

# scriptum

Geowissenschaftliche

Arbeitsergebnisse  
aus Nordrhein-Westfalen

# online

# 23

## **Geogenetische Definitionen von Lockergesteinen in der Geologischen Kartieranleitung der Arbeitsgemeinschaft Geologie der Staatlichen Geologischen Dienste**



# **Geogenetische Definitionen von Lockergesteinen in der Geologischen Kartieranleitung der Arbeitsgemeinschaft Geologie der Staatlichen Geologischen Dienste\***

\*Arbeitsgruppe Geologie des Direktorenkreises der Staatlichen Geologischen Dienste und des Bund-Länder-Ausschusses Bodenforschung, bestehend aus Vertreterinnen und Vertretern der Staatlichen Geologischen Dienste der Bundesländer sowie der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe

**Zitierweise:** AG GEOLOGIE (2023): Geogenetische Definitionen von Lockergesteinen in der Geologischen Kartieranleitung der Arbeitsgemeinschaft Geologie der Staatlichen Geologischen Dienste. – scriptumonline, **23**: 56 S., 26 Abb., 2 Tab.; Krefeld.  
– [[https://www.gd.nrw.de/pr\\_bs\\_scriptumonline.htm](https://www.gd.nrw.de/pr_bs_scriptumonline.htm) – <scriptumonline-23\_2023-12.pdf>]

# Inhaltsübersicht

<b>1</b>	<b>Ausgangssituation und Bearbeitung der geogenetischen Definitionen</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Meeres- und Küstenablagerungen</b>	<b>6</b>
2.1	Einführungstext zu Meeres- und Küstenablagerungen	6
2.2	Beispieldatenblatt Meeres- und Küstenablagerungen/Küstenablagerungen/Strandablagerungen	8
<b>3</b>	<b>Fluss- und Seeablagerungen mit Vollformen</b>	<b>11</b>
3.1	Einführungstext zu Fluss- und Seeablagerungen mit Vollformen	11
3.2	Beispieldatenblatt Fluss- und Seeablagerungen mit Vollformen/Fluss- und Seeablagerungen/Flussablagerungen	13
<b>4</b>	<b>Gletscherablagerungen und glazigene Vollformen</b>	<b>17</b>
4.1	Einführungstext zu Gletscherablagerungen und glazigene Vollformen	17
4.2	Beispieldatenblatt Gletscherablagerungen und glazigene Vollformen/Gletscherablagerungen/Till/ Primärtill/Traktionstill	19
<b>5</b>	<b>Windablagerungen und Dünen</b>	<b>22</b>
5.1	Einführungstext zu Windablagerungen und Dünen	22
5.2	Beispieldatenblatt Windablagerungen und Dünen/Düne/Binnendüne	23
<b>6</b>	<b>Umlagerungsbildungen</b>	<b>26</b>
6.1	Einführungstext zu Umlagerungsbildungen	26
6.2	Beispieldatenblatt Umlagerungsbildungen/Frostbodenbildungen/Fließerde	28
<b>7</b>	<b>Höhlenablagerungen</b>	<b>31</b>
7.1	Einführungstext zu Höhlenablagerungen	31
7.2	Beispieldatenblatt Höhlenablagerungen/klastische Höhlenablagerungen/fluviatil-limnische Höhlenablagerungen	34
<b>8</b>	<b>Ausfällungsbildungen</b>	<b>37</b>
8.1	Einführungstext zu Ausfällungsbildungen	37
8.2	Beispieldatenblatt Ausfällungsbildungen/Eisen-/Mangan-Ausfällungen/Raseneisenstein	38
<b>9</b>	<b>Moorbildungen</b>	<b>41</b>
9.1	Einführungstext zu Moorbildungen	41
9.2	Beispieldatenblatt Moorbildungen/Anmoorbildung	42
<b>10</b>	<b>Verwitterungs- und Rückstandsbildungen</b>	<b>44</b>
10.1	Einführungstext zu Verwitterungs- und Rückstandsbildungen	44
10.2	Beispieldatenblatt Verwitterungs- und Rückstandsbildungen/Saprolit	45
<b>11</b>	<b>Anthropogene Bildungen</b>	<b>48</b>
11.1	Einführungstext zu Anthropogene Bildungen	48
11.2	Beispieldatenblatt Anthropogene Bildungen/Aufschüttungen und Aufspülungen/Halde	49
<b>12</b>	<b>Vulkanische Lockergesteine</b>	<b>51</b>
12.1	Einführungstext zu Vulkanische Lockergesteine	51
12.2	Beispieldatenblatt Vulkanische Lockergesteine/Pyroklastische Gesteine	52
<b>13</b>	<b>Fazit und Ausblick</b>	<b>54</b>
	<b>Impressum</b>	<b>56</b>

### **Kurzfassung:**

Die Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands (SGD) haben für die abgestimmte Erfassung geologischer Informationen in digitalen Fachinformationssystemen die Geologische Kartieranleitung ([www.geokartieranleitung.de](http://www.geokartieranleitung.de)) entwickelt. Der Teil der geogenetischen Definitionen der Lockergesteine wurde im Abschnitt *Fachliche Grundlagen > Genese und Geogenese > Geogenetische Definition > Lockergesteine* überarbeitet und kostenfrei zum Download bereitgestellt. Für elf verschiedene geologische Bildungsbereiche wurden insgesamt rund 200 geogenetische Definitionen erstellt, die nun im Internet recherchierbar und als Nachschlagewerk für Forschung, Lehre und Praxis nutzbar sind.

### **Abstract:**

The State Geological Surveys of Germany (SGD) have developed the Geological Mapping Guide ([www.geokartieranleitung.de](http://www.geokartieranleitung.de)) to systematize and coordinate the recording of geological information for digital information systems. As part of this effort a compilation of geogenetic definitions for unconsolidated rocks has been revised and extended in the section *Fachliche Grundlagen > Genese und Geogenese > Geogenetische Definition > Lockergesteine* and is now available for free download. A total of around 200 detailed geogenetic definitions have been established for 11 different geological formation areas, which can be researched on the internet and provide a useful tool for geological work in research, teaching and practice.

### **Schlüsselwörter:**

Geogenetische Definition, Lockergesteine, quartäre Kartiereinheiten, Geologische Kartieranleitung, Online-Portal, Arbeitsgruppe Geologie, Staatliche Geologische Dienste

### **Keywords:**

Geogenetic definition, unconsolidated rocks, Quaternary mapping units, Geological Mapping Guide, online portal, Geology Working Group, State Geological Surveys

# 1

## Ausgangssituation und Bearbeitung der geogenetischen Definitionen (STEUERWALD, K.; DÖLLING, M.)

Eine Vielzahl von Arbeiten und Produkten der Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands fußen auf den geologischen und bodenkundlichen Kartieranleitungen. Diese sind heute fast vollständig in Datenbankanwendungen umgesetzt und unterstützen die praktischen Arbeiten der Landesaufnahme mit vereinheitlichten methodischen Vorgehensweisen und Benennungen. Bereits 2002 begann dazu der Aufbau des Online-Portals der [Geologischen Kartieranleitung \(GeolKA\)](#). Das Portal gibt u. a. Hilfestellung für ein einheitliches Vorgehen bei der Aufnahme und Bewertung von Lockergesteinen nach lithologischen, petrographischen und paläontologisch-stratigraphischen Merkmalen, welche die Grundlage für Interpretationen zu Stratigraphie und Genese bilden. Die geogenetischen Definitionen dienen der Harmonisierung der u. a. für die Bezeichnung von quartären Kartiereinheiten wichtigen petro- und morphogenetischen Begriffen einschließlich der Semantik.

Im Jahr 1989 erschienen die *Geogenetischen Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1 : 25 000 (GK 25)* im Geologischen Jahrbuch, Reihe A, Heft 112 (HINZE et al. 1989). Der Bund-Länder-Ausschuss Bodenforschung (BLA-GEO) und der Direktorenkreis der Staatlichen Geologischen Dienste (DK) haben die Arbeitsgruppe Geologie (AG Geologie) mit der Überarbeitung der geogenetischen Definitionen und der Integration in die Geologische Kartieranleitung beauftragt. Nach über dreißig Jahren stehen nun mit der [Geologischen Kartieranleitung](#) inhaltlich erweiterte geogenetische Definitionen der Lockergesteine und relevanter Oberflächenformen auf aktuellem, wissenschaftlichem Niveau zur Verfügung.

Die Gesamtheit der ca. 200 geogenetischen Definitionen wird 11 Bildungsräumen verschiedener geologischer Ablagerungen und dazugehöriger geomorphologischer Begriffe zugeordnet. Diese sind in sich hierarchisch untergliedert. Den Bildungsräumen wurde ein Einführungstext vorangestellt. Durch Pfeile wird auf existierende geogenetische Definitionen hingewiesen, die in der Web-Anwendung verlinkt sind (z. B. → [Schmelzwasserablagerungen](#)).

Die ausführlichen Definitionen bestehen jeweils aus Texten, Literaturhinweisen, Tabellen, Abbildungen und Fotos und eignen sich somit auch für das Selbststudium. Die hierarchische Begriffsliste am Ende der Definitionen im PDF-Dokument gibt jeweils Auskunft zu Über-, Ober- und Unterbegriffen und erleichtert so die Einordnung der betrachteten Definition, die in Fettdruck dargestellt ist (diese Listen sind in den vorliegenden Beispielen nicht abgebildet). Die Liste weist darauf hin, dass untergeordnete Begriffe mit ausführlichen oder mit Kurzdefinitionen vorhanden sind. Sie kann darüber hinaus auch auf die Definition von Begriffen anderer Fachgebiete hinweisen.

Jede Einzeldefinition kann digital angezeigt oder als PDF abgerufen, gespeichert und ausgedruckt werden. Sie besitzt jeweils eine eindeutige persistente URL und kann darüber in andere digitale Systeme direkt eingebunden werden. Das Online-Portal der Geologischen Kartieranleitung ermöglicht die Aktualisierung der Definitionen sowie das Vorhalten der einzelnen Versionen (im betreffenden Datensatz unter „Vorgänger“). Zuerst angezeigt wird die aktuelle Version. In der Kopfzeile jedes PDF-Datenblattes ist die Hierarchie der Begriffe sichtbar, in der Fußzeile stehen jeweils der Stand der Bearbeitung, die aktuelle Seitenzahl und die Gesamtzahl der Seiten sowie das Datum der Druckausgabe. Zur Nutzung der Inhalte sind Zitiervorgaben und -hinweise auf der letzten Seite des PDF-Datenblattes vorhanden.

Im Folgenden wird für jeden Bildungsbereich beispielhaft der Einführungstext und **ein** Einzelbegriff dargestellt.

# 2 Meeres- und Küstenablagerungen

## 2.1 Einführungstext zu Meeres- und Küstenablagerungen

(SCHWARZ, C.; GRUBE, A.; KRIENKE, K.; OBST, K.) (überarbeitete Version, basierend auf STREIF & MENKE 1986 in: HINZE et al. 1989: 190 – 192)

### Einleitung

Meeresablagerungen werden nach einem Materialtransport im Meerwasser unter den Einflüssen von Schwerkraft, Strömungen und teilweise unter Seegangs-, Brandungs- und Gezeiteneinflüssen abgelagert. Bei den Küstenablagerungen kann zusätzlich der Wind einen großen Einfluss auf den Materialtransport haben. Die Ablagerungsräume der Nord- und der Ostsee unterscheiden sich dabei deutlich. Im küstennahen Bereich der Nordsee erfolgt der Materialtransport bevorzugt unter dem Einfluss von Gezeitenströmungen. In der fast gezeitenlosen Ostsee ist dagegen der Wind der wichtigste Antrieb für Meeresströmungen, die den Materialtransport bewirken. Zeitweilig können auch Dichteunterschiede, z. B. durch Differenzen beim Salzgehalt, Strömungen hervorrufen. Daneben haben auch Morphologie und Material der pleistozänen Bildungen einen nachhaltigen Einfluss auf Abtragung und Sedimentation im küstennahen Bereich. Für die Entstehung der beschriebenen Ablagerungen sind zudem die starken und relativ raschen Veränderungen des Meeresspiegels infolge von Klimaschwankungen des Quartärs von Bedeutung. Rückwirkungen dieser Klimaschwankungen reichten über veränderte Vorflutverhältnisse räumlich über den Küstenraum hinaus und beeinflussten mehr oder weniger weit auch die Ablagerungsprozesse im nicht marinen Hinterland. Zwischen den Meerwasser- und Süßwasserbereich schiebt sich eine unterschiedlich breite Brackwasserzone ein.

### Besonderheiten von Bildungsraum und -milieu sowie starke anthropogene Einflüsse

Die beschriebenen geogenetischen Definitionen des Meeres- und Küstenraums – es handelt sich ausschließlich um Sedimente und Formen des küstennahen Bereichs – lassen sich durch eine Differenzierung der Ablagerungsprozesse und der Dauer der Wasserbedeckung mehreren Sedimentationsräumen zuordnen. Der ständig vom Wasser bedeckte Bereich (Sublitoral) erstreckt sich an der Nordsee unterhalb der Linie des Mitteltideniedrigwassers, an der fast gezeitenfreien Ostsee unterhalb der Mittelwasserlinie (→ Marine Ablagerungen). Der Auftauchbereich (Eulitoral) umfasst die Zone zwischen der Mitteltideniedrig- und der Mitteltidehochwasserlinie. Dies ist an der deutschen Nordseeküste die breite Zone der im Gezeitenrhythmus überfluteten und trockenfallenden Watten (→ Wattablagerungen), für die es an der nahezu gezeitenfreien Ostseeküste kein Gegenstück gibt. Der oberhalb der Mitteltidehochwasser- bzw. der Mittelwasserlinie liegende Bereich (Supralitoral) wird nur gelegentlich bei hohen Wasserständen überflutet. Zu dieser Zone gehört der meistens nur spärlich bewachsene trockene Sandstrand an den Nordsee- und Ostseeküsten (→ Strandablagerungen). Eine Sedimentablagerung durch Wasser findet hier nur noch bei kurzdauernden, seltenen Ereignissen (z. B. Sturmfluten bzw. Sturmhochwasser) statt. Eine anthropogene Beeinflussung der natürlichen Sedimentation findet sich bereits vor der Bedeichung, z. B. durch die Zerstörung von Auenwäldern entlang des Unterlaufs der Flüsse, oder durch die Anlage von künstlich erhöhten Wohnhügeln, den Wurten oder Warften. Durch Deichbauten und Entwässerung ist später die ehemals weit auseinandergezogene Übergangszone zwischen Meer und Land stark eingeengt worden. Deshalb fehlen für einige zu diesem Sedimentationsraum gehörige und vor der Bedeichung flächenhaft verbreitete geogene Einheiten die rezenten Gegenstücke. Dies gilt für einen Teil der → brackischen, insbesondere für

→ lagunäre Ablagerungen. Küstenablagerungen, die heute durch die Bedeichung dem Gezeiten- und Brackwassereinfluss entzogen und in ihrem oberflächennahen Bereich vom Menschen mehr oder minder stark verändert worden sind, werden als → Marsch bezeichnet.

Bei der Beschreibung und Klassifizierung der Meeres- und Küstenablagerungen werden ganz verschiedenartige Unterscheidungskriterien herangezogen. Diese können z. B. vorwiegend morphologischer Natur sein (→ Strandwall) oder hydrologisch-sedimentologisch-biologisch begründet sein (→ Wattsedimente), sie können Vegetationsbestände einbeziehen (→ Auenwaldsedimente) oder auch Salzgehaltsunterschiede angeben (→ Brackwasserablagerungen). Die genannten Unterscheidungskriterien machen deutlich, dass die so definierten Faziesseinheiten sich zumindest teilweise überschneiden müssen. Für die geogenetische Zuordnung der Ablagerungen wurden bevorzugt makroskopisch erkennbare Merkmale verwendet, die auch in Bohrungen und Aufschlüssen und damit bereits während der Geländearbeiten erkennbar und abgrenzbar sind. Dazu gehören die Korngrößenverteilung, Art und Menge organischer Substanz, Sedimentstrukturen, Fossilien, Bioturbationen, Kalkgehalt etc.

## **Modifikation der geogenetischen Definitionen für den Meeres- und Küstenbereich**

Im Vergleich zu HINZE et al. (1989) haben sich Änderungen in der Zuordnung von Fachbegriffen zur Gruppe der Meeres- und Küstenablagerungen ergeben. Während in HINZE et al. (1989) zum Beispiel „Küstendünen“ aufgrund ihres Ablagerungsraumes noch den Meeres- und Küstenablagerungen zugeordnet wurden, sind sie jetzt aufgrund ihrer Genese den Windablagerungen zugeordnet. Neu hinzugekommen sind Fachbegriffe aus dem Küstenbereich der Ostsee, die dort bekannte charakteristische Ablagerungen und Formen beschreiben (z. B. → Haken, → Nehrung).

Grundsätzlich beziehen sich die in den geogenetischen Definitionen beschriebenen Fachbegriffe ausschließlich auf die Ablagerungen, Bildungen und Formen, die bereits bei der Geländearbeit erkannt und gegeneinander abgegrenzt werden können und die auf den geowissenschaftlichen Kartenwerken der Staatlichen Geologischen Dienste (SGD) Deutschlands ausgehalten werden. Es ist den Autoren bewusst, dass es darüber hinaus eine Vielzahl weiterer geogenetischer Fachbegriffe aus dem Meeres- und Küstenbereich gibt, die jedoch in dieser Zusammenstellung aufgrund der oben genannten Rahmenbedingungen nicht berücksichtigt werden konnten.

### Literatur:

- HINZE, C.; JERZ, H.; MENKE, B.; STAUDE, H. (1989): Geogenetische Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1 : 25 000 (GK 25). – Geologisches Jahrbuch, A112: 243 S.; Hannover.
- STREIF, H.; MENKE, B. (1986): Meeres- und Küstenablagerungen. – In: HINZE, C.; JERZ, H.; MENKE, B.; STAUDE, H. (1989): Geogenetische Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1 : 25 000 (GK 25). – Geologisches Jahrbuch, A 112: 190 – 192; Hannover.

## 2.2 Beispieldatenblatt Meeres- und Küstenablagerungen/Küstenablagerungen/Strandablagerungen

[Link zur Webseite](#)

GeolKA-ID:	17
GeolKA-Kürzel:	st
<b>Bezeichnung:</b>	<b>Strandablagerungen</b>
Kategorisierung:	geomorphologisch, petrogenetisch
<b>Englischer Begriff:</b>	beach deposits
<b>Synonyme:</b>	Strandsand, -kies
<b>Überbegriff:</b>	Küstenablagerungen
<b>Unterbegriffe:</b>	Strandwall Strandseife Haken Nehrungen

### Zusammensetzung/Merkmale

Strandablagerungen bestehen aus Fein- bis Mittelsand, teilweise auch aus Grobsand und Kies. Im Bereich der Ostseeküste kommen stellenweise auch Steine und vereinzelt Findlinge vor. Die Sedimentation erfolgte in Schichtpaketen, die seewärts flach (4° bis 6°) einfallen und durch sehr flache Diskordanzen voneinander getrennt werden. Lagenweise tritt steile, in landwärtiger Richtung einfallende Schrägschichtung auf. Die Sedimente zeigen häufig Anreicherungshorizonte von Schwermineralen sowie gröbere Lagen mit z. T. eingestreutem Molluskenschill und gelegentlich auch Schillpflaster. Von untergeordneter Bedeutung sind dünne Lagen mit Pflanzendetritus und Torf- bzw. Holzgeröll.

