



Instruktion zur Deichverteidigung



Hochwasser geht
uns ALLE an...

Herausgeber

Regierungspräsidium Darmstadt
Abt. Arbeitsschutz und Umwelt Darmstadt
- Staatlicher Wasserbau -
Wilhelminenhaus
Wilhelminenstraße 1 - 3
64283 Darmstadt

Dipl.-Ing. Martin Hofmann
Telefon / Fax: 06151 12 3792 / 6920
staatlicher.wasserbau@rpda.hessen.de

Eine Behörde im Geschäftsbereich des
Hessischen Ministeriums für Umwelt,
ländlichen Raum und Verbraucherschutz

Einsatzleitung rund um die Uhr

Deichmeisterei Biebesheim
Telefon: 06258 98393-0

Erstellung

Technische Universität Darmstadt
Institut für Wasserbau und
Wasserwirtschaft
Fachgebiet Wasserbau
Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. h. c. Ulrich Zanke

Redaktion

Dipl.-Ing. Martin Hofmann,
RP Darmstadt, Staatlicher Wasserbau;
Dipl.-Ing. Michael Grimmer und
Dipl.-Ing. Jesper Steuernagel,
TU Darmstadt, FG Wasserbau

Erstellt unter Verwendung von
Textpassagen der "Hinweise zur
Deichverteidigung und Deichsicherung"
des Bayerischen Landesamtes für
Wasserwirtschaft.

Gestaltung

Dipl.-Ing. Michael Grimmer und
Dipl.-Ing. Jesper Steuernagel,
TU Darmstadt, FG Wasserbau

Druck

Eigendruck Regierungspräsidium
Darmstadt, Layout- und Druckzentrum
1. Auflage: März 2006

© Regierungspräsidium Darmstadt,
April 2010 - 2. Auflage

Nachdruck und Wiedergabe – auch
auszugsweise – nur mit Genehmigung
des Herausgebers

www.rp-darmstadt.hessen.de

Bildnachweis

Bayerisches Landesamt für
Wasserwirtschaft: Abb. 2-9, 22-33, 36-44,
47-49, 52, 54-56, 59-65
Gemeinde Riedstadt: Abb. 45, 46, 50, 76
Landesamt für Umweltschutz Sachsen-
Anhalt: Abb. 71
Regierungspräsidium Darmstadt: Abb. 1,
11-21, 34, 35, 51, 53, 57, 58, 66-70, 72,
73, 77-88
TU Darmstadt, FG Wasserbau: Abb. 74,
75
DIN 19712: Abb. 10



Vorwort

Bei Hochwasser ist jedem Fließgewässer ein natürliches Überschwemmungsgebiet zu eigen, in dem es sich ausbreiten kann. Auch wenn wir heute wissen, dass die Errichtung von Deichen diese natürlichen Flächen und Rückhalteräume beschneidet, bleiben Deiche zum Schutz von Menschen, Siedlungen und deren Einrichtungen unerlässlich.

In Hessen besitzt der Deichbau entlang der großen Flüsse Rhein und Main eine Jahrhunderte lange Tradition. Nach einer Untersuchung sind bei einem Versagen der Deiche auf einer Fläche von etwa 400 km² bis zu 250.000 Menschen in Südhessen vom Hochwasser betroffen. Der mögliche wirtschaftliche Schaden wurde mit bis zu 12 Milliarden Euro beziffert. Um die nachhaltige Abwehr einer etwaigen Naturkatastrophe zu gewährleisten, werden die hessischen Deiche unter erheblichem finanziellen Aufwand - auf der Grundlage einer mit den Ländern Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz geschlossenen Vereinbarung - ertüchtigt.

Die Hessische Landesregierung hat ein Programm aufgestellt, die erforderliche Sanierung der Rhein- und Mainwinterdeiche auf einer Länge von ca. 105 km bis 2016 abzuschließen.

Grundsätzlich bedürfen im Hochwasserfall die Deiche einer Deichverteidigung.

Die Hochwasserereignisse der jüngsten Vergangenheit an Oder, Donau und Elbe haben die Bedeutung des Einsatzes qualifizierter Fachkräfte bei der Deichverteidigung verdeutlicht. Die erfolgreiche Bewältigung der anspruchsvollen Aufgabe der Deichverteidigung bedingt sowohl fachliches Wissen in Theorie und Praxis als auch die Koordination aller beteiligten Institutionen.

Nur die Abstimmung der Anstrengungen von Kommunen, Landkreisen, Katastrophenschutz, Bundeswehr sowie den zahlreichen ehrenamtlichen Helfern - denen ich an dieser Stelle für ihr Engagement ganz herzlich danke - stellt eine effiziente Deichverteidigung sicher und hilft, schwerwiegende Fehler zu vermeiden. Für die Ausbildung, Anleitung und Unterstützung dieser Institutionen für die Deichverteidigung sind die Experten des Staatlichen Wasserbaus beim Regierungspräsidium Darmstadt verantwortlich. Die vorliegende "Instruktion zur Deichverteidigung" - Fassung vom April 2010 - soll helfen, allen in der Deichverteidigung und -sicherung Aktiven sowohl die organisatorischen als auch technischen Gesamtzusammenhänge bewusst zu machen. Darüber hinaus soll sie als konkrete Anleitung für den Ernstfall dienen, um in kurzer und verständlicher Form die Ursachen für Schadensfälle am Deich und bewährte Methoden der operativen Deichverteidigung aufzuzeigen.

Johannes Baron
Regierungspräsident

Inhaltsverzeichnis

■	Einleitung	5
■	Wissen	6
	Allgemeine Begriffe und Grundlagen	6
	Sickerwasseraustritte	8
	Verformungen	8
	Deicharten und Deichquerschnitte	9
■	Erkennen	12
	Beobachtungsmatrix	12
	Allgemeine Hinweise	12
	Gefährdungsstufen	12
	Austritt von klarem Sickerwasser	13
	Austritt von trübem Sickerwasser mit Materialaustrag	16
	Schneller Anstieg der Sickerwassermengen	17
	Schäden an der wasserseitigen Böschung	18
	Schäden an der landseitigen Deichböschung	19
	Gefahr des Überströmens	21
■	Handeln	22
	Grundlagen der Maßnahmen zur Deichverteidigung	22
	Stützung und Sicherung der landseitigen Deichböschung bzw. des Deichhinterlandes	23
	Stützung und Sicherung der wasserseitigen Deichböschung bzw. Deichvorlandes	27
	Deichaufhöhung	30
■	Anhang	31
	Mittel zur Deichverteidigung und Verbrauchswerte	31
	Hinweise für die Deichwehr	34
	Rechtliche und technische Grundlagen	36
	Zuständigkeiten	39
	Hydrogeologie / Geotechnik	41
	Begriffsdefinitionen	45

■ Einleitung

Zur Abwendung einer Wassergefahr durch Hochwasser haben die Gemeinden an Rhein und Main in Hessen die erforderlichen Vorkehrungen zu treffen und hierfür einen Wasserwehrdienst einzurichten. Benachbarte Gemeinden haben entsprechend Hilfe zu leisten. Die Obere Wasserbehörde berät und unterstützt die Gemeinden bei der Abwehr dieser Wassergefahr (siehe §§ 20 und 21 Abs. 1 und 2 Hessisches Wassergesetz (HWG) i. d. F. vom 06.05.2005) und richtet hierfür auf der Deichmeisterei Biebesheim eine Einsatzzentrale ein.

Die vorliegende Instruktion zur Deichverteidigung soll den Verantwortlichen, hier besonders den Leitern der kommunalen Wasserwehr, im Falle eines Einsatzes in der Deichverteidigung einen schnellen Überblick über am Deich zu erwartende Schadensbilder, deren Ursachen und die erforderlichen Maßnahmen geben.

Sie ist damit als grundsätzliche Weisung der Oberen Wasserbehörde an die Gemeinden an Rhein und Main gemäß § 21 (2) HWG zur Sicherung der Winterdeiche zu verstehen. Zur Optimierung der Handlungsstrukturen ist die Instruktion in drei Hauptkapitel "Wissen", "Erkennen" und "Handeln" gegliedert.

Im Kapitel "Wissen" werden zunächst allgemeine Begriffe und Grundlagen vermittelt, die für die Deichverteidigung von Bedeutung sind. Im folgenden Kapitel ("Erkennen") werden die unterschiedlichen Schadensbilder, die an Flussdeichen während eines Hochwasserereignisses auftreten können, aufgezeigt. Hier befindet sich auch die so genannte Beobachtungsmatrix, mit deren Hilfe den jeweiligen Beobachtungen durch Textverweise die entsprechenden Maßnahmen zugeordnet werden, die im Kapitel "Handeln" beschrieben werden.

Im Anhang dieser Schrift sind weitere fachliche und rechtliche Grundlagen sowie Begriffsdefinitionen zusammengestellt.

Eine erfolgreiche Deichverteidigung ist immer nur möglich, wenn alle Beteiligten kooperativ zusammenwirken.

Darmstadt, im März 2006

Im Auftrag

Wolfgang Zwach

Baudirektor

Dezernatsleiter Staatlicher Wasserbau



Abb. 1: Hochwasser 1988 am Rhein

Allgemeine Begriffe und Grundlagen

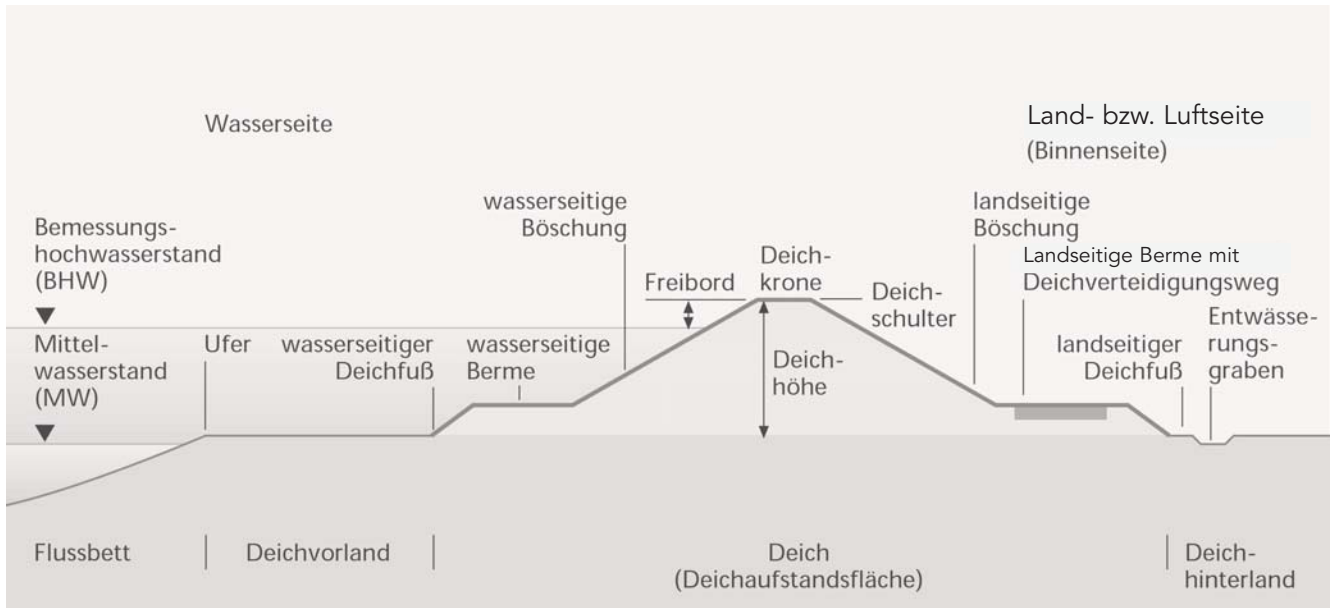


Abb. 2: Querschnitt durch einen Deich - Begriffe

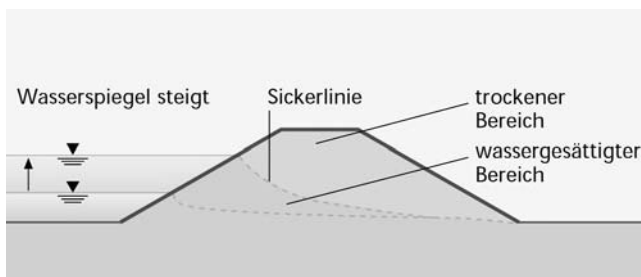


Abb. 3: Anstieg des Wasserspiegels (homogener Deich)

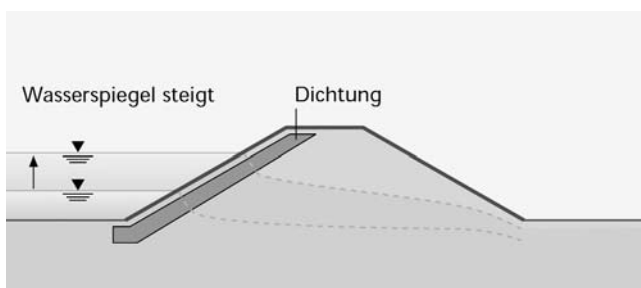


Abb. 4: Anstieg des Wasserspiegels (Deich mit Dichtung)

Anstieg des Wasserspiegels

Bei Anstieg des Wasserspiegels steigt auch die Sickerlinie im Deich an. Die Sickerlinie ist die Grenze zwischen dem trockenen und durchfeuchteten Deichmaterial. Durchfeuchtete Bereiche können die Standsicherheit des Deiches maßgebend schwächen. Das liegt daran, dass der Boden unter Auftrieb gerät und somit "leichter" wird. Außerdem verringert sich die innere Reibung.

Die Sickerlinie kann durch Dichtungsschichten, welche in den Deich eingebaut wurden, niedrig gehalten werden. Dadurch ist die Standsicherheit im Deich verbessert. Der innere Aufbau eines Deichs ist aber von außen nicht erkennbar. Der Austritt von klarem Sickerwasser im unteren Drittel der Böschung ist bei länger andauernden Hochwasser-Ereignissen natürlich. Eine Beobachtung von zu Tage tretendem Sickerwasser muss grundsätzlich erfolgen, um z. B. schädlichen Materialaustrag frühzeitig erkennen und beheben zu können.

Bei der Deichsanierung ist es Ziel, den Sickerwasseraustritt an den landseitigen Deichfuß zu führen.

Bei Fragen zum inneren Aufbau eines Deichs stehen die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Regierungspräsidiums Darmstadt - Staatlicher Wasserbau - zur Verfügung. Im Hochwasserfall ist auf der Deichmeisterei Biebesheim die Einsatzleitung für die Fachberatung eingerichtet. (Telefon: 06258 - 983 930)

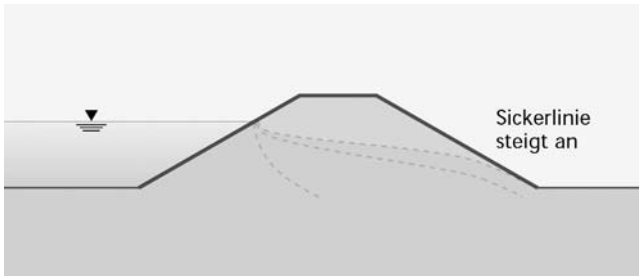


Abb. 5: Lang anhaltende Hochwasserwelle

Lang anhaltende Hochwasserwelle

Je länger ein Hochwasser mit einem hohen Wasserspiegel auf einen Deich einwirkt, desto höher steigt auch die Sickerlinie im Deichkörper an. Die dabei zunehmende Durchfeuchtung des Deichs verschlechtert somit auch seine Standsicherheit. Der aufgeweichte Deich wird zunehmend empfindlich gegen Erschütterungen und zusätzliche Belastungen, welche grundsätzlich auf das geringst mögliche Maß zu beschränken sind.

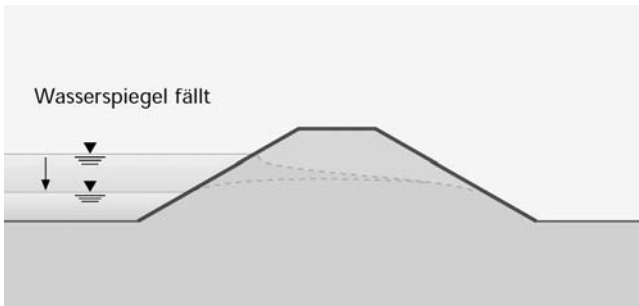


Abb. 6: Schnell fallender Wasserspiegel

Schnell fallender Wasserspiegel

Bei einem schnellen Absinken des Hochwasserspiegels folgt die Sickerlinie verzögert.

Das schnelle Absinken führt zu einer hohen inneren Belastung der wasserseitigen Böschung, wenn der Wasserstand im Deichkörper höher als im Fluss ist. Dann besteht ein aus dem Boden zum Fluss hin gerichteter Wasserüberdruck. Die Böschung kann dadurch auf größerer Länge abrutschen. Der Deich wäre in der Folge ggf. mitsamt seiner Dichtung beschädigt. Einer nachfolgenden Hochwasserwelle könnte der zerstörte oder geschwächte Deich nicht mehr standhalten.

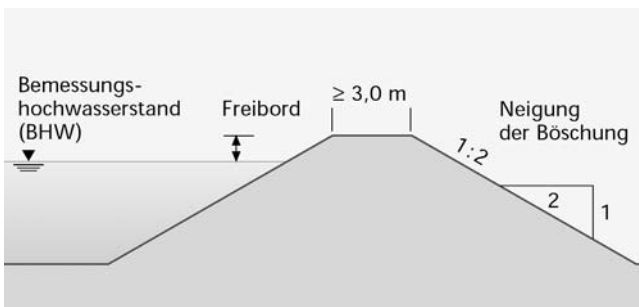


Abb. 7: Geometrie eines Deiches

Geometrie eines Deichs

Neben dem inneren Aufbau und der Dichtigkeit des Deichbaumaterials spielt die Deichgeometrie eine wesentliche Rolle.

Im Gegensatz zum inneren Aufbau lässt sich die äußere Geometrie vor Ort messen und kann für eine erste grobe Abschätzung der Standsicherheit dienen.

Generell sollten die Böschungsneigungen nicht steiler als 1:2 sein.

Die Deichkrone sollte mindestens 3,0 m breit sein.

Sickerwasseraustritte

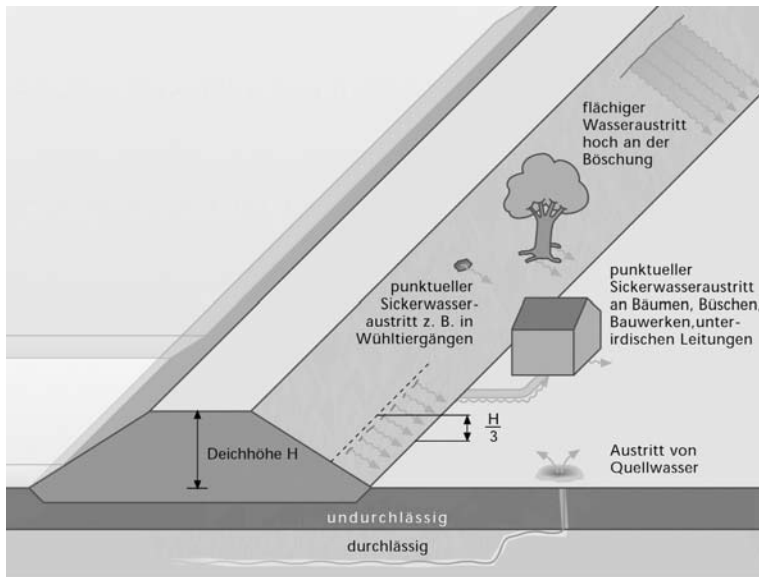


Abb. 8: Sickerwasseraustritte

Das **Austreten von Sickerwasser** ermöglicht eine Beurteilung der **Lage der Sickerlinie** im Deich und somit der aktuellen Standsicherheit. Bei der Deichkontrolle im Hochwasserfall sind Ort, Menge und Art des Sickerwassers zu beurteilen. Flächige Austritte von klarem Sickerwasser am Deichfuß der landseitigen Deichböschung sind eher ungefährlich. Punktuelle Austritte, zunehmende Wassermengen und Trübungen des austretenden Sickerwassers bedeuten eine Erhöhung des Gefährdungsgrades.

Höher in der Böschung auftretende Sickerwasseraustritte sind aufmerksam zu beobachten, da sie früher oder später zu Verformungen des Deichs führen können.

Je feuchter der Deich, desto empfindlicher reagiert er auf Belastungen und Erschütterungen.

Verformungen

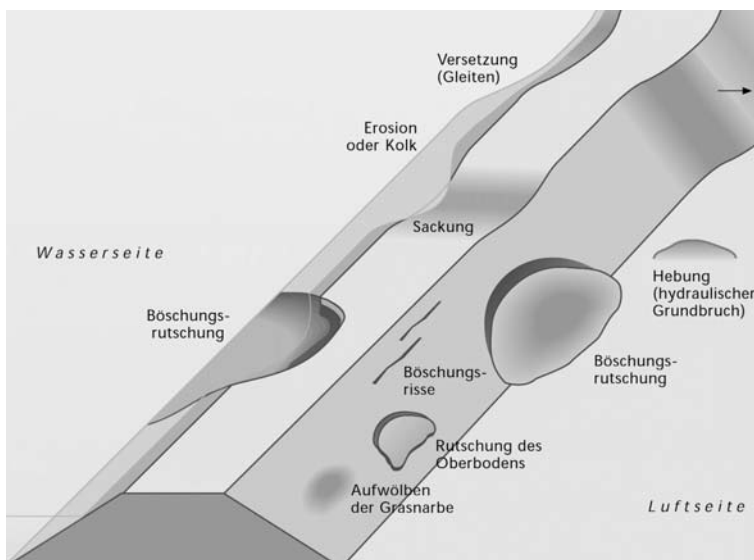


Abb. 9: Verformungen

Das strömende Hochwasser kann zu **Verformungen an der wasserseitigen Böschung** führen.

