränderlich festen Gesteinen
	Veränderlich feste Gesteine
	Mäßig mürbe Gesteine
	Mäßig harte Festgesteine, häufig mit Inhomogenitäten
	Mäßig harte Festgesteine, überwiegend homogen
	Harte Festgesteine, sedimentär, häufig mit Inhomogenitäten
	Harte Festgesteine, sedimentär, überwiegend homogen
	Harte Festgesteine, magmatisch, oberflächlich oft zu Lockergestein verwittert
	Harte Festgesteine, magmatisch
	Harte Festgesteine, metamorph, oberflächlich oft zu Lockergestein verwittert
	Harte Festgesteine, metamorph
	Keine Zuordnung möglich
	Derzeit noch nicht bearbeitet
	Baugrundgeologisch nicht relevant
	Keine eigene Zuordnung, nur Hinweis bzgl. Baugrundeigenschaften

2.2 Entwicklung der Ingenieurgeologischen Klassen für Rheinland-Pfalz

Für die Entwicklung Ingenieurgeologischer Klassen wurden folgende Ziele definiert:

- Es sind unterschiedliche geologische Einheiten mit vergleichbaren geotechnischen Eigenschaften zusammenzufassen. Dies betrifft die Bebaubarkeit und die Einteilung in geotechnische Bodengruppen und Bodenklassen.
- Die Ingenieurgeologischen Klassen sollen außerdem die geologischen Einheiten mit vergleichbaren Anfälligkeiten für verschiedene Untergrundgefahren bündeln. In Tabelle 3 sind die verschiedenen Untergrundgefahren (Anfälligkeiten) zusammengestellt. Tabelle 4 listet die Gefährdungsgrade der Untergrundgefahren auf.

- Die Zusammenfassung erfolgt auf einer einheitlichen geologischen Grundlage, um landesweit vergleichbare Aussagen zum Baugrund und den genannten Anfälligkeiten zu ermöglichen.

Tab. 3: Untergrundgefahr

Nr.	Untergrundgefahr
1	Rutschungsanfälligkeit
2	Setzungsanfälligkeit
3	Quell-/ Schrumpfanfälligkeit
4	Verwitterungsanfälligkeit
5	Organischer Anteil

Tab. 4: Gefährungsgrad der Untergrundgefahr

Nr.	Gefährungsgrad
1	Keine bis gering
2	Mittel
3	Hoch
4	Sehr hoch
5	heterogen

Für das Bundesland Rheinland-Pfalz wurde im Rahmen einer referatsübergreifenden Arbeitsgruppe eine lithostratigraphische Generallegende aller geologischen Einheiten von Rheinland-Pfalz erarbeitet (siehe Abschnitt 1). Dieser Datensatz ist die Basis für die Zusammenfassung der Ingenieurgeologischen Klassen bzw. jede der über 700 Einheiten der Generallegende ist einer Ingenieurgeologischen Klasse zuzuordnen. Durch die Verwendung eines landesspezifischen Datensatzes können auch die speziell im Bundesland Rheinland-Pfalz gegebenen geologischen Besonderheiten berücksichtigt werden. Dies wäre bei einer übergeordneten Legende, wie z.B. der GÜK 250 der BGR oder der Inspire-Richtlinie der EU, nicht möglich gewesen.

Zu den geologischen Besonderheiten von Rheinland-Pfalz gehören vor allem die weite Verbreitung unterschiedlich alter Vulkanite, insbesondere verschiedener Tuffe (im Sinne von Tephren). Bei den Tuffen sind zunächst die älteren Tuffe des Rotliegenden und Tertiärs von den jüngeren Quartär-Tuffen zu unterscheiden. Die älteren Tuffe sind in der Regel chemisch verwittert und enthalten sekundär entstandene Tonminerale. Besonders bei Wasserzutritt sind die tonig verwitterten Tuffe im Unterschied zu den jüngeren unverwitterten Tuffen sehr rutschungsanfällig. Bei den jüngeren Tuffen bestimmen dagegen die Entstehung und die Zusammensetzung die geotechnischen Eigenschaften. So sind die aus pyroklastischen Strömen resultierenden Tuffsteine festgesteinsartig verfestigt. Die über die Luft transportierten und abgelagerten Tuffe sind zwar teils verschweißt, besitzen jedoch im Vergleich zu den Tuffsteinen eine geringere Kornbindung / Festigkeit. Eine Sonderstellung weist der aus trachytischem Material bestehende Bims (Laacher See-Tephra) auf. Aufgrund der hohen Porosität können die Einzelkörner bei hohen Lasten „kollabieren“, weshalb eine hohe Setzungsanfälligkeit vorliegt.

Für die Rutschungsanfälligkeit kann beispielhaft die Notwendigkeit verschiedener Ingenieurgeologischer Klassen gezeigt werden. In Rheinland-Pfalz gibt es drei Schwerpunktregionen mit weit verbreiteten Rutschungen:

- Mittelmosel und Mittelrhein: Hunsrückschiefer des Unterdevons (Festgestein)
- Saar-Nahe-Becken: Ton- bis Schluffsteine des Rotliegenden (Halbfestgestein)
- Mainzer Becken: Ton / Tonmergel des Tertiärs (Lockergestein)

Obwohl in allen genannten Fällen toniges Material eine hohe bis sehr hohe Rutschungsanfälligkeit bedingt, waren die genannten Locker-, Halbfest- und Festgesteine aufgrund sonstiger Un-

terschiede in getrennte Klassen aufzunehmen. So weisen insbesondere die Tone und Tonmergel des Tertiärs im Vergleich eine geringere Festigkeit und höhere Quell-/ Schumpfanfälligkeit auf. Demgegenüber besitzen die Ton- bis Schluffsteine des Rotliegend im Vergleich eine sehr hohe Verwitterungsanfälligkeit.

Bei den Festgesteinen sind die Kalk- und Dolomitsteine in fast allen Eigenschaften mit denen von Sandsteinen und magmatischen Festgesteinen vergleichbar. Ausgenommen ist jedoch die Löslichkeit gegenüber Wasser bzw. Verkarstungsfähigkeit, so dass für die Kalk- und Dolomitsteine eine eigene Klasse definiert wurde.

In Tab. 5 sind die Ingenieurgeologischen Klassen von Rheinland-Pfalz zusammengestellt. Darin ist auch ein Farbschlüssel für die einzelnen Klassen enthalten.

Tab. 5: Ingenieurgeologische Klassen von Rheinland-Pfalz.

Nr.	Verfestigung	Farbe	Ingenieurgeologische Klasse
1	Lockergestein		Auffüllmassen
2	Lockergestein		Organische Lockergesteine
3	Lockergestein		Bindige Lockergesteine, gering konsolidiert
4	Lockergestein		Bindige Lockergesteine, konsolidiert
5	Lockergestein		Löss, Lösslehm
6	Lockergestein		Gemischkörnige Lockergesteine
7	Lockergestein		Nicht bindige Lockergesteine
8	Lockergestein		Umgelagerte Lockergesteine, fein- bis gemischtkörnig
9	Lockergestein		Umgelagerte Lockergesteine, grobkörnig
10	Halbfestgestein		Tonige und wechselgelagerte Halbfestgesteine
11	Halbfestgestein		Tonige organische Halbfestgesteine und Kohle
12	Halbfestgestein		Mergel / Mergelsteine
13	Halbfestgestein		Ausgeprägt wasserlösliches Gestein (gipshaltige Mergel/Mergelsteine)
14	Halbfestgestein		Vulkanische Tuffe Laacher See-Tephra (Bims)
15	Halbfestgestein		Vulkanische Tuffe , verfestigt
16	Halbfestgestein		Vulkanische Tuffe, verwittert
17	Festgestein		Tonschiefer und Phyllite
18	Festgestein		Sedimentäre Festgesteins-Wechselfolgen
19	Festgestein		Sandsteine, Quarzite, Konglomerate
20	Festgestein		Kalksteine, Dolomitsteine
21	Festgestein		Magmatische Festgesteine

Der Vergleich mit den Ingenieurgeologischen Klassen aus Niedersachsen (Tab. 1) und Bayern (Tab. 2) zeigt Gemeinsamkeiten und Unterschiede:

- Die Klassifikation für Niedersachsen enthält keine Tuffe, da dort solche nicht vorkommen. Die Tabelle enthält keine expliziten Halbfestgesteine. Stattdessen wird innerhalb der Festgesteine nach der Veränderlichkeit und der Festigkeit unterschieden. Für umgelagertes Lockergestein gibt es die Klasse Rutschmassen.

- Im Falle der Klassifikation für Bayern fehlen ebenfalls die Tuffe. Umgelagerte Lockergesteine stellen keine eigene Klasse dar. Dagegen ist eine höhere Anzahl verschiedener Festgesteinsklassen definiert. Dies ist sicher auch in der noch größeren Vielfalt der in Bayern vorkommenden Gesteine, wie zum Beispiel den metamorphen Gesteinen des Moldanubikums, begründet. Weiter wird stärker nach dem Härtegrad der Festgesteine unterschieden.

