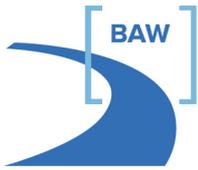


Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

BAWMerkblatt

Damminspektion (MDI)

Ausgabe 2017



Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

BAW-Merkblätter, -Empfehlungen und -Richtlinien Herausgeber

Bundesanstalt für Wasserbau (BAW)
Kußmaulstraße 17
76187 Karlsruhe

Postfach 21 02 53
76152 Karlsruhe

Tel.: 0721 9726-0
Fax: 0721 9726-4540

info@baw.de
www.baw.de

Übersetzung, Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des Herausgebers: © BAW 2017

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Einleitung	1
2	Grundlagen	1
2.1	Dammtypen	1
2.2	Dammgeometrie und Dammaufbau	1
2.3	Bauweisen	3
2.3.1	Allgemeines	3
2.3.2	Ungedichtete Dämme	3
2.3.3	Gedichtete Dämme	3
2.3.4	Dämme mit Dränagen	4
2.4	Dammdurchströmung	5
2.5	Dammstandsicherheit	6
2.5.1	Allgemeines	6
2.5.2	Böschungsbruch	6
2.5.3	Aufschwimmen / hydraulischer Grundbruch	7
2.5.4	Bodenmaterialtransport	9
2.6	Versagen von Dämmen	9
2.7	Bauwerke in Dämmen	11
2.8	Grundwassermessstellen	12
2.9	Bewuchs	14
2.9.1	Allgemeines	14
2.9.2	Typen des Bewuchses	14
2.9.3	Wechselwirkung zwischen Bewuchs und Dammstandsicherheit	16
2.9.4	Regelungen zum Bewuchs im MSD	20
2.9.5	Naturschutzfachliche und rechtliche Aspekte	22
2.10	Tiere	24
2.10.1	Allgemeines	24
2.10.2	Terrestrische Arten	24
2.10.3	Semiaquatische Arten	24
2.10.4	Naturschutzfachliche und rechtliche Aspekte	29
2.11	Grundlagen Dammunterhaltung	30
3	Dammebeobachtung	32
3.1	Vorbereitung der Dammebeobachtung	32
3.1.1	Erforderliche Unterlagen	32
3.1.2	Erforderliche Ausrüstung	32
3.1.3	Arbeitssicherheit	33
3.2	Durchführung der Dammebeobachtung	33
3.3	Dokumentation und Nachbereitung	34
3.4	Definition der Befundstufen	34
3.5	Zuordnung der Befundstufen	35
3.5.1	Allgemeines	35
3.5.2	Wasseraustritte	35

3.5.3	Verformungen	40
3.5.4	Bodenmaterialtransport	45
3.5.5	Bewuchs	48
3.5.6	Tiere – Erkennen im Gelände	51
3.6	Messungen	53
3.6.1	Grundwasserstandsmessungen	53
4	Handeln	57
4.1	Sofortmaßnahmen	57
4.1.1	Allgemeines	57
4.1.2	Wirkungsweise der Maßnahmen	58
4.1.3	Maßnahmen bei Sickerwasseraustritten	61
4.1.4	Maßnahmen bei Verformungen	63
4.2	Katastrophenfall	63
4.3	Tiere	63
4.3.1	Sicherungsmöglichkeiten gegen Schäden	63
4.4	Bewuchs	66
4.4.1	Allgemeines	66
4.4.2	Grasnarbe	66
4.4.3	Röhricht	68
4.4.4	Gehölze	68
5	Literatur / Bezugsregelwerke	71

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Mögliche Sofortmaßnahmen zur Erhöhung der Böschungsstandsicherheit	59
Tabelle 2:	Mögliche Einschränkungen und Nebenwirkungen bei Sofortmaßnahmen zur Erhöhung der Böschungsstandsicherheit	60

Bildverzeichnis

Bild 1:	Dammquerschnitt mit Dammelementen	2
Bild 2:	Bespiele für vollkommene (oben und Mitte) und unvollkommene Dichtungen (unten)	3
Bild 3:	Auswirkung von außen- und innenliegenden Dränsystemen auf die Lage der Sickerlinie	4
Bild 4:	Auflastdrän am Dammfuß mit Einstau durch einen Seitengraben	5
Bild 5:	Auflastdrän am Dammfuß mit Dränleitung	5
Bild 6:	Dammdurchströmung	6
Bild 7:	Böschungsbruch - globales Versagen	7
Bild 8:	Typische Situation für die Möglichkeit des Aufschwimmens einer Bodenschicht	8
Bild 9:	Typische Situation für die Möglichkeit eines hydraulischen Grundbruchs im Bereich des Seitengrabens	8
Bild 10:	Quelltrichter in Bereich einer Seitengrabensohle (Quelle: WSA Meppen)	9
Bild 11:	Entwicklung eines Dammversagens durch Überströmung verursacht durch Wasserspiegelanstieg (links) und landseitigen Böschungsbruch (rechts)	10
Bild 12:	Entwicklung eines Dammversagens durch einen Erosionskanal (Erosionsbruch, hydraulischer Kurzschluss)	10
Bild 13:	Bruch eines Deiches (links; Quelle: Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung / André Künzelmann), Dammbruch am Main-Donau-Kanal (rechts, Quelle: BAW)	11
Bild 14:	Auslaufbauwerk Düker 63 am MLK (links) und Auslaufbauwerk Riehebachdüker am Schleusenkanal Petershagen (rechts) (Quelle: BAW)	11
Bild 15:	Kanalbrücke am ESK während des Baus (Quelle: WSA Uelzen)	12
Bild 16:	Grundwassermessstelle zur Feststellung der Höhe der Sickerlinie	13
Bild 17:	Ausbau Grundwassermessstelle mit Überflurmessstellenabschluss (Beispiel)	13
Bild 18:	Geschlossene dichte Grasnarbe und zulässige Gehölze auf einer landseitigen Dammböschung des Main-Donau-Kanals (links, Quelle: WSA Nürnberg), Japan-Knöterich am Rhein-Herne-Kanal (rechts, Quelle: BfG)	15
Bild 19:	links: Hochstaudenflur am Rhein-Herne-Kanal (Quelle: BfG), rechts: Schilf auf Asphaltbetondichtung am MDK (Quelle: WSA Nürnberg)	15
Bild 20:	Schilf unter und in einer Asphaltbetondichtung am Elbe-Seiten-Kanal (Quelle: BfG)	16

Bild 21:	links: Entnahme einer mit Schilf durchwurzeltten Asphaltbetondichtung am Main-Donau-Kanal (Quelle: WSA Nürnberg), rechts: durchwuzelte Asphaltbetondichtung (Quelle: BAW)	17
Bild 22:	Grundtypen von Wurzelsystemen (links Herzwurzel, Mitte Pfahlwurzel, rechts Senkerwurzel) aus Köstler et al. (1968)	18
Bild 23:	Eichenwurzeln (grün eingefärbt) im Damm der Stör-Wasserstraße. (Quelle: BfG).	19
Bild 24:	Zoneneinteilung für den zulässigen Bewuchs auf überbreiten und / oder überhohen Dämmen mit Mindestquerschnitt (durch rote Punktlinie begrenzt) (Quelle: MSD, 2011).	21
Bild 25:	Tolerierbarer Bewuchs aus Fetthennen (weiß blühend) und weiteren Gräsern und Kräutern auf Raudeckwerk am MDK (Quelle: WSA Nürnberg)	22
Bild 26:	Kreuzotter und Zauneidechse am Damm (MDK) (Quelle: WSA Nürnberg)	23
Bild 27:	Magerrasen auf der landseitigen Böschung eines Stauhaltungsdammes am Oberrhein (Quelle: WSA Freiburg)	23
Bild 28:	Bisam (Quelle: Artenschutz in Franken® Helga Zinnecker)	25
Bild 29:	Eingänge zum Bisambau an einem Kanal, Aufnahme bei abgesenktem Wasserstand (Quelle: Artenschutz in Franken® Thomas Köhler)	26
Bild 30:	Schema Bisambau (aus DVWK-Merkblatt 247/1997)	26
Bild 31:	links Nutria (Quelle: Thomas Lohrer, Freising), rechts Nutria-Burg (Quelle: Stubbe)	27
Bild 32:	Biber (Quelle: Thomas Reich, www.bilderreich.de)	28
Bild 33:	Biberbau im Oderdeich (aus Hahmann et al. 2004))	29
Bild 34:	Einstufung von Auffälligkeiten	35
Bild 35:	Kontrollschacht mit Zulauf aus Dränleitung (Quelle: WSV)	39
Bild 36:	Oberflächennahe Rutschung an einer Seitengrabenböschung (Quelle: WSA Freiburg)	40
Bild 37:	Bruchkörper nach Abrutschen (links: Modellvorstellung, rechts: Realität)	40
Bild 38:	Böschungsbruch (Quelle: BAW)	41
Bild 39:	Deckwerksaufbau mit Tondichtung und Kornfilter (links) und geotextilem Filter (rechts)	42
Bild 40:	Beispiel Aufbau Asphaltdeckwerk	43
Bild 41:	Verformungen Asphalttdichtung (Quelle: WSA Nürnberg)	44
Bild 42:	Bereiche möglicher Rissbildung in Abhängigkeit der Bruchkörpergeometrie (links: globales Versagen, rechts: lokales Versagen)	44
Bild 43:	Bildung eines Erosionskanals am landseitigen Böschungsfuß (innere Erosion)	46
Bild 44:	Bildung eines Erosionskanals unter einer geringdurchlässigen, kohäsiven Bodenschicht (Fugenerosion)	47
Bild 45:	konzentrierte Ausströmung aus einem Erosionskanal (Quelle: WSA Freiburg)	47
Bild 46:	Oberflächenerosion durch Starkregen (Quelle: WSA Freiburg)	48

Bild 47:	Orientalisches Zackenschötchen (links), Riesen-Bärenklau (Mitte) und Goldrute (rechts) (Quelle: BfG)	49
Bild 48:	Biberschäden an der Havel (Quelle: WSV)	51
Bild 49:	Bisamlosung (Quelle: BfG)	52
Bild 50:	Grundwechsel bei Niedrigwasser (Quelle: BfG)	52
Bild 51:	Muscheln vor Bisambau (Quelle: WSA Freiburg)	53
Bild 52:	Fraßspuren Biber (Quelle: WSV)	53
Bild 53:	Pegelkappe auf Schutzrohr montiert und mögliche Pegelnullpunkte (PNP)	54
Bild 54:	Pegelkappe auf Schutzrohr montiert mit Pegelnullpunkt (PNP)	54
Bild 55:	Messstellenkopf im Unterflurausbau	55
Bild 56:	Grundwasserstelle - Messung mit dem Lichtlot (rechts Quelle: WSA Nürnberg)	55
Bild 57:	Pegelsonde vor (links) und nach dem Einbau (rechts) in eine Grundwassermessstelle (Quelle: BAW)	56
Bild 58:	Grundwassermessstelle - Messung mit Pegelsonde	56
Bild 59:	Kräfte an einem Bruchkörper mit kreisförmiger Gleitfuge	58
Bild 60:	Filterstabile und nicht filterstabile Grenzfläche zwischen Boden und Kornfilter (links) und Geotextil (rechts)	61
Bild 61:	Schlagfalle (Quelle: WSA Freiburg)	64
Bild 62:	Eingraben von Metallgittern (aus DVWK 247/1997)	65
Bild 63:	Verfüllter Biberbau an der Havel (Quelle: WSV)	66
Bild 64:	Riesen-Bärenklau, Entsorgung (links), Ausgrabung Wurzelrübe (mitte), Blatt (rechts) (Quelle: WSA Nürnberg)	67
Bild 65:	Beispielhafte Instandsetzung von schilfdurchwurzelter Asphaltbetondichtung am MDK mittels Betonmatten (Spezialmörtel in synthetischem Gewebe), vor (links) und nach (rechts) Einbau des Raudeckwerks (Quelle: WSA Nürnberg).	68
Bild 66:	Ringelung von Robinie durch den ABz. Breisach (Quelle: BfG, ABz. Breisach)	69
Bild 67:	Wurzelstockentfernung mit Stockfräse am MDK (Quelle: WSA Nürnberg)	70

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Glossar

Anlage 2: Merkblätter für die WSV

Anlage 3: Bewertungshilfen

Anlage 3.1: Bewertungshilfen Sickerwasseraustritte

- Anlage 3.1.1: Damm, ungedichtet, nicht hochwasserbelastet
- Anlage 3.1.2: Damm, ungedichtet, nicht hochwasserbelastet, kolmatiert
- Anlage 3.1.3: Damm, ungedichtet, hochwasserbelastet
- Anlage 3.1.4: Damm, ungedichtet, hochwasserbelastet, kolmatiert
- Anlage 3.1.5: Damm, unvollkommen gedichtet, nicht hochwasserbelastet
- Anlage 3.1.6: Damm, unvollkommen gedichtet, nicht hochwasserbelastet, kolmatiert
- Anlage 3.1.7: Damm, unvollkommen gedichtet, hochwasserbelastet
- Anlage 3.1.8: Damm, unvollkommen gedichtet, hochwasserbelastet, kolmatiert
- Anlage 3.1.9: Damm, gedichtet, nicht hochwasserbelastet
- Anlage 3.1.10: Damm, gedichtet, hochwasserbelastet,

Anlage 3.2: Bewertungshilfen Verformungen

- Anlage 3.2.1: Landseitige Böschung, Krone, Hinterland
- Anlage 3.2.2: Wasserseitige Böschung, Krone

Anlage 3.3: Bewertungshilfen Tiere

- Anlage 3.3.1: Kaninchen
- Anlage 3.3.2: Schermaus
- Anlage 3.3.3: Wanderratte
- Anlage 3.3.4: Maulwurf
- Anlage 3.3.5: Bisam
- Anlage 3.3.6: Nutria
- Anlage 3.3.7: Biber
- Anlage 3.3.8: Dachs
- Anlage 3.3.9: Fuchs

Anlage 4: Sofortmaßnahmen im Überblick

- Anlage 4.1 Maßnahmen zur Stützung des Dammes und Verhinderung von Bodenmaterialtransport
- Anlage 4.2 Maßnahmen bei punktuellm Wasseraustritt

1 Einleitung

Dämme dienen der Stützung des Wasserspiegels in einem Kanal oder einem staugeregelten Fluss und sind elementarer Bestandteil der Bundeswasserstraßen. Weil das in Kanal- oder Stauhaltungen oberhalb des angrenzenden Geländes gespeicherte Wasservolumen im Falle eines Dammbrochs ausströmen würde, stellen Dammstrecken eine potenzielle Gefährdung des Umlandes dar. Deshalb muss ein Versagen der Dämme mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Eine qualifizierte Damminspektion ist wesentlicher Bestandteil zur Gewährleistung einer dauerhaften Dammsstandsicherheit. Durch sie können Schäden an Dämmen frühzeitig festgestellt und rechtzeitig geeignete Sicherungsmaßnahmen durchgeführt werden.

Die Damminspektion beinhaltet neben der Dammb Beobachtung (visuelle Kontrolle und ggf. Durchführung von Messungen) auch das Auswerten der Beobachtungen und Messungen und eine abschließende Beurteilung. In der Verwaltungsvorschrift VV-WSV 2301 sind die Aufgaben und Verantwortlichkeiten aller an der Damminspektion Beteiligten geregelt. Diese VV enthält außerdem die Vorgaben für die Dokumentation. Das vorliegende Merkblatt dient zur Unterstützung bei der Durchführung der Damminspektion. Der Schwerpunkt des Merkblattes liegt auf dem Beurteilen von Auffälligkeiten, die im Rahmen der Dammb Beobachtung erkannt werden.

2 Grundlagen

2.1 Dammtypen

Ein Damm ist ein Bauwerk zur dauerhaften Stützung eines Wasserstands und ggf. zusätzlich zum Schutz gegen Hochwasser. Im Gegensatz dazu dient ein Deich hauptsächlich dem Schutz des Hinterlandes gegen Hochwasser und wird nur bei Hochwasser belastet.

Grundsätzlich wird zwischen Kanalseitendämmen und Flusseitendämmen (Stauhaltungsdämmen) unterschieden. Ein Kanalseitendamm ist die seitliche Begrenzung eines Schifffahrtskanals oder Schleusenkanals. Bei einem Flusseitendamm handelt es sich um die seitliche Begrenzung eines staugeregelten Flusses. Flusseitendämme gibt es auch im Bereich der Mündungstrecken von Nebenflüssen im Staubereich des Hauptflusses.

Kanalseitendämme sind zumeist nicht hochwasserbelastet. Ausnahme bilden Schleusenkanäle, die als Zufahrt zur Schleuse vom Fluss abzweigen. Flusseitendämme sind hochwasserbelastet, d. h. der Wasserstand variiert in Abhängigkeit vom Abfluss. Daneben existieren an Bundeswasserstraßen auch Kanal- und Flusseitendämme, welche an der Landseite aufgrund parallel verlaufender Gewässer durch Hochwasser belastet werden können.

2.2 Dammgeometrie und Dammaufbau

Bild 1 zeigt einen Dammquerschnitt mit den verschiedenen Dammelementen. Grundsätzlich wird zwischen Wasserseite und Landseite eines Dammes unterschieden. Folgende Elemente bestimmen die äußere Erscheinungsform eines Dammes (Reihenfolge von der Wasserseite aus beginnend):

- Die *wasserseitige Dammböschung* stellt die Begrenzung des Dammes zur Wasserseite dar. Beim Standard-Trapezprofil (T-Profil) haben die wasserseitigen Böschungen i. d. R. eine Neigung von

1 : 3. Weist der Kanal ein Rechteck-Profil (R-Profil) bzw. ein Rechteck-Trapez-Profil (RT-Profil) auf, existieren beid- oder einseitig keine Böschungen an der Wasserseite. In diesem Fall wird der Damm zur Wasserseite hin durch ein senkrechtes Ufer (z. B. Spundwand) begrenzt.

- Die *Dammkrone* stellt den oberen Abschluss eines Dammes zwischen wasser- und landseitiger Böschung dar. Die Höhe der Dammkrone ergibt sich aus dem Bemessungswasserstand und dem Freibord (Berücksichtigung von Wellenauflauf, Windstau und ggf. Eisstau). Meist ist ein Betriebsweg auf der Dammkrone angelegt.
- Die *Böschungsschultern* bilden den Übergang von der Dammkrone in die land- und wasserseitigen Böschungen. Die Neigung der *landseitigen Böschung* ist von großer Bedeutung für die Dammstandsicherheit.
- In vielen Fällen existiert eine *Berme* im Bereich der landseitigen Dammböschung. Diese besteht aus einem fast horizontalen, meist schwach zum Böschungsfuß geneigten Absatz in der Dammböschung oder am Dammfuß. Bermen am Dammfuß sind oft als Betriebsweg (Dammverteidigungsweg) ausgebaut.
- Der untere Bereich der Dammböschung am Übergang zum Gelände ist der *Dammfuß*. Parallel zum Dammfuß verläuft häufig ein *Seitengraben*. Dieser dient der Sammlung und Ableitung von Sickerwasser. Oft hat der Seitengraben auch Vorflutfunktion für das Hinterland.
- Landseitig des Dammfußes bzw. des Seitengrabens schließt sich das *Dammhinterland* an.

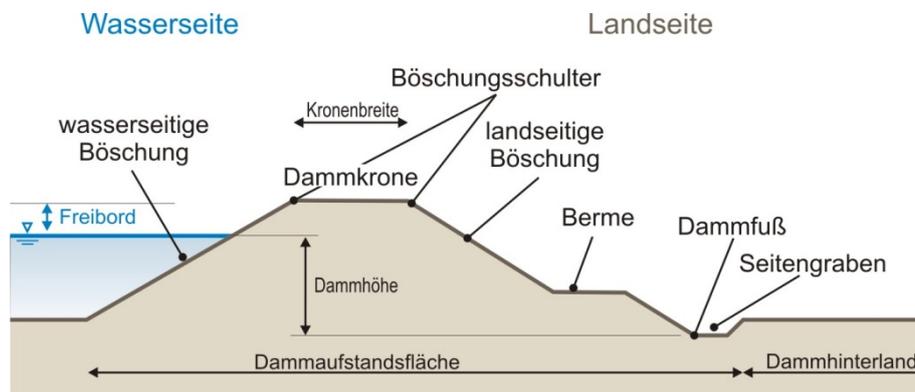


Bild 1: Dammschnitt mit Dammelementen

Die bei der Herstellung der Dämme verwendeten Baumaterialien sind in der Regel Erdstoffe, die beim Bau des Kanals oder beim Ausbau des Flusses anfallen. Sie entsprechen daher oft den Böden des Untergrundes, sind jedoch entnahme- und einbaubedingt gestört.

Es wird je nach Bauart in homogene und inhomogene Dämme unterschieden. Homogene Dämme sind aus einem Erdstoff aufgebaut. Inhomogene Dämme bestehen aus unterschiedlichen Erdstoffen. Dazu zählen auch die Zonendämme, bei denen der Querschnitt aus zwei oder mehreren großflächigen Zonen jeweils gleichen Erdstoffs besteht. Die Durchlässigkeit der Erdstoffe soll in diesem Fall von der Wasserseite zur Landseite hin zunehmen. Die Festigkeit der Dammbaumaterialien ist von entscheidender Bedeutung für die Standsicherheit der Dammböschungen.

2.3 Bauweisen

2.3.1 Allgemeines

Die Bauweise eines Dammes ist von den örtlichen Randbedingungen (z. B. Baugrund, Topographie, Grundwasserstände) abhängig. Eine Dichtung dient der Verringerung von Sickerverlusten, zur Verhinderung einer Anhebung der Grundwasserstände (Vernässungsproblematik) und einer Beeinträchtigung der Grundwasserqualität sowie zur Erhöhung der Dammstandsicherheit. Ein Drän dient zur Fassung und Ableitung von Sickerwasser. Dichtungen und Dränagen werden sowohl direkt beim Bau als auch nachträglich im Rahmen einer Sanierung erstellt. Drän ist der Sammelbegriff für Dränleitung und Dränschicht, wobei bei Dämmen an Wasserstraßen eine Dränleitung nicht zwingend erforderlich ist.

2.3.2 Ungedichtete Dämme

Ungedichtete Dämme besitzen keine Dichtungen und werden planmäßig durchströmt. Liegt der Wasserspiegel im Gewässer über dem Grundwasserspiegel bilden sich in den meisten Fällen im Gewässerbett natürliche Dichtungen, sogenannte Kolmations- oder Sedimentationsschichten, die die Zuströmung von der Wasserseite reduzieren. Bei Stauhaltungen reichen diese Schichten in der Regel nur bis ungefähr zum Mittelwasserstand (MW).

2.3.3 Gedichtete Dämme

Gedichtete Dämme besitzen künstliche Dichtungen auf ihrer Wasserseite (Außendichtung) oder im Inneren (Innendichtung), die eine Durchströmung ganz oder teilweise verhindern. Bei den Dichtungen wird zwischen vollkommenen und unvollkommenen Dichtungen unterschieden (Bild 2).

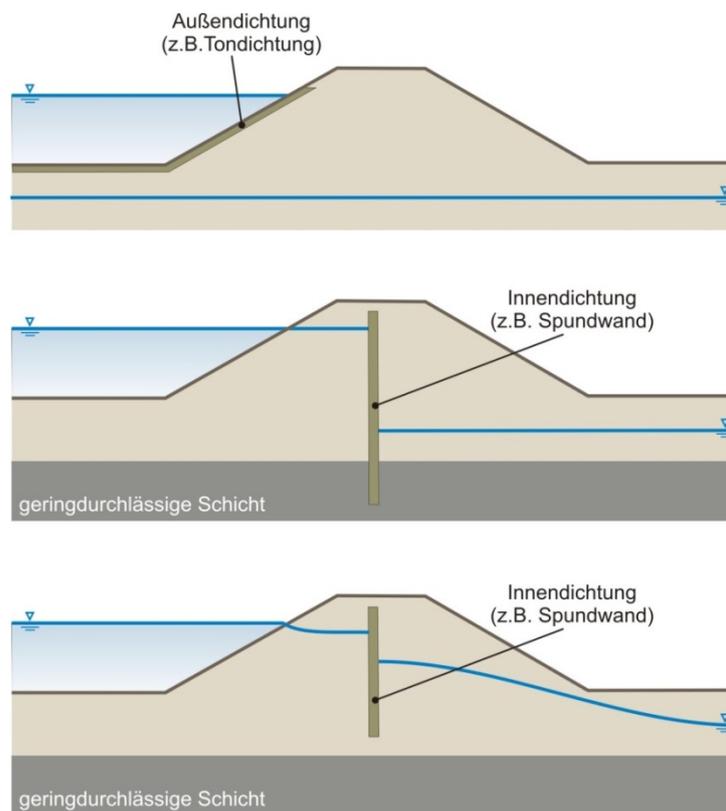


Bild 2: Beispiele für vollkommene (oben und Mitte) und unvollkommene Dichtungen (unten)

Bei einer vollkommenen Dichtung wird die Dammdurchströmung unterbunden, z. B. durch eine Oberflächendichtung, die das Bett der Wasserstraße vollständig auskleidet, oder durch eine Innendichtung, die in eine geringdurchlässige Schicht einbindet. Eine unvollkommene Dichtung verlängert lediglich den Sickerweg. Dadurch werden die Abströmung aus der Wasserstraße sowie die Durchströmung des Dammkörpers und des Untergrunds nicht komplett verhindert, sondern lediglich verringert. Bei vollkommen gedichteten Dämmen findet nur dann eine Durchströmung des Dammkörpers statt, wenn das Dichtungssystem ganz oder teilweise unwirksam ist oder wenn die Dichtung überströmt wird.

2.3.4 Dämme mit Dränagen

Dämme mit Dränagen besitzen innen- oder außenliegende Dränsysteme. Diese beiden Arten von Dränsystemen unterscheiden sich grundsätzlich in ihrer Wirkung auf die Dammdurchströmung und damit auf die Lage der Sickerlinie. Durch innenliegende Dränsysteme wird die Sickerlinie im Damm abgesenkt. Außenliegende Dränsysteme (Auflastdrän) beeinflussen die Sickerlinie im Damm nicht maßgebend (Bild 3). Sie erhöhen die Standsicherheit der Böschung durch ihre Auflast und ermöglichen ein schadlooses Ableiten von Sickerwasser.

Das Material des Dräns muss sowohl die mechanische (Verhinderung von Bodenmaterialtransport) als auch die hydraulische Wirksamkeit (ausreichende Durchlässigkeit) des Dräns gegenüber dem umgebenden Erdstoff erfüllen. Weitere Informationen sind im *Merkblatt Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen* (MSD) und im *Merkblatt Anwendung von Kornfiltern an Bundeswasserstraßen* (MAK) der BAW zu finden.

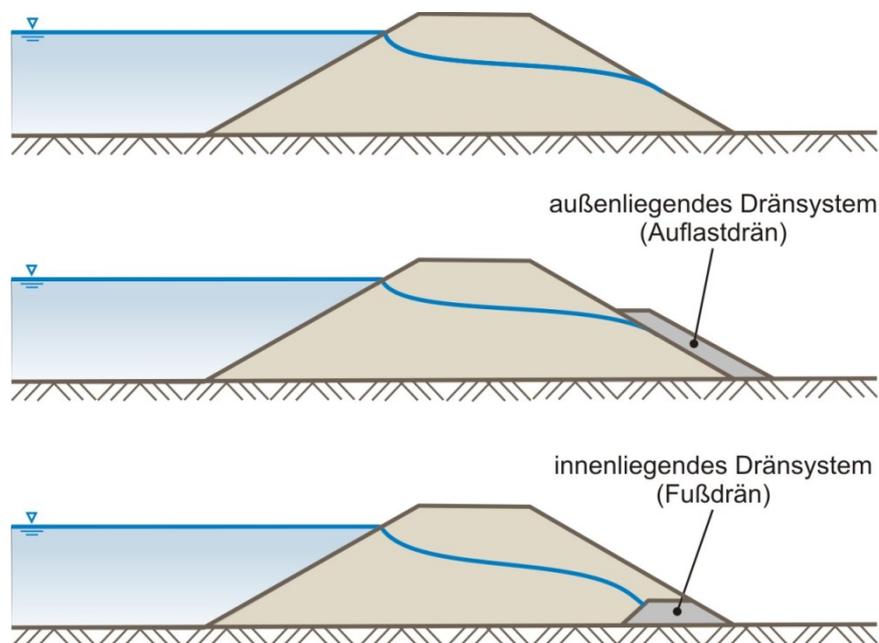


Bild 3: Auswirkung von außen- und innenliegenden Dränsystemen auf die Lage der Sickerlinie

Dräns können mit oder ohne eine Dränleitung, die der Abführung des dem Drän zuströmenden Wassers zu einem Vorfluter dient, ausgeführt sein. Bei Dräns, die über ihre gesamte Länge direkt in einen Seitengraben entwässern (Bild 4), ist im Allgemeinen keine Dränleitung erforderlich. Bild 5 zeigt einen Drän am Dammfuß mit einer Dränleitung.

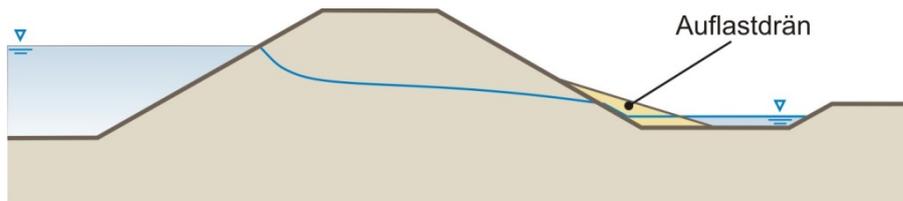


Bild 4: Auflastdrän am Dammfuß mit Einstau durch einen Seitengraben

Dränleitungen sollen kontrollierbar sein und werden am Fuß des Dräns verlegt, um eine Unterläufigkeit zu vermeiden. Art und Anordnung der Wassereintrittsöffnungen (z. B. Schlitz- und Lochweite) der Dränleitung werden auf das Dränmaterial und die örtlichen Gegebenheiten abgestimmt. Kontrollschächte werden mit einem Sandfang ausgestattet, um einen möglichen Bodenmaterialtransport feststellen zu können. Ableitungen werden grundsätzlich an Kontrollschächte angeschlossen.

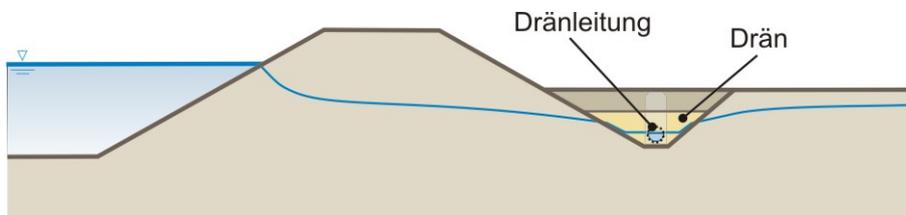


Bild 5: Auflastdrän am Dammfuß mit Dränleitung

2.4 Dammdurchströmung

Die Standsicherheit eines Dammes ist maßgeblich davon abhängig, ob und wie er durchströmt wird. Bei einer Durchströmung wirken Strömungskräfte auf die Bodenpartikel des Damms, die die Standsicherheit der Dammböschung vermindern. Ob ein Damm planmäßig durchströmt wird oder ob nur im Falle einer Dichtungsleckage eine Durchströmung stattfindet, hängt von der Bauweise des Damms (Kapitel 2.3) ab.

Die Durchströmung eines Damms bewirkt bereichsweise eine Wasseraufsättigung des Dammkörpers. Die obere Begrenzung dieses aufgesättigten, durchströmten Bereichs wird als Sickerlinie bezeichnet. Der Bereich, in dem Wasser an der landseitigen Böschung austritt, wird Sickerstrecke genannt. Der Schnittpunkt der Sickerlinie mit der landseitigen Dammböschung bildet die obere Begrenzung der Sickerstrecke (Bild 6). Ob es bei einer Dammdurchströmung zu einem Wasseraustritt an der Dammböschung und / oder dem Seitengraben oder im Dammhinterland kommt, hängt von vielen Faktoren ab, z. B. von der Durchlässigkeit des Damms und des Untergrundes und von den hydraulischen Verhältnissen im Hinterland (Grundwasserstand, Wasserstand im Seitengraben). Die Lage der Sickerlinie im Dammkörper kann, unabhängig von der Ausbildung der Sickerstrecke, durch geeignete Messungen festgestellt werden (Kapitel 3.6.1).

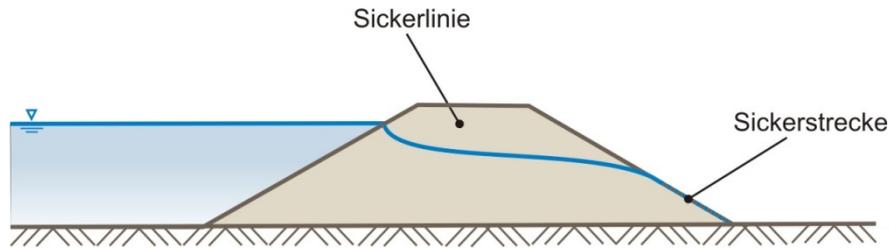


Bild 6: Dammdurchströmung

2.5 Dammstandsicherheit

2.5.1 Allgemeines

Grundsätzlich wird die Standsicherheit eines Dammes für verschiedene Bemessungssituationen nachgewiesen. Es wird unterschieden in ständige, vorübergehende und außergewöhnliche Bemessungssituationen. In der ständigen Bemessungssituation (BS-P) sind die in der rechnerischen Lebensdauer des Dammes planmäßig zu erwartenden Belastungen des Dammes (Eigengewicht, Wasserstand bis zum oberen Betriebswasserstand BWo bzw. bis zum Bemessungshochwasserstand BHW, Verkehrslast) anzusetzen. Vorübergehende Bemessungssituationen (BS-T) beziehen sich auf zeitlich begrenzte Zustände (z. B. Bauzustände oder Instandsetzungen) und die dabei zu erwartenden Beanspruchungen des Dammes, z. B. eine erhöhte Verkehrslast durch Baufahrzeuge oder eine Zuströmung infolge Aufnahme der Dichtung. In außergewöhnlichen Bemessungssituationen (BS-A) werden außergewöhnliche Einwirkungen wie z. B. der Ausfall eines Sicherungselementes (Dichtung oder Drän) und ein über den Bemessungshochwasserstand (BHW) hinausgehender Hochwasserstand berücksichtigt. Die erforderlichen Sicherheitsreserven sind für die einzelnen Bemessungssituationen des Dammes unterschiedlich. Die größten Standsicherheitsreserven werden in der ständigen Bemessungssituation, die kleinsten in der außergewöhnlichen Bemessungssituation gefordert.