Treibzeug, Eisbildung, Eisversetzung sowie Wellenaufbau aus Wind oder verschärfte Strömung in Kurven können lokal zu Verletzungen und Erosion der wasserseitigen Böschung führen.

Im Hochwasserfall sind nur die Verformungen oberhalb des aktuellen Wasserspiegels leicht zu erkennen. Rutschungen oder Erosionen unterhalb des Wasserspiegels bleiben verborgen.

Zunehmende Wasseraustritte auf der landseitigen Böschung können ein Indiz für die Beschädigung der wasserseitigen Böschung sein.

Verformungen an der landseitigen Böschung können aus der Durchsickerung des Deichkörpers entstehen.

Durchfeuchtung bzw. Wassersättigung des Deichquerschnitts schwächen die Standsicherheit. Risse und verstärkte Sickerwasseraustritte, insbesondere bei Austritt von trübem Sickerwasser (Materialtransport - Ausspülen von Feinteilen), kündigen weitere gefährliche Verformungen an.

Besonders gefährlich ist der schnelle Abfall des Wasserspiegels z.B. bei einem Deichbruch an anderer Stelle. Die wasserseitige Böschung kann dann auf großer Länge abrutschen. Ein nachfolgender Wiederanstieg des Wasserspiegels trifft dann auf einen stark geschwächten Deichquerschnitt. Dieser wird aufgrund der beschädigten Böschung stärker durchsickert, insbesondere dann, wenn die Dichtungsschicht beschädigt wurde.

Deicharten und Deichquerschnitte

Deicharten

Entsprechend ihrer Lage zum Gewässer und ihrer Funktion unterscheidet man folgende Deicharten (gem. Definition DIN 19712):

- **Winterdeich** (Voll- oder Hauptdeich)
Bemessung gegen große und seltene Hochwasser
- **Sommerdeich** (Teilschutz- oder Vordeich)
schützt in der Regel landwirtschaftlich genutzte Flächen gegen kleinere und mittlere, aber entsprechend häufige Hochwasser
- **Qualmdeich (Quelldeich)**
umschließt Flächen mit erhöhtem Drängewasseranfall
- **Notdeich**
wird als akute Hochwasserverteidigungsmaßnahme errichtet
- **Schlafdeich**
hat durch Verlegen der Deichlinie seine bisherige Aufgabe verloren, kann aber als zweite Deichlinie noch von Bedeutung sein
- **Geschlossener Deich**
schließt an beiden Enden an hochliegendes Gelände an
- **Offener Deich**
wird nur oberstrom an hochliegendes Gelände angeschlossen und kann von unterstrom landseitig eingestaut werden
- **Ringdeich**
umgibt das zu schützende Gelände allseitig
- **Flügeldeich**
verbindet Deichstrecken am Gewässer mit hochliegendem Gelände
- **Leitdeich**
lenkt den Hochwasserabfluss in die bestimmte Richtung
- **Schar- und Prallddeich**
direkt am Gewässer gelegen, ohne Vorland
- **Rückstauedeich**
begleitet Nebengewässer vom Deich des Hauptgewässers aus so weit, wie der Rückstau einfluss des Bemessungshochwassers von dort reicht
- **Binnendeich (Schottdeich)**
unterteilt Polder, um Schäden bei Überflutung oder Deichbrüchen einzugrenzen

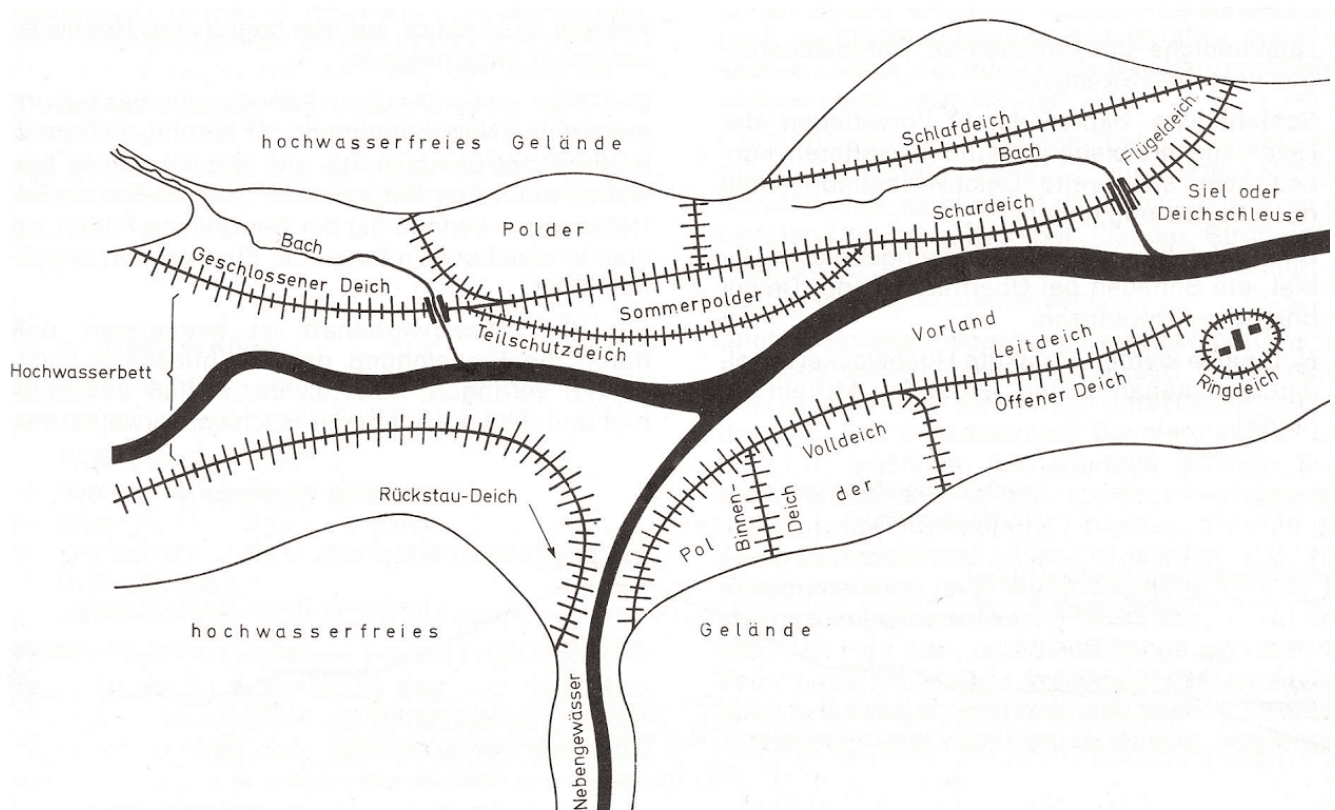


Abb. 10: Deicharten

Nicht ausgebauter, homogener Deich

Die überwiegend im Landeseigentum stehenden hessischen Winterdeiche sind z. T. mehrere Jahrhunderte alt.

Da die Deiche nicht den Ansprüchen hinsichtlich Standsicherheit und Ausbauziel entsprechen, werden sie nach und nach saniert und ausgebaut.

Die Deiche entsprechen in ihrer Höhe nicht dem Ausbauziel (Überströmungssicherheit bei einem Hochwasserereignis, das einmal in 200 Jahren auftritt). Die land- und wasserseitigen Böschungen sind größtenteils zu steil. Es fehlt der Deichverteidigungsweg und eine Filterschüttung, die die Sickerlinie an den landseitigen Deichfuß führt.

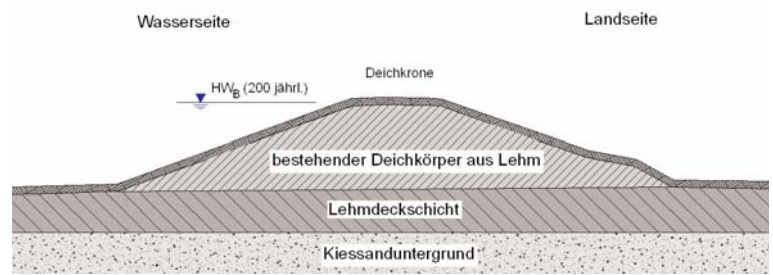


Abb. 11: Nicht ausgebauter (homogener) Deich



Abb. 12: Nicht ausgebauter Deich bei Erfelden



Abb. 13: Nicht ausgebauter Deich bei Erfelden



Abb. 14: Zu sanierender Deich bei Trebur

Ausgebauter Deich

Beim Deichausbau werden die zur Vermeidung von Schäden durch Hochwasser erforderlichen konstruktiven Maßnahmen sowie der Bau eines Deichverteidigungsweges einschließlich befestigter Zufahrtswege realisiert:

- Dichtelement (Lehmschürze, Spundwand, Dichtwand als Schlitz- oder Rüttelschmalwand)
- Abgestimmte Deichhöhe
- Führung der Sickerlinie durch Filterschichten
- Deichverteidigungsweg
- Befestigte Zufahrtswege



Abb. 16: Ausgebauter Deich bei Ginsheim



Abb. 18: Deichverteidigungsweg aus Stahlbeton



Abb. 20: Einbau des Fußfilters aus Porenbeton

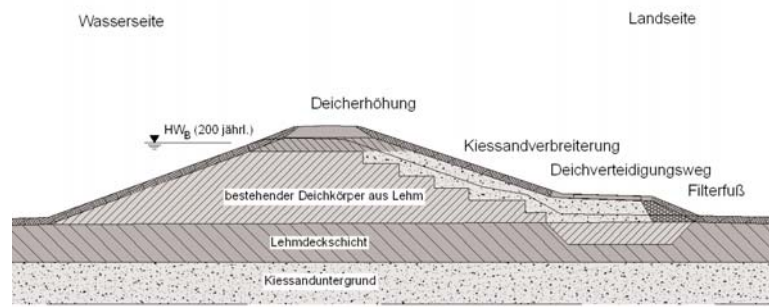


Abb. 15: Regelquerschnitt Deichausbau Rhein

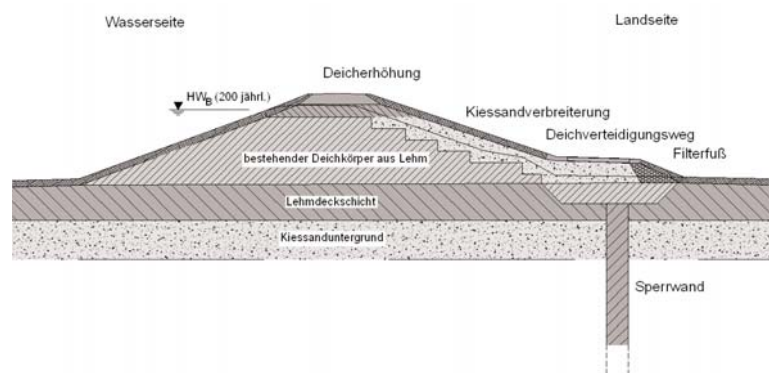


Abb. 17: Regelquerschnitt Deichausbau Rhein mit Sperrwand

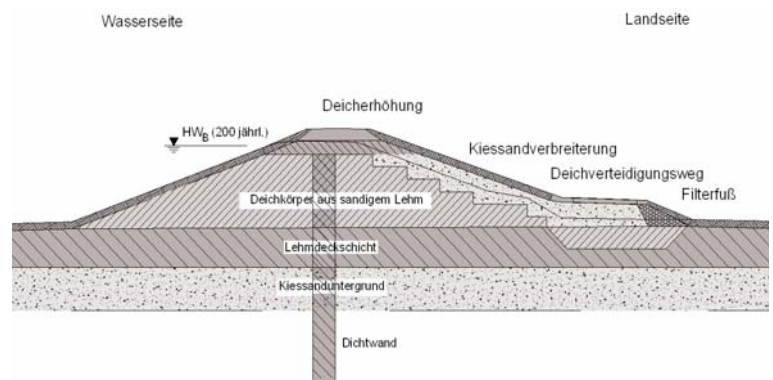


Abb. 19: Regelquerschnitt Deichausbau Main mit Dichtwand

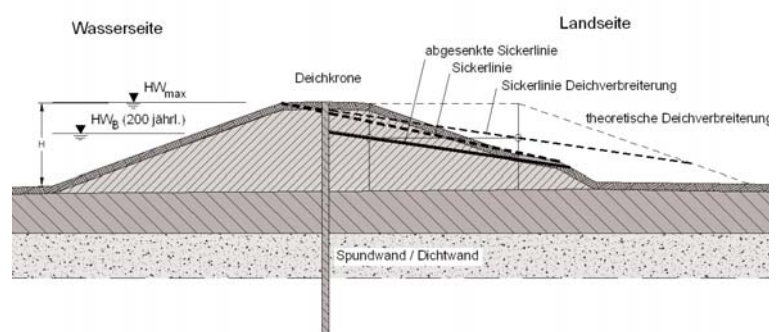


Abb. 21: Querschnitt mit Spundwand

■ Erkennen

Beobachtungsmatrix

Die Beobachtungsmatrix in Form der unten stehenden Tabelle führt Beschreibungen der verschiedenen Unregelmäßigkeiten an Deichen auf und soll helfen, das Gesehene richtig einzuordnen und die geeigneten Sicherungsmaßnahmen zu ergreifen.

Aufgrund der Beobachtungen wird auf die zugehörigen Abschnitte der Kapitel Erkennen und Handeln hingewiesen.

Um die Beobachtungen für weitere Maßnahmen nutzen zu können bzw. die Gefährdungsstufen festzulegen, müssen der Ort und die Art von Sickerwasseraustritten und/oder Verformungen festgestellt werden.

Ort bzw. Lage der Beobachtung		Art der Beobachtung				
		Sickerwasseraustritte			Schäden	
		klar	trüb	stark	oberflächlich	Verformungen
Landseitige Böschung	unterhalb d. Deichverteidigungswegs	E1.a → §. 13	E2.a → §. 16	E3 → §. 17	E5.a → §. 19	E5.b → §. 20
	unteres Drittel	E1.b → §. 13				
	oberhalb d. Deichverteidigungswegs	E1.c → §. 14				
	oberer Bereich	E1.d → §. 14				
	Bereich von Fremdkörpern u. Bauwerken	E1.e → §. 15				
Deichhinterland		E2.b → §. 17	E2.b → §. 17	E2.b → §. 17	.	.
Deichkrone					E6 → §. 21	E6 → §. 21
Wasserseitige Böschung		.	.	.	E4.a → §. 18	E4.b → §. 18

Allgemeine Hinweise

Der **Austritt von klarem Sickerwasser** ist als ungefährlich bis problematisch einzustufen, da jeder Deich im Hochwasserfall mehr oder minder durchsickert wird. Die Menge des Sickerwassers allein ist kein Kriterium für die Standsicherheit des Deichs, gibt dem Fachmann jedoch Hinweise auf den inneren Aufbau des Deichs. Die Austrittsstelle von Sickerwasser lässt Rückschlüsse auf die Lage der Sickerlinie im Deich und somit auf die Standsicherheit zu.

Der **Austritt von trübem Sickerwasser** (Trübung durch Schwebstoffe, z.B. bräunliche Färbung) weist auf den Austrag von Bodenmaterial aus dem Deich bzw. aus dem Untergrund hin. Diese Situation ist zumindest als gefährlich einzustufen, da Materialaustrag zu einer Schwächung der Standsicherheit des Deichs führt.

Der **Anstieg der Sickerlinie** im Deich verringert die Standsicherheit. Deshalb ist die Menge des Sickerwassers und die Höhe der austretenden Sickerlinie über die Zeit zu beobachten. Je höher der Wasserspiegel und je länger das Hochwasserereignis dauert, desto höher steigt auch die Sickerlinie im Deich.

Verformungen am Deich sind immer gefährlich bis sehr gefährlich. In der Regel ist umgehend ein Fachmann hinzuzuziehen und geeignete Sicherungsmaßnahmen sind zu ergreifen.

Gefährdungsstufen

Im Hochwasserfall sind nach erfolgtem Aufruf der Wasserwehren die Deiche durch die Deichwachen rund um die Uhr zu beobachten. Eine Einteilung der Beobachtungen in die folgenden Gefährdungsstufen (GS) ist gemeinsam mit den Fachberatern Deichschutz des Regierungspräsidiums Darmstadt vorzunehmen.

(→ H0., S. 22) :

- **GS 1 (ungefährlich)** Eine Beobachtung ist in der Regel ausreichend.
- **GS 2 (problematisch)** Verhaltensmaßregeln sind erforderlich.
- **GS 3 (gefährlich)** Deichverteidigung erforderlich; Evakuierung des bedrohten Gebietes prüfen; für alle Einsatzkräfte muss Rettungsgerät bereitstehen.
- **GS 4 (sehr gefährlich)** Unverzüglich massive Deichverteidigung erforderlich. Einsatzkräfte müssen Rettungsgeräte angelegt haben. Im bedrohten Bereich sollten nur die unmittelbar am Einsatz Beteiligten verbleiben.

E1. Austritt von klarem Sickerwasser

E1.a) Sickerwasseraustritt in der Böschung des Deichverteidigungsweges

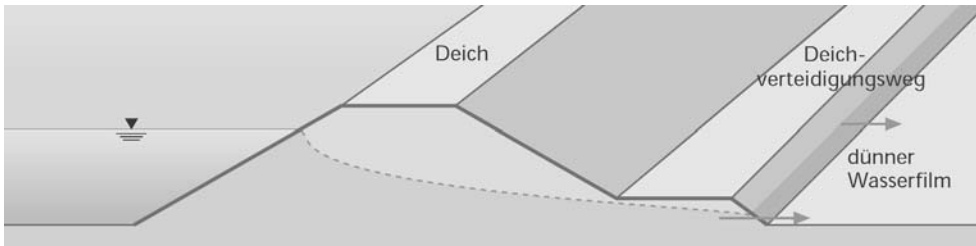


Abb. 22: Klares Sickerwasser in der Böschung des Deichverteidigungsweges

Beobachtungen

- Austritt von klarem Sickerwasser in der Böschung des Deichverteidigungsweges.
- Sickerwasser tritt nicht örtlich verstärkt auf und nicht in größeren Mengen; Gleichmäßiger Wasserfilm.

Ursachen

- Ein Deich ist nicht völlig dicht.

Verhaltensregeln

- Abfluss des Sickerwassers nicht behindern.
- Deich und Deichhinterland nicht unnötig belasten, befahren oder begehen.

Maßnahmen

- Sickerwassermengen abschätzen und weiter beobachten, insbesondere wenn das Hochwasser noch steigt.
- Bei starkem Austritt von Sickerwasser ist ein Fachmann hinzuzuziehen.
→ H0., S. 22

ungefährlich

- wenn die Sickerwasseraustritte bei weiterer Beobachtung nicht ansteigen und keine Trübung zeigen

E1.b) Sickerwasseraustritt im unteren Drittel der landseitigen Deichböschung (nicht ausgebauter Deich)

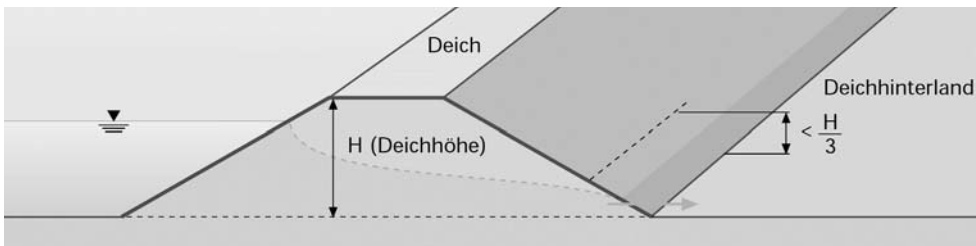


Abb. 23: Klares Sickerwasser im unteren Böschungsdrittel

Beobachtungen

- Starker bis sehr starker Austritt von klarem Sickerwasser (flächig und nicht punktuell) im unteren Drittel der landseitigen Böschung.
- Sickerwasseraustritt, der nicht durch örtliche Störungen der Grasnarbe (Löcher durch Wühltiere) oder Bauwerke (Kurzschlussstörungen) verursacht ist.

Ursachen

- Keine oder nicht ausreichende Dichtung. (=Regelfall)
- Untergrund im Deichbereich durchlässig.
- Keine ausreichende Einbindung der Dichtung in den undurchlässigen Untergrund.
- Wasserseitige Rampen nicht oder nur unzureichend gedichtet.

Verhaltensregeln

- Abfluss des Sickerwassers nicht behindern.
- Deich und Hinterland nicht unnötig belasten.
- Deichhinterland nicht unnötig befahren oder begehen.

Maßnahmen

- Sorgfältig beobachten, dabei auf Aufreißen oder Aufwölben der Grasnarbe achten (Anzeichen für Rutschungen).
- Sickerwassermengen abschätzen und weiter beobachten, insbesondere wenn das Hochwasser noch steigt.
- Bei starkem Austritt von Sickerwasser ist ein Fachmann hinzu zu ziehen.
→ H0., S. 22

ungefährlich

- wenn die Sickerwasseraustritte bei weiterer Beobachtung nicht ansteigen und keine Trübung zeigen
- bei Böschungen flacher als 1: 2.

problematisch

- Bei Böschungen steiler als 1:2 ist u. U. die örtliche Standsicherheit durch Strömungsdruck gefährdet.