3. Hinweise zur Anwendung der Ingenieurgeologischen Klassen

Im Anhang ist für jede der 21 Ingenieurgeologischen Klassen ein Datenblatt mit Erläuterungen und Hinweisen enthalten. Neben einer Beschreibung der jeweiligen Klasse werden Beispiele für Locker-, Halbfest- oder Festgesteine aus der Generallegende genannt. Weiter werden Angaben zur räumlichen Verbreitung gemacht. Außerdem werden die Bodenklassen nach DIN 18300, die Bodengruppe nach DIN 18196 sowie die Anfälligkeiten zu den verschiedenen Untergrundgefahren nach deren Stärke benannt. Für die Bodenklassen nach DIN 18300 wurde bewusst die frühere Klassifikation gewählt, da es sich hier um eine einfache und anschauliche Einteilung handelt. Die erstmals im Jahr 2015 veröffentlichten Homogenbereiche können hier nicht allgemeingültig angewandt werden.

Zur Anwendung der Ingenieurgeologischen Klassen ergehen folgende Hinweise:

Die Ingenieurgeologischen Klassen sollen in erster Linie zur Herstellung Ingenieurgeologischer Karten zu den Themen Baugrund und Untergrundgefahren genutzt werden. Zum Zeitpunkt der Definition der Ingenieurgeologischen Karten lag für das Mainzer Becken und weite Teile des Saar-Nahe-Beckens ein flächendeckender geologischer Datensatz vor (sog. IGL-Polygone). Das heißt, dass nur für diesen Raum erste Anwendungen bzw. Tests vorgenommen werden können. Weiter ist anzumerken, dass die Generallegende für die geologischen Einheiten des Devons noch nicht abgeschlossen war. Dies ist an der einheitlichen Folge-Nummer 8000 zu erkennen (siehe Anlage). Das bedeutet, dass hier noch Änderungen zu erwarten sind.

Jede Art der Einteilung / Klassifikation stellt eine Vereinfachung gegenüber den tatsächlichen Verhältnissen dar. Die Materialien jeder geologischen Einheit unterliegen mehr oder weniger großen Variationen – dies betrifft insbesondere Wechsellagerungen verschiedener lithologischer Einheiten, wie z.B. die Einschaltung von Tonschiefern im Taunusquarzit oder das Vorkommen von harten Dolomitsteinbänken in Mergeln des Mittleren Muschelkalks. Das heißt, dass jede Zuordnung in eine bestimmte Ingenieurgeologische Klasse nur mehr oder weniger zutreffend ist. Dementsprechend stellen auch die aus Erfahrungswissen resultierenden Stärken der Anfälligkeit bezüglich bestimmten Untergrundgefahren Vereinfachungen dar. Daher sind im Einzelfall Abweichungen möglich. Es ist deshalb zu erwarten, dass im Zuge der Vervollständigungen der geologischen Grundlage und der Generallegende und durch die Anwendung der Ingenieurgeologischen Klassen in der Praxis sich noch Änderungen ergeben.

Weiter ist ausdrücklich darauf hinzuweisen, dass die Qualität und Aussagefähigkeit von abgeleiteten Ingenieurgeologischen Karten immer von den ihnen zugrundeliegenden geologischen Basisinformationen abhängen. Die geologischen Kartierungen wurden in der Regel für einen Darstellungsmaßstab 1:25.000 angefertigt. Das heißt, dass parzellenscharfe Abgrenzungen bestimmter geotechnischer Eigenschaften nicht zulässig sind. In keinem Fall ersetzen weder geologische noch Ingenieurgeologische Karten fallbezogene Baugrunduntersuchungen nach DIN EN 1997-1 und -2 sowie DIN 4020.

4. Erste Anwendungsbeispiele

Zur Veranschaulichung und Prüfung der Ingenieurgeologischen Klassen wurden diese für ein Gebiet zwischen Gau-Heppenheim und Dittelsheim-Heßloch (östlich Alzey) angewandt:

Abbildung 1 zeigt die geologische Karte für dieses Gebiet. Der präquartäre Untergrund wird von Tertiär-Einheiten des Mainzer Beckens aufgebaut. In den Talböden und den Hängen steht sog. Mergeltertiär und im Bereich der Hochflächen das Kalktertiär an. Dem Mergeltertiär gehören die Jakobsberg-/ Weisenau-, Sulzheim-, Stackeden- und Bodenheim-Formation an. Das Kalktertiär wird hier von der Hochheim-/ Oberrad-Formation gebildet. Über den Tertiär-Schichten sind zum Teil quartäre Deckschichten aus Abschwemm Massen, Auensedimenten sowie Löss und Lösslehm verbreitet. Weiter wurden an den Hängen Rutschmassen kartiert.

In Abbildung 2 sind für die aus den vorgenannten geologischen Einheiten abgeleiteten Ingenieurgeologischen Klassen dargestellt. So wurden nun beispielsweise die verschiedenen Formationen des Mergeltertiärs zu der Klasse „Bindige Lockergesteine, konsolidiert“ (Klasse 4) zusammengefasst. Ebenso wurden die verschiedenen holozänen Deckschichten zu der Klasse „Bindige Lockergesteine, gering konsolidiert“ (Klasse 3) summiert.

Die Abbildung 3 zeigt wieder die Verbreitung der Ingenieurgeologischen Klassen. Zusätzlich werden die vom LGB erfassten Rutschgebiete (Flächendaten) sowie die in der Rutschungsdatenbank dokumentierten Rutschereignisse (Punktdaten) dargestellt. Die Abbildung zeigt, dass die kartierten Rutschungen und Rutschereignisse zwischen Gau-Heppenheim und Monzernheim gut mit der Verbreitung der Ingenieurklasse 4 „Bindige Lockergesteine, konsolidiert“ zusammenfällt.

In Abbildung 4 wird schließlich die Rutschanfälligkeit der einzelnen Ingenieurgeologischen Klassen angegeben (vergleiche mit der Anlage). Dabei weisen die „Bindigen Lockergesteine, konsolidiert“ (Klasse 4) sowie die „umgelagerten Lockergesteine, fein- bis gemischtkörnig“ (Klasse 8) eine sehr hohe Rutschungsanfälligkeit auf. Dies passt wiederum gut zu der Verbreitung der kartierten Rutschungen und Rutschereignisse.

5. Ausblick

Die Entwicklung der Ingenieurgeologischen Klassen aus der erstmals für die gesamte Landesfläche zur Verfügung stehenden geologischen Generallegende ist ein unverzichtbarer Schritt, um landesweit einheitliche und vergleichbare Aussagen zum Baugrund und Untergrundgefahren ableiten zu können. Dabei sind sowohl durch die kontinuierliche Erweiterung der einheitlichen geologischen Grundlage als auch die nach und nach gewonnenen Erfahrungen mit den Ingenieurgeologischen Klassen zusätzliche Erkenntnisse und hierauf basierende Anpassungen zu erwarten. Entscheidend für die Qualität und Aussagefähigkeit der Ingenieurgeologischen Klassen sind die Ihnen zugrundeliegenden geologischen Basisinformationen.

Grundsätzlich ist nach einer Erprobungsphase die Veröffentlichung entsprechender digitaler Karteninhalte über die Mapserver-Anwendung auf der Homepage des LGB geplant.