### Entstehung

Strandablagerungen entstehen im Brandungsbereich von Nord- und Ostsee. Sie werden an der Nordsee überwiegend zwischen den Linien des Mitteltideniedrigwassers (MTnw) und dem Bereich der mittleren Sturmfluthöhen (Springfluten) gebildet. An der Ostsee wird die Sedimentation im Strandbereich hauptsächlich vom Wind gesteuert, der die Wellenbewegung beeinflusst.

Zu unterscheiden ist der nasse Strand unterhalb der Mitteltidehochwasserlinie (MThw) an der Nordsee bzw. unterhalb der Mittelwasserlinie an der Ostsee sowie der trockene Strand oder Hochstrand oberhalb bis zum Dünenfuß. Der trockene Strand wird nur bei Spring- oder Sturmfluten vom Wasser erreicht und ist vorwiegend äolischen Prozessen ausgesetzt, die ein Aufkommen der Vegetation verhindern. Eine Schwerentrennung von Materialbestandteilen führt lokal zu Anreicherungen von Schwermineralen (→ Strandseife), Molluskenschill oder pflanzlichem Detritus. Infolge von Windausblasung können Schillpflaster entstehen.

Durch die Schwapp- und Rückschwapp-Bewegungen der am Strand auslaufenden Wellen entstehen die seewärts flach einfallenden Pakete aus laminiertem Sand. Die steil landwärts einfallenden Schrägschichten bilden sich dagegen an der Stirn von Strandriffen, die unter dem Einfluss von Seegang und Brandung auf den Strand aufwandern oder parallel zum Strand bzw. in dessen Fortsetzung verlagert werden.

<b>Bildungsprozess:</b>	Sedimentation, klastisch, gravitativ, äolisch
<b>Bildungsraum:</b>	litoral (eulitoral bis supralitoral), intertidal bis supratidal
<b>Bildungsmilieu:</b>	sedimentär, marines Bewegtwasser

## Abgrenzung gegen Nachbarbegriffe

→ Strandwall = wallartige Sand- und Kieskörper oberhalb der Mitteltidehochwasserlinie (Nordsee) bzw. der Mittelwasserlinie (Ostsee)

## Anmerkungen

Die Grenze zwischen Strandablagerungen, → Küstenablagerungen und → marinen Ablagerungen ist teilweise fließend. In Zweifelsfällen sollte immer der Überbegriff verwendet und nur bei eindeutigen lithologischen Merkmalen der stärker spezifizierte Begriff gewählt werden.

## Literatur:

- GEHRT, E.; BENNE, I.; EILERS, R.; HENSCHER, M.; KRÜGER, K.; LANGNER, S. (2013): Das Landschafts- und Bodenentwicklungsmodell der niedersächsischen Marschen für die Geologische Karte und Bodenkarte 1 : 50 000. – Siedlungs- und Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet (SKN), 36: 31 – 47; Rahden/Westfalen.
- KÖRNER, B. (1955): Die Sinkstoffe der Küstengewässer. – Die Küste, 4: 5 – 51; Heide i. Holstein
- REINECK, H.-E. (1984): Aktuogeologie klastischer Sedimente. – 348 S.; Frankfurt a. M. (Kramer).
- REINECK, H.-E.; SINGH, I. B. (1980): Depositional Sedimentary Environments. 2<sup>nd</sup> edition. – 551 p.; Berlin, Heidelberg, New York (Springer).
- SCHÄFER, A. (2020): Klastische Sedimente – Fazies und Sequenzstratigraphie. 2. Aufl., 684 S.; Berlin (Spektrum Springer).
- SPONAGEL, H.; GIANI, L.; GEHRT, E. (2009): Die Strandböden der Ostfriesischen Inseln. – Tagungsbeitrag zu: Sitzung der Kommission V der DBG – Jahrestagung 2009; Bonn (Berichte der DBG <http://www.dbges.de>).

## Bearbeitung:

Erstbearbeitung: STEPHAN, H.-J.; STREIF, H. (1986)

Überarbeitung: SCHWARZ, C.; KAUFHOLD, H.; OBST, K.; GRUBE, A.; MEINSEN, J. (2020)

# Abbildungen



Abb. 1: Strandablagerungen mit Seeigel- und Muschelschalen auf der Insel Norderney (Niedersachsen; Foto: J. EHLERS, 2012)



Abb. 2: Kiesstrand an der Ostseeküste von Rügen (Mecklenburg-Vorpommern; Foto: C. SCHWARZ, 2011)

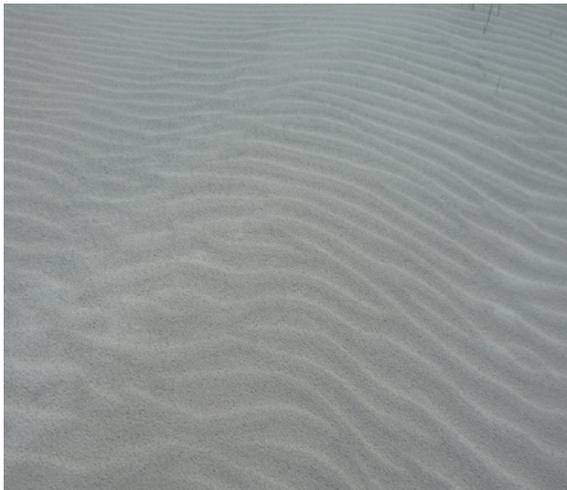


Abb. 3: Strandsand mit Kleinrippeln auf der Nordseeinsel Schiermonnikoog (Niederlande; Foto: C. SCHWARZ, 2010)



Abb. 4: Profil in Strandablagerungen (Profilhöhe circa 0,5 m) auf der Insel Baltrum (Niedersachsen; Foto: E. GEHRT, 2008)



Abb. 5: Trockener Strand mit äolischen Verwehungen auf der Insel Baltrum (Niedersachsen; Foto: E. GEHRT, 2008)

# 3 Fluss- und Seeablagerungen mit Vollformen

## 3.1 Einführungstext zu Fluss- und Seeablagerungen mit Vollformen

(DOPPLER, G.; FRANZ, M.)

### Einleitung

Ein wesentlicher Teil der Lockergesteins-Ablagerungen wurde und wird vom und im Wasser abgesetzt. Neben dem großen marinen Ablagerungsraum geschieht das in den beiden kontinentalen Ablagerungsbereichen der Flüsse und der Seen. Sie sind hier zusammengefasst, da sie nicht immer deutlich zu trennen sind und auch in enger Nachbarschaft auftreten, z. B. bei → Deltaablagerungen oder Altwasserarmen. Der fluviatile Bereich umfasst dabei neben den Flüssen auch alle kleineren fließenden Gewässer, also Bäche und kleinere dauerhafte Gerinne. Im lakustrinen Bereich sind neben den Seen auch kleinere stehende Gewässer wie Weiher, Tümpel oder Altwasser erfasst.

Zu den → Flussablagerungen werden alle Lockergesteine gerechnet, die durch fließendes Wasser transportiert und im Flussbett, in dessen Randbereich oder bei Hochwasserereignissen im Überflutungsbereich abgelagert wurden. Den Flussablagerungen untergeordnet sind hier auch die → Schmelzwasserablagerungen von Gletscherabflüssen, die einen Großteil der Flussablagerungen bilden und während der besonders ablagerungsintensiven Kaltzeiten entstanden.

Als → Seeablagerungen werden hingegen die in einem stehenden oder sehr langsam fließenden Gewässer abgesetzten Lockergesteine betrachtet, an deren Entstehung in größerem Umfang oft auch Organismen beteiligt sind. Letzteres gilt nicht für die auch hier untergeordneten → Beckenablagerungen, die aus Gletscher-Schmelzwässern abgesetzt wurden.

Eine Zwischenstellung nehmen → Deltaablagerungen ein, deren Sedimente durch Flüsse transportiert, aber erst am Übergang in ein stehendes Gewässer abgesetzt wurden. Sie werden hier den Flussablagerungen zugeordnet, da in geologischen Karten vor allem die noch deutlich fluviatil geprägten Übergangsschichten (Topsets), ggf. auch noch die Ablagerungen des Deltahangs (Foresets) als Deltaablagerungen dargestellt werden, aber nicht mehr die feinkörnigen Basisschichten (Bottomsets), die zu den Seeablagerungen zählen.

### Konsequente Trennung von petrogenetischen und geomorphologischen Begriffen

Morphologische Vollformen aus dem fluviatilen und lakustrinen Bereich werden unter dem Überbegriff „Morphologische Formen von Fluss- und Seeablagerungen“ zusammengefasst und getrennt von den Ablagerungen geführt. Mit Ausnahme der → Deltas mit den typischen Gefügen ihrer Ablagerungen wurde bei den übrigen Vollformen auf eine Berücksichtigung eigener Begriffe für die zugehörigen Ablagerungen verzichtet, da zumeist die Kombination der morphologischen Bezeichnung mit einer allgemeineren Bezeichnung der Ablagerung genügt. Entsprechend geschieht auch die Handhabung in Geologischen Karten, wo die morphologische Form meist lediglich als Übersignatur die Flächendarstellung ergänzt. Oft beschränkt sich die Darstellung auch auf eine lineare morphologische Symbolik (z. B. „Terrassenkante“) oder wenn der zugehörige Sedimentkörper für eine Darstellung zu schmal ist (z. B. → Uferwall).

## Unterschiede zu den geogenetischen Begriffen in Hinze et al. (1989)

Abweichend von HINZE et al. (1989) wurden → Fluss- und Seeablagerungen in einer Großgruppe zusammengefasst, die Gliederung des Bereichs und einzelne Begriffsfassungen vereinfacht bzw. dem aktuellen Gebrauch angepasst. Es erfolgt keine lithologische Differenzierung der jeweiligen Ablagerungen nach Korngrößen mehr (z. B. → Seeablagerungen anstelle von Seeton, Seeschluff, Seesand; → Vorschüttablagerungen anstelle von Vorstoßschotter, Vorschüttsand, -kies) sowie keine Unterscheidung nach Zusammensetzung mit jeweils eigenen Datenblättern (z. B. → Mudde anstelle von Torf-, Leber-, Kalkmudde usw.). Zudem wurde eine eindeutige Trennung von Ablagerungen und morphologischen Formen durchgeführt.

Die Bezeichnung „Bach- und Flussablagerungen“ wurde auf → Flussablagerungen vereinfacht. Die jeweiligen Absätze von Gletscherschmelzwässern sind als → Beckenablagerungen den → Seeablagerungen bzw. als → Schmelzwasserablagerungen (in Flüssen) den → Flussablagerungen untergeordnet. Den Schmelzwasserbildungen wurden → Seeablagerungen, warmzeitlich oder periglazial bzw. → Flussablagerungen, warmzeitlich oder periglazial gegenübergestellt, für die teilweise deutlich abweichende Eigenschaften gelten.

Die Bezeichnung „Mündungs-Schwemmfächerablagerung“ wurde auf → Mündungsfächerablagerung vereinfacht, da hier die fächerförmigen Ablagerungen im Mündungsbereich permanenter Fließgewässer gemeint sind, nicht aber die fächer- bis kegelförmigen fluvialen Ablagerungen an der Mündung meist kürzerer Talkerben aus periodischen oder episodischen Abflussereignissen (→ Umlagerungsbildungen).

Die → Deltaablagerungen wurden dem Flussbereich zugeordnet. Hierfür ausschlaggebend waren die bereits oben genannten Gründe sowie die Möglichkeit, dann auf eine Differenzierung in marine und lakustrine Deltas zu verzichten.

Die morphologischen Formen wurden teils ergänzt, teils umgestellt. So werden die nur im Gletscherbereich verbreiteten, nie ohne ehemaligen Eiskontakt auftretenden Formen von Schmelzwasserablagerungen, → Os, → Kame und die neu aufgenommene → Kamesterrasse bei den → glazigenen Vollformen geführt.

Die Bezeichnungen → Sander und → Flussterrasse werden hier rein als morphologische Bezeichnungen geführt. Die Form des Sanders ist dabei eindeutig mit → Schmelzwasserablagerungen verbunden, während die (Fluss-)Terrasse sowohl Schmelzwasserablagerungen als auch Flussablagerungen (warmzeitlich oder periglazial) überprägen kann.

Da ein → Uferwall an Flüssen oder Seen (dort auch „Strandwall“) kaum eine Breite erreicht, die auch auf geologischen Karten als Fläche dargestellt werden könnte, wurde hier nur die morphologische Form berücksichtigt, nicht die zugehörigen Ablagerungen.

### Literatur:

- ASLAN, A. (2013): Fluvial Environments – Sediments. – In: ELIAS, S. A. & MOCK, C. J. [Hrsg.]: Encyclopedia of Quaternary Science. – 2. Aufl., Volume 1: 663 – 675; Amsterdam (Elsevier).
- HINZE, C.; JERZ, H.; MENKE, B.; STAUDE, H. (1989): Geogenetische Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1 : 25 000 (GK 25). – Geologisches Jahrbuch, A 112: 243 S.
- SCHÄFER, A. (2020): Klastische Sedimente – Fazies und Sequenzstratigraphie. 2. Aufl., 684 S.; Berlin (Spektrum Springer).

## 3.2 Beispieldatenblatt Fluss- und Seeablagerungen mit Vollformen/ Fluss- und Seeablagerungen/Flussablagerungen

### [Link zur Webseite](#)

GeolKA-ID:	71
GeolKA-Kürzel:	f
<b>Bezeichnung:</b>	<b>Flussablagerungen</b>
Kategorisierung:	petrogenetisch
<b>Englischer Begriff:</b>	fluvial sediments/deposits
<b>Synonyme:</b>	fluviale Ablagerungen/Sedimente; Flussaufschüttungen (zur Weiterverwendung nicht empfohlen)
<b>Überbegriff:</b>	Fluss- und Seeablagerungen
<b>Unterbegriffe:</b>	Schmelzwasserablagerungen Flussablagerungen, warmzeitlich oder periglazial

### Zusammensetzung/Merkmale

Flussablagerungen setzen sich je nach Faziesbereich aus fein- bis grobklastischen Sedimenten in unterschiedlichen Mischungsverhältnissen zusammen. Häufig handelt es sich um fluviatile Sequenzen, die mit Grobschüttungen beginnen und mit feinklastischen Sedimenten abschließen. Durch häufige Wechsel von Erosion und Akkumulation sind meist nur Ausschnitte dieser Sequenzen erhalten. In einer Abfolge von Flussablagerungen können sich diese Sequenzen mehrfach wiederholen.

Je nach Transportweg und Härte des Ausgangsgesteins treten in grobkörnigen Flussablagerungen mehr oder weniger gerundete, selten auch schwach kantengerundete Kieskomponenten auf. Je nach fluviatiler Faziesarchitektur sind Sortierung und Schichtung in Form von Horizontal-, Kreuz- oder Schrägschichtung typisch. Diese Schüttungstypen lösen sich horizontal und vertikal häufig kleinräumig ab. Aus der Einregelung von Kieskomponenten kann die Fließrichtung des fluviatilen Systems abgeleitet werden.

Flussablagerungen können durch drei Faziestypen beschrieben werden:

- a) **Geröll-, Roll- oder Bodenfrachtfazies** (bedload facies)
- b) **Mischfrachtfazies** (mixed load facies)
- c) **Suspensionsfrachtfazies** (suspension load facies)

a) **Geröllfrachtfazies** besteht aus einem grobkörnigen, breiten Schotter- und Kieskörper mit wenig oder ohne Feinmaterial (Sohlpflaster) ohne Korngrößentrends im Profil. Die Fazies zeigt flache Foresets, planar bis planar-schräggeschichtet. Gerölle sind gekippt eingeregelt. In distaler Position zeigen sich geringere Korngrößen bei etwas breiterem Korngrößenspektrum, Groblagen an der Schichtbasis, fining-up Gradierung innerhalb der Schichten, planare bis leicht trogförmige Schrägschichtung. Vereinzelt tritt auch Rippelschichtung im oberen Teil einer Ablagerungssequenz auf, die meist wieder durch eine Groblage überdeckt wird.

b) **Mischfrachtfazies** zeigt ein breites Korngrößenspektrum: Es wird sowohl Kies und Sand am Rinnenboden mitgeführt als auch Feinsediment in Suspension. Somit zeigt das Profil immer fining-up Zyklen, die von groben Rinnensedimenten über mittelkörnige Sande bis hin zu Feinklastika der Überflutungsflächen reichen. Im distalen Milieu unter geringeren Transportgeschwindigkeiten überwiegen die Feinsedimente im proximalen Bereich die Grobklastika. Typisch sind Point-bar-Abfolgen, welche die Sedimentation von der Rinnenbasis über den Gleithang zur Aue hin abbilden: unten eine Basis-

Groblage, gefolgt von planar geschichtetem Sand, dann trogförmig bis planar-schräggeschichtetem Sand; darüber oft trogförmig-schräggeschichtete Sande, teils mit Rippelschichtung, die in planare, schluffig-tonige Decksedimente (overbanks) übergehen können. Linsenschichtung (Sandlinsen in Feinsedimenten) ist ebenso möglich. Solche Abfolgen können mehrfach übereinandergeschichtet sein (verbunden mit teilweiser Aufarbeitung der oberen Lagen), oder mit Feinsedimenten der Aue wechsellagern. Letztere sind planar geschichtet oder ungeschichtet, können Lagen von Fossilien, organischem Detritus, Wurzelhorizonte, auch Mudden oder Torfe aus abgeschnürten Altwasserarmen enthalten oder von meist sandigen Dammbrech-Lagen (crevasse splay) unterbrochen sein.

c) Bei der **Suspensionsfrachtfazies** dominieren Feinsande, Schluffe und Tone, die aus gleichmäßig und langsam fließendem Wasser abgesetzt werden. Die Sedimente sind meist ungeschichtet oder horizontal geschichtet, Kies fehlt, Sand kennzeichnet die Rinnenbasis, oft in aggradierenden Lagen mit planarer oder trogförmiger Schichtung, die nach oben in Rippelschichtung übergehen kann. Fossilien können sowohl in Rinnensedimenten als auch in Hochflutsedimenten enthalten sein; Pflanzendetritus oder humose Anteile sind häufig. In lateral weit aushaltenden, dünn-schichtigen Hochflutlagen (overbank fines) können Horizonte mit Wurzelspuren und Mudde- bis Torflagen auftreten. Die Feinklastika der Auen überwiegen im Profil. Sie sind teilweise pedogen überprägt.

## Entstehung

**Geröll-, Roll- und Bodenfrachtfazies (a):** Bei starkem Längsgefälle in proximaler Position entwickeln sich breite und flache Flussbetten. Innerhalb des recht stabilen Flussbetts fließt das Wasser in sich ständig verlagernden, jedoch gering gebogenen Rinnen ab, zwischen denen die grobkörnige Geröllfracht in vielen flachen Barren (verschiedene Typen von Kiesbänken, kleine Inseln) liegen bleibt. Deren Weite/Tiefe-Quotient liegt bei  $> 40$ . Feinklastisches Material wird ausgespült. Häufig sind longitudinale Barren parallel zur Strömungsrichtung (RUST 1972; COLLINSON 1986), mit trogförmiger und planarer Schrägschichtung. Am stromabwärtigen Ende der Kiesbarren kommt es zur Eintiefung (scour pools). Die einzelnen Barren migrieren lateral und langsam flussabwärts. Mit abnehmendem Gefälle (Richtung distal) nimmt die Korngröße der Geröllfracht insgesamt ab, die Breite des Korngrößenspektrums zu, weil die Abflussdynamik stark schwankt. Die Kies- und Sandbarren liegen schräg bis quer zur Fließrichtung (transversale und longitudinale Barren) und lagern vorwiegend lateral an, die Sedimentation bleibt aber hauptsächlich auf das Flussbett beschränkt.