E1.c) Sickerwasseraustritt oberhalb des Deichverteidigungsweges

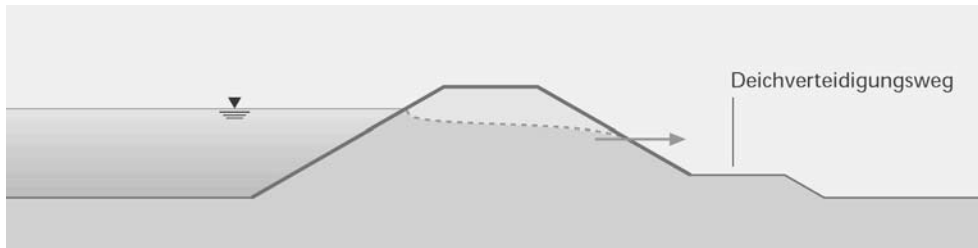


Abb. 24: Klares Sickerwasser oberhalb des Deichverteidigungsweges

Beobachtungen

- Austritt von klarem Sickerwasser in geringen Mengen oberhalb des Deichverteidigungsweges.

Ursachen

- Der normale Sickerwasserabfluss ist behindert, wodurch die Sickerlinie im Deich angestiegen ist. (Der Deichverteidigungsweg ist z. B. durch ständiges Befahren und/oder den Eintrag von Feinteilen verdichtet, sodass eine natürliche Durchsickerung

nicht mehr ungehindert möglich ist.)

Verhaltensregeln

- Abfluss des Sickerwassers nicht behindern oder unterbinden.
- Deich und Deichhinterland nicht unnötig belasten, befahren oder begehen.

Maßnahmen

- Sorgfältiges Beobachten der landseitigen Deichböschung, dabei auf Aufreißen oder Aufwölben der Grasnarbe achten (Anzeichen für Rutschungen).

- Bei Aufwölbung der Grasnarbe ist ein Fachmann hinzu zu ziehen. Ggf. ist die Grasnarbe vorsichtig zu durchstechen und für den Abfluss des Sickerwassers zu sorgen.
- Den ggf. aufgeweichten Deichverteidigungsweg sperren und vorausschauend für eine alternative Zufahrtsmöglichkeit zu den abgesperrten Deichabschnitten sorgen.

→ H0, S. 22

problematisch

- Die Überströmung kann den Deichverteidigungsweg unbefahrbar machen. Die Erreichbarkeit weiterer Deichabschnitte ist gefährdet.

E1.d) Sickerwasseraustritt im oberen Bereich der Böschung

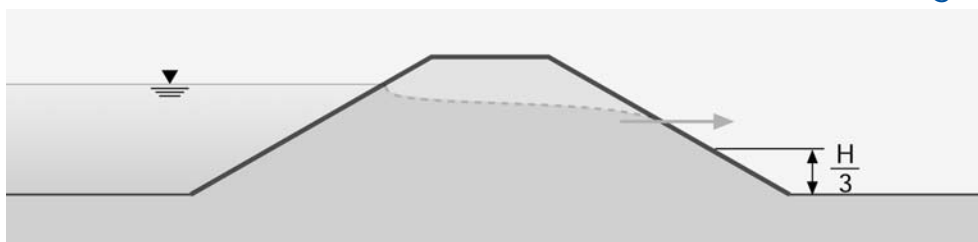


Abb. 25: Klares Sickerwasser im oberen Bereich der Deichböschung

Beobachtungen

- Austritt von klarem Sickerwasser in geringen Mengen im oberen Bereich der Deichböschung.

Ursachen

- Landseitig dichtere Schichten
- Horizontal dichtere Schichten im Deich (z.B. durch lagenweise unterschiedliche Verdichtung)

Verhaltensregeln

- Abfluss des Sickerwassers nicht behindern.
- Deichkrone, Deichböschungen und Deichhinterland nicht belasten oder befahren.
- Erschütterungen und Vibrationen durch schweres Gerät vermeiden.

Maßnahmen

- Sorgfältige Beobachtung der landseitigen Böschung, dabei auf Aufreißen oder Aufwölben der Grasnarbe achten (Anzeichen für Rutschungen).
- Nach Hinzuziehung von Fachleuten evtl. Sickerwasserabfluss verbessern (z. B. durch punktuell durchstechen der Grasnarbe).

→ H0, S. 22

problematisch

- Der hohe Sickerwasseraustritt deutet auf eine hohe Sickerlinie und damit auf eine weitgehende Sättigung des Deichkörpers hin. Große Teile des Deichs stehen unter Auftrieb. Schlagartiges Abrutschen oder Aufbrechen der Böschung ist möglich.

E1.e) Punktueller und starker Sickerwasseraustritt im Bereich von Bauwerken und Fremdkörpern

Beobachtungen

- Punktuell stärkerer Austritt von klarem Sickerwasser in der Deichböschung oder in der Nähe des Deichfußes.
- Verstärkter, lokaler Austritt von klarem Sickerwasser im Bereich von Gehölzen oder an Bauwerken. Durch Wühltiergänge, verrottende Wurzeln oder entlang unterirdischer Leitungen und entlang von Gebäudekanten bilden sich bevorzugt Sickerwege aus, welche größere und zunehmende Durchsickerung und Durchströmung zulassen.

Ursachen

- Örtlich stärkere Durchlässigkeit der Deichdichtung
- Örtliche Unstetigkeiten im Deichaufbau
- Kurzschlussströmungen entlang von Bauwerken (Fugenerosion)
- Wühltiergänge
- Fremdkörper im Deich (Wurzel, Leitungen, u.ä.)

Verhaltensregeln

- Abfluss des Sickerwassers nicht behindern oder unterbinden.
- Deichkrone und Deichböschungen nicht belasten oder befahren.
- Deichhinterland nicht unnötig belasten oder befahren.
- Erschütterungen und Vibrationen durch schweres Gerät vermeiden.

Maßnahmen

- Genaue Beobachtung, ob im Umfeld weitere Quellen auftreten, insbesondere nach dem Einleiten von Sicherungsmaßnahmen.
- Genaue Beobachtung, ob eine Trübung der Wasseraustritte eintritt oder sich der Austritt mit der Zeit verstärkt.
- Sorgfältige Beobachtung der landseitigen Böschung, dabei auf Aufreißen oder Aufwölben der Grasnarbe achten (Vorzeichen für Rutschungen).
- Evtl. Vorkehrungen gegen äußere Erosion im Bereich unterhalb der Austrittsstelle treffen.
- Ggf. Ursachenbeseitigung; Abdichten der Eintrittsstelle durch Abrollen von an Stangen befestigten Planen, die anschließend beschwert werden. → H2.a, S. 27
- Nach Hinzuziehung der Fachberatung der Deichmeisterei evtl. Maßnahmen zur Verbesserung des Sickerwasserabflusses (z. B. punktuelles Durchstechen der Grasnarbe) ergreifen.

→ H0., S. 22

ungefährlich bis problematisch

- Die Einschätzung hängt von der Lage des Austrittes (hoch/tief) sowie des Umfeldes (Sickerwasseraustritte in der Umgebung) ab.
- Punktuell starker Sickerwasseraustritt kann innere und äußere Erosion zur Folge haben.

E2. Austritt von trübem Sickerwasser mit Materialaustrag

E2.a) Punktueller oder flächiger Austritt in der Deichböschung oder der Böschung des Deichverteidigungsweges, evtl. mit Einsenkung der Deichkrone

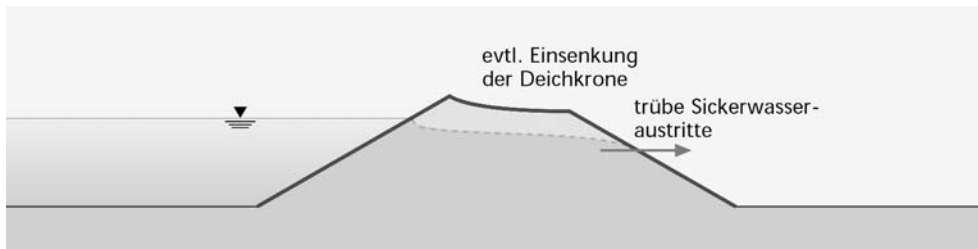


Abb. 26: Austritt von trübem Sickerwasser punktuell

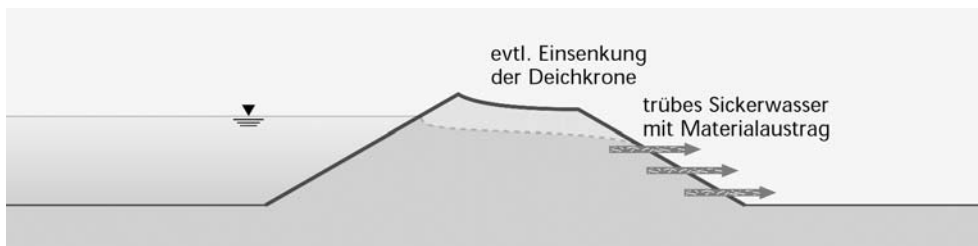


Abb. 27: Austritt von trübem Sickerwasser flächig

Beobachtungen

- Punktueller oder flächiger Austritt von trübem Sickerwasser mit Materialaustrag in der Deichböschung oder der Böschung des Deichverteidigungsweges.
- Bei langanhaltendem Austritt von trübem Sickerwasser kann es zu einer Einsenkung der Deichkrone oder der Deichböschung kommen.

Ursachen

- Ein Deich ist in der Regel nicht völlig dicht, jedoch wird hier durch ungünstigen inneren Aufbau des Deichs gleichzeitig Material mit ausgetragen

Verhaltensregeln

- Abfluss des Sickerwassers nicht behindern oder unterbinden.
- Deichkrone und Deichböschungen nicht belasten oder befahren.
- Deichhinterland nicht unnötig belasten oder befahren.
- Die zuständige Deichmeisterei ist zu informieren und die Fachberatung anzufordern.
→ H0., S. 22

Maßnahmen

Maßnahmen nur unter der Anleitung der Fachberatung (→ H0., S. 22):

- Bei großflächigen Austritten ist der Deich auf der Landseite mit Kies bzw. Sandsäcken abzustützen, dabei Abfluss des Sickerwassers nicht behindern. → H1.a, S. 23
- Schadstelle auf der wasserseitigen Böschung mittels Plane abdichten. → H2.a, S. 27
- Errichtung eines Fangedamms (Quellkade) aus Sandsäcken. → H1.b, S. 24
- Deichkrone nach Stützung auf gesamter Breite wiederherstellen. → H1.c, S. 25
- Wenn die starken Sickerwasseraustritte und die örtlichen Umstände (schlechte Erreichbarkeit wegen des durchweichenden Untergrundes) eine Sicherung nicht zulassen, kann ein Schlossdeich hergestellt werden, um die Schadstelle abzuschirmen. → H1.e, S. 26

gefährlich

- Der Austrag von feinem Bodenmaterial (Schluffe und Sande) gefährdet die Standsicherheit des Deichs.
- Eine plötzliche Verstärkung der Sickerwasseraustritte und des Bodenausstrags ist möglich.
- Die innere Erosion des Deichs ist von außen nicht zu erkennen.

sehr gefährlich

- Die Standsicherheit des Deiches ist akut gefährdet, wenn Materialaustrag in deutlich sichtbaren Mengen stattfindet oder Verformungen an luftseitiger Böschung oder Deichkrone erkennbar sind.

E2.b) Austritt in einzelnen Quellen auf der Landseite des Deichs

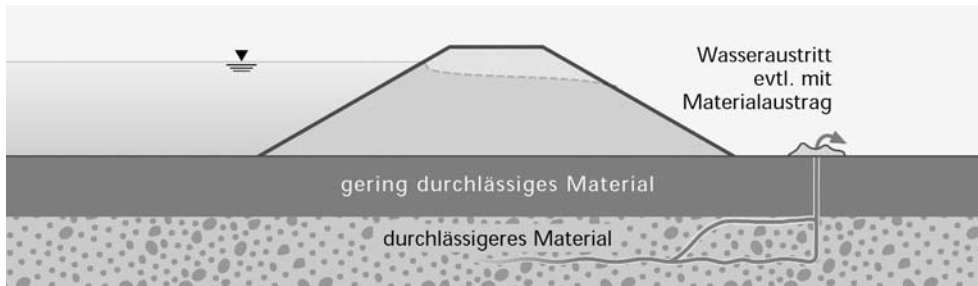


Abb. 28: Wasseraustritte im Deichhinterland

Beobachtungen

- Auftreten von einzelnen Quellen mit Materialaustrag (größere Bodenteilchen, Sandfraktion) in Form von Quelltrichtern auf der Landseite des Deichs (vom Deichfuß bis zu etwa 50 m landseits).

Ursachen

- Störungen bzw. voranschreitende Kanalbildung in der wenig durchlässigen und unter Auftrieb stehenden Deckschicht.

Verhaltensregeln

- Abfluss des Sickerwassers nicht behindern oder unterbinden.
- Deichkrone, Deichböschungen und Deichhinterland nicht belasten oder befahren.

Maßnahmen

- Maßnahmen nur unter der Anleitung der Fachberatung (→ H0., S. 22):
- Sorgfältig auf das Auftreten weiterer Quellen achten.
 - Sorgfältige Beobachtung des Deichs auf

Rutschungen oder Einsenkungen.

- Im Regelfall sollte ein Ringdamm aus Sandsäcken errichtet werden, um den lokalen Sickerwasseraustritt durch Gegendruck einzudämmen bzw. eine bessere Beobachtung der Wasseraustritte zu gewährleisten. Ist dies nicht möglich, sollte die Austrittsstelle mit einem Auflastfilter (Filterkies und darüber Grobkies) versehen werden.
→ H1.d, S. 26

gefährlich

- auch wenn nur vereinzelte Quellaustritte beobachtet werden

sehr gefährlich

- bei starkem Materialaustrag oder bei unmittelbarer Nähe zum Deichfuß

E3. Schneller Anstieg der Sickerwassermengen

Austritt von klarem / trübem Sickerwasser bei stark zunehmendem Sickerwasserdurchfluss

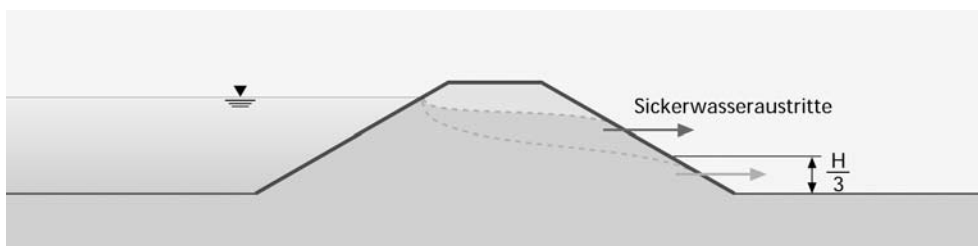


Abb. 29: Schneller Anstieg der Sickerwassermengen

Beobachtungen

- Es tritt klares oder trübes Sickerwasser aus, wobei der Sickerwasserdurchfluss innerhalb kurzer Zeit stark zunimmt.

Ursachen

- Sofern die Ursachen nicht äußerlich erkennbar sind (z. B. Wasserstandsänderungen, wasserseitige Einbrüche), ist damit zu rechnen,

dass innerhalb des Deichs Umlagerungsvorgänge stattfinden.

Verhaltensregeln

- Abfluss des Sickerwassers nicht behindern oder unterbinden.
- Deichkrone, Deichböschungen und Deichhinterland nicht unnötig belasten oder befahren.
- Deichböschung erst nach Stützung von unten her belasten.

Maßnahmen

- Situation genau und durchgehend beobachten. → H0., S. 22
- Evtl. landseitige Stützung des Deichs. → H1.a, S. 23
- Die Fachberatung ist umgehend anzufordern. → H0., S. 22

gefährlich

- auch wenn Sickerwasser nur im unteren Böschungsdrittel austritt

sehr gefährlich

- wenn hoch am Deich Sickerwasser austritt (oberer Böschungsbereich)
- bei hohem Flusswasserspiegel
- Es besteht die Gefahr eines unmittelbar bevorstehenden Deichbruchs, ohne dass äußere oder erkennbare Anzeichen dies ankündigen.

E4. Schäden an der wasserseitigen Böschung

E4.a) Oberflächliche Beschädigungen der wasserseitigen Böschung

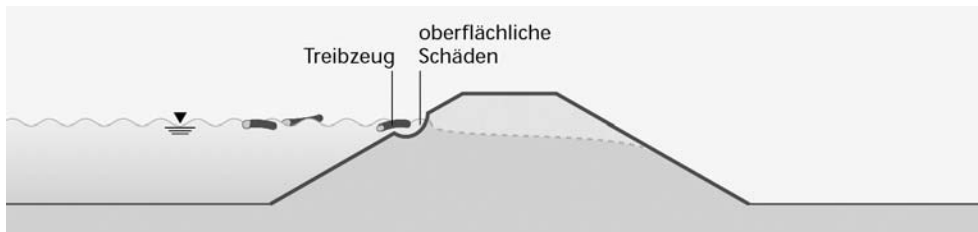


Abb. 30: Oberflächliche Beschädigung der wasserseitigen Böschung

Beobachtungen

- An der wasserseitigen Böschung sind oberflächliche Beschädigungen erkennbar.
- Die Schäden werden meistens nur oberhalb der Wasserlinie erkannt.

Ursachen

- Wellenschlag, Treibzeug, Eis oder Strömung können die Oberfläche beschädigen.

Verhaltensregeln

- Kontrolle der luftseitigen Böschung auf verstärkten Sickerwasserantritt.
- Bei Arbeiten an der wasserseitigen Böschung ist das Einsatzpersonal zu sichern.

Maßnahmen

- Weitere Beobachtung der Schadstelle.
- Ursachen soweit möglich beseitigen (Treibzeug, Eis). → H0., S. 22

- Abdeckung der Schadstelle (mit Geotextilien, Sandsäcken, etc), um weitere Erosion zu verhindern. → H2.b, S. 28
- Lokale Beschädigungen auf der wasserseitigen Böschung gegen verstärktes Eindringen von Sickerwasser mittels Plane abdichten. → H2.a, S. 27
- Die Deichmeisterei ist umgehend zu informieren. → H0., S. 22

problematisch

- auch wenn keine weitere Verschlimmerung besteht
- wenn die Schadstelle oberhalb des Wasserspiegels liegt und kein weiterer Wasserspiegelanstieg erwartet wird

gefährlich

- Gefahr des verstärkten Eindringens von Wasser in den Deich
- Gefahr der Bildung von wasserseitigen Rutschungen und Anbrüchen, Vergrößerung der Schadstelle
- wenn die Ursachen für die Schadstelle weiterhin vorhanden sind

E4.b) Rutschungen in der wasserseitigen Deichböschung

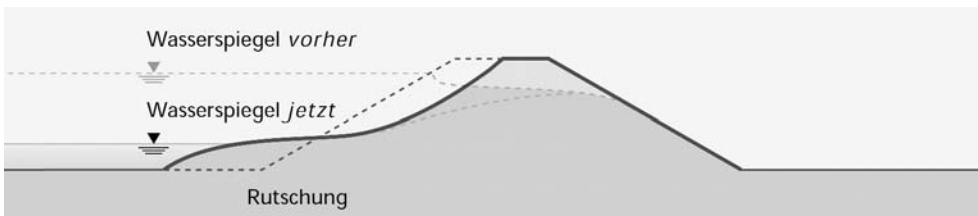


Abb. 31: Rutschungen in der wasserseitigen Böschung

Beobachtungen

- Örtlich begrenztes Rutschen der wasserseitigen Böschung bei gleichbleibenden bzw. stark sinkendem Wasserspiegel.

Ursachen

Bei gleichbleibenden Wasserspiegel:

- Unterspülung des Deichfußes
- Kolkbildung unter Wasser
- Durchfeuchtung zu steiler Böschungen
- Einbruch örtlicher Hohlräume (z. B. Tierbauten)

Bei stark sinkendem Wasserspiegel:

- Strömungsdruck im Deichkörper, da der Hochwasserstand schneller fällt als der Deichkörper entwässern kann.

Verhaltensregeln

- Deichkrone nicht belasten.
- Kontrolle der landseitigen Böschung auf verstärkten Sickerwasserantritt.
- Einsatzkräfte schützen und sichern.

Maßnahmen

- Rutschungen durch das Einbringen von Sandsäcken oder Steinschüttung vor weiterer Erosion schützen. → H2.b
- Bei Rutschungen auf größerer Länge sind sofort massive Deichverteidigungsmaßnahmen einzuleiten, wenn mit einem weiterhin hohen oder steigenden Wasserspiegel zu rechnen ist. → H2.c, S. 29
- Bei steigendem bzw. gleichbleibendem Wasserspiegel kann die wasserseitige Böschung durch eine Plane abgedichtet werden. → H2.a

gefährlich

- auch wenn der Wasserspiegel fällt oder nicht mehr steigt
- Grundsätzlich besteht Deichbruchgefahr.

sehr gefährlich

- wenn die Deichkrone abgesackt ist und ein Überströmen droht
- wenn Rutschungen infolge eines kurzzeitigen Absinkens des Wasserspiegels entstanden sind und ein Wiederanstieg des Hochwassers zu erwarten ist

E5. Schäden an der landseitigen Deichböschung

E5.a) Oberbodenrutschungen

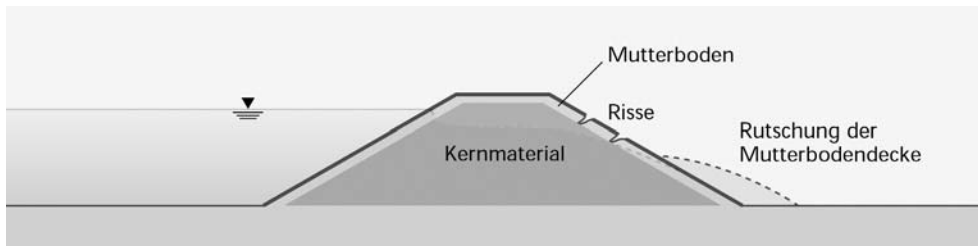


Abb. 32: Rutschung der Mutterbodendecke

Beobachtungen

- Es entstehen oberflächliche Risse in der Mutterbodendecke der landseitigen Böschung bis zu einer Tiefe von maximal ca. 40 cm. Am Deichfuß können kleine Rutschungen erkennbar sein.