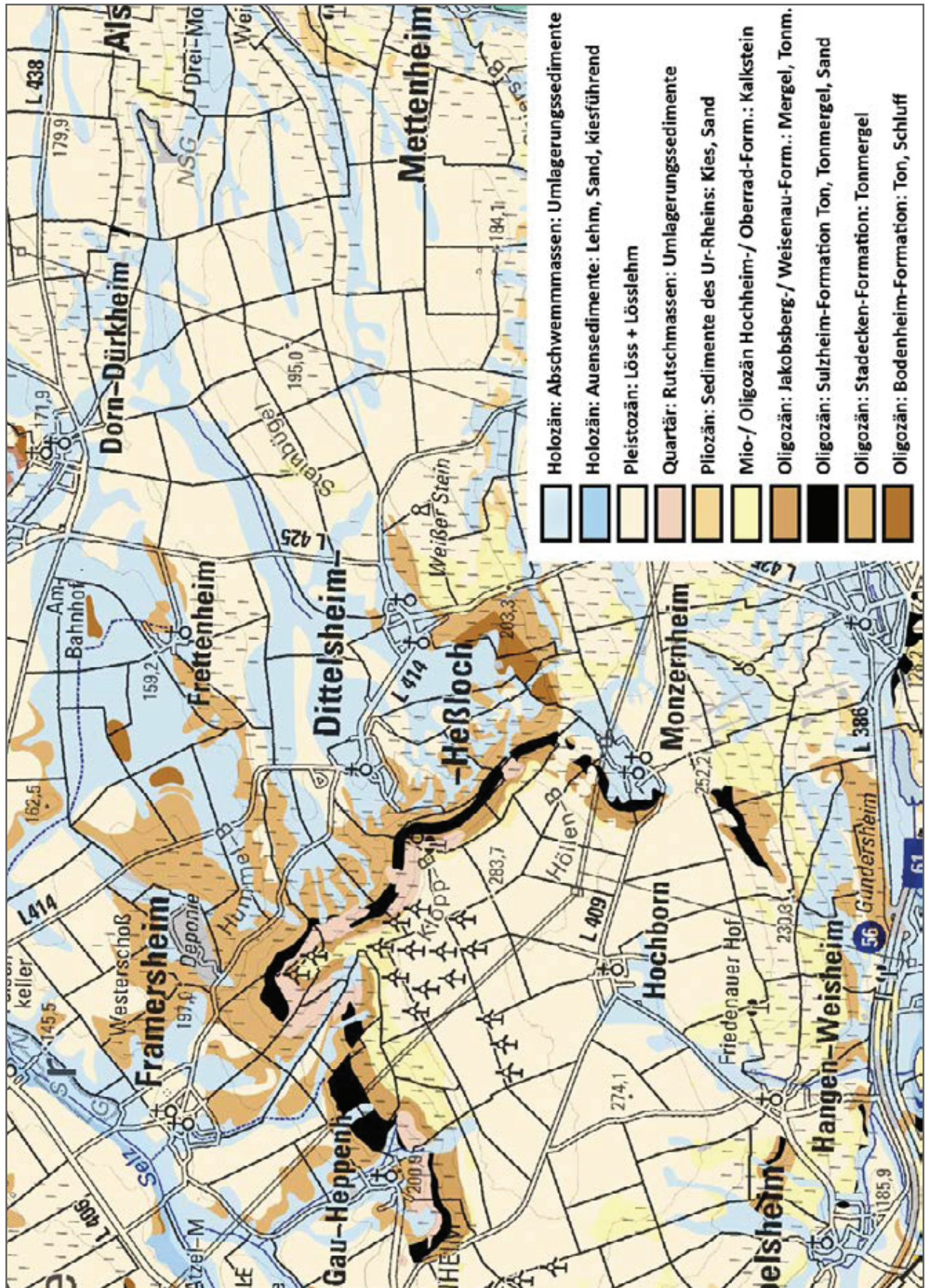


Abb. 1: Geologische Karte für das Gebiet Gau-Heppenheim und Dittelsheim-Heßloch im Mainzer Becken. Die Karte zeigt die Inhalte der lithostratigraphischen Generallegende (GRK = Geologischer Rasterkatalog) (Karte E. HÖFER, A. REIß & A. WEHINGER, LGB).

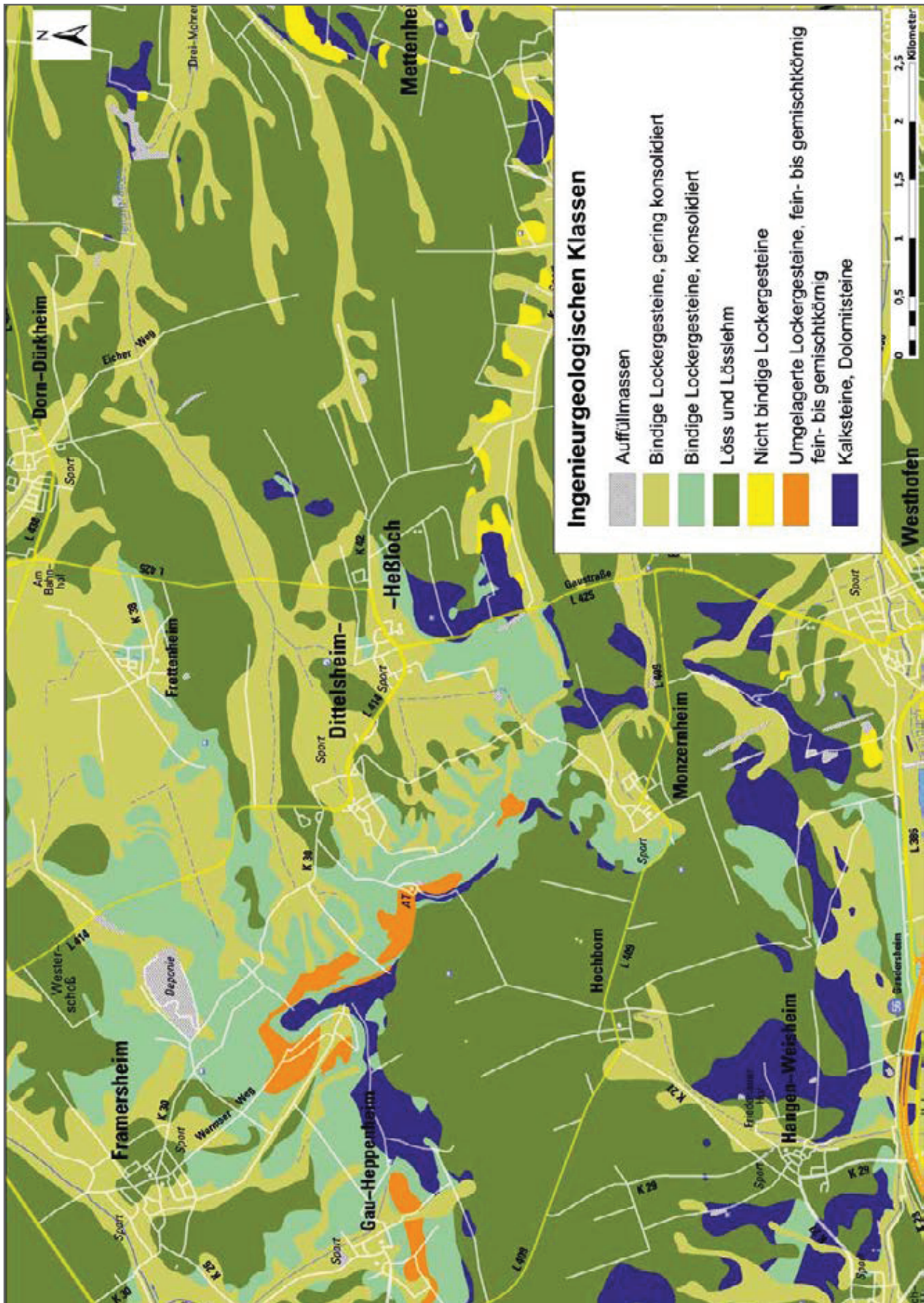


Abb. 2: Ingenieurgeologische Karte für das Gebiet Gau-Heppenheim und Dittelsheim-Heßloch. Dargestellt sind die aus der lithostratigraphischen Generallegende abgeleiteten Ingenieurgeologischen Klassen (Karte E. HÖFER, A. REIß & A. WEHINGER, LGB).