Die Dammstandsicherheit kann durch unterschiedliche Versagensmechanismen gefährdet werden. Im Wesentlichen sind dies ein Versagen durch Bruch der Böschungen, ein Versagen durch Aufschwimmen oder hydraulischen Grundbruch und ein Versagen infolge Bodenmaterialtransports. Beim Nachweis der Dammstandsicherheit muss die Sicherheit gegenüber diesen Versagensmechanismen nachgewiesen werden. Nachfolgend werden die einzelnen Versagensmechanismen sowie die zugehörigen Nachweise kurz beschrieben. Für weitergehende Information wird auf das *Merkblatt Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen* (MSD) der BAW verwiesen (siehe auch Anlage 2).

2.5.2 Böschungsbruch

Die Sicherheit eines möglichen Bruchkörpers an der Böschungsoberfläche gegen Abrutschen wird als Böschungsstandsicherheit bezeichnet. Neben der Art des anstehenden Bodens beeinflussen die Geometrie der Böschung (Böschungswinkel und Höhenunterschied zwischen Krone und Dammfuß / Hinterland) und die Grund- und Sickerwasserverhältnisse (Dammdurchströmung) die Standsicherheit entscheidend.

Folgende Faktoren wirken sich negativ auf die Böschungsstandsicherheit aus:

- zur Böschungsoberfläche oder nach oben gerichtete Strömungskräfte,

- zu große Böschungsneigungen,
- zu geringe Scherfestigkeit des Bodens,
- Belastungen oberhalb der Böschung,
- Erschütterungen.

Wird die Standsicherheit einer Böschung überschritten, so kommt es zu einer Rutschung, wobei ein Bruchkörper auf einer Gleitfläche (Gleitfuge) abgleitet (Bild 7).

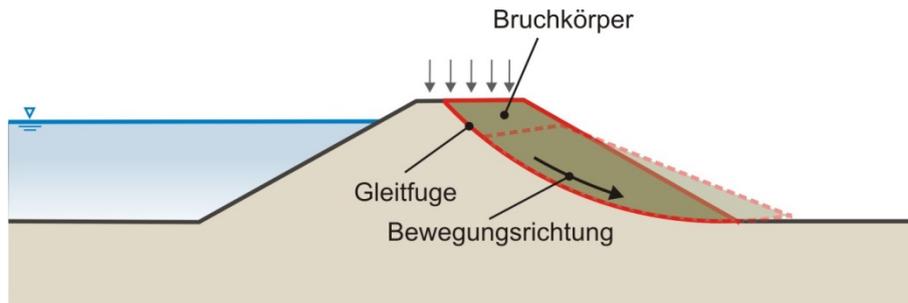


Bild 7: Böschungsbruch - globales Versagen

Bei der Standsicherheit einer Böschung wird zwischen lokaler und globaler Standsicherheit unterschieden. Unter lokaler Standsicherheit versteht man die Sicherheit oberflächennaher Böschungsbereiche gegen Abrutschen. Ein lokaler Böschungsbruch führt nicht zum Versagen des Dammes. Beim Abrutschen größerer Bruchkörper spricht man vom Verlust der globalen Standsicherheit. Sie wird daher mit tiefer liegenden Gleitflächen, wie in Bild 7 dargestellt, berechnet. Ein globaler Böschungsbruch kann ein Versagen des Dammes nach sich ziehen.

Für die Berechnung der Standsicherheit einer Böschung werden die haltenden und treibenden Kräfte auf den Böschungskörper bestimmt und unter Berücksichtigung der geforderten Sicherheiten miteinander verglichen. Hierbei wird die Geometrie des Bruchkörpers variiert (Kapitel 4.1.1).

2.5.3 Aufschwimmen / hydraulischer Grundbruch

Aufschwimmen und hydraulischer Grundbruch sind hydraulisch verursachte Versagensformen, d. h. sie entstehen durch die Einwirkung von hydraulischen Kräften auf den Boden. Beim Aufschwimmen ist dies die Auftriebskraft und beim hydraulischen Grundbruch eine aufwärts gerichtete Strömungskraft.

Beim Nachweis gegen Aufschwimmen wird eine geringdurchlässige Bodenschicht als undurchlässig, d. h. wie ein Bauteil betrachtet. Wirkt von unten eine Auftriebskraft auf die Schicht, die größer ist als ihr Gewicht, wird die Schicht angehoben und es kommt zu einem Versagen durch Aufschwimmen. Ist die geringdurchlässige Schicht mit einer anderen Bodenschicht überlagert oder durch Wasser überstaut (z. B. an der Sohle eines Seitengrabens) wirkt das Gewicht dieser überlagernden Schicht bzw. des Wassers stabilisierend und wird beim Nachweis entsprechend berücksichtigt. Eine für das Aufschwimmen einer geringdurchlässigen Schicht typische Situation am Fuß eines hochwasserbelasteten Flusseitendammes ist in Bild 8 dargestellt. In diesem Fall wird sich ein Aufbrechen der geringdurchlässigen Schicht in dem Bereich einstellen, in dem diese Schicht die geringste Schichtdicke aufweist. Für die in Bild 8 dargestellte Situation ist dies die Seitengrabensohle.

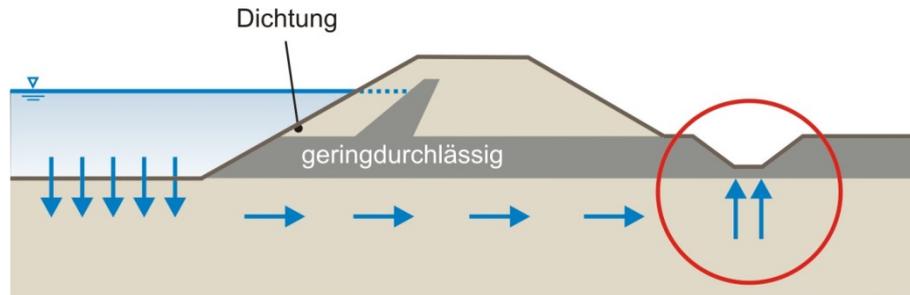


Bild 8: Typische Situation für die Möglichkeit des Aufschwimmens einer Bodenschicht

Beim Versagen durch hydraulischen Grundbruch wird ein durchströmter Bodenbereich betrachtet, in dem eine nach oben gerichtete Strömungskraft wirkt. Hydraulischer Grundbruch tritt dann ein, wenn die vom strömenden Grundwasser erzeugte Strömungskraft in dem betrachteten Bodenbereich ebenso groß wird wie die Gewichtskraft des Bodens unter Auftrieb. Der Boden wird dann gewichtslos und verliert seine Festigkeit. In Bild 9 ist ein hochwasserbelasteter Flusseitendamm dargestellt, der auf einer geringdurchlässigen Schicht errichtet wurde, die von einer durchlässigen Schicht, z. B. aus Sand, unterlagert wird. Hier besteht die Gefahr eines hydraulischen Grundbruchs an der Seitengrabensohle infolge der Zuströmung aus dem hochwasserbelasteten Fluss durch die durchlässigen Bodenschicht, in die der Seitengraben einschneidet.

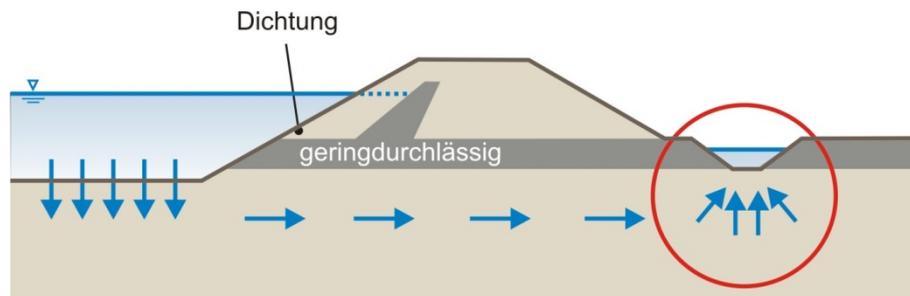


Bild 9: Typische Situation für die Möglichkeit eines hydraulischen Grundbruchs im Bereich des Seitengrabens

In einem derartigen Fall werden durch das strömende Wasser einzelne Bodenteilchen aus dem Sohlbereich ausgelöst und vertikal nach oben in den Seitengraben transportiert. Typisch für einen hydraulischen Grundbruch sind sogenannte Quelltrichter (Bild 10).



Bild 10: Quelltrichter in Bereich einer Seitengrabensohle (Quelle: WSA Meppen)

2.5.4 Bodenmaterialtransport

Bodenverlagerungen infolge der Wirkung des strömenden Grund- bzw. Sickerwassers werden als Bodenmaterialtransport bezeichnet. Eine ausreichende Sicherheit gegen Bodenmaterialtransport ist grundlegender Bestandteil der Dammstandsicherheit. Die wesentlichen Arten des Bodenmaterialtransportes sind Kontakt- und Fugenerosion sowie Suffosion. Neben diesen Arten des Materialtransports im Innern des Bodens gibt es Transportvorgänge an der freien Oberfläche eines Bodenkörpers, die sogenannte äußere Erosion, die im Allgemeinen durch eine äußere Strömungsbelastung verursacht wird. Bodenmaterialtransport im Damm und im Untergrund kann zu einem Versagen des Dammes führen und ist in jedem Fall zu verhindern.

Für den rechnerischen Nachweis der Sicherheit gegen Bodenmaterialtransport sind Kenntnisse über das Material des Dammes und des Untergrundes sowie die Grund- und Sickerwasserwasserhältnisse erforderlich. Das *Merkblatt Materialtransport im Boden* (MMB, Anlage 2) der BAW enthält Informationen zu den verschiedenen Formen des Bodenmaterialtransportes und beschreibt die Nachweisverfahren, die zur Anwendung bei verkehrswasserbauspezifischen Fragestellungen empfohlen werden.

2.6 Versagen von Dämmen

Das vollständige Versagen eines Dammes (Dammbruch) ist ein progressiver (sich selbst beschleunigender) Erosionsprozess des Dammmaterials. Ursache des Dammbruchs kann eine Überströmung des Dammes oder ein hydraulischer Kurzschluss zwischen der Wasserseite und der Landseite des Dammes durch rückschreitende Bodenerosion sein (vgl. Kapitel 3.5.4.3).

Ein Überströmen kann entweder durch einen Anstieg des Wasserstandes bis über die Dammkrone, durch ein Versagen der land- oder wasserseitigen Dammböschung oder durch Bodenmaterialtransport ausgelöst werden. Im linken Teil von Bild 11 ist der Versagensablauf durch Überströmen infolge Wasserspiegelanstiegs in vier Schritten schematisch dargestellt. Der rechte Teil von Bild 11 zeigt das Versagen eines Dammes durch Überströmen infolge eines Böschungsbruchs an der landseitigen Böschung. In beiden Fällen wird durch die anhaltende hydraulische Belastung durch das strömende Wasser das Dammmaterial gelöst und abtransportiert, wodurch eine Bresche entsteht, die sich in der Tiefe und der Breite rasch vergrößert.

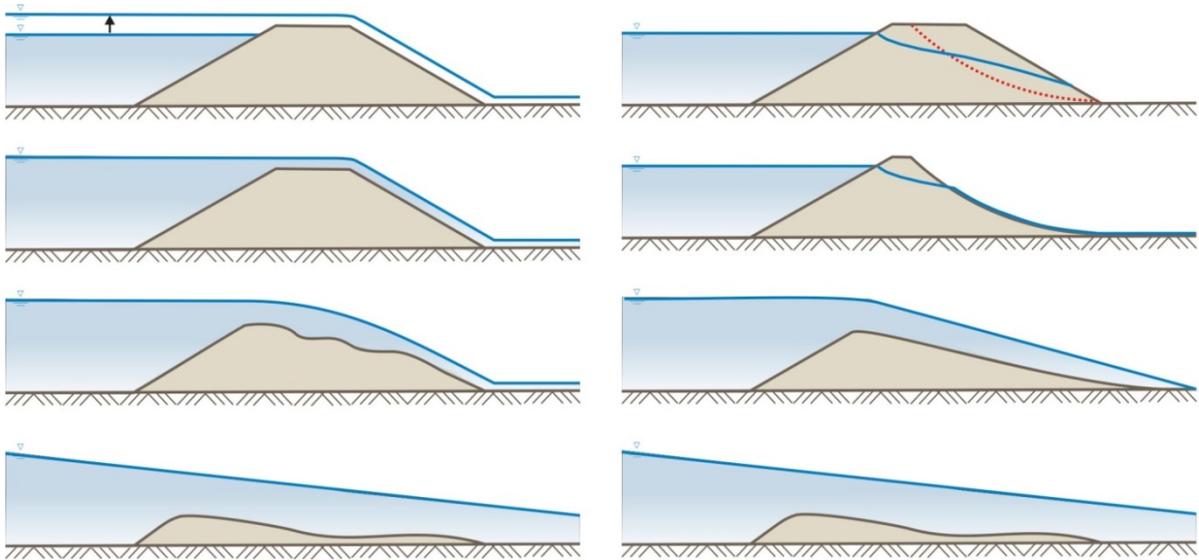


Bild 11: Entwicklung eines Dammversagens durch Überströmung verursacht durch Wasserspiegelanstieg (links) und landseitigen Böschungsbruch (rechts)

Erosionskanäle, die sich von der Landseite bis zur Wasserseite vergrößern, können ebenfalls ein Dammversagen auslösen. Bild 12 zeigt die Entwicklung eines Erosionskanals bis zum vollständigen Dammversagen. Erosionskanäle können sich sowohl im Dammkörper als auch im Untergrund sowie insbesondere an der Grenzfläche zwischen Dammkörper und Untergrund sowie an der Grenzfläche zu Bauwerken bilden.

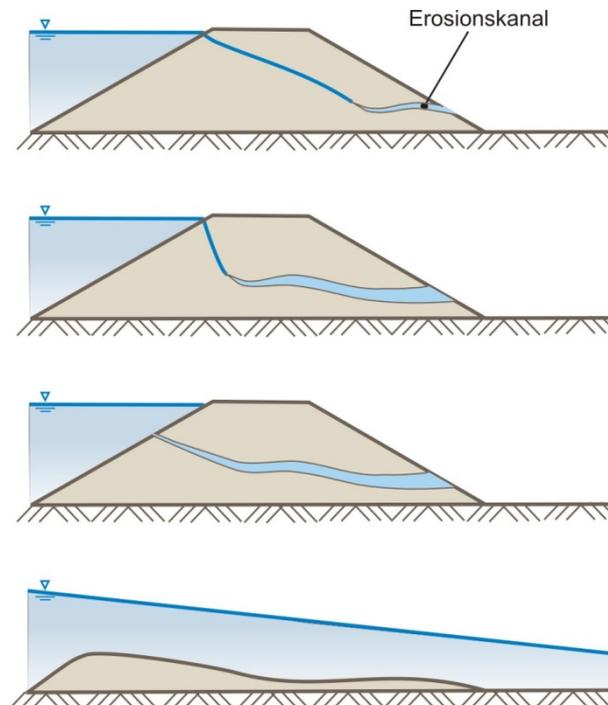


Bild 12: Entwicklung eines Dammversagens durch einen Erosionskanal (Erosionsbruch, hydraulischer Kurzschluss)

Bei einem vollständigen Versagen des Dammes entsteht eine tief- und weitreichende Bresche im Dammkörper. Wie sich eine Bresche entwickelt, ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig, z. B. von der Dammhöhe, dem Dammmaterial, dem Stauvolumen des Gewässers und dem Aufstau auf der Landseite des Dammes. Bild 13 zeigt beispielhaft die möglichen Dimensionen eines Dammsbruchs.



Bild 13: Bruch eines Deiches (links; Quelle: Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung / André Künzelmann), Dammsbruch am Main-Donau-Kanal (rechts, Quelle: BAW)

2.7 Bauwerke in Dämmen

Bauwerke wie z. B. Düker, Durchlässe, Unterführungen, Widerlager von Kanalbrücken und Entnahmebauwerke stellen immer einen Störkörper im Erdbauwerk Damm dar. Dammabschnitte mit darin befindlichen Bauwerken sind daher mit einem höheren Schadensrisiko behaftet. Da aus Bodenmaterial bestehende Dämme und massive Betonbauwerke unterschiedliche Steifigkeiten besitzen, können Setzungsdifferenzen selbst bei einwandfrei ausgebildeten Anschlüssen auftreten. Diese Setzungsdifferenzen können an den Grenzflächen zwischen Dammkörper und Bauwerk zu bevorzugten Sickerwegen führen und so die Standsicherheit des Dammes durch Fugenerosion bzw. rückschreitenden Erosion gefährden.



Bild 14: Auslaufbauwerk Düker 63 am MLK (links) und Auslaufbauwerk Riehebachdüker am Schleusenkanal Petershagen (rechts) (Quelle: BAW)

Wegen dieser Risiken wird bereits beim Entwurf von Bauwerken in Dämmen sorgfältig geprüft, wo sich bevorzugte Sickerwege bei der Durchströmung des Dammes, insbesondere bei Versagen von Dichtungen (außergewöhnliche Bemessungssituation), einstellen können. Um Fugenerosion / rückschreitende Erosion zu verhindern, darf auch bei Ausbildung bevorzugter Sickerwege zwischen Dammkörper und Bauwerk kein Austrag von Boden im Umfeld des Bauwerkes am landseitigen Dammbereich stattfinden.

Im Rahmen der Damminspektion sind daher nicht nur die Dämme, sondern auch alle anderen potenziellen Austrittsbereiche von Sickerwasser zu überwachen. Dies sind z. B. die Böschungskegel (Bild 15) und die Ein- und Auslaufgräben (Sohle und Böschungen, Bild 14) von Kanalüberführungen, Dükern und Durchlässen. Bei vielen Kanalbrücken sind hinter den Flügelwänden und Widerlagern Dränagen mit Dränleitungen vorhanden. Diese sind im Rahmen der Dammeobachtung hinsichtlich eines Wasserabflusses und eines ggf. dadurch bedingten Bodenmaterialtransports zu kontrollieren.

Die bautechnische Inspektion der Bauwerke selbst (Bauwerksprüfung, Bauwerksüberwachung und Bauwerksbesichtigung) erfolgt nach VV-WSV 2101 (Bauwerksinspektion) in Zusammenhang mit dem *Merkblatt Bauwerksinspektion* (MBI) sowie dem *Merkblatt Schadensklassifizierung an Verkehrswasserbauwerken* (MSV) der BAW. Ggf. können die Ergebnisse aus der Damminspektion für die Bauwerksinspektion herangezogen werden (und umgekehrt).



Bild 15: Kanalbrücke am ESK während des Baus (Quelle: WSA Uelzen)

2.8 Grundwassermessstellen

Beobachtungssysteme in Dämmen dienen zur Ermittlung der Grundwasserströmungsverhältnisse und damit insbesondere der Feststellung von Dammdurchströmungen. Die entsprechenden Messungen gemäß Aufgabenblatt sind Bestandteil der Dammeobachtung (VV-WSV 2301, §5 (1)).

Eine gebräuchliche Methode zur Feststellung einer Dammdurchströmung sind Grundwasserstandsmessungen. Diese liefern ausschließlich lokale Informationen über die Durchströmung des Dammes in dem betreffenden Messquerschnitt. Mit Hilfe von Grundwassermessstellen wird die Lage der Sickerlinie (Bild 16) erfasst, die sich einstellt, wenn ein Damm durchströmt wird. Die Sickerlinie stellt die obere Begrenzung des wassergesättigten Bereiches dar und gibt Auskunft darüber, welcher Bereich des Dammes durchströmt wird (Kapitel 2.4). Im durchströmten Bereich wirken Strömungskräfte auf die Bodenpartikel,

die eine zusätzliche Belastung des Dammes darstellen und damit seine Standsicherheit gegenüber dem nicht durchströmten Zustand vermindern.

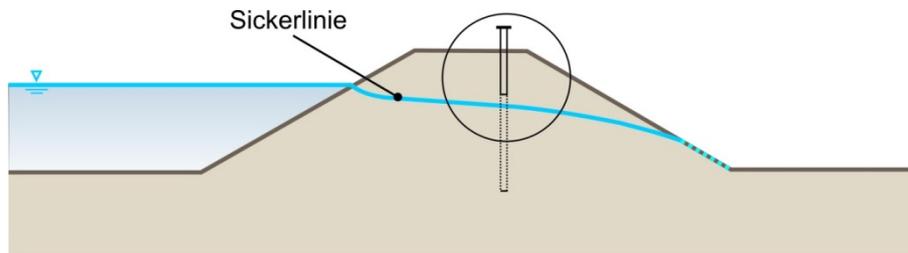


Bild 16: Grundwassermessstelle zur Feststellung der Höhe der Sickerlinie

Zur Beurteilung von Grundwasserstandsmessungen sind jedoch nicht nur die Messergebnisse selbst, sondern auch lokale Randbedingungen, wie vorhandene Dichtungs- und Dränsysteme, Wasserstände von Oberflächengewässern, Niederschläge und insbesondere der Baugrund- bzw. Dammaufbau von Interesse. Ohne diese Informationen ist eine Bewertung der Messungen im Allgemeinen nicht sinnvoll möglich.

Grundwassermessstellen unterscheiden sich in ihrem Ausbau, d. h. hinsichtlich Ausbautiefe und -durchmesser, Filterlagen und -längen, Ausbau- und Filtermaterialien sowie der Art des Messstellenkopfes. Der Ausbau und die Lage der Grundwassermessstelle im Dammschnitt sind von den hydrogeologischen Verhältnissen vor Ort abhängig und werden vor dem Bau festgelegt. Für eine mögliche Bestückung mit Datenloggern empfiehlt sich der Ausbau mit einem Piezometerrohr mit einem lichten Mindestdurchmesser von 4" (100 mm).

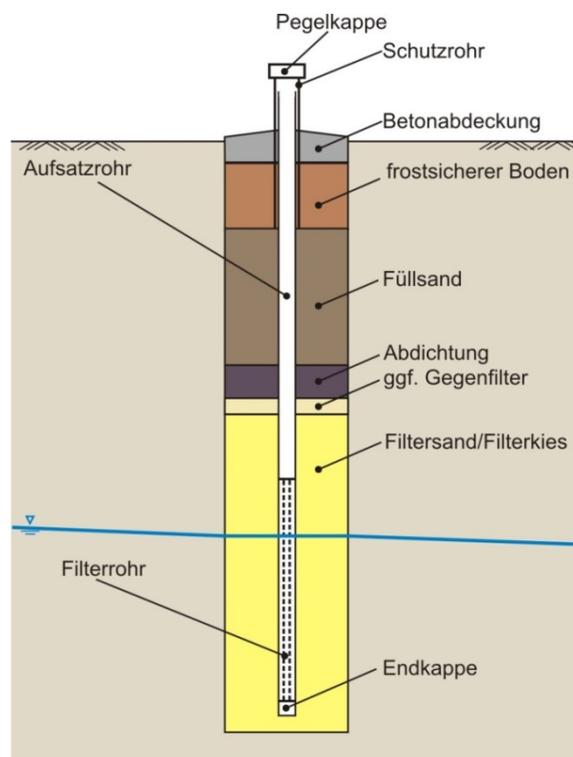


Bild 17: Ausbau Grundwassermessstelle mit Überflurmessstellenabschluss (Beispiel)

Zur Herstellung einer Grundwassermessstelle wird i. d. R. eine Bohrung durchgeführt. Die Bohrung dient als Baugrundaufschluss und ist Grundlage für den fachgerechten Ausbau der Grundwassermessstelle. Nach Fertigstellung der Bohrung erfolgt der Ausbau zur Grundwassermessstelle. Hierzu werden das Filter- und Aufsatzrohr in das i. d. R. verrohrte Bohrloch eingehängt und der Ringraum entsprechend dem Ausbauplan verfüllt. Den oberen Abschluss der Messstelle bildet ein Überflur- oder Unterflurmessstellenabschluss. Bild 17 zeigt den Ausbau einer Grundwassermessstelle mit einem Überflurmessstellenkopf.

Für den Einsatz als temporäre Grundwassermessstelle werden auch Rammpegel (Schlagbrunnen, Rammbrunnen) verwendet. Im Gegensatz zu dem oben beschriebenen Messstellenbau erfordert die Herstellung eines Rammpegels nur einen relativ geringen Aufwand und es ist keine Bohrung erforderlich. Für den Einbau wird ein mit einer Spitze versehenes Filterrohr bis in die gewünschte Tiefe eingerammt. Rammpegel sind in ihrer Größe auf einen Durchmesser von 2" (5 cm) begrenzt. Rammpegel sind nicht geeignet für gering durchlässige (feinkörnige) und steinige Böden. Hinweise zur Durchführung von Messungen in Grundwassermessstellen finden sich in Kapitel 3.6.1.

2.9 Bewuchs

2.9.1 Allgemeines

Der Bewuchs auf Dämmen wird unterschieden in:

- Grasnarbe (Gräser und Kräuter),
- Röhricht, Hochstauden und Wasserpflanzen sowie
- Gehölze.

In den nachfolgenden Kapiteln werden die einzelnen Bewuchstypen beschrieben, ihre Wechselwirkung mit der Dammstandsicherheit aufgezeigt und die Forderung des *Merkblattes Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen* (MSD, 2011) bezüglich Bewuchs auf Dämmen zusammenfassend dargestellt.

2.9.2 Typen des Bewuchses

2.9.2.1 Grasnarbe (Gräser und Kräuter)

Die Grasnarbe setzt sich aus Gräsern und kleinblättrigen Kräutern zusammen, die den Oberboden gut durchwurzeln (Bild 18, links). Auf trockenen und sonnigen Dammböschungen ist ein schwächerer Wuchs der Grasnarbe normal (Bild 27). Der Gras- / Krautbewuchs soll möglichst artenreich entwickelt sein. Weil jede Art ein ihr eigenes Wurzelverhalten hat, besitzen artenreiche Bestände ein stockwerkartig aufgebautes Wurzelsystem. Viele Grasarten bilden einen oberflächennahen dichten Wurzelfilz, während andere Arten tiefer in den Boden eindringen. So wird eine intensive Durchwurzlung erzeugt, die durch Trockenheit und fehlende Düngung noch verstärkt wird, denn dann sind die Pflanzen gezwungen, mehr Bodenraum zu durchwurzeln, um an Nährstoffe und Wasser zu gelangen.

Die Grasnarbe des Damms kann durchsetzt sein mit wuchskräftigen großblättrigen Neophyten (das sind Pflanzen, die sich in Gebieten angesiedelt haben, in denen sie ursprünglich nicht heimisch sind) wie dem Japan-Knöterich (*Fallopia japonica*, Bild 18, rechts) oder dem Riesen-Bärenklau (*Heracleum mantegazzianum*, Bild 47, Mitte). Solche Pflanzen wachsen sehr hoch auf und bilden mit den Jahren große und dichte Bestände.



Bild 18: Geschlossene dichte Grasnarbe und zulässige Gehölze auf einer landseitigen Dammböschung des Main-Donau-Kanals (links, Quelle: WSA Nürnberg), Japan-Knöterich am Rhein-Herne-Kanal (rechts, Quelle: BfG)

Nicht alle Gräser und Kräuter gedeihen unter einer bestimmten Bodenfeuchte gleich gut. So bevorzugt z. B. der Wiesen-Salbei (*Salvia pratensis*) relativ trockene Standorte, während Binsen (*Juncus spec.*) feuchte Standorte anzeigen. Dadurch können anhand des Bewuchses mit Gräsern und Kräutern feuchte Bereiche auf der landseitigen Dammböschung identifiziert, miteinander verglichen und langfristig beobachtet werden. Art und Veränderungen des Bewuchses können z. B. Hinweise auf eine Leckage in der Dichtung des Gewässers geben.

2.9.2.2 Röhricht, Hochstauden und Wasserpflanzen

Beim Röhricht handelt es sich um hochwüchsige Gräser, die an nassen Orten gedeihen, wie z. B. Schilf (Bild 19, rechts). Hochstaudenfluren bestehen aus hochwüchsigen Kräutern (Bild 19, links). Röhricht und Hochstaudenfluren können mit Gehölzjungwuchs durchsetzt sein. Wasserpflanzen können mit ihren Blättern auf dem Wasser schwimmen, z. B. Teichrose (*Nuphar lutea*), oder im Wasser untergetaucht sein.



Bild 19: links: Hochstaudenflur am Rhein-Herne-Kanal (Quelle: BfG), rechts: Schilf auf Asphaltbetondichtung am MDK (Quelle: WSA Nürnberg)

Wenn die Ufer des Kanals, Flusses oder Seitengrabens seltener gemäht werden als die Böschung, kann sich ein schmaler Streifen gewässertypischer Röhrichte oder Hochstaudenfluren ansiedeln. Im Kanal und im Seitengraben können Wasserpflanzen vorhanden sein.

2.9.2.3 Gehölze (Bäume und Sträucher)

Bäume bestehen aus Stamm und Krone, Sträucher wachsen ohne zentralen Stamm. Baumarten werden nach ihrer ungefähren Wuchshöhe in Bäume erster, zweiter und dritter Ordnung eingeteilt. Bäume erster Ordnung erreichen eine Wuchshöhe von mehr als 25 m, Bäume zweiter Ordnung werden über 10 bis 25 m groß und Bäume dritter Ordnung können 10 bis 12 m Höhe erreichen. Sträucher werden je nach Art zwischen 3 und 6 m hoch, Großsträucher wie die Korb-Weide (*Salix viminalis*) können aber auch bis zu 10 m Höhe erreichen.

2.9.3 Wechselwirkung zwischen Bewuchs und Dammstandsicherheit

2.9.3.1 Grasnarbe

Eine dichte und geschlossene Grasnarbe (Bild 18, links) gewährleistet den erforderlichen Schutz der Böschung vor Erosion. Dabei sind kleine Fehlstellen tolerierbar, solange der Oberboden an den offenen Stellen gut durchwurzelt ist.

Die Pflege der Grasnarbe muss derart erfolgen, dass der Grasbewuchs keine negativen Auswirkungen auf die Dammstandsicherheit hat, wie z. B. Behinderung der Vorflut oder der Dammeobachtung.

Wuchskräftige großblättrige Neophyten zerstören durch ihren dichten Wuchs die Grasnarbe, sind auf Dämmen unerwünscht und daher konsequent zu bekämpfen. Darüber hinaus erschweren sie erheblich die Zugänglichkeit und Einsehbarkeit der Böschung. Viele starkwüchsige Neophyten sterben im Winter ober- und unterirdisch ab und hinterlassen dann erosionsgefährdete, offene Bodenstellen.

2.9.3.2 Röhricht, Hochstauden und Wasserpflanzen

Manche Hochstaudenarten und Schilf sind in der Lage, Oberflächendichtungen zu durchdringen. Das Schilf breitet sich dabei über seine Rhizome unterhalb der Dichtung aus und durchstößt mit den neu gebildeten Halmen von unten die Dichtung (Bilder 20 und 21). Da das Schilf in jedem Winter oberirdisch abstirbt, wird jedes Frühjahr aus einem Trieb ein neuer Halm gebildet, was die Funktion einer Dichtung mittel- und langfristig beeinträchtigen kann.



Bild 20: Schilf unter und in einer Asphaltbetondichtung am Elbe-Seiten-Kanal (Quelle: BfG)



Bild 21: links: Entnahme einer mit Schilf durchwurzelter Asphaltbetondichtung am Main-Donau-Kanal (Quelle: WSA Nürnberg), rechts: durchwuzelte Asphaltbetondichtung (Quelle: BAW)

Wasserpflanzen sind aus Standsicherheitsgründen unproblematisch, es sei denn, durch intensiven Wuchs wird die Vorflut behindert.

2.9.3.3 Gehölze

Der Einfluss von Gehölzen auf die Standsicherheit ist abhängig von der Gehölzart, der Größe und dem Alter der Gehölze sowie von der Lage und örtlichen Verteilung auf dem Damm. Weiterhin sind die Abmessungen des Dammquerschnitts und das Vorhandensein von Dichtungen und Dränagen wichtig für die Beurteilung der Auswirkungen von Gehölzen auf die Dammstandsicherheit. Grundsätzlich gilt, dass Bäume zweiter und dritter Ordnung sowie Sträucher ein geringeres Standsicherheitsrisiko darstellen als Bäume erster Ordnung. Bäume erster Ordnung, wie z. B. Eiche, Buche, Esche, Linde oder Hybrid-Pappel sind aufgrund ihrer Größe (Windanfälligkeit) für Dämme nicht geeignet.

Geschichtete, reich strukturierte Bestände mit einem gleitenden Höhenübergang vom Gehölzrand zum Zentrum gefährden die Dammstandsicherheit in geringerem Maße als einförmige Gehölzstrukturen, da Einzelgehölze oder monoton strukturierte Baumreihen empfindlicher gegenüber Windeinwirkung sind als geschlossene Gehölzbestände und Gehölze in größeren Gruppen. An wasserseitigen Dammböschungen, die bei Hochwasser eingestaut werden, kann der Hochwasserabfluss zu Erosion um Einzelgehölze herum führen. Außerdem kann es in diesem Fall an den Gehölzen zu einer Verklausung von Treibgut kommen.

Gehölze auf dem Damm erschweren die Dammeobachtung und -verteidigung durch schlechte Zugänglichkeit, Befahrbarkeit oder Einsehbarkeit der Böschung. Im unteren Drittel der landseitigen Böschung, d. h. in dem Bereich, in dem es bei einer Dammdurchströmung zu einem Wasseraustritt kommen kann, sind keine Gehölze zugelassen. Auch an der dammseitigen Böschung und der Sohle eines ggf. vorhandenen Dammseitengrabens sollen keine Gehölze wachsen, um die Dammeobachtung nicht zu behindern und die Grabenunterhaltung nicht zu beeinträchtigen.