Ursachen

- Durch eine hohe Sickerlinie und Strömungsdruck entsteht ein starker Druck auf den Oberboden.
- Gleitflächen an der Grenze Stützkörper / Oberboden

Verhaltensregeln

- Abfluss des Sickerwassers nicht behindern oder unterbinden.
- Deich und Deichhinterland nicht belasten oder befahren.

Maßnahmen

- Situation sorgfältig beobachten. → H0., S. 22

Weitere Maßnahmen nur unter Anleitung von Fachleuten:

- Evtl. durch Durchstechen der Grasnarbe Stauwasser entspannen.
- Bei Verstärkung der Risse ist der Deich landseitig zu stützen.
→ H1.a, S. 23
→ H1.c, S. 25

problematisch

- wenn keine weiteren Störungen erkennbar sind

gefährlich

- bei schmaler Deichkrone ($b < 3,0$ m)
- bei Böschungen steiler als 1 : 2
- wenn tiefere Risse entstehen oder deren Umfang zunimmt

E5.b) Tiefgehende Risse, Rutschungen

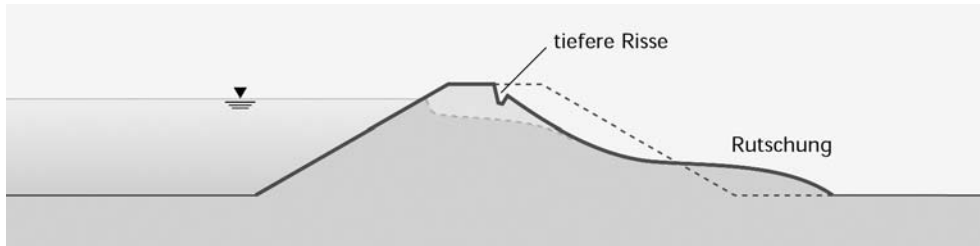


Abb. 33: Tiefgehende Risse oder größere Rutschungen

Beobachtungen

- Es zeigen sich tiefergehende Risse an Deichkrone oder im landseitigen Böschungsbereich. Es entstehen größere Rutschungen an Böschung und Deichkrone.

Ursachen

- Wasserdruck auf die Böschung durch dichtes Material in der Böschungsoberfläche
- Ausspülungen des Deichkörpers am Böschungsfuß durch Strömungsdruck
- Hydraulischer Grundbruch am Böschungsfuß
- Stützkörper unter Auftrieb (bei zu steiler Böschung)

Verhaltensregeln

- Abgerutschtes Material nicht entfernen.
- Erschütterungen vermeiden.
- Jede zusätzliche Belastung des Deichkörpers vermeiden bis die Sicherungsmaßnahmen erfolgt sind.

Maßnahmen

- Sofortige massive Deichverteidigung einleiten. → H0., S. 22

Maßnahmen nur unter Anleitung von Fachleuten:

- Sickerwasserabfluss sicherstellen bzw. verbessern (evtl. durch Durchstechen der Grasnarbe Stauwasser entspannen).
- Böschung von unten nach oben mit Kiessand oder Sandsäcken neu aufbauen. → H1.c, S. 25
- Einsatzkräfte mit Rettungsgerät sichern.
- Polder evakuieren.
- Sorgfältige Beobachtung, ob weitere Risse im Umfeld entstehen, ggf. Einsatzkräfte zurückziehen.
→ H0., S. 22

sehr gefährlich

- Gefahr des Deichbruchs, wenn die Deichkrone abgesackt ist und ein Überströmen droht.



Abb. 34: Risse in der Deichböschung



Abb. 35: Rutschung und Böschungssicherung

E6. Gefahr des Überströmens

Überströmung des Deichs durch steigenden Wasserspiegel

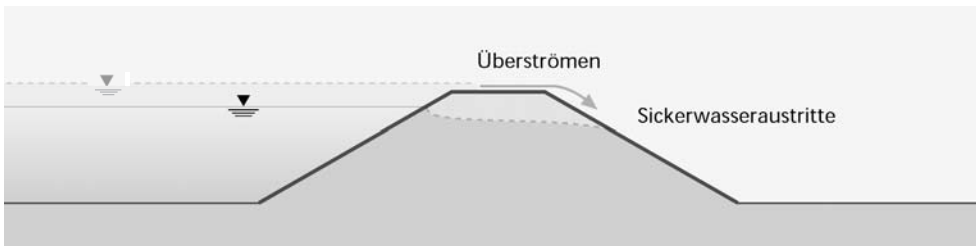


Abb. 36: Gefahr des Überströmens

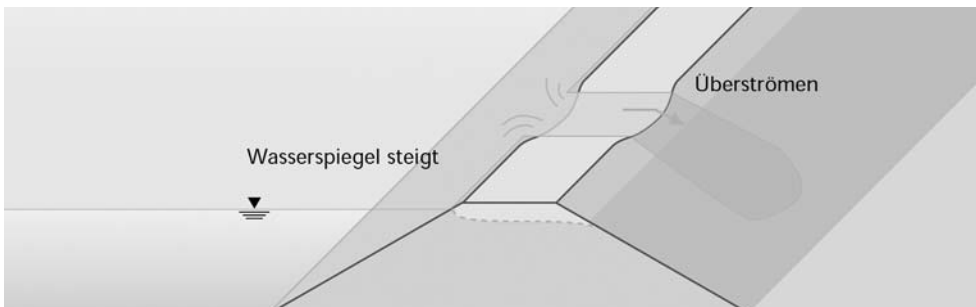


Abb. 37: Gefahr des Überströmens

Beobachtungen

- Nur noch geringer Freibord bei weiter steigendem Wasserstand.
- Wasser schwappt über die Deichkrone.
- Es besteht die Möglichkeit, dass der Deich überströmt wird.

Verhaltensregeln

- Das nähere Umfeld des gefährdeten Deichs meiden.
- Beobachtung des Deichs aus sicherer Entfernung.

Maßnahmen

- Unverzüglich alle Maßnahmen zum Schutz von Menschenleben veranlassen.
 - Unverzügliche Meldung an die Katastrophenschutzbehörde.
 - Evakuierung des gefährdeten Polders.
 - Sofern der Wasserspiegel die Krone noch nicht erreicht hat, sollte eine landseitige Stützung des Deichs in Erwägung gezogen werden, wenn folgende Anzeichen einer ungünstigen Deichgeometrie vorhanden sind:
 - Deichkrone ist schmaler als 3 m
 - Landseitige Böschungsnegung steiler als 1:2
 - Deichhöhe ist größer als 1,5 m
 - Deichkörper zeigt Anzeichen einer Schwächung
- H1.a, S. 23
→ H1.c, S. 25

- Wenn keine Anzeichen für einen geschwächten Deichkörper vorhanden sind, kann eine Aufhöhung der Deichkrone in Betracht gezogen werden. → H3., S. 30
Es ist jedoch zu prüfen, ob die Erhöhung bei weiterem Hochwasseranstieg sinnvoll ist.
- Wenn die Überströmung an einer lokalen Absenkung oder Schwächung der Deichkrone droht, sollte rechtzeitig ein Schlossdeich gebaut werden. → H1.e, S. 26

sehr gefährlich

- Deichbruch kann unmittelbar bevorstehen.



Abb. 38: Überströmung eines ungesicherten Deichs

Handeln

H0. Grundlagen der Maßnahmen zur Deichverteidigung

Im vorangegangenen Kapitel "Erkennen" wurde auf die Punkte H1 bis H3 mit den dazugehörigen Unterpunkten im Abschnitt "Handeln" verwiesen. Grundsätzlich sind in jedem Fall folgende Maßnahmen zu beachten bzw. durchzuführen:

- Weiteres Beobachten der Unregelmäßigkeiten.
- Sickerwassermengen abschätzen.
- Fachmann hinzuziehen:
Deichmeisterei in Biebesheim
Telefon: 06258 / 98393-0
- Schadstelle markieren.
- Aufgeweichte Bereiche sperren.
- Ursachen soweit wie möglich beseitigen
(z.B. Treibzeug und Eis).

Die nachfolgend beschriebenen Maßnahmen sollten unbedingt in Absprache mit einem Fachmann (Deichmeisterei) erfolgen.

H1. Stützung und Sicherung der landseitigen Deichböschung bzw. des Deichhinterlandes

H1.a) Auflastsicherung am Böschungsfuß

Wasseraustritte aus der Deichböschung können konzentriert in Form von Quellen oder flächenhaft auftreten. Trübungen im Sickerwasser lassen auf Bodenausspülungen schließen, die nach längerer Dauer zum Deichbruch führen können. Die Auflastsicherung dient hierbei als Filter, um die Bodenausspülungen zu verhindern.

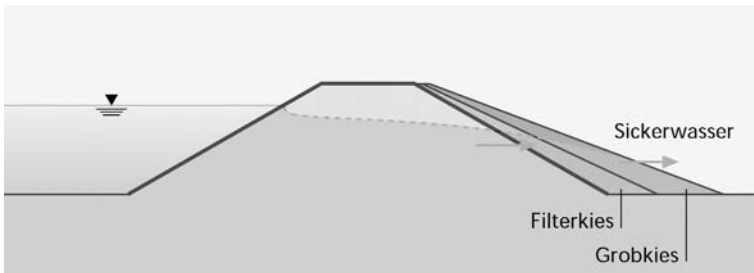


Abb. 39: Stützung von der Landseite mit Kiesschüttung

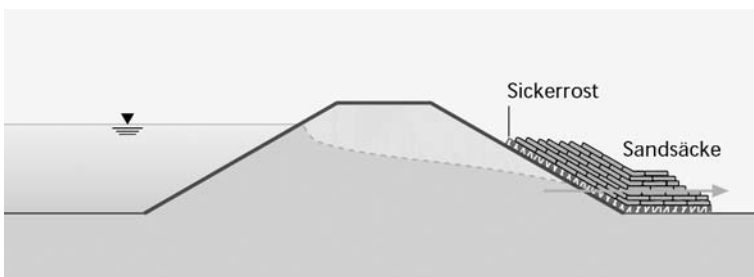


Abb. 40: Stützung von der Landseite mit Sandsäcken und Sickerrost

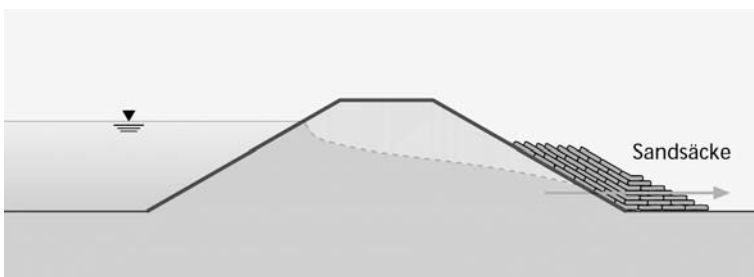


Abb. 41: Stützung mit Sandsäcken ohne Sickerrost

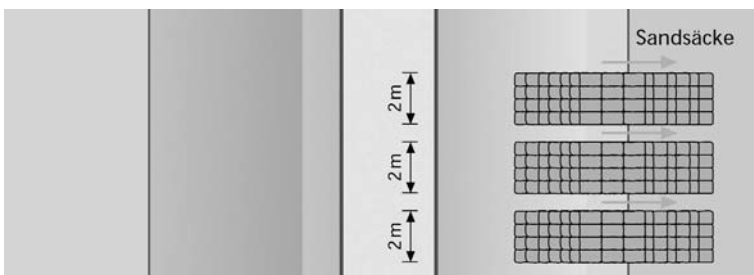


Abb. 42: Stützung mit Sandsäcken ohne Sickerrost - Draufsicht

Problem

- Zu steile landseitige Deichböschung
- Zu schmale Deichkrone
- Materialaustrag
- Setzung der Deichkrone
- Hohe Sickerlinie im Deich
- Rutschungen an der landseitigen Böschung

Vorgehensweise

Stützung mit Kiesschüttung:

- Die Stützung mit Kiesschüttung eignet sich für größere Deichabschnitte, wenn ausreichend Material und entsprechende Geräte für Transport und Einbau vorhanden sind.
- Der Aufbau der Anschüttung muss den Abfluss des Sickerwassers gewährleisten, deshalb ist zunächst eine Schüttung aus Filterkies (Kies ohne Feinteile) aufzubringen.
- Darüber ist eine Grobkiesschüttung mit einer Böschungsneigung von 1:3 aufzuführen.
- Die Schüttung muss landseitig des Deichfußes beginnen, um die Sicherheit gegen Grundbruch zu verbessern (Aufbau von unten nach oben).
- Bei Einsatz von großem Gerät sollte vor Kopf geschüttet werden, um den Untergrund zu schützen.

Stützung mit Sandsäcken:

- Aufgrund des hohen Bedarfs von Sandsäcken eignet sich diese Sicherungsmethode besser für lokal begrenzte Einsatzbereiche.
- Zunächst ist ein Sickerrost auszubilden. Der Sickerrost soll am Deichfuß beginnend auf die Böschung gelegt werden, um die Ableitung des Sickerwassers sicherzustellen.
- Als Sickerrost bieten sich folgende Materialien an: Gekreuzte Stangen, Buschwerk, spezielle Filtermatten (Aufsicht und Freigabe durch Fachleute).
- Aufbau der Sandsackauflast erfolgt von unten nach oben, beginnend vor dem Deichfuß.
- Wenn kein Material für die Ausbildung eines Sickerrosts zur Verfügung steht, muss der Auflastkörper in Deichlängsrichtung regelmäßig unterbrochen werden.

H1.b) Sicherung mit Quellkade (Fangedamm)

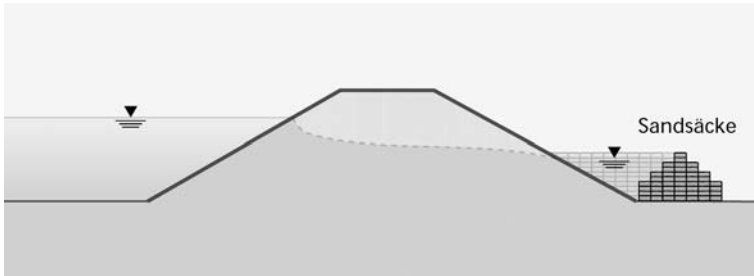


Abb. 43: Fangedamm



Abb. 44: Fangedamm - Draufsicht



Abb. 45: Einzelner Fangedamm an einer lokalen Austrittsstelle



Abb. 46: Reihe mehrerer Quellkaden am landseitigen Deichfuß

Lässt der Materialausttrag auch nach Aufbringen einer Auflastsicherung nicht nach, so können örtlich begrenzte Quellbereiche in der Böschung mit Sandsackdämmen in Form einer Quellkade gesichert werden.

Problem

- Es tritt lokal verstärkt Sickerwasser im unteren Bereich der landseitigen Böschung aus.

Vorgehensweise

- Um den Sickerwasseraustritt zu stoppen, wird ein Fangedamm aus Sandsäcken hergestellt.
- Die Austrittsstelle wird damit gefasst, so dass sich das austretende Wasser aufstaut und einen Gegendruck aufbaut.
- Es ist darauf zu achten, dass der größere Teil des Fangedammes vor dem Deichfuß aufgeschichtet wird und somit einem Grundbruch vorgebeugt wird.
- Der Fangedamm ist so hoch zu führen, bis das Nachströmen von Sickerwasser aufhört. Dabei ist auf eine ausreichende Stabilität des Fangedamms zu achten (pyramidenförmiger Querschnitt).
- Ein Fangedamm kann alternativ auch als Kiesschüttung und Abdeckung mit einer dichten Folie hergestellt werden.

Achtung!

- Durch den Gegendruck steigt die Sickerlinie im Deich an. Es ist genau zu beobachten, ob sich weitere Sickerwasseraustrittsstellen in den benachbarten Bereichen der Böschung einstellen. Gegebenenfalls sind diese durch landseitige Stützung zu sichern.

H1.c) Böschungsbruch

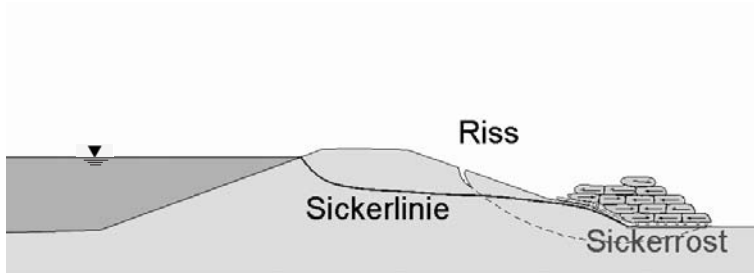


Abb. 47: Stützung eines beginnenden Böschungsbruchs mit Sandsäcken

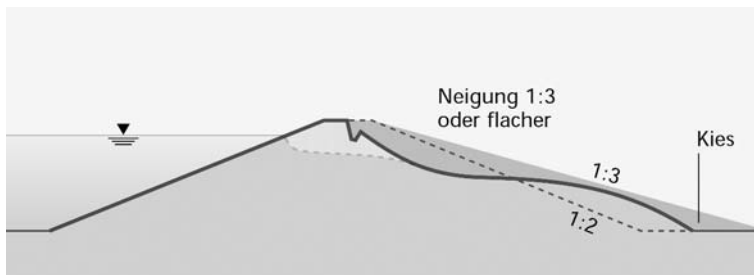


Abb. 48: Stützung eines erfolgten Böschungsbruchs mit Kies

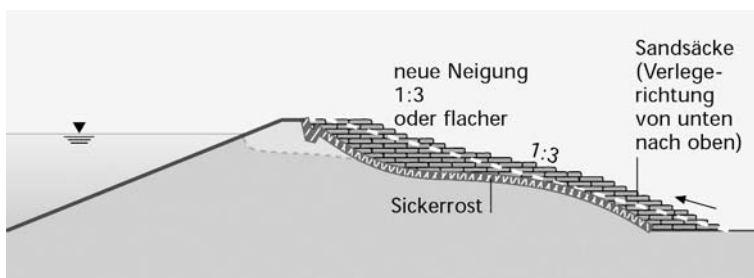


Abb. 49: Stützung eines erfolgten Böschungsbruchs mit Sandsäcken



Abb. 50: Sandsackauflast zur Sicherung des landseitigen Böschungsfußes



Abb. 51: Stützung der landseitigen Böschung durch Filtermatte mit Sandsackauflast (Auflastfilter)

Bei sich ankündigendem Böschungsbruch (Sackungen oder Risse in der Deichböschung) ist ebenfalls eine Deichfußsicherung im gefährdeten Bereich vorzunehmen. Dabei sind folgende zusätzliche Verhaltensregeln zu beachten:

- Die Sandsacklagen sind beginnend **unterhalb des Böschungsfußes** aufzuschichten um diesen zu stützen.
- Auf keinen Fall dürfen Sandsäcke auf die Deichböschung gelegt werden, da das eine zusätzliche Belastung darstellt, die einen Böschungsbruch noch beschleunigen würde.

Bei **erfolgtem Böschungsbruch** sind diese Verhaltensregeln zu beachten:

- Der entstandene Hohlraum in der Böschung ist von unten nach oben mit Sandsacklagen aufzufüllen.
- Der Böschungsbereich und die Krone oberhalb der Bruchstelle dürfen keinesfalls zusätzlich belastet werden.
- Abgerutschtes Material darf nicht weggeräumt werden.
- Ggf. ist zusätzlich eine Fußsicherung aufzubauen.
- Alle Arbeiten sind nur unter Anleitung eines Fachberaters durchzuführen.

Achtung!

- Folien dürfen luftseitig auf keinen Fall eingesetzt werden, da diese einen Anstieg der Sickerlinie bewirken und den Deich schwächen.
- Geotextilien (z. B. Vliese) dürfen landseitig nur bei Freigabe durch einen Fachmann eingesetzt werden. Wenn sich Feinteile aus dem Deich in den Vliesen festsetzen, wirken die Vliese wie Folien.
- Die Belastung der Böschung vor Stützung des Deichfußes wirkt statisch ungünstig und kann zu einem vorzeitigen Grundbruch oder zu verstärkten Sickerwasseraustritten führen.
- Der Einbau von Kies darf nicht mit dynamischer Verdichtung erfolgen, da die Schwingungen den wassergesättigten Untergrund und den Deich destabilisieren können.

H1.d) Errichtung eines Auflastfilters oder eines Ringdamms im Deichhinterland

Kommt es auch im Deichhinterland zu Materialaustrag, so können diese örtlich begrenzten Quellbereiche mit Sandsackdämmen in Form eines Ringdamms oder mit einem Auflastfilter gesichert werden.