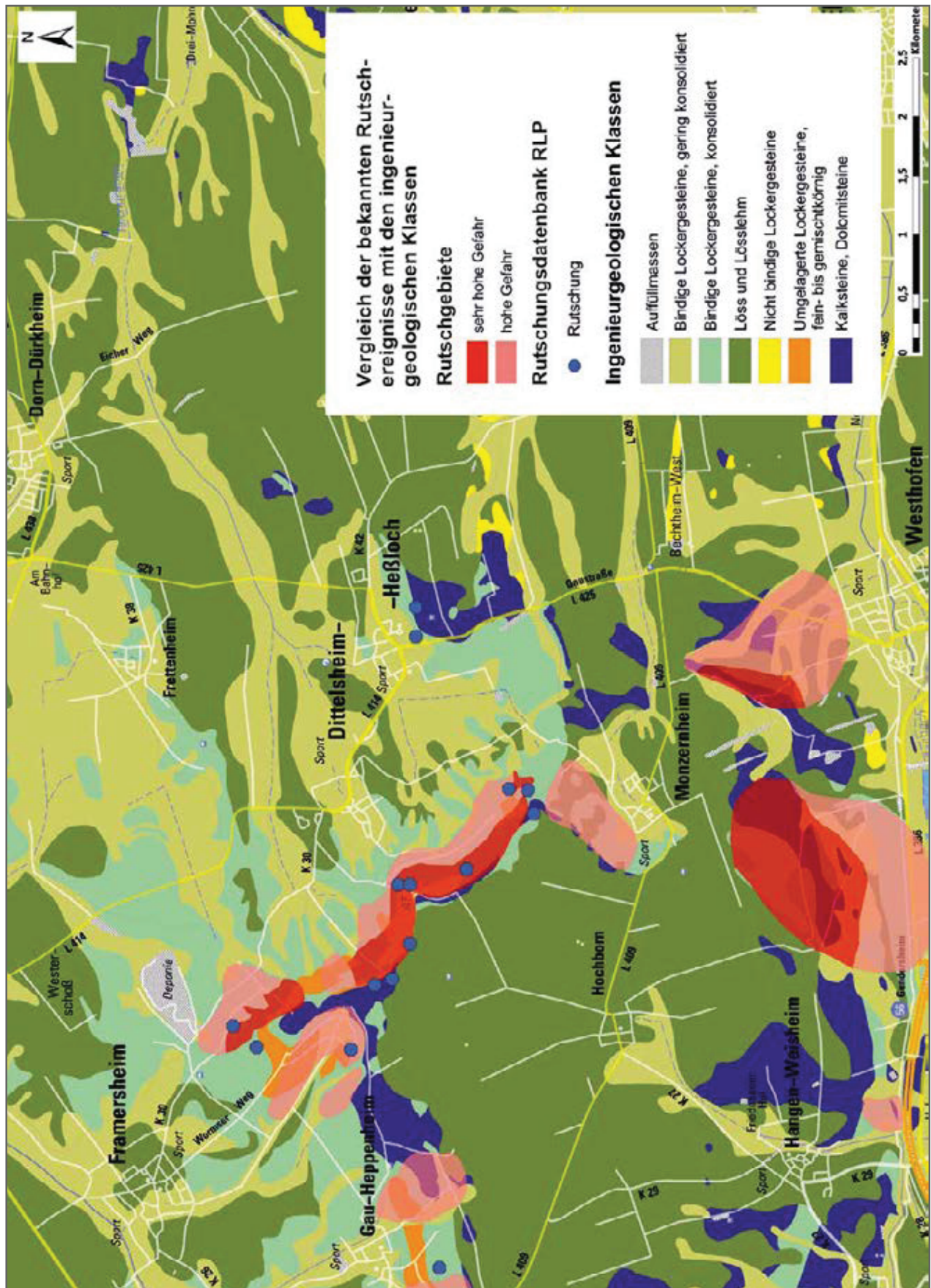


Abb. 3: Ingenieurgeologische Karte für das Gebiet Gau-Heppenheim und Dittelsheim-Heßloch. Zusätzlich zu den Ingenieurgeologischen Klassen zeigt die Karte auch die vom LGB erfassten Rutschgebiete (Flächendaten) sowie in der Rutschungsdatenbank dokumentierten Rutschereignisse (Punktdaten) (Karte E. HÖFER, A. REIß & A. WEHINGER, LGB).

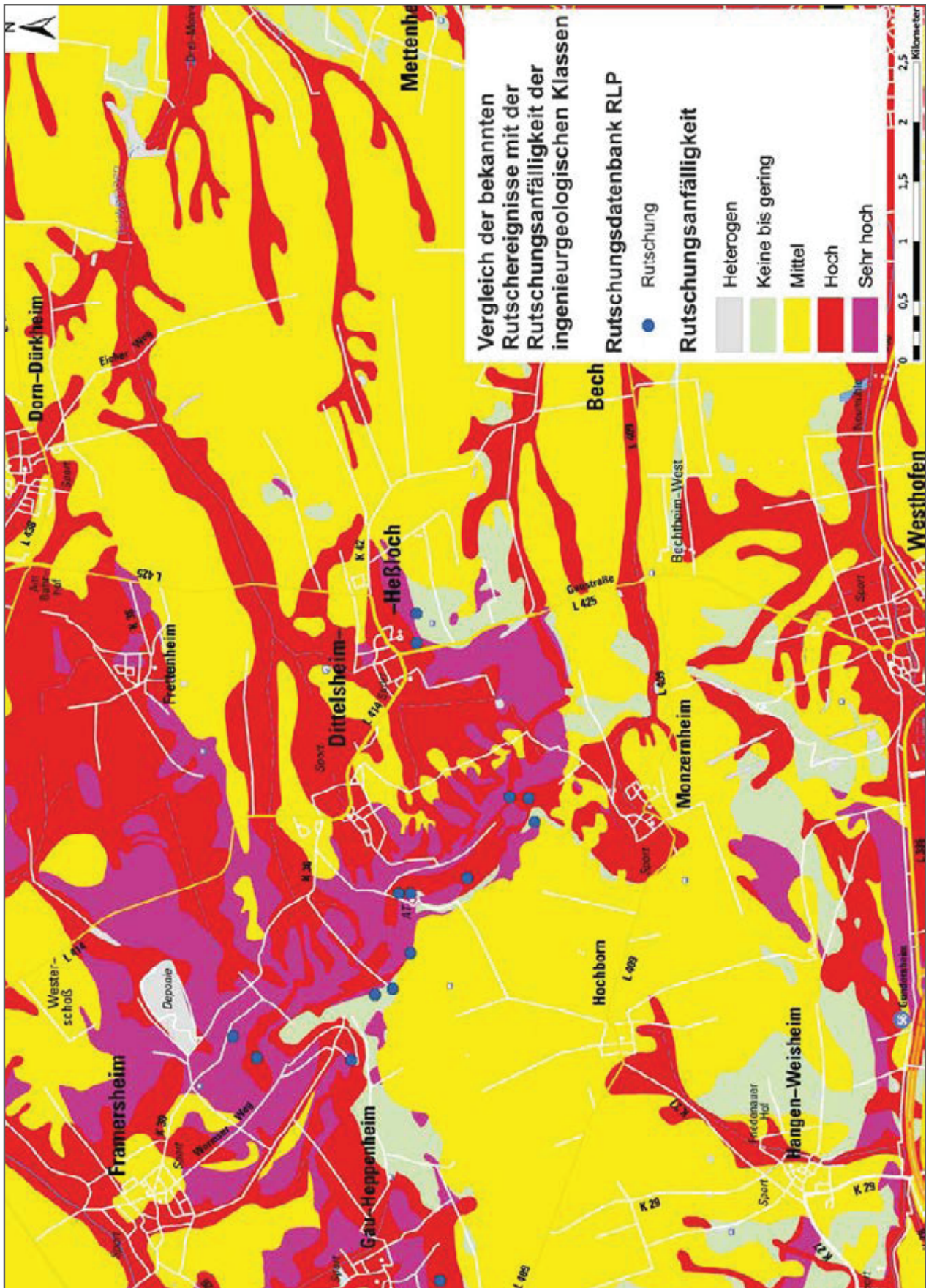


Abb. 4: Karte der Rutschungsanfälligkeit, die den verschiedenen Ingenieurgeologischen Klassen zugewiesen wurde. Im Beispielraum weisen die „umgelagerten Lockergesteine“ sowie die „bindigen Lockergesteine, konsolidiert“ eine sehr hohe Rutschungsanfälligkeit und die „bindigen Lockergesteine, gering konsolidiert“ eine hohe Rutschungsanfälligkeit auf (Karte: E. HÖFER, A. REIß & A. WEHINGER, LGB).

Schriften

BAYERNATLAS (2022): Kartenserver für Umwelt – Geologie/Boden. – <https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/?lang=de&topic=umwe&bgLayer=atkis> (Stand 15.09.2022).

DIN 18196:2011-05: Erd- und Grundbau – Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke. – DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 13 S.; Beuth Verlag, Berlin.

DIN 18300:2015-08: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten. – 18 S.; Beuth Verlag, Berlin.

DIN 18300:2019-09: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Erdarbeiten. – DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 17 S.; Beuth Verlag, Berlin.

LANDESAMT FÜR GEOLOGIE UND BERGBAU RHEINLAND-PFALZ (Hrsg.) (2005). – Geologie von Rheinland-Pfalz.- 400 S., 2 Anl.; E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

LBEG (2022): Baugrund – Ingenieurgeologische Karten. – https://www.lbeg.niedersachsen.de/karten_daten_publicationen/karten_daten/baugrund/-730.html (Stand 15.09.2022).

LFU Bayern (2022): Digitale Ingenieurgeologische Karte von Bayern. – https://www.lfu.bayern.de/umweltdaten/geodatendienste/index_wms.htm#Geologie (Stand 15.09.2022).

NIBIS (2022): Kartenserver des Niedersächsischen Bodeninformationssystem. – <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/?TH=IGK50> (Stand 15.09.2022).

OHLIGER, J. (2022): Ingenieurgeologische Klassifizierung der Gesteine von Rheinland-Pfalz. – Masterarbeit an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Fachbereich 09, 96 S. Text + 3 S. Anhang; Mainz [unveröff.].

PETLAN, L. (2020): Ingenieurgeologische Klassifizierung der Gesteine auf Basis der lithostratigraphischen Generallegende des Landes Rheinland-Pfalz. – Bachelorarbeit an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Fachbereich 09, 68 S. Text + 71 S. Anhang; Mainz [unveröff.].

Manuskript eingegangen am 4.10.2022

Anschriften der Autoren:

ANSGAR WEHINGER
E-Mail: ansgar.wehinger@lgb-rlp.de
Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz,
Emy-Roeder-Straße 5, D-55129 Mainz



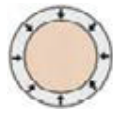



Dr. MICHAEL ROGALL
E-Mail: michael.rogall@lgb-rlp.de

M Sc. JULIUS OHLIGER
Kanalstraße 12, D-67699 Schneckhausen
E-Mail: juliusohliger@outlook.com

Anhang 1

Ingenieurgeologische Klasse 1: Auffüllmassen

Hauptgruppe: Lockergestein
Beschreibung: Es handelt sich um zumeist nicht konsolidierte Lockergesteine, die anthropogen umgelagert oder entstanden sind. Die Kornverteilung schwankt in weiten Grenzen. Häufig sind nicht natürliche Anteile, wie Bauschutt, enthalten.
Einheiten der Generallegende (Beispiele): Abgrabungsflächen (ID 752 Folge 1003) Anthropogen überprägte oder stark veränderte Flächen (ID 1109 Folge 1004) Anthropogene Bildungen, Aufschüttungen (ID 84 Folge 1005) Anthropogene Überprägung (Übersignatur) (ID 1028 Folge 9011) Auffüllung (Übersignatur) (ID 1029 Folge 9012)
Bodenklasse nach DIN 18300: 1-5
Bodengruppen nach DIN 18196: []
Verbreitung: (ehemals) überbaute Flächen, Wiederauffüllung von Abgrabungen, Verfüllungen, Deponien u.a.