**Mischfrachtfazies (b):** Bei mittlerem Längsgefälle entstehen stabile, mehr oder weniger stark gekrümmte Flussläufe (mäandrierende Flüsse), die nur eine einzelne Rinne haben. Diese Rinne verlagert sich lateral, indem am Prallhang erodiert wird, wohingegen am Gleithang sedimentiert wird. Dadurch bewegt sich die Rinne lateral zur Fließrichtung durch die Auen. Je nach durchschnittlicher Transportkraft und Ablagerungsraum überwiegen die Rinnen- (eher proximal) oder die Auen- bzw. Hochflutsedimente (eher distal).

Die Transportkraft des Flusses wechselt je nach Position in der Rinne: An der Basis sind die Fließgeschwindigkeiten hoch, ebenso am Steilufer des Prallhangs, dagegen am Ufer des Gleithangs gering. Durch die Erosion am Prallhang und das Wandern der Rinnen kann es zum Durchbrechen einzelner Mäander kommen, sodass stillgelegte Rinnenabschnitte als Altarme bzw. Altwasser(seen) (oxbow lakes) übrigbleiben. In diesen abgeschnürten Stillgewässern wird nur noch Feinsediment abgesetzt, sie verlanden langsam, es entstehen Tümpel und Sümpfe.

**Suspensionsfrachtfazies (c):** Bei geringem Längsgefälle in distaler Position entwickeln sich aus stark gebogenen Mäandern Flussläufe mit netzförmig verbundenen Rinnen (anastomosierender Fluss), die sehr weite Ebenen durchströmen. Die einzelnen Rinnen sind sehr stabil, die Fließgeschwindigkeit ist gering. Im Verhältnis zur Breite sind die Rinnen tief (Weite/Tiefe-Quotient  $< 10$ ).

Die Erosionskraft in den Flussrinnen ist sehr gering, sodass Sedimentation auch an der Gerinnesohle stattfinden kann (Aggradation) und meist die Rinnen begrenzende Uferwälle (levee) ausgebildet sind. Bricht ein solcher Wall bei hoher Wasserführung, wird meist sandiges Material in die Auen gespült. Es bilden sich kleine sandige Fächer aus Dammbrech-Sedimenten (crevasse splay), während es bei normal starken, häufig auftretenden Überflutungen der breiten Auenflächen zur Ablagerung von Schluff- und Tontrübe kommt (overbank fines). Zwischen den Rinnen gibt es häufig Sumpfbereiche mit entsprechend anoxischen Verhältnissen im Sediment (Bildung von anmoorigen Ablagerungen bis Torf).

<b>Bildungsprozess:</b>	fluvial, durch Überflutung (alluvial)
<b>Bildungsraum:</b>	fluviatil, Überschwemmungsbereich, Uferstrand eines Fließgewässers, Bett eines Fließgewässers, Uferbank
<b>Bildungsmilieu:</b>	fluviatiles Stillwasser, fluviatiles Bewegungswasser

### Abgrenzung gegen Nachbarbegriffe

→ Seeablagerungen sind meist feinkörnig und weisen – soweit warmzeitlich – oft höhere Gehalte an organischer Substanz oder biogenen Resten auf. Flussablagerungen verzahnen sich im Übergangsbereich zu Seen mit limnischen Sedimenten.

### Anmerkungen

Die Bezeichnung Flussablagerungen soll als Überbegriff sämtliche fluviatilen Ablagerungen, einschließlich der Schmelzwasserablagerungen in Flüssen, umfassen und beinhaltet somit auch die Ablagerungen kleinerer Fließgewässer (Bachablagerungen).

**Geröll-, Roll- und Bodenfrachtfazies (a):** Flüsse, die durch Geröllfracht gekennzeichnet sind, bilden sich nahe des Liefergebiets in proximaler Position. Ebenso in intramontanen Tälern, wo durch Talweitung eine Verringerung der Transportdynamik zur Ablagerung des transportierten Materials führt. In Engtälern wird dagegen erodiert. Öffnet sich dagegen die Landschaft bei weiterhin starkem Gefälle, nehmen verflochtene Flüsse (braided river) oft den gesamten Talboden ein, weil durch die zwar wechselhafte, jedoch über die Zeit betrachtet stete Sedimentation die einzelnen Rinnen laufend zugeschüttet werden und so über den Talboden lateral migrieren.

Ein Extremfall ist ein Schichtflutereignis, wo in sehr kurzer Zeit so viel Wasser und Sediment angeliefert wird, dass es zu weiten Überschwemmungen kommt und in der Fläche die Grobklastika liegen bleiben, während alles feinere Material weggeschwemmt wird. Solche Ereignisse hinterlassen Kiesteppe.

Flusstypen, bei denen die Geröllfracht dominiert, werden als verflochtener Fluss, verzweigter Fluss, verwilderter Fluss oder auch als Zopfstrom (braided river) bezeichnet.

**Suspensionsfrachtfazies (c):** Flüsse, die durch Suspensionsfracht gekennzeichnet sind, bilden stark mäandrierende bis noch häufiger anastomosierende Rinnenläufe. Sie bilden sich in distaler Position, also weit weg vom Liefergebiet, bei sehr geringem Gefälle und nehmen inklusive ihrer Überflutungsflächen sehr weite Areale ein.

## Literatur:

- ASLAN, A. (2013): Fluvial Environments – Sediments. – In: ELIAS, S. A.; MOCK, C. J. [Hrsg.]: Encyclopedia of Quaternary Science, Volume 1: 663 – 675; Amsterdam (Elsevier).
- COLLINSON, J. D. (1986): Chapter 3, Alluvial Sediments. In: READING, H. G. [Hrsg.]: Sedimentary Environments and Facies: 20 – 62; Oxford (Blackwell).
- EINSELE, G. (1992): Sedimentary Basins: Evolution, Facies and Sediment Budget. – 628 S.; Heidelberg (Springer).
- GALLOWAY, W. E.; HOBDDAY, D. K. (1983): Terrigenous Clastic Depositional Systems. Application to Petroleum, Coal, and Uranium Exploration. – 423 S.; Heidelberg (Springer).
- HINZE, C.; JERZ, H.; MENKE, B.; STAUDE, H. (1989): Geogenetische Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1 : 25 000 (GK 25). – Geologisches Jahrbuch, A 112: 243 S.
- KLOSTERMANN, J. (2009): Das Klima im Eiszeitalter. – 260 S.; Stuttgart (Schweizerbart).
- LEWIS, G. L.; MADDY, D. (1999): Description and Analysis of Quaternary Fluvial Sediments: A Case Study from the Upper River Thames, UK. – In: JONES, A. P.; TUCKER, M. E.; HART, J. K. [Hrsg.]: The Description & Analysis of Quaternary Stratigraphic Field Sections: 111 – 135; Technical Guide 7, London (Quaternary Research Association).
- MIALL, A. D. (1985): Architectural Elements and bounding Surfaces: A new method of facies analysis applied to fluvial deposits. – Earth-Science Reviews, 22: 261 – 308.
- RUST, B. R. (1972): Structure and process in a braided river. – Sedimentology, 18: 221 – 245.
- SCHÄFER, A. (2020): Klastische Sedimente – Fazies und Sequenzstratigraphie. 2. Aufl., 684 S.; Berlin (Spektrum Springer).
- SCHUMM, S. A. (1977): The Fluvial System. – 338 S.; London (Wiley).
- STAUDE, H. (1989): Bach- und Flußablagerungen. – In: HINZE, C.; JERZ, H.; MENKE, B.; STAUDE, H.: Geogenetische Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1 : 25 000 (GK 25). – Geologisches Jahrbuch, A 112: 11 – 15.

## Bearbeitung:

Erstbearbeitung: STAUDE, H. (1984)

Überarbeitung: WIELANDT-SCHUSTER, U.; HOSELMANN, C.; DOPPLER, G.; FRANZ, M. (2019)

## Abbildung



Abb. 6 (entspricht Abb. 1 im Datensatz Flussablagerungen): Warmzeitlicher Flussschotter des mittelholozänen Lech (Kiesgrube N Kolonie Hurlach bei Kaufering, Bayern; Foto: G. DOPPLER, 2008)

# 4 Gletscherablagerungen und glazigene Vollformen

## 4.1 Einführungstext zu Gletscherablagerungen und glazigene Vollformen (ROTHER, H.; WANSA, S.)

### Einleitung

Durch die abrasive Bewegung von Gletschern über ihren Untergrund und die Erosion durch subglaziale Schmelzwässer entstehen große Mengen an Gesteinsmaterial, welches mit dem Gletscher verfrachtet und schließlich an verschiedenen Positionen unter, vor und auf dem Eis zur Ablagerung kommt. Die resultierende glaziale Fazies umfasst eine Fülle an Lockergesteinen, deren korrekte geogenetische Ansprache von zentraler Bedeutung für die Rekonstruktion glazialer Prozesse ist. Die vorliegende Datenblattsammlung liefert Begriffsdefinitionen wichtiger Gletscherablagerungen und glazigener Vollformen, mit Angaben zu ihren diagnostischen Merkmalen, den jeweiligen Bildungsräumen und der Abgrenzung zu Nachbarbegriffen. Es handelt sich dabei um eine grundlegende Neubearbeitung und Erweiterung der Terminologie der „Eisablagerungen“ aus HINZE et al. (1989). Zu den Gletscherablagerungen werden alle Lockergesteine gerechnet, die im direkten Eiskontakt (d. h. glazigen) gebildet wurden. Nicht inbegriffen sind Ablagerungen, die zwar im glazialen Kontext entstanden, aber ohne direkten Eiskontakt akkumuliert wurden (z. B. proglaziale Schmelzwasserablagerungen und eisferne gravitative Umlagerungsbildungen). Grundlegend für die sedimentologische Kartierung von Gletscherablagerungen im hier definierten Sinne ist somit zunächst das begründete Ausweisen glazigener Sedimente auf Basis lithologisch-struktureller Kriterien. Im nächsten Schritt erfolgt dann die weitere Untergliederung der glazigenen Fazies selbst, wobei hier die Kennzeichnung subglazial entstandener Sedimente von besonderer Relevanz ist, da nur diese explizit einen Eisvorstoß über den kartierten Standort hinweg belegen.

Folgende Neuerungen in den Begriffsdefinitionen der Gletscherablagerungen und glazigener Vollformen seien herausgestellt:

### Konsequente Trennung von petrogenetischen und geomorphologischen Begriffen

Im Deutschen wurden bislang glazigene Sedimente und Vollformen mit gleichen oder ähnlichen Begriffen belegt (Moräne), was in vielen Fällen verwirrend ist und dem Anspruch an eine präzise Fachterminologie nicht gerecht wird. Beispielsweise wurde der Terminus „Grundmoräne“ einerseits für die Beschreibung glazialer Landformen, gleichzeitig aber auch als Synonym für subglazial entstandene Sedimente (wie z. B. Geschiebemergel) verwandt. Zusätzlich findet der Begriff „Moräne“ auch Anwendung auf das an der Gletscherbasis oder auf der Eisoberfläche mitgeführte, d. h. in Bewegung befindliche Gesteinsmaterial. Die vorliegende Datenblattsammlung folgt diesbezüglich der internationalen Begriffsnutzung sowie den Empfehlungen von LUKAS & ROTHER (2016) mit der Maßgabe, dass zukünftig der Begriff „Moräne“ in allen Varianten allein der Kennzeichnung glazialer Landschaftsformen vorbehalten bleibt.

## Einführung der aktuellen Till-Klassifikation

Der englische Begriff „till“ für glazigen-diamiktische Lockergesteine wurde in den 1990er-Jahren in der deutschsprachigen Literatur eingeführt (PIOTROWSKI 1992), für die korrespondierenden Festgesteine ist der Begriff „Tillit“ in der deutschen Fachterminologie bereits seit langem etabliert (z. B. PENCK 1906, FÜCHTBAUER 1988). Die hier vorgestellte Till-Klassifikation definiert „Primärtill“ als ein subglaziales Sediment, welches durch direkte Materialfreisetzung aus basalem Gletschereis entsteht und dabei keine syn- oder postsedimentäre Überprägung, z. B. Sortierung durch Wasser oder gravitative Resedimentation, erfahren hat. Glazigene Sedimente (meist Diamikte) mit deutlichen Merkmalen sekundärer Überprägung (z. B. Fließstrukturen, Schichtung, Verarmung an Feinkorn infolge Durchspülung etc.) werden als „Sekundärtill“ bezeichnet. Die weitergehende Detailansprache und Zuordnung zu bestimmten Primärtill-Typen (Traktionstill, Ausschmelztill) bzw. Sekundärtill-Typen (Fließstill, Abschmelztill, Unterwassertill) erfolgt anschließend auf Grundlage diagnostischer Merkmale (siehe jeweilige Datenblätter). Der Terminus „Traktionstill“ wird nach EVANS et al. (2006) als Sammelbegriff für die schwer gegeneinander abgrenzbaren Typen Absetz- oder Setztill (engl. lodgement till) und Deformationstill eingeführt.

## Erweiterung der Liste um glazigene Vollformen

Im Unterschied zu HINZE et al. (1989) werden die Datenblätter zu den Begriffen Os und Kame in die Rubrik glazigene Vollformen gestellt (zuvor eingeordnet unter der Rubrik Schmelzwasserablagerungen). Oser und Kames bestehen zwar zum größten Teil aus Schmelzwasserablagerungen, die Ansprache erfolgt aber aufgrund charakteristischer geomorphologischer Kriterien, die nur aus der Ablagerung in unmittelbarem Eiskontakt erklärbar sind, wodurch eine gemeinsame Klassifikation mit anderen Eiskontaktbildungen, wie den verschiedenen Moränentypen, naheliegt. Aufgrund der angestrebten Trennung von petrogenetischen und geomorphologischen Begriffen wird von der Weiterverwendung der Bezeichnungen Osablagerungen und Kameablagerungen als Sedimentbezeichnung abgeraten.

In Anlehnung an aktuelle Literatur (u. a. PEDERSEN 2014) wird für glazigene Stauchgebiete mit spezifischer Internstruktur der Begriff „Glazitektonischer Komplex“ definiert.

### Literatur:

- EVANS, D. J. A.; PHILLIPS, E. R.; HIEMSTRA, J. F.; AUTON, C. A. (2006): Subglacial till: Formation, sedimentary characteristics and classification. – *Earth Science Reviews*, 78: 115 – 176.
- HINZE, C.; JERZ, H.; MENKE, B.; STAUDE, H. (1989): Geogenetische Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1 : 25 000 (GK 25). – *Geologisches Jahrbuch*, A 112: 243 S.
- LUKAS, S.; ROTHER, H. (2016). Moränen versus Till: Empfehlungen für die Beschreibung, Interpretation und Klassifikation glazialer Landformen und Sedimente – *E&G Quaternary Science Journal*, 65 (2): 95 – 112.
- PEDERSEN, S. A. S. (2014): Architecture of Glaciotectionic Complexes. – *Geosciences*, 4: 269 – 296.
- PENCK, A. (1906): Südafrika und die Sambesifälle. – *Geogr. Zeitschrift*, 11: 601 – 611.
- PIOTROWSKI, J. A. (1992): Was ist ein Till? Faziesstudien an glazialen Sedimenten. – *Die Geowissenschaften*, 10: 100 – 108.

## 4.2 Beispieldatenblatt Gletscherablagerungen und glazigene Vollformen/Gletscherablagerungen/Till/Primärtill/Traktionstill

### [Link zur Webseite](#)

GeolKA-ID:	299
GeolKA-Kürzel:	gtt
<b>Bezeichnung:</b>	<b>Traktionstill</b>
Kategorisierung:	petrogenetisch
<b>Englischer Begriff:</b>	subglacial traction till
<b>Synonyme:</b>	Der Begriff Traktionstill subsumiert und ersetzt die früheren Tilltypen Lodgement Till (Absetz- oder Setztill) und Deformationstill.
<b>Überbegriff:</b>	Primärtill
<b>Unterbegriffe:</b>	-

### Zusammensetzung/Merkmale

Ungeschichtetes glazigenes Diamikton aus meist bindiger Grundmasse mit variablem Anteil von Klasten (Geschieben), die von der Kies- bis zur Blockfraktion reichen können. Traktionstill ist stark konsolidiert und hat ein charakteristisches Gefüge aus Scherflächen und eingeregeltten Komponenten (Richtungsgefüge). Die inkorporierten Gesteinsklasten weisen häufig Anzeichen für eine hohe Materialbeanspruchung im Zuge des subglazialen Transports auf. Dazu zählen eine überwiegend gute Kantenrundung, geschrammte und polierte Klastoberflächen und asymmetrische Klastmorphologien („Geschossform“). Bedingt durch die im Mikrogefüge angelegten Scherflächen entwickelt sich bei Austrocknung von Traktionsstill meist ein geklüftetes, teils auch blättriges Erscheinungsbild. Lokal können Schollen von Fremdgestein sowie Schlieren und Linsen aus Schluff, Sand und Kies auftreten, die fast immer durch intensive Verfaltung, Scherung oder Brekzierung gestört sind. Der Schichtkontakt von Traktionstill zu unterlagernden Substraten ist häufig als Scherzone bzw. erosiv ausgebildet.

### Entstehung

Traktionstills entstehen an der Sohle aktiv gleitender Gletscher (glaziale Traktionszone), indem klastische Komponenten durch Druckschmelzen aus dem basalen Eis freigesetzt und anschließend durch Aufschmieren (= Lodgement) am Gletscherbett abgesetzt werden. Mikromorphologisch nachweisbare duktile Deformationsmerkmale wie Mikrofalten, Kornrotationen und Entwässerungsstrukturen sind in Traktionstills allgegenwärtig und deuten auf eine synsedimentäre Durchbewegung dieser Tills innerhalb der subglazialen Verformungsschicht hin (engl. subglacial deforming layer). Dabei werden auch bereits vorhandene subglaziale Substrate durch die Eisbewegung disaggregiert, durchbewegt und vollständig homogenisiert. Die aktuelle Tillforschung geht von einem Kontinuum zwischen den Prozessen des Lodgements und der Deformation aus, wobei der sedimentäre Porenwassergehalt und -druck maßgeblich bestimmen, welcher Prozess räumlich und zeitlich am Gletscherbett dominiert.

<b>Bildungsprozess:</b>	glazigen, glazigen abgesetzt, glazigen zerschert
<b>Bildungsraum:</b>	subglazial
<b>Bildungsmilieu:</b>	glaziär

## Abgrenzung gegen Nachbarbegriffe

- Ausschmelz till = subglaziale Ablagerung stagnierender bzw. langsam fließender Gletscher, die durch das passive Austauen basalen Eises entsteht
- Fließ till = gravitativ gebildete Rutschmassen, die durch das Abgleiten von der Eisoberfläche außerhalb subaquatischer Ablagerungsräume gebildet werden
- Untersassertill = subaquatisch abgelagertes glazigenes Diamikton, welches meist im Verbund mit glazilakustrinen Sedimenten auftritt
- Glazitektonit = durch glazitektonische Deformation präexistenter Bildungen entstandenes Gestein, das noch deutliche Merkmale des Ausgangsgesteins zeigt

## Anmerkungen

Innerhalb der subglazialen Traktionszone kommt es zu einer ständigen Überlagerung sedimentärer und strukturell-deformativer Prozesse. Dies hat zu der Erkenntnis geführt, dass die früher separat definierten Tilltypen Absetz- oder Setztill (engl. lodgement till) und Deformationstill nach objektiven und geländetauglichen Kriterien nicht eindeutig differenzierbar sind. Daher werden diese Tilltypen zukünftig unter dem Begriff „Traktionstill“ zusammengeführt.