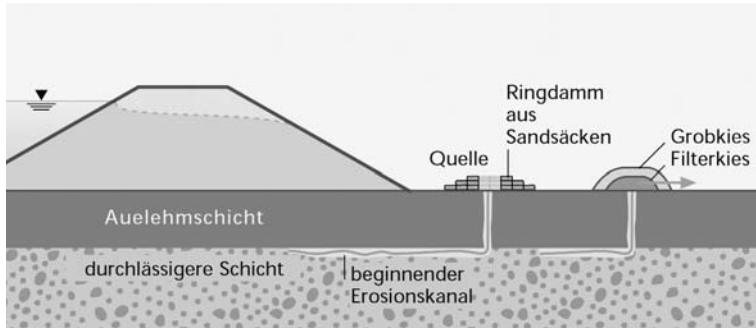


Abb. 52: Auflastfilter oder Ringdamm



Abb. 53: Ringdamm aus Sandsäcken bei einer Übung

H1.e) Errichtung eines Schlossdeiches

Kann eine punktuell bzw. räumlich begrenzte Überströmung nicht mehr verhindert werden, kann als letzte Sicherungsmaßnahme ein Schlossdeich errichtet werden.

Problem

- Eine Schadstelle im Deich kann nicht mehr direkt behoben werden.

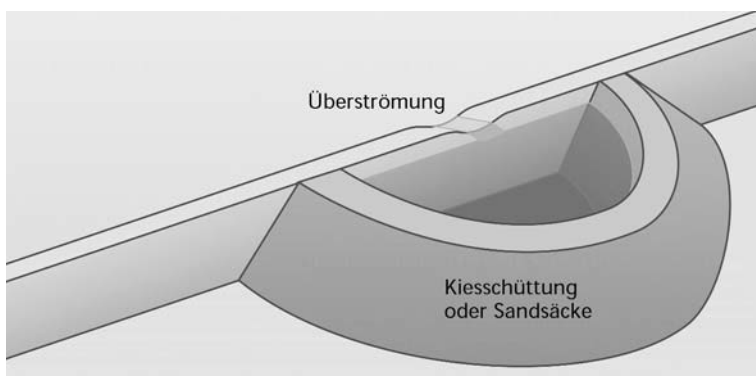


Abb. 54: Schlossdeich

Problem

- Im Deichhinterland sind Wasseraustritte mit Materialtransport sichtbar, was zu Setzungen des Deichkörpers führen kann.
- Eine nahe am Deichfuß liegende Austrittsstelle kann einen Böschungs- oder Grundbruch ankündigen.

Vorgehensweise

- In Regelfall ist die Austrittsstelle mit Filterkies und anschließend mit Grobkies abzudecken. Somit soll der Sickerwasseraustritt weiterhin ermöglicht werden, während der Austrag von Material unterbunden wird.
- Alternativ kann ein Ringdamm aus Sandsäcken errichtet werden. Es ist jedoch sorgfältig zu beobachten, ob weitere Quellen auftreten oder am Deich Rutschungen oder Einsenkungen eintreten.

Achtung!

- Die Austrittsstelle darf nicht abgedichtet werden, da sich sonst im Untergrund ein erhöhter Wasserdruck ausbilden kann, welcher die Gefahr eines hydraulischen Grundbruchs erhöht.

Vorgehensweise

- Es wird mit Kiesschüttung ein Schlossdeich geschüttet.
- Zur Herstellung werden Geräte in größerem Umfang benötigt. Der Schlossdeich wird aus homogenem Schüttmaterial aufgebaut. Der Aufbau sollte mit einem Fachmann abgestimmt werden. Der Einsatz von Folien als wasserseitige Dichtung des Schlossdeichs kann sinnvoll sein.

Achtung!

- Die Herstellung eines Schlossdeichs über größere Längen erfordert einen hohen personellen und materiellen Einsatz und nimmt viel Zeit in Anspruch. Die Entscheidung ist grundsätzlich mit der Katastrophenschutzbehörde auf übergeordnete Planungen abzustimmen. Möglicherweise können von dort Maßnahmen ergriffen werden, den Wasserspiegel durch planmäßige Flutung benachbarter Flutpolder abzusenken.

H2. Stützung und Sicherung der wasserseitigen Deichböschung bzw. Deichvorlandes

H2.a) Abdichten und Sichern von lokalen Wassereintritten

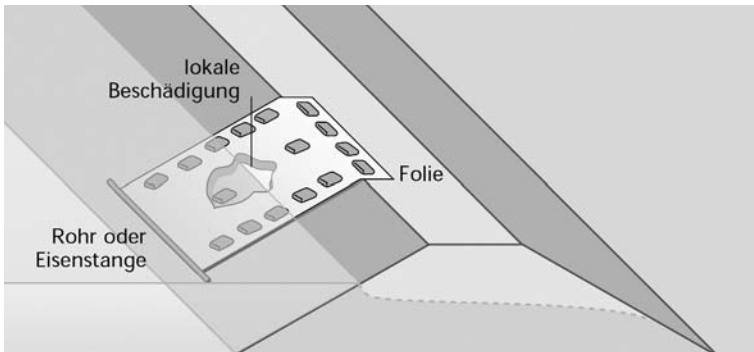


Abb. 55: Abdichten/Sichern von lokalen Wassereintrittsstellen (schematisch)



Abb. 56: Abdichten/Sichern von lokalen Wassereintrittsstellen (Schnitt)



Abb. 57: Foliensicherungen eignen sich nur für die Abdichtung lokal begrenzter Beschädigungen auf der wasserseitigen Böschung. Die Abbildung zeigt ein bei einer Übung zur Deichverteidigung eingesetztes Lecksegel, das auf der Deichkrone fixiert ist und über die wasserseitige Böschung abgerollt wurde.



Abb. 58: Befestigung des Lecksegels

Problem

- Die wasserseitige Böschung ist lokal beschädigt.
- Gegebenenfalls haben sich die Sickerwasseraustritte auf der luftseitigen Böschung erhöht.
- Durch Strömungsangriff kann die Schadstelle vergrößert werden.

Vorgehensweise

- Zur Sicherung gegen weitere Beschädigung der Schadstelle kann diese mit Strauchwerk, Jutebahnen oder Geotextilien abgedeckt und mit Sandsäcken beschwert werden.
- Eine örtlich begrenzte Schadstelle kann mit Folien (Lecksegel) abgedichtet werden.
- Hierzu wird die Folie zunächst mit dem unteren Ende an ein Stahlrohr oder eine Eisenstange befestigt und aufgerollt. Das freie Ende wird auf die Böschung gelegt und mit Sandsäcken beschwert.
- Die Folie kann auch durch Einschlagen von Holzpflocken auf der Deichkrone fixiert werden, sofern dies dem Deich nicht schadet. Anschließend wird die Folie auf der Böschung abgerollt und die Seiten auch unter Wasser mit Sandsäcken oder ähnlichem Ballast beschwert. Je stärker die Strömung, desto schwieriger wird das Einbringen einer Folie.
- Sofern die Strömung eine Foliensicherung nicht zulässt, können schlaff gefüllte Sandsäcke aufgelegt oder eingeworfen werden, bis die ursprüngliche Deichgeometrie wieder hergestellt ist.

Achtung!

- Das Abdichten von längeren Deichabschnitten mit Folien auf der wasserseitigen Böschung führt nicht zu dem gewünschten Erfolg. Auch in Modellversuchen unter idealen Einbaubedingungen konnte keine Verringerung der Durchsickerung erzielt werden.
- Das Einwerfen von Sandsäcken auf die wasserseitige, gesättigte Böschung sollte aus möglichst niedriger Höhe erfolgen, um dynamische Erschütterungen gering zu halten.

H2.b) Schutz gegen Erosion (Kolsicherung)

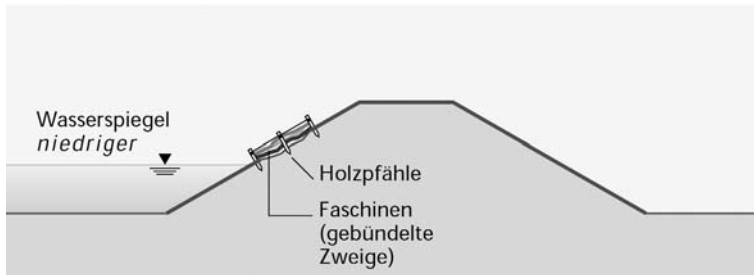


Abb. 59: Schutz der wasserseitigen Böschung gegen Erosion mit Faschinen

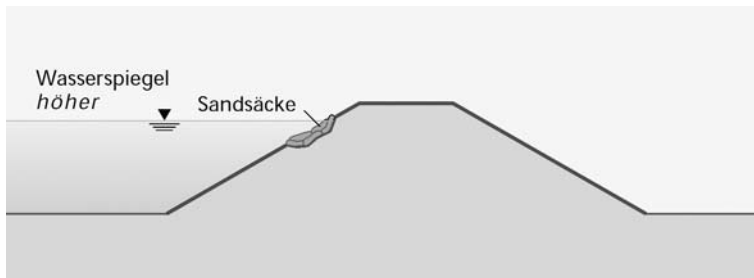


Abb. 60: Schutz der wasserseitigen Böschung gegen Erosion mit Sandsäcken

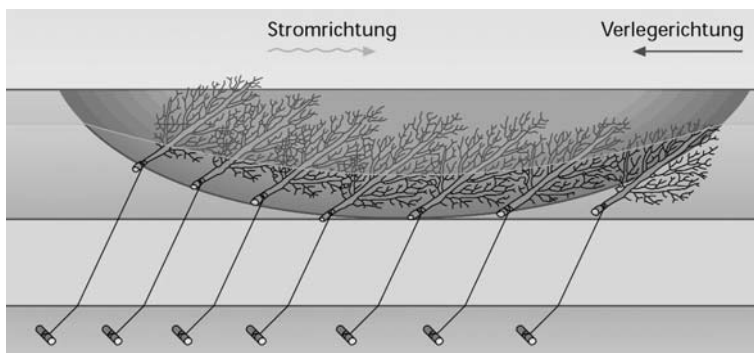


Abb. 61: Schutz der wasserseitigen Böschung gegen Erosion mit Senkbäumen

Die in der wasserseitigen Deichböschung entstandenen Kolke müssen sofort gesichert werden, indem man das Deichquerprofil wieder herstellt. Auf keinen Fall darf hierzu die abgerutschte, durchnässte Erde des Kolks wieder eingebaut werden.

Problem

- Auf der wasserseitigen Böschung sind lokal begrenzte, oberflächliche Schäden gegen weitere Erosion zu schützen.

Vorgehensweise

- Personal, welches im Bereich der wasserseitigen Böschung arbeitet, ist mit Rettungswesten und Halteleinen zu sichern.
- Bei hohem Wasserspiegel können halb gefüllte Sandsäcke eingelegt oder abgesenkt werden. Notfalls können Sandsäcke auch eingeworfen werden.
- Bei abgesenktem Wasserspiegel können auch Faschinenbündel aufgelegt und mit eingeschlagenen Holzpfählen befestigt werden. Dabei sollte diese Methode nur eingesetzt werden, wenn dadurch eine oberflächennahe Dichtung nicht verletzt wird.
- Ebenso können Senkbäume (Raubäume) in eine Schadstelle abgesenkt werden. Die Senkbäume werden entgegen der Fließrichtung verlegt und vermindern den Strömungsangriff auf die verbliebene Böschung und fördern die Ablagerung von Sedimenten. Die Stämme zeigen zur Deichkrone nach oberstrom und sind mit starken Seilen rückverankert. Die Baumkronen können zur besseren Lagesicherung mit angebundenen Steinen beschwert werden.

Achtung!

- Um die Standsicherheit des Deichs nicht zu gefährden, dürfen nicht zu viele Sandsäcke auf die wasserseitige Böschung gelegt werden.
- Schäden an der Böschung durch Begehen können bei später ansteigendem Wasserspiegel zu erhöhtem Sickerwasserdurchfluss führen.
- Dynamische Belastungen (Befahren der Krone, Aufwerfen von Sandsäcken aus großer Höhe) gefährden einen wassergesättigten Deich.
- Bei schnell fallendem Wasserspiegel besteht die Gefahr, dass die Böschung bei weiterer Belastung großflächig abrutscht.

H2.c) Auffüllung von Rutschungen

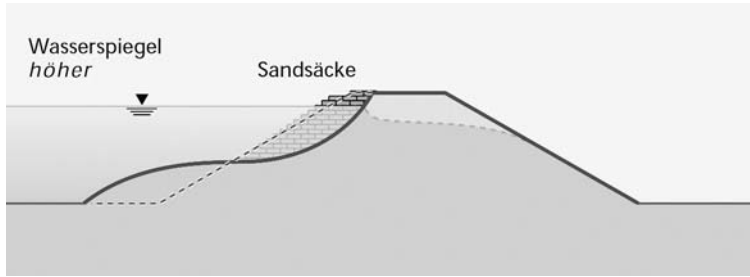


Abb. 62: Auffüllung mit Sandsäcken

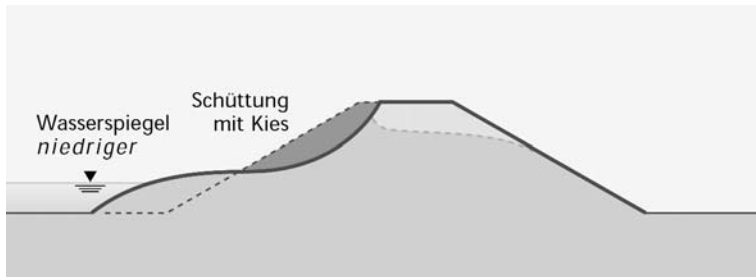


Abb. 63: Auffüllung mit Kiesschüttung

Bei Auftreten von wasserseitigen Rutschungen ist umgehend das ursprüngliche Deichquerschnittprofil mit Sandsäcken oder Kiesschüttungen wieder herzustellen.

Problem

- Die wasserseitige Böschung ist lokal oder auf größerer Länge abgerutscht.

Vorgehensweise

- Personal, welches im direkten Bereich der wasserseitigen Böschung und der Deichkrone arbeitet, ist mit Rettungswesten und Halteleinen zu sichern.
- Grundsätzlich ist eine lokale Rutschung schnellstmöglich gegen weitere Erosion zu schützen und die Schadstelle aufzufüllen.
- Soweit möglich, können beschwerte Faschinen (Senkfaschinen), Sandsäcke und Stein- schüttungen eingebracht werden.
- Um einen abgerutschten Bereich vor weiterer Erosion zu sichern, können Senkbäume eingebaut werden. Sie sind entgegen der Strömungsrichtung zu verlegen.
- Wasserseitige Rutschungen auf großer Deichlänge sind analog zu sichern, jedoch grundsätzlich ohne Abdichtung. Sofern kein unmittelbarer Wiederanstieg des Wasserspiegels zu befürchten ist (Hochwasserwelle ist abgelaufen, keine Niederschläge im Einzugsgebiet des Oberlaufs), sollte eine grundlegende Sanierung erst im Anschluss an das abgelaufene Hochwasserereignis erfolgen. Der Deich sollte zunächst entwässern können, bevor neues Erdbaumaterial aufgeschüttet wird.
- Wenn dennoch eine Sicherung auf großer Länge erforderlich wird, sind Maßnahmen mit hohem Personal-, Materialbedarf und Geräteeinsatz zu organisieren. Wichtig ist die Erreichbarkeit der wasserseitigen Böschung, ohne die verbliebene Deichgeometrie (Deichkrone und luftseitige Böschung) zu beschädigen und zu schwächen.

Achtung!

- Die Rutschung der wasserseitigen Böschung führt bei hoch bleibendem Wasserspiegel zu einer Zunahme der Durchsickerung des Restquerschnitts des Deichs.

H3. Deicherhöhung

Bei einer Überströmung der Deiche besteht immer die Gefahr eines Durchbruchs durch Auskolkungen an dieser Stelle. Ist die Überströmung vorauszusehen, so muss der Deich an den betroffenen Stellen erhöht werden. Das einfachste ist das Aufbringen einer Sandsackverwallung auf der wasserseitigen Deichkrone.

Problem

- Nur noch geringer Freibord bei weiter steigendem Wasserstand, ein weiterer Anstieg bis über die Deichkrone droht.

Vorgehensweise

- Zunächst sind Evakuierungsmaßnahmen einzuleiten, wenn ein Überströmen nicht mehr ausgeschlossen werden kann. Eine Deicherhöhung kann die Gefahr eines Deichbruchs nicht ausschließen.

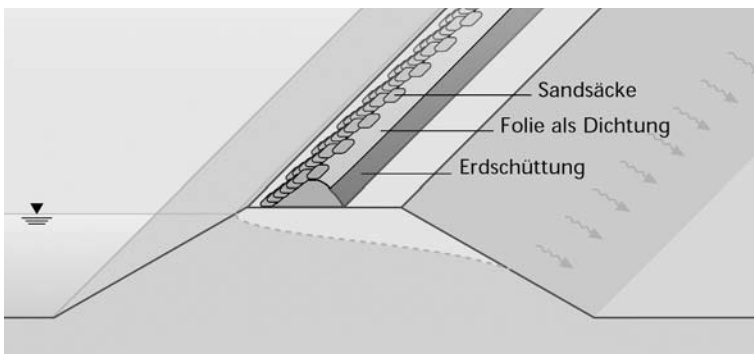


Abb. 64: Deicherhöhung mit Kiesschüttung

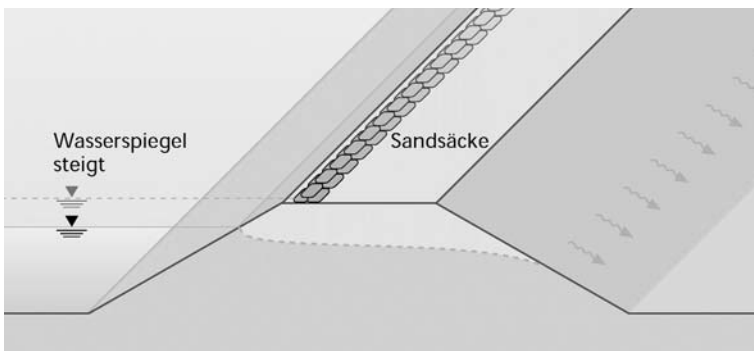


Abb. 65: Deicherhöhung mit Sandsäcken



Abb. 66:
Deicherhöhung

Maßnahmen nur unter Anleitung von Fachleuten:

- Überzähliges Personal ist aus dem Gefahrengebiet abzuziehen.
- Verbleibendes Personal ist zu sichern. Rückzugswege sind festzulegen.
- Der Deich kann mit Kies oder Sandsäcken erhöht werden. Bei schmaler Kronenbreite wird die Anlieferung des Materials deutlich erschwert.
- Die Erhöhung muss immer auf der Wasserseite der Deichkrone errichtet werden.
- Eine Kiesschüttung kann mit Folien abgedichtet werden. Zur Lagesicherung der Folien sind Sandsäcke aufzulegen.
- Eine Erhöhung aus Sandsäcken kann mit vertretbarem Aufwand bis auf maximal ca. 0,5 m errichtet werden.
- Vor einer Erhöhung sollte die Geometrie des vorhandenen Deichs überprüft werden. Bei luftseitigen Neigungen steiler als 1:2 oder Kronenbreiten kleiner als 3,0 m sollte der Deich landseitig gestützt werden.
- In Ausnahmefällen können auch Bretterwände mit Pfählen errichtet werden. Diese Methode ist jedoch nur zulässig, wenn eine Gefährdung des Deichs durch das Einschlagen der Pfähle (Holzpflöcke) sicher ausgeschlossen werden kann.
- In Sonderfällen können anstelle von Sandsäcken auch andere Materialien, wie Grassoden oder Lehm für die Deicherhöhung verwendet werden.

Achtung!

- Grundsätzlich wird die Standsicherheit eines Deichs durch Erhöhung verschlechtert.
- Die Erhöhung des Deichs und die Belastung bei Wasserständen oberhalb der ursprünglichen Deichkrone können zu einer statischen Überlastung des Deichs führen. Dies kann sich in langsamen oder schlagartigen Verformungen mit nachfolgendem Deichbruch äußern.
- Die Sickerlinie steigt bis zur Deichkrone an.
- Der durchströmte Querschnitt des Deiches wird enorm vergrößert.
- Auf Höhe des Kronenwegs kann eine verstärkte Durchströmung mit Materialtransport einsetzen.
- Wegen des erhöhten Wasserdrucks steigt die Grundbruchgefahr bei Deicherhöhung an.

Mittel zur Deichverteidigung und Verbrauchswerte

Für eine ausreichende Vorhaltung von Deichverteidigungsmaterial, Werkzeugen und Rettungsmitteln ist zu sorgen, so dass die Schadensbeseitigung sofort durchgeführt werden kann (siehe Hinweise zur Deichwehr).

Das am häufigsten angewandte Deichverteidigungsmittel ist nach wie vor der Sandsack. Ergänzend werden dazu oft Geotextilien, Folien und Planen verwendet. Das Befüllen, der Transport sowie das Verlegen der Sandsäcke und die Verwendung der anderen Deichverteidigungsmittel wird nachfolgend beschrieben.

Sandsäcke

Zur Deichverteidigung werden Sandsäcke aus Jute und Kunststoff verwendet. Der Vorteil des Kunststoffsacks ist seine Langlebigkeit. Der Jutesack hingegen hat eine gute Handhabung, einen rutschfesteren Verbund durch die raue Oberfläche (besonders im feuchten Zustand) sowie geringe Anschaffungskosten. Die Abmessungen des unverfüllten Sandsacks sind 30-35 x 55-70 cm. Das Packmaß des gefüllten Sandsacks beträgt ca. 30 x 60 x 8 cm. Die Säcke werden entweder zugebunden bzw. "zugerödelt" oder zugenäht.