Untergrundgefahr	Regeleigenschaft	
Rutschungsanfälligkeit	Heterogen	
Setzungsanfälligkeit	Heterogen	
Quell-/Schrumpfanfälligkeit	Heterogen	
Erdfallanfälligkeit	-	
Verwitterungsanfälligkeit	Heterogen	
Organischer Anteil	Heterogen	



Auffüllung aus Kulturschutt in Mainz (Johanniskirche)
(Foto A. Wehinger, 2014)









Schlacke aus einer Eisenhütte in Herdorf
(Foto A. Wehinger, 2004)

Anhang 2

Ingenieurgeologische Klasse 2: Organische Lockergesteine

Hauptgruppe: Lockergestein
Beschreibung: Diese Formation besteht aus Torfablagerungen, die einen gesteinsbildenden organischen Anteil besitzen. Diese Gesteine weisen eine sehr geringe Scherfestigkeit, eine sehr hohe Verformbarkeit sowie eine hohe Porosität und einen hohen Wassergehalt auf. Daher sind sie grundsätzlich sehr rutschungsempfindlich.
Einheiten der Generallegende (Beispiele): Anmoor (ID 747 Folge 1051) Niedermoor (ID 899 Folge 1052) Moorbildungen (ID 772 Folge 1059) Torf (Übersignatur) (ID 1063 Folge 9093)
Bodenklasse nach DIN 18300: 2
Bodengruppen nach DIN 18196: HN, HZ, OH, OK
Verbreitung: Niederungen und zum Teil in Hanglagen (Hangmoore)

Untergrundgefahr	Regeleigenschaft	
Rutschungsanfälligkeit	++	
Setzungsanfälligkeit	++	
Quell-/ Schrumpfanfälligkeit	+ (++)	
Erdfallanfälligkeit	-	
Verwitterungsanfälligkeit	++	
Organischer Anteil	++ (+)	









Torf-Vorkommen in Morbach / Hunsrück
(Foto A. Wehinger, 2004)

Anhang 3

Ingenieurgeologische Klasse 3: Bindige Lockergesteine, gering konsolidiert

Hauptgruppe: Lockergestein
Beschreibung: Bei diesen gering konsolidierten Lockergesteinen dominieren der Ton- und Schluffanteil. Es handelt sich häufig um quartäre Hochflut- und Auensedimente sowie Hanglehme. Typisch sind eine hohe Verformbarkeit und geringe Scherfestigkeit / Tragfähigkeit sowie ein meist hohes Wasseraufnahmevermögen.
Einheiten der Generallegende (Beispiele): Auensedimente (ID 761 Folge 1024) Hochflut- und Auensedimente, Holozän (ID 85 Folge 1025) Auenlehm (ID 744 Folge 1026) Auensedimente und Abschwemm- Massen (ID 897 Folge 1080) Hochflutsedimente, Pleistozän (ID 666 Folge 1315)
Bodenklasse nach DIN 18300: 2, 4
Bodengruppen nach DIN 18196: UL, UM, UA, TL, TM, TA, OT, OU
Verbreitung: Landesweit verbreitet, in der Regel in Tallage

Untergrundgefahr	Regeleigenschaft	
Rutschungsanfälligkeit	+	
Setzungsanfälligkeit	+	
Quell-/ Schrumpf-anfälligkeit	+ (o)	
Erdfallanfälligkeit	-	
Verwitterungsanfälligkeit	- (+)	
Organischer Anteil	o (+)	









Hochflutlehm über Rheinsand in Mainz (Johanniskirche)
(Foto A. Wehinger, 2014)

Anhang 4

Ingenieurgeologische Klasse 4: Bindige Lockersteine, konsolidiert

Hauptgruppe: Lockergestein
<p>Beschreibung: Hierzu gehören insbesondere die Tone und Schluffe sowie Tonmergel und Schluffmergel des Tertiärs. Im ungestörten Zustand sind die konsolidierten, bindigen Lockergesteine zumeist halbfest ausgebildet. Aufgrund des meist hohen Ton-Anteils sind die Lockersteine dieser Klasse zumeist sehr rutschungs- und quell-/ schrumpfanfällig.</p>
<p>Einheiten der Generallegende (Beispiele): Weisenau-Formation (ID 145 Folge 2155) Kärlich-Formation (ID 635 Folge 2540) Maifeld-Formation (ID 438 Folge 2620) Jakobsberg-Formation (ID 28 Folge 2170) Stadecken-Formation Mergelfazies (ID 1172 Folge 2770) Saprolit (Übersignatur) (ID 1049 Folge 9051)</p>
<p>Bodenklasse nach DIN 18300: 4-6</p>
<p>Bodengruppen nach DIN 18196: TL, TM, TA, UM, UA</p>
<p>Verbreitung: Sedimentäre Füllungen im Mainzer Becken, Neuwieder Becken und Westerwald</p>

Untergrundgefahr	Regeleigenschaft	
Rutschungsanfälligkeit	++ (+)	
Setzungsanfälligkeit	o	
Quell-/ Schrumpfanfälligkeit	+ (++)	
Erdfallanfälligkeit	-	
Verwitterungsanfälligkeit	o (+)	
Organischer Anteil	- (+)	



Trockenrisse in Tertiär-Ton
(Foto A. Wehinger, 2009)

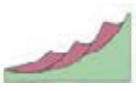





Tontagebau Geigenflur bei
Vielbach / Westerwald
(Foto A. Wehinger, 2004)



Anhang 5

Ingenieurgeologische Klasse 5: Löss und Lösslehm

Hauptgruppe: Lockergestein
<p>Beschreibung: Bei Löss, Lösslehm oder lösshaltigen Lockergesteinsböden stellt in der Regel Grobschluff die dominierende Kornfraktion dar. Je nach Wassergehalt und Beanspruchung besitzt der Löss teils bindige oder teils nichtbindige Eigenschaften. Dementsprechend schwanken die Standfestigkeit und damit die Rutschungsanfälligkeit sowie die Konsistenz. Der Löss ist gegenüber Oberflächenwasserabfluss erosionsempfindlich sowie suffosionsgefährdet.</p>
<p>Einheiten der Generallegende (Beispiele): Flugsand (ID 46 Folge 1155) Sandlöss (ID 120 Folge 1425) Schwemmlöss (ID 122 Folge 1430) Löss (ID 2 Folge 1440) Lössablagerungen (Löss, Schwemmlöss, Lösslehm) (ID 121 Folge 1450)</p>
<p>Bodenklasse nach DIN 18300: 4</p>
<p>Bodengruppen nach DIN 18196: UL, SU, SU*</p>
<p>Verbreitung: Lössböden sind landesweit verbreitet. Die Mächtigkeit schwankt stark und kann bis zu ca. 10 m betragen.</p>

Untergrundgefahr	Regeleigenschaft	
Rutschungsanfälligkeit	o (+)	
Setzungsanfälligkeit	o	
Quell-/ Schrumpfanfälligkeit	-	
Erdfallanfälligkeit	o	
Verwitterungsanfälligkeit	o	
Organischer Anteil	-	







Lösswand in Sinzig-Westum / Mittelrhein
(Foto A. Wehinger, 2015)

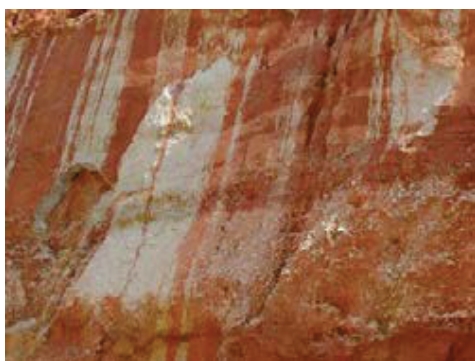


Anhang 6

Ingenieurgeologische Klasse 6: Gemischtkörnige Lockergesteine

Hauptgruppe: Lockergestein
Beschreibung: Hierunter fallen Lockergesteine mit fein- und grobkörnigen Komponenten (Ton bis Blöcke). Die Scherfestigkeit ist im Vergleich zu anderen Lockergesteinen vergleichsweise hoch, die Porosität und die Wasserdurchlässigkeit sind meist gering bis sehr gering. Je nach Zusammensetzung und Wassergehalt herrschen teils bindige oder teils nicht bindige Eigenschaften vor.
Einheiten der Generallegende (Beispiele): Ältere Kiese, Sande und Tone (ID 794 Folge 2355) Arenberg-Formation, undifferenziert (ID 634 Folge 2555) Arenberg-Formation, feinklastisch (ID 811 Folge 2560)
Bodenklasse nach DIN 18300: 4, 5 (im Einzelfall 3)
Bodengruppen nach DIN 18196: GW, GU, GU*, GT, GT*
Verbreitung: Gemischtkörnige Lockergesteinsböden sind landesweit verbreitet. Die Mächtigkeit schwankt stark.