Die Ansiedlung bestimmter Wühltierarten, etwa von Fuchs und Wühlmaus, wird durch Gehölze begünstigt. Die Grasnarbe kann durch Schattenwurf ausgelichtet werden. Eine fehlende oder lückenhafte Grasnarbe unter Gehölzen ist allerdings tolerierbar, weil hier statt der Graswurzeln die feinen Wurzeln der Gehölze den Erosionsschutz der Dammböschung gewährleisten.

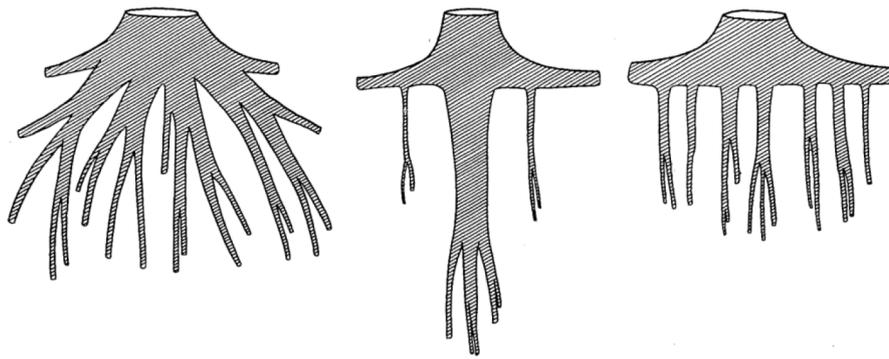


Bild 22: Grundtypen von Wurzelsystemen (links Herzwurzel, Mitte Pfahlwurzel, rechts Senkerwurzel) aus Köstler et al. (1968)

Neben der oberirdischen sichtbaren Gehölzstruktur ist auch das Wurzelverhalten relevant für den Einfluss von Gehölzen auf die Dammstandsicherheit. Jede Gehölzart bildet ein für sie typisches Wurzelsystem (Bild 22) aus, das sich auch mit dem Alter des Baumes charakteristisch verändert. Beispielsweise bilden Stiel-Eiche (*Quercus robur*), Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*), Hybrid- und Schwarz-Pappeln (*Populus x canadensis*, *P. nigra*) eine oder mehrere Pfahlwurzeln aus, die senkrecht von der Stockunterseite ins Erdreich eindringen. Andere Arten wie Winter-Linde (*Tilia cordata*) oder Rot-Buche (*Fagus sylvatica*) zeigen eine gleichmäßige, halbkugelige Durchwurzelung (Herzwurzelsystem) rund um den Stock. Die Esche (*Fraxinus excelsior*) baut ein System aus flach streichenden Hauptwurzeln auf, von denen senkrecht Nebenwurzeln abzweigen (Senkerwurzelsystem). Gehölze mit einem Herzwurzelsystem sind hinsichtlich der Beeinträchtigung der Dammstandsicherheit eher tolerierbar als solche mit Pfahl- oder Senkwurzeln.

Manche Gehölze bilden Wurzelbrut aus, das heißt, sie treiben aus ihren flach im Boden verlaufenden Wurzeln neu aus. Dies betrifft insbesondere die Robinie (*Robinia pseudoacacia*) und alle Pappelarten. Wurzelbrut bildende Gehölze sind auf Dämmen nicht zulässig, weil sie sich unerwünscht über das Wurzelwerk ausbreiten können. Durch Kappen oder Fällen sind sie kaum zu kontrollieren, da sie über die Wurzeläusläufer wieder neu austreiben.

Neben der Baumart hängt das Wurzelsystem, wie es sich im Damm konkret entwickelt, entscheidend vom Dammaufbau ab. In Dammkörpern aus lehmigem Substrat können sich die Gehölze optimal bewurzeln und bilden ihr arttypisches Wurzelsystem aus. In trockenen, sandig-kiesigen Dämmen mit Mutterbodenauftrag finden sich relativ wenige Wurzeln in der sandig-kiesigen Schicht, feine und starke Wurzeln sind in diesem Fall im Oberboden konzentriert. Das Wurzelsystem ist dann entsprechend flach mit negativen Folgen für die Windwurfgefährdung großer Bäume. Eine kiesig-sandige Schicht wird allerdings von Wurzeln durchwachsen, wenn sich darunter Wasser führende Schichten befinden. Ständig nasse, luftarme Dammbereiche werden von den meisten Gehölzen nicht durchwurzelt. In nasse Böden mit guter Sauerstoffversorgung können aber die Wurzeln von Weide (*Salix div. spec.*), Pappel, Eiche, Esche und vor allem Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa*) vordringen. Diese Arten können mit ihren Wurzeln auch Dränagerohre verstopfen.

Wurzeln von Gehölzen können Oberflächendichtungen aus Asphaltbeton oder Ton durchdringen und langfristig deren Wirkung zerstören. Aber auch mehrere Dezimeter mächtige Dichtungen aus Ton, die im Dammkörper eingebaut sind, können von Gehölzwurzeln erreicht werden, wobei eine Sand-Kies-Schicht oberhalb der Innendichtung einen wirksamen Schutz vor der Durchwurzelung mit starken Wurzeln dar-

stellt. Innendichtungen sind unter Umständen selbst unterhalb des Betriebswasserstandes in der gesamten Mächtigkeit durchwurzelt. Hierbei handelt es sich aber überwiegend um schwache Wurzeln, die selten einen Durchmesser von 10 mm überschreiten (BfG, 2000; BfG, 2002).

Starkwurzeln können die Wasserwegigkeit im Damm erhöhen. Die Bewegungen des Baumes bei Wind übertragen Zug- und Druckkräfte über den Stamm und die Starkwurzeln in den Wurzelraum. Ist der Damm durchströmt, wird durch die Bewegungen des Baumes an der Grenzfläche zwischen Wurzel und Erdreich verstärkt Wasser in den Dammkörper gepumpt, was zu einer Aufsättigung des Dammkörpers führen kann. Die Pumpwirkung tritt insbesondere bei Gehölzen auf, die stark vom Wind angegriffen werden. Durch die Bewegungen des Baumes können außerdem, insbesondere bei bindigen Böden, verdichtete Grenzbereiche zwischen dem weitgehend undurchwurzelteten Dammkörper und dem durch die Bewegungen des Baumes beeinflussten Wurzelraum entstehen, die bevorzugte Gleitfugen darstellen können. Ein dem Wind ausgesetzter Baum kann dann samt dem durchwurzelteten Bereich leicht umkippen. Ein solcher Windwurf ist nicht mit einem Windbruch zu verwechseln, bei dem Stämme oder Äste brechen, der Dammkörper aber unversehrt bleibt. Der durch Windwurf entstehende Bodenkrater kann den Dammschnitt entscheidend schwächen. Im Bereich des Wurzelkraters ist der Boden nicht mehr durch eine Grasnarbe oder ein Wurzelgeflecht geschützt und damit erosionsgefährdet. Dies ist vor allem dann der Fall, wenn der Wurzelkrater im durchströmten Bereich des Dammes liegt. Die Forderung der Gehölzfreiheit im unteren Böschungsdrittel (MSD) ist u. a. durch die damit verbundene Gefährdung der Dammstandortsicherheit begründet.

Auch abgestorbene Wurzeln können bevorzugte Sickerwege sein, wenn die Wasserdurchlässigkeit des verrotteten Holzes größer ist als die des Bodenmaterials des Dammkörpers. Die Wasserdurchlässigkeit kann sich noch weiter erhöhen, wenn Wühltiere die alten Wurzelbahnen für ihre Gänge nutzen. Gefahr geht von Gehölzen aus, die auf der landseitigen Böschung stehen und deren Wurzeln in den potenziell durchströmten Dammschnitt wachsen. Dadurch können sich bevorzugte Wegigkeiten entlang lebender Wurzeln oder Erosionskanäle durch abgestorbene Wurzeln bilden (vgl. Kapitel 2.6). Wegen des tiefen und weitreichenden Wurzelwerks sind insbesondere Pappeln auf Dämmen unbedingt zu vermeiden.



Bild 23: Eichenwurzeln (grün eingefärbt) im Damm der Stör-Wasserstraße. (Quelle: BfG).

Gehölzbestände können sich unter bestimmten Voraussetzungen aber auch positiv auf den Erosionsschutz auswirken. Ein nach MSD (2011) zulässiger Strauchbestand auf der Wasserseite reduziert bei

einer Anströmung der Böschung die Strömungsgeschwindigkeit. Baumarten wie z. B. Weiden oder Winter-Linde, die im Oberboden eine hohe Feinwurzelmasse erzeugen, können für einen wirksamen Erosionsschutz sorgen (ähnlich Bild 23).

Insgesamt sind die positiven Auswirkungen von Gehölzen auf die Standsicherheit als gering gegenüber den negativen Auswirkungen (Dammschwächung und Erosionsgefährdung durch Kraterbildung bei Windwurf, Kraffteinleitung in den Dammkörper durch die Wurzeln bei Windbeanspruchung, Auflockerung des Bodens durch Bewegung des Wurzelgeflechts, bevorzugte Wasserwegigkeiten entlang von Wurzeln) zu bewerten. Aus diesen Gründen ist ein Gehölzbewuchs auf nicht überdimensionierten Dämmen nach MSD grundsätzlich nicht zulässig. Auch wenn Gehölze im Rahmen der Vorgaben des MSD aus Gründen des Natur- und Artenschutzes, der Naherholung, des Landschaftsbildes oder zur Kompensation von Eingriffen auf dem Damm geduldet oder auf entsprechend dimensionierten Dämmen sogar aktiv gepflanzt werden, haben die Aspekte der Dammstandsicherheit immer Vorrang.

2.9.4 Regelungen zum Bewuchs im MSD

Das Merkblatt Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen (MSD, 2011) enthält Regelungen für den Bewuchs auf Dämmen. Hierbei wird unterscheiden in grundsätzliche Forderungen, die unabhängig von den Abmessungen des Dammes sind, und Regelungen, die abhängig von den Abmessungen des Dammes sind. Dabei wird festgelegt, in welchen Fällen Gehölze auf Dämmen tolerierbar sind, ohne die Standsicherheit des Dammes zu gefährden.

Die grundsätzlichen Forderungen sind:

- Der Bewuchs auf Dämmen soll aus einer dichten Grasnarbe bestehen, durch die der erforderliche Schutz der Dammböschung vor Erosion gewährleistet wird.
- Ein Gehölzbewuchs ist nicht zulässig im unteren Drittel der landseitigen Dammböschung sowie am Dammfuß und an der dammseitigen Böschung und Sohle eines ggf. vorhandenen Seitengrabens. Außerdem nicht zulässig ist ein Gehölzbewuchs im Bereich von Auflast- oder Fußdräns sowie über bzw. in der Nähe von Dränleitungen.
- Ein Bewuchs des Dammes und des an den Seitengraben landseitig anschließenden 10 m breiten Schutzstreifens mit Pappeln ist nicht zulässig.

Den zulässigen Bewuchs betreffend wird zwischen Dämmen unterschieden, deren Querschnitt nicht über den im MSD (MSD, 2011) definierten Mindestquerschnitt hinausreicht und überdimensionierten Dämmen, deren Querschnitt den Mindestquerschnitt übertrifft. Die letztgenannten Dämme werden auch als überbreite und / oder überhohe Dämme bezeichnet. Der Mindestquerschnitt nach MSD entspricht einem Dammquerschnitt mit einer Kronenbreite von 5 m in 1 m Höhe über dem maßgebenden Wasserstand und einer Neigung der landseitigen Dammböschung, die dem halben charakteristischen, wirksamen Reibungswinkel des Dammmaterials ($\beta = \varphi'_{\kappa}/2$) entspricht (Bild 24).

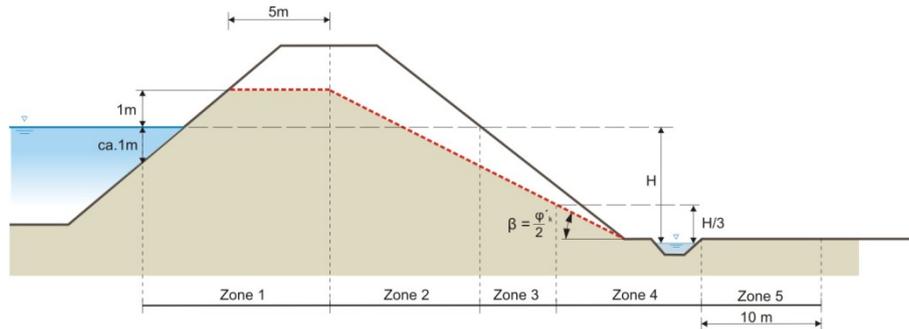


Bild 24: Zoneneinteilung für den zulässigen Bewuchs auf überbreiten und / oder überhohen Dämmen mit Mindestquerschnitt (durch rote Punktlinie begrenzt) (Quelle: MSD, 2011).
 β : Böschungswinkel
 φ'_{κ} : charakteristischer Wert des wirksamen Reibungswinkels des Dammmaterials

Die Regelungen des MSD (MSD, 2011) zum zulässigen Gehölzbewuchs auf Dämmen mit und ohne innenliegendem Mindestquerschnitt werden hier zusammenfassend dargestellt. Detaillierte Informationen sind dem MSD zu entnehmen. Im Anhang 5 des MSD sind alle zulässigen Gehölzarten für die einzelnen Bewuchszonen aufgelistet; im folgenden Text werden nur einzelne Gehölzarten als Beispiele genannt.

Auf Dämmen, deren Querschnitt nicht über den Mindestquerschnitt nach MSD hinausreicht, ist eine Neuanpflanzung von Gehölzen grundsätzlich nicht zulässig. Für bestehenden Gehölze gilt:

- Bei Dämmen ohne Dichtung oder mit Innendichtungen können auf der Wasserseite Röhricht und einzelne Strauchgruppen mit einer maximalen Höhe von 4 m im Bereich der Wasserlinie und oberhalb davon toleriert werden. Zugelassen sind unter anderem Roter Hartriegel (*Cornus sanguinea*) und Purpur-Weide (*Salix purpurea*).
- Gehölze, deren Erhalt als Windschutz oder aus naturschutzfachlichen Gründen erforderlich ist, müssen nicht entfernt werden, wenn die Gefährdung der Standsicherheit des Dammes durch diese Gehölze ausgeschlossen werden kann. Dies ist explizit nachzuweisen (MSD, 2011, Kapitel 9.3).
- Gehölze auf Dämmen mit innenliegender, durchwurzelungssicherer Wand (z. B. Spundwand) sind unter bestimmten Bedingungen zulässig (MSD, 2011, Kapitel 9.3).

Bei Dämmen, deren Querschnitt über den Mindestquerschnitt nach MSD hinausreicht, d. h. bei überbreiten und / oder überhohen Dämmen, ist Bewuchs (Neuanpflanzung und Erhalt vorhandenen Bewuchses) abhängig von dessen Anordnung auf dem Dammquerschnitt bereichsweise zulässig. Hierzu erfolgt eine Einteilung des Dammes und des landseitig angrenzenden Hinterlandes in 5 Zonen (Bild 24).

- In Zone 1 (wasserseitige Böschung) ist Bewuchs nicht zugelassen, wenn eine Oberflächendichtung vorhanden ist und diese durch den Bewuchs beschädigt werden kann. Tolerierbar sind flachwurzelnde Gräser und Kräuter (Bild 25). Bei Dämmen ohne Dichtung oder mit Innendichtungen können Röhricht und einzelne Strauchgruppen mit einer maximalen Höhe von 4 m zugelassen werden. Bei Dämmen mit durchwurzelungssicherer Innendichtung können bestehende größere Gehölze toleriert werden, wenn die Gefährdung der Standsicherheit des Dammes ausge-

geschlossen werden kann. Dies ist explizit nachzuweisen. Eine Neuanpflanzung ist in diesem Fall nicht zulässig.



Bild 25: Tolerierbarer Bewuchs aus Fetthennen (weiß blühend) und weiteren Gräsern und Kräutern auf Raudeckwerk am MDK (Quelle: WSA Nürnberg)

- In Zone 2 (landseitige Böschung oberhalb des Niveaus des Betriebswasserstandes) sind Sträucher und Bäume zweiter bis dritter Ordnung zugelassen (zu erwartende Wuchshöhe maximal 25 m). Die Wurzeln dürfen nicht in den Mindestquerschnitt wachsen. Hierzu ist von einer Wurzeltiefe der zugelassenen Gehölze von bis zu 1,5 m auszugehen. Zugelassen sind u. a. Feld-Ahorn (*Acer campestre*) und Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*).
- In Zone 3 (landseitige Böschung unterhalb des Niveaus des Betriebswasserstandes und oberhalb des unteren Böschungsdrittels) sind die gleichen Baumarten wie in Zone 2 zugelassen. Damit die Dambeobachtung sichergestellt ist, sollen die Gehölze auf der Böschung in dieser Zone maximal 50% der Fläche (durch belaubte Gehölze erzeugte Schattenfläche bei senkrechter Bestrahlung) einnehmen.
- In Zone 4 (unteres Böschungsdrittel bis zur landseitigen Begrenzung des Seitengrabens) sind zur Gewährleistung der Dambeobachtung (Feststellung möglicher Sickerwasseraustritte) und der freien Vorflut keine Gehölze zugelassen. Die relevante Böschungshöhe für die Festlegung des unteren Böschungsdrittels ist dabei die Höhendifferenz H (Bild 24) zwischen dem Niveau des Betriebswasserstandes und der Höhe des Böschungsfußes.
- In Zone 5 (landseitig an den Damm bzw. den Dammseitengraben anschließender, 10 m breiter Bereich) sind Bäume bis zweiter Ordnung zugelassen, z. B. Berg- und Spitz-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*, *A. platanoides*) oder Hainbuche (*Carpinus betulus*). In jedem Fall ausgeschlossen ist auch hier ein Bewuchs mit Pappeln.

2.9.5 Naturschutzfachliche und rechtliche Aspekte

Dämme sind nicht nur Bauwerke mit einer technischen Funktion sondern auch Lebensraum vieler Pflanzen- und Tierarten. Einige dieser Arten sind im benachbarten Kulturland selten geworden. Insbesondere sonnige und trockene Dammböschungen können gefährdete Arten nach den Roten Listen oder per Gesetz besonders oder streng geschützte Pflanzen- und Tierarten (Bild 26) beherbergen. Dies liegt an der Unterhaltung des Bewuchses (Kapitel 2.11), die sich nicht an einer land- oder forstwirtschaftlichen Nut-

zung orientiert. Im Vergleich mit landwirtschaftlich genutztem Grünland wird die Grasnarbe auf Dämmen seltener gemäht und der erste Schnitt erfolgt relativ spät im Jahr, so dass Gräser und Kräuter Samen bilden können. Auf Düngung, regelmäßigen Umbruch mit Neuansaat oder Pflanzenschutzmittel wird verzichtet. Diese Art der Unterhaltung dient nicht nur der Dammstandsicherheit, sondern fördert auch die Artenvielfalt. Die Lebensräume auf dem Damm können daher eine hohe naturschutzfachliche Wertigkeit haben. Bild 27 zeigt beispielhaft eine Magerrasenentwicklung auf einer landseitigen Dammböschung am Oberrhein. Die Grasnarbe kann dabei sogar eine höhere naturschutzfachliche Wertigkeit erreichen als Gehölze.



Bild 26: Kreuzotter und Zauneidechse am Damm (MDK) (Quelle: WSA Nürnberg)



Bild 27: Magerrasen auf der landseitigen Böschung eines Stauhaltungsdammes am Oberrhein (Quelle: WSA Freiburg)

Bei der Unterhaltung des Bewuchses hat die Sicherheit der Dämme Vorrang vor anderen Aspekten. Dennoch ist der Natur- und Artenschutz zu beachten (Leitfaden Umweltbelange, 2015). Röhrichte, Magerrasen und Gebüsche trockener Standorte können als geschützte Biotope gemäß §30 Bundesnaturschutzgesetz ausgewiesen sein. Dämme verlaufen durch Landschaftsschutz-, Naturschutz- oder Natura2000-Gebiete. Somit können Erhaltungs- und Schutzziele gemäß FFH-Richtlinie (FFH-RL) oder Vogelschutzrichtlinie (VS-RL) sowie gefährdete / geschützte Lebensräume und Arten von der Unterhaltung betroffen sein. Die Unterhaltung kann Belange des Artenschutzes berühren, z.B. wenn Höhlenbäume betroffen sind. Über Art und Umfang der Unterhaltung sind die zuständigen Naturschutzbehörden ins Benehmen zu setzen, das heißt, die Sicht der Naturschutzbehörde ist angemessen zu berücksichtigen. In sensiblen Bereichen ist es darüber hinaus wichtig, einzelne Unterhaltungsmaßnahmen mit den Natur-

schutzbehörden abzustimmen. Bei der Gehölzunterhaltung sind Ausführungszeiten zu beachten. Für die Rodung von Gehölzen oder den Umbruch der Grasnarbe sind unter Umständen Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen durchzuführen. Grundsätzliche Aussagen aus dem Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG), der Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV) oder der europäischen FFH-Richtlinie (FFH-RL) finden sich in Kapitel 2.10.4.

2.10 Tiere

2.10.1 Allgemeines

Für bestimmte Tierarten bieten vom Menschen geschaffene Einrichtungen und Bauwerke geeignete Lebensräume, da sie hier zeitlich und räumlich besonders günstig ihre Ansprüche befriedigen können: Störungen zu entgehen, Schutz vor Witterung zu finden, Feinden zu entkommen, Jungtiere aufzuziehen oder Nahrung zu suchen. Das gilt neben Gräben und ausgebauten Gewässerstrecken besonders für Deiche und Dämme, an denen einige Säugetierarten den Dammkörper durch ihre Grabarbeit so stark in Mitleidenschaft ziehen können, dass die Sicherheit des Dammes stellenweise gefährdet wird.

2.10.2 Terrestrische Arten

Terrestrische Arten wie z.B. Maulwurf (*Talpa europaea*), Feldmaus (*Microtus arvalis*), Schermaus (*Arvicola terrestris*), Wanderratte (*Rattus norvegicus*), Wildkaninchen (*Oryctolagus cuniculus*), Fuchs (*Vulpes vulpes*) und Dachs (*Meles meles*) können durch Anlage von weitverzweigten Gangsystemen in Dämmen Schäden anrichten. Da diese generell oberhalb der Wasserlinie bzw. oberhalb des ständig durchströmten Bereichs des Dammkörpers liegen, sind sie in der Regel leicht zu erkennen.

Eine Gefährdung der Dammstandsicherheit durch die Grabaktivität der terrestrischen Tierarten besteht zum einen durch das mögliche Einstürzen der Gangsysteme und die daraus resultierenden Dammsackungen und zum anderen aus einer bevorzugten Wasserwegigkeit in den Gangsystemen. Aufgrund der im Vergleich zum Dammquerschnitt geringen räumlichen Ausdehnung der Tierbauten ist i. d. R. bei einem Einsturz der Bauten nicht mit einem Versagen des Dammes durch Überströmen zu rechnen.

Erfolgt hingegen ein Sickerwasserzutritt in einen Tierbau, kann durch das einströmende Wasser Dammmaterial in den Gängen gelöst und abtransportiert werden. Durch rückschreitende Erosion können sich die Tiergänge als Erosionskanäle von der Landseite bis zur Wasserseite vergrößern und damit ein Dammversagen auslösen. Diese Gefahr besteht bei Kanaldämmen mit Dichtung des Kanalbetts vor allem bei einer Zuströmung durch eine Dichtungsleckage. Bei Stauhaltungsdämmen, die aufgrund einer Selbstdichtung des Gewässerbettes (Kolmation) zumeist ebenfalls nicht durchströmt werden, kann eine Zusickerung in den Damm insbesondere bei Hochwasser durch Überströmung des selbstgedichteten Bereiches des Gewässerbettes erfolgen.

Darüber hinaus verursachen die Grabaktivitäten der Tiere Beschädigungen der Grasnarbe und des Wurzelhorizontes.

2.10.3 Semiaquatische Arten

Im Gegensatz zu den terrestrischen sind die semiaquatischen Arten unmittelbar an das Gewässer gebunden und können ohne dieses nicht leben. Zu diesen Tierarten zählen Bisam (*Ondatra zibethicus*), Biber (*Castor fiber*) und Nutria (*Myocastor coypus*). Diese Arten legen ihre Bauten mit Eingängen unter dem Wasserspiegel an, die oft schwer zu erkennen sind, aber ein hohes Schadenspotential besitzen.

Fischotter (*Lutra lutra*), Mink (*Mustella vison*) und die Wanderratte (*Rattus norvegicus*) sind ebenfalls semiaquatische Arten, fallen aber nicht durch besondere Grabaktivitäten auf, sondern benutzen oft leerstehende Bauten anderer Tiere (z. B. die von Biber und Bisam). Der Fischotter ist darüber hinaus in Deutschland selten.

Wie bei den terrestrischen Tierarten gehen von den Bauten der semiaquatischen Tierarten hauptsächlich zwei Gefahren aus: Das Einstürzen der Bauten und die Begünstigung der Bildung von Erosionskanälen. Während auch hier die Gefahr einer Dammüberströmung infolge Sackung durch Einsturz von Tierbauten als gering eingeschätzt werden kann, besteht insbesondere die Gefahr bevorzugter Wasserwegigkeiten in den Dämmen durch die Gangsysteme. Oft erfolgt der Zugang in den Damm ausgehend von Seitengewässern im Bereich des landseitigen Dammfußes. In diesem Fall entspricht die Gefährdung der Dammstandortsicherheit derjenigen durch die Tierbauten der terrestrischen Arten. Zusätzlich besteht die Gefahr der Untergrabung von uferparallelen Verkehrswegen zwischen landseitigem Dammfuß und Seitengewässer.

Bei wasserseitigem Zugang besteht insbesondere die Gefahr einer deutlichen Sickerwegverkürzung und einer erhöhten Dammaufsättigung durch die Tiergänge. An Stauhaltungsdämmen können bei Hochwasser große Bereiche des Gangsystems eingestaut werden, was zu einer raschen Dammdurchströmung bis in Bereiche führen kann, die ohne die Tierbauten nicht durchströmt würden.

2.10.3.1 Bisam (Bisamratte)

Der Bisam (Bild 28) ist eine ursprünglich ausschließlich in Nordamerika beheimatete Nagetierart, die sich ausgehend von Böhmen und später Frankreich über fast ganz Europa und Asien ausgebreitet und als neue Art (Neozoon) etabliert hat.



Bild 28: Bisam (Quelle: Artenschutz in Franken® Helga Zinnecker)

Gestalt und Merkmale: Bis 35 cm groß (etwa wie Wildkaninchen), Schwanzlänge bis 26 cm, bis 1,8 kg schwer, gedrungene Körpergestalt, stumpfe Schnauze, kleine knopfartige Augen, Ohren wenig aus dem Fell hervortretend, braunes Fell, nach den Seiten heller werdend, Vorderbeine kurz, Hinterbeine groß mit Schwimmhaaren, nackter Schwanz. Die Tiere können bis zu 3 Jahre alt werden.

Lebensraum: Die Tiere halten sich überwiegend im Wasser auf. Sie sind ausgezeichnete Schwimmer und können bis zu zehn Minuten tauchen. Das Tier nimmt fast jedes einigermaßen geeignete Fließ- und Stillgewässer als Lebensraum an. Bisamratten sind in der Regel nacht- und dämmerungsaktiv.

Nahrung: Wasserpflanzen, Wurzelteile, Feldfrüchte, Muscheln

Fortpflanzung: Geschlechtsreife mit 5 Monaten, 2 - 4 Würfe pro Jahr mit 6 - 7 Jungtieren

Baue: Überall da, wo eine Uferpartie die Möglichkeit bietet, graben Bisamratten Erdbauten als Unterschlupf, deren Eingänge unter Wasser liegen (Bild 29). Bei steigendem oder fallendem Wasserstand wird der Eingang entsprechend höher oder tiefer angelegt. Zum Graben nutzen sie sowohl die Vorderpfoten als auch die Nagezähne. Vom Eingang zum Bau führt eine Röhre schräg aufwärts und endet in einem Kessel (Bild 30). Die Röhrenlänge ist abhängig von der Größe des Sozialverbandes und den sonstigen Gegebenheiten und beträgt von 5 - 6 m bis zu 60 m bei einer Fläche von bis zu 200 m².



Bild 29: Eingänge zum Bisambau an einem Kanal, Aufnahme bei abgesenktem Wasserstand (Quelle: Artenschutz in Franken® Thomas Köhler)

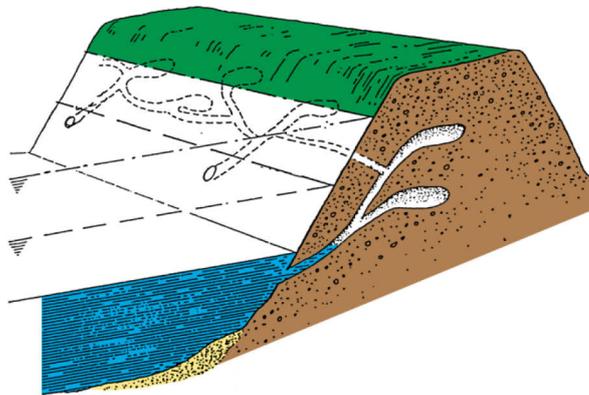


Bild 30: Schema Bisambau (aus DVWK-Merkblatt 247/1997)

Dort wo das Biotop keine Möglichkeit bietet, einen solchen Erdbau zu errichten, bauen die Tiere 0,5 bis 2 m hohe Behausungen aus Röhricht und anderen Wasserpflanzen wie Binsen und Schilf, die sogenannten „Bisamburgen“. Das darin verborgene Nest befindet sich nur knapp über dem Wasserspiegel. Die Röhre, die zum Kessel führt, liegt wie bei den Erdbauten unter Wasser.

2.10.3.2 Nutria

Die Nutria (*Myocastor coypus*) (Bild 31) ist eine aus Südamerika stammende und in Mitteleuropa eingebürgerte Nagetierart (Neozoon), die sich insbesondere durch Gefangenschaftsflüchtlinge aus Pelztierfarmen ausgebreitet hat.



Bild 31: links Nutria (Quelle: Thomas Lohrer, Freising), rechts Nutria-Burg (Quelle: Stubbe)

Gestalt und Merkmale: Bis 65 cm groß (etwa wie ein Feldhase), Schwanzlänge bis 45 cm, bis 9 kg schwer, massige Körpergestalt, stumpfe Schnauze, mittelgroße ovale Augen, Ohren deutlich aus dem Fell hervortretend, braunes Fell, nach den Seiten heller werdend, Vorderbeine kurz, Hinterbeine groß mit Schwimmhäuten, 5. Zehe freistehend, beschuppter und spärlich behaarter Schwanz, freilebend bis zu 3 Jahre alt.

Lebensraum: Die Nutria ist weniger streng an Gewässer gebunden als Bisam und Biber. Pflanzenreiche, fließende wie stehende Gewässer in offener Landschaft werden bevorzugt.

Nahrung: Wasser- und Landpflanzen, Feldfrüchte.

Fortpflanzung: Geschlechtsreife mit 8 Monaten, 2 Würfe pro Jahr mit durchschnittlich 5 Jungtieren.

Baue: Bis 8 m lange Gänge mit Durchmesser bis 60 cm, Eingang auf Wasserlinie, Baue einfacher und nicht so verzweigt wie beim Bisam. Wie der Bisam errichtet die Nutria auch Burgen aus Schilf und Pflanzenmaterial.

2.10.3.3 Biber

Im Gegensatz zu Bisam und Nutria war der Biber (Bild 32) ursprünglich in Europa und weiten Teilen Asiens heimisch, wurde dann aber durch Bejagung im Großteil Europas ausgerottet. Durch konsequenten Schutz und Auswilderungen im 20. Jahrhundert haben sich die Bestände des Europäischen Bibers in den letzten Jahrzehnten deutlich erholt.

Gestalt und Merkmale: Bis 65 cm groß (etwa wie ein Dachs), Schwanzlänge bis 36 cm, bis 36 kg schwer, plumpe und massige Körpergestalt, stumpfe Schnauze, kleine Augen, Ohren weniger sichtbar, braunes Fell, nach den Seiten heller werdend, Vorderbeine kurz, Hinterbeine groß mit Schwimmhäuten zwischen alle Zehen, breit abgeplatteter beschuppter Schwanz, freilebend durchschnittlich 8 Jahre alt.



Bild 32: Biber (Quelle: Thomas Reich, www.bilderreich.de)

Lebensraum: Die charakteristischen Biotope sind mittlere und große Fließgewässer, Altgewässer, Kanäle und stehende Gewässer mit mindestens 0,5 m Wassertiefe, auch Kiesgruben und Baggerseen. Der Biber bevorzugt Gewässer, an deren Ufer sich möglichst Auwälder mit Weidendickichten befinden.

Nahrung: Die Hauptnahrung des Bibers stellt im Winter die Rinde von Weichhölzern dar, daneben Wasser- und Landpflanzen und Feldfrüchte. Kleinere Äste und Zweige von Gehölzen im ufernahen Bereich werden „geschnitten“ und komplett geschält. Daneben werden auch Bäume, z. T. beträchtlichen Umfangs, in charakteristischer Weise eieruhrförmig gefällt, zerkleinert und geschält. Wasserpflanzen werden tauchend geschnitten.

Fortpflanzung: Geschlechtsreife mit 3 Jahren, 1 Wurf pro Jahr mit durchschnittlich 3 Jungtieren.