## Literatur:

- BENNETT, M. R.; GLASSER, N. F. (2009): *Glacial Geology – Ice sheets and Landforms*. – 385 S.; Chichester (Wiley).
- EVANS, D. J. A. (2007): Tills – In: ELIAS, S. A. [Hrsg.]: *Encyclopedia of Quaternary Science*: 959 – 975; Amsterdam (Elsevier).
- EVANS, D. J. A.; PHILLIPS, E. R.; HIEMSTRA, J. F.; AUTON, C. A. (2006): Subglacial till: Formation, sedimentary characteristics and classification. – *Earth Science Reviews*, 78: 115 – 176.
- FÜCHTBAUER, H. [Hrsg.] (1988): *Sediment-Petrologie/Sedimente und Sedimentgesteine: Sediment-Petrologie, Teil II*. – 1141 S., Schweizerbart (Stuttgart).
- LUKAS, S.; ROTHER, H. (2016): Moränen versus Till: Empfehlungen für die Beschreibung, Interpretation und Klassifikation glazialer Landformen und Sedimente. *E&G Quaternary Science Journal*, 65 (2): 95 – 112.
- MEER, J. J. M. VAN DER; MENZIES, J.; ROSE, J. (2003): Subglacial till: The deforming glacier bed. – *Quaternary Science Reviews*, 22: 1659 – 1685.

## Bearbeitung:

Bearbeitung: ROTHER, H. (2019)

# Abbildungen



Abb. 7 (entspricht Abb. 1 im Datensatz Traktionstill):  
Traktionstill mit charakteristischem Kluftgefüge und herauswitterndem Geschiebe (Timmendorf-Strand, Insel Poel, Mecklenburg-Vorpommern; Foto: H. ROTHER, 2013)



Abb. 8 (entspricht Abb. 2 im Datensatz Traktionstill):  
Elsterzeitlicher Traktionstill (Braunkohlentagebau Jänschwalde, Brandenburg; Foto: R. KÜHNER, 2007)



Abb. 9 (entspricht Abb. 3 im Datensatz Traktionstill):  
Würmzeitlicher Traktionstill (Geschiebemergel) des Salzach-Vorlandgletschers mit Scherstrukturen (Kiesgrube Neusillersdorf NW Freilassing, Bayern; Foto: U. TEIPEL, BayLfU, 01.04.2011)

# 5 Windablagerungen und Dünen

## 5.1 Einführungstext zu Windablagerungen und Dünen (OBST, K.)

### Einleitung

Windablagerungen sind das Ergebnis des äolischen Transportes von Sandkörnern und Schluffpartikeln entweder fliegend bzw. schwebend in der Luft oder rollend/springend (saltierend) am Boden. Windablagerungen weisen daher ein sehr eng begrenztes Korngrößenspektrum auf. Besonders charakteristisch sind Maxima der Korngrößenverteilung einerseits im Grobschluffbereich (→ Löss) und andererseits im Bereich des groben Feinsandes bis feinen Mittelsandes (→ Flugsand). Aufgrund von Sortierungseffekten lassen sich weitere verschiedene Typen von Windablagerungen voneinander abgrenzen (→ Löss, → Lösssand oder → Sandstreifenlöss).

Die äolischen Sedimente werden flächig abgelagert oder bilden lokale Geländeformen mit welliger bis hügeliger Oberfläche (→ Dünen). Aufgrund unterschiedlicher Bildungsräume und Liefergebiete kann zwischen → Binnendünen und → Küstendünen unterschieden werden.

Dünen entstehen insbesondere, wenn keine Pflanzendecke die Erdoberfläche vor Winderosion (Ausblasung) schützt. Ihre Bildung ist an Zeiten mit kaltzeitlichen Klimabedingungen oder ausgedehnter Rodungen für landwirtschaftliche Zwecke gebunden. Sie weisen charakteristische Formen auf (z. B. Längs- oder Querdüne, Sieldüne, Parabeldüne) und sind teilweise regelmäßig angeordnet.

Der früher ebenfalls den Windablagerungen zugeordnete → Lösslehm entsteht durch Entkalkung und Verlehmung von → Löss unter feuchten Klimabedingungen. Er gehört daher zu den Verwitterungs- und Rückstandsbildungen.

Windablagerungen unterscheiden sich von → Tephren, deren Material zwar auch aus der Luft abgesetzt ist, aber durch vulkanische Explosionen in großen Massen gleichzeitig emporgeschleudert wurde und anschließend, der Schwerkraft folgend, wieder absank, wobei lateraler Transport nicht ausgeschlossen ist.

### Literatur:

- AD-HOC-AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 5. Aufl., 438 S.; Hannover.
- ALTERMANN, M.; HAASE, G.; LIEBEROTH, I.; RUSKE, R. (1978): Lithologie, Genese und Verbreitung der Löß- und Schuttsedimente im Vorland der skandinavischen Vereisungen. – Schriftenreihe für Geologische Wissenschaften 9: 231 – 235.
- BÖSE, M. (1991): A palaeoclimatic interpretation of frost-wedge casts and aeolian sand deposits in the lowlands between Rhine and Vistula in the Upper Pleniglacial and Late Glacial. – Zeitschrift für Geomorphologie, N.F. Supplement-Band 90: 15 – 28.
- COLLINSON, J. D.; MOUNTNEY, N. (2018): Sedimentary Structures. – 4. Aufl., 320 S.; Edinburgh (Dunedin Academic Press).
- HINZE, C. (1989): Windablagerungen. – In: HINZE, C.; JERZ, H.; MENKE, B.; STAUBE, H.: Geogenetische Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1 : 25 000 (GK 25) – Geologisches Jahrbuch, A 112: 155.
- LIEBEROTH, I. (1982): Windsedimente des Hügel- und Berglandes. – In: LIEBEROTH, I.: Bodenkunde. – 3. Aufl., 67 – 72; Berlin (Landwirtschaftsverlag).
- MUHS, D. R. (2013): Paleosols and wind-blown sediments. – In: ELIAS, S. A.; MOCK, C. J. [eds]: Encyclopedia of Quaternary Science, 2. Aufl., Vol. 3, S. 357 – 374; Amsterdam (Elsevier).
- PYRITZ, E. (1972): Binnendünen und Flugsandebenen im Niedersächsischen Tiefland. – Göttinger geographische Abhandlungen 61: 1 – 153.
- REINECK, H.-E.; SINGH, I. B. (1980): Depositional Sedimentary Environments. Aeolian sand deposits. – 2. Aufl., 219 – 240; Berlin (Springer).
- VOSSMERBÄUMER, H. (1976): Granulometrie quartärer äolischer Sande in Mitteleuropa – ein Überblick. – Zeitschrift für Geomorphologie, N.F. 20 (1): 78 – 96.
- ZEPPE, H. (2017): Geomorphologie. Äolische Formung. – 7. Aufl., 171 – 186; Paderborn (Schöningh).

## 5.2 Beispieldatenblatt Windablagerungen und Dünen/Düne/Binnendüne

[Link zur Webseite](#)

GeolKA-ID:	375
GeolKA-Kürzel:	DUB
<b>Bezeichnung:</b>	<b>Binnendüne</b>
Kategorisierung:	geomorphologisch
<b>Englischer Begriff:</b>	inland dune
<b>Synonyme:</b>	-
<b>Überbegriff:</b>	Düne
<b>Unterbegriffe:</b>	-

### Zusammensetzung/Merkmale

Binnendünen werden in Mitteleuropa räumlich von den → Küstendünen an der Nord- und Ostseeküste abgegrenzt. Sie bestehen aus äolischen Sanden (→ Flugsand), die vom Wind flächig abgelagert und teilweise zu Hügeln aufgeweht wurden.

Intern weisen Binnendünen meistens eine Feinschichtung im Millimeterbereich auf, die sich größeren Sedimentpaketen zuordnen lässt. Die durch lokale Diskordanzen voneinander abgrenzbaren Schichtkörper fallen überwiegend zur windabgewandten Seite (Lee) ein, in geringerem Maße aber auch in die entgegengesetzte Richtung (Luv). Gelegentlich sind humose Lagen (z. B. als fossile Bodenhorizonte oder verwehtes Oberbodenmaterial) eingeschaltet.

Binnendünen bestehen überwiegend aus gut sortierten Mittel- und Feinsanden. In Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Liefergebietes und der Transportkraft des Windes enthalten sie teilweise Beimengungen von Grobsand. Schluff fehlt oder ist nur in sehr geringen Anteilen vertreten. Die einzelnen Sandkörner sind überwiegend gut gerundet. Nach längerem Transport zeigen sie matte Oberflächen mit Schlagmarken als Folge von Kornkollisionen durch Springfracht-Transport (Saltation).

### Entstehung

Binnendünen unterschiedlicher morphologischer Ausprägung und Größe wurden überwiegend unter kaltklimatischen, periglazialen Bedingungen aufgeweht. Liefergebiete können Sander und Urstromtäler sowie Niederterrassenebenen und verwitterte, bindemittelarme Sandsteinvorkommen sein. Typische Absatzräume liegen im Gebiet der Sander und Urstromtäler und in den Gebieten der Niederterrassen und großen Flussauen.

Durch Zerstörung der Vegetation (z. B. durch Waldbrände) finden auch Umlagerungen von Dünen sand durch den Wind statt. Mit der Zeit können sich Silbergras (*Corynephorus canescens*) und Sand-Straußgras (*Agrostis vinealis*) ansiedeln, wodurch ein lückiger Rasen (Sandtrockenrasen) entsteht. Infolge zunehmender Vegetationsbedeckung kommt es zur Festlegung des Sandes und langfristig zur Entwicklung von Waldgebieten.

Unter dem Einfluss des Menschen, z. B. durch intensive Beweidung, Abgrabungen oder Devastierung der Böden, können Binnendünen auch vegetationsarm bleiben oder erneut freigelegt werden und wandern (Wanderdüne).

<b>Bildungsprozess:</b>	Sedimentation, äolisch, saltierend
<b>Bildungsraum:</b>	Düne, terrestrisch
<b>Bildungsmilieu:</b>	sedimentär

## Abgrenzung gegen Nachbarbegriffe

→ Küstendüne = im Holozän durch Aufwehungen in Meeresnähe gebildete Düne; Liefergebiet ist der Litoralbereich

## Anmerkungen

Dünensande sind in Nord- und Mitteldeutschland meistens karbonatfrei. In Süddeutschland sind sie dagegen überwiegend karbonathaltig.

Altdünen, pleistozäne bis frühholozäne Dünen (ohne holozäne Überwehung), sind meistens regelmäßig geformt. Bogen- oder Parabeldünen, oft auch zusammenhängend in größeren Dünenkomplexen, sind typisch. Daneben existieren auch Längs- und Querdünen. Die Hangwinkel der Altdünen liegen zwischen 10° (Luvhänge) und max. 20° (Leehänge). Die Böden sind gut entwickelt (Braunerden und Podsole). Altdünen tragen lokal mehrfache Überwehungen, die durch begrabene (fossile) Böden datierbar und oft auch an der Verteilung der Hangwinkel erkennbar sind.

Jungdünen, holozäne bis rezente Dünen, besitzen ein bewegtes Relief, Küstendünen, die durch die sedimentfangenden Eigenschaften der Vegetation Sande akkumulieren und mit der Vegetation in die Höhe wachsen, sind möglich. Im Vergleich zu den älteren Dünen sind größere Hangwinkel typisch (> 30°). Oft weisen sie auch gut ausgebildete Reliefformen auf. Die Böden sind schwach entwickelt (Regosole und Podsole).

## Literatur:

- ALISCH, M. (1995): Das äolische Relief der mittleren Oberen Allerniederung (Ostniedersachsen) – spät- und postglaziale Morphogenese, Ausdehnung und Festlegung historischer Wehsande, Sandabgrabungen und Schutzaspekte. – Kölner Geographische Arbeiten, Heft 62: 1 – 76.
- BÖSE, M. (1991): A palaeoclimatic interpretation of frost-wedge casts and aeolian sand deposits in the lowlands between Rhine and Vistula in the Upper Pleniglacial and Late Glacial. – Zeitschrift für Geomorphologie, N.F. Supplement-Band 90: 15 – 28.
- COLLINSON, J. D.; MOUNTNEY, N. (2018): Sedimentary Structures. – 4. Aufl., 320 S.; Edinburgh (Dunedin Academic Press).
- MUHS, D. R. (2013): Paleosols and wind blown sediments. – In: ELIAS, S. A.; MOCK, C. J. [eds]: Encyclopedia of Quaternary Science, 2. Aufl., Vol. 3, S. 357 – 374; Amsterdam (Elsevier).
- PYRITZ, E. (1972): Binnendünen und Flugsandebenen im Niedersächsischen Tiefland. – Göttinger geographische Abhandlungen 61: 1 – 153.
- PYRITZ, E. (1974): Äolische Prozesse an einer Binnendüne im Allertal. – Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften Göttingen, Mathematisch-physikalische Klasse III, Folge 29: 219 – 225; Göttingen.
- REINECK, H.-E.; SINGH, I. B. (1980): Depositional Sedimentary Environments. – 2. Aufl., 551 S.; Berlin (Springer).
- SCHLAAK, N. (2015): Äolische Bildungen. – In: STACKEBRANDT, W.; FRANKE, D. [Hrsg.]: Geologie von Brandenburg. – S. 429 – 438; Stuttgart (Schweizerbart).
- VOSSMERBÄUMER, H. (1976): Granulometrie quartärer äolischer Sande in Mitteleuropa – ein Überblick. – Zeitschrift für Geomorphologie, N.F. 20 (1): 78 – 96.
- ZEPPE, H. (2017): Geomorphologie. – 7. Aufl., 402 S.; Stuttgart (utb.).

## Bearbeitung:

Erstbearbeitung: OBST, K.; KAINZ, W.; SCHLAAK, N. (2020)

# Abbildungen



Abb. 10 (entspricht Abb. 1 im Datensatz Binnendüne):  
Wanderdüne im Zinnaer Forst westlich von Jüterbog  
(Brandenburg; Foto: N. SCHLAAK, 2004)



Abb. 11 (entspricht Abb. 2 im Datensatz Binnendüne):  
Bewaldete Bogendüne „Renneberge“ (Brandenburg; Foto:  
N. SCHLAAK, 2015)

# 6 Umlagerungsbildungen

## 6.1 Einführungstext zu Umlagerungsbildungen (KÖSEL, M.; FLECK, W.)

### Einleitung

Der oberflächennahe Untergrund als oberster Abschnitt der Lithosphäre besteht weitverbreitet aus Lockergesteinen, die sich häufig erst in geologisch jüngster Vergangenheit hauptsächlich während des Spätpleistozäns und im Holozän über dem Gesteinsuntergrund mit unterschiedlicher Mächtigkeit gebildet haben. Außerhalb der Ablagerungsräume von äolischen Sedimenten und fluviatilen Ablagerungen wird der oberflächennahe Untergrund v. a. durch Umlagerungsbildungen geprägt, die durch stark reliefgesteuerte geologische Vorgänge entstanden sind. Ihre Verbreitung sowie ihre Mächtigkeit hängen dabei von den jeweiligen, für ihre Bildung erforderlichen Randbedingungen und den sie formenden geologischen Prozessen ab.

Manche Umlagerungsbildungen kommen räumlich sehr begrenzt vor, wenn die zu ihrer Entstehung führenden Prozesse an spezielle, nur örtlich vorliegende geologische bzw. geomorphologische Gegebenheiten gebunden sind. Andererseits treten Umlagerungsbildungen häufig auch großflächig auf und können ganze Landschaftsbereiche im oberflächennahen Untergrund prägen. Eine besondere Bedeutung kommt in dieser Hinsicht den → Frostbodenbildungen zu (→ Fließerde, → Solimixtionsdecke), die im Periglazialraum zwischen dem nordischen Eis und den jüngsten alpinen Vorlandgletschern im Auftauboden über tiefgefrorenem Permafrost entstanden und bis auf Bereiche mit harten Felsklippen und ihren Steilhängen das Gelände häufig nahezu reliefübergreifend einnehmen.

Die Umlagerungsbildungen sind ein Bestandteil des allgemeinen geologischen Modells, wie es v. a. in den geologischen Spezialkarten (1 : 25 000 und 1 : 50 000) seinen Ausdruck findet. Zugleich stellen sie als weitverbreitete Ausgangsgesteine der Böden häufig eine wichtige Komponente für die Ausweisung der Bodenform (Bodentyp + Ausgangsgestein der Bodenbildung) als zentrales Element der bodenkundlichen Landesaufnahme dar. Aufgrund ihrer Lageverhältnisse und Entstehung sind die Umlagerungsbildungen des oberflächennahen Untergrundes ein gemeinsames Objekt der geologischen und bodenkundlichen Landesaufnahme, die sich bei der Ansprache und Kartierung ergänzen.

Darüber hinaus sind die Umlagerungsbildungen mit ihren Lockergesteinskörpern für viele angewandte Fragenstellungen von großer Relevanz. Zum einen bilden sie zusammen mit den Böden der Pedosphäre häufig die Schnittstelle nahe der Geländeoberfläche zwischen der Geosphäre und der v. a. durch die Atmosphären und den Einfluss des Menschen geprägten Exosphäre, in deren Bereich Richtung und Geschwindigkeit von physikochemischen Transportvorgängen (Wasser, Schadstoffe etc.) vorgegeben wird. Zudem ist die Ausbildung und Beschaffenheit der Umlagerungsbildungen häufig von Bedeutung für die Durchführung von zahlreichen Maßnahmen der baulichen und technischen Infrastruktur (Baugrund, Leitungsbau, Friedhofanlage etc.). Umlagerungsbildungen, die mit spezifischen Risiken für den Menschen und seine Infrastruktur verbunden sind (z. B. Rutschungen, Felsstürze), werden teilweise durch Gefahrenhinweiskarten und -prognosen erfasst und bewertet und ihr Risikopotenzial muss örtlich durch spezielle Sanierungsmaßnahmen gemindert werden.

## Gliederung der Umlagerungsbildungen

In der erstmalig durch HINZE et al. (1989) erfolgten Zusammenstellung der Begriffe für quartäre Lockergesteine und in der daraus resultierenden systematischen Gliederung der *Geogenetischen Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1 : 25 000 (GK25)* fehlt der Überbegriff „Umlagerungsbildungen“ vollständig.

Die in der vorliegenden Neubearbeitung durchgeführte und unter → Umlagerungsbildungen subsumierte Gliederung in → Verschwemmungsablagerungen, → Frostbodenbildungen, → Fall- und Sturzbildungen, → Gleitbildungen, → Fließbildungen und → Morphologische Formen der Umlagerungsbildungen wurden bisher zum großen Teil unter dem Überbegriff „Frostbodenbildungen und Hangbildungen“ geführt, während die Verschwemmungsablagerungen abgetrennt waren und ein eigenes Kapitel erhalten hatten.

Die Notwendigkeit eines einheitlichen Begriffs- und Definitionssystems zur Ansprache junger Lockergesteine, von denen die Umlagerungsbildungen einen nicht unerheblichen Teil ausmachen, ergab sich naturgemäß auch in anderen Staaten des europäischen Umfeldes. Stellvertretend sei hier auf die Arbeit von KRENMAYR et al. (2012) der Geologischen Bundesanstalt in Österreich (GBA) und von McMILLAN & POWELL (1999) des British Geological Survey (BGS) in Großbritannien verwiesen. Interessanterweise war die Aufstellung eines Begriffs- und Definitionsrahmens für Umlagerungsbildungen auch ein wichtiges Erfordernis, um die in jüngster Zeit durch Marsmissionen der Raumfahrtagenturen erzielten Satellitendaten der Marsoberfläche mit den erkennbaren geomorphologischen Strukturen interpretieren zu können und anhand terrestrischer Analogien auf die zu ihrer Bildung führenden geologischen Prozesse rückzuschließen (HARGITAI & KERESZTURI 2015).