Abb. 67
genähter Sandsack



Abb. 68:
gerödelter Sandsack

Befüllen der Sandsäcke

Die Erfahrungswerte haben gezeigt, dass die Sandsäcke nur etwa zu 2/3 mit Sand gefüllt werden dürfen, um einen leicht handhabbaren und universell verwendbaren Hochwasserbaustein zu erhalten.



Abb. 69: zu geringe (links), zu volle (rechts) und ideale Sandsackbefüllung (Mitte)

Durch diese Art von Befüllung werden diverse Vorteile erreicht:

- gute Ansmiegung an etwaige Unebenheiten
- dichter Verbund beim Verlegen der Sandsäcke
- Verhinderung des Wegrollens beim Werfen auf die Böschung

Für das Füllen der Sandsäcke ist Sand zu verwenden, wobei für reine Beschwerung/Belastung auch Sand-Kies-Gemische geeignet sind. Das Füllen der Sandsäcke erfolgt

- von Hand
- mittels Trichter
- mittels Abfüllgeräten

Das Füllen der Sandsäcke kann direkt an der Sandentnahmestelle oder an einer zentralen Füllstelle erfolgen, wobei dann die gefüllten Sandsäcke zur Einbaustelle transportiert werden müssen. Häufig wird jedoch der Sand direkt im Bereich der Gefahrenstelle abgekippt, die Sandsäcke werden dann dort gefüllt und unmittelbar danach verbaut.

Der Einsatz von Sandsackfüllgeräten kann das Füllen der Sandsäcke merklich erleichtern und beschleunigen. 2 bis 3 Personen erbringen eine Leistung von 600 Sandsäcken/Stunde. Eine weitere Leistungssteigerung ist durch Kopplung mehrerer Geräte und der Befüllung der Geräte mittels Schaufellader möglich.

In der Praxis hat sich das Befüllen der Sandsäcke an einem zentralen Füllplatz bewährt. Die Sandsäcke werden nach dem Befüllen zugebunden oder zugerödelt und auf Paletten gelagert. Auf eine Palette gehen in der Regel ca. 50 Sandsäcke. Bei Bedarf können die Einsatzkräfte die Paletten sehr schnell auf die Transporter mittels Gabelstapler verladen und an die Einbaustellen fahren.

Kennwerte:

10 Arbeitskräfte befüllen von Hand	
500 Sandsäcke/Std.	ohne Binden oder Rödeln der Öffnung
200 Sandsäcke/Std.	mit Binden oder Rödeln der Öffnung

Eine deutliche Steigerung der Befüllleistung ist z. B. durch den Einsatz von Radladern und Befüllanlagen möglich.

Zum Befüllen und zum Verschließen der Sandsäcke stehen in der Deichmeisterei Biebesheim einige Sandsackfüllmaschinen und -nähtmaschinen zur Verfügung.

Transport der Sandsäcke

Der Transport der Sandsäcke erfolgt auf Paletten. Die Beladung der LKW, Muldenkipper oder Traktoren mit Anhänger kann mittels Radlader/Gabelstapler durchgeführt werden. Ist die Schadstelle am Deich mit Radfahrzeugen nicht erreichbar, müssen Kettenfahrzeuge (Panzer, Raupen) oder Hubschrauber eingesetzt werden. Beim Lufttransport ist es sinnvoll, die Sandsäcke in so genannten Big-Bags zu transportieren.



Abb. 70: Transport von Sandsäcken

Wichtig für die Planung des Transporteinsatzes ist die Ermittlung von Maschinen-/Helferanzahl und Zeitbedarf. Hierzu sind die nachstehenden Werte hilfreich:

Sandsackgewicht (trocken)	ca. 15 kg
Sandsackgewicht (nass)	ca. 20 kg
Sandsackvolumen	ca. 10 Liter
Sandsäcke pro Palette	ca. 50 Stück
Gewicht pro Palette	ca. 0,85 to
1 Tonne entsprechen	ca. 60 Säcke
Ladefähigkeit LKW	10 to ca. 600 Säcke
Bewegung der Säcke	80 Säcke/Mann/Stunde
max. 10 m vom LKW	

Verlegen von Sandsäcken

Für Hochwasserabwehrmaßnahmen gegen Überströmen der Deiche, bei Böschungsschäden, zur Deichfußsicherung, bei Quellsbildung am Deich und bei Deichbrüchen sind die Sandsäcke sehr gut einsetzbar. Bei korrekter Befüllung haben die Sandsäcke diverse Vorteile (siehe auch Befüllen von Sandsäcken). Die im Verbund gepackten Sandsäcke sind ein stabiles, flexibles und begehrtes Schutzelement für die Hochwasserabwehr. Beim Verlegen kann zur Auflockerung des Füllgutes die Rödellung oder der Bund entfernt werden. Ist dies aus zeitlichen Gründen nicht möglich, sind die gebundenen Sandsäcke so zu legen, dass sich das Füllgut im Sack gleichmäßig verteilt. Gerödelte oder gebundene Sandsäcke sollen in der Regel nur in Verbindung mit anderen Deichverteidigungsmaterialien, wie z. B. Folien, Bau- stahlgewebematten, Pfählen u.a. verwendet werden.

Bedarf:

- ca. 5 Sandsäcke je lfdm bei einer Lage querverlegt
- 2 Säcke je lfdm bei einer Lage längsverlegt
- ca. 15 Säcke je m² bei einer Lage
- 1 m Höhe = 10 Lagen Sandsäcke
- ca. 100 Säcke je m³ Verbauvolumen
- Bei einer Quellskade mit einem Radius von 5 m und einer Höhe von 1 m ist mit einem Bedarf von 3 - 4.000 Sandsäcken zu rechnen.

Fangedamm als Schlossdeich und Quellskade:

Sandsäcke sind schon ab 3 Lagen wie folgt im Verbund zu verlegen:

- 1. und 2. Lage quer zur Fließrichtung
- 3. Lage längs zur Fließrichtung

Aufkaden von Deichen

Eine Aufkadeung wird auf Deichstrecken vorgenommen, wo die Gefahr des Überströmens des Deiches besteht. Die Sandsäcke sollen dabei in der Nähe der Außenkante der wasserseitigen Deichkrone verbaut werden. Folgende Aufkadeungshöhen können durch verschiedene Sandsacklagen erreicht werden:

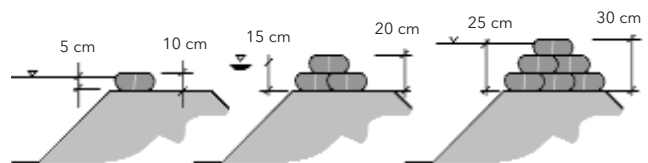


Abb. 71: Unterschiedliche Aufkadeungshöhen

Der gefüllte offene Sandsack ist umzuschlagen und entgegen der Strömungsrichtung des Wassers zu verlegen (das zugebundene bzw. -zugenähte Ende des Sacks muss zum Wasser hin gewandt liegen - der Sandsackboden zur Luftseite hin)

Diese Verlegeweise gilt auch für gerödelte Sandsäcke.

Sandsackbedarf für Aufkadeungen:

Aufkadeung bis

10 cm	Sandsäcke quer zur Fließrichtung = 350 Sandsäcke/100 m Aufkadeungslänge
20 cm	1. und 2. Lage quer zur Fließrichtung = 1000 Sandsäcke/100 m Aufkadeungslänge
30 cm	1. und 2. Lage quer zur Fließrichtung 3. Lage längs zur Fließrichtung = 2000 Sandsäcke/100 m Aufkadeungslänge

Geotextilien, Folien und Planen

Zu beachten ist, dass Geotextilien als wasserdurchlässige Materialien für Abwehrmaßnahmen an der luftseitigen Böschung angewendet werden, während Folien und Planen (Lecksegel) als wasserundurchlässige Materialien ausschließlich zur Abdichtung bei georteten offenen Erosionsröhren im Deich auf der wasserseitigen Böschung Verwendung finden.

Geotextilien sind für eine schnelle Sicherung der luftseitigen Deichböschung und des Deichfußes gut geeignet. Durch Überdeckung der gefährdeten Bereiche mit Geotextilien und darauf verlegte Sandsäcke oder losen aufgeschütteten Füllsand wird der aufgequollene Boden belastet und der gefährdete Bereich ist damit gesichert. Geotextilien wirken als Filter, womit der Materialaustrag aus den Deichkörpern verhindert wird.

Zum Schutz der nach Bauarbeiten nicht vollständig begrünt wasserseitigen Deichböschungen und zur Verhinderung von Bodenabtrag bzw. Auswaschungen ist wie folgt zu verfahren, wobei die Arbeiten vor dem Eintreffen des Hochwassers abzuschließen sind:

- Verlegen von Geotextilien entgegen der Fließrichtung ca. 1,50 m vom Deichvorland zum Deichfuß und zur Deichböschung bis auf die vorhergesagte Wasserstandshöhe (Überlappung des Geotextils 0,50 m Rolle, 4,50 m breit u. 100 m lang),
- Sicherung der Geotextilstrecken durch die lückenlose Überdeckung mit Streckmetalltafeln 3,0 m x 0,15 m entgegen der Fließrichtung bei allseitiger Überlappung von 0,20 m,
- oder lückenlose Überdeckung mit Maschendraht, worauf Sandsäcke gepackt werden, die mit Rundeisenstäben gesichert werden.

Die standardmäßige Rollenfertigung von Geotextil erfolgt in den Abmessungen von

- 4,70 m Breite x 30 m Länge
- 2,50 m Breite x 30 m Länge

mit einem Durchmesser von ca. 0,60 m auf stabilem Wickelkern.

Zum Schutz der wasserseitigen Böschung vor Wellenschlag und Treibgut dienen Folien und Planen, die mit Sandsäcken und Baustahlgewebematten beschwert werden.

Zu beachten ist:

- Die Ortung der wasserseitigen Schädstellen ist schwierig.
- Die Folie oder Plane (Lecksegel) wird auf einem Stahlrohr bis 50 mm befestigt und aufgerollt, dann von der Böschungsoberkante des Deichs abgerollt und mit Sandsäcken gesichert.
- Die Folie oder Plane darf nicht auf der landseitigen Böschung verlegt werden: es wird dadurch der Sickerwasseraustritt verhindert, der Deichkörper weicht auf und die Schäden vergrößern sich.

Standardgrößen von Planen und Folien:

- beschichtet:
 - 5 m x 5 m
 - 4 m x 6 m
- unbeschichtet :
 - 4 m x 6 m
 - 6 m x 10 m
 - 8 m x 10 m
 - 12 m x 12 m
 - 12 m x 24 m

PE-Breitfolien auf Wickelkern:

- 6 m x 0,15 mm bis 100 m lang
- 3 m x 0,30 mm bis 100 m lang
- 2 m x 0,30 mm bis 100 m lang

Eisen- und Drahtwaren, Baustahlmatten

Sie werden an der wasserseitigen Böschung zur Abdeckung von Auskolkungen, Unterspülungen, Schälungen, Eisschäden, Wild- und Wildschweinschäden eingesetzt.

Dafür werden nachfolgende Deichverteidigungsmaterialien benötigt:

- Bindendraht, Rödeldraht, Spanndraht
- Streckmetalltafeln
- Baustahlmatten
- Rundeisen ø 10 mm
- Maschendraht
- Zugseile

Hinweise für die Deichwehr

Die Deichwehr sollte auf folgende Punkte besonderes Augenmerk legen:

Organisation der Deichverteidigung

- Wie sind die Verteidigungswege beschaffen?
- Wie verlaufen die Anfahrtswege und Fluchtwege?
- Wie sind die Melde- und Weisungsstrukturen festgelegt?
- Wie ist Personal zu rekrutieren und Material zu beschaffen?
- Welche weitere Entwicklung des Hochwasserstandes ist prognostiziert?
- Wie kann Personal mit Kleidung und Nahrung versorgt werden?
- Sind Fachleute für Rückfragen benannt?

Sicherheitsregeln

- An einer Schadstelle müssen immer mindestens zwei Personen arbeiten.
- Es sind ausreichend Rettungsmittel vorzuhalten (Schwimmwesten, Rettungsringe, Sicherungsgeräte und -seile etc.).
- Anseilen der Arbeitskräfte z. B. bei vereisten, rutschigen wasserseitigen Böschungen.
- Beleuchtung der Einsatzorte bei Nacht.

Lage des Deiches

- Uneinheitliche Untergrundverhältnisse, Außenkurven, geringe Vorlandbreiten, kurze Sickerwege, erhöhter Wasserspiegel in Außenkurven, mechanische Angriffe durch Treibzeug, Eis, Wellen und Strömung, ehemalige Deichbruchstellen.
- Konstruktionsübergänge unterschiedlich aufgebauter Deiche.

Böschungsneigung

- Je steiler die Böschung, desto geringer die Standsicherheit.

Bauwerke im (auf dem) Deich

- Bauwerke wie Siele (Schließe), Mauern, Unterführungen, Überführungen (Straßen, Bahnen) oder Kreuzungen zweier Deiche beinhalten immer Übergänge zwischen Sonderbauwerken und Deichen. Übergänge von Bauwerk zu Deich sind grundsätzlich Schwachpunkte des Systems. Hier können sich Sickerwege an den Fugen zum Bauwerk ausbilden.

Deichkrone

- Eine schmale Deichkrone führt bei einer Rutschung rasch zum Einbruch und zur Überströmung des Deichs und somit zu einer Erschwerung der Deichverteidigung. (Die Deichkrone sollte mindestens 3,0 m breit sein. Geringere Kronenbreiten führen schneller zum Versagen.)



Abb. 72: Ein Deich sollte nur am wasserseitigen Rand der Deichkrone erhöht werden.



Abb. 73: Das Befahren oder Begehen der Deiche und deren Böschungen führt schnell zu einer Schwächung der Standsicherheit und sollte möglichst vermieden werden.



Abb. 74: Zu nahe Bebauung am Deich verhindert die Kontrolle und erhöht bei Einbauten im Untergrund die Durchsickerung. Sickerwasseraustritte werden gar nicht oder zu spät erkannt. Die Deichverteidigung wird erschwert.

Gehölzbewuchs, Wühltiere

- Bäume und Büsche ziehen Wühl- und Kleintiere an, welche Höhlen und Gänge in den Deichkörper graben und so bevorzugte Sickerwege schaffen.
- Dichter Bewuchs behindert die Zustandskontrolle des Deichs und Sickerwasseraustritte und Materialaustrag (Sand, Schluff etc.) können nicht rechtzeitig erkannt werden.
- Wurzeln von Bäumen (z. B. verrottende Baumwurzeln bzw. nicht entfernte Wurzelstöcke) sind bevorzugte Sickerwege.
- Wasserseitiger Bewuchs erhöht die Erosionsgefahr bei starker Strömung.
- Windwurf (umgestürzte und entwurzelte Bäume) kann Schäden an der Böschung verursachen.

Diese Hilfsmittel sollten der Deichwache (mindestens zwei Personen) zur Kontrolle des Deichs zur Verfügung stehen:

Persönliche Schutzkleidung für schlechte Witterung: Stiefel, Regenbekleidung, Schwimmwesten, Wathosen, Helme

Hilfsmittel: Fernrohr, Taschenlampe, Axt, Hammer, Markierungspflöcke (-stangen), Mobiltelefon

Für die Deichverteidigung sind folgende Materialien und Gerätschaften sinnvoll:

Materialien: Sandsäcke, Kies/Sand/Steine, Senkbäume /Senkfaschinen, Balken, Bohlen, Bretter, Zaunpfähle, Stangen, Geotextilien, Folien, Planen, Gitterfolien, Seile /Leinen, Baustahlgewebematten, Streckmetalltafeln, Rödeldraht, Bindedraht, Bauklammern, Nägel, Maschendraht, Markierungspflöcke, Markierungsstangen

Werkzeuge: Spaten, Schaufeln, Kreuzhacken, Äxte, Beile, Holzschlägel oder Vorschlaghammer, Hämmer, Zangen, Bolzenschneider, Motorkettensäge, Bügelsäge, ggf. Eisäxte, Eissägen, Eiszangen

Rettungsmittel: mobile Beleuchtungseinrichtungen (Handscheinwerfer und Stabtaschenlampen), Sicherheitsleine, Wathosen, Gummistiefel, Schwimmwesten, Schlauch- und Flachboote, Bootshaken

Sonstige Materialien und Hilfsmittel: bewegliche Pumpeneinheiten, Mähgeräte, Notstromaggregate und Scheinwerfer mit Zubehör, Signallampen, Signalmunition, Farbsprüher, Fotoapparat, Fernglas, Funkgeräte, Mobiltelefone

Bei größeren Deichverteidigungseinsätzen werden auch größere Hilfsmittel notwendig:

Autos, Krafträder, Traktoren, Boote, LKW, Kleinlaster, Raupen, Bagger, Transportbänder, Hubschrauber, Busse



Abb. 75: Zu naher Bewuchs und Durchwurzeln können zu einer stärkeren Durchsickerung und zu Materialaustrag führen.



Abb. 76: Wühltierschaden



Abb. 77: Wühltiergänge sind nicht immer gleich erkennbar. Die regelmäßige Mäh ermöglicht eine leichtere Kontrolle.

Rechtliche und technische Grundlagen

Die rechtlichen Grundlagen für die Bewachung und die Verteidigung der hessischen Winterdeiche (früher Landdeiche) an Rhein und Main ergeben sich aus dem Hessischen Wassergesetz (HWG) und der DIN 19 712 "Flussdeiche".

Hessisches Wassergesetz

vom 6. Mai 2005

§ 17 Deichunterhaltung

- (1) Die Unterhaltung der Deiche, einschließlich der zum Deich gehörenden Bauwerke, ist eine öffentlich-rechtliche Verpflichtung. Sie obliegt dem jeweiligen Eigentümer. Mit Zustimmung der Wasserbehörde können andere als die nach Satz 2 Verpflichteten die Unterhaltungslast übernehmen. Bei Inkrafttreten dieses Gesetzes hiervon abweichende Unterhaltungsverpflichtungen bleiben unberührt. Die oberste Wasserbehörde veröffentlicht im Staats-Anzeiger für das Land Hessen eine Liste der Unterhaltungspflichtigen. Die Unterhaltung umfasst auch die Verpflichtung, Wühltiere, die die Standsicherheit von Deichen beeinträchtigen, zu bekämpfen. § 9 Abs. 5 gilt entsprechend. Die Wasserbehörde kann bestimmen, dass von der Unterhaltung abgesehen werden kann, wenn natürliche Rückhalteflächen wieder hergestellt werden sollen und der natürliche Schutzzweck des Deiches entfallen ist.
- (2) Ist ein Deich ganz oder teilweise durch Naturgewalt oder fremdes Eingreifen beschädigt oder zerstört oder aus sonstigen Gründen sanierungsbedürftig, so kann die Wasserbehörde anordnen, dass die Unterhaltungspflichtigen den Deich wiederherzustellen haben. Die Unterhaltungspflichtigen haben auf Verlangen der Wasserbehörde die zur Beurteilung der Sanierungsbedürftigkeit erforderlichen Untersuchungen durchzuführen.

§ 18 (HWG) Verbote, Befreiungen

- (1) An und auf Deichen und im Abstand von 5 m zum Deichfuß sind verboten:
 1. die Errichtung oder Erweiterung von baulichen Anlagen sowie die Verlegung von Leitungen,
 2. das Anlegen oder Erweitern von Strauchpflanzungen
 3. das Durchführen von Abgrabungen,
 4. die Vornahme von sonstigen Veränderungen am Deichkörper,
 5. das Fahren mit Kraftfahrzeugen,
 6. das Reiten,
 7. sonstige Maßnahmen oder Verhaltensweisen, welche die Unterhaltung unmöglich machen oder wesentlich erschweren oder die Standsicherheit oder Verteidigung des Deiches beeinträchtigen

oder zu einer sonstigen Beschädigung der Deiche führen können. Ferner ist an und auf Deichen und in einem Abstand von 10 m zum Deichfuß das Anlegen oder Erweitern von Baumpflanzungen verboten.

- (2) Erfordern die allgemein anerkannten Regeln der Technik größere Abstände der baulichen Anlagen oder der Baum- und Strauchpflanzungen von den Deichfüßen, so sind diese Abstände einzuhalten. Die Verbote des Abs. 1 gelten nicht für Maßnahmen der zur Deichunterhaltung oder zur Deichverteidigung Verpflichteten im Rahmen der Erfüllung dieser Verpflichtungen. Die Verbote des Abs. 1 Satz 1 Nr. 5 und 6 gelten nicht, soweit es sich um öffentliche Wege handelt.
- (3) Die Wasserbehörde kann von den Verboten des Abs. 1 auf Antrag befreien, wenn die Verbote im Einzelfall zu einer unbilligen Härte führen würden. Eine Befreiung darf nicht erteilt werden, wenn die Sicherheit des Deiches, dessen Unterhaltung oder die Deichverteidigung beeinträchtigt würde. Ist für ein Vorhaben eine Befreiung nach Satz 1 erforderlich und eine Zulassung nach der Hessischen Bauordnung oder dem Hessischen Naturschutzgesetz vorgeschrieben, entscheidet die hierfür zuständige Behörde im Benehmen mit der Wasserbehörde.