Bautätigkeit: Im Biberrevier befinden sich in der Regel zwei bis vier (manchmal bis zu zehn) Wohnbaue unterschiedlichster Form. Ist die Uferböschung steil genug, gräbt der Biber Röhren mit etwa 40 cm Durchmesser. Das können Fressröhren, Fluchröhren und Spielröhren sein, wobei der Eingang immer unter dem Wasserspiegel liegt. Am Ende einer Röhre liegt oft ein Wohnkessel. Der Wohnraum im Inneren kann einen Durchmesser bis zu 100 cm und eine Höhe bis zu 40 cm erreichen. Daneben baut der Biber auch sog. Burgen. Diese werden in stehenden oder langsam fließenden Gewässern auf einer natürlichen Erhebung oder auf einem „Fundament“ aus Zweigen und Schlamm unweit des Ufers errichtet. Sie bestehen aus einem großen länglich-runden Reisighaufen mit mehreren, vielfach radial angeordneten Röhren, die am Gewässergrund münden, so dass sie im Winter frostfrei bleiben. Der Wohnkessel liegt innerhalb des aufgeschichteten Reisig- und Schlickmaterials. Um einen Wasserstand über dem Eingang zum Wohnbau von möglichst 60 cm und einen sichernden Wasserbereich um die Burg herum zu gewährleisten baut der Biber auch Dämme, mit denen die Tiere Bäche aufstauen und künstliche Teiche anlegen.

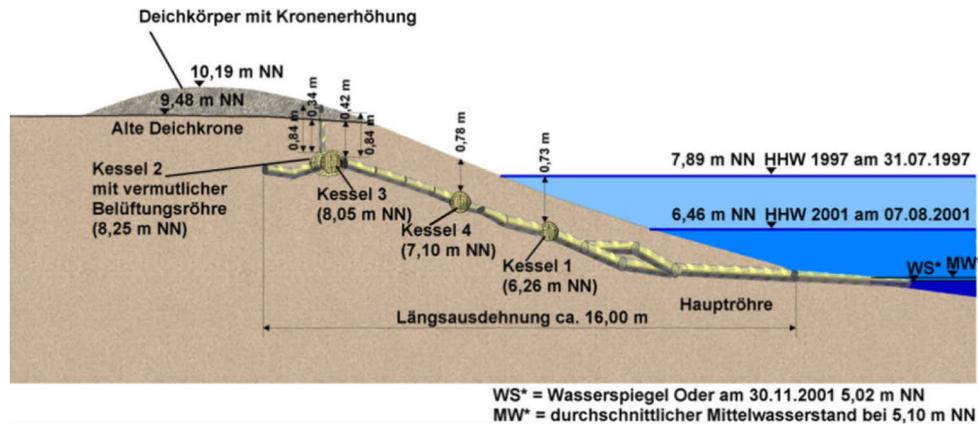


Bild 33: Biberbau im Oderdeich (aus Hahmann et al. 2004)

2.10.4 Naturschutzfachliche und rechtliche Aspekte

Maßnahmen zur Sicherung von Dämmen und Deichen gegen Beschädigung durch Tiere sowie zur Bestandsregulierung bestimmter Tierarten unterliegen gesetzlichen Regelungen, die beachtet werden müssen. Die wichtigsten sollen hier in Auszügen wiedergegeben werden:

Das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) bildet die rechtliche Basis für die Schutzgüter Natur und Landschaft und die Maßnahmen von Naturschutz und Landschaftspflege. Danach ist es gemäß § 39 verboten, *wild lebende Tiere mutwillig zu beunruhigen oder ohne vernünftigen Grund zu fangen, zu verletzen oder zu töten und Lebensstätten wild lebender Tiere und Pflanzen ohne vernünftigen Grund zu beeinträchtigen oder zu zerstören*. Ferner ist es gemäß § 44 verboten, *wild lebenden Tieren der besonders geschützten Arten nachzustellen, sie zu fangen, zu verletzen oder zu töten oder ihre Entwicklungsformen aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören sowie wild lebende Tiere der streng geschützten Arten und der europäischen Vogelarten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten erheblich zu stören, [...] sowie Fortpflanzungs- oder Ruhestätten der wild lebenden Tiere der besonders geschützten Arten aus der Natur zu entnehmen, zu beschädigen oder zu zerstören*.

Die Bundesartenschutzverordnung (BArtSchV) listet Säugetiere wie z. B. den Biber als *streng geschützte Art*. Bisam und Nutria sind als Neobiota ausdrücklich davon ausgenommen. Nach BArtSchV ist es gestattet, *Bisams mit Fallen, ausgenommen Käfigfallen mit Klappenschleusen (Reusenfallen), zu bekämpfen, soweit dies zum Schutz gefährdeter Objekte, insbesondere zum Hochwasserabfluss oder zum Schutz gegen Hochwasser oder zur Abwehr von land- oder fischerei- oder sonstiger erheblicher gemeinwirtschaftlicher Schäden erforderlich ist. Die Fallen müssen so beschaffen sein und dürfen nur so verwendet werden, dass das unbeabsichtigte Fangen von sonstigen wild lebenden Tieren weitgehend ausgeschlossen ist*.

Die Richtlinie 92/43/EWG zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (FFH-RL) hat zum Ziel, wildlebende Arten, deren Lebensräume und die europaweite Vernetzung dieser Lebensräume zu sichern und zu schützen. Streng geschützte Arten von gemeinschaftlichem Interesse sind in den Anhängen II und IV der FFH-Richtlinie aufgelistet. Der Biber ist in Anhang II und IV aufgeführt.

Das Tierschutzgesetz (TierSchG) ist als Gesetz zu dem Zweck erlassen worden „aus der Verantwortung des Menschen für das Tier als Mitgeschöpf dessen Leben und Wohlbefinden zu schützen“. Nach TierSchG darf *ein Wirbeltier nur unter wirksamer Schmerzausschaltung (Betäubung) in einem Zustand der Wahrnehmungs- und Empfindungslosigkeit oder sonst, soweit nach den gegebenen Umständen zumutbar, nur unter Vermeidung von Schmerzen getötet werden. Ist die Tötung eines Wirbeltieres ohne Betäubung im Rahmen waidgerechter Ausübung der Jagd oder auf Grund anderer Rechtsvorschriften zulässig oder erfolgt sie im Rahmen zulässiger Schädlingsbekämpfungsmaßnahmen, so darf die Tötung nur vorgenommen werden, wenn hierbei nicht mehr als unvermeidbare Schmerzen entstehen. Ein Wirbeltier töten darf nur, wer die dazu notwendigen Kenntnisse und Fähigkeiten hat.*

Das Bundesjagdgesetz (BJagdG) regelt in Deutschland das Jagdrecht. Es bestimmt die jagdbaren Tiere, d.h. was als Wild definiert wird, und enthält Vorschriften zur Jagdausübung. Es regelt, wer wann was, wo und wie jagen darf. Dabei stellt es jedoch nur die einstweilen weiter fortgeltenden Rahmenbedingungen auf, während die vorrangige Gesetzgebungskompetenz nunmehr bei den Ländern in ihren jeweiligen Landesjagdgesetzen liegt.

Die Verordnung zur Bekämpfung des Bisams von 1988 wurde mit dem 31.12.1999 außer Kraft gesetzt. Seitdem ist es den einzelnen Bundesländern überlassen, die erforderlichen Bekämpfungsregelungen festzulegen.

2.11 Grundlagen Dammunterhaltung

Nur mit einer regelmäßigen und korrekt ausgeführten Dammunterhaltung kann gewährleistet werden, dass Dämme ihre Funktionsfähigkeit in vollem Umfang behalten und nicht in ihrer Standsicherheit beeinträchtigt werden. Typische Unterhaltungsarbeiten sind im Folgenden aufgeführt. Arbeiten, die dazu dienen, den Dammbewuchs von einem unerwünschten Zustand wieder in einen erwünschten Zustand zu bringen, sind in Kapitel 4.4 zusammengestellt.

Im Zuge der Dammunterhaltung sind vor allem folgende Arbeiten durchzuführen:

- regelmäßiges Mähen der Böschungen um Gehölzbewuchs zu unterdrücken und eine dichte Grasnarbe zu fördern,
- Gehölzunterhaltung zur Erzielung geschichteter, strukturreicher Bestände bei zugelassenem oder tolerierbarem Gehölzbewuchs,
- Wiederherstellung der durchgehenden Grasnarbe und von Ufer- oder Böschungssicherungen, sofern z.B. nach Hochwasserereignissen Schäden festgestellt wurden,
- Freihalten oder Wiederherstellung des Abflussprofils und Entfernen von Abflusshindernissen z. B. im Seitengraben, Kamerabefahrung und Reinigung von Dränleitungen,
- Instandhaltung von Bauwerken im bzw. am Damm und der Dammverteidigungswege,
- Bekämpfung von Wühltieren,
- Wiederherstellung des Dammprofils nach Setzungen, Rutschungen oder dgl..

Bei der Unterhaltung von Dämmen sind naturschutzrechtliche und -fachliche Belange gemäß *Leitfaden Umweltbelange* bei der Unterhaltung von Bundeswasserstraßen zu beachten. Da sich in der Praxis bei

der Dammunterhaltung oft technische Anforderungen in Bezug auf die Dammsicherheit und naturschutzfachliche Belange widersprechen, ist die zuständige Naturschutzbehörde über die Unterhaltung frühzeitig und regelmäßig ins Benehmen zu setzen (vgl. auch Kapitel 2.9.5).

Der Bewuchs auf Dämmen soll aus einer dichten Grasnarbe bestehen (MSD, 2011). Eine Düngung der Grasnarbe erfolgt nicht, auch nicht in Bereichen, die etwas mager entwickelt sind. Die Pflanzen entwickeln ohne Düngergaben ein leistungsfähigeres Wurzelwerk und die Grasnarbe ist artenreicher, mit positiven Wirkungen auf die Durchwurzelung. An besonders mageren Standorten mit unzureichend ausgebildeter Grasnarbe kann eine Mulchmahd zur Verbesserung der Bodenverhältnisse und damit der Durchwurzelung des Oberbodens beitragen.

Die Grasnarbe sollte ein- bis zweimal jährlich gemäht / gemulcht werden. So werden das Wurzelwachstum und damit der Schutz vor Erosion gefördert. Häufiger gemähte Bestände, aber auch viele Jahre brach liegende Flächen zeigen eine geringere Wurzelentwicklung. Das Mähen verhindert die Entstehung dichter Streulagen aus abgestorbenen Pflanzenteilen, die einen schlechten Erosionsschutz darstellen. Es ist anzustreben, den ersten Schnitt erst nach dem 15. Juli durchzuführen, damit Gräser und Kräuter aus Samen können und die Brutphase von Bodenbrütern abgeschlossen ist. Um Vernässungen und Wasseraustritte früh erkennen zu können und eine ordnungsgemäße Damminspektion zu gewährleisten, muss die Grasnarbe auf den für die Dammb Beobachtung relevanten Flächen (bspw. unteres Drittel der landseitigen Dammböschung- oder dammseitige Seitengrabenböschung) kurz gehalten werden. Eine Mahd dieser Flächen muss deshalb i. d. R. mehrmals im Jahr und auch vor dem 15. Juli erfolgen.

Falls die Dammb Beobachtung nicht erschwert wird und keine oberflächennahen Dichtungen oder Dränaugen vorhanden sind, kann der landseitige Uferstreifen des Seitengrabens und die wasserseitige Dammböschung von der regelmäßigen Mahd ausgenommen werden, um Röhricht und feuchte Hochstaudenfluren zu entwickeln (Bild 19). Solche Flächen müssen nur abschnittsweise alle zwei oder drei Jahre einmalig spät im Jahr gemäht werden, um das Gehölzaufkommen zu verhindern.

Zur Schonung der Insekten- und Kleintierfauna ist die Verwendung von Balkenmähern zu empfehlen. Bei der Ausschreibung von Mäharbeiten sollte die Möglichkeit zur Verwendung entsprechender Geräte geprüft werden. Wenn möglich, ist das Schnittgut vom Damm zu entfernen, dies fördert die Magerkeit des Standortes und damit die Wurzelbildung. Für Heuschrecken ist es günstig, wenn zwischen dem Mähen und dem Abtransport des Schnittgutes einige Tage vergehen. Um Tieren Rückzugsmöglichkeiten zu bieten, sollte das Mähen abschnittsweise durchgeführt werden. Grundsätzlich ist der Abtransport des Schnittgutes nach jeder Mahd empfehlenswert, aber aufgrund der höheren Kosten oder aus organisatorischen Gründen oft nicht zu leisten. Daher wird in der Praxis oft das Mulchen bevorzugt, also das Zerkleinern des Schnittgutes bei der Mahd und Zurücklassen auf der Fläche.

Gehölzbewuchs kann nur unter Beachtung des *Merkblatts "Standesicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen"* (MSD) der BAW zugelassen werden. Dabei sind im Zuge der Unterhaltung wenig windanfällige, also geschichtete, reich strukturierte Bestände mit einem gleitenden Höhenübergang vom Gehölzrand zum Zentrum der Gehölzbestände anzustreben. Im Rahmen der Unterhaltung ist auch darauf zu achten, dass der gehölzfreie Streifen am Dammfuß und ein ausreichendes Lichtraumprofil am Dammverteidigungsweg erhalten bleiben. Werden Gehölze auf dem Damm toleriert, dürfen diese beim Mähen oder beim Maschineneinsatz nicht verletzt werden. Verletzungen am Stammfuß eines Baumes sind Ansatzstellen für holzeretzende Pilze und Fäulnis und begünstigen damit das Absterben von Wurzeln.

Hindernisse im Abflussprofil begünstigen insbesondere bei Hochwasser durch Veränderung der Strömungsverhältnisse Erosionsprozesse, die sich nachteilig auf die Standsicherheit von Dämmen auswirken können. Deshalb sollten entsprechende Hindernisse im Zuge der Unterhaltung schnellstmöglich beseitigt werden. Ebenso sollte mit Fehlstellen in der Böschungssicherung verfahren werden.

3 Dammb Beobachtung

3.1 Vorbereitung der Dammb Beobachtung

3.1.1 Erforderliche Unterlagen

Dem Außenbezirk steht für jeden zu beobachtenden Damm eine Damminspektionsakte zur Verfügung.

Diese enthält mindestens:

- Inhaltsverzeichnis,
- Datenblatt,
- Lageplan der einzubeziehenden Objekte und Objektteile,
- sonstige Bestandspläne (z.B. Querprofile, Bauwerkszeichnungen etc.),
- Aufgabenblätter und
- Mängelberichte.

Die Dammb Beobachtung ist auf Grundlage der Aufgabenblätter ordnungsgemäß und termingerecht durchzuführen. Das Aufgabenblatt enthält alle hierfür relevanten Informationen.

Im Einzelnen:

1. Beobachtungsklasse und Beobachtungsintervall,
2. im Rahmen der Inspektion mit zu beobachtende Objektteile,
3. zugehörige Unterlagen.

Die Durchführung der Dammb Beobachtung erfolgt nach Einsatzplan für den bzw. die Dammb Beobachter des Außenbezirkes.

3.1.2 Erforderliche Ausrüstung

Welche Ausrüstung für die Dammb Beobachtung erforderlich ist, hängt u. a. von den im Aufgabenblatt beschriebenen Aufgaben ab.

Beschränkt sich die Dammb Beobachtung auf die visuelle Kontrolle des Dammes, sind dafür keine technischen Hilfsmittel erforderlich.

Sind zusätzlich Messungen vorzunehmen, sind geeignete Messgeräte erforderlich (z. B. Lichtlot zur Messung des Wasserstandes in Grundwassermessstellen, Messbecher zur Messung des Drainageabflusses). Die Funktionsfähigkeit der Messgeräte ist regelmäßig zu überprüfen.

Je nach Lage und Ausbau der Messstellen sind Schlüssel für Schranken, Pegelkappen und ggf. Unterflurdeckel erforderlich, um die Messungen durchführen zu können.

Grundsätzlich und unabhängig von den Aufgaben im Einzelfall sind Hilfsmittel zur Markierung einer möglichen Schadstelle erforderlich. Hierzu zählen Markierungsspray, Pflöcke (mit Hammer zum Einschlagen), Absperrband. Zur Feststellung der Lage einer Schadstelle kann ein Messband oder ein Doppelmeter verwendet werden.

Zur Dokumentation von auffälligen Beobachtungen sollte eine (Digital-) Kamera mitgeführt werden. Bei den Aufnahmen ist darauf zu achten, dass der Bildausschnitt so gewählt wird, dass die Lage der Schadstelle zu erkennen ist. Ggfs. kann ein ausgeklappter Doppelmeter als Maßstab dienen. Beim Fotografieren von Bereichen unter der Wasseroberfläche (z. B. Materialaustrag an der Seitengrabensohle) ist darauf zu achten, dass Lichtreflexionen auf der Wasseroberfläche die Aufnahme nicht stören. Hierbei sind der Lichteinfall und der Kamerastandort zu beachten.

Um die Feststellung eines Schadens oder einer akuten Gefahr unverzüglich an die Leitung des Außenbezirks oder das Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt zu melden, ist ein Mobiltelefon mitzuführen.

3.1.3 Arbeitssicherheit

Das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) verpflichtet den Arbeitgeber / Dienstherrn Gefährdungen für Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz zu ermitteln und diese zu bewerten. Grundlage für geeignete Arbeitsschutzmaßnahmen ist somit eine sorgfältige Beurteilung der Arbeitsbedingungen, um mögliche Gefährdungen im Rahmen der Damminspektionen zu erkennen und diese möglichst zu vermeiden oder die Risiken zu reduzieren. Zur Durchführung von Gefährdungsbeurteilungen werden im Handbuch zum Arbeitsschutzmanagement der WSV (BVBS, 2007) entsprechende Informationen und unterstützende Bausteine zur Verfügung gestellt. Zudem stehen die Fachkräfte für Arbeitssicherheit der Arbeitssicherheitsstellen der WSV beratend zur Verfügung.

Der Dammeobachter ist anhand von Betriebsanweisungen mindestens einmal jährlich über die möglichen Gefahren bei der Dammeobachtung zu unterweisen. Hierzu zählen z. B. Kontakt mit gefährlichen Pflanzen (Riesen-Bärenklau, Ambrosie, etc.) und Tieren (Zecken, Eichenprozessionsspinner, etc.) sowie Gefahren durch Arbeiten im Freien (UV-Strahlung).

Weiterführende Informationen sind im Intranet des BMVI in der Rubrik Arbeitsschutz zu finden.

3.2 Durchführung der Dammeobachtung

Die im Rahmen der Dammeobachtung durchzuführenden Tätigkeiten sind in den Aufgabenblättern (VV-WSV 2301, Anlage 3) dargestellt.

Die Dammeobachtung findet in Form einer Dammebegehung, d. h. zu Fuß statt. Die zu beobachtenden Objektteile sind dabei so in Augenschein zu nehmen, dass das Erkennen von Auffälligkeiten gewährleistet ist. Diese visuelle Kontrolle ist das Kernstück der Damminspektion. Ihre gewissenhafte Durchführung ist wesentlich für das frühzeitige Erkennen von Auffälligkeiten. Zur Überwachung der wasserseitigen Böschung und des Dammkronenbereichs ist die Dammkrone zu begehen. Die landseitige Böschung, der Dammfuß sowie der Seitengraben sind durch die Begehung im Bereich des Böschungsfußes zu kontrollieren.

Voraussetzung für eine Dammb Beobachtung ist die Zugänglichkeit und Einsehbarkeit der zu kontrollierenden Dammbereiche. Dies erfordert einen ordnungsgemäßen Unterhaltungszustand, z. B. der Dammböschungen und des Seitengrabens.

Die Beobachtung darf nicht stichpunktartig durchgeführt werden, sondern muss über den gesamten im Aufgabenblatt definierten Dammbabschnitt erfolgen.

Im Bereich von Vernässungen sollte eine Beschädigung der Grasnarbe z. B. durch intensives Begehen vermieden werden.

Ein genaues Erkennen einer Auffälligkeit ist Grundlage für eine richtige Beurteilung. Hierbei ist neben dem aktuellen Zustand auch der Verlauf von Veränderungen (z. B. Zunahme des Sickerwasserabflusses, Vergrößerung der Sickerfläche, Vergrößerung von Rissen) festzustellen. Ebenso können Wetterverhältnisse sowie jahreszeitlich bedingte Veränderungen bei der Beurteilung eine Rolle spielen.

Enthält das Aufgabenblatt Messungen, sind diese den Vorgaben entsprechend durchzuführen (siehe Kapitel 3.6).

Bei der Begehung des Dammes ist festzustellen, ob der Damm seinem planmäßigen Zustand (Sollzustand) entspricht oder ob er davon abweicht. Dabei ist insbesondere auf folgende Punkte zu achten:

1. Wasseraustritte / Sickerstellen,
2. Verformungen (Risse, Rutschungen, Abbrüche, Setzungen),
3. Bewuchs und
4. Wühltierbefall.

Bei der Markierung eines Schadens ist darauf zu achten, dass die Position des Schadens leicht wieder aufzufinden ist. Das heißt, neben der Markierung des Schadensbereichs ist eine zugehörige Markierung am Fahrweg (Krone oder Berme) sinnvoll.

3.3 Dokumentation und Nachbereitung

Die Dokumentation der Dammb Beobachtung erfolgt entsprechend den Vorgaben der VV-WSV 2301.

Verantwortlich für die Aufbereitung, Auswertung und Beurteilung der Messergebnisse und die Beurteilung der Beobachtungen ist die Leitung des Außenbezirkes.

3.4 Definition der Befundstufen

Nach VV-WSV 2301 erfolgt die Zuordnung von Auffälligkeiten, die bei der Dammb Beobachtung vorgefunden werden, in die drei Befundstufen Beschädigung, Schaden und akute Gefahr.

Eine *Beschädigung* ist eine Abweichung vom Sollzustand, bei der keine Gefährdung der Dammstandsisicherheit vermutet wird.

Ein *Schaden* ist eine Abweichung vom Sollzustand, bei der ein festgelegter Grenzwert erreicht oder überschritten wird oder durch andere Feststellungen eine Gefährdung der Dammstandsisicherheit möglich erscheint.

Akute Gefahr ist eine Abweichung vom Sollzustand, die ein sofortiges Handeln erfordert, weil eine unmittelbare Gefährdung der Dammstandsicherheit vermutet wird.

3.5 Zuordnung der Befundstufen

3.5.1 Allgemeines

Eine Bewertung der Auffälligkeiten muss immer in Abhängigkeit der Randbedingungen vor Ort erfolgen. Die Kenntnis dieser Randbedingungen ist daher für die Beurteilung und Einordnung der Auffälligkeiten in die Befundstufen zwingend erforderlich. Das Formblatt „Datenblatt“ (Anlage 2 der VV-WSV 2301) enthält eine Zusammenfassung der für die Bewertung vor Ort relevanten Informationen, z. B. die Lage am Fluss / Kanal, Wasserstände, Sicherungselemente. Nachfolgend ist die Zuordnung der Auffälligkeiten zu den Befundstufen untergliedert in Beobachtungen, die in Zusammenhang mit Wasseraustritten, Verformungen, Bodenmaterialtransport sowie Bewuchs und Tieren stehen, dargestellt.

Im Folgenden werden die wesentlichen Auffälligkeiten beschrieben und den Befundstufen zugeordnet.

Zur Veranschaulichung der einzelnen Befundstufen wird eine Darstellung nach dem Ampelprinzip gewählt (Bild 34). Bei Unsicherheit ist eine Zuordnung der Auffälligkeit in die jeweils nächsthöhere Befundstufe vorzunehmen.



Bild 34: Einstufung von Auffälligkeiten

3.5.2 Wasseraustritte

3.5.2.1 Allgemeines

Bei der Bewertung von Sickerwasseraustritten besteht ein grundlegender Unterschied zwischen Dämmen mit vollkommener Dichtung und ungedichteten Dämmen bzw. gedichteten Dämmen, bei denen die Dichtung nur eine Verlängerung des Sickerweges bewirkt (unvollkommene Dichtung). D. h. die Kenntnis des Dichtungssystems ist für die Bewertung eines Wasseraustrittes eine wichtige Voraussetzung. Gleiches gilt für das Vorhandensein von Dränagen. Alle zur Beurteilung von Sickerwasseraustritten erforderlichen Informationen müssen in den entsprechenden Datenblättern zusammengestellt sein.

Treten Sickerwasseraustritte auf, so sind der Ort und die Größe (Fläche) des Austrittes, die Sickerwassermenge und die Art (Trübung) des Sickerwassers zu beurteilen. Diese Faktoren spielen bei der Bewertung eine große Rolle.

Ein Wasseraustritt ist nicht in jedem Fall eine Abweichung vom Sollzustand, z. B. bei ungedichteten Dämmen (Kapitel 2.3.2). Dagegen ist ein Wasseraustritt bei gedichteten Dämmen immer eine Abweichung vom Sollzustand. Damit ist jedoch nicht zwingend eine Standsicherheitsgefährdung verbunden, da

die Standsicherheit eines Dammes nach MSD nicht nur für den planmäßigen Zustand sondern auch für den Fall einer defekten Dichtung nachgewiesen wird (Kapitel 2.5.1). Dieser Fall stellt eine außergewöhnliche Bemessungssituation dar, für die nur eine gegenüber der ständigen Bemessungssituation verringerte Dammstandssicherheit nachgewiesen wird. Aus diesem Grund darf die unplanmäßige Durchströmung eines Dammes (infolge Dichtungsleckage) nicht zu einem Dauerzustand werden.

Ob von einem Wasseraustritt eine unmittelbare Standsicherheitsgefährdung des Dammes ausgeht, hängt in erster Linie davon ab, ob mit dem Sickerwasser Material aus dem Damm ausgetragen wird oder nicht. Ein Wasseraustritt ohne Bodenmaterialtransport (klares Sickerwasser) ist i. d. R. als weniger gefährlich einzustufen.

Die Sickerwassermenge ist in erster Linie von der Durchlässigkeit des Dammmaterials und der Wasserspiegeldifferenz zwischen dem Kanal- / Flusswasserstand und dem Vorfluter (z. B. Grundwasser, Seitengraben) abhängig.

Nicht immer tritt Sickerwasser dort aus, wo sich auf der Wasserseite die Leckage befindet. Dies hängt unter anderem von der Topographie und dem Dammaufbau ab.

Nachfolgend sind die bei der Feststellung und Beschreibung von Wasseraustritten zu beachtenden Punkte in Form einer Checkliste zusammengestellt:

- Ist der Wasseraustritt klar oder wird Material ausgetragen?
- Wie groß ist der Sickerwasserabfluss? (abgeschätzte Wassermenge)
- Ist der Sickerwasseraustritt punktuell oder flächig?
- Wie hoch liegt der Sickerwasseraustritt an der landseitigen Dammböschung?
- Verändert sich der Sickerwasseraustritt hinsichtlich Lage, Größe und Menge?

Für die Beurteilung möglicher Ursachen sind folgende Fragen relevant:

- Erfolgt der Wasseraustritt während oder unmittelbar nach einem Hochwasserereignis?
- Steht der Wasseraustritt im Zusammenhang mit baulichen Eingriffen in die Sohle und / oder Böschung des Gewässers?
- Steht der Wasseraustritt im Zusammenhang mit einer Schiffsanfahrung?
- Erfolgt der Wasseraustritt nach einem Starkregenereignis?

Für die gängigen Dammbauweisen enthält das Merkblatt in den Anlagen 3.1.1 bis 3.1.10 Formblätter zur Beurteilung von Sickerwasseraustritten. Dabei wird insbesondere die mögliche Beeinträchtigung der Dammstandssicherheit durch das Sickerwasser betrachtet. Die jeweiligen Anlagennummern sind in den folgenden Unterabschnitten genannt.

Die nachfolgend aufgeführten Bewertungsgrundsätze von Sickerwasseraustritten gelten für alle Bauweisen.

Bei folgenden Beobachtungen ist Gefahr in Verzug und es sind umgehend Maßnahmen zu veranlassen:

- deutlich zunehmende Sickerwassermengen,

- Anstieg des Austrittspunktes der Sickerlinie,
- Austrag von Bodenmaterial in deutlich sichtbaren Mengen,
- Verstärkung des Bodenmaterialaustrages.

Austretendes Sickerwasser kann zu starken Vernässungen der Dammverteidigungswege (Betriebswege) führen und damit die Erreichbarkeit der Schadensstelle und dahinter liegender Abschnitte beeinträchtigen.

3.5.2.2 Wasseraustritte bei ungedichteten Dämmen

Ein ungedichteter Damm wird planmäßig durchströmt. Seine Standsicherheit ist für diesen Zustand nachgewiesen und deshalb ausreichend. Die Durchströmung ist in diesem Fall kein Mangel sondern findet planmäßig statt. In Abhängigkeit von den örtlichen Randbedingungen (Damm- und Untergrundaufbau, Grundwasserverhältnisse etc.) kann es bei der Durchströmung zu einem Austritt von Sickerwasser an der landseitigen Böschung, der Berme und der Seitengrabenböschung kommen. Außerdem können Quelltrichter im Bereich der Seitengrabensohle und im Hinterland auftreten.

Besteht eine Hochwasserbelastung, so nehmen mit ansteigendem Wasserstand auf der Wasserseite die Höhe der Sickerwasseraustritte an der landseitigen Dammböschung und die Sickerwassermenge zu. Nach Rückgang des Wasserstandes gehen die Sickerwasseraustritte und die Sickerwassermengen in der Regel wieder auf Ihr Ausgangsniveau zurück.

In den meisten Fällen haben sich im Gewässerbett - insbesondere oberhalb von Stauanlagen - natürliche Kolmations- oder Sedimentationsschichten gebildet, die wie eine Dichtung wirken und die Zuströmung aus dem Gewässer reduzieren. Bei Stauhaltungen reichen diese Schichten in der Regel nur bis ca. auf Höhe des Mittelwasserstandes (MW). D. h., bei höheren Abflüssen werden sie überstaut und es kommt zu einer Durchströmung des Dammes. Durch die bei höheren Abflüssen größeren hydraulischen Belastungen der Sohle und Böschungen der Wasserseite kann es auch zu einem Abtrag der natürlichen Dichtung kommen und damit zu einer verstärkten Durchströmung des Dammes. Ob es bei einem kolmatierten Damm bei einem Hochwasserereignis zu einem Sickerwasseraustritt an der Landseite des Dammes kommt, hängt u. a. von der Höhe und der Dauer des Hochwassers ab. Natürliche Dichtungsschichten können auch durch Eingriffe in die Gewässersohle und -böschung zerstört werden.

Zur Beurteilung von Wasseraustritten bei ungedichteten Dämmen enthält das Merkblatt folgende Anlagen:

- | | |
|---------------|---|
| Anlage 3.1.1: | Damm, ungedichtet, nicht hochwasserbelastet |
| Anlage 3.1.2: | Damm, ungedichtet, nicht hochwasserbelastet, kolmatiert |
| Anlage 3.1.3: | Damm, ungedichtet, hochwasserbelastet |
| Anlage 3.1.4: | Damm, ungedichtet, hochwasserbelastet, kolmatiert |

Eine Beurteilung entsprechend dieser Anlagen setzt voraus, dass die Standsicherheit des Dammes nach MSD nachgewiesen ist.

3.5.2.3 Wasseraustritte bei Dämmen mit unvollkommener Dichtung (Sickerwegsverlängerung)

Eine unvollkommene Dichtung unterbindet die Durchströmung des Dammes nicht gänzlich, sondern verlängert lediglich den Sickerweg. D.h. der Damm wird durchströmt. Der Sickerweg wird jedoch gegenüber

dem ungedichteten Damm durch die unvollkommene Dichtung verlängert, wodurch die Strömungsbelastung des Dammes (Kapitel 2.4) verringert wird. Ähnlich wie beim ungedichteten Damm hängt die Höhe des Sickerwasseraustritts von verschiedenen örtlichen Randbedingungen, wie dem Damm- und Untergrundaufbau und den hydraulischen Randbedingungen (Grundwasserstand, Wasserstand im Gewässer etc.) ab.

Bei Hochwasserbelastung ist die Durchströmung eines Dammes mit unvollkommener Dichtung ähnlich wie bei einem ungedichteten Damm. D. h. mit ansteigendem Wasserstand auf der Wasserseite nehmen die Höhe des Sickerwasseraustritts sowie die Sickerwassermenge zu. Nach Rückgang des Wasserstandes gehen die Sickerwasseraustritte und die Sickerwassermengen in der Regel auch hier wieder auf ihr Ausgangsniveau zurück.

Die Bildung von natürlichen Dichtungsschichten kann auch bei Dämmen mit unvollkommener Dichtung stattfinden. Die Aussagen aus Kapitel 3.5.2.2 gelten analog.

Zur Beurteilung von Wasseraustritten bei unvollkommen gedichteten Dämmen enthält das Merkblatt folgende Anlagen:

- Anlage 3.1.5: Damm, unvollkommen gedichtet, nicht hochwasserbelastet
- Anlage 3.1.6: Damm, unvollkommen gedichtet, nicht hochwasserbelastet, kolmatiert
- Anlage 3.1.7: Damm, unvollkommen gedichtet, hochwasserbelastet
- Anlage 3.1.8: Damm, unvollkommen gedichtet, hochwasserbelastet, kolmatiert

Eine Beurteilung entsprechend dieser Anlagen setzt voraus, dass die Standsicherheit des Dammes nach MSD nachgewiesen ist.

3.5.2.4 Wasseraustritte bei Dämmen mit vollkommener Dichtung

Dämme mit einer vollkommenen Dichtung werden planmäßig nicht durchströmt. Werden an der Landseite eines gedichteten Dammes Wasseraustritte beobachtet, weist dies auf eine Dichtungsleckage hin. Eine Dammdurchströmung ist in diesem Fall ein unplanmäßiger Zustand. Bei Dämmen mit vollkommener Dichtung wird die Dammstandsicherheit jedoch auch für den Fall einer defekten Dichtung nachgewiesen. Allerdings sind in diesem Fall das Sicherheitsniveau und damit die Sicherheitsreserve geringer als für den planmäßigen Zustand. Die Dammdurchströmung darf deshalb nicht zum dauernden Zustand werden.

Zur Beurteilung von Wasseraustritten bei gedichteten Dämmen enthält das Merkblatt folgende Anlagen:

- Anlage 3.1.9: Damm, gedichtet, nicht hochwasserbelastet
- Anlage 3.1.10: Damm, gedichtet, hochwasserbelastet

Eine Beurteilung entsprechend dieser Anlagen setzt voraus, dass die Standsicherheit des Dammes nach MSD nachgewiesen ist.