Eine weitere in jüngster Vergangenheit erfolgte Zusammenstellung von Definitionen u. a. für verschiedene Umlagerungsbildungen wurde von der Engineering Group der Geological Society, London, erstellt und verdeutlicht die Bedeutung einer klaren Ansprache von Sedimentkörpern aus Umlagerungsbildungen für ingenieurgeologische Fragestellungen (GRIFFITHS & MARTIN 2017).

### Literatur:

- GRIFFITHS, J. S.; MARTIN, C. J. [Hrsg.] (2017): Engineering Geology and Geomorphology of Glaciated and Periglaciated Terrains. – Engineering Group Working Party Report. Geological Society, London, Engineering Geology Special Publications, 28: 59 – 368.
- HARGITAI, H.; KERESZTURI, Á. [Hrsg.] (2015): Encyclopedia of Planetary Landforms. – 2460 S.; Heidelberg (Springer Reference).
- HINZE, C.; JERZ, H.; MENKE, B.; STAUDE, H. (1989): Geogenetische Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1 : 25 000 (GK 25). – Geologisches Jahrbuch, A 112: 243 S.
- KRENMAYR, H.-G.; ČORIĆ, S.; GEBHARDT, H.; IGLSEDER, C.; LINNER, M.; MANDL, G. W.; REITNER, J.; ROCKENSCHAUB, M.; ROETZEL, R.; RUPP, C. (2012): Generallegende der pleistozänen bis holozänen Sedimente und Verwitterungsprodukte des Periglazialraumes auf den geologischen Spezialkarten (1 : 50 000, 1 : 25 000) der Geologischen Bundesanstalt. – Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, 152 (1 – 4): 57 – 66.
- McMILLAN, A. A.; POWELL, J. H. (1999): BGS Rock Classification Scheme, Volume 4: Classification of artificial (man-made) ground and natural superficial deposits – applications to geological maps and datasets in the UK. – British Geological Survey Report, RR 99–04: 65 S.; Keyworth/Nottingham.

## 6.2 Beispieldatenblatt Umlagerungsbildungen/Frostbodenbildungen/Fließerde

### [Link zur Webseite](#)

GeolKA-ID:	217
GeolKA-Kürzel:	fl
<b>Bezeichnung:</b>	<b>Fließerde</b>
Kategorisierung:	petrogenetisch
<b>Englischer Begriff:</b>	solifluction deposit
<b>Synonyme:</b>	Solifluktionsdecke, Solifluktionsschutt Hanglehm, Hangsand (zur Weiterverwendung nicht empfohlen)
<b>Überbegriff:</b>	Frostbodenbildungen
<b>Unterbegriffe:</b>	äolisch unbeeinflusste Fließerde äolisch beeinflusste Fließerde

### Zusammensetzung/Merkmale

Die Zusammensetzung von Fließerden ist je nach der Ausbildung der anstehenden Gesteine in der Umgebung und dem Grad ihrer Aufarbeitung sehr variabel. Sie reicht von grobkomponentenreichen, schlecht sortierten Lockergesteinsdecken bis zu fast völlig grus- und steinfreien Bildungen beim Fehlen harter Gesteinsbänke in der Umgebung. Typisch ist die hangparallele Einregelung von länglichen, flacheren Gesteinskomponenten. Das Feinmaterial kann ein breites Spektrum umfassen und von schwach bindigen Sanden auf leicht verwitterbaren Sandsteinen bis zu tonigen Substraten reichen, wie sie beispielsweise in Hügelländern aus mächtigen Tonsteinserien vorkommen. Bei wechselnder petrographischer Ausprägung der ausstreichenden geologischen Schichten erfolgt durch die Umlagerung eine Aufarbeitung und Vermengung der unterschiedlichen, am Hang anstehenden Gesteine.

Verbreitet lässt sich das Fließerdepaket in verschiedene Abschnitte untergliedern, die durch variierende solifluidale Fließdynamik bedingt sein können. Häufig ist der Fließerdekörper jedoch mehrschichtig aufgebaut und besteht aus einer Fließerdefolge mit stratigraphisch unterschiedlichen Elementen, die deutliche Gehalte an äolischen Komponenten, bspw. Löss oder Flugsande, aufweisen können. Je nach petrographischer Beschaffenheit der am Hang ausstreichenden Gesteine und der Reliefposition kann die Mächtigkeit des Fließerdematerials sehr verschieden sein (< 1 m bis mehrere Meter). Stellenweise können in Fließerdepaketen dünne Verschwemmungsablagerungen eingeschaltet sein. Am Übergang von Fließerden zum Anstehenden tritt örtlich sogenanntes Hakenschlagen auf, bei dem es sich um das Umbiegen und Verschleppen von ausstreichendem Gesteinsmaterial handelt.

### Entstehung

Fließerde entsteht im Bereich des Auftaubodens über Permafrost durch wasserübersättigtes, zähbreiiges Fließen (Makrosolifluktion, Gelifluktion) sowie durch Frosthub und damit verbundenem Materialtransport beim Wiederauftauen in Gefällerrichtung (Mikrosolifluktion, Frostkriechen) ab 1 – 2° Hangneigung.

<b>Bildungsprozess:</b>	soliflukktiv
<b>Bildungsraum:</b>	terrestrisch, periglazial
<b>Bildungsmilieu:</b>	sedimentär

## Abgrenzung gegen Nachbarbegriffe

- Fließbildungen entstehen nach starkem Wasserzutritt in Lockergesteinskörper aus Wasser-/Feststoffgemischen, die sich durch breiig-viskoses Fließen hangabwärts bewegen.
- Fließtill bildet sich durch gravitative Umlagerungsprozesse, bei denen wassergesättigte Rutschmassen über das Eisrelief des Gletschers abgleiten bzw. abfließen und im Eiskontakt bzw. eisrandnah zur Ablagerung kommen.

## Anmerkungen

Durch das kaltzeitliche Bodenfließen kann Gesteinsmaterial von ausstreichenden Schichten in deutlich tiefere Hangpositionen gelangen, was bei der geologischen Kartierung zu Fehlschlüssen führen kann. Die Transportweiten von Fließerden hängen von einer Reihe von Einflussfaktoren ab, unter denen vor allem der Wassergehalt des Auftaubodens und der jeweilige Anteil von Frostkriechen und Gelifluktion am solifluidalen Verlagerungsprozess sowie die Anzahl der Regelationsvorgänge (Frost-/Tauwechsel) von Bedeutung sind. In rezenten Periglazialgebieten treten jährliche Bewegungsdistanzen zwischen etwa 1 cm und selten bis über 5 cm auf.

## Literatur:

- BALLANTYNE, C. K. (2018): Periglacial Geomorphology. – 454 S.; Chichester (Wiley Blackwell).
- EISSMANN, L. (1981): Periglaziäre Prozesse und Permafroststrukturen aus sechs Kaltzeiten des Quartärs. Ein Beitrag zur Periglazialgeologie aus der Sicht des Saale-Elbe-Gebietes. – Altenburger Naturwissenschaftliche Forschungen, 1: 171 S.
- KÖSEL, M.; FLECK, W. (2017): Periglaziäre Lagen – Ansprache und Gliederung in der feldbodenkundlichen Praxis und ihre Bedeutung für die Bodenbildung: Beispiele aus Teilgebieten der Südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft von Baden-Württemberg. – LGRB-Fachbericht, 2017/1 (Exkursionsführer zum Geländeworkshop der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft vom 17. – 18. Mai 2017): 78 S. <https://produkte.lgrb-bw.de/schriftensuche/sonstige-produkte/>
- REICHMANN, H.; ROHDE, P. (1989): Fließerde. – In: HINZE, C.; JERZ, H.; MENKE, B.; STAUDE, H.: Geogenetische Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1 : 25 000 (GK 25). – Geologisches Jahrbuch, A 112: 95 – 97.
- SEMMEL, A. (1985): Periglazialmorphologie. – 116 S.; Darmstadt (Wissenschaftliche Buchgesellschaft).
- WEISE, O. R. (1983): Das Periglazial. – 199 S.; Stuttgart (Borntraeger).

## Bearbeitung:

- Erstbearbeitung: REICHMANN, H; ROHDE, P. (1984)  
 Neubearbeitung: KÖSEL, M.; FLECK, W. (2019)

# Abbildungen



Abb. 12 (entspricht Abb. 1 im Datensatz Fließerde): Mehrschichtige Fließerde (im Keuper-Bergland des Rammerts, Lkr. Tübingen; Foto: LGRB Baden-Württemberg, 2017)



Abb. 13 (entspricht Abb. 2 im Datensatz Fließerde): Mehrschichtige Fließerde auf Tonstein des Mitteljuras (im Vorland der Mittleren Alb, Lkr. Tübingen; Foto: LGRB Baden-Württemberg, 2017)

# 7 Höhlenablagerungen

## 7.1 Einführungstext zu Höhlenablagerungen

(GLASER, S.; KATZSCHMANN, L.; STEUERWALD, K.)

### Einleitung

Höhlenablagerungen sind im Geologischen Jahrbuch A 112 (HINZE et al. 1989) bislang nicht beschrieben. Der Grund dafür kann in dem Ablagerungsprozess gesehen worden sein, der sich in Höhlen nicht grundsätzlich von den Prozessen an der Erdoberfläche unterscheidet. Da aber mit dieser Fassung auch der geogenetische Prozess und der Bildungsraum sowie das Bildungsmilieu betrachtet werden, ist es gerechtfertigt, dass Höhlensedimente als gesonderte Gruppe ausgehalten werden.

Die nachfolgend beschriebenen → Höhlenablagerungen werden in → polygenetische Höhlenablagerungen, → klastische Höhlenablagerungen, → chemische Höhlenablagerungen, → biogene Höhlenablagerungen und → anthropogene Höhlenablagerungen unterteilt. Veränderte Vorflutverhältnisse und/oder geänderte klimatische Verhältnisse haben Erosions-, Sedimentations- und Ausfällungsprozesse bedingt.

Vergleicht man die Höhlenablagerungsprozesse miteinander, so kann festgestellt werden, dass eine Vielzahl von Bildungsprozessen eine Rolle spielen: anthropogen, äolisch, biogen, chemisch, denudativ, fluvial, gravitativ, klastisch, limnisch, präzipitär, periglaziär, soliflukktiv, verspült u. a.

Höhlen im Sinne dieser Zusammenstellung sind größere, natürlich und künstlich entstandene, unterirdische Hohlräume. Natürliche Höhlen werden in unseren Breiten durch verschiedene Arten von Verkarstung gebildet. Aber auch innerhalb der Höhlensysteme kommt es zu verschiedenen, kleinräumig abgrenzbaren Bildungsräumen, wie zum Beispiel Flussläufe, Höhlenseen, Sedimentfächer, Überflutungs- oder Ausfällungsbereiche.

Höhlenablagerungen können sowohl kaltzeitlich wie auch warmzeitlich gebildet werden. Anthropogene Höhlen umfassen künstlich gebildete Höhlenräume und ihre natürlichen oder anthropogen eingebrachten Materialien.

Höhlenablagerungen unterscheiden sich im Wesentlichen von den anderen Bildungen durch das subterrane Bildungsmilieu. Sie können einmalig oder mehrphasig entstanden sein. Der Bildungsraum zeigt neben den anstehenden Gesteinen oft besondere reliktsche und eingetragene Sedimente, z. T. mit einzigartigen Formen, in großen und kleinen Hohlräumen, mit mikropeläologischen Phänomenen.

### Literatur:

HINZE, C.; JERZ, H.; MENKE, B.; STAUDE, H. (1989): Geogenetische Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1 : 25 000 (GK 25). – Geologisches Jahrbuch, A 112: 243 S.

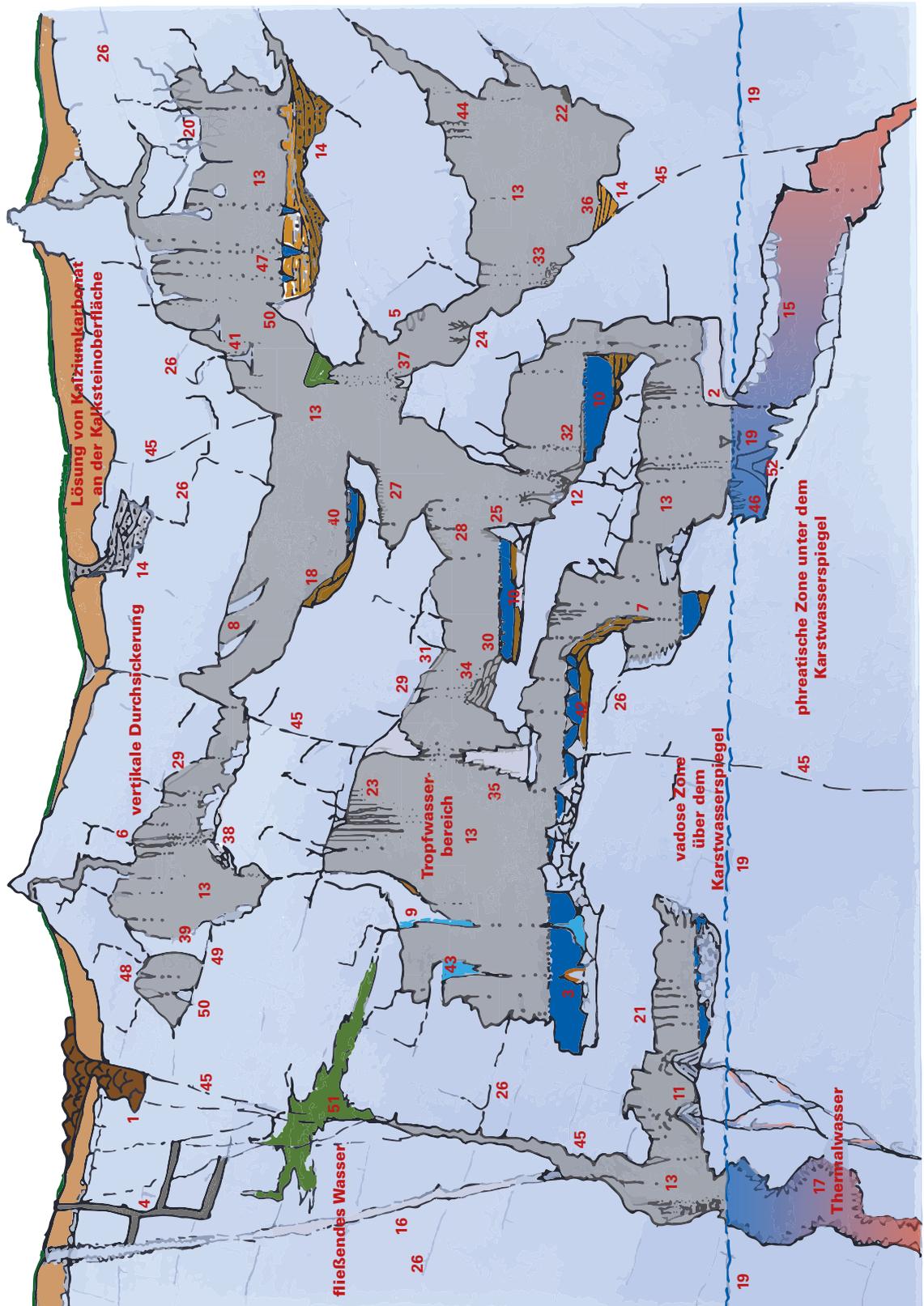


Abb. 14: Schematische DIN A4-Darstellung zur Entstehung von Höhlenablagerungen (K. STEUERWALD, 2020)

## Legende zur Höhlengrafik – verschiedene Speläothemtypen

Nr.	Bezeichnung (alphabetisch)	englischer Begriff	Nr.	Bezeichnung (alphabetisch)	englischer Begriff
1	anthropogen verfüllte Hohlräume	anthropogenic filled cavern	31	Sinterdach	sinter shield
2	Baldachinsinter	canopy sinter	32	Sinterdecken	shelfstone
3	Beckensinter	pool sinter	33	Sinterkappen	sinter caps
4	Bergwerksstollen	mining gallery	34	Sinterkaskaden	bell canopy flowstones
5	Blasensinter	bilsters	35	Sinterkerzen	candle stalagmites
6	Duschkopfstalaktiten	showerhead stalactites	36	Sinterkrusten	sinter crusts
7	Flaschenbürstenstalaktiten	bottle brush stalactites	37	Sinterringe	sinter rings
8	gebogene Tropfsteine (Säbelzahn)	deflected stalactites	38	Sinterröhren	sinter tubes
9	gefärbte Stalaktiten	coloured stalactites	39	Sintersäulen	sinter columns
10	gefüllte Sinterbecken	filled sinter pools	40	Sinterschollen	sinter rafts
11	Geysirmitte	geysirmitte	41	Sintertablett	sinter trays
12	Höhlenperlen	cave pearls	42	Sintertassen	sinter cups
13	Höhlenraum	cave chamber	43	Sintervorhänge	sinter drapery
14	Höhlensedimente	cave sediments	44	Spiral- und Schraubensinter	sinter helictite
15	Höhlenwolken	cave clouds	45	Störung	fault
16	Kalkspatgang	calcite vein	46	subaquatische Stalaktiten	pool fingers
17	Kalkspatkristallrasen	calcite crystal grass	47	Tropfkegel	conulites
18	Karbonatschluff	carbonate powder	48	Tropfstein von oben	stalactite
19	Karstwasserspiegel	karst water surface	49	Tropfstein von oben/unten zusammengewachsen	stalagnate
20	Kasten- und Zellensinter	boxwork	50	Tropfstein von unten	stalagmite
21	Korallenröhren	coral tubes	51	vererzter Kalkstein	limestone ore area
22	Korallensinter	coraloides	52	Vulkankegelsinter	volcanic cones
23	Makkaronis	soda straw calcite			
24	Nadel- und Kakteensinter	frostwork			
25	Randsinterdamm	rimstone dam			
26	Schichtung	stratification			
27	Schlammfäden	mud vermiculations			
28	Schlammtropfstein	mud stalactite			
29	Sinterbelag	sinter coating			
30	Sinterblasen	sinter bubbles			

Verschiedene Speläothemtypen, die sich aus dem fließenden und Klufwasser, Tropf- und Sickerwasser, Kondens- und Thermalwasser in Hohlräumen und Wasserbecken bilden. (nach L. CASONI aus: HILL, C. A. & FORTI, P. (1997): Cave Minerals of the World (second edition). Huntsville, Alabama (National Speleological Society): 463pp.)

## 7.2 Beispieldatenblatt Höhlenablagerungen/klastische Höhlenablagerungen/fluviatil-limnische Höhlenablagerungen

[Link zur Webseite](#)

GeolKA-ID:	307
GeolKA-Kürzel:	hof
<b>Bezeichnung:</b>	<b>fluviatil-limnische Höhlenablagerungen</b>
Kategorisierung:	petrogenetisch
<b>Englischer Begriff:</b>	fluvio-limnic cavern deposits
<b>Synonyme:</b>	fluviatil-limnische Höhlensedimente
<b>Überbegriff:</b>	klastische Höhlenablagerungen
<b>Unterbegriffe:</b>	-

### Zusammensetzung/Merkmale

Überbegriff für fluviatile und limnische Ablagerungen in Höhlen: Tone, Silte, Sande, z. T. mit Kies und Blöcken durchsetzt, oft engräumig wechselnd. Häufig sind Gemische aus Ton-, Silt- und Sandfraktionen, sogenannte Höhlenlehme. Von außen eingebrachtes allochthones Material kann gelegentlich Vertebratenreste und/oder inkohltes Holz enthalten und unterscheidet sich durch seine Zusammensetzung von dem in der Höhle entstandenen autochthonen Material, das ausschließlich vom umgebenden Nebengestein abzuleiten ist.