§ 19 (HWG) Besondere Pflichten im Interesse der Deichunterhaltung und Deichsicherheit

- (1) Die Anlieger und Hinterlieger von Deichen haben alles zu unterlassen, was die Unterhaltung unmöglich machen oder wesentlich erschweren würde oder die Sicherheit des Deiches beeinträchtigen kann. Die Anlieger und Hinterlieger von Deichen haben Bäume und Sträucher am Deich und in einem Geländestreifen von fünf Metern beiderseits des Deichfußes zu entfernen. Dies gilt auch dann, wenn Anpflanzungen vor Inkrafttreten eines Anpflanzungsverbotes oder vom Voreigentümer vorgenommen wurden.
- (2) Die Wasserbehörde kann die Beseitigung baulicher Anlagen anordnen, soweit dies zur Gewährleistung der Standsicherheit des Deiches, dessen Unterhaltung oder Verteidigung erforderlich ist. § 16 Abs. 4 gilt entsprechend.
- (3) Die Anlieger und Hinterlieger von Deichen haben, soweit es zur ordnungsgemäßen Unterhaltung eines Deiches erforderlich ist, nach vorheriger Ankündigung zu dulden, dass die Unterhaltungspflichtigen oder deren Beauftragte die Grundstücke betreten, vorübergehend Benutzen und aus ihnen Bestandteile für die Unterhaltung entnehmen, wenn diese anderweitig nur mit unverhältnismäßig hohen Kosten beschafft werden können. Entstehen Schäden, so hat die geschädigte Person Anspruch auf Ausgleich der Schäden gegenüber dem Unterhaltungspflichtigen.

§ 20 (HWG) Wassergefahr

- (1) Werden zur Abwendung einer durch Hochwasser, Eisgang oder andere Ereignisse entstehenden Wassergefahr augenblickliche Vorkehrungen notwendig, so sind, wenn es ohne erhebliche eigene Nachteile geschehen kann, die benachbarten Gemeinden, auch wenn sie nicht bedroht sind, verpflichtet, die erforderliche Hilfe zu leisten.
- (2) Ist ein Deich bei Hochwasser gefährdet, so haben auf Anordnung der Wasserbehörde die Bewohner der bedrohten und, falls erforderlich, der benachbarten Gemeinden durch persönliche Dienste oder andere Leistungen im Rahmen des Herkömmlichen die erforderliche Hilfe zu leisten.
- (3) Die Körperschaft, in deren Interesse Hilfe geleistet wird, hat auf Verlangen für Sachschaden und Verdienstausfall eine angemessene Entschädigung zu gewähren.

§ 21 (HWG) Wasserwehr

- (1) Gemeinden haben einen Wasserwehrdienst einzurichten, wenn sie erfahrungsgemäß durch Überschwemmungen gefährdet werden. Das Nähere regeln die Gemeinden durch Ortssatzung.
- (2) Die obere Wasserbehörde legt gegenüber den Gemeinden den Beginn und das Ende der Überwachung der Winterdeiche an Rhein und Main fest und kann zur Sicherung dieser Winterdeiche Weisungen erteilen. Sie unterstützt die Gemeinden bei der Beobachtung und Sicherung der Winterdeiche und berät sie bei der Abwehr von Wassergefahren.
- (3) Bei einer unmittelbar bevorstehenden Gefahr und im Fall eines Deichbruchs an Rhein- oder Mainwinterdeichen hat vorübergehend die Wasserbehörde bis zur Feststellung des Katastrophenfalles nach § 34 des Hessischen Gesetzes über den Brandschutz, die Allgemeine Hilfe und den Katastrophenschutz vom 17. Dezember 1998 (GVBl. I S. 530) die Befugnis, Einsätze der Einheiten und Einrichtungen des Katastrophenschutzes nach § 26 des Hessischen Gesetzes über den Brandschutz, die Allgemeine Hilfe und den Katastrophenschutz anzuordnen. § 33 Abs. 2 des Hessischen Gesetzes über den Brandschutz, die Allgemeine Hilfe und den Katastrophenschutz bleibt unberührt. Bezüglich der Kostenpflicht und des Kostenersatzes bei einem Einsatz der Feuerwehren finden §§ 60 und 61 des Hessischen Gesetzes über den Brandschutz, die Allgemeine Hilfe und den Katastrophenschutz entsprechende Anwendung.

DIN 19 712 "Flussdeiche", Nov. 1997

(Siehe auch DVWK Merkblatt 210/1986 "Flußdeiche, Hochwasserschutz")

17 Deichverteidigung

17.1 Vorbereitung

... für die Abwehr von Hochwassergefahren sind Unterlagen für die Deichverteidigung aufzustellen und vor allem hinsichtlich Ausrüstung, Ausbildung und Einsatz der Kräfte für den Hochwasserschutz aktuell zu halten. Festzulegen ist u. a. der maßgebliche Hochwasserstand, von dem ab vor Ort zu prüfen ist, ob Maßnahmen zur Deichverteidigung einzuleiten sind.

Geräte und Materialien müssen für den Bedarfsfall vorgehalten werden. Transportmöglichkeiten von Gerät und Material von und zu den Einsatzstellen bzw. Lagerplätzen sind zu erkunden und die erforderlichen Wege gegebenenfalls auszubauen. Die vorgesehenen Einsatzkräfte müssen über ihre Aufgabe und Sammelplätze, über die Lagerorte, die Transportwege und die Handhabung der Geräte unterrichtet und in Übungen geschult sein.

17.2 Deichüberwachung bei Hochwasser

Beim Ablauf von Hochwasser sind Deiche visuell zu kontrollieren. Die Kontrolle erstreckt sich

- bei der wasserseitigen Böschung auf den Hochwasserfreibord und auf Erosionsschäden und Rutschungen;
- bei der landseitigen Böschung auf Rutschungen und die Durchsickerung sowie auf Quelltrichterbildung im Deichhinterland.

Gegebenenfalls ist zur engeren Lokalisierung von Sickerströmungen die Sickerlinie durch geeignete Messeinrichtungen zu ermitteln. Festgestellte Sickerstellen sind zu kennzeichnen, ständig zu beobachten und zu melden.

17.3 Deichverteidigungsarbeiten

Die Deichverteidigungsarbeiten müssen unverzüglich mit großer Schnelligkeit und Ausdauer durchgeführt werden. Bereits kleine Schäden und Mängel sind rechtzeitig zu beheben. Der Einsatz zur Erhaltung des Deiches ist erst einzustellen, wenn die Gefahren nicht mehr bestehen oder bedrohliche Situationen das Leben der eingesetzten Kräfte gefährden.

17.4 Deichverteidigungsmittel

Das wichtigste Deichverteidigungsmittel ist der Sandsack. Besonders geeignet sind wegen ihres Reibungswiderstandes Sandsäcke aus Jute. Sandsäcke werden leer gelagert. Geeignetes Füllgerät ist bereitzuhalten. Das Füllmaterial muss trocken und frostfrei sein. Sofern die Deiche für LKW über Deichrandwege erreichbar sind, ist ein effektives Deichverteidigungsmittel für landseitige Böschungsschäden die Anschüttung mit Kies. Sandsacklager sind ständig zu warten und schadhaft gewordene Sandsäcke rechtzeitig zu ersetzen. Sandsäcke aus Kunststoff sind weniger unterhaltungsaufwendig, jedoch wegen ihres geringen Reibungsverhaltens im praktischen Einsatz von Nachteil.

Empfohlen wird das Anlegen von Deponien aus filterfestem Material für die Sicherung landseitiger Böschungsrutschungen in wirtschaftlich erreichbarer Entfernung von den vermutlichen Schwerpunkten der Deichverteidigung.

Dichtungsfolien, geeignete Geotextilien und gegebenenfalls Faschinen sollten vorgehalten werden.

Die dort befindlichen Fachberater können jederzeit von den Gemeinden angefordert werden. Durch diese erfolgt eine ständige Orientierung zur Hochwassersituation und zu den Auswirkungen des Hochwassers auf den Deich.

Alle in der Deichmeisterei eingehenden Meldungen, Anfragen usw. sowie alle ausgehenden Informationen, Beratungen usw. werden durch die Einsatzleitung dokumentiert.

Die Einsatzleitung berichtet der Behördenleitung des Regierungspräsidiums Darmstadt, dem Innen- und Umweltministerium, sowie den Katastrophenschutzstäben über alle operativen Schritte.

Gemeinden

Die Deichanliegergemeinden stellen die Deichwachen. Sie haben auch für deren Unterbringung zu sorgen sowie für das zur Deichverteidigung erforderliche Gerät und Material (siehe Kap. Hinweise für Deichwehr, S. 34).

Der Wasserwehrdienst und der entsprechende Einsatz ist durch eine Gemeindegesatzung zu regeln. Hier ist im Einzelnen festzulegen wie sich die Wasserwehr personell zusammensetzt, wo welche Materialien gelagert sind und wo welches Gerät zur Verfügung steht.

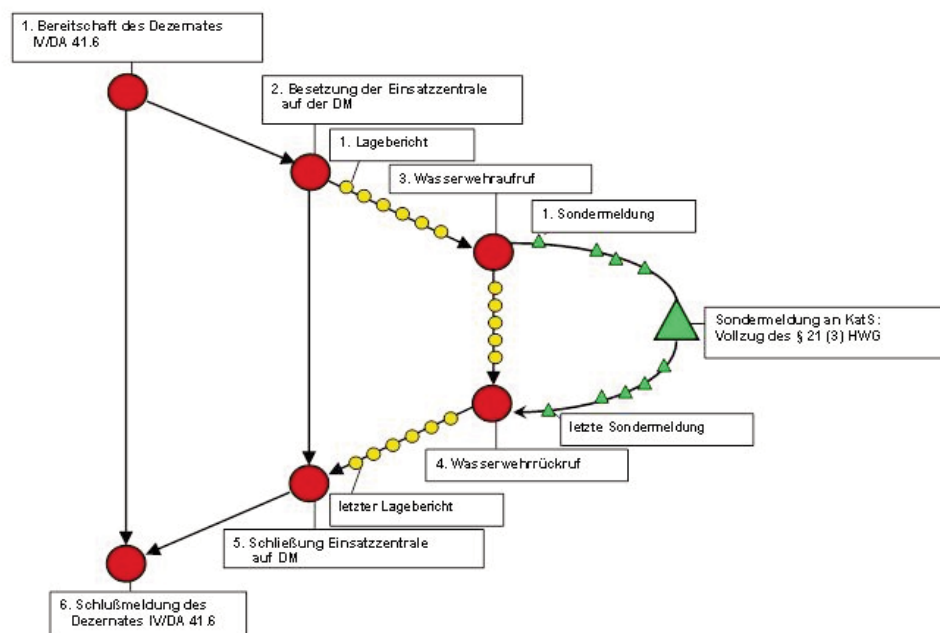


Abb. 79: Schema der Meldefaxe des Dez. IV/DA 41.6

Aufgaben der Wasserwehr

Die Wasserwehren haben nach Aufruf durch das Regierungspräsidium Darmstadt ohne Unterbrechung folgende Aufgaben am Deich und an den Deichbauwerken wahrzunehmen:

- Bewachung des Deichs durch ständige Beobachtung
- Dokumentation des Einsatzes
- Regelmäßige Berichte an die Einsatzzentrale in der Deichmeisterei
- Einleitung, Durchführung und Koordination von Deichverteidigungsmaßnahmen
- Anleiten externer Helfer

Deichbewachung

Die Deichbewachung umfasst insbesondere die genaueste Beobachtung der folgenden Punkte:

- Höhe des Wasserspiegels am Deich
- Qualm- und Grundwasseraustritt im Hinterland
- Sickerwasseraustritt am Deichkörper bzw. im Bereich von Deichbauwerken
- Setzungen und Rutschungen am Deich

Die möglichen Schadensmechanismen sind im Kapitel „Erkennen“ beschrieben.

Örtliche Feststellungen solcher Gefahrenstellen sind sofort der Einsatzleitung in der Deichmeisterei in Biebesheim zu melden und der betroffene Bereich entsprechend den Angaben im Kapitel „Handeln“ zu sichern.

Bei Unklarheiten über die Art der Sicherung der Gefahrenstelle ist sofort die Einsatzleitung in der Deichmeisterei zu verständigen. Während eine Gefahrenstelle gesichert wird, darf keinesfalls die Überwachung der restlichen Deichstrecke vernachlässigt werden.

Die Deichwachen benachbarter Gemeinden sollten untereinander in ständigem Nachrichtenaustausch über den Zustand der Deiche stehen.

Gesicherte Gefahrenstellen sind weiterhin zu beobachten.

Hydrogeologie / Geotechnik

Bodenverhältnisse an Rhein und Main

Rhein

Die an der Geländeoberfläche mehr oder weniger geschlossen vorhandene Auelehmdecke hat im Allgemeinen eine Dicke von 1 bis 3 m. Unter dem Auelehm folgen Sande und Kiese der Rhein- und Neckarterrassen. Unmittelbar unter dem Lehm liegt meist eine Feinsandschicht. Darunter folgen die quartären Sande und Kiese der Rhein- und Neckarterrassen. Diese reichen örtlich bis über 100 m tief.

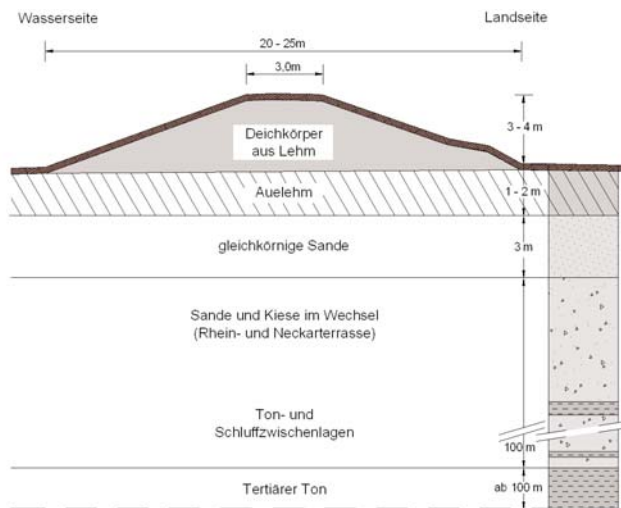


Abb. 80: Deich und Deichuntergrund Rheindeich

Main

An der Geländeoberfläche steht eine Schicht aus Hochflutlehm des Mains mit 1 bis 2 m Dicke an. Es folgen darunter die gewachsenen quartären Sande, Kiese und Gerölle des Mains mit einer Mächtigkeit von rd. 3 bis 8 m. Darunter liegen Tone und Schluffe (Rupelton und Cyrenenmergel), die bis in große Tiefen reichen.

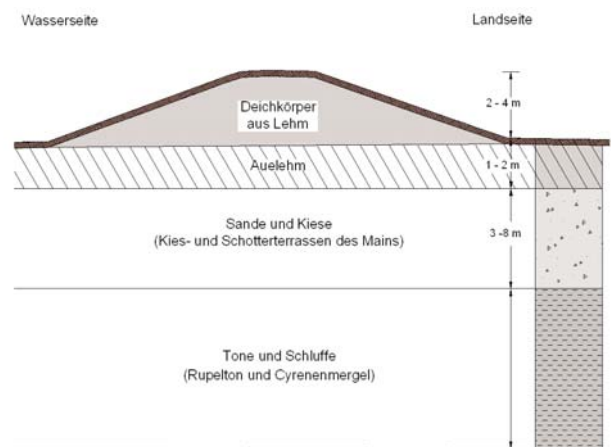


Abb. 81: Deich und Deichuntergrund Maindeich

Grund- und Hochwasserverhältnisse

Im Bereich des Deichs sind wegen der Nähe zu Rhein und Main die Fließrichtung des Grundwassers und die Höhe des Grundwasserspiegels außer von Niederschlägen vom Flusswasserstand abhängig. Bei Niedrig- bis Mittelwasserstand des Rheins fließt das obere Grundwasser nach ausgewerteten Rhein-, Main-, und Grundwasserstandsmessungen in den gut durchlässigen Kiessanden den Vorflutern zu. Am Main wird die Grundwasserfließrichtung zusätzlich durch Aufwölbungen der Tertiäroberfläche sowie durch die in neuerer Zeit gebauten Staustufen örtlich stark beeinflusst.

Bei ansteigenden Flusswasserständen wird der Grundwasserleiter je nach Dichtigkeit des Flussbettes mehr oder weniger durch Uferfiltration vom Flusswasser gespeist. Das im Deichvorland stehende Wasser reicht infolge von Undichtigkeiten in der Lehmdecke das Grundwasser zusätzlich an. Dadurch findet eine Umkehr der Grundwasserfließrichtung vom Gewässer weg statt. Gleichzeitig staut sich das zum Vorfluter hinströmende Grundwasser und bewirkt eine weitere Grundwassererhöhung landseitig. Ab einem Hochwasserstand des Gewässers von rd. 1/3 der Deichhöhe ist das Grundwasser artesisch gespannt und tritt im Binnenland als Druckwasser (Qualmwasser) über der Geländeoberfläche aus.

Im wesentlichen wird die Höhe der in den durchlässigen Sanden entstehenden Drucklinie bestimmt durch:

- die bei Hochwasserbeginn vorhandenen Grundwasserverhältnisse
- die Entfernung der Deichlinie zum Rhein
- den Rhein- bzw. Hochwasserstand vor dem Deich
- die Form bzw. Neigung des Geländes im Deichhinterland
- die Durchlässigkeit der Sande und Kiessande
- die Mächtigkeit des Grundwasserleiters (Sande/Kiessande)
- die Geschlossenheit und Dicke der Auelehmschicht und ihre Wasserdurchlässigkeit bzw. Entspannungsmöglichkeiten im Binnenland (z. B. durch Kiesgruben).

Die Druckhöhe des bei Hochwasser unter der Lehmdecke gespannten Grundwassers beträgt am landseitigen Deichfuß meist rd. 45 % der wasserseitigen Stauhöhe. Die Entfernung zum Deich, bis zu der die Grundwasserstände im Hochwasserfall noch vom Rheinwasserstand beeinflusst werden, kann bis zu 2500 m betragen.

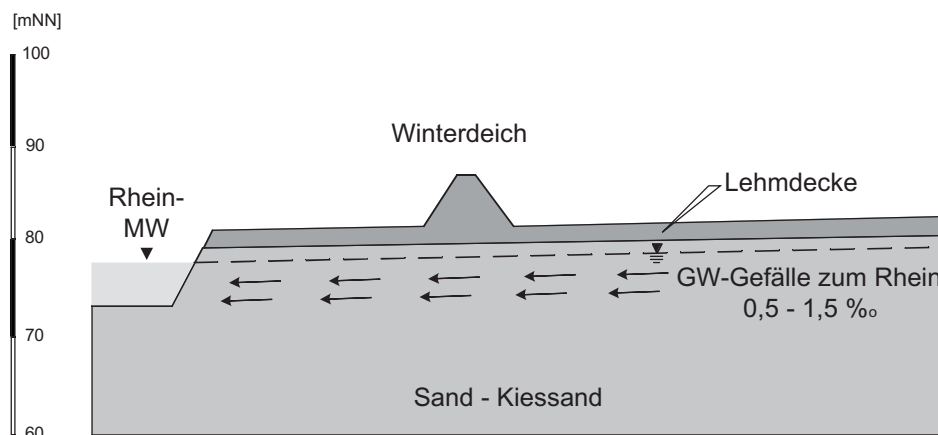


Abb. 82: Strömungsverhältnisse bei Mittelwasser (Normales Grundwasserverhalten)

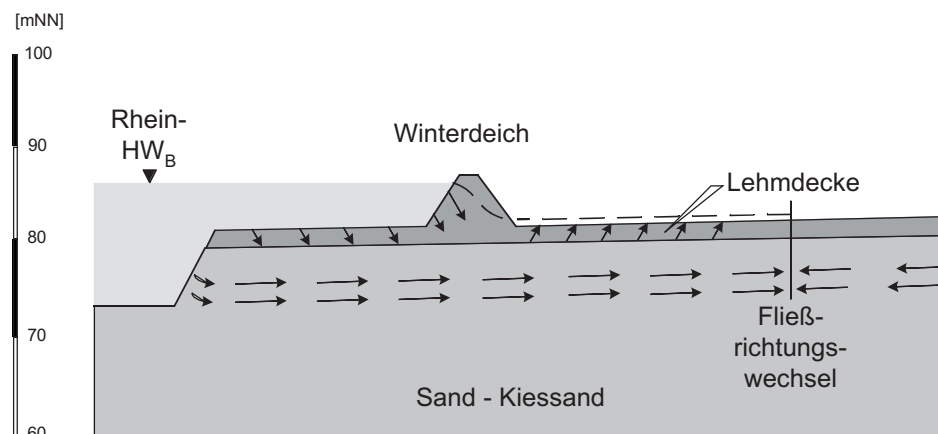


Abb. 83: Strömungsverhältnisse bei Hochwasser

Grundlagen

Bodenarten

In der Geotechnik erfolgt die Einteilung der Böden nach Korndurchmessern in 5 Hauptbodenarten:

- Ton
- Schluff
- Sand
- Kies
- Steine

Die Einteilung und Beschreibung der Bodenarten ist in DIN 4022, Teil 1 geregelt.