3.5.2.5 Wasseraustritte bei Dämmen mit Dränagen

Bei Dränagen in Dämmen wird unterschieden in Dränagen, bei denen im planmäßigen Zustand eine Zuströmung stattfindet und Dränagen, die nur im Falle einer Dichtungsleckage angeströmt werden.

Die Zuströmung von Sickerwasser zu einer Dränage kann bei der visuellen Kontrolle im Rahmen der Dammeobachtung nicht erkannt werden, sondern nur der Abfluss aus der Dränage.

Bei Dränagen ohne Dränleitung tritt das Sickerwasser am Fußpunkt der Dränage aus. Liegt der Sickerwasseraustritt im Bereich eines wasserführenden Seitengrabens, ist nur schwer zu erkennen, ob aus der Dränage Wasser ausströmt. Dies gilt vor allem bei geringem Abfluss aus der Dränage und großer Fließgeschwindigkeit im Seitengraben. Ist der Fuß der Dränage nicht eingestaut, kann ein Abfluss aus der Dränage in der Regel erkannt werden.

Ist innerhalb der Dränage eine Dränleitung angeordnet, kann in den Kontrollschächten (Bild 35) festgestellt werden, ob der Dränage Sickerwasser zuströmt. Sofern mehrere Kontrollschächte angeordnet sind, kann der Abschnitt der Dränleitung festgestellt werden, in den ein Wasserzustrom erfolgt. Sind die Kontrollschächte mit einem Sandfang ausgestattet, kann außerdem festgestellt werden, ob durch die Zuströmung Bodenmaterial aus dem Damm in die Dränage eingetragen wird. Die Kontrollschächte sind im Rahmen der Dammeobachtung auf Wasserabflüsse und ggf. Bodenmaterialeintrag zu kontrollieren. Eine genaue Ortung des Wasserzutrittes aus dem Damm in die Dränage ist bei einem System mit Dränleitung nur durch die Befahrung der Dränleitung mit einer Kamera möglich. Dies ist nicht Gegenstand der Dammeobachtung.



Bild 35: Kontrollschacht mit Zulauf aus Dränleitung (Quelle: WSV)

Detaillierte Informationen zu den erforderlichen Beobachtungen im Bereich von Dämmen mit Dränagen enthalten die zugehörigen Aufgabenblätter.

3.5.2.6 Wasseraustritte im Bereich von Bauwerken

Im Bereich von Bauwerken sind neben der landseitigen Dammböschung, der Berme und dem Seitengraben zumeist noch weitere Bereiche im Rahmen der Dammeobachtung zu überprüfen.

Im Bereich der Ein- und Auslaufbauwerke von Düchern und Durchlässen sind zusätzlich die Böschungen und die Sohlen der Ein- und Auslaufgräben auf Sickerwasseraustritte bzw. Quellen zu überprüfen.

Bei Kanalbrückenanlagen und Unterführungen sind die Böschungskegel auf Sickerwasseraustritte zu kontrollieren. In vielen Fällen sind hinter den seitlich an die Portale der Unterführung anschließenden Flügelwänden Dränagen mit Dränleitung vorhanden. Hier sind die Ausläufe der Dränleitung zu kontrollieren.

Informationen zu den erforderlichen Beobachtungen im Bereich der jeweiligen Bauwerke enthalten die zugehörigen Aufgabenblätter.

3.5.3 Verformungen

3.5.3.1 Allgemeines

Verformungen werden unterschieden in Risse, Rutschungen, Sackungen / Setzungen und Hebungen.

Risse sind ein Anzeichen dafür, dass eine Böschungsrutschung stattgefunden bzw. begonnen hat. Die Lage der Risse hängt von der Geometrie und Größe des Bruchkörpers ab. Wie bereits in Kapitel 2.5.2 beschrieben, rutscht bei Überschreitung der Standsicherheit einer Böschung ein Bruchkörper auf einer Gleitfläche (Gleitfuge) ab. Diese Gleitfuge wird im Querschnitt im Allgemeinen idealisiert als Kreisabschnitt dargestellt (Bild 37, links). Sowohl die kreisförmige Geometrie als auch die Bewegung des rutschenden Bodens als starrer Körper sind Vereinfachungen. In der Realität weist ein Böschungsbruch im Allgemeinen eine dreidimensionale, muschelförmige Bruchfigur auf. Oberflächennahe flache Bruchkörper (z. B. das Abrutschen vom Oberboden) haben meist eine böschungsparelle Gleitfläche (Bild 36).



Bild 36: Oberflächennahe Rutschung an einer Seitengrabenböschung (Quelle: WSA Freiburg)

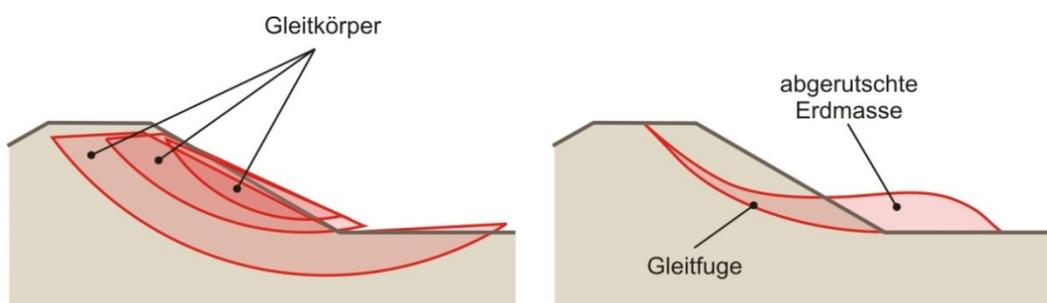


Bild 37: Bruchkörper nach Abrutschen (links: Modellvorstellung, rechts: Realität)

Bild 38 zeigt einen Böschungsbruch an der landseitigen Böschung eines Deiches. Gut zu erkennen sind die Abrisskante und die Scholle mit dem abgerutschten Erdreich. Das abgerutschte Erdreich staucht sich am Dammfuß auf. Im Bereich der Gleitfläche ist der Boden nach dem Abrutschen des Bruchkörpers nicht mehr durch eine Grasnarbe geschützt und damit besonders erosionsgefährdet.



Bild 38: Böschungsbruch (Quelle: BAW)

Unter der Setzung eines Dammes versteht man eine relativ gleichmäßige vertikale Verschiebung der Dammoberfläche. Die Setzung der Dammoberfläche ergibt sich aus der Verformung des Dammes und der Verformung des Untergrundes aufgrund der Belastung durch die Dammschüttung. Setzungen treten in erster Linie zum Zeitpunkt des Dammbaus und in den ersten Jahren danach auf. Die Größe der Setzungen ist abhängig von der Art und der Verdichtung des Dammmaterials: Je besser verdichtet wurde, desto geringer fallen die Setzungen aus. Der Setzungsanteil aus der Verformung des Untergrundes hängt in erster Linie von dessen Steifigkeit ab. Setzungen treten nicht schlagartig auf, sondern entwickeln sich über einen längeren Zeitraum und klingen mit der Zeit ab. Setzungen können aufgrund ihrer meist gleichmäßigen Ausprägung selten mit dem bloßen Auge erkannt werden. Sie werden i. d. R. durch vermessungstechnische Verfahren (Nivellement) ermittelt. Bei der Dammbesichtigung spielen Setzungen nur eine untergeordnete Rolle, da ihr Auftreten im Allg. planmäßig ist und sie somit meistens keinen Schaden darstellt.

Eine Sackung ist eine vertikale Verschiebung, die nicht durch eine Lastaufbringung verursacht wurde. Sackungen können sowohl räumlich auf einen kleinen Bereich begrenzt sein als auch flächig auftreten. Mit bloßem Auge sind Sackungen meist bei nur größeren lokalen Verformungen zu erkennen. Ursache ist in den meisten Fällen ein Abtransport von Bodenmaterial aus dem Dammkörper oder dem Untergrund (z. B. in einen Seitengraben), der durch eine Grundwasserströmung verursacht wird. Obwohl diese Prozesse in der Regel über einen sehr langen Zeitraum stattfinden, können die daraus resultierenden Sackungen relativ abrupt auftreten (siehe auch Kapitel 3.5.4). Weitere Ursachen können z. B. das Zusammenfallen von Tierbauten sein. Auch der erstmalige Einstau von zuvor trockenen Bodenbereichen kann zu einer Umlagerung von Bodenpartikeln und dadurch zu Sackungen führen.

3.5.3.2 Verformungen an der wasserseitigen Böschung

Die Beobachtung von Verformungen an der wasserseitigen Böschung beschränkt sich - aufgrund der eingeschränkten Einsehbarkeit der Böschungsbereiche unter Wasser - i. d. R. auf den Bereich oberhalb

des Wasserspiegels. Ausmaß und Art von Schäden sind deshalb meist nur schwer zu erkennen. Zur vollständigen Erfassung von Schäden an der Wasserseite sind i. d. R. weitergehende Untersuchungen wie visuelle Begutachtung durch Taucher, Peilungen oder die Trockenlegung des zu untersuchenden Deckwerksbereichs erforderlich (siehe auch Merkblatt *Schadensklassifizierung an Verkehrswasserbauwerken* (MSV) der BAW).

Die wasserseitigen Böschungen von Dämmen an Bundeswasserstraßen sind in der Regel mit einer Deckschicht aus Wasserbausteinen als Erosionsschutz gesichert. Um einen möglichen Wellenauflauf abzudecken, wird die Deckschicht mindestens 70 cm höher als der entsprechende Bemessungswasserstand geführt. Bild 39 zeigt in der linken Darstellung den Aufbau eines Deckwerks in einer gedichteten Kanalstrecke mit Tondichtung, Kornfilter und Deckschicht aus Wasserbausteinen und in der rechten Darstellung den Aufbau mit einem geotextilen Filter.

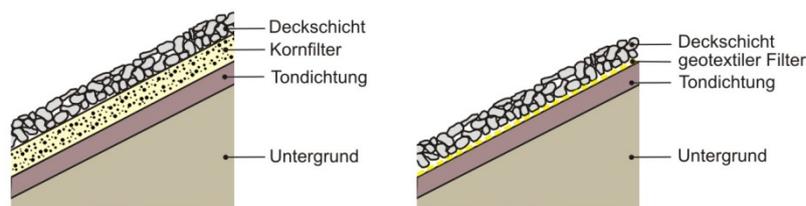


Bild 39: Deckwerksaufbau mit Tondichtung und Kornfilter (links) und geotextilem Filter (rechts)

Bei den an der wasserseitigen Böschung auftretenden Verformungen wird unterschieden zwischen Verformungen, die infolge von Böschungsrutschungen oder Sackungen auftreten und Verformungen, die durch Erosionsvorgänge verursacht werden.

Bei Böschungsrutschungen im Bereich der wasserseitigen Böschung handelt es sich überwiegend um oberflächennahe flache Bruchkörper mit einer böschungsparellen Gleitfläche. Infolge des Wasserspiegelabsinks durch vorbeifahrende Schiffe kann es zu einem Porenwasserüberdruck im Boden unter dem Deckwerk kommen, der eine destabilisierende Wirkung auf die wasserseitige Böschung hat. Ist das Deckwerk dafür nicht ausreichend bemessen (zu geringe Dicke = zu geringes Gewicht) oder wird die zulässige Geschwindigkeit, die zulässige Abladung oder der Uferabstand von Schiffen überschritten (zu großer Absenk = zu großer Porenwasserüberdruck), kommt es zu entsprechenden Rutschungen.

Sackungen im Bereich der wasserseitigen Böschung sind i. d. R. Folge eines Bodenmaterialtransportes. Aufgrund des Schutzes der wasserseitigen Dammböschung durch ein Deckwerk ist ein Wühltierbefall von der Wasserseite her im Allg. auszuschließen und damit auch das Zusammenfallen evtl. vorhandener Wühltiergänge.

Erosionsschäden am Deckwerk können auch aus der hydraulischen Belastung infolge Schifffahrt resultieren. Besonders an Liegestellen und im Bereich von Schleusenvorhäfen treten im Manövrierbereich große Belastungen des Deckwerks aus Propellerstrahl von Haupt- und Bugstrahlruder auf, die ein nicht ausreichend bemessenes Deckwerk beschädigen können.

Weitere mögliche Ursachen für Deckwerksschäden sind Schiffsanfahrungen, Eisgang und Wasserüberdruck durch hohe Grundwasserstände, Witterung (Frost- oder Hitzeschäden) sowie Hochwasserabflüsse an hochwasserbelasteten Dämmen.

Verformungen an der Wasserseite können auf Schäden an der Deckschicht oder auf eine Beschädigung des darunter angeordneten Filters (Kornfilter oder Geotextil) hinweisen. Ein beschädigter Filter kann zu einer Erosion des Untergrundes (Austrag von Bodenmaterial) führen. Bei Dämmen mit Oberflächendichtung, bei der die Deckschicht und der Filter großflächig erodiert sind, kann auch die Dichtung beschädigt werden.

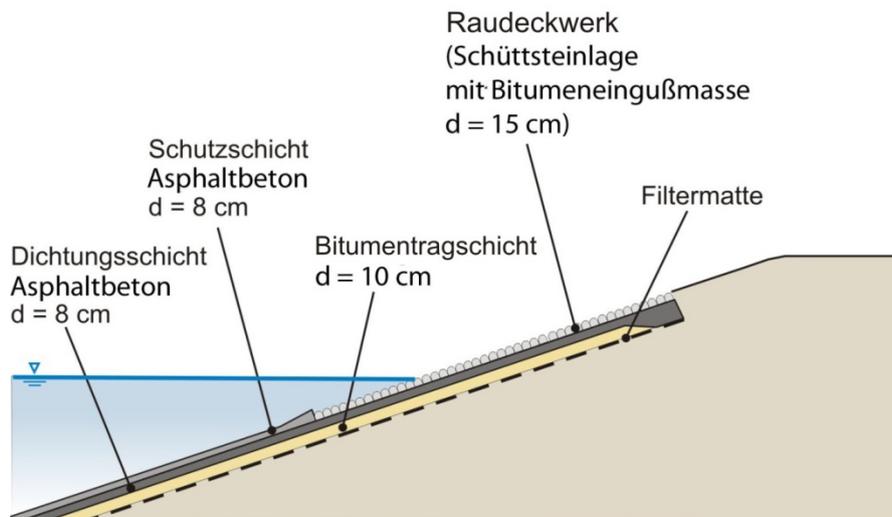


Bild 40: Beispiel Aufbau Asphaltdeckwerk

Die am Elbe-Seiten-Kanal und Main-Donau-Kanal vorhandenen, dichten Asphaltdeckwerke sind wesentlich dünner als Deckwerke mit Tondichtungen. Bei dieser Dichtungsbauweise ist keine Deckschicht aus Wasserbausteinen vorhanden, sondern nur eine vergleichsweise geringmächtige Schutzschicht aus Asphaltbeton, die die eigentliche, ebenfalls aus Asphaltbeton bestehende Dichtungsschicht schützt (Bild 40). Aufgrund ihrer geringen Dicke ist eine Asphaltabdichtung wesentlich anfälliger gegen Beschädigungen und Durchwurzelungen (Bild 21). Weiterer Nachteil gegenüber der Tondichtung ist die geringere Verformbarkeit der Asphaltabdichtung. Bild 41 zeigt das Schadensbild an einer Asphaltabdichtung am Main-Donau-Kanal (beispielhaft in einem Einschnittbereich).



Bild 41: Verformungen Asphaltabdichtung (Quelle: WSA Nürnberg)

3.5.3.3 Verformungen an der Landseite (Dammkrone, Böschung, Berme, Seitengraben)

Bei Rutschungen an der landseitigen Dammböschung ist zwischen einem globalen und einem lokalen Versagen zu unterscheiden (vgl. auch Kapitel 2.5.2). Die Lage möglicher von einer Böschungsrutschung verursachter Risse hängt von der Größe des Bruchkörpers ab. Bild 42 zeigt anhand verschiedener möglicher Bruchkörper die Bereiche, in denen sich Risse bilden können.

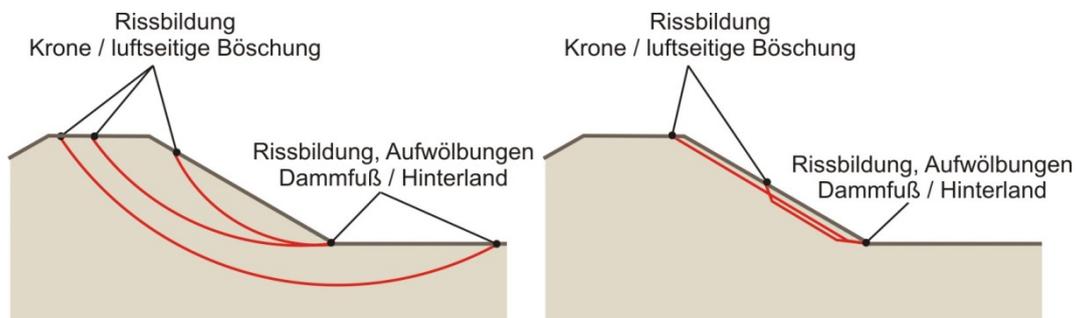


Bild 42: Bereiche möglicher Rissbildung in Abhängigkeit der Bruchkörpergeometrie (links: globales Versagen, rechts: lokales Versagen)

Große, tiefreichende Bruchkörper weisen meist eine annähernd kreisförmige Gleitfuge auf (Bild 42, links). Je nach Größe des Bruchkörpers können dabei Risse im Bereich der Dammkrone und der Dammböschung (obere Begrenzung des Bruchkörpers) sowie Risse und Aufwölbungen im Dammfußbereich und im Hinterland (untere Begrenzung des Bruchkörpers) auftreten.

Die häufigste Ursache für das Auftreten von Böschungsrutschungen ist die Durchströmung des Dammes. Die dabei wirkenden Strömungskräfte vermindern die Böschungsstandsicherheit. Weitere mögliche Ursachen sind zu große Lasten auf dem Damm (z. B. Baufahrzeuge) oder Erschütterungen (Rammarbeiten, Erdbeben). Lokale Rutschungen werden häufig auch durch starke Niederschläge ausgelöst.

Sackungen im Bereich der Landseite des Dammes können Folge eines Bodenmaterialtransports sein oder durch das Zusammenfallen von Wühltiergängen entstehen. Eine große Gefahr geht von Sackungen dann aus, wenn aufgrund der Größe der Sackung die Gefahr einer Dammüberströmung besteht.

Die Böschungen von Seitengräben sind in vielen Bereichen relativ steil ausgebildet und im Falle einer Dammdurchströmung nicht standsicher (Bild 36). Rutschungen der Seitengrabenböschungen gefährden die Gesamtstandsicherheit des Dammes aufgrund des meist kleinräumlich begrenzten Versagens und des Abstandes von der Dammkrone in den meisten Fällen nicht, jedoch ist der Boden im Bereich der Gleitfläche nicht mehr durch eine Grasnarbe geschützt und damit besonders erosionsgefährdet. Durch das abgerutschte Bodenmaterial kann außerdem die Vorflutfunktion des Seitengrabens beeinträchtigt werden.

Rutschungen sind i. d. R. umso gefährlicher, je größer der Anteil der Rutschung an der gesamten Dammkubatur ist. Durch eine Rutschung kann ein Absacken der Dammkrone ausgelöst werden, was möglicherweise zu einer Dammüberströmung und damit der Zerstörung des Dammes führen kann (Kapitel 2.6).

3.5.3.4 Verformungen im Bereich von Bauwerken

Im Rahmen der Dammsbeobachtung sind im Bereich von Bauwerken insbesondere die Anschlussbereiche des Dammes an Bauwerksteile auf Verformungen zu kontrollieren. Neben möglichen Verformungen des Dammes kann es im Bereich von Bauwerken auch zur Verschiebung oder Verformung von Bauwerksteilen kommen. Die Inspektion der Bauwerke ist nicht Gegenstand der Dammsbeobachtung, sondern erfolgt im Rahmen der Bauwerksinspektion nach VV-WSV 2101. Es wird jedoch empfohlen, die in den zu beobachtenden Dammsstrecken liegenden Bauwerksteile im Rahmen der Dammsbeobachtung augenscheinlich zu prüfen.

3.5.4 Bodenmaterialtransport

3.5.4.1 Allgemeines

Bodenmaterialtransport, d. h. der Transport von Bodenteilchen findet nur dann statt, wenn der Boden durchströmt wird.

In Abhängigkeit vom Ort, in dem die Bodenteilchen durch eine Grundwasserströmung transportiert werden, wird in mehrere Arten des Bodenmaterialtransports unterschieden: Im Innern von Bodenschichten (Suffosion), an Schichtgrenzen (Kontakterosion), an Grenzflächen von Bauwerken oder sonstigen Strukturen (Fugenerosion) und an freien Oberflächen eines Bodenkörpers (äußere Erosion), ggf. zusätzlich bedingt durch eine äußere Strömungsbelastung.

Die Vorgänge im Innern des Bodens selbst sind nicht sichtbar. Sie können nur dann festgestellt werden, wenn sie sich bis an die Oberfläche des Dammes fortsetzen und dort Bodenpartikel mit dem Sickerwasser ausgetragen werden.

Bodenmaterialaustrag führt zu einer Veränderung der Bodenstruktur. Hierzu zählen die Zunahme des Porenvolumens und der Durchlässigkeit sowie die Verringerung der Dichte des Bodens. Dies kann z. B. Sackungen zur Folge haben.

In der Regel treten die Folgen eines Bodenmaterialaustrages nicht zeitnah nach dem Beginn des Bodenmaterialtransports auf. Bodenmaterialtransportvorgänge dauern oft über Jahre an, bis es zu einem daraus resultierenden evtl. plötzlich auftretenden Schaden kommt.

Werden bei der Dammbesichtigung Sickerwasseraustritte mit Bodenmaterialtransport festgestellt, darf der Sickerwasserabfluss auf keinen Fall behindert oder unterbunden werden. D. h. es dürfen keine dichten Folien oder sonstige wasserdichte Materialien auf die Sickerwasseraustrittsbereiche aufgelegt werden. Zur Verhinderung des Materialaustrages sind Maßnahmen erforderlich, die den freien Sickerwasserabfluss sicherstellen und gleichzeitig den Austrag von Bodenpartikeln verhindern (Aufbringen von filterstabilen Materialien). Weitere Informationen zum Umgang mit Sickerwasseraustritten mit Bodenmaterialtransport sind in Kapitel 4.1.3 zu finden.

3.5.4.2 Bodenmaterialaustrag

Bodenmaterialaustrag kann in den Bereichen des Dammes stattfinden, in denen bei einer Dammdurchströmung Sickerwasser austritt. Dies sind der untere Bereich der landseitigen Böschung, die Berme und der Seitengraben (Böschungen und Sohle). Welche Art des Bodenmaterialtransportes im Innern des Bodens den Materialaustrag verursacht, kann ohne umfassende Informationen über den Damm- und Untergrundaufbau und zusätzliche Untersuchungen nicht festgestellt werden. Im Rahmen der Dammbesichtigung steht das Erkennen des Materialaustrages im Vordergrund.

Ein Materialaustrag kann mit dem bloßen Auge nur dann erkannt werden, wenn die Menge und die Partikelgröße ausreichend groß sind. Starke Strömung im Seitengraben kann zu einem Abtransport des ausgetragenen Materials führen. Dadurch kann ein Materialaustrag unentdeckt bleiben oder die Menge des ausgetragenen Materials unterschätzt werden.

Im Sohlbereich von Seitengräben treten häufig Quelltrichter auf, die durch eine aufwärts gerichtete Strömung verursacht werden (Kapitel 2.5.3). Das mitgeführte Bodenmaterial lagert sich ringförmig um die Wasseraustrittsstelle herum ab, sofern es nicht durch eine Strömung im Graben abtransportiert wird.

3.5.4.3 Erosionskanäle

Erosionskanäle entstehen durch den Transport von Bodenpartikeln innerhalb durchströmter röhrenförmiger Hohlräume im Innern des Bodenkörpers (innere Erosion, Bild 43) oder unter einer geringdurchlässigen, kohäsiven Bodenschicht (Fugenerosion, Bild 44). Fugenerosion kann auch unter einem Massivbauwerk im Dammkörper oder dessen Untergrund stattfinden.

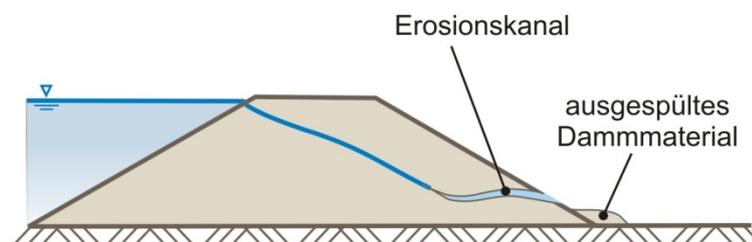


Bild 43: Bildung eines Erosionskanals am landseitigen Böschungsfuß (innere Erosion)

Oft wird die Entstehung von Erosionskanälen durch bereits vorhandene Hohlräume (z. B. abgestorbene Wurzeln, Tiergänge) ausgelöst. Tritt ein Erosionskanal an der Oberfläche eines Dammes (Bild 45) oder

im Hinterland / Seitengraben aus, kann es zu einer Verlängerung und Vertiefung des Erosionskanals kommen. Dies setzt voraus, dass mit der Wasserströmung Bodenpartikel ausspült werden. Dieser Vorgang wird als rückschreitende Erosion bezeichnet. Die zeitliche Entwicklung einer rückschreitenden Erosion verläuft nicht linear, sondern steigert sich mit zunehmender Länge / Tiefe des Erosionskanals. Vergrößert sich der Erosionskanal bis zur Wasserseite, kommt es zu einem Erosionsbruch, der in der Regel zu einem Versagen des Dammes führt (Kapitel 2.6).

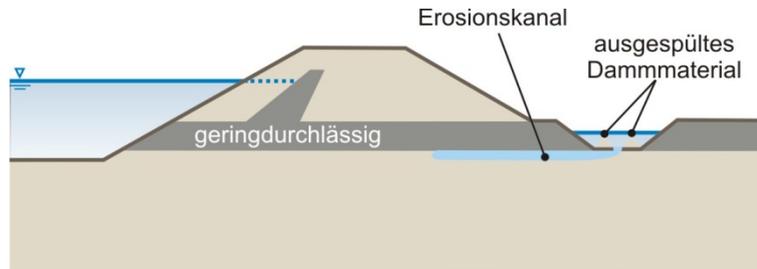


Bild 44: Bildung eines Erosionskanals unter einer geringdurchlässigen, kohäsiven Bodenschicht (Fugenerosion)



Bild 45: konzentrierte Ausströmung aus einem Erosionskanal (Quelle: WSA Freiburg)

3.5.4.4 Oberflächenerosion

Oberflächenerosion ist meist die Folge einer äußeren Strömungsbeanspruchung. Es ist zu unterscheiden zwischen einer dammparallelen Strömungsbelastung durch ein Fließgewässer und der Beanspruchung durch ablaufendes Sickerwasser bzw. Niederschlag.

Oberflächenerosion im Bereich der wasserseitigen Böschung, z. B. durch Hochwasser, ist in Kapitel 3.5.3.2 beschrieben.

Im Bereich des Seitengrabens ist die Strömungsbelastung in den meisten Fällen vergleichsweise gering, sodass auf einen Erosionsschutz verzichtet wird. Erhöhte Strömungsbelastung kann zu Schäden an der Sohle und den Böschungen des Seitengrabens führen.

Als Erosionsschutz gegen austretendes Sickerwasser und Niederschlag dient die Grasnarbe. Ist diese beschädigt (Fehlstellen) oder (noch) nicht ausgebildet, kann oberflächlich abfließendes Wasser zu Erosionsschäden führen. Bild 46 zeigt die Folgen eines Starkregenereignisses am Beispiel einer unzureichend durch Grasbewuchs geschützten Dammböschung.



Bild 46: Oberflächenerosion durch Starkregen (Quelle: WSA Freiburg)

3.5.5 Bewuchs

3.5.5.1 Allgemeines

Die grundsätzliche Festlegung, ob der Bewuchs den Vorgaben des MSD entspricht (siehe Kapitel 2.9.4), ist nicht Gegenstand der Dammbbeobachtung. Das Datenblatt (VV-WSV 2301, Anlage 2) enthält Angaben darüber, ob vorhandener Bewuchs den Anforderungen des MSD entspricht. Wie mit Bewuchs umzugehen ist, wird im Aufgabenblatt beschrieben (VV-WSV 2301, Anlage 2).

In den nachfolgenden Unterkapiteln ist dargestellt, worauf im Zuge der Dammbbeobachtung hinsichtlich Bewuchs, bestehend aus Grasnarbe, Röhricht / Hochstauden / Wasserpflanzen und Gehölzen, zu achten ist.

3.5.5.2 Grasnarbe

Beispielhaft sind folgende Anforderungen an die Grasnarbe genannt:

- Die Grasnarbe muss dicht und geschlossen sein, es dürfen keine größeren Fehlstellen auftreten.
- Der landseitige Dammfuß mit möglichen Sickerwasseraustritten muss gut einsehbar sein.
- Es dürfen keine dichten Streuauflagen aus abgestorbenem Material vorhanden sein.
- Junge Gehölze oder wuchskräftige Neophyten dürfen nicht aufkommen.

Fehlstellen können durch Trampelpfade, Lagerfeuer, Aktivitäten von Wildschweinen, Gehölzschatten u.v.m. entstehen. Wie bereits in Kapitel 2.9.2.1 ausgeführt, ist es normal, wenn an sonnigen trockenen Böschungen der Graswuchs etwas lückiger ist. Wichtig ist, dass auch in Bestandslücken eine gute Durchwurzelung des Oberbodens vorhanden ist, was durch ein probeweises Abschürfen des Oberbodens leicht festgestellt werden kann. Fehlstellen unter Gehölzen sind tolerierbar, weil dort die Gehölzwurzeln den Erosionsschutz gewährleisten.

Bei zu geringer Unterhaltungsaktivität (keine jährliche Mahd oder Brachliegen) oder bei stark wüchsiger Grasnarbe kann der Grasbewuchs sehr hoch und dicht aufwachsen. Am Boden kann sich eine dichte Schicht aus abgestorbener Streu ablagern. Ein solcher Zustand ist aus dem Blickwinkel des Erosionsschutzes ungünstig, weil in Bodennähe wenig lebende Pflanzenmasse vorhanden ist und ein guter Pflanzenwuchs durch die Streuschicht verhindert wird.

Unregelmäßigkeiten im Bewuchs (kleinräumig veränderte Artenzusammensetzung, höhere oder herabgesetzte Wuchskraft bei ansonsten augenscheinlich gleichen Bedingungen) können auf Unregelmäßigkeiten im Aufbau des Dammkörpers oder auf bisher nicht erkannte Feuchtstellen hinweisen. Solche Stellen sind regelmäßig zu beobachten.

Beim Aufkommen junger Gehölze ist vor allem auf Pappel, Robinie, Eschen-Ahorn (*Acer negundo*) und Walnuss (*Juglans regia*) zu achten. Wuchskräftige Neophyten sind als schädigender oder hinderlicher Bewuchs zu werten und auf dem Damm unerwünscht (Kapitel 2.9.3.1). Die wichtigsten krautigen Arten auf Dämmen sind Japan-Knöterich (Bild 18), Riesen-Bärenklau und Goldrute (Bild 47). Seit einigen Jahren nimmt das in der Blüte an Raps erinnernde Orientalische Zackenschötchen (*Bunias orientalis*) an Straßenrändern und auf Dämmen zu (Bild 47).



Bild 47: Orientalisches Zackenschötchen (links), Riesen-Bärenklau (Mitte) und Goldrute (rechts) (Quelle: BfG)

Abweichungen von dem oben beschriebenen Idealzustand der Grasnarbe sind im Mängelbericht je nach Intensität als „ohne Befund“ oder als „Beschädigung“ einzustufen.

3.5.5.3 Röhricht, Hochstauden und Wasserpflanzen im und am Fluss, Kanal oder Seitengraben

Beispielhaft sind nachfolgend Kriterien für einen zulässigen Bewuchs genannt:

- Der Bewuchs darf kein Abflusshindernis für die Vorflut im Seitengraben darstellen.
- Gehölze oder unerwünschte Neophyten kommen im Schutz von Röhricht und Hochstauden nicht auf.
- Auslassöffnungen von Dränagen und andere, für die Dammbesichtigung wichtige Strukturen müssen erkennbar sein.

- Die Einsehbarkeit und Zugänglichkeit aller für die Dammbewachung wichtigen Flächen muss möglich sein.
- Oberflächendichtungen müssen von Röhricht- oder Hochstaudenbewuchs frei sein.

Sind die Bedingungen erfüllt, ist der genannte Bewuchs am Gewässerufer tolerierbar. Hinsichtlich aufkommender Gehölze und Neophyten gelten die oben gemachten Aussagen. Röhrichtbewuchs auf einer Oberflächendichtung kann als „Schaden“ eingestuft werden. Andere Abweichungen sind als „Beschädigung“ zu bewerten.

3.5.5.4 Gehölze

Wegen der besonderen Bedeutung von Gehölzen für die Standsicherheit sind die bei der Dammbewachung zu beachtenden Gesichtspunkte umfangreicher als bei den anderen beiden Bewuchstypen. Beispielhaft sind nachfolgend Kriterien aufgeführt, die bei Gehölzen erfüllt sein müssen. Abweichungen davon sind je nach Intensität als „Beschädigung“ oder „Schaden“ einzustufen. Sie lassen sich in der Regel durch einen Gehölzrückschnitt oder die selektive Entnahme von Einzelgehölzen beheben (Kapitel 4.4). Die unten genannten Zonen von (überbreiten bzw. überhohen) Dämmen sind aus Bild 24 ersichtlich.