Untergrundgefahr	Regeleigenschaft	
Rutschungsanfälligkeit	Heterogen	
Setzungsanfälligkeit	o (-)	
Quell-/Schrumpfanfälligkeit	o (-)	
Erdfallanfälligkeit	-	
Verwitterungsanfälligkeit	-	
Organischer Anteil	-	



Quarkies verlehmt, Cramberg
(Foto A. Wehinger, 2009)

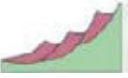





Klebsand in Eisenberg / Pfalz
(Foto A. Wehinger, 2004)



Anhang 7

Ingenieurgeologische Klasse 7: Nicht bindige Lockergesteine

Hauptgruppe: Lockergestein
Beschreibung: Hierzu gehören insbesondere fluviatile Ablagerungen aus Sand, Kies und Blöcken. Die Kornverteilung variiert von eng- bis weitgestuft. Typisch sind eine hohe Porosität und Wasserdurchlässigkeit sowie im Vergleich zu bindigen Lockergesteinen höhere Tragfähigkeit und geringere Verformbarkeit.
Einheiten der Generallegende (Beispiele): Niederterrassen des Rheins (ID 111 Folge 1370) Jüngere Hauptterrassen der Mosel (ID 768 Folge 1610) Kieseloolith-Schotter (ID 636 Folge 1997) Budenheim-Formation (ID 144 Folge 2130)
Bodenklasse nach DIN 18300: 3-5
Bodengruppen nach DIN 18196: SE, SI, SW, GE, GI, GW
Verbreitung: Die nicht bindigen Lockergesteine sind landesweit in Tallagen verbreitet. Die größten Mächtigkeiten finden sich im Oberrheintal und Neuwieder Becken.

Untergrundgefahr	Regeleigenschaft	
Rutschungsanfälligkeit	-	
Setzungsanfälligkeit	o (-)	
Quell-/ Schrumpfanfälligkeit	-	
Erdfallanfälligkeit	- (o)	
Verwitterungsanfälligkeit	-	
Organischer Anteil	-	



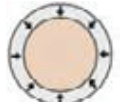





Terrassenkies aus Urmitz / Neuwieder Becken
(Foto A. Wehinger, 2003)

Anhang 8

Ingenieurgeologische Klasse 8: Umgelagerte Lockergesteine, fein- bis gemischtkörnig

Hauptgruppe: Lockergestein
Beschreibung: In die Klasse fallen sowohl Fließerden und Hangschutt als auch Rutschmassen. Typisch sind eine weitgestufte Kornverteilung und eine Zusammensetzung aus unterschiedlichen Ausgangsgesteinen. Insbesondere bei Rutschmassen besteht nur eine Restscherfestigkeit.
Einheiten der Generallegende (Beispiele): Rutschmassen (ID 108 Folge 1170) Fließerden (ID 123 Folge 1505) Hangschutt/Fließerde aus Vulkaniten (ID 929 Folge 1528) Hangschutt/Fließerde aus tertiären Sedimenten (ID 748 Folge 1530) Rutschmassen (Übersignatur) (ID 1058 Folge 9081)
Bodenklasse nach DIN 18300: 4, 5
Bodengruppen nach DIN 18196: GW, SW, GU, GU*, GT, GT*
Verbreitung: Die umgelagerten Massen sind an Hanglagen bzw. den Hangfuß gebunden. Rutschungen kommen in allen Mittelgebirgslagen vor.

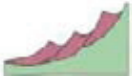





Untergrundgefahr	Regeleigenschaft)	
Rutschungsanfälligkeit	++	
Setzungsanfälligkeit	+ (++)	
Quell-/Schrumpfanfälligkeit	o (+)	
Erdfallanfälligkeit	-	
Verwitterungsanfälligkeit	o	
Organischer Anteil	-	

Rutschmasse aus umgelagertem Rotliegend-Material aus Ton- bis Schluffsteinen bei Ürzig / Mosel
(Foto A. Wehinger, 2006)



Anhang 9

Ingenieurgeologische Klasse 9: Umgelagerte Lockergesteine, grobkörnig



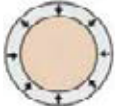



Hauptgruppe: Lockergestein		
Beschreibung: Es handelt sich um Bergsturz- bzw. Steinschlagmassen und Blockschutthalden mit grobkörnigen Hauptbestandteilen (Kies und gröber). Die Kornform ist in der Regel kantig.		
Einheiten der Generallegende (Beispiele): Blockschutt und Blockströme aus Basalt und Basalttuff (ID 1187 Folge 1174) Bergsturzmassen (ID 907 Folge 1177) Steinschlag-/Felssturzmassen (Übersignatur) (ID 1059 Folge 9082)		
Bodenklasse nach DIN 18300: 5-6		
Bodengruppen nach DIN 18196: GW, GU, GU*, GT, GT*		
Verbreitung: Blockschutthalden sind im Rheinischen Schiefergebirge sowie im Saar-Nahe-Becken verbreitet und an Hanglagen gebunden.		
	Untergrundgefahr	Regeleigenschaft
Rutschungsanfälligkeit	o (+)	
Setzungsanfälligkeit	-	
Quell-/ Schrumpfanfälligkeit	-	
Erdfallanfälligkeit	-	
Verwitterungsanfälligkeit	-	
Organischer Anteil	-	



Blockschutthalde bei Kirn / Nahetal
(Foto A. Wehinger, 2004)

Anhang 10

Ingenieurgeologische Klasse 10: Tonige und wechselgelagerte Halfestgesteine

Hauptgruppe: Halfestgestein	Regeleigenschaft)		
<p>Beschreibung: Hier handelt es sich vorwiegend um Tonsteine sowie wechselgelagerte Ton-, Silt- und Sandsteine bzw. halfeste Sedimentgesteine, die vorwiegend aus dem Rotliegend stammen. Diese meist halfest bis fest ausgebildeten Gesteine sind stark verwitterungsanfällig. Das heißt, dass diese Gesteine durch atmosphärische Einflüsse eine Festigkeitsabnahme erfahren. Besonders bei einem hangparallelen Einfallen der Schichtflächen sind diese Gesteine sehr rutschungsanfällig.</p> <p>Einheiten der Generallegende (Beispiele): Jakobsweiler-Subformation (ID 262 Folge 6359) Jeckenbach-Subformation, ungegliedert (ID 282 Folge 6780) Lauterecken-Formation, ungegliedert (ID 283 Folge 6826)</p> <p>Bodenklasse nach DIN 18300: 6, 7</p> <p>Bodengruppen nach DIN 18196: -</p> <p>Verbreitung: Saar-Nahe-Becken / Nordpfälzer Bergland</p>	Untergrundgefahr		
	Rutschungsanfälligkeit	++ (+)	
	Setzungsanfälligkeit	-	
	Quell-/ Schrumpfanfälligkeit	o	
	Erdfallanfälligkeit	-	
	Verwitterungsanfälligkeit	++ (+)	
	Organischer Anteil	- (o)	

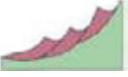







Tonstein des Rotliegenden in Kusel
(Foto A. Wehinger, 2012)

Anhang 11

Ingenieurgeologische Klasse 11: Tonige organische Halbfestgesteine und Kohle

Hauptgruppe: Halbfestgestein
<p>Beschreibung: Zu dieser Klasse gehören insbesondere Schwarzpelite sowie Tonsteine und Tonmergel mit Kohlelagen. Die Festigkeit der Tonsteine variiert. Typisch sind die starke Rutschungs- und Verwitterungsanfälligkeit, insbesondere in Verbindung mit Wasserzutritten.</p>
<p>Einheiten der Generallegende (Beispiele): Odernheim-Schwarzpelit-Bank (ID 350 Folge 6785) Humberg-Schwarzpelit-Bank (ID 362 Folge 6720) Körborn-Schwarzpelit-Bank (ID 787 Folge 6700) Kunkskopf-Subformation (ID 2108 Folge 2520)</p>
<p>Bodenklasse nach DIN 18300: 6, 2</p>
<p>Bodengruppen nach DIN 18196: TA, UA, OT, OU, F</p>
<p>Verbreitung: Kohlen, organische Tonsteine bzw. Schwarzpelite kommen in den sedimentären Abfolgen des Saar-Nahe-Beckens (Permokarbon) sowie des Westerwalds (Tertiär) vor.</p>

Untergrundgefahr	Regeleigenschaft	
Rutschungsanfälligkeit	++ (+)	
Setzungsanfälligkeit	o (+)	
Quell-/ Schrumpfanfälligkeit	+	
Erdfallanfälligkeit	-	
Verwitterungsanfälligkeit	++ (+)	
Organischer Anteil	+ (o)	

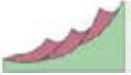







Schwarzpelit unter Basalt bei Stockum, Westerwald
(Foto A. Wehinger, 2008)

Anhang 12

Ingenieurgeologische Klasse 12: Mergel / Mergelsteine

Hauptgruppe: Halfestgestein
Beschreibung: Die Verfestigung der unverwitterten Mergel / Mergelsteine hängt vom Ton- bzw. Kalkgehalt (fester bei höherem Kalkgehalt) ab. Die Mergel verändern insbesondere bei Wasserzutritt ihre geotechnischen Eigenschaften und sind rutschungs- sowie quell-/schrumpf- und verwitterungsanfällig.
Einheiten der Generallegende (Beispiele): Mittlerer Jura, ungliedert (ID 499 Folge 5048) Mergel von Elvange (ID 486 Folge 5095) Rhätsteinmergel (ID 566 Folge 5178)
Bodenklasse nach DIN 18300: 6, 7
Bodengruppen nach DIN 18196: -
Verbreitung: In Rheinland-Pfalz kommen Mergel und Mergelgesteine vor allem in den mesozoischen Schichten der Trier-Bitburger Bucht und dem Saargau vor.