	Benennung	Korngröße [mm]	Bemerkungen	
Siebkorn	Kies	> 2 bis 63	kleiner als Hühnererier größer als Streichholzköpfe	nichtbindige Böden
	Grobkies	> 20 bis 63	kleiner als Hühnererier größer als Haselnüsse	
	Mittelkies	> 6,3 bis 20	kleiner als Haselnüsse größer als Erbsen	
	Feinkies	> 2 bis 6,3	kleiner als Erbsen größer als Streichholzköpfe	
	Sand	> 0,06 bis 2	kleiner als Streichholzköpfe, bis zur Grenze des noch mit dem bloßen Auge erkennbaren	
	Grobsand	> 0,6 bis 2	kleiner als Streichholzköpfe größer als Gries	
Schlammkorn	Mittelsand	> 0,2 bis 0,6	gleich Gries	bindige Böden
	Feinsand	> 0,06 bis 0,2	kleiner als Gries, aber das Einzelkorn noch mit dem bloßen Auge erkennbar	
	Schluff	> 0,002 bis 0,06	Einzelkörner mit bloßem Auge nicht mehr erkennbar	
	Grobschluff	> 0,02 bis 0,06		
	Mittelschluff	> 0,006 bis 0,02		
	Feinstkorn oder Ton	≤ 0,002		

Abb. 84: Einteilung der Böden nach Korngrößen (nach DIN 4022, Blatt 1)

Natürliche Böden bestehen meist aus einem Gemisch mehrerer Bodenarten. Zur Bestimmung dient die Kornverteilungskurve, eine prozentuale Darstellung der Gewichtsanteile der einzelnen Korndurchmesser (Kornfraktionen).

Kornverteilung

Nebenstehend ist beispielhaft eine Verteilung der vorstehenden Hauptbodenarten in einer Kornverteilungskurve dargestellt.

Wasserdurchlässigkeit

Die Wasserdurchlässigkeit eines Bodens hängt überwiegend von der Kornverteilung des anstehenden Bodens ab.

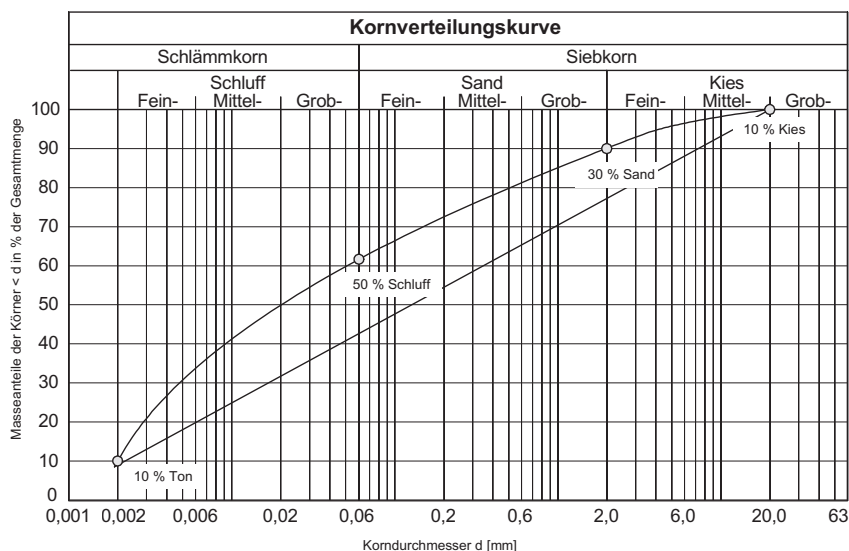


Abb. 85: Kornverteilungskurve

Je feiner ein Boden (großer Anteil an Schlämmskorn), desto dichter ist dieser.

Der Durchlässigkeitsbeiwert k der Böden wird als Geschwindigkeit in m/s angegeben.

Die Filterströmungsgeschwindigkeit im Boden ist:

$$v_f = k \cdot \frac{\Delta h}{\Delta s} \quad \text{mit}$$

Δh = Wasserspiegeldifferenz vor - hinter dem Deich in [m]

Δs = Sickerweg in [m]

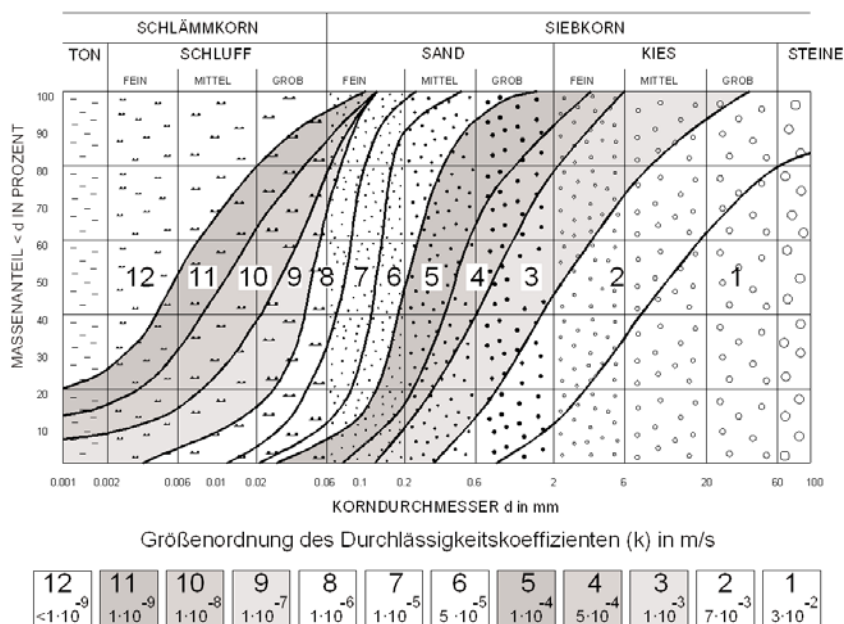


Abb. 86: Wasserdurchlässigkeit in Abhängigkeit von den verschiedenen Bodenarten

Porenraum - Wasser im Boden

Der Bodenraum besteht aus Körnern und Luftporen, in den Poren befindet sich das Grundwasser. Diese können vollkommen (unterhalb des Grundwasserspiegels) oder teilweise (über dem Grundwasserspiegel) wassergesättigt sein.

Wirkt auf das Grundwasser eine Druckdifferenz, so wird der Bodenraum vom Wasser durchströmt.

Die Strömungsgeschwindigkeit wird, wie vorstehend beschrieben, von der Kornverteilung und von der Größe des Porenraums der jeweils durchströmten Bodenschicht bestimmt.

Suffosion

Ausspülung der Feinteile aus den Kornzwischenräumen; das Korngerüst bleibt erhalten (weniger gefährlich).

Erosion

Ausspülung des gesamten Korngemischs mit Röhrenbildung bevorzugt entlang Schichtgrenzen oder Bauwerkswänden (Kontakterosion)

Ist das austretende Wasser trüb, so handelt es sich wahrscheinlich um die weniger kritische Suffosion, bei der das Korngerüst im Boden sich noch nicht auflöst. Tritt jedoch sandiges Material aus und werden gar Kiesanteile mit gefördert, so handelt es sich um Erosionsvorgänge, die eine große Gefahr für den Deich darstellen, da sich bei weiterem Fortschreiten ein durchgehender Erosionskanal ausbilden kann.

Kann solch ein Vorgang nicht durch Deichverteidigungsmaßnahmen zum Stillstand gebracht werden, so droht unweigerlich ein Deichbruch, da der Deich immer weiter ausgespült wird und am Ende in sich zusammenbricht. Alle historischen Brüche der Rheindeiche in Hessen sind wahrscheinlich durch Untergrunderosion verursacht worden.

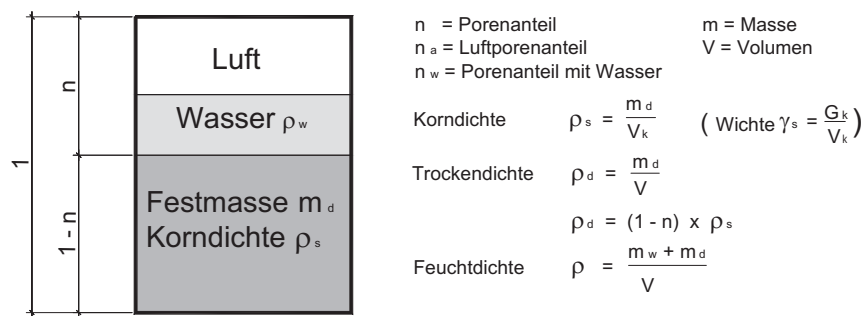


Abb. 87: Boden-Luft-Wasser-Gemisch

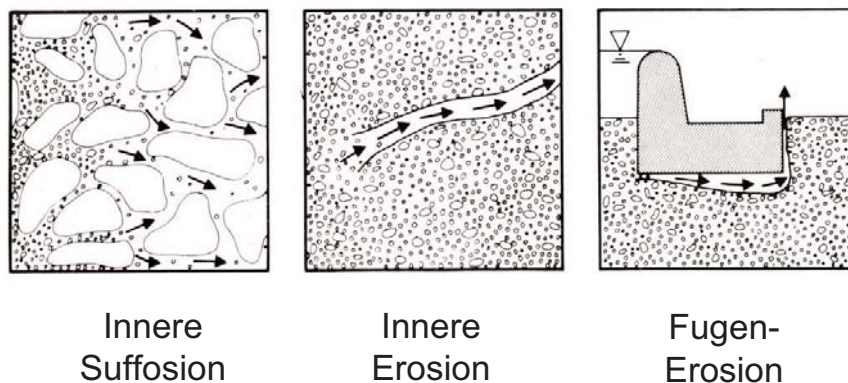


Abb. 88: Suffosion - Erosion

Begriffsdefinitionen

Im Folgenden werden einige wichtige Begriffe des Deichs erläutert, deren Kenntnis den bei der Deichverteidigung eingesetzten Wasserwehren eine problemlose Kommunikation ermöglichen soll.

Abfluss:

in m^3/s oder l/s gemessene Wassermenge

Aufkaden:

Erhöhung der Deichkrone oder eines Deichübergangs bei Überströmungsgefahr.

Außenböschung (Wasserseitige Böschung):

Die dem Gewässer zugekehrte Böschung, in der Regel durch Rasenansaat, bei direktem Auftreffen der Strömung durch Pflaster befestigte Deichfläche.

Berme:

Waagerechter oder schwach geneigter Absatz in der Böschung des Deichs; sie liegt über der durchschnittlichen Geländehöhe und stabilisiert den Deich; sie ist häufig landseitig als befestigter Deichverteidigungsweg ausgebildet.

Binnenböschung (Landseitige Böschung):

Die dem Lande zugekehrte Böschungsseite.

Binnendeich:

Unterteilt das eingedeichte Gebiet (Polder), um Schäden bei Überflutung oder Deichbrüchen einzugrenzen.

Bemessungshochwasserstand:

Der für Deichbauten festgelegte Ausbauwasserstand.

Deich:

Damm aus Erd- und Baustoffen an Fließ- und Küstengewässern zum Schutz des Hinterlandes gegen Hochwasser; wird im Gegensatz zu Stauhaltungsdämmen nur bei Hochwasser beansprucht.

Deichbresche:

Die nach einem Deichbruch oder planmäßiger Deichschlitzung zurückbleibende Deichlücke.

Deichfuß:

Der sich örtlich abzeichnende Übergang zwischen dem nahezu ebenen Vorland oder Hinterland und der Deichböschung.

Deichhinterland:

Dem Deich landseitig vorgelagerte Fläche.

Deichkrone:

Obere waagerechte, schwach gewölbte oder schwach zur Wasserseite geneigte Fläche des Deichs.

Deichlager (auch Deichbasis):

Die vom wasserseitigen bis zum landseitigen Deichfuß reichende Grundfläche des aufgeschütteten Deichkörpers.

Deichscharte:

Durch Tore oder Dammbalken verschließbare Öffnung im Deich, zur Durchführung eines Weges oder zum Ein- oder Auslassen von Hochwasser.

Deichschulter:

Übergangsbereich von der Deichkrone zur Deichböschung.

Deichseitengraben:

An der Landseite des Deichs angeordneter Graben zur Ableitung des durch den Deich bzw. Deichuntergrund sickern den Wassers.

Deichverteidigungsweg:

Weg am landseitigen Deichfuß oder auf landseitiger Berme, der auch für schwere Fahrzeuge befahrbar ist und dem sicheren und schnellen Transport bei der Deichverteidigung und Unterhaltung dient; die Deichkrone darf nur im Ausnahmefall zur Anlage eines solchen Weges genutzt werden.

Deichvorland:

Dem Deich wasserseitig vorgelagerte Fläche bis zum Fließgewässer.

Einkaden:

Kadung an der Binnenseite eines Deichs - am Deichfuß beginnend - zum Einschließen von durchsickerndem Wasser, damit sich sammelndes Wasser hydraulisch einen Gegendruck erzeugt.

Eisaufschub:

Durch die Strömung erfolgtes Aufschieben von Treibeisschollen auf die Außenböschung oder auf die Deichkrone.

Eisgang:

Bewegung des Eises an der Oberfläche fließender Gewässer in Form mehr oder weniger großer Eisschollen.

Erosion:

Alle Vorgänge, die auf der Erdoberfläche durch in Bewegung befindliche Medien (Wasser, Eis, Wind) zu Abtrag und Massenverlagerungen von Böden, Lockergesteinen und Festgesteinen führen; die innere Erosion findet in größeren, meist röhrenförmigen Hohlräumen im Inneren eines Erdkörpers statt, die oft bereits vor Beginn der inneren Erosion durch pflanzliche oder tierische Einwirkungen (Wurzelgänge, Wühltiergänge) oder durch Auswaschung und Erweiterung eines Porenkanals (Suffosion) entstanden sind.

Flutungspolder:

Eingedeichte, meist als Grünland genutzte Flächen, die nur bei Eintreten eines kritischen Wasserstandes zur Entlastung der Hauptdeiche oder zum Schutz von am Unterwasser liegenden hochwassergefährdeten Gebieten planmäßig geflutet werden. Die planmäßig gesteuerte Flutung erfolgt über eingebaute Deichscharten, Wehre oder örtliche Deichschlitzungen.

Freibord:

Festgelegter vertikaler Abstand zwischen der Deichkrone und dem Bemessungshochwasserstand; seine Größe ist abhängig von der Bedeutung des Deichs, der Wasserstandshöhe über Gelände, der Windwirklänge und der möglichen Windgeschwindigkeit, die wiederum die Wellenhöhe und den Wellenlauf bestimmt.

Grundbruch (hydraulischer Grundbruch):

Unter hydraulischem Grundbruch wird der Aufbruch eines Deichkörpers bei überwiegend aufsteigender Grundwasserströmung verstanden, wenn das Eigengewicht des unter Auftrieb stehenden Erdkörpers zuzüglich der Reibungs- und Kohäsionskräfte kleiner als die Grundwasserströmungskraft wird.

Grundeis:

Eis, das sich an der Sohle oder unter Wasser an den Böschungen eines Gewässers gebildet hat, kann extremes Aufstauen des Gewässers bewirken.

Hauptdeich:

Erddamm zum Schutz von Siedlungs- und Niederungsgebieten gegen große und seltene Hochwasser, regional auch als Winter- oder Volldeich bezeichnet.

Hochwasserabflussfläche:

Flächen mit fließendem Wasser während eines Hochwassers und mit einer höchstens geringfügigen Speicherwirkung und Durchflussverzögerung.

Hochwassergefährdetes Gebiet:

Gebiete bzw. Flächen, die nach historischen und hydrologischen Erkenntnissen bei Hochwasser überschwemmt oder durchflossen werden.

Hochwasserrückhaltefläche:

Zeitweilig stehende Gewässerflächen oder Flächen mit erheblicher Durchflussverzögerung während eines Hochwassers infolge der Speicherwirkung natürlicher Gegebenheiten oder künstlicher Maßnahmen

Kolk:

Örtlich begrenzte, durch Strömungsvorgänge hervorgerufene Vertiefung im Gewässerbett und an der Böschung.

Pegel:

Einrichtung zum Messen des Wasserstands.

Notdeich:

Mit einfachen Mitteln als akute Hochwasserverteidigungsmaßnahme errichteter Wall.

Qualmdeich (auch Quelldeich):

Relativ kleiner Erdbaudamm, der landseitig etwa parallel zum Deich errichtet wird und am Hauptdeich anschließt; er hindert das durch den Deichkörper bzw. durch den Untergrund strömende Sickerwasser am Abfließen und bewirkt damit einen Gegendruck; er trägt erheblich zur Erhöhung der Standsicherheit des Hauptdeichs bei.

Rückstauedeich:

Begleitet Nebengewässer vom Deich des Hauptgewässers aus so weit, dass keine Überflutung des gegen Hochwasser zu schützenden Gebiets durch Rückstau eintreten kann.

Schardeich (auch Pralldeich):

Deich ohne Vorland, dessen Böschung unmittelbar in die Uferböschung übergeht.

Schöpfwerk:

Pumpwerk, das bei anstehendem Hochwasser die künstliche Entwässerung des Polders sichert.

Sickerwasser:

Wasser, das durch einen Deich, seinen Untergrund oder auf beiden Wegen in die Niederung eindringt (wird auch als Qualmwasser) bezeichnet.

Siel:

Bauwerk zum Durchführen eines Wasserlaufs durch einen Deich mit einer wasserseitigen Verschlussvorrichtung; örtlich auch Deichschleuse genannt.

Sommerdeich:

Deich, der in der Regel landwirtschaftlich genutzte Flächen gegen kleine und mittlere, aber entsprechend häufige Hochwasser schützt und zeitweise überströmt werden kann.

Suffosion:

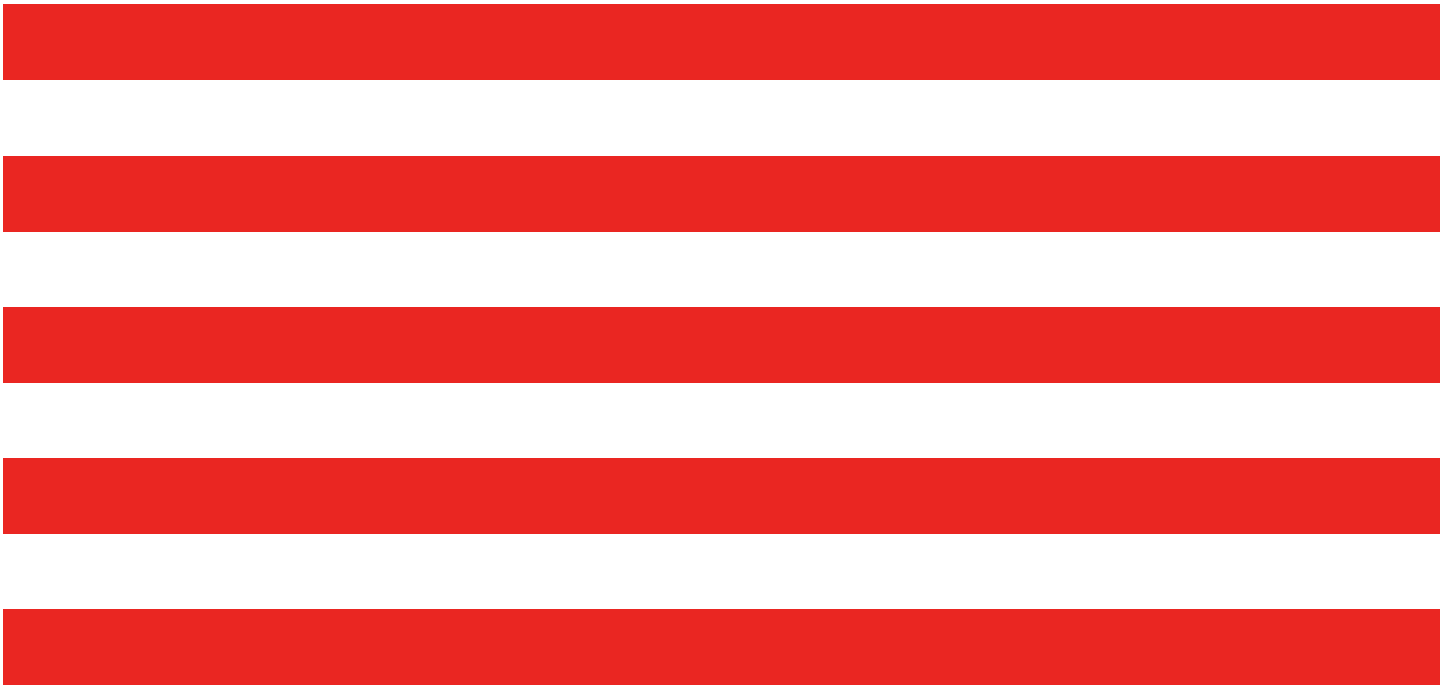
Vorgang, bei dem die feineren Bodenteilchen von der Sickerströmung im Boden umgelagert werden. Sie werden dabei durch die Poren der gröberen Bodenteilchen hindurch transportiert. Dabei bleibt das Volumen des Bodens zunächst konstant, weil sich die gröberen Bodenkörner noch gegenseitig abstützen. Eine schädliche Durchsickerung kann zunehmen und die Stabilität des Bodenkörpers auch plötzlich abnehmen (Kollapsgefahr).

Überschwemmungsgebiet:

Gebiete zwischen oberirdischen Gewässern und Deichen oder Hochufern sowie sonstige Gebiete, die bei einem maßgebenden Hochwasser (Bemessungshochwasser) überschwemmt, durchflossen oder für die Hochwasserentlastung oder Rückhaltung beansprucht werden.

Aber der Junge ließ sich nicht irren. "Die Wasserseite ist zu steil", sagte er; "wenn es einmal kommt, wie es mehr als einmal schon gekommen ist, so können wir hier auch hinterm Deich ersaufen!"

Theodor Storm
Der Schimmelreiter



HESSEN



Regierungspräsidium Darmstadt

Abteilung Arbeitsschutz und Umwelt Darmstadt
- Staatlicher Wasserbau -

Wilhelminenhaus
Wilhelminenstraße 1 - 3
64283 Darmstadt