- Hybrid-Pappeln oder andere Gehölze erster Ordnung (Wuchshöhe des erwachsenen Baumes über 25 m, siehe Kapitel 2.9.2.3) sind auf dem Damm oder in der landseitig anschließenden Zone 5 nicht vorhanden.
- Oberflächendichtungen, die Zone 4 des Dammes und Flächen im Umfeld von Dränagen sind gehölzfrei.
- In Zone 1 von Stauhaltungsdämmen treten nach Hochwasserereignissen keine abflusshindernden Verklausungen oder Kolke um Einzelgehölze auf.
- Es gibt keine Wurzelbrut bildenden Gehölze wie insbesondere Pappeln oder Robinien.
- Der Gehölzbestand ist in sich geschichtet mit einem Mix aus Sträuchern und ggf. Bäumen zweiter Ordnung oder verschiedener Altersklassen.
- Das Lichtraumprofil entlang der Zufahrtswege ist für einen Fahrzeugeinsatz ausreichend.
- Kranke, alte, absterbende oder tote Gehölze sind nicht vorhanden.
- Gehölze treiben nach einem Rückschnitt oder nach dem Auf-den-Stock-Setzen wieder vital aus, verrottende Wurzelstümpfe sind nicht vorhanden.
- Größere Gehölze weisen keine Anfahrschäden oder Schäden durch Vandalismus auf.
- Windwurfgefährdete große Einzelbäume sind nicht vorhanden. Falls solche Gehölze vorhanden sind, muss ihr Abstand von der wasserseitigen Böschungsschulter größer als 5 m sein. Dadurch wird eine wesentliche Schwächung des Dammquerschnitts durch Windwurf ausgeschlossen.
- Der intensiv von Gehölzen durchwurzelte Bereich mit einer anzunehmenden Wurzeltiefe von ca. 1,5 m liegt oberhalb des potenziell durchströmten Bereichs des Dammes.
- Wurzelteller von Gehölzen sind ohne sichtbare Schäden (Bodenaufbrüche, Wurzelausbrüche).
- Im Umfeld von Gehölzwurzeln gibt es keine Sickerwasseraustritte.

Als „Schaden“ ist z. B. einzustufen, wenn Gehölze auf Oberflächendichtungen oder in Zone 4 des Dammes auftreten, windwurfgefährdete große Einzelgehölze oder Baumreihen bestehen, durch die bei Windwurf der Dammquerschnitt entscheidend geschwächt wird, Boden- oder Wurzelabbrüche vorhanden sind sowie Sickerwasseraustritte an Wurzeltellern auftreten. In diesen Fällen ist eine Gefährdung der Dammstandsicherheit möglich. Insbesondere nach Sturm- und Starkregenereignissen oder Hochwasser sind solche Schadensstellen einer intensiven Beobachtung zu unterziehen. Die Einstufung als Schaden muss allerdings nicht bedeuten, dass eine akute Gefährdung der Dammstandsicherheit durch diese Gehölze besteht. Zur weiteren Bewertung bedarf es einer Beurteilung gemäß MSD.

3.5.6 Tiere – Erkennen im Gelände

3.5.6.1 Allgemeines

Als dämmerungsaktive Tiere bekommt man Biber, Bisam und Nutria nur selten zu Gesicht. Bestimmte Merkmale im Gelände resp. am Damm bzw. Deich können das Vorkommen bestimmter Arten anzeigen.

3.5.6.2 Schäden

Die drei semiaquatischen Nagetierarten Bisam, Biber und Nutria beeinflussen durch ihre Lebensweise – vor allem durch Wühltätigkeit, aber z. T. auch durch Verbiss (hpts. Biber und Nutria) – oft in erheblichem Umfang nachhaltig und nachteilig die Ufer, Deiche und Dämme. Die weitaus meisten Schäden werden vom Bisam verursacht. Grundsätzlich wird zwischen primären und sekundären Schäden unterschieden. Primäre Schäden entstehen vor allem durch die direkte Grabarbeit, aber auch durch die Zerstörung des Uferbewuchses. Derartige Primärschäden sind nicht ohne weiteres erkennbar. Sekundäre Schäden sind Folgeschäden, die z. B. entstehen, wenn Baue bei Hochwasserereignissen einstürzen und dadurch Böschungsabbrüche, Unterspülungen und Auskolkungen auftreten (Bild 48). Sie sind auffällig, werden daher häufiger beobachtet als primäre Schäden, weisen jedoch nicht unbedingt auf akute Besiedlung hin.



Bild 48: Biberschäden an der Havel (Quelle: WSV)

3.5.6.3 Besiedlungsmerkmale

Spuren, Fährten: Im feuchten Sediment sind gelegentlich Spuren erkennbar. Der Hinterfußabdruck ist bei allen drei Arten größer als der Vorderfußabdruck. Die Schwanzspuren sind als Schleifspuren in der Pfotenspur erkennbar. Die Kelle beim Biber hinterlässt eine entsprechend größere Schleifspur. Die Trittsiegel der Arten unterschieden sich vor allem durch die Größe.

Losungen: Während der Bisam seine Losung auf aus dem Wasser herausragende Gegenstände (Steine, Grasbüschel, Baumstämme, auch im Uferbereich) setzt (Bild 49), gibt der Biber sie ausschließlich im Wasser ab. Die Nutria setzt ihre Losung sowohl im Wasser als auch auf Land.



Bild 49: Bisamlosung (Quelle: BfG)

Wechsel: Die drei Arten legen am Ufer Landausstiege und Wechsel an (Bild 50), die sich in der Größe unterscheiden. Auch unter Wasser werden Tauchpässe, sog. Grundwechsel angelegt, die am fehlenden Pflanzenbewuchs bzw. Feinsediment oder eingefallenem Laub erkennbar sind und sich meist heller vom übrigen Gewässergrund abzeichnen.



Bild 50: Grundwechsel bei Niedrigwasser (Quelle: BfG)

Nahrung / Fraßbilder: Auch bestimmte Fraßbilder können das Vorkommen von Arten anzeigen, so z. B. treibende Pflanzenteile auf dem Wasser, Fraß von Feldfrüchten, Anhäufung von Muschelschalen (Bisam, Bild 51), die Fällung und das Schälen von Bäumen in charakteristischer Weise (Biber, Bild 52).



Bild 51: Muscheln vor Bisambau (Quelle: WSA Freiburg)



Bild 52: Fraßspuren Biber (Quelle: WSV)

Baue: Auf die Bautätigkeit wurde schon in Kapitel 2.10.3 eingegangen. Im Wesentlichen unterscheiden sich die Röhren durch unterschiedliche Durchmesser (Bisam: 10 - 15 cm, Biber und Nutria 30 - 40 cm). Der Erdauswurf unter Wasser ist oft farblich vom Sohlensubstrat abweichend und dadurch erkennbar.

3.6 Messungen

3.6.1 Grundwasserstandsmessungen

3.6.1.1 Allgemeines

Die häufigste im Rahmen der Dambeobachtung durchzuführende Messung ist die Erfassung des Grundwasserstandes durch die Messung in Grundwassermessstellen. Die Messung des Grundwasserstandes erfolgt entweder händisch mit dem Lichtlot (alternativ mit einer Brunnenpfeife) oder automatisiert mit Wasserstandsmesseinrichtungen (Pegelsonden), die in die Messstelle eingebaut werden.

3.6.1.2 Messungen mit dem Lichtlot

Bei der Messung mit dem Lichtlot wird der Abstich erfasst (Bild 56). Der Abstich ist der Abstand zwischen dem Wasserstand in der Messstelle und dem Pegelnullpunkt (Messpunkt). D. h. für die Messung ist es erforderlich, die als Pegelnullpunkt (PNP, Bild 53) festgelegte Bezugshöhe der Messstelle zu kennen. Die Höhe dieses Pegelnullpunktes ist vermessungstechnisch erfasst. Sie ist erforderlich, um aus den Messwerten (Abstich) die Höhe des Wasserspiegels über dem Bezugsniveau (zumeist NHN: Normalhöhennull) zu ermitteln. Dazu wird der gemessene Abstich von der Höhe des Pegelnullpunkts abgezogen:

$$\text{Höhe der Gw-Oberfläche [m+NHN]} = \text{Höhe des Pegelnullpunkts [m+NHN]} - \text{Abstich [m]}$$

Es gibt verschiedene Arten für die Ausbildung des Messstellenkopfes. Grundsätzlich ist zu unterscheiden in Oberflur- und Unterflurmessstellen (vgl. Kapitel 2.8).

Bei Oberflurmessstellen liegt der Messstellenkopf über dem Gelände. Die Pegelkappe dient dem Verschluss der Messstelle nach oben. Sie ist entweder auf dem Schutzrohr montiert (Bild 53) oder direkt auf dem Aufsatzrohr (Bild 54). Bei Messstellen ohne Schutzrohr ist in der Regel die Oberkante der geöffneten Pegelkappe als Messpunkt definiert und eingemessen. Bei Messstellen mit Schutzrohr ist entweder die Oberkante des Aufsatzrohres oder die Oberkante der geöffneten Pegelkappe als Messpunkt festgelegt.

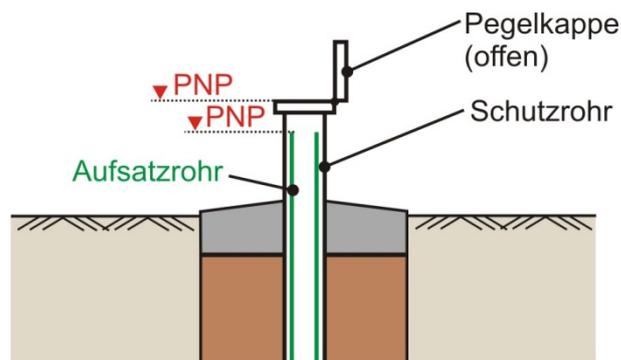


Bild 53: Pegelkappe auf Schutzrohr montiert und mögliche Pegelnullpunkte (PNP)

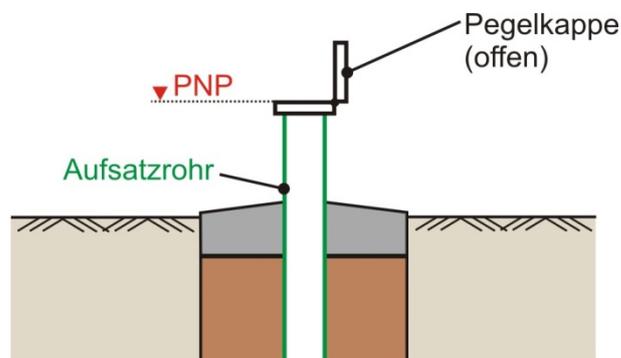


Bild 54: Pegelkappe auf Schutzrohr montiert mit Pegelnullpunkt (PNP)

Bei Unterflurmessstellen befindet sich das obere Ende des Aufsatzrohres unterhalb des Geländes (Bild 55). Der Messstellenkopf, der meist mit einer Pegelkappe versehen ist, ist durch eine Schachtabde-

ckung geschützt. Die Schachtabdeckung ist im Allg. aus Gusseisen hergestellt und besteht aus einem Schaft und einem meist verschraubten Deckel. Zur Durchführung von Messungen in Unterflurmessstellen muss der Deckel der Schachtabdeckung geöffnet werden. Hierzu ist das entsprechende Werkzeug erforderlich. Der Pegelnullpunkt ist entweder die Oberkante der geöffneten Pegelkappe oder die Oberkante des Ausatzrohres innerhalb eines Schutzrohres (s. o.).

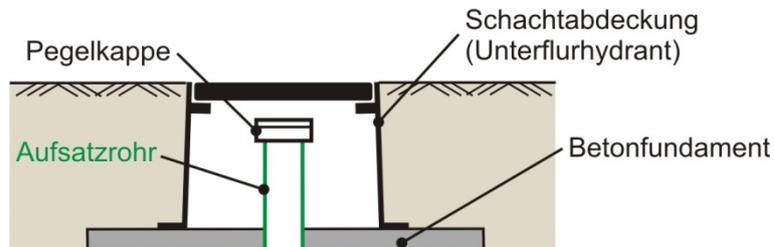


Bild 55: Messstellenkopf im Unterflurausbau

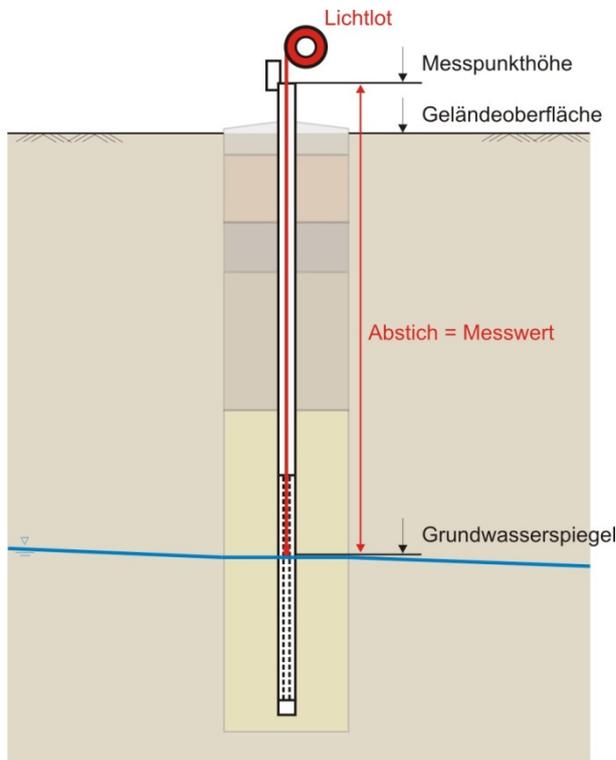


Bild 56: Grundwasserstelle - Messung mit dem Lichtlot (rechts Quelle: WSA Nürnberg)

3.6.1.3 Automatisierte Grundwassermessstellen

Bei automatisierten Messungen wird die Höhe des Wasserspiegels im Pegelrohr durch entsprechende Messeinrichtungen (Pegelsonden) erfasst. Diese werden in die Messstelle eingehängt (Bild 57 und Bild 58) und messen in einem bestimmten einzustellenden Zeitintervall den Wasserdruck auf Höhe der Pegelsonde (Messpunkthöhe) und speichern diesen in einem in den Messstellenkopf integrierten Datenlogger ab. Dieser Druck gibt Auskunft über die Höhe des Wasserspiegels über der Pegelsonde (Messpunkt)

[mWS]. Zur Bestimmung der NHN-Höhe des Wasserspiegels ist die Kenntnis der Messpunkthöhe der Pegelsonde erforderlich:

$$\text{Höhe Gw-Oberfläche [m+NHN]} = \text{Messpunkthöhe Pegelsonde [m+NHN]} + \text{gemessener Wasserdruck [mWS]}$$



Bild 57: Pegelsonde vor (links) und nach dem Einbau (rechts) in eine Grundwassermessstelle (Quelle: BAW)

Die im Datenlogger gespeicherten Daten werden entweder vor Ort mit entsprechenden Geräten (Laptop etc.) ausgelesen oder per Datenfernübertragung abgerufen. Bild 57, rechts zeigt den Messstellenkopf einer automatisierten Grundwassermessstelle mit der Anschlussbuchse für die Datenübertragung per Kabel. Der Messstellenkopf hat zusätzlich eine Öffnung um Kontrollmessungen mittels Lichtlot durchführen zu können.

Die digitalen Messwerte sollten in regelmäßigen Abständen durch Messungen mit dem Lichtlot überprüft werden.

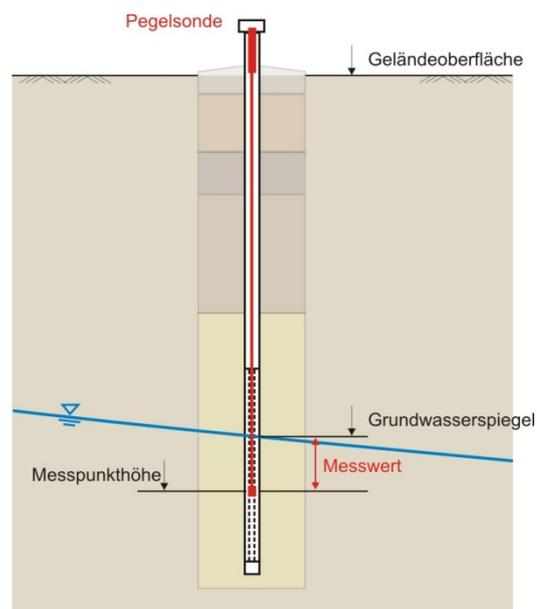


Bild 58: Grundwassermessstelle - Messung mit Pegelsonde

Neben den oben beschriebenen Möglichkeiten zur Feststellung von Dammdurchströmungen durch Grundwassermessstellen und Dränagen gibt es noch weitere Möglichkeiten wie z. B. Bodentemperaturmessungen und andere geophysikalische Methoden. Die Durchführung derartiger Messungen erfolgt durch Fachfirmen und ist nicht Gegenstand der Dammeobachtung.

4 Handeln

4.1 Sofortmaßnahmen

4.1.1 Allgemeines

Im nachfolgenden Kapitel werden Maßnahmen vorgestellt, die als Sofortmaßnahmen zur Erhöhung oder Stabilisierung der Dammstandsicherheit geeignet sind. Sanierungsmaßnahmen, die zur Wiederherstellung der langfristigen Dammstandsicherheit durchgeführt werden, sind nicht Gegenstand dieses Merkblattes. Sofortmaßnahmen werden auch als Dammverteidigung bezeichnet.

Es ist nicht Aufgabe des Dammeobachters selbstständig Sofortmaßnahmen durchzuführen. Seine Verantwortung beschränkt sich auf das Erkennen und Melden der Abweichung vom Soll-Zustand.

Bei Sofortmaßnahmen handelt es sich um bautechnische Notfallmaßnahmen, die der Stabilisierung des Dammes bis zur endgültigen Sanierung dienen. D. h., das Ziel von Sofortmaßnahmen ist die Verhinderung der Ausweitung eines bestehenden Schadens und damit eines vollständigen Dammversagens.

Sofortmaßnahmen können nur dann schnell und wirkungsvoll ausgeführt werden, wenn die erforderlichen Geräte und Hilfsmittel sowie Baustoffe kurzfristig zur Verfügung stehen. Die im Einzelfall erforderliche technische Ausrüstung ist von den örtlichen Verhältnissen abhängig und kann nicht pauschal beschrieben werden. Die Beteiligten müssen über das erforderliche Wissen verfügen und sollten mit den möglichen Sofortmaßnahmen vertraut sein. Dies kann durch Übungen, entsprechende Unterweisungen und Informationen erfolgen. Handlungsanweisungen für die Durchführungen ortsspezifischer Sofortmaßnahmen helfen Wissen zu dokumentieren und weiterzugeben. Detaillierte Informationen zu Sofortmaßnahmen im Hochwasserfall (Verteidigungsmaßnahmen) sind im Handbuch Hochwasserschutz - Deichverteidigung (2001) zu finden

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Erreichbarkeit der Einsatzstelle im Schadensfall. Die Zufahrtswege zum Damm und die Dammverteidigungswege sowie deren Zugänglichkeit und Tragfähigkeit müssen bekannt sein. Ihre Befahrbarkeit muss sichergestellt sein. Erschütterungen und Belastungen der Dammkronen und -böschungen im Bereich von Schadenstellen sind zu vermeiden.

Die nachfolgenden Ausführungen geben einen Überblick über mögliche Sofortmaßnahmen. Erfordernis, Ausführung vor Ort und Dauer der Sofortmaßnahme sind an die örtlichen Randbedingungen anzupassen und im Einzelfall festzulegen.

Sofortmaßnahmen gliedern sich in folgende Maßnahmengruppen:

- Maßnahmen bei Sickerwasseraustritten
- Maßnahmen bei Dammverformungen
- Maßnahmen bei Bodenmaterialtransport

4.1.2 Wirkungsweise der Maßnahmen

Zum besseren Verständnis der Wirkungsweise der verschiedenen Sofortmaßnahmen sind grundlegende Kenntnisse zur Dammstandsicherheit und zum Bodenmaterialtransport hilfreich, die nachfolgend in komprimierter Form dargestellt werden.

Bei der Bewertung der Dammstandsicherheit werden die haltenden und treibenden Kräfte, die auf den angenommenen Bruchkörper wirken, bestimmt und unter Berücksichtigung geforderter Sicherheiten verglichen (Kapitel 2.5.2). Sehr anschaulich lässt sich das an einem Bruchkörper mit kreisförmiger Gleitfuge (Bild 59) darstellen, der sich beim Versagen (Abrutschen) um den Mittelpunkt des Gleitkreises dreht.

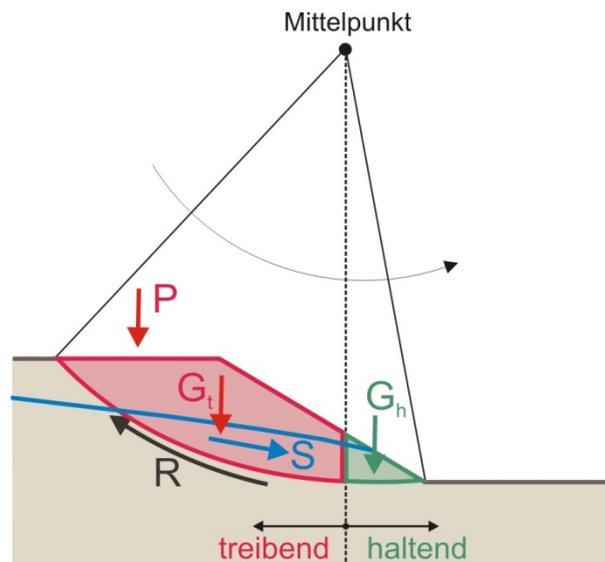


Bild 59: Kräfte an einem Bruchkörper mit kreisförmiger Gleitfuge

An diesem Bruchkörper wirken folgende Kräfte:

- Gewichtskräfte G_t und G_h ,
- äußere Last P ,
- Strömungskraft S und
- Reaktionskraft R des Bodens in der Gleitfuge.

Ob diese Kräfte haltend oder treibend wirken, hängt davon ab, ob ihre Wirkungsrichtung der Bruchkörperbewegung entspricht oder ihr entgegen wirkt. D. h., die äußere Last P und die Strömungskraft S wirken treibend und die Reaktionskraft R im Boden wirkt haltend. Bei der Gewichtskraft ist zu unterscheiden in den Anteil, der treibend wirkt (G_t , links des Drehpunktes in Bild 59) und den Anteil der haltend wirkt (G_h , rechts des Drehpunktes in Bild 59).

Maßnahmen wirken stabilisierend, wenn die treibenden Kräfte verringert werden oder wenn die haltenden Kräfte vergrößert werden. Die nachfolgende Tabelle 1 zeigt mögliche Maßnahmen bezogen auf die verschiedenen Kräfte.

Tabelle 1: Mögliche Sofortmaßnahmen zur Erhöhung der Böschungsstandsicherheit

	Kraft	mögliche Maßnahmen
Verringerung treibende Kräfte	äußere Last P	Verminderung der Belastung des Dammes, z. B. durch Verhinderung einer Befahrung
	Strömungskraft S	Reduzierung des Dammeinstaus durch Absenkung der Sickerlinie durch Sauglanzen (well-point-Anlage)
		Reduzierung der Dammdurchströmung durch Abdichtung lokaler Fehlstellen auf der wasserseitigen Dammböschung
		Reduzierung der Dammdurchströmung durch landseitigen Einstau
Vergrößerung haltende Kräfte	Gewichtskraft G (haltender Anteil)	Aufbringen zusätzlicher Belastung (z. B. Kies-schüttung oder Sandsäcke -> Auflastdrän)
	Reaktionskraft R	keine (da abhängig von Bodeneigenschaften)

Nicht jede der genannten Maßnahmen ist in gleichem Maß als Sofortmaßnahme geeignet, da sie mit unterschiedlichem zeitlichem Aufwand verbunden sind und teilweise ihre mögliche räumliche Ausdehnung stark eingeschränkt ist.

Außerdem können einige der genannten Maßnahmen in ihrer stabilisierenden Wirkung gleichzeitig einen negativen Einfluss auf die Dammstandsicherheit haben. In Tabelle 2 sind die bei den einzelnen Sofortmaßnahmen zur Erhöhung der Böschungsstandsicherheit möglichen Nebenwirkungen und Einschränkungen zusammengestellt.

Bodenmaterialtransport findet statt, wenn eine ausreichende Strömungskraft vorhanden ist und wenn gleichzeitig die Bodenpartikel aus dem Dammkörper abtransportiert werden können. Zur Verhinderung eines Materialaustrages ergeben sich damit grundsätzlich zwei Möglichkeiten: die Verringerung der Strömungskraft oder die Verhinderung eines Abtransports von Bodenmaterial durch Abfiltern.

Eine Reduzierung der Dammdurchströmung ist als Sofortmaßnahme meist nur bei lokalen Fehlstellen möglich. Maßnahmen zur Reduzierung der Strömungskraft durch den Aufbau eines Gegenstaus sind nur bei lokal stark eingegrenztem Materialaustrag sinnvoll (Kapitel 4.1.2.1).

Tabelle 2: *Mögliche Einschränkungen und Nebenwirkungen bei Sofortmaßnahmen zur Erhöhung der Böschungsstandsicherheit*

Mögliche Sofortmaßnahmen	Nebenwirkung und Einschränkungen
Verhinderung einer Belastung des Dammes z.B. durch Befahrung	Erschwernis bei der Dammverteidigung
Absenkung der Sickerlinie	Einspülen der Saugglanzen führt zu lokaler Aufsättigung des Dammes, räumlich beschränkte Wirkung
Abdichtung von wasserseitigen Fehlstellen	Wirkung nur bei vollständiger Abdichtung der Fehlstelle, meist nur geringe Reduzierung der Aufsättigung des Dammkörpers möglich Bei Asphaltabdichtungen ist eine Abdichtung von kleinflächigen Fehlstellen z.B. aufgrund von Schiffsanfahrungen vom Wasser aus möglich
Reduzierung der Durchströmung durch landseitigen Einstau	Räumlich beschränkte Wirkung, Sickerlinie im Damm steigt an, mögliche Reduzierung der Dammstandsicherheit in benachbarten Bereichen
zusätzliche Belastung aufbringen (im haltenden Bereich)	Reduzierung der Dammstandsicherheit bei falscher Lage der zusätzlichen Belastung, Aufstau der Sickerlinie bei unzureichender Durchlässigkeit des Belastungsmaterials, Bodenmaterialaustrag bei unzureichender Filterwirkung des Belastungsmaterials

Bodenmaterialaustrag kann durch den Einbau eines Filters verhindert oder reduziert werden. Dieser Filter kann in Form einer Kornschüttung oder als geotextiler Filter ausgeführt werden. Die einzelnen Filter (Kornfilter oder Geotextil) unterscheiden sich hinsichtlich der Größe ihrer Poren (Porenraumverteilung). Die Poren müssen klein genug sein um die Bodenpartikel, die aus dem Dammkörper transportiert werden, zurückzuhalten (Bild 60). Gleichzeitig müssen sie jedoch groß genug sein, um den Abfluss des austretenden Sickerwassers nicht zu behindern und damit keinen Aufstau im Dammkörper zu verursachen. D.h. nicht jeder Filter passt zu jedem Boden. Um die Wirkungsweise eines Filters sicherzustellen, wird der Filter auf den Boden mit Hilfe bestimmter Berechnungsverfahren bemessen (MAK, 2013 und MAG, 1993).

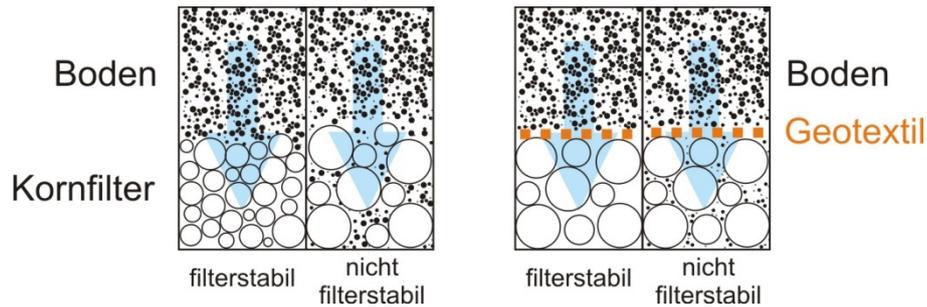


Bild 60: Filterstabile und nicht filterstabile Grenzfläche zwischen Boden und Kornfilter (links) und Geotextil (rechts)

Ist ein Kornfilter falsch bemessen, so hält er entweder den Boden nicht zurück (Poren zu groß) oder er behindert den Abfluss des Sickerwassers (Poren zu klein). Ist ein geotextiler Filter falsch bemessen, so besteht die Gefahr, dass sich das Geotextil zusetzt und sich dadurch seine Durchlässigkeit maßgeblich verringert. Dies ist in allen Fällen zu vermeiden.

Für die Notfallvorsorge wird empfohlen vorab eine Bemessung von Filtermaterial (mineralischer Filter, Geotextil) durchzuführen um geeignetes Material vorzuhalten.

4.1.3 Maßnahmen bei Sickerwasseraustritten

Ob bei einem festgestellten Sickerwasseraustritt Sofortmaßnahmen erforderlich sind, hängt davon ab, ob von dem Wasseraustritt eine unmittelbare Standsicherheitsgefährdung für den Damm ausgeht. Wie bereits in Kapitel 3.5.2 beschrieben, hängt das in erster Linie davon ab, ob mit dem Sickerwasser Bodenmaterial aus dem Damm ausgetragen wird oder nicht.

Bei folgenden Beobachtungen sind umgehend Maßnahmen zu veranlassen:

- Deutlich zunehmende Sickerwassermengen,
- Anstieg des Austrittspunktes der Sickerlinie (der Dammaufsättigung),
- Austrag von Bodenmaterial in deutlich sichtbaren Mengen und
- Verstärkung des Bodenmaterialaustrags.

Unabhängig davon, ob mit dem austretenden Sickerwasser Bodenteilchen ausgetragen werden oder nicht, sind folgende Grundsätze zu beachten:

- Der Abfluss des Sickerwassers muss gewährleistet sein, d. h. die Austrittsstelle darf auf keinen Fall abgedichtet werden (z. B. durch Aufbringen von geringdurchlässigem Bodenmaterial oder durch das Auflegen von Kunststofffolien oder nicht auf den Boden bemessenen Geotextilien).
- Bohren oder Stochern in lokalen Sickerwasseraustritten (Quellen) ist zu unterlassen, um eine rückschreitende Erosion nicht zu begünstigen.
- Bei Sickerwasseraustritten im Hinterland ist ein Befahren des Hinterlandes zu vermeiden.

Werden Sickerwasseraustritte festgestellt, darf der freie Austritt des Sickerwassers unter keinen Umständen behindert oder verhindert werden. Dies würde zu einem Aufstau des Sickerwassers und einem An-

stieg der Sickerlinie führen und damit zu einer Verringerung der Standsicherheit des Dammes. Sofortmaßnahmen im Bereich von Sickerwasseraustritten sind daher so auszuführen, dass ein freier Sickerwasserabfluss möglich ist.

Sickerwasseraustritte ohne sichtbaren Bodenmaterialtransport

Sickerwasseraustritte ohne sichtbaren Bodenmaterialtransport (klares Sickerwasser) sind in der Regel nicht als Schaden einzustufen. Je nach Bauweise ist ein Sickerwasseraustritt ein planmäßiger Zustand oder eine Abweichung vom Sollzustand (Kapitel 3.5.2).

Da auch eine Abweichung vom Sollzustand z. B. infolge des Versagens einer Dichtung in der außergewöhnlichen Bemessungssituation berücksichtigt wird, ist die Standsicherheit des Dammes für diese Situation nachgewiesen. Sofortmaßnahmen sind in diesem Fall i. d. R. nicht erforderlich.

Sickerwasseraustritte mit sichtbarem Bodenmaterialtransport

Sickerwasseraustritte mit Bodenmaterialtransport führen zu einer Veränderung der Bodenstruktur und sind in der Regel als Schaden oder akute Gefahr einzustufen. Die Durchlässigkeit und die Durchströmungsgeschwindigkeit nehmen durch den Abtransport des feinkörnigen Bodenmaterials zu. Dadurch werden immer größere Partikel transportiert. Ein derartiges Versagen hat einen progressiven Verlauf, d. h. der Bodenmaterialtransport nimmt überproportional mit der Zeit zu.

Treten Sickerwasseraustritte mit sichtbarem Bodenmaterialtransport auf, müssen die auszuführenden Sofortmaßnahmen einerseits Böschungsrutschungen, die durch die Durchströmung verursacht werden, verhindern und andererseits einen Bodenmaterialtransport aus dem Dammkörper unterbinden. D. h., das Dammmaterial an der Grenzfläche des Dammes zur Auflast muss filterstabil gegenüber dem Auflastmaterial sein. Dies kann durch einen auf den Dammbaustoff bemessenen Kornfilter (Schüttung) oder durch ein Geotextil erfolgen. Anlage 4.1 zeigt eine Übersicht über geeignete Maßnahmen. Auch in diesem Fall ist die Belastung von unten nach oben aufzubringen.

Wasseraustritte im Hinterland (Quellen)

Im Dammhinterland kann es unter bestimmten Randbedingungen zur Bildung von sogenannten Quelltrichtern kommen (Kapitel 2.5.3 und 3.5.4). Diese Quellen sind in der Regel mit Bodenmaterialaustrag verbunden. Von diesen Quellen geht die Gefahr der Bildung von Erosionskanälen und rückschreitender Erosion aus. Derartige Quellen sind umso kritischer zu bewerten, je näher sie sich am Damm befinden und je größer die ausgetragene Bodenmaterialmenge ist.

Um eine Gefährdung des Dammes zu verhindern, kann ein Bodenmaterialaustrag durch das Aufbringen einer filterstabilen Kiesschüttung oder von Sandsäcken auf einem Geotextil verhindert werden. Der Sickerwasserabfluss darf durch die Maßnahmen nicht beeinträchtigt werden.

Alternativ besteht die Möglichkeit durch den Bau eines Fangedammes aus Sandsäcken und den Aufbau eines landseitigen Gegenbaus, um das hydraulische Gefälle zu verringern und dadurch den Bodenmaterialtransport zu reduzieren oder zum Stillstand zu bringen.

Anlage 4.2 zeigt mögliche Maßnahmen, die bei punktuellen Wasseraustritten angewendet werden können in der Übersicht.