Höhenschotter: Durch fluviatilen Transport entstandene klastische Höhlenablagerung mit gerundeten Komponenten dominierender Korngröße > 2 mm (Sand, Kies, Steine).

Höhlsand: Durch fluviatilen Transport entstandene klastische Höhlenablagerung mit dominierender Korngröße 0,063 – 2 mm. Die Körner sind meist gerundet, bei sehr feinen Sanden auch eckig bis kantengerundet. Höhlensande enthalten gelegentlich in Fließrichtung gestreckte, im Bereich tonig-siltiger Einlagerungen knollig-rundliche bis wurzelförmige Konkretionen.

Höhlenlehm: Im stehenden oder langsam fließenden Wasser – z. B. bei Karstwasserhochständen – entstandene feinklastische Höhlenablagerung mit dominierender Korngröße < 0,063 mm, auch karbonatführend, z. T. laminiert. Nicht selten enthalten feinsandige Höhlenlehme kalkige Konkretionen mit internen Schrumpfrissen, die in Form und Ausbildung an Lösskindel erinnern, sich von diesen aber durch ihren Feinsandgehalt unterscheiden. In sandfreien Höhlenlehmern kommen stattdessen flache Kalk-Konkretionen mit externen Schrumpfrissen vor.

### Entstehung

Fluviatil-limnische Höhlenablagerungen entstehen nach einem fluviatilen Transport innerhalb von Höhlen. Das Liefergebiet besteht teilweise aus dem den Hohlraum umgebenden Gesteinskörper; allochthone Komponenten können z. T. über erhebliche Strecken antransportiert sein. Die Anteile von Suspensions-, Misch- und Geröllfracht hängen ab von der Höhlengeometrie (Verlauf, Gefälle etc.) sowie den Schwankungen des Karstwasserspiegels.

<b>Bildungsprozess:</b>	fluvial, limnisch
<b>Bildungsraum:</b>	Höhlenraum, künstlicher Hohlraum, Spalte
<b>Bildungsmilieu:</b>	subterran, sedimentär

## Abgrenzung gegen Nachbarbegriffe

→ gravitative Höhlenablagerungen = durch gravitative Massenbewegungen abgelagerte Sedimente

→ Höhlenverwitterungsablagerungen = in Höhlen durch Gesteinsverwitterung entstandene und nicht nennenswert transportierte Ablagerungen

Fluviatil-limnische Höhlenablagerungen sind auch den → Fluss- und Seeablagerungen zuzuordnen. Aus bildungsräumlichem Zusammenhang werden sie hier definiert.

## Anmerkungen

Unter Höhlenablagerungen werden auch Ablagerungen in künstlichen Hohlräumen (Stollen, Strecken etc.) subsumiert.

Höhlenlehm kann auch durch rein gravitativen Transport oder Verwitterung entstanden sein, siehe → gravitative Höhlenablagerungen, → Höhlenverwitterungsablagerungen.

## Literatur:

BÖGLI, A. (1978): Karsthydrographie und physische Speläologie. – 292 S.; Berlin u. a. (Springer).

FORD, D.; WILLIAMS, P. (1989): Karst Geomorphology and Hydrology. – 601 S.; London u. a. (Chapman & Hall).

HÄUSLEMANN, P. (2007): Speläo-Merkblätter C31 – Sedimente in Höhlen. – Verband Österreichischer Höhlenforscher (VÖH).

HILDEN, H. D.; WREDE, V. (1992): Der Malachitdom – Ein Beispiel interdisziplinärer Höhlenforschung im Sauerland. – 304 S., Krefeld (Geol. L.-Amt Nordrh.-Westf.).

MURAWSKI, H.; MEYER, W. (2010): Geologisches Wörterbuch. – 220 S.; Heidelberg (Spektrum).

TRAPPE, M. (2011): Sedimentpetrographie, Gliederung und Genese von Karstsedimenten, dargestellt am Beispiel der Südlichen Frankenalb. – Relief, Boden, Paläoklima, 25: 195 S.; Stuttgart (Borntraeger).

## Bearbeitung:

Erstbearbeitung: GLASER, S.; FRANZ, M.; KATZSCHMANN, L.; STEUERWALD, K. (2019)

# Abbildungen



Abb. 15 (entspricht Abb. 1 im Datensatz fluviatil-limnische Höhlenablagerungen): Höhenschotter, karbonat-zementiert; Bleißberghöhle, Unterer Muschelkalk (Neundorf, Thüringen; Bildhöhe ca. 20 cm; Foto: L. KATZSCHMANN, 2009)



Abb. 16 (entspricht Abb. 2 im Datensatz fluviatil-limnische Höhlenablagerungen): Höhlenlehm auf Höhlenschutt; Bleißberghöhle, Unterer Muschelkalk (Neundorf, Thüringen; Bildbreite ca. 1 m; Foto: L. KATZSCHMANN, 2009)

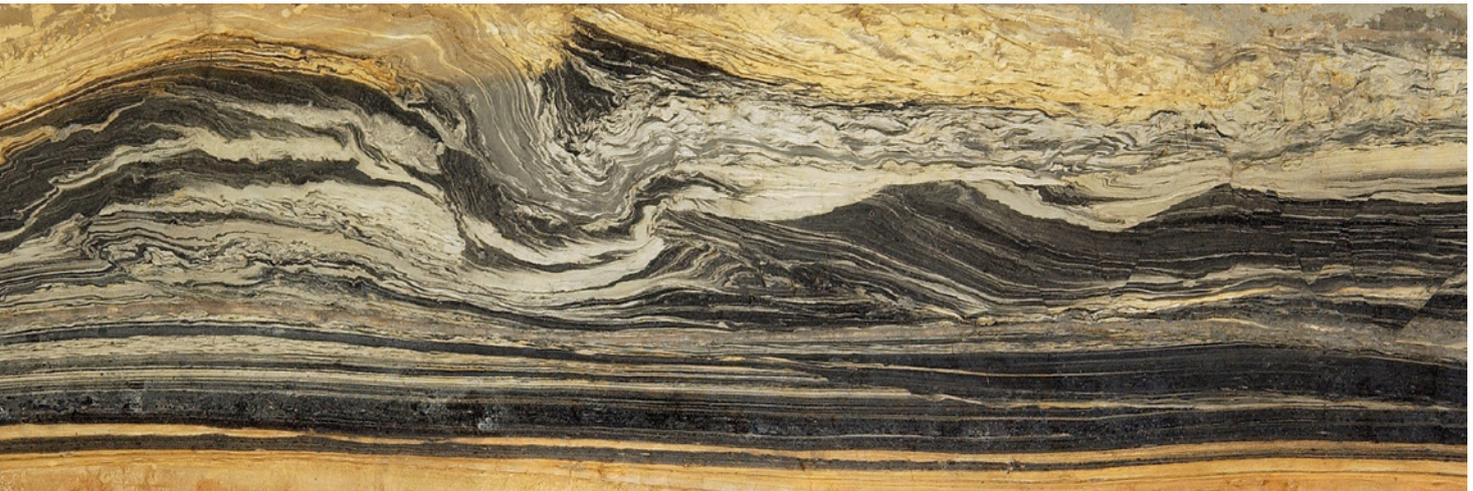


Abb. 17 (entspricht Abb. 3 im Datensatz fluviatil-limnische Höhlenablagerungen): Foyer Geologischer Dienst NRW, Klastisches Höhlensediment aus einer Höhlenfüllung im devonischen Massenkalk bei Mettmann (Wülfrath, Nordrhein-Westfalen; Bildbreite ca. 4 m; Foto: GD NRW, 2007)

Abb. 18 (entspricht Abb. 4 im Datensatz fluviatil-limnische Höhlenablagerungen): Sandig-kiesige Deltaschüttung in einem nur bei Hochwasser existierenden Höhlensee, die vom abfließenden Wasser teilweise wieder erodiert wurde; Mühlbachquellhöhle, Malm (Weißjura), (Dietfurt, Bayern; Bildbreite ca. 0,5 m; Foto: Karstgruppe Mühlbach e.V., S. GLASER, 2013)



# 8 Ausfällungsbildungen

## 8.1 Einführungstext zu Ausfällungsbildungen

(KATZSCHMANN, L.) (überarbeitete Version, basierend auf HINZE et al. 1989)

### Einleitung

Unter Ausfällungsbildungen werden hier Sedimentgesteine subsumiert, die in terrestrischem Umfeld an oder in der Nähe der Erdoberfläche durch Ausfällung aus wässrigen Lösungen entstehen. Ausfällungsgesteine in Höhlen (z. B. Höhlensinter) werden bei den Höhlenbildungen beschrieben.

Von gesteinsbildender Bedeutung sind vor allem Eisenverbindungen und Kalziumkarbonat.

Zu ersteren zählen insbesondere rötlichbraune bis dunkle, zumeist poröse, lockere bis verfestigte Eisen-/Mangan-Ausfällungen (z. B. Raseneisenstein, Ortstein). Eisen-Ausfällungen entstehen in großflächigen Grundwasseraustritten (z. B. Quellen, feuchte Niederungen), in denen Grundwässer mit hohen Gehalten an gelösten zweiwertigen Eisenverbindungen an die Oberfläche treten und dort unter Sauerstoffeinfluss hydroxidische Eisenverbindungen ausfallen (Eisenerocker). Eisen-Ausfällungen entstehen ebenfalls in grundwasserbeeinflussten Gesteinen. Treten dort eisenreiche Grund-, Sicker- bzw. Bodenwässer innerhalb des Schwankungsbereiches der Grundwasseroberfläche mit sauerstoffhaltiger Bodenluft in Kontakt, führt das ebenfalls zur Ausfällung von hydroxidischen Eisenverbindungen (diffus, Knollen, Krusten).

Die zweite große Gruppe der Ausfällungsbildungen sind die Süßwasserkarbonate. Sie umfassen zumeist grauweiße bis beigebraune, erdige, grobporöse bis fast dichte, massige Kalkgesteine (z. B. Wiesenalk, Travertin) des terrestrischen Bildungsraums. Süßwasserkarbonate können entstehen durch Ausfällung von Kalziumkarbonat innerhalb von Gesteinen in Oberflächennähe (z. B. beim Kapillaraufstieg kalkhaltigen Grundwassers – Wiesenalk) oder durch Ausfällung an oder im Umfeld von natürlichen oder künstlichen Grundwasseraustrittsstellen (Quellen, Teiche) sowie Wasserfällen (z. B. Travertin). Erwärmung des kühlen Grundwassers und Druckentlastung führen zu CO<sub>2</sub>-Abgabe und damit zur Karbonat-Ausfällung. Vielfach spielt auch die assimilierende Tätigkeit von Pflanzen und Mikroorganismen bei der Entstehung eine entscheidende Rolle.

Bei Kieselausfällungsgesteinen (z. B. Geysirit (Kieselsinter/Opalsinter)) handelt es sich um Ausfällungsbildungen aus meist amorpher Kieselsäure als lockere bis verfestigte, poröse bis dichte, überkrustende oder konkretionäre, zumeist weiße Ablagerungen. Sie werden gebildet, wenn kieselsäurereiche wässrige Lösungen einer Veränderung der physikalisch-chemischen Bedingungen unterliegen. Dies ereignet sich z. B. durch Temperaturabsenkung an heißen Quellaustritten und führt zur Fällung von Opal. Beispiele sind die Geysire Nordamerikas.

### Literatur:

AD-HOC-AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 5. Aufl.; 438 S., Hannover.

D'ARGENIO, B.; FERRERI, V. (1987): A brief outline of sedimentary models for pleistocene travertine accumulation in southern Italy. – Rend Soc It, 9:167 – 170.

FRIESEL, P. (1984): Untersuchungen zu Teilprozessen der Podsolierung. – Diss.: 160 S., 43 Abb.; Kiel.

FÜCHTBAUER, H. [Hrsg.] (1988): Sediment-Petrologie/Sedimente und Sedimentgesteine: Sediment-Petrologie, Teil II. – 1141 S., Schweizerbart (Stuttgart).

KAMRADT, I. (2002): Die thüringischen Travertine – Verbreitung und Genese am Beispiel ausgewählter Vorkommen. – Shaker Verlag.

KANO, A.; OKUMURA, T.; TAKASHIMA, C.; SHIRAISHI, F. (2019): Geomicrobiological Properties and Processes of Travertine. – Springer.

- KOBAN, C. G.; SCHWEIGERT, G. (1993): Süddeutsche Travertinvorkommen im Vergleich – Stuttgarter Travertine (Mittel-Pleistozän) und Riedöschinger Travertin (Mittel-Miozän). – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 189: 171 – 197, Stuttgart.
- PENTECOST, A. (2005): Travertine. – 459 S., Springer.
- SCHAEFFER, F.; SCHACHTSCHABEL, P. (2018): Lehrbuch der Bodenkunde. 17. Aufl.: 575 S., 186 Abb.; Stuttgart (Spektrum).
- SITSCHICK, H.; LUDWIG, F.; WETZEL, E.; LUCKERT, J.; HÖDING, T. (2005): Raseneisenerz - auch in Brandenburg ein mineralischer Rohstoff mit bedeutender wirtschaftlicher Vergangenheit. Brandenburg. Geowiss. Beitr. 12, 1/2: 119 – 128; Kleinmachnow.
- SPAZIER, I. (1999): Neue Ergebnisse aus dem germanischen Eisenverhüttungszentrum Wolkenberg – In: Ausgrabungen im Niederlausitzer Braunkohlenrevier: S. 97 – 104; Pritzen.
- VIDAL, H. (1964): Subhydrische Bildungen. In: BRUNNACKER, K. et al.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25 000, Blatt Nr. 7736 Ismaning: 71 – 86; München.
- ZWAHR, H.; GRANITZKI, P.; SCHOMBURG, J.; ZANDER, J. (2000): Quartäres Raseneisenerz in Mecklenburg-Vorpommern – Genese, Stoffbestand, Vorkommen und Nutzung. – Brandenburg. Geowiss. Beitr. 7, 1/2: 83 – 91; Kleinmachnow.

## 8.2 Beispieldatenblatt Ausfällungsbildungen/Eisen-/Mangan-Ausfällungen/Raseneisenstein

### [Link zur Webseite](#)

GeolKA-ID:	246
GeolKA-Kürzel:	er
<b>Bezeichnung:</b>	<b>Raseneisenstein</b>
Kategorisierung:	petrogenetisch
<b>Englischer Begriff:</b>	bog iron ore, meadow ore, swamp ore, bog ore
<b>Synonyme:</b>	Raseneisenerz (Weiterverwendung nicht empfohlen)
<b>Überbegriff:</b>	Eisen-/Mangan-Ausfällungen
<b>Unterbegriffe:</b>	-

### Zusammensetzung/Merkmale

Raseneisenstein besteht aus einem Mineralgemisch aus Eisenoxiden und Eisenhydroxiden (meist Goethit und Lepidokrokit) mit wechselndem Anteil von absorbiertem Wasser sowie pflanzlichem und klastischem Detritus. Das rötlichgelb über braun/braungelb bis schwarz gefärbte Gestein besitzt häufig ein poröses, schlackenartiges Gefüge. Es tritt nesterweise oder als bankige Bildungen meist unter einem Meter Mächtigkeit in Böden mit einem permanent höheren Wasserstand auf. Der Eisengehalt schwankt regional und auch lokal im Allgemeinen zwischen 25 und 50 %. Lokal sind Eisengehalte über 80 % nachgewiesen (SPAZIER 1999). Daneben treten auch untergeordnet Anreicherungen von Mangan, Phosphor und anderen Elementen auf.

### Entstehung

Raseneisenstein bildet sich in grundwasserbeeinflussten Böden, von denen ein Teil ganzjährig wassergesättigt ist. Kohlensäure (aus atmosphärischem Kohlendioxid) führt in Verbindung mit Huminsäuren, z. T. auch Mikroorganismen im wassergesättigten Bereich zu einem Reduktionshorizont, in dem dreiwertige Eisenverbindungen in Lösung gehen, reduziert und mit dem Grundwasserstrom abgeführt werden. Das gelöste Eisen fällt bei Kontakt mit Sauerstoff (Bodenluft oder sauerstoffhaltiges Grundwasser) als hydroxidische Eisenverbindungen aus. Die zunächst gelförmigen Eisenanreicherungen verfestigen sich unter Wasserabgabe zu eigentlichem Raseneisenstein.

<b>Bildungsprozess:</b>	präzipitär
<b>Bildungsraum:</b>	terrestrisch, limnisch
<b>Bildungsmilieu:</b>	sedimentär

### Abgrenzung gegen Nachbarbegriffe

- Eisenocker = unverfestigte, weiche bis breiige, zumeist rostbraune Eisenhydroxidausfällung (vorwiegend Goethit) mit variablen Anteilen an pflanzlichem und klastischem Detritus, entstehend im Bereich meist flächenhafter Grundwasseraustritte
- Ortstein = verfestigte, rostbraune Eisenhydroxidausfällung (meist mit Huminsäureanteilen) z. B. im B-Horizont von Podsolböden (starke Verfestigung eines Podsol-B-Horizontes (Bms nach KA5)), Eisenhydroxide als Kornüberzüge sowie in den Poren, Auftreten als unregelmäßig geformte harte Lagen, Klumpen und Krusten bis mehr als 4 dm Mächtigkeit
- Orterde = unverfestigte, rostbraune Eisenhydroxidausfällung (meist mit Huminsäureanteilen) z. B. im B-Horizont von Podsolböden (noch nicht bis schwach verfestigter Podsol-B-Horizont), Eisenhydroxide als Kornüberzüge sowie in den Poren, Auftreten als unregelmäßig geformte Lagen

### Anmerkungen

Raseneisenstein wurde in früherer Zeit vielfach abgebaut und zumeist zur Eisengewinnung verhüttet bzw. als Baumaterial für Gebäude und Mauern eingesetzt. Die Gewinnung und Nutzung erfolgte in Deutschland bis in das späte 20. Jahrhundert.

### Literatur:

- AD-HOC-AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 5. Aufl.; 438 S., Hannover.
- SCHAEFFER, F.; SCHACHTSCHABEL, P. (2018): Lehrbuch der Bodenkunde. 17. Aufl.: 575 S., 186 Abb.; Stuttgart (Spektrum).
- SCHWERTMANN, U. (1959): Die fraktionierte Extraktion der freien Eisenoxyde in Böden, ihre mineralogischen Formen und ihre Entstehungsweisen. Z. Pflanzenernähr., Düng. u. Bodenkd., 84: 194 – 204; Weinheim/Bergstr. (Verl. Chemie).
- SITSCHICK, H.; LUDWIG, F.; WETZEL, E.; LUCKERT, J.; HÖDING, T. (2005): Raseneisenerz – auch in Brandenburg ein mineralischer Rohstoff mit bedeutender wirtschaftlicher Vergangenheit – Brandenburg. Geowiss. Beitr. 12, 1/2: 119 – 128; Kleinmachnow.
- SPAZIER, I. (1999): Neue Ergebnisse aus dem germanischen Eisenverhüttungszentrum Wolkenberg – In: Ausgrabungen im Niederlausitzer Braunkohlenrevier, S. 97 – 104; Pritzen.
- ZWAHR, H.; GRANITZKI, P.; SCHOMBURG, J.; ZANDER, J. (2000): Quartäres Raseneisenerz in Mecklenburg-Vorpommern – Genese, Stoffbestand, Vorkommen und Nutzung. – Brandenburg. Geowiss. Beitr. 7, 1/2, S. 83 – 91; Kleinmachnow.