Untergrundgefahr	Regeleigenschaft	
Rutschungsanfälligkeit	+ (++)	
Setzungsanfälligkeit	- (o)	
Quell-/Schrumpf-anfälligkeit	+ (++)	
Erdfallanfälligkeit	- (o)	
Verwitterungsanfälligkeit	+ (++)	
Organischer Anteil	-	

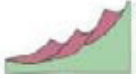







Mergelstein in einem Aufschluss in Wellen/Mosel
(Foto A. Wehinger, 2022)

Anhang 13

Ingenieurgeologische Klasse 13: Ausgeprägt wasserlösliches Gestein (gipshaltige Mergel / Mergelsteine)

Hauptgruppe: Halbfestgestein
<p>Beschreibung: Die Klasse beinhaltet Formationen mit einem gesteinsbildenden Anteil von Sulfaten (Gips und Anhydrit). Kennzeichnend ist die Wasserlöslichkeit. Die entsprechenden Gesteine sind praktisch für jedes hier behandelte Georisiko ausgeprägt anfällig und stellen somit einen problematischen Untergrund / Baugrund dar.</p>
<p>Einheiten der Generallegende (Beispiele): Mittlerer Muschelkalk, ungegliedert (ID 558 Folge 5206) Rote Gipsmergel (ID 557 Folge 5208) Gipsmergel, ungegliedert (ID 508 Folge 5448) Sulfatregion der Gipsmergel (ID 539 Folge 5452)</p>
<p>Bodenklasse nach DIN 18300: 6, 7</p>
<p>Bodengruppen nach DIN 18196: -</p>
<p>Verbreitung: Die gips-/ anhydrithaltigen Mergel kommen in Rheinland-Pfalz im Mittleren Muschelkalk der Trier-Bitburger Bucht vor.</p>

Untergrundgefahr	Regeleigenschaft	
Rutschungsanfälligkeit	++ (+)	
Setzungsanfälligkeit	- (o)	
Quell-/ Schrumpfanfälligkeit	++ (+)	
Erdfallanfälligkeit	++ (+)	
Verwitterungsanfälligkeit	++	
Organischer Anteil	-	



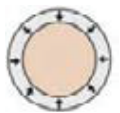





Gips in Mergelstein, Ralingen
(Foto A. Wehinger, 2009)

Anhang 14

Ingenieurgeologische Klasse 14: Vulkanische Tuffe, Laacher See-Tephra (Bims)

Hauptgruppe: Halbfestgestein
<p>Beschreibung: Als Folge des Laacher See-Ausbruchs wurden in weitem Umkreis trachytische Tephren abgelagert. Die landläufig als Bims bezeichneten Tephren sind durch eine hohe Porosität und ihr geringes Raumgewicht gekennzeichnet. Im ungestörten Zustand ist Bims durch seine Verschweißung sehr standfest. Im umgelagerten Zustand entsprechen die geotechnischen Eigenschaften einem Sand. Aufgrund der hohen Porosität können die Einzelkörner bei hohen Lasten „kollabieren“, weshalb eine hohe Setzungsanfälligkeit vorliegt.</p>
<p>Einheiten der Generallegende (Beispiele): Laacher See-Tephra-Formation (ID 677 Folge 1905) Laacher See-Tephra-Formation, umgelagert (ID 670 Folge 1906) Laacher See-Tephra-Formation, geringmächtig (Übersignatur) (ID 1230 Folge 9104)</p>
<p>Bodenklasse nach DIN 18300: 3-5</p>
<p>Bodengruppen nach DIN 18196: SE, SI</p>
<p>Verbreitung: Der Bims ist in der Osteifel, dem Neuwieder Becken sowie dem Westerwald verbreitet.</p>

Untergrundgefahr	Regeleigenschaft	
Rutschungsanfälligkeit	-	
Setzungsanfälligkeit	++ (o)	
Quell-/Schrumpfanfälligkeit	-	
Erdfallanfälligkeit	-	
Verwitterungsanfälligkeit	-	
Organischer Anteil	-	

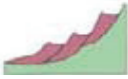







Bimsgewinnung bei Nickenich
(Foto A. Wehinger, 2008)

Anhang 15

Ingenieurgeologische Klasse 15: Vulkanische Tuffe, verfestigt

Hauptgruppe: Halbfestgestein
<p>Beschreibung: Die verfestigten Tuffsteine der Eifel sind die Ablagerungen pyroklastischer Ströme. Sie weisen eine zu Festgesteinen vergleichbare Standfestigkeit auf, sind jedoch leicht bearbeitbar, weshalb sie bis heute als Werksteine gewonnen werden. Typisch ist die große Spannweite der Korngrößen. Die Tuffsteine weisen eine mittlere Verwitterungsanfälligkeit auf.</p>
<p>Einheiten der Generallegende (Beispiele): Leuzit-phonolitische Tephraablagerungen (ca. 405.000-390.000 a B.P.) des Riedener Vulkankomplexes (ID 834 Folge 1920) Leuzit-phonolithische bis mafisch-foiditische Tephraablagerungen (ca. 425.000-415.000 a B.P.) des Riedener Vulkankomplexes (ID 836 Folge 1930)</p>
<p>Bodenklasse nach DIN 18300: 6</p>
<p>Bodengruppen nach DIN 18196: -</p>
<p>Verbreitung: Die quartären Tuffsteine sind in der Osteifel verbreitet.</p>

Untergrundgefahr	Regeleigenschaft	
Rutschungsanfälligkeit	-	
Setzungsanfälligkeit	-	
Quell-/ Schrumpfanfälligkeit	-	
Erdfallanfälligkeit	-	
Verwitterungsanfälligkeit	o	
Organischer Anteil	-	

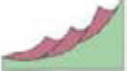

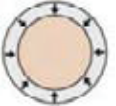





Tuffsteinwand in Weibern / Osteifel
(Foto A. Wehinger, 2003)

Anhang 16

Ingenieurgeologische Klasse 16: Vulkanische Tuffe, verwittert

Hauptgruppe: Halfestgestein
<p>Beschreibung: Diese Klasse besteht aus vulkanischen Tephren aus dem Präquartär, die bereits chemisch verwittert sind und Tonmineral-Neubildungen aufweisen. Dabei handelt es sich vor allem um Drei-Schicht- oder Mixed-Layered-Tonminerale, wie Montmorillonit, die eine starke Rutschungs- und Quell-/ Schrumpfanfälligkeit aufweisen. Bei Wasserzutritt kann die Scherfestigkeit stark verringert sein.</p>
<p>Einheiten der Generallegende (Beispiele): Rhyolithischer Tuff 5 (ID 264 Folge 6369) Basaltischer Tuff des Westerwaldes (ID 1209 Folge 2820) Gaugrehweiler-Tuff-Bank (ID 244 Folge 6740)</p>
<p>Bodenklasse nach DIN 18300: 4</p>
<p>Bodengruppen nach DIN 18196: TA, UA, OT, OU</p>
<p>Verbreitung: Die tonig verwitterten Tuffe kommen sowohl in den Tertiär-Ablagerungen des Westerwaldes als auch dem Rotliegenden des Saar-Nahe-Beckens vor.</p>

Untergrundgefahr	Regeleigenschaft	
Rutschungsanfälligkeit	++	
Setzungsanfälligkeit	+	
Quell-/ Schrumpfanfälligkeit	++	
Erdfallanfälligkeit	-	
Verwitterungsanfälligkeit	++	
Organischer Anteil	-	



Tonig verwitterter Tertiär-Tuff aus Girod / Westerwald (Foto A. Wehinger, 2007)

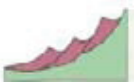







Verwitterter Tuff aus Elkenroth / Westerwald (Foto A. Wehinger, 2008)

Anhang 17

Ingenieurgeologische Klasse 17: Tonschiefer und Phyllite

Hauptgruppe: Festgestein
Beschreibung: In dieser Klasse werden Ton- bis Siltschieferformationen ohne besondere Einschaltungen von gröberem Sedimentgesteinen zusammengefasst. Hierzu gehören insbesondere die sog. Hunsrückschiefer des Unterdevons. Die Schieferung ist sehr engständig und deren Flächen stellen Angriffsflächen für Verwitterung dar und können als Gleit- und Bruchflächen fungieren. Hierdurch resultiert eine große Rutschungsanfälligkeit.
Einheiten der Generallegende (Beispiele): Hunsrückschiefer-Gruppe (ID 775 Folge 8000) Hahnenbach-Gruppe, ungegliedert (ID 887 Folge 8000) Kirn-Phyllit, ungegliedert (ID 1128 Folge 8000) Rupbach-Schiefer (ID 1257 Folge 8000)
Bodenklasse nach DIN 18300: 6, 7
Bodengruppen nach DIN 18196: -
Verbreitung: Die Gesteine dieser Klasse kommen insbesondere im Bereich Mittelmosel und Mittelrhein (Rheinisches Schiefergebirge) sowie im Bereich der Hunsrücksüdrandstörung vor.