4.1.4 Maßnahmen bei Verformungen

Sind Verformungen aufgetreten, hat bereits ein Versagen stattgefunden (vgl. Kapitel 3.5.3). Dieses Versagen ist i. d. R. örtlich begrenzt und nicht mit einem vollständigen Versagen (Dambruch) gleichzusetzen. Eine einmal stattgefundene Rutschung kann nicht rückgängig gemacht werden. Ziel von Sofortmaßnahmen ist in diesem Fall die Stabilisierung der bereits geschädigten Dammböschung um ein vollständiges Versagen des Dammes zu verhindern (vgl. Kapitel 2.6).

Bei aufgetretenen Verformungen sind Erschütterungen und zusätzliche Belastungen des Dammkörpers unbedingt zu vermeiden. Das bereits abgerutschte Bodenmaterial darf nicht entfernt werden.

Anlage 4.1 zeigt die Ausführungsmöglichkeiten einer Dammstützung mit einer Kiesschüttung nach einer Rutschung.

Um Bodenmaterialtransport aus dem Dammkörper zu verhindern, muss bei der Sicherung mit Sandsäcken unter dem Gitterrost ein geeignetes Geotextil verlegt werden. Bei der Stützung mit einer Kiesschüttung ist auf Filterstabilität zum Dammmaterial zu achten.

4.2 Katastrophenfall

Bei Ausrufung eines Katastrophenfalls durch die zuständige Behörde (z. B. bei Bruch eines hohen Stauhaltungsdammes an einem Fließgewässer) geht die Verantwortung für die Gefahrenabwehr an die Katastrophenschutzbehörde über. Das Handbuch Hochwasserschutz-Deichverteidigung (THW, 2001) enthält hierzu weitere Erläuterungen.

Regelmäßige Übungen mit den Katastrophenschutzbehörden und den zuständigen Einsatzkräften (Feuerwehr, THW) fördern eine konstruktive Zusammenarbeit.

4.3 Tiere

4.3.1 Sicherungsmöglichkeiten gegen Schäden

4.3.1.1 Terrestrische Arten

Aufgrund der geringen räumlichen Ausdehnung und der oberflächennahen Anordnung der Tierbaue von Mäusen, Maulwürfen und Wanderratten kann eine Gefährdung der Dammstandsicherheit durch diese Arten vernachlässigt werden.

Füchse und Dachse, die Baue in Dämmen anlegen, müssen vergrämt oder bejagt werden. Ihre Baue müssen hinsichtlich ihrer Ausdehnung erkundet und mit geeignetem Material verfüllt werden.

4.3.1.2 Semiaquatische Arten

Bisam

Weitgreifende Sicherungsmöglichkeiten der Ufer gegen Bisamschäden ergeben sich aus der richtigen Wahl der Baustoffe und Bauweisen, die sich wie folgt klassifizieren lassen:

bisamfest: Keine Zerstörungen über und unter Wasser möglich. Als bisamfest gelten Steinsatz, Setzpack, Rauh- und Reihenpflaster, Natur- und Kunststeinplatten, Betonformsteine, Betongittersteine. Die Materialien müssen lückenlos und sorgfältig verarbeitet werden.

bisamsicher: Auf längere Sicht Zerstörungen über Wasser möglich, unter Wasser im Allgemeinen zerstörungsfrei. Erfahrene Bisame können auch hier in begrenztem Umfang Schäden hervorrufen. Als bisamsicher gelten: breiter Gehölzstreifen, Pfahlwände, Packfaschinat, Stein- und Grobsteinschüttung (mind. 30 cm Stärke), Drahtgeflechte, Steinmatten (Mindeststärke 20 cm), Drahtschotterkästen.

nicht bisamsicher: Zerstörungen über und unter Wasser möglich. Als nicht bisamsicher gelten: Ufer aus Röhrichten, Gräser, Kräuter, Gehölzsaum unter 10 m Breite, Holzflechtwerke, Buschmatten, Faschinmatten, Gewebe und Vliese.

Wo Schäden oder Gefährdungen zu erwarten sind und bautechnisch nicht ausgeschlossen werden können, muss zu Bestandsregulierungen gegriffen werden. Das Zerstören vorhandener Baue ist kontraproduktiv, da der Bisam versucht, seine alten Baue neu aufzugraben.

Die Verwendung von Ködergiften, Begasungsmitteln und die biologische Bekämpfung des Bisams sind verboten. Da der Bisam nicht zum jagdbaren Wild zählt und auch kein „Jagdschädling“ ist, ist der Einsatz von Schusswaffen im Rahmen der Jagdausübung nicht zulässig. Dazu bedarf es einer Sondergenehmigung durch die Ordnungsbehörde. Die Fänge dürfen nur von Personen ausgeübt werden, die über die notwendige Sachkenntnis verfügen. In Naturschutzgebieten und Nationalparks ist die Bekämpfung im Regelfall nur im Einvernehmen mit den Naturschutzbehörden möglich. Da die Länder die Bisambekämpfung nicht einheitlich geregelt haben, ist es notwendig, vor Aufnahme der Fangtätigkeit die Rechtslage in Erfahrung zu bringen.

Bisame werden nahezu ausschließlich mit Fallen (Bild 61) bekämpft. Zurzeit stehen Köderabzugsfallen (= beköderte Schlagfallen), die am Ufer aufgestellt werden und aus Gründen des Vogelschutzes nur auf Zug auslösen dürfen, sowie Wechselschlagfallen für den Unter-Wasser-Fang zur Verfügung. Schlagfallen können auch gezielt an gefährdeten Objekten in Kunstbaue eingesetzt werden. Auskünfte über erlaubte Fanggeräte erteilen die für die Bisambekämpfung zuständigen Landesbehörden.



Bild 61: Schlagfalle (Quelle: WSA Freiburg)

Nutria

Für die Nutria gilt Ähnliches wie für den Bisam. Im Unterschied zum Bisam sind Nutriapopulationen wesentlich besser in ihrer Bestandsentwicklung regulierbar, wie Übernutzungen freilebender Populationen in Amerika und die Ausmerzungen in England ausgesetzter Populationen belegen. Effektiv sind die Nutria nur mit großen doppelfedrigen Conibear-Fallen und beköderten Kastenfallen zu fangen oder mit Kleinkalibergewehr bzw. Schrotflinte zu erlegen. Bei gemeinsamem Auftreten von Nutria, Fischotter und Biber besteht die Gefahr von Fehlfängen der geschützten Arten. In diesem Fall kann nur eine selektiv wirksame Methode wie der Abschuss empfohlen werden. Ein Einsatz der Conibear-Falle kann nur in Gebieten, wo Fischotter und Biber fehlen, erfolgen.

Biber

Soweit Maßnahmen in Biberlebensräumen erforderlich werden, sind diese mit äußerster Sorgfalt zu planen und auf das notwendige Maß zu beschränken. Die Naturschutzbehörden sind frühzeitig zu beteiligen. Sollen Maßnahmen durchgeführt werden, ist hierfür eine Ausnahmegenehmigung von der zuständigen Naturschutzbehörde erforderlich. Grundsätzlich sind dem Biber aufgrund seiner Ausnahmestellung als besonders geschützte Art ausreichend Habitats zu belassen und neue zu schaffen.

Bäume können vor Biberbiss mit einem Drahtgitter geschützt werden. Gefallene Bäume sollten, wo möglich, liegen gelassen werden, ggf. mit Verankerung. Die Entfernung von frisch gefällten Bäumen führt zu neuen Fällaktivitäten des Bibers.

Scheiden diese Maßnahmen wegen lokaler Gegebenheiten aus, können technische Maßnahmen zur großräumigen Sicherung gefährdeter Strecken ergriffen werden, z. B. durch den Einbau von Hindernissen zwischen Ufer und Erdbauwerk. Diese Hindernisse (Einbau von Gittern, Abspundungen oder das Anlegen eines mit grobem Schotter aufgefüllten Grabens zwischen Ufer und Deich) sollten in mind. 3 - 4 m Entfernung zum Ufer eingebaut werden, damit dieses noch benutzt werden kann (Bild 62). Die Hindernisse müssen tief genug sein und bis unmittelbar an die Erdoberfläche heranreichen, damit der Biber diese nicht unter- oder übergraben kann.

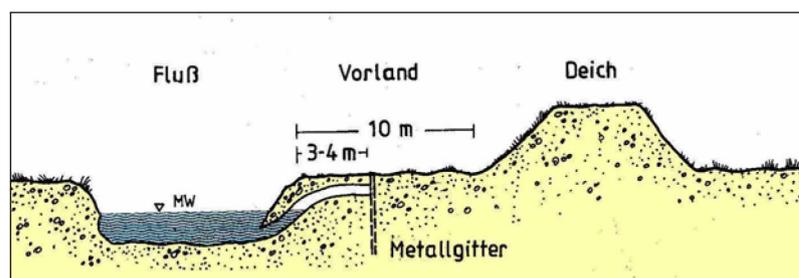


Bild 62: Eingraben von Metallgittern (aus DVWK 247/1997)

Bei nicht ausreichendem Abstand zwischen Ufer und Deich kann der Biber grundsätzlich durch Anlage von Steinschüttungen (Bild 63) am Röhrenbau gehindert werden. Abspundungen im Erdbauwerk können notwendig und auch sinnvoll sein, wenn der Biber Verbindungsgänge zwischen Hauptgewässer und Gewässer hinter dem Damm bzw. Deich (Altgewässer, Fischweiher etc.) herzustellen versucht und andere Schutzmaßnahmen ausscheiden. Bei der Stabilisierung von Uferböschungen, die dem Biber das Graben

von Wohnbauten nicht mehr ermöglichen (z. B. bei Anlage von großflächigen Steinschüttungen), können ersatzweise künstliche Wohnbauten teilweise bzw. ganz erstellt werden.



Bild 63: Verfüllter Biberbau an der Havel (Quelle: WSV)

Denkbare Maßnahmen zur Bestandsregulierung des Bibers sind Vergrämung, Fang und Umsiedlung und Habitatumgestaltung. Grundsätzlich muss bei diesen Maßnahmen immer damit gerechnet werden, dass aus anderen Gebieten neue Tiere einwandern und sich ansiedeln.

4.4 Bewuchs

4.4.1 Allgemeines

Allgemeine Grundsätze zur Unterhaltung des Bewuchses auf Dämmen finden sich in Kapitel 2.11. Dem gegenüber konzentriert sich das folgende Kapitel auf Unterhaltungsarbeiten, die einen aus Sicht der Standsicherheit unerwünschten Bewuchs wieder in einen erwünschten Zustand überführen.

4.4.2 Grasnarbe

Fehlstellen in der Grasnarbe werden sich bei entsprechender Unterhaltung binnen einer Vegetationsperiode i. d. R. wieder selbst begrünen. Sollen größere Schadensstellen schneller begrünt werden, erfolgt eine Einsaat mit zertifiziertem regionaltypischen Saatgut. Die Saatgutverwendung von Pflanzenarten außerhalb ihrer natürlichen Vorkommensgebiete bedarf ab dem Jahr 2020 einer Genehmigung der zuständigen Naturschutzbehörde (§40 BNatSchG).

Eine dichte und hoch aufgewachsene Grasnarbe sollte häufiger gemäht werden als eine magere trockenere Fläche. Insbesondere, wenn eine dichte Streuauflage vorhanden ist, wie sie nach einer längeren Brachphase auftritt, sollte das Schnittgut nach dem ersten Wiederaufnahmeschnitt von der Fläche entfernt werden.

In einer dichten Grasnarbe, einem Röhricht oder einer Hochstaudenflur (s. u.) kommen durch Samenflug nur wenige junge Gehölze zur Entwicklung. Durch regelmäßige Mahd wird das Gehölzwachstum unterdrückt, die jungen Gehölze werden dadurch aber oft nur in ihrer Entwicklung gehemmt. Die Gehölze, die zur Wurzelbrut befähigt sind, können sich trotz der Mahd ausbreiten und werden mit den Jahren vom

Stammdurchmesser immer kräftiger und bilden mehr Wurzelmasse. Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, ist es sinnvoll, insbesondere Robinien oder Pappeln bereits beim ersten Auftreten als Jungpflanzen zu ziehen statt zu mähen. Der Aufwand ist zwar zunächst etwas höher, das Gehölzaufkommen wird aber auf lange Sicht so wirksamer unterdrückt. Das Gleiche gilt für aufkommenden Gehölzaufwuchs auf Oberflächendichtungen. Auch hier ist das Ziehen (sofern in der Dichtung möglich) eine sinnvolle Alternative zur Mahd oder zum Rückschnitt.

Wuchskräftige großblättrige Neophyten stellen auf Dämmen ein besonderes Problem dar (Kapitel 2.9.3.1). Das Zurückdrängen von Neophyten auf dem Damm erfordert je nach Art ein spezielles Vorgehen, das über mehrere Jahre konsequent verfolgt werden muss. Zudem sind Ausführungszeiten zu beachten, die sich an der jahreszeitlichen Entwicklung der zu bekämpfenden Art orientieren. Eine umfassende Darstellung der artspezifischen Bekämpfungsmöglichkeiten sprengt den Rahmen dieses Merkblattes. An dieser Stelle können nur einige allgemeine Hinweise gegeben werden. Viele Arten (z. B. Goldrute oder Orientalisches Zackenschötchen (Bild 47) lassen sich durch eine Intensivierung der Mahd wirksam zurückdrängen. Der Japan-Knöterich (Bild 18) kann durch mehrmaliges Mähen im Jahresverlauf, was über mehrere Jahre in Folge durchzuhalten ist, zurückgedrängt werden. Unabhängig von der zu bekämpfenden Art ist das Mähgut komplett zu entfernen, da verbleibende Reste an derselben oder anderer Stelle, wohin es (z. B. auf dem Wasserweg) verdriftet wird, wieder austreiben kann.

Zur erfolgreichen Bekämpfung des Riesen-Bärenklau (Bild 47 und Bild 64) ist die Wurzelrübe auszugraben. Hier ist ein entsprechender Arbeitsschutz unumgänglich, weil der Saft der Pflanze schmerzhaft Hautreaktionen hervorruft. Entsprechende WSV-Betriebsanweisungen zu Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln beim Umgang mit Riesen-Bärenklau sind zu beachten (Kapitel 3.1.3).



Bild 64: Riesen-Bärenklau, Entsorgung (links), Ausgrabung Wurzelrübe (mitte), Blatt (rechts) (Quelle: WSA Nürnberg)

Ein besonderes Augenmerk der Dammbesichtigung muss auf sanierten Dammbereichen oder Neubauabschnitten liegen, an denen offener Boden entsteht oder Boden umgelagert wurde. Über Samenflug oder Wurzelstücke in dem umgelagerten und eingebauten Boden kann unerwünschter Bewuchs in großer Menge auftreten. Bauaktivitäten sorgen so ganz maßgeblich für die Ausbreitung des Japan-Knöterichs und anderer Neophyten. Das eigene Handeln kann hier also der Grund für eine Ausbreitung sein. Gegensteuernde Maßnahmen beim Aufkommen von unerwünschtem Bewuchs auf Rohböden sind die Intensivierung der Mahd oder das Ziehen und Ausgraben unerwünschter Arten. Ein entschlossenes Vorgehen in der Anfangsphase der Pflanzenentwicklung spart auf lange Sicht einen hohen Unterhaltungsaufwand, der durch unerwünschten, hartnäckigen Bewuchs entsteht.

Wichtig ist, bei der Ausbreitung von Neophyten den Anfängen zu begegnen und bereits die ersten auftretenden Pflanzen zu bekämpfen. Zu den Arbeiten gehört auch eine Nachkontrolle, um den Erfolg der Maßnahmen zu prüfen. Eine auf die konkrete Problematik abgestimmte Beratung zur Neophytenbekämpfung erteilt die BfG.

4.4.3 Röhricht

Schilf-Röhricht, das eine Oberflächendichtung durchwachsen hat, breitet sich unterhalb der Dichtung ober- und unterhalb des Betriebswasserstandes durch Rhizome aus (Bild 20 und Bild 21). Die oberirdisch sichtbaren einzelnen Schilfhalm sind unterirdisch miteinander verbunden und bilden ein Individuum. Die Rhizome unter der Oberflächendichtung sind durch Unterhaltungsmaßnahmen nicht zu erreichen. Das Röhricht kann durch mehrmalige Mahd im Jahr, die über mehrere Jahre durchzuhalten ist, so geschwächt werden, dass das Rhizom abstirbt. Durch die Mahd dürfen keine Halmstücke in das Gewässer gelangen, weil diese neu anwachsen können.

Bei den Bekämpfungsmaßnahmen ist zu berücksichtigen, dass ein dicht aufgewachsenes Röhricht einen wichtigen Lebensraum für Vögel und andere Tierarten darstellt und dem Pauschalschutz des §30 BNatSchG unterliegt. Zu notwendigen Unterhaltungsmaßnahmen sind daher Brutzeiten zu beachten und das Benehmen der zuständigen Naturschutzbehörde ist einzuholen (Kapitel 2.9.5).

Eine Alternative zur regelmäßigen Mahd des Röhrichts ist die Sanierung der betroffenen Dichtung (Bild 65). Dabei muss berücksichtigt werden, dass das Rhizom unterirdisch einiger Meter weiter ausgebreitet sein kann, als die oberirdisch sichtbaren Halme vermuten lassen.



Bild 65: Beispielhafte Instandsetzung von schilfdurchwurzelter Asphaltbetondichtung am MDK mittels Betonmatten (Spezialmörtel in synthetischem Gewebe), vor (links) und nach (rechts) Einbau des Raudeckwerks (Quelle: WSA Nürnberg).

4.4.4 Gehölze

Viele Dammstrecken tragen einen Gehölzbewuchs, der nicht den Vorgaben des MSD entspricht. Die Entscheidung, ob solche Gehölzbestände die Standsicherheit des Dammes gefährden und deshalb zu entfernen sind, ist im Rahmen einer Standsicherheitsbewertung nach MSD zu treffen. Dabei sind die möglichen Auswirkungen der Durchwurzelung, die Kraterbildung bei Windwurf und die Gefahr der Verklüftung und Kolkbildung bei Hochwasser zu betrachten (Kapitel 2.9.3.3). Das Entfernen von Gehölzen,

die sich über viele Jahrzehnte entwickelt haben, kann zu einer Verschlechterung der Dammstandsicherheit durch das Verrotten der Bewurzelung führen. Hier muss eine Abwägung stattfinden, ob Gehölze, die nicht den Vorgaben des MSD entsprechen, sofort entfernt werden müssen oder bis zur Durchführung von entsprechenden Nachsorgemaßnahmen unter erhöhter Beobachtung toleriert werden können. Ist dagegen eine Gefährdung der Standsicherheit gemäß MSD nicht zu befürchten, können Gehölze aus naturschutzfachlichen Gründen, zur Aufwertung des Landschaftsbildes oder wegen ihrer Erholungsfunktion erhalten werden. Diese Abwägung ist nicht Gegenstand der Dammbesichtigung.

Gehölze oder Gehölzgruppen, die ein Standsicherheitsrisiko darstellen, sind zu entfernen. Ist dies nicht sofort möglich, kann ein „Auf den Stock Setzen“ bis zur vollständigen Rodung und fachgerechten Dammsanierung eine Zwischenlösung für einzelne Arten darstellen. Gehölze, die mit ihrer erwarteten Wuchshöhe zu groß für den Damm sein können (Gehölze erster Ordnung, z. B. Buche, Esche, Eiche, Flatterulme) sollten schon im Jugendstadium aus dem Bestand entnommen werden. Beim Gehölzumbau sind in einem ersten Schritt beschädigte, kranke und abgestorbene Gehölze, dann Gehölze, die Wurzelbrut bilden (Pappeln und Robinien) sowie Gehölze im Bereich der Zone 4 des Dammes (Bild 24) zu entfernen. Weitere Gehölze sind schrittweise in den Folgejahren zu beseitigen.



Bild 66: Ringelung von Robinie durch den ABz. Breisach (Quelle: BfG, ABz. Breisach)

Gehölze, die Wurzelbrut bilden, werden durch eine Fällung zur vermehrten Wurzelbrutbildung und intensivem Stockausschlag angeregt. Um die Ausbildung von Wurzelbrut zu unterdrücken, können z. B. Robinien vor der Fällung durch Ringelung geschwächt werden (Bild 66). Dazu wird vor der Vegetationsperiode in 60 - 100 cm Höhe des Stammes die Rinde in einem handbreiten Streifen bis in das Splintholz entfernt, wobei eine vertikal verlaufende Restbrücke zunächst erhalten bleibt. Die Restbrücke muss etwa 1/10 des Stammumfangs breit sein. Die Restbrücke wird erst entfernt, wenn die Vitalität des geringelten Baumes stark herabgesetzt ist. Die endgültige Fällung erfolgt erst nach dem Absterben des Baumes, Wurzelbrut oder erneuter Stockausschlag tritt dann nicht oder nur in geringem Umfang auf. Nähere Auskünfte zur Durchführung der Ringelung erteilt die BfG.



Bild 67: Wurzelstockentfernung mit Stockfräse am MDK (Quelle: WSA Nürnberg)

Abgestorbene bzw. zu entfernende Gehölze sind einschließlich des Wurzelstockes und der großen Wurzeln in einem Radius von mindestens 1 m um den Wurzelstock zu roden (Bild 67). Dabei muss in jedem Einzelfall überprüft werden, ob die zur Wasserseite führenden Grobwurzeln ganz zu entfernen sind. Die Rodungslöcher sind mit gegenüber dem anstehenden Boden filterstabilem bzw. mit dem anstehenden Material aufzufüllen. Bei den Rodungsarbeiten muss nicht jede einzelne Wurzel beseitigt werden. Entscheidend ist, dass die Rodungslöcher groß genug angelegt und mit filterstabilem Material gefüllt werden, so dass ein Austrag von Bodenmaterial bei einer konzentrierten Durchströmung im Bereich von verbliebenen, verrotteten Altwurzeln sicher durch den Filter verhindert wird.

Bei der Entfernung der Gehölze ist darauf zu achten, dass durch verrottendes Wurzelwerk keine Wasserwegigkeiten im Damm entstehen. Deshalb sollte nach der Entfernung größerer Gehölze die Rodungsstelle mehrere Jahre beobachtet werden, bis Verrottungs- und Setzungsprozesse abgeklungen sind.

5 Literatur / Bezugsregelwerke

- BArtSchV: Bundesartenschutzverordnung vom 16. Februar 2005 (BGBl. I S. 258, 896), zuletzt geändert durch Artikel 10 des Gesetzes vom 21. Januar 2013 (BGBl. I S. 95)
- BfG (2000): Untersuchungen zur Durchwurzelung von Tondichtungen an Dämmen. Zwischenbericht 2000. BfG-Bericht 1259. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz
- BfG (2002): Untersuchungen zur Durchwurzelung von Tondichtungen an Dämmen. Zwischenbericht 2002. BfG-Bericht 1356. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz
- BJagdG: Bundesjagdgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 29. September 1976 (BGBl. I S. 2849), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 1. November 2016 (BGBl. I S. 2451)
- BNatSchG: Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 6. Februar 2012 (BGBl. I S. 148) geändert
- BVBS (2007): Handbuch zum Arbeitsschutzmanagement - Arbeiten mit Sicherheit (AMS); Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn
- DIN 19712:2013-01: Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern, Beuth Verlag, Berlin, Januar 2013
- DIN 4048-1:1987-01: Wasserbau; Begriffe; Stauanlagen; Beuth Verlag, Berlin, Januar 1987
- DIN 4049-3:1994-10: Hydrologie, Teil 3: Begriffe zur quantitativen Hydrologie, Beuth Verlag, Berlin, Oktober 1994
- DVWK-Merkblatt 247/1997, Bisam, Biber, Nutria, Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V., 1997
- DWA-Merkblatt 507-1: Deiche an Fließgewässern - Teil 1: Planung, Bau und Betrieb, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Dezember 2011
- FFH-RL: Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie)
- Hahmann, T.; Möbes, S.; Regiment, J.; Trömel, H.P.: Biberbaue im Oderdeich. Natur und Landespflege in Brandenburg, 13(1) 22-36, 2004
- Handbuch Hochwasserschutz - Deichverteidigung, Bundesanstalt Technisches Hilfswerk (THW), Bonn-Bad Godesberg, 2001
- Hinweise zur Deichverteidigung und Deichsicherung, Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2. aktualisierte Auflage, April 2010
- Köstler, J. N.; Brückner, E. & Bibelriether, H.: Die Wurzeln der Waldbäume. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin, 1968
- Leitfaden Umweltbelange bei der Unterhaltung von Bundeswasserstraßen, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Bonn, 2015

MAG (1993): Merkblatt Anwendung von geotextilen Filtern an Wasserstraßen, Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe

MAK (2013): Merkblatt Anwendung von Kornfiltern an Bundeswasserstraßen, Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe

MAR (2008): Merkblatt Anwendung von Regelbauweisen für Böschungs- und Sohlsicherungen an Bundeswasserstraßen, Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe

Mattheck, C. & Bethge, K.: Die Biomechanik der Wechselwirkung von Bäumen mit Deichen. In: Ingenieurbiologie. Flußdeiche und Flußdämme – Bewuchs und Standsicherheit, Jahrbuch 4 der Gesellschaft für Ingenieurbiologie e.V., Aachen, S. 417-445, 1999.

MBI (2010): Merkblatt Bauwerksinspektion, Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe

MMB (2013): Merkblatt Materialtransport im Boden, Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe

MSD (2011): Merkblatt Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen, Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe

MSV (2011): Merkblatt Schadensklassifizierung an Verkehrswasserbauwerken, Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe

TierSchG : Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), zuletzt geändert durch Artikel 4 Absatz 87 des Gesetzes vom 18. Juli 2016 (BGBl. I S. 1666)

VS-RL: Richtlinie 2009/147/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (Europäische Vogelschutzrichtlinie)

VV-WSV 2201 (Objektkatalog)

VV-WSV 2101 (Bauwerksinspektion)

VV-WSV 2301 (Damminspektion)

Anlagen

Anlage 1: Glossar

Begriff	Erklärung	Quelle
Absperrdamm	Erdbauwerk, durch das eine Kanalstrecke vorübergehend oder in Altstrecken auf Dauer abgesperrt wird oder ein Nebenarm abgesperrt und so zu einem Altarm wird.	VV-WSV 1102, 2005
akute Gefahr	Abweichung vom Sollzustand, die ein sofortiges Handeln erfordert, weil eine unmittelbare Standsicherheitsgefährdung vermutet wird.	VV-WSV 2301, 2015
Auflastdrän	außenliegender Drän, der durch seine Auflast den Bodenkörper stabilisiert und durch seine Filterwirkung die Erosion des Bodenkörpers verhindert.	MAK, 2013
Außendichtung	→ Oberflächendichtung	
Befundstufen	Oberbegriff für die Bewertung von Auffälligkeiten, die im Rahmen der Dammebeobachtung erkannt werden	
Bemessungshochwasserstand (BHW)	der für die Bemessung und Gestaltung der Hochwasserschutzanlage maßgebende Wasserstand als Grundlage für die Festlegung der Bauwerkshöhe und des Freibords sowie für die Klassifizierung und die geotechnischen und bautechnischen Nachweise der Hochwasserschutzanlage	DIN 19712:2013-01
Bemessungswasserstand	der Bemessung zugrunde gelegter Wasserstand (bei Kanälen: BWo, bei staugeregelten Flüssen: BHW)	
Betriebswasserspiegel (BWo)	Oberer Betriebswasserspiegel bei Kanälen. Bildet im Böschungsbereich den Anfangs-/Endpunkt einer Dammstrecke.	VV-WSV 1102, 2005
Beobachtungsklasse	Einteilung der Dämme in Abhängigkeit der Dammhöhe und des Schadenspotenzials zur Festlegung der Beobachtungsintervalle	VV-WSV 2301, 2015
Berme	nahezu horizontaler, meist schwach zum Böschungsfuß geneigter Absatz in der Dammböschung oder am Dammfuß, bisweilen als Betriebsweg ausgebaut	
Beschädigung	Abweichung vom Sollzustand, bei der eine Standsicherheitsgefährdung des Dammes nicht vermutet wird.	VV-WSV 2301, 2015
Damm	Bauwerk zur Stützung eines Wasserstandes und ggf. zusätzlich zum Schutz gegen Hochwasser.	MSD, 2011

Begriff	Erklärung	Quelle
Dammabschnitte	Streckenbezogene Unterteilung der Dämme in zusammenhängende Abschnitte entsprechend der jeweiligen Beobachtungsklasse	VV-WSV 2301, 2015
Dammbeobachtung	visuelle Kontrolle der Dämme und deren Anschlüsse an bauliche Anlagen, ggf. Durchführung von Messungen durch sachkundiges Personal und Dokumentation	VV-WSV 2301, 2015
Dammböschung	geneigte Seitenfläche eines Dammes	
Dammbruch	teilweise oder vollständige Zerstörung des Dammes durch hydrodynamische oder hydrostatische Belastungen, z. B. infolge Überströmung, Erosion, Böschungsbruch	
Dammfuß	unterer Bereich der Dammböschung am Übergang zum Gelände oder einer Berme	
Dammhinterland	Bereich hinter dem landseitigen Dammfuß	
Dammhöhe	Vertikaler Abstand zwischen Wasserspiegelhöhe Bemessungswasserstand zu Dammfuß / maßgebliche Wasserspiegelhöhe Seitengraben	MSD, 2011
Dammspektion	umfasst Dammbeobachtung, Dokumentation, Auswertung und Bewertung der Ergebnisse und Feststellungen sowie ggf. die weitere Veranlassung	VV-WSV 2301, 2015
Dammkrone	oberer Abschluss eines Dammes zwischen wasser- und landseitiger Böschung, bisweilen als Betriebsweg ausgebaut	
Dammnachsorge	Maßnahmen an bestehenden Dämmen, mit denen die Standsicherheit für andere als ursprünglich vorgesehene Belastungen (insbesondere Ausfall von Sicherungselementen) gewährleistet oder an die weiterentwickelten anerkannten Regeln der Technik angepasst wird	MSD, 2011
Dammstrecke	Abschnitt eines Wasserlaufs mit künstlichem Gewässerbett, dessen Bemessungshochwasser/oberer Betriebswasserspiegel höher als das umgebende Gelände liegt, der also durch ständig/nicht ständig wasserbelastete Dämme ein- oder beidseitig begrenzt wird	
Dammverteidigung	Gesamtheit der Sofortmaßnahmen zur Aufrechterhaltung der Funktion eines Dammes bei drohendem Versagen (z. B. landseitiger Auflastdrän usw.)	