### Bearbeitung:

Erstbearbeitung: HINZE, C. (1985)

Neubearbeitung: HERMSDORF, N.; KATZSCHMANN, L. (2021)



Abb. 19 (entspricht Abb. 1 im Datensatz Raseneisenstein):  
Raseneisenstein Nudow (Landkreis Potsdam-Mittelmark,  
Brandenburg; Foto: N. HERMSDORF (Bildbreite entspricht 10 cm))

# 9 Moorbildungen

## 9.1 Einführungstext zu Moorbildungen

(WEIDENFELLER, M.; STEUERWALD, K.)

### Einleitung

Moorbildungen bestehen aus verschiedenen Torfen, die systematisch den Lockergesteinen zugeordnet werden. Sie entstehen in wassergesättigtem Milieu durch Anhäufung unvollständig zersetzten Pflanzenmaterials. Die wichtigsten Bildungsbedingungen sind hoher Wasserüberschuss und damit verbundener Sauerstoffmangel. Anmoore werden hier zu den Moorbildungen gestellt. Im Zuge der Nutzung und Melioration von Mooren kommt es zur Entwicklung von Moorfolgeböden, die unter den anthropogenen Bildungen als meliorativ veränderte Gesteine zu finden sind.

Als Moore bezeichnet man die Entstehungsgebiete der Torfe. Die Torfarten bestimmt man, soweit möglich, nach den Pflanzen, die hauptsächlich zur Bildung der Torfe beigetragen haben oder deren Reste besonders kennzeichnend sind.

Moorotypen sind nicht nach den Torfarten, sondern nach der Herkunft und Art des zur Vermoorung führenden Wassers definiert. Allgemein unterscheidet man Hoch- und Niedermoore. Außerdem werden häufig Übergangsmoore ausgegliedert, die vielfach auch teils zum Hochmoor, teils zum Niedermoor gerechnet werden. Neu gegenüber dem Geologischen Jahrbuch Reihe A, Heft 112 (HINZE et al. 1989) ist die Beschreibung der Überflutungsmoorbildung.

Nach ihrer Wasser- und Mineralstoffabhängigkeit werden folgende Moorbildungen unterschieden: → Anmoorbildung, → Niedermoortorf, → Übergangsmoortorf, → Hochmoortorf, → Überflutungsmoorbildung.

### Literatur:

AD-HOC-AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 5. Aufl.: 438 S.; Hannover.

AMELUNG, W.; BLUME, H.-P.; FLEIGE, H.; HORN, R.; KANDELER, E.; KÖGEL-KNABNER, I.; KRETZSCHMAR, R.; STAHR, K.; WILKE, B.-M. (2018): Scheffer/Schachtschabel – Lehrbuch der Bodenkunde. – 17. überarb. u. erg. Aufl.: 750 S.; Stuttgart (Springer Spektrum).

HINZE, C.; JERZ, H.; MENKE, B.; STAUDE, H. (1989): Geogenetische Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1 : 25 000 (GK 25). – Geologisches Jahrbuch, A 112: 243 S.; Hannover

OVERBECK, F. (1975): Botanisch-geologische Moorkunde. – 719 S.; Neumünster.

SUCCOW, M.; JOOSTEN, H. [Hrsg.] (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. – 2. Aufl.: 622 S.; Stuttgart (Schweizerbart).

## 9.2 Beispieldatenblatt Moorbildungen/Anmoorbildung

### [Link zur Webseite](#)

GeolKA-ID:	254
GeolKA-Kürzel:	Hm
<b>Bezeichnung:</b>	<b>Anmoorbildung</b>
Kategorisierung:	petrogenetisch
<b>Englischer Begriff:</b>	small peat layers, half-bog, peaty soil
<b>Synonyme:</b>	Moorerde, anmoorige Böden
<b>Überbegriff:</b>	Moorbildungen
<b>Unterbegriffe:</b>	-

### Zusammensetzung/Merkmale

Gemisch aus mineralischer und feinverteilter organischer Substanz (15 – 30 Masse-%)

### Entstehung

Anmoorbildungen entstehen bei hoch anstehendem Grund- und/oder Stauwasser, wodurch es zu einer verringerten Humuszersetzung kommt. Dies tritt häufig in baumbestandenen Niederungs- oder Feuchtheidegebieten auf.

<b>Bildungsprozess:</b>	sedentär, sedimentär
<b>Bildungsraum:</b>	terrestrisch, semiterrestrisch, subhydrisch, telmatisch
<b>Bildungsmilieu:</b>	palustrisch, topogen, ombrogen, soligen

### Abgrenzung gegen Nachbarbegriffe

- Niedermoor = mehr als 30 Masse-% organische Substanz
- Torf (siehe → Seeablagerungen)
- Detritus (siehe → Seeablagerungen)

### Anmerkungen

Torfdecken, die weniger als 30 cm mächtig sind, werden in der GK 25 auch als Anmoor dargestellt. In Folge einer Degradierung ehemaliger Moorstandorte durch Entwässerung und Nutzung entstehen Moorfolgeböden und Anmoore.

### Literatur:

- AD-HOC-AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 5. Aufl.; 438 S.; Hannover.
- CASPERS, G. (2010): Unterscheidung von Torfarten in der bodenkundlichen und geologischen Kartierung. – Telma, 40: 33 – 66.
- MENKE, B. (1989): Anmoor – In: HINZE, C.; JERZ, H.; MENKE, B.; STAUDE, H.: Geogenetische Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1 : 25 000 (GK 25). – Geologisches Jahrbuch, A 112: 154.

### Bearbeitung:

Erstbearbeitung: MENKE, B. (1984)

Neubearbeitung: BAURIEGEL, A.; BLANKENBURG, J.; CASPERS, G.; MCLEOD, A.; OBST, K.; ROSSKOPF, N. (2019)

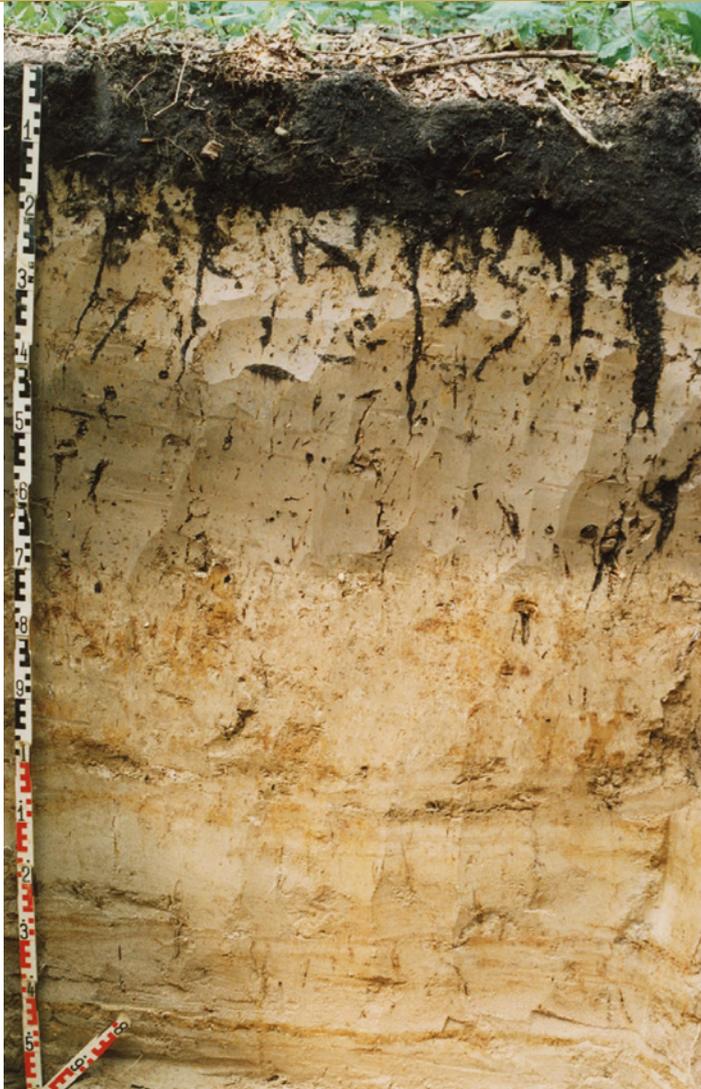


Abb. 20 (entspricht Abb. 1 im Datensatz Anmoorbildung): Basenreiches Anmoor, Anmoorgley (Pulheim/Neuss, Nordrhein-Westfalen; Foto: GD NRW, 2012)

# 10 Verwitterungs- und Rückstandsbildungen

## 10.1 Einführungstext zu Verwitterungs- und Rückstandsbildungen

(WEIDENFELLER, M.; STEUERWALD, K.)

### Einleitung

Verwitterungs- und Rückstandsbildungen entstehen durch Verwitterung bzw. Zersatz von Locker- und Festgesteinen, ohne dass in nennenswertem Maße Material hinzu- oder weggeführt wird. Kommt es im weiteren Verlauf zum selektiven Abtransport von Material, so bleiben Rückstandsbildungen zurück (HINZE et al. 1989).

Im Unterschied zu HINZE et al. (1989) werden die Datenblätter zu den Begriffen Rückstandslehm und Rückstandsschutt unter der Definition Rückstandsbildungen beschrieben. Generell wurden alle bisherigen korngößenabhängigen Definitionen aus dem Geologischen Jahrbuch, A 112 (HINZE et al. 1989) zusammengefasst.

Durch intensive Verwitterung entsteht aus dem Festgestein ein Lockergestein. Ein typisches Beispiel ist der → Saprolit, der als neues Datenblatt hinzugekommen ist. Der Lösslehm ist durch Verwitterung des Lösses entstanden und wird deshalb als Verwitterungs- und Rückstandsbildung und nicht als Windablagerung beschrieben.

Verwitterungs- und Rückstandsbildungen		
	Saprolit	
	Rückstandsbildungen	
		Blockmeer
		Steinsohle
	Bodenbildungen	
		Humoser Oberboden
	Lösslehm	

Tabelle 1: Gliederung der Verwitterungs- und Rückstandsbildungen

### Literatur:

HINZE, C. (1989): Zersatzbildungen und Rückstandsbildungen. – In: HINZE, C.; JERZ, H.; MENKE, B.; STAUDE, H.: Geogenetische Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1 : 25 000 (GK 25). – Geologisches Jahrbuch, A 112: 135.

HINZE, C.; JERZ, H.; MENKE, B.; STAUDE, H. (1989): Geogenetische Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1 : 25 000 (GK 25). – Geologisches Jahrbuch, A 112: 243 S.

## 10.2 Beispieldatenblatt Verwitterungs- und Rückstandsbildungen/Saprolit

[Link zur Webseite](#)

GeolKA-ID:	270
GeolKA-Kürzel:	z
<b>Bezeichnung:</b>	<b>Saprolit</b>
Kategorisierung:	petrogenetisch
<b>Englischer Begriff:</b>	saprolite
<b>Synonyme:</b>	Zersatzbildungen, Zersatz
<b>Überbegriff:</b>	Verwitterungs- und Rückstandsbildungen
<b>Unterbegriffe:</b>	-

### Zusammensetzung/Merkmale

Der Saprolit setzt sich aus intensiv verwitterten Gesteinen zusammen und weist eine ungestörte Gesteinsstruktur auf. Er lässt sich in einen Oxidationshorizont und einen Reduktionshorizont untergliedern. In den untersten Zonen des Reduktionshorizontes treten Kaolinit und Smectit nebeneinander als Mineralneubildung neben Chlorit auf. Zum Hangenden tritt Smectit bei zunehmender Durchlässigkeit und Auswaschung wieder aus dem Mineralspektrum zurück. Zunächst noch vorhandener Rest-Chlorit wird ebenfalls vollständig kaolinitisiert. Im gebleichten Saprolit, der die oberste, bis zu 40 m mächtige Zone des Oxidationshorizontes bildet, tritt ausschließlich Kaolinit als Mineralneubildung (Weißverwitterung) neben residualem Illit-Muskovit und Quarz auf.

### Entstehung

Saprolite entstehen durch physikalisch-chemische Verwitterung von Locker- und Festgesteinen und Mineralneubildung, wobei in Abhängigkeit vom Grad der Verwitterung Material in unterschiedlichem Maße zu- oder weggeführt wird.

In den deutschen Mittelgebirgen bildete sich über lange Zeiträume die mesozoisch-tertiäre Verwitterungsdecke. Als Ausgangsgesteine überwiegen im Rheinischen Schiefergebirge die unterdevonischen Ton- und Siltschiefer, in die sich in einem regional unterschiedlichen Ausmaß Sandsteinbänke, quarzitisches Schichten und Quarzgänge einschalten (FELIX-HENNINGSEN 1990). Aus den paläozoischen Gesteinen bildete sich eine bis zu 150 m mächtige Verwitterungsdecke, die in die genetischen Einheiten Solum und Saprolit untergliedert wird. Der Saprolit entwickelte sich unterhalb des Solums durch Tiefenverwitterung. Voraussetzung für die Bildung waren lange Zeiträume tektonischer Ruhe in Kombination mit einem verwitterungsintensiven, warm-humiden Klima (FELIX-HENNINGSEN 1990). In diesen Phasen übertraf das Vordringen der Verwitterungsbasis in die Tiefe die Rate der Abtragung der Verwitterungsdecke. Die Kaolinisierung der Schiefer erfolgte im Reduktionshorizont der Verwitterungsdecke unter wassergesättigten Bedingungen bei gleichzeitiger Abfuhr der Lösungsprodukte.

<b>Bildungsprozess:</b>	in situ verwittert, residual, reliktsch
<b>Bildungsraum:</b>	terrestrisch, autochthon
<b>Bildungsmilieu:</b>	warm-humid

## Abgrenzung gegen Nachbarbegriffe

→ Rückstandsbildungen sind durch Lösungsabfuhr, Ausspülung oder Ausblasung verbliebene Gesteinsreste. Sie setzen sich aus grobkörnigem Material (Kies, Steine und Blöcke) oder als bindige Residualgesteine aus Ton, Schluff und Sand zusammen.

Ein Solum entwickelt sich im Bereich der Landoberfläche durch Prozesse der Pedogenese und weist Bodenhorizonte mit Gefügebildung auf. Es stellt die jüngste Bildung der Verwitterungsdecke dar.

→ Lösslehm entsteht durch Entkalkung und Verlehmung von → Löss unter feuchten Klimabedingungen.

## Anmerkungen

Bei der Saprolitbildung findet eine Veränderung des Gesteins durch verschiedene Prozesse in situ statt. Die physikalischen, chemischen, hydrogeologischen und bodenmechanischen Eigenschaften ändern sich ebenso wie die mineralogische Zusammensetzung. Das Gestein verändert seine charakteristischen Eigenschaften in Abhängigkeit der Intensität und Dauer der Verwitterung.

In aktiven Hebungsgebieten dominiert die Erosion gegenüber der Tieferlegung der Verwitterungsfront. Mächtige Verwitterungsprofile können nicht entstehen, vorhandene Saprolite werden zunehmend geringmächtiger. Bei linearer Erosion werden die Saprolitdecken zerschnitten bei weitgehender Erhaltung der ursprünglichen Mächtigkeiten.

Aus dem Bezug der autochthonen Verwitterungsbildungen zur tertiären Tektonik und zu Tertiärsedimenten im Rheinischen Schiefergebirge lassen sich die zwei Hauptbildungsphasen der Verwitterungsdecke stratigraphisch eingrenzen. Die ältere Phase mit relativ hohen Grundwasserständen ist vom Alttertiär bis in das Oberoligozän nachweisbar. Sinkende Grundwasserstände als Folge tektonischer Hebung und semiarider Klimabedingungen führten im Miozän zu oxidierenden Bedingungen im Saprolit. Eine zweite Phase der tiefreichenden Oxidation gab es wahrscheinlich im Pliozän.

## Literatur:

- FELIX-HENNINGSEN, P. (1990): Die mesozoisch-tertiäre Verwitterungsdecke (MTV) im Rheinischen Schiefergebirge – Aufbau, Genese und quartäre Überprägung. – Relief Boden Paläoklima, 6: 192 S.
- HINZE, C. (1989): Zersatzbildungen und Rückstandsbildungen. – In: HINZE, C.; JERZ, H.; MENKE, B.; STAUDE, H.: Geogenetische Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1 : 25 000 (GK 25). – Geologisches Jahrbuch, A 112: 135.
- SPIES, E.-D. (1986): Vergleichende Untersuchungen an präpleistozänen Verwitterungsdecken im Osthunsrück und an Gesteinszersatz durch ascendente (Thermal-)Wässer in der Nordosteifel (Rheinisches Schiefergebirge). – Diss. Univ. Bonn: 182 S.; Bonn.

## Bearbeitung:

WEIDENFELLER, M.; STEUERWALD, K. (2019)

## Abbildungen



Abb. 21 (entspricht Abb. 1 im Datensatz Saprolit): Tongrube Oedingen (Rheinisches Schiefergebirge nördlich Bad Neuenahr-Ahrweiler, Rheinland-Pfalz; Foto: M. WEIDENFELLER, 2011)



Abb. 22 (entspricht Abb. 1 im Datensatz Saprolit): Saprolit aus devonischen Silt- und Tonschiefern (Tongrube Oedingen im Rheinischen Schiefergebirge nördlich Bad Neuenahr-Ahrweiler, Rheinland-Pfalz; Foto: M. WEIDENFELLER, 2011)

# 11 Anthropogene Bildungen

## 11.1 Einführungstext zu Anthropogene Bildungen

(ASCH, K.; GEHRT, E.; HÖRMANN, U.; KAUFHOLD, K.; KRIENKE, K.; WAGNER, B.)

### Einleitung

Anthropogene Bildungen umfassen flächenhafte Überlagerungen oder Veränderungen des natürlich anstehenden Gesteins, die durch menschliche Tätigkeit entstanden sind. Entsprechend den Zielen des menschlichen Eingriffs werden drei Gruppen unterschieden:

- (1) Aufschüttungen und Aufspülungen zum Reliefausgleich, zur Deponierung und zur Herstellung baulicher Anlagen;
- (2) Bergbaulich verändertes Gelände;
- (3) Meliorativ verändertes Gestein – Bildungen zur Werterhöhung des landwirtschaftlich genutzten Bodens.

Die Darstellung von anthropogenen Bildungen auf geologischen Karten erfolgt vor allem dann, wenn sie flächenhaft vorkommen und/oder sie für die weitere Landnutzung von Bedeutung sind (z. B. → Deich, → Bruchfeld, → Plaggenauftrag).

Veränderungen infolge einfacher Landnutzung durch Landwirtschaft (z. B. Pflügen ohne gezielte Bodenumlagerung) und Besiedlung (z. B. Gebäude, ebenerdige Wege und Straßen) werden in geologischen Karten im Regelfall nicht ausgewiesen.

Die anthropogenen Bildungen der Gruppe → Aufschüttungen und Aufspülungen entstehen durch Überlagerung natürlich anstehenden Gesteins. Dabei dienen → Auffüllungen primär dem Reliefausgleich von Hohlformen (Tagebaue, natürliche Hohlformen). Die Bildungen der → Halden und → Deponien entstehen zur temporären oder endgültigen Deponierung von Boden- bzw. Gesteinsaushub oder Abfällen in der Regel oberhalb der Geländeoberfläche. Bauliche Anlagen im Sinne anthropogener Bildungen entstehen häufig zum Schutz vor Hochwasser (→ Deich) oder im Verkehrswegebau (→ Damm).