Untergrundgefahr	Regeleigenschaft	
Rutschungsanfälligkeit	+	
Setzungsanfälligkeit	-	
Quell-/Schrumpf-anfälligkeit	-	
Erdfall-anfälligkeit	-	
Verwitterungsanfälligkeit	o (+)	
Organischer Anteil	-	

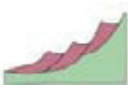

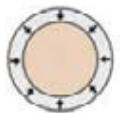





Tonschiefer-Gewinnung in Mayen (Dachschiefer)
(Foto A. Wehinger, 2016)

Anhang 18

Ingenieurgeologische Klasse 18: Sedimentäre Festgesteins-Wechselfolgen

Hauptgruppe: Festgestein
<p>Beschreibung: Die Klasse umfasst sedimentäre Festgesteine (Ton-, Silt- und Sandsteine) in Wechsellagerung. Die Schichtflächen sind mögliche Gleitflächen, insbesondere bei wasserdurchlässigen Schichten (z.B. Sandstein) auf wasserundurchlässigen, tonigen Schichten.</p>
<p>Einheiten der Generallegende (Beispiele): Hermeskeil-Schichten (ID 369 Folge 8000) Oberems, ungliedert (NE Moselmulde) (ID 685 Folge 8000) Nellenköpfchen-Formation (ID 751 Folge 8000) Bendorf-Formation (ID 758 Folge 8000) Isenburg-Formation (ID 762 Folge 8000)</p>
<p>Bodenklasse nach DIN 18300: 6, 7</p>
<p>Bodengruppen nach DIN 18196: -</p>
<p>Verbreitung: Die Einheiten dieser Klasse kommen sowohl im Rheinischen Schiefergebirge als auch im Saar-Nahe-Becken vor und nehmen große Teile der Landesoberfläche ein.</p>

Untergrundgefahr	Regeleigenschaft	
Rutschungsanfälligkeit	○	
Setzungsanfälligkeit	-	
Quell-/ Schrumpfanfälligkeit	○	
Erdfallanfälligkeit	-	
Verwitterungsanfälligkeit	○ (+)	
Organischer Anteil	-	

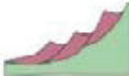

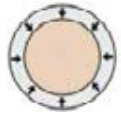



Quarzit im Wechsel mit Tonschiefer bei Pohl (Rhein-Lahn-Kreis)
(Foto A. Wehinger, 2007)

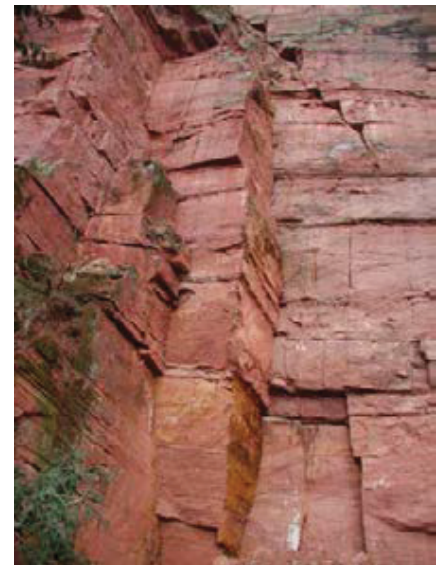


Anhang 19

Ingenieurgeologische Klasse 19: Sandsteine, Quarzite, Konglomerate

Hauptgruppe: Festgestein
<p>Beschreibung: In diese Klasse fallen grobkörnige Sedimentgesteine einschließlich deren metamorphe Umwandlungsprodukte. Dies sind insbesondere Sandsteine, Konglomerate und Quarzite. Quarzite sind monomineralisch und sind besonders feste Gesteine. Die genannten Gesteine weisen in der Regel sehr günstige Eigenschaften auf. Allerdings können im Versagensfall besonders große Sturzkörper entstehen.</p>
<p>Einheiten der Generallegende (Beispiele): Engelsberg-Subformation (ID 274 Formation 7040) Trifels-Schichten (ID 2093 Folge 5945) Kreuznach-Formation (ID 224 Folge 6317) Unterer Taunusquarzit (ID 889 Folge 8000)</p>
<p>Bodenklasse nach DIN 18300: (6-7)</p>
<p>Bodengruppen nach DIN 18196: -</p>
<p>Verbreitung: Sandsteine des Buntsandsteins und Rotliegenden in der Trier-Bitburger Bucht, dem Pfälzer Wald und Saar-Nahe-Becken sowie Sandsteine und Quarzite des Rheinischen Schiefergebirges.</p>

Untergrundgefahr	Regeleigenschaft	
Rutschungsanfälligkeit	-	
Setzungsanfälligkeit	-	
Quell-/ Schrumpfanfälligkeit	-	
Erdfallanfälligkeit	-	
Verwitterungsanfälligkeit	-	
Organischer Anteil	-	

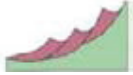

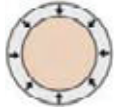





Sandsteine des Buntsandsteins in Trier
(Foto A. Wehinger, 2005)

Anhang 20

Ingenieurgeologische Klasse 20: Kalksteine, Dolomitsteine

Hauptgruppe: Festgestein
<p>Beschreibung: Diese Klasse umfasst Kalksteine, Kalkmergelsteine und Dolomitsteine, teilweise in Wechsellagerung miteinander. Die Festgesteine weisen prinzipiell sehr günstige Baugrundeigenschaften auf. Ausgenommen hiervon ist die Verkarstungsfähigkeit, so dass hieraus eine Erdfallanfälligkeit resultiert.</p>
<p>Einheiten der Generallegende (Beispiele): Wiesbaden-Formation (ID 141 Folge 2100) Rüssingen-Formation (ID 1 Folge 2105) Linguladolomit (ID Folge 5444) Stromberger Kalk (ID 888 Folge 8000) Massenkalk der Balduinstein-Formation (ID 2473 Folge 8000)</p>
<p>Bodenklasse nach DIN 18300: (6-)7</p>
<p>Bodengruppen nach DIN 18196: -</p>
<p>Verbreitung: Taunus, Westeifel, Trier-Bitburger Bucht, Mainzer Becken</p>

Untergrundgefahr	Regeleigenschaft	
Rutschungsanfälligkeit	-	(o) 
Setzungsanfälligkeit	-	
Quell-/ Schrumpfanfälligkeit	-	
Erdfallanfälligkeit	+	
Verwitterungsanfälligkeit	o	
Organischer Anteil	-	



Mitteldevon-Kalkstein des Taunus (Lahnmarmor)
(Foto A. Wehinger, 2004)









Tertiär-Kalkstein in Oppenheim
(Foto A. Wehinger, 2010)

Anhang 21

Ingenieurgeologische Klasse 21: Magmatische Festgesteine

Hauptgruppe: Festgestein
<p>Beschreibung: Zu dieser Klasse gehören Plutonite und Effusivgesteine. In Rheinland-Pfalz überwiegen mafische bis intermediäre Vulkanite, wie Basalte und Andesite / Kuselite. Daneben kommen auch Trachyte vor. Der Verbund ist mineralisch, mit einer ausgeprägten Kornbindung. Die zugehörigen Gesteine weisen in der Regel eine sehr hohe Festigkeit und Verwitterungsbeständigkeit auf und sind nicht von Lösungsvorgängen betroffen.</p>
<p>Einheiten der Generallegende (Beispiele): Diabas der Balduinstein-Formation (Lahntaler Schuppe) (ID 1259 Folge 8000) Lavaserie 1 (ID 289 Folge 7130) Basische Intrusiva (ID 293 Folge 7165) Trachyandesit des Westerwaldes (ID 1176 Folge 2795)</p>
<p>Bodenklasse nach DIN 18300: (6-)7</p>
<p>Bodengruppen nach DIN 18196: -</p>
<p>Verbreitung: Vulkanite im Rheinischen Schiefergebirge, im Saar-Nahe-Becken und im Pfälzerwald</p>

Untergrundgefahr	Regeleigenschaft	
Rutschungsanfälligkei	-	
Setzungsanfälligkei	-	
Quell-/ Schrumpfanfälligkei	-	
Erdfallanfälligkei	-	
Verwitterungsanfälligkei	- (+)	
Organischer Anteil	-	



Basalt des Tertiärs bei Linz am Rhein
(Foto A. Wehinger, 2009)