Begriff	Erklärung	Quelle
Dammverteidigungsweg	befestigter Weg entlang der Luftseite des Dammes, (der auch bei höheren Binnenwasserständen nicht überflutet wird) zur Dammunterhaltung und Dammverteidigung.	
Deckwerk	gesamter Aufbau einer Böschungs- und/oder Sohlensicherung (Deckschicht und Filter oder Deckschicht und Dichtung mit Trennlage)	MAK, 2013
Deich	→ Flussdeich	VV-WSV 2301. 2015
Dichtung	besteht aus einem natürlichen oder künstlichen Material mit einer geringen hydraulischen Durchlässigkeit und dient zur Verhinderung oder Minimierung von Wasserverlusten aus Wasserstraßen	MSD, 2011
Dränage (Drainage)	→ Drän → Dränung	
Drahtschotterkasten (-korb) (Gabione)	kastenförmiges, versteiftes Drahtgeflecht welches mit Steinen, Schotter oder Grobkies gefüllt wird und als Böschungs- und Sohlenbefestigung dient.	DWA 507-1
Drainageprisma	→ Dränprisma	DWA 507-1
Drän	dient zur Fassung und Ableitung von Grund- und Sickerwasser. Nach DIN 4095 (1990) ist Drän der Sammelbegriff für Dränleitung und Dränschicht. Bei Dräns für Dämme an Wasserstraßen ist eine Dränleitung nicht zwingend erforderlich.	MSD, 2011 MAK, 2013
Dränprisma (Drainageprisma, Sickerprisma)	Sickerkörper aus durchlässigem Material am landseitigen Dammfuß. Er muss filterwirksam gegenüber dem umgebenden Erdstoff sein.	DWA 507-1
Dränschicht	Wasserdurchlässige Schicht, bestehend aus Sickerschicht und Filterschicht oder aus einer filterfesten Sickerschicht (Mischfilter) (DIN 4095:1990)	MSD, 2011
Dränung (Drainage)	Sammeln und Abführen von Sicker-, Grund- und Oberflächenwasser	DIN 4048-1:1987-01
Düker	Kreuzungsbauwerk, in dem ein frei fließendes Gewässer unter einem anderen Gewässer, Geländeeinschnitt oder tiefliegendem Hindernis überwiegend unter Druck hindurchgeführt wird	VV-WSV 1102, 2005

Begriff	Erklärung	Quelle
Durchlass	Kreuzungsbauwerk, in dem ein Gewässer, in der Regel mit freiem Wasserspiegel und erheblicher Einengung des Abflussquerschnitts, durch einen Damm geführt wird	VV-WSV 1102, 2005
Einstufenfilter	einlagige Kornfilter aus Gesteinskörnungen mit einer Ungleichförmigkeitszahl $C_U \leq 5$.	MAK, 2013
Erosion	Umlagerung und Transport aller Fraktionen eines Bodens durch die Strömung des Wassers.	MAK, 2013
Filter	Schicht oder Zone mit definierter Kornverteilung oder Geotextil, die/das bei Wasserdurchtritt Materialtransport verhindert (Filterregeln, Kontakterosion). Sie dient zur Entwässerung einer benachbarten Zone geringerer Durchlässigkeit.	DIN 4048-1:1987-01
Filterschicht (Filter)	Teil der Dränschicht, der das Ausschlämmen von Bodenteilchen infolge fließenden Wassers verhindert (DIN 4095:1990)	MSD, 2011
Filterwirksamkeit, hydraulische	Fähigkeit eines Kornfilters, das ihm zuströmende Wasser in ausreichendem Maß abzuleiten	MAK, 2013
Filterwirksamkeit, mechanische	Fähigkeit eines Filters, den zu schützenden Boden in ausreichendem Umfang zurückzuhalten (Bodenrückhaltevermögen)	MAK, 2013
Fluss, staugeregelt	Wasserlauf mit überwiegend natürlichem Gewässerbett, das hauptsächlich zur Veränderung der Wasserstandsverhältnisse für die Schifffahrt und/oder für die Energiegewinnung mit Staustufen versehen ist	VV-WSV 1102, 2005
Flussdeich	Damm aus Erdbaustoffen an einem Fluss mit überwiegend hydrostatischer Belastung zum Schutz gegen Hochwasser und im Tidegebiet auch gegen Sturmfluten	VV-WSV 1102, 2005
Flussseitendamm	Erdbauwerk als seitliche Begrenzung eines staugeregelten Flusses und der Mündungsstrecken von Nebenflüssen im Staubeereich des Hauptflusses	VV-WSV 1102, 2005
Freibord	vertikaler Abstand zwischen der Bauwerksoberkante (Kronenhöhe bzw. der wasserseitigen Böschungsschulter) und dem Bemessungshochwasserstand (BHW)	DIN 19712:2013-01
Gabione	→ Drahtschotterkasten (-korb)	DWA 507-1, 2011, 2011

Begriff	Erklärung	Quelle
Gesteinskörnung	körniges Material für die Verwendung im Bauwesen, das natürlich, industriell hergestellt oder rezykliert ist. Im Wasserbau werden i. A. natürliche Gesteinskörnungen aus mineralischen Vorkommen verwendet, die ausschließlich mechanisch aufbereitet wurden (z. B. Kies, Sand, gebrochenes Festgestein).	MAK, 2013
Gewässerbett	zum Gewässer gehörende natürliche oder künstliche Eintiefung oder Abdämmung der Landoberfläche (ohne Überschwemmungsgebiet), bestehend aus Gewässersohle und Ufer	VV-WSV 1102, 2005
Gewässersohle	zwischen den Ufern liegender Teil des Gewässerbetts	VV-WSV 1102, 2005
Grundwasser	unterirdisches Wasser, das Hohlräume der Lithosphäre (äußere Schale der Erde) zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegungsmöglichkeit ausschließlich durch die Schwerkraft bestimmt wird.	DIN 4049-3:1994-10
hydraulischer Gradient	Neigung der Energielinie in Fließrichtung, Quotient aus Energiehöhendifferenz und zugehörigem Fließweg.	DWA 507-1, 2011
hydraulisches Gefälle	-> hydraulischer Gradient	DWA 507-1, 2011
hydrostatischer Stau (Hahnel)	idealisierte Wasserspiegellage, die sich bei Einhaltung des Stauziels am Wehr ohne ein Wasserspiegelgefälle (ohne Berücksichtigung eines Abflusses) in einer Stauhaltung einstellen würde.	
Innendichtung	Dichtungen innerhalb des Dammkörpers, die als Kerndichtung oder Dichtwand ausgeführt werden können	MSD, 2011
Instandsetzung	Maßnahmen, mit denen der ursprüngliche Sollzustand wiederhergestellt wird (z. B. Erneuerung einer Kanaldichtung).	MSD, 2011
Kanalbrücke	Brückenbauwerk zum Überführen eines Schifffahrtskanals oder Schleusenkanals über andere Gewässer, Verkehrswege oder Geländeeinschnitte	VV-WSV 1102, 2005
Kanalhaltung	Strecke zwischen zwei benachbarten Kanalstufen oder oberhalb der letzten Stufe eines Stichkanals	VV-WSV 1102, 2005
Kanalseitendamm	Erdbauwerk als seitliche Begrenzung eines Schifffahrtskanals oder Schleusenkanals	VV-WSV 1102, 2005
Kanalstrecke	Strecke eines Kanals mit künstlichem Gewässerbett	VV-WSV 1102, 2005

Begriff	Erklärung	Quelle
Kanalstufe	Anlagenkomplex an einer Fallstufe eines Schifffahrtskanals	VV-WSV 1102, 2005
Kerndichtung	im inneren Bereich des Deichquerschnitts eingebaute Dichtung aus natürlichen oder künstlichen Baustoffen, vertikal oder schrägliegend angeordnet.	DWA 507-1, 2011
Kontakterosion	an der Kontaktfläche vom feineren zum gröberen Erdstoff stattfindende Erosion feiner Teilchen, die durch die Poren des gröberen Erdstoffes unter Wirkung des strömenden Wassers abtransportiert werden.	DWA 507-1, 2011
Kontrollelemente	Einrichtungen, mit denen die Funktion der Dammkonstruktion und der Sicherungselemente kontrolliert werden kann.	MSD, 2005
Kornfilter	natürlich vorkommende oder hergestellte Gemische aus Gesteinskörnungen. Sie können einlagig als Einstufen- oder Mischkornfilter oder mehrlagig als Stufenfilter ausgeführt werden. Sie müssen mechanisch und hydraulisch filterwirksam sein.	MAK, 2013
Kraftwerkskanal	Strecke eines staugeregelten Flusses mit künstlichem Gewässerbett, die für die Zu- und Ableitung von Triebwasser für ein Wasserkraftwerk vom Fluss abzweigt	VV-WSV 1102, 2005
Landseite	dem Fluss/Kanal abgewandte Seite (Landseite) des Dammes	
Losung	waidmännische Bezeichnung für geformte Exkremete	
Luftseite	→ Landseite	
Mähen (Mahd)	Abschneiden der Grasnarbe ohne Zerkleinerung des Schnittguts. Das Schnittgut kann auf der Fläche verbleiben oder abtransportiert werden.	
Mischkornfilter	Mischkornfilter sind einlagige Kornfilter aus Gesteinskörnungen mit einer Ungleichförmigkeitszahl $C_U > 5$.	MAK, 2013
Mulchen	Zerkleinern des Schnittgutes bei der Mahd und Zurücklassen des Schnittguts auf der Fläche	
Oberflächendichtung	Dichtungen, die an der Sohle und den wasserseitigen Böschungen der Dämme angeordnet sind.	MSD, 2011
Restrisiko	Risiko, dass nach der Realisierung von Schutzmaßnahmen verbleibt.	DWA 507-1, 2011

Begriff	Erklärung	Quelle
rückschreitende Erosion	auf der Binnenseite beginnende und nach der Wasserseite fortschreitende Erosion	DWA 507-1, 2011
Schaden	Abweichung vom Soll-Zustand, bei dem ein im Aufgabenblatt festgelegter Wert erreicht bzw. überschritten ist oder durch andere Feststellungen eine Standsicherheitsgefährdung möglich erscheint.	VV-WSV 2301, 2015
Schaden(s)potenzial	möglicher bei einer Überflutung auftretender Wertverlust an Gebäuden, Infrastruktureinrichtungen und Flächen (abhängig von Siedlungsdichte, Nutzung und Einstautiefe) im betrachteten Gefahrengebiet.	DWA 507-1, 2011
Sanierung	Maßnahmen, die über eine Instandsetzung hinausgehen wie z. B. der Bau von zusätzlichen Dichtungen und/oder Dränagen	
Schiffahrtskanal	Wasserlauf mit überwiegend künstlich hergestelltem Gewässerbett für die Schifffahrt	VV-WSV 1102, 2005
Schleusenkanal	Strecke eines staugeregelten Flusses i. d. R. als Durchstich, die als Zufahrt zur Schiffsschleusenanlage vom Fluss abzweigt	VV-WSV 1102, 2005
Seitengraben	parallel zum Dammfuß verlaufender Entwässerungsgraben, der das Sickerwasser sammelt und abführt	
Sicherungselement	Konstruktionen, mit denen die Beeinträchtigung der Dammstandsicherheit infolge Durchströmung ganz vermieden oder vermindert wird, wie z. B. Dichtungen, Sickerwegverlängerungen oder Dräns	MSD, 2011
Sickerlinie	(Grund-)Wasserspiegellinie des in den Deich eindringenden und diesen durchströmenden Außenwassers.	DWA 507-1, 2011
Sickerröhrenbildung	durch Dränagewasser verursachte Bildung von Fließwegen in einem Erdkörper, die zu innerer und später rückschreitender Erosion führen kann. Wurzeln, Leitungsquerungen, Gänge grabender Tiere und Bauwerksanschlüsse können als Initial wirken.	DWA 507-1, 2011
Sickerwasser	unterirdisches Wasser, das sich durch Überwiegen der Schwerkraft im Sickerraum abwärts bewegt. Wie im allgemeinen Sprachgebrauch üblich, wird der Begriff Sickerwasser nicht nur für das im ungesättigten Bereich oberhalb der Sickerlinie vorhandene Wasser sondern für das gesamte den Damm durchströmende Wasser verwendet.	DIN 4049-3:1994-10

Begriff	Erklärung	Quelle
Stauhaltungsdamd	die Stauhaltung einer Staustufe begrenzender Damd, der in der Regel ständig eingestaut ist.	DWA 507-1, 2011
Staustufe	Anlagenkomplex an einer Fallstufe eines staugeregelten Flussabschnittes, der im Wesentlichen nur den Fluss und nicht die ganze Talbreite absperrt	VV-WSV 1102, 2005
Steinschüttung	geschüttete und verdichtete natürliche oder gebrochene Steine zur Herstellung des Stützkörpers eines Deiches, Dammes, oder eines Planums usw.	DWA 507-1, 2011
Stauhaltung	Strecke zwischen zwei benachbarten Staustufen	VV-WSV 1102, 2005
Stufenfilter	Stufenfilter sind mehrlagige Kornfilter aus unterschiedlichen Gesteinskörnungen. Die einzelnen Filterstufen müssen gegeneinander filterstabil sein.	MAK, 2013
Strömungsdruck (hydrodynamischer Druck)	durch die Fließbewegung des Wassers auf angeströmte Körper ausgeübter Druck.	DWA 507-1, 2011
Strömungskraft (hydrodynamische Kraft)	durch die Fließbewegung des Wassers auf angeströmte Körper ausgeübte Kraft.	DWA 507-1, 2011
Stützkörper	Teil eines Dammes zur Einleitung der auf den Damd wirkenden Kräfte in den Untergrund.	DWA 507-1, 2011
Suffosion	Suffosion ist die Umlagerung und der Transport der feinen Fraktionen eines nicht kohäsiven Bodens im Porenraum des Korngerüstes der groben Fraktionen durch die Strömung des Wassers.	MAK, 2013
Ufer	seitlicher Teil des Gewässerbetts vom Uferfuß (Schnittlinie mit der Gewässersohle) bis zur Oberkante der Uferböschung oder Uferwand bzw. bis zur Oberkante des Flusseitendammes oder Kanalseitendammes	VV-WSV 1102, 2005
Uferdeckwerk	Bauwerk zur Befestigung eines geböschten Ufers auch kombiniert mit ingenieurb biologischen Mitteln	VV-WSV 1102, 2005
Uferwand	Bauwerk zur Befestigung eines senkrechten oder nahezu senkrechten Ufers	VV-WSV 1102, 2005
Wasserspiegelsinkgeschwindigkeit	vertikal gemessene Geschwindigkeit des Wasserspiegels bei Absenkung.	DWA 507-1, 2011
Zonendamd (gegliederter Damd)	Deich, der im Querschnitt aus zwei oder mehreren großflächigen Bereichen unterschiedlicher Erdstoffe aufgebaut ist.	DWA 507-1, 2011

Anlage 2: Merkblätter für die WSV

- Merkblatt Standsicherheit von Dämmen (MSD)

Das *Merkblatt Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen* gilt für ständig wasserbelastete Dämme an Bundeswasserstraßen. Es regelt das Vorgehen bei der Standsicherheitsbeurteilung von Dämmen insbesondere unter Berücksichtigung der Dammdurchströmung. Darüber hinaus werden auch der Einfluss von Bauwerken in Dämmen auf die Dammstandsicherheit und der auf Dämme zulässige Bewuchs behandelt. Dieses Merkblatt ergänzt die einschlägigen DIN-Normen und sonstigen allgemeinen technischen Regelwerke.

In diesem Merkblatt ist festgelegt, dass die Standsicherheit des Dammes nicht nur für den planmäßigen Zustand (ständige Bemessungssituation) sondern auch für den Fall einer defekten Kanaldichtung (außergewöhnliche Bemessungssituation) nachzuweisen ist, weil sie z. B. durch eine Schiffsanfahrung zerstört oder durch Wellenschlag im Laufe der Zeit erodiert wurde. Damit sollen auch bauausführungsbedingte Mängel abgedeckt werden, insbesondere wenn sich etwaige Folgeerscheinungen erst nach längerem Betrieb zeigen. Die für die Dammstandsicherheit maßgebende Strömungsberechnung ist dabei unter Annahme eines i. d. R. vollständigen Ausfalls der hydraulischen Wirkung der Kanaldichtung zu führen. Grundsätzlich muss der Eintritt dieses Falles durch Beobachtungen sicher und schnell erkannt werden.

- Merkblatt Anwendung von Kornfiltern an Bundeswasserstraßen (MAK)

Das *Merkblatt Anwendung von Kornfiltern an Bundeswasserstraßen* enthält Regelungen für die sichere Ausführung von Kornfiltern. Neben der Anwendung des Kornfilters in Deckwerken für den Uferschutz sind insbesondere auch Anwendungen als Dränelemente an Dämmen erfasst.

- Merkblatt Materialtransport im Boden (MMB)

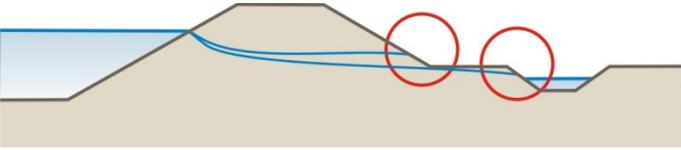
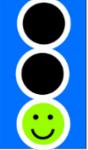
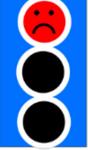
Im *Merkblatt Materialtransport im Boden* werden Nachweisverfahren für verschiedene Formen des durch Strömungskräfte des Wassers im Boden ausgelösten Transports von Bodenpartikeln beschrieben, die zur Anwendung bei verkehrswasserbau-spezifischen Fragestellungen empfohlen werden.

Anlage 3: Bewertungshilfen

Anlage 3.1: Bewertungshilfen Sickerwasseraustritte

Bewertung Sickerwasseraustritte

Voraussetzung: *Standssicherheit des Dammes nach MSD nachgewiesen*

<p>Bauweise: Damm, ungedichtet hochwasserbelastet: nein Kolmation: nein</p>		
planmäßiger Zustand		<ul style="list-style-type: none"> • planmäßige Dammdurchströmung • Ausbildung Sickerlinie • Sickerwasseraustrittsbereich abhängig von Randbedingungen vor Ort • Quellenbildung im Bereich Dammfuß / Seitengrabensohle möglich
Beobachtung / Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> • flächiger Sickerwasseraustritt (klar) im unteren Böschungsdrittel • punktueller Sickerwasseraustritt (klar) im unteren Böschungsdrittel 	 ohne Befund
	<ul style="list-style-type: none"> • flächiger Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport • punktueller Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport • Quellenbildung mit Materialtransport • hochliegender Sickerwasseraustritt (über unterem Böschungsdrittel) 	 Schaden
	<ul style="list-style-type: none"> • starker punktueller Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport 	 akute Gefahr
	<p>Bewertungsgrundsätze / Faustregeln:</p> <p>Ungedichtete Dämme werden planmäßig durchströmt. Sickerwasseraustritte ohne Materialtransport deuten nicht auf einen Mangel hin.</p> <p>Kritisch zu bewerten sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ansteigender Sickerwasserabfluss • zunehmende Trübung (Schwebstoffgehalt) • hochliegender Sickerwasseraustritt (oberhalb des unteren Böschungsdrittels) 	

Bewertung Sickerwasseraustritte

Voraussetzung: Standsicherheit des Dammes nach MSD nachgewiesen

<p>Bauweise: Damm, ungedichtet hochwasserbelastet: nein kolmatiert: ja</p>		
kolmatiertes Gewässerbett		<ul style="list-style-type: none"> • keine oder stark verminderte Dammdurchströmung • keine Sickerlinie • kein Sickerwasseraustritt
Beobachtung / Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> • flächiger Sickerwasseraustritt (klar) im unteren Böschungsdrittel • punktueller Sickerwasseraustritt (klar) im unteren Böschungsdrittel 	<p>Beschädigung</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • flächiger Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport • punktueller Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport • Quellenbildung mit Materialtransport • hochliegender Sickerwasseraustritt (über unterem Böschungsdrittel) 	<p>Schaden</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • starker punktueller Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport 	<p>akute Gefahr</p>
	<p>Bewertungsgrundsätze / Faustregeln:</p> <p>Sickerwasseraustritte ohne Materialtransport weisen auf eine Verminderung der Selbstdichtung hin. Dies ist i.d.R. nicht als Mangel zu bewerten.</p> <p>Kritisch zu bewerten sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ansteigender Sickerwasserabfluss • zunehmende Trübung (Schwebstoffgehalt) • hochliegender Sickerwasseraustritt (oberhalb des unteren Böschungsdrittels) 	

Bewertung Sickerwasseraustritte

Voraussetzung: Standsicherheit des Dammes nach MSD nachgewiesen

<p>Bauweise: Damm, ungedichtet hochwasserbelastet: ja Kolmation: nein</p>		
planmäßiger Zustand kein Hochwasser		<ul style="list-style-type: none"> • planmäßige Dammdurchströmung • Ausbildung Sickerlinie • Sickerwasseraustrittsbereich abhängig von Randbedingungen vor Ort • Quellenbildung im Bereich Seitengrabensohle/Hinterland möglich
planmäßiger Zustand Hochwasser		<ul style="list-style-type: none"> • Anstieg Sickerlinie • Vergrößerung Sickerwasseraustrittsbereich • Vergrößerung der Sickerwassermenge • vermehrte Quellenbildung
Beobachtung / Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> • flächiger Sickerwasseraustritt (klar) im unteren Böschungsdrittel • punktueller Sickerwasseraustritt (klar) im unteren Böschungsdrittel 	<p>ohne Befund</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • flächiger Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport • punktueller Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport • Quellenbildung mit Materialtransport • hochliegender Sickerwasseraustritt (über unterem Böschungsdrittel) 	<p>Schaden</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • starker punktueller Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport 	<p>akute Gefahr</p>
<p>Bewertungsgrundsätze / Faustregeln: Ungedichtete Dämme werden planmäßig durchströmt. Sickerwasseraustritte ohne Materialtransport deuten nicht auf einen Mangel hin. Durch den Einfluss des Hochwassers verändert sich die Dammdurchströmung (Lage Sickerlinie, Sickerwassermenge). Kritisch zu bewerten sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ansteigender Sickerwasserabfluss • zunehmende Trübung (Schwebstoffgehalt) • hochliegender Sickerwasseraustritt (oberhalb des unteren Böschungsdrittels) 		

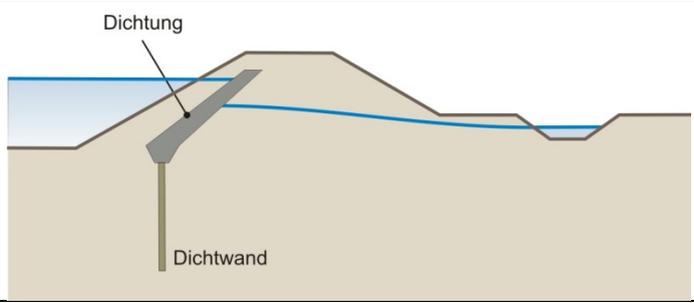
Bewertung Sickerwasseraustritte

Voraussetzung: Standsicherheit des Dammes nach MSD nachgewiesen

Bauweise: Damm, ungedichtet, hochwasserbelastet kolmatiert		
Niedrig- bis Mittelwasserkolm. Gewässerbett		<ul style="list-style-type: none"> keine oder stark verminderte Dammdurchströmung, keine Sickerlinie kein Sickerwasseraustritt
Überströmung Kolmationsschicht bei Hochwasser		<ul style="list-style-type: none"> Dammdurchströmung Ausbildung Sickerlinie Sickerwasseraustrittsbereich abhängig von Randbedingungen vor Ort Quellenbildung im Bereich Seitengrabensohle/Hinterland möglich
Beobachtung / Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> bei Hochwasser flächiger Sickerwasseraustritt (klar) im unteren Böschungsdrittel bei Hochwasser punktueller Sickerwasseraustritt (klar) im unteren Böschungsdrittel 	<p>ohne Befund</p>
	<ul style="list-style-type: none"> flächiger Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport punktueller Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport Quellenbildung mit Materialtransport hochliegender Sickerwasseraustritt (über unterem Böschungsdrittel) 	<p>Schaden</p>
	<ul style="list-style-type: none"> starker punktueller Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport 	<p>akute Gefahr</p>
	Bewertungsgrundsätze / Faustregeln: Sickerwasseraustritte bei Hochwasser weisen auf eine Überströmung der Kolmationsschicht hin. Dies ist i. d. R. nicht als Mangel zu bewerten. Kritisch zu bewerten sind: <ul style="list-style-type: none"> ansteigender Sickerwasserabfluss zunehmende Trübung (Schwebstoffgehalt) zunehmende Höhe des Sickerwasseraustrittspunktes an der luftseitigen Böschung Nach Ablaufen des Hochwassers erfolgt i. d. R. ein Rückgang der Sickerwasseraustritte.	

Bewertung Sickerwasseraustritte

Voraussetzung: Standsicherheit des Dammes nach MSD nachgewiesen

<p>Bauweise: Dammbau, unvollkommen gedichtet hochwasserbelastet: nein kolmatiert: nein</p>		
planmäßiger Zustand		<ul style="list-style-type: none"> • planmäßige Dammdurchströmung • Ausbildung Sickerlinie • Sickerwasseraustrittsbereich abhängig von Randbedingungen vor Ort • Quellenbildung im Bereich Seitengrabensohle/Hinterland möglich
Beobachtung / Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> • flächiger Sickerwasseraustritt (klar) im unteren Böschungsdrittel • punktueller Sickerwasseraustritt (klar) im unteren Böschungsdrittel 	 ohne Befund
	<ul style="list-style-type: none"> • flächiger Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport • punktueller Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport • Quellenbildung mit Materialtransport • hochliegender Sickerwasseraustritt (über unterem Böschungsdrittel) 	 Schaden
	<ul style="list-style-type: none"> • starker punktueller Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport 	 akute Gefahr
	<p>Bewertungsgrundsätze / Faustregeln:</p> <p>Dämme mit einer unvollkommenen Dichtung werden planmäßig durchströmt. Sickerwasseraustritte ohne Materialtransport deuten nicht auf einen Mangel hin.</p> <p>Veränderungen des Sickerlinienaustrittsbereichs deuten auf eine Dichtungsleckage hin.</p> <p>Kritisch zu bewerten sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ansteigender Sickerwasserabfluss • zunehmende Trübung (Schwebstoffgehalt) • hochliegender Sickerwasseraustritt (oberhalb des unteren Böschungsdrittels) 	

Bewertung Sickerwasseraustritte

Voraussetzung: Standsicherheit des Dammes nach MSD nachgewiesen

<p>Bauweise: Damm, unvollkommen gedichtet, hochwasserbelastet: nein kolmatiert: ja</p>		
planmäßiger Zustand	<p>Das Diagramm zeigt einen Querschnitt durch einen Dammbauwerk. Von oben nach unten sind folgende Schichten zu sehen: eine Kolmationsschicht (eine Schicht aus feinem Material), eine Dichtung (eine Schicht aus Schlamm oder Ton) und eine Dichtwand (eine vertikale Wand aus einem dichten Material). Die Dichtung ist an der Basis des Damms angebracht. Die Dichtwand ist an der Basis des Damms angebracht.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • keine oder stark verminderte Dammdurchströmung, • keine Sickerlinie • kein Sickerwasseraustritt
Beobachtung / Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> • flächiger Sickerwasseraustritt (klar) im unteren Böschungsdrittel • punktueller Sickerwasseraustritt (klar) im unteren Böschungsdrittel 	<p>Beschädigung</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • flächiger Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport • punktueller Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport • Quellenbildung mit Materialtransport • hochliegender Sickerwasseraustritt (über unterem Böschungsdrittel) 	<p>Schaden</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • starker punktueller Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport 	<p>akute Gefahr</p>
	<p>Bewertungsgrundsätze / Faustregeln:</p> <p>Sickerwasseraustritte ohne Materialtransport weisen auf eine Verminderung der Selbstdichtung hin. Dies ist i.d.R. nicht als Mangel zu bewerten!</p> <p>Kritisch zu bewerten sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ansteigender Sickerwasserabfluss • zunehmende Trübung (Schwebstoffgehalt) • hochliegender Sickerwasseraustritt (oberhalb des unteren Böschungsdrittels) 	

Bewertung Sickerwasseraustritte

Voraussetzung: Standsicherheit des Dammes nach MSD nachgewiesen

Bauweise: Damm, unvollkommen gedichtet hochwasserbelastet: ja kolmatiert: nein		
planmäßiger Zustand kein Hochwasser		<ul style="list-style-type: none"> • planmäßige Dammdurchströmung • Ausbildung Sickerlinie • Sickerwasseraustrittsbereich abhängig von Randbedingungen vor Ort • Quellenbildung im Bereich Seitengrabensohle/Hinterland möglich
Überströmung Dichtung bei Hochwasser		<ul style="list-style-type: none"> • deutlicher Anstieg der Sickerlinie • Vergrößerung Sickerwasseraustrittsbereich • Vergrößerung der Sickerwassermenge • vermehrte Quellenbildung
Beobachtung / Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> • bei Hochwasser flächiger Sickerwasseraustritt (klar) im unteren Böschungsdrittel • bei Hochwasser punktueller Sickerwasseraustritt (klar) im unteren Böschungsdrittel 	<p>ohne Befund</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • flächiger Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport • punktueller Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport • Quellenbildung mit Materialtransport • hochliegender Sickerwasseraustritt (über unterem Böschungsdrittel) 	<p>Schaden</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • starker punktueller Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport 	<p>akute Gefahr</p>
Bewertungsgrundsätze / Faustregeln: Veränderung des Sickerlinienaustrittsbereichs und eine deutliche Zunahme der Sickerwassermenge bei Hochwasser deuten auf eine Überströmung der Dichtung hin. Kritisch zu bewerten sind: <ul style="list-style-type: none"> • ansteigender Sickerwasserabfluss • zunehmende Trübung (Schwebstoffgehalt) • hochliegender Sickerwasseraustritt (oberhalb des unteren Böschungsdrittels) 		

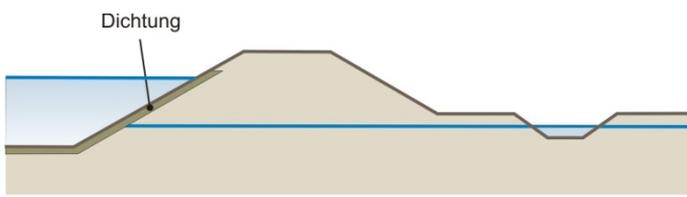
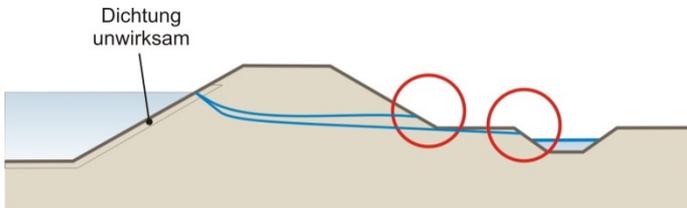
Bewertung Sickerwasseraustritte

Voraussetzung: Standsicherheit des Dammes nach MSD nachgewiesen

Bauweise: Damm, unvollkommen gedichtet hochwasserbelastet: ja kolmatiert: ja		
planmäßiger Zustand kein Hochwasser		<ul style="list-style-type: none"> keine oder stark verminderte Dammdurchströmung, keine Sickerlinie kein Sickerwasseraustritt
Überströmung Kolmationsschicht bei Hochwasser		<ul style="list-style-type: none"> deutlicher Anstieg der Sickerlinie Vergrößerung Sickerwasseraustrittsbereich Vergrößerung der Sickerwassermenge vermehrte Quellenbildung
Beobachtung / Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> bei Hochwasser flächiger Sickerwasseraustritt (klar) im unteren Böschungsdrittel bei Hochwasser punktueller Sickerwasseraustritt (klar) im unteren Böschungsdrittel 	<p>ohne Befund</p>
	<ul style="list-style-type: none"> flächiger Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport punktueller Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport Quellenbildung mit Materialtransport hochliegender Sickerwasseraustritt (über unterem Böschungsdrittel) 	<p>Schaden</p>
	<ul style="list-style-type: none"> starker punktueller Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport 	<p>akute Gefahr</p>
	Bewertungsgrundsätze / Faustregeln: Sickerwasseraustritte bei Hochwasser weisen auf eine Überströmung der Kolmationsschicht hin. Dies ist i. d. R. nicht als Mangel zu bewerten! Kritisch zu bewerten sind: <ul style="list-style-type: none"> ansteigender Sickerwasserabfluss zunehmende Trübung (Schwebstoffgehalt) zunehmende Höhe des Sickerwasseraustrittspunktes an der luftseitigen Böschung Nach Ablaufen des Hochwassers erfolgt i. d. R. ein Rückgang der Sickerwasseraustritte.	

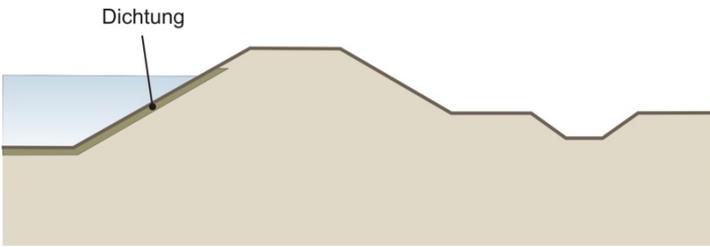
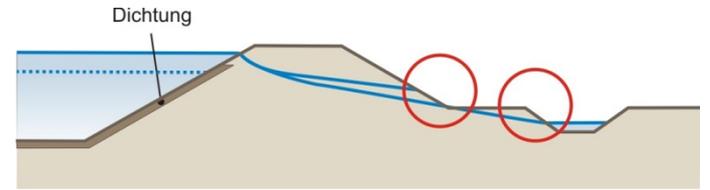
Bewertung Sickerwasseraustritte

Voraussetzung: Standsicherheit des Dammes nach MSD nachgewiesen

<p>Bauweise: Damm, gedichtet hochwasserbelastet: nein</p>	
<p>planmäßiger Zustand</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • keine planmäßige Dammdurchströmung, • keine Sickerlinie • kein Sickerwasseraustritt
<p>Ausfall Dichtung</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Dammdurchströmung • Ausbildung Sickerlinie • Quellenbildung im Bereich Seitengrabensohle/Hinterland möglich
<ul style="list-style-type: none"> • flächiger Sickerwasseraustritt (klar) im unteren Böschungsdrittel • punktueller Sickerwasseraustritt (klar) im unteren Böschungsdrittel 	 <p>Beschädigung</p>
<ul style="list-style-type: none"> • flächiger Sickerwasseraustritt (trüb) mit Materialtransport • punktueller Sickerwasseraustritt (trüb) mit Materialtransport 	 <p>Schaden</p>
<ul style="list-style-type: none"> • starker punktueller Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport 	 <p>akute Gefahr</p>
<p>Bewertungsgrundsätze / Faustregeln:</p> <p>Sickerwasseraustritte deuten immer auf eine Dichtungsleckage hin</p> <p>Kritisch zu bewerten sind.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ansteigender Sickerwasserabfluss • zunehmende Trübung (Schwebstoffgehalt) • zunehmender Höhe des Sickerwasseraustrittspunktes an der luftseitigen Böschung 	

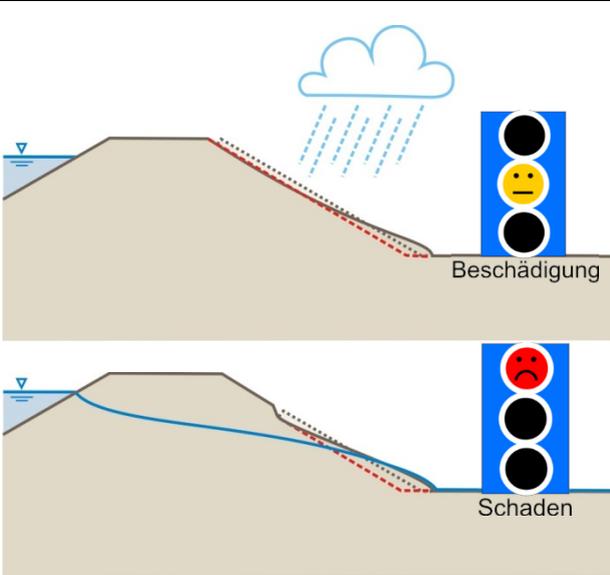
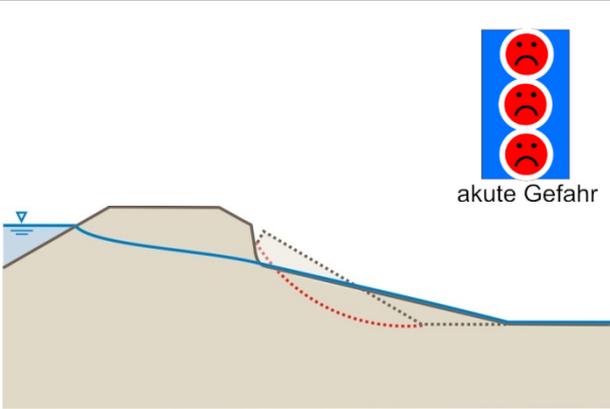
Bewertung Sickerwasseraustritte

Voraussetzung: Standsicherheit des Dammes nach MSD nachgewiesen

Bauweise: Damm, gedichtet hochwasserbelastet: ja		
planmäßiger Zustand	 <ul style="list-style-type: none"> • keine planmäßige Dammdurchströmung, • keine Sickerlinie • kein Sickerwasseraustritt 	
Überströmung Dichtung bei Hochwasser	 <ul style="list-style-type: none"> • Dammdurchströmung • Ausbildung Sickerlinie • Quellenbildung im Bereich Seitengrabensohle/Hinterland möglich 	
Beobachtung / Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> • bei Hochwasser flächiger Sickerwasseraustritt (klar) im unteren Böschungsdrittel • bei Hochwasser punktueller Sickerwasseraustritt (klar) im unteren