→ Bergbaulich verändertes Gelände ist durch die Veränderung natürlichen Gesteins durch Verbrauch und Senkung über untertägigen Bergbaubereichen (→ Bruchfeld) oder Gesteinsabtrag in Tagebauen (→ Abbauflächen) charakterisiert. Da in beiden Fällen keine anthropogenen Gesteinskörper entstehen, finden die Bildungen nur in Ausnahmefällen Berücksichtigung auf geologischen Karten. Auf bergbaulich genutzte Gebiete wird häufig durch Einzelsymbole hingewiesen (z. B. Schacht, Pinge). Bei Flächen mit Abtragung wird in der Regel das Gestein an der Abbausohle dargestellt.

Anthropogene Bildungen, die mit einer Werterhöhung des Bodens zur landwirtschaftlichen Nutzung z. B. durch Entwässerung oder Eintrag organischen Materials in Verbindung stehen, werden in der Gruppe der → meliorativ veränderten Gesteine zusammengefasst. Der anthropogene Einfluss zeigt sich durch Dislokation des oberflächennah anstehenden Gesteins (z. B. → Tiefumbruch) oder durch Sedimentaufträge (z. B. → Plaggenauftrag). Die flächenhafte Verbreitung dieser Bildungen tritt u. a. an Gezeitenküsten (→ Marschhufenbeete) oder in Gebieten anthropogen überprägter Moore (→ Fehnkultur, → Sanddeckkultur) auf.

Die Notwendigkeit, die bisher eher der Bodenkunde zugeordneten Gruppe meliorativ veränderter Gesteine in die geogenetischen Definitionen der Geologischen Kartieranleitung einzubeziehen, ergibt sich aus der integrierenden geologisch-bodenkundlichen Landesaufnahme bei einigen Staatlichen Geologischen Diensten (SGD). Dies betrifft überwiegend die oberflächennahe Kartierung in den nord-deutschen Bundesländern.

Literatur:

HINZE, C. (1989): Künstlich verändertes Gelände. – In: HINZE, C.; JERZ, H.; MENKE, B.; STAUDE, H.: Geogenetische Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1 : 25 000 (GK 25). – Geologisches Jahrbuch, A 112: 220.

## 11.2 Beispieldatenblatt Anthropogene Bildungen/Aufschüttungen und Aufspülungen/Halde

[Link zur Webseite](#)

GeolKA-ID:	290
GeolKA-Kürzel:	yHa
<b>Bezeichnung:</b>	<b>Halde</b>
Kategorisierung:	geomorphologisch
<b>Englischer Begriff:</b>	stockpile, dump
<b>Synonyme:</b>	-
<b>Überbegriff:</b>	Aufschüttungen und Aufspülungen
<b>Unterbegriffe:</b>	-

### Zusammensetzung/Merkmale

Eine Halde ist eine Aufschüttung oberhalb der umgebenden Geländeoberfläche von oft mehr als hundert Metern Höhe zur vorübergehenden oder dauerhaften Ablagerung von Materialien, die beim Bergbau über oder unter Tage als Abraum unvermeidbar mitgefördert werden (Abraumhalden). Halden bestehen entweder aus technogen umgelagerten Lockergesteinsmassen, Festgesteinsschutt oder Produktions- bzw. Aufbereitungsrückständen. Zumeist sind Halden einheitlich zusammengesetzt. Sie können Beimengungen von Salz, Erz oder Kohle enthalten. Außerdem gehören dazu Halden, die in Weiterverarbeitungsprozessen aus Reststoffen angefallen sind oder vorübergehend als nicht wirtschaftlich verwertbare Produkte auf Lager genommen wurden.

### Entstehung

Halden werden meist im Zuge des Bergbaus durch einen mechanischen Schüttungsprozess mit Förderanlagen, z. T. mit Fahrzeugen in der Nähe des Förderortes, angelegt. Daneben können Halden aus Materialien aus Absetzbecken nach Entwässerung angelegt werden. Die Lagerungsverhältnisse in Halden unterscheiden sich je nach Schüttungsprozess. Durch die Schüttung mit Lastkraftwagen ergeben sich unregelmäßige Absetzmuster; durch Schüttungen mit Fließbändern entstehen regelmäßige Muster entsprechend dem Schüttungswinkel.

<b>Bildungsprozess:</b>	anthropogen
<b>Bildungsraum:</b>	unbestimmt
<b>Bildungsmilieu:</b>	unbestimmt, unterschiedlich

### Abgrenzung gegen Nachbarbegriffe

Eine → Deponie ist eine Aufschüttung, die dem Zweck einer geregelten Entsorgung von Abfall und/oder Erdaushub dient.

Im Gegensatz zur → Auffüllung erhebt sich die Halde über die ursprüngliche Geländeoberfläche.

## Literatur:

- HINZE, C. (1989): Halde. – In: HINZE, C.; JERZ, H.; MENKE, B.; STAUDE, H.: Geogenetische Definitionen quartärer Lockergesteine für die Geologische Karte 1 : 25 000 (GK 25). – Geologisches Jahrbuch, A 112: 225.
- MARTIN, C.; EIBLMAIER, M. [Hrsg.] (2000 – 2002): Lexikon der Geowissenschaften. – 2729 S.; Heidelberg/Berlin (Spektrum/Akademie).
- SCHEDL, A.; MAURACHER, J.; ATZENHOFER, B.; LIPIARSKI, P.; PROSKE, H.; RABEDER, J. (2008): Systematische Erhebung von Bergbauen und Bergbauhalden mineralischer Rohstoffe in Österreich („Bergbau-/Haldenkataster“, Projekt ÜLG 40). – Joannea - Geologie und Paläontologie, 10: 67 – 71.

## Bearbeitung:

Erstbearbeitung: HINZE, C. (1984)

Neubearbeitung: ASCH, K.; GEHRT, E.; HÖRMANN, U.; KAUFHOLD, H.; WAGNER, B. (2019)

## Abbildungen



Abb. 23 (entspricht Abb. 1 im Datensatz Halde): Halde und Tagesanlagen des Kaliwerkes Sigmundshall bei Wunstorf-Bokeloh (Niedersachsen, DTK 25 Blatt 3522 Wunstorf; Foto: U. HÖRMANN, 2014)



Abb. 24 (entspricht Abb. 2 im Datensatz Halde): Kalisalzhalde „Monte Kali“ bei Dankmarshausen/Heringen (Thüringen/Hessen, DTK 25 Blatt 5025 Hönebach und DTK 25 Blatt 5125 Friedewald; Foto: K. ASCH, 2016)



Abb. 25 (entspricht Abb. 3 im Datensatz Halde): Seilbahnberg/Bergehalde Wolfenstedt im Mansfelder Land (Sachsen-Anhalt, DTK 25 Blatt 4534 Allstedt; Foto: E. GEHRT, 2017)

# 12 Vulkanische Lockergesteine

## 12.1 Einführungstext zu Vulkanische Lockergesteine

(WEIDENFELLER, M.; HOSELMANN, C.; LAPP, M.; NESBOR, H.-D.; STEUERWALD, K.)

### Einleitung

Vulkanische Lockergesteine werden erstmals bei der Beschreibung der geogenetischen Begriffsdefinitionen aufgenommen. In den känozoischen Vulkangebieten in Deutschland sind diese oberflächennah weitverbreitet.

Bei der vorliegenden Gliederung stehen die petrogenetischen Definitionen im Vordergrund. Entgegen anderen Gliederungen bleiben Differenzierungen nach der Korngröße und den Ablagerungsprozessen unberücksichtigt.

Vulkanische Lockergesteine		
	Pyroklastische Gesteine	
		Tephra
		Pyroklastische Festgesteine
	Tuffite	
	Vulkaniklastische Sedimentgesteine	
	Autoklastische Gesteine	
		Hyaloklastit (Palagonit-Tuff)
		Pillowfragmentbrekzie

Tabelle 2: Gliederung der vulkanischen Lockergesteine

## 12.2 Beispieldatenblatt Vulkanische Lockergesteine/Pyroklastische Gesteine

### [Link zur Webseite](#)

GeolKA-ID:	316
GeolKA-Kürzel:	py
<b>Bezeichnung:</b>	<b>Pyroklastische Gesteine</b>
Kategorisierung:	petrogenetisch
<b>Englischer Begriff:</b>	pyroclastic rocks
<b>Synonyme:</b>	-
<b>Überbegriff:</b>	Vulkanische Lockergesteine
<b>Unterbegriffe:</b>	Tephra; Pyroklastische Festgesteine

### Zusammensetzung/Merkmale

Pyroklastische Gesteine sind die Produkte explosiver vulkanischer Eruptionen. Dabei wird das Magma und/oder Nebengestein durch Zerreißen oder Zerbrechen fragmentiert. Entscheidend ist nicht die Zusammensetzung, sondern der explosive Entstehungsmechanismus. Entsprechend setzen sich pyroklastische Gesteine aus juvenilen Pyroklasten (fragmentiertes Magma), komagmatischen Lithoklasten (aus dem gleichen Vulkansystem stammend) und xenolithischen Lithoklasten (Nebengestein beliebiger Zusammensetzung) zusammen. Definitionsgemäß enthalten pyroklastische Gesteine einen Anteil von 75 – 100 % an pyroklastischem Material. Davon sind → Tuffite mit einem Anteil von 25 – 75 % an pyroklastischem Material zu unterscheiden, die zudem generell umgelagert sind (→ Pyroklastische Festgesteine).

### Entstehung

Die bei explosiven vulkanischen Eruptionen geförderten Magma- und Nebengesteinspartikel werden durch unterschiedliche Fragmentierungsprozesse (explosive Entgasung oder phreatomagmatisch) gebildet. Die entstehenden Pyroklasten werden in Abhängigkeit von der Entfernung zum Förderort mit abnehmender Korngröße sedimentiert.

<b>Bildungsprozess:</b>	pyroklastisch, phreatomagmatisch
<b>Bildungsraum:</b>	terrestrisch
<b>Bildungsmilieu:</b>	magmatisch

### Abgrenzung gegen Nachbarbegriffe

- Tuffite bzw. → vulkaniklastische Sedimente sind durch Umlagerung und Vermischung von pyroklastischem und epiklastischem Material entstandene Sedimentgesteine.
- Autoklastische Gesteine sind die Produkte effusiver vulkanischer Eruptionen. Dabei werden die durch thermische Abschreckung beim subaquatischen Fließen des Magmas entstehenden Krusten der Lavaströme fragmentiert.
- Vulkanite sind magmatische Gesteine, die infolge vulkanischer Aktivität durch rasche Abkühlung einer Gesteinsschmelze an der Erdoberfläche entstehen. Sie werden entsprechend ihrem Chemismus und Mineralbestand gegliedert.
- Plutonische Gesteine oder Tiefengesteine sind magmatische Gesteine, die in großer Tiefe durch langsame Abkühlung von Magmen entstehen. Auch sie werden entsprechend ihrem Chemismus und Mineralbestand gegliedert.

## Literatur:

- FISHER, R. V.; SCHMINCKE, H.-U. (1984): Pyroclastic rocks. – 472. S.; Heidelberg (Springer).
- LEMAITRE, R. W. (2008): A classification of igneous rocks and glossary of terms. – 256 S.; Cambridge (Cambridge University Press).
- PICHLER, H.; PICHLER, T. (2007): Vulkangebiete der Erde. – 261 S.; Heidelberg (Spektrum).
- SCHMINCKE, H.-U. (1988): Pyroklastische Gesteine. – In: FÜCHTBAUER, H. [Hrsg.] (1988): Sedimente und Sedimentgesteine: 731 – 778; Stuttgart (Schweizerbart).
- SCHMINCKE, H.-U. (2014): Vulkane der Eifel. – 161 S.; Heidelberg (Springer Spektrum).
- SCHMINCKE, H.-U. (2015): Vulkanismus. – 264 S.; Darmstadt (WBG).

## Bearbeitung:

WEIDENFELLER, M.; STEUERWALD, K.; NESBOR, D. (2019)

## Abbildung



Abb. 26 (entspricht Abb. 1 im Datensatz Pyroklastische Gesteine): Pyroklastische Ablagerungen: Basaltische Lapilli-Ablagerung über Tuffbrekzie mit hohem Fremdgesteinsanteil (Tertiärer Ton), Lavasandgrube Herchenberg, nordwestlich Burgbrohl, Osteifel (Rheinland-Pfalz; Foto: M. WEIDENFELLER, 2010)

# 13 Fazit und Ausblick

(STEUERWALD, K.)

Die Harmonisierung der geologischen Datenbestände der Staatlichen Geologischen Dienste und deren Bereitstellung zur Nutzung erlangt immer größere Bedeutung, insbesondere auch zur Umsetzung des Geologiedatengesetzes (GeolDG).

Diese Veröffentlichung zeigt, dass harmonisierte Fachdaten über das Internet in vielfältiger Weise aufgerufen und visualisiert werden können. Der Zugang ist einfach, kostenfrei und aktuell. Für das Beispiel der geogenetischen Definitionen ist es dank der länderübergreifenden Abstimmung gelungen, aktuelles Fachwissen inhaltlich übersichtlich in einem Online-Portal zu präsentieren – praktisch, schnell verfügbar, ohne langwierige Bibliotheksrecherchen und für eine große Nutzergruppe. Das Portal bietet:

- Datenhaltung und Aktualisierung durch die SGD
- Schnellen Zugang zu digitalen und hierarchisierten Datendefinitionen
- Arbeitsmöglichkeiten mit mobilen Geräten im Gelände
- Nachschlagewerk für Ausbildung und Wissenschaft

Im Gegenzug erfordert es:

- Dauerhafte Pflege und Aktualisierung durch die Geologischen Dienste (AG Geologie)
- Zusammenarbeit mit Universitäten und Anwendern

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Pflege der immer weiterwachsenden digitalen Datenbestände aufwändiger wird. Bestandssicherungen, Datenschutzvorsorge und sich entwickelnde technische Veränderungen der Datenhaltung bedingen eine vorausblickende Vorsorge für anstehende personelle Aufwände und finanzielle Einsätze. Nicht nur die Zugriffsmöglichkeit auf Fachdaten bringt einen Mehrwert, sondern auch die Einzigartigkeit der gespeicherten digitalen Datenbestände.

In § 1 des Geologiedatengesetzes (GeolDG) heißt es:

„Dieses Gesetz regelt die staatliche geologische Landesaufnahme, die Übermittlung, die dauerhafte Sicherung und die öffentliche Bereitstellung geologischer Daten sowie die Zurverfügungstellung geologischer Daten zur Erfüllung öffentlicher Aufgaben, um den nachhaltigen Umgang mit dem geologischen Untergrund gewährleisten und Geogefahren erkennen und bewerten zu können.“

[www.gesetze-im-internet.de/geoldg](http://www.gesetze-im-internet.de/geoldg)

## Vertreterinnen und Vertreter der SGD in der AG Geologie, alphabetisch (Stand: November 2023)

Dr. Manfred Dölling, Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen, GD NRW, De-Greif-Str. 195, 47803 Krefeld;  
*manfred.doelling@gd.nrw.de*

Sebastian Donke, M.Sc., Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg, LBGR, Inselstraße 26, 03046  
Cottbus; *sebastian.donke@lbgr.brandenburg.de*

Dr. Alf Grube, Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft, Amt W – Wasser, Abwasser und Geologie,  
Geologisches Landesamt Hamburg BUKEA, Neuenfelder Str. 19, 21109 Hamburg; *alf.grube@bukea.hamburg.de*

Dipl.-Geol.'in Ulrike Hörmann, Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt, SenMVKU, Brücken-  
straße 6, 10179 Berlin; *ulrike.hoermann@senmvku.berlin.de*

Dr. Christian Hoselmann, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, HLNUG, Rheingastr. 186,  
65203 Wiesbaden; *christian.hoselmann@hlnug.hessen.de*

Dr. Lutz Katzschmann, Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz, TLUBN, Carl-August-Allee 8-10,  
99423 Weimar; *lutz.katzschmann@tlubn.thueringen.de*

Dr. Kay Krienke, Landesamt für Umwelt, Abt. Geologie und Boden, LfU, Hamburger Chaussee 25, 24220 Flintbek;  
*kay.krienke@lfu.landsh.de*

Dr. Manuel Lapp, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, LfULG, Halsbrücker Str. 31 a,  
09599 Freiberg; *manuel.lapp@smul.sachsen.de*

Dr. Karsten Obst, Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Geologischer Dienst,  
LUNG, Goldberger Str. 12, 18273 Güstrow; *karsten.obst@lung.mv-regierung.de*

Dr. Henrik Rother, Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt, An der Fliederwegkaserne 13, 06130 Halle  
(Saale), LAGB; *henrik.rother@sachsen-anhalt.de*

Dr. Robert Schöner, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, LBEG, Stilleweg 2, 30655 Hannover;  
*robert.schoener@lbeg.niedersachsen.de*

Carolin Tetzl, RP Freiburg, Abt. 9 Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau, LGRB, Sautierstraße 36, 79104  
Freiburg i. Br.; *carolin.tetzl@rpf.bwl.de*

Dr. Bernhard Wagner, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Geologischer Dienst, LfU, Hans-Högn-Str. 12, 95030 Hof;  
*bernhard.wagner@lfu.bayern.de*

Dr. Michael Weidenfeller, Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, LGB, Emy-Roeder-Str. 5, 55129 Mainz;  
*michael.weidenfeller@lgb-rlp.de*

Dr. Marc Filip Wiechmann, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, BGR, Stilleweg 2, 30655 Hannover;  
*marcphilip.wiechmann@bgr.de*

Die AG Geologie dankt ihren ehemaligen Mitgliedern Dr. Christine Asch, Dr. Gerhard Doppler, Dr. Jürgen Ehlers, Dr. Matthias Franz, Dipl.-Geol. Norbert Hermsdorf, Dr. Holger Kaufhold, Dipl.-Geol. Slawomir Kowalski, Dr. Carsten Schwarz, Dipl.-Geol. Klaus Steuerwald und Dr. Stefan Wansa sowie für das Themenfeld Boden Dr. W. Fleck und M. Kösel für die intensive Mitwirkung bei der Neudefinition der geogenetischen Begriffe und bei der Erarbeitung der vorliegenden Publikation. Der Dank geht gleichzeitig an alle Mitautoren und Bildrechtegeber, an das Redaktionsteam des GD NRW um Frau Dr. Bettina Dölling und alle anderweitig Involvierten, da sie alle wesentlich zum Gelingen beigetragen haben.

# Impressum

Alle Rechte vorbehalten

**scriptum**<sup>online</sup>

Geowissenschaftliche Arbeitsergebnisse aus Nordrhein-Westfalen

© 2023 Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen – Landesbetrieb –

De-Greif-Straße 195 · 47803 Krefeld

Fon 0 21 51 897-0 · [poststelle@gd.nrw.de](mailto:poststelle@gd.nrw.de)

[www.gd.nrw.de](http://www.gd.nrw.de)

## **Satz und Gestaltung:**

Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen

Redaktion: Bettina Dölling, Sophie Kramer

Für den Inhalt des Beitrags sind die Autoren allein verantwortlich.

**scriptum**<sup>online</sup> erscheint in unregelmäßigen Abständen.

Kostenloser Download über [www.gd.nrw.de](http://www.gd.nrw.de)

**ISSN 2510-1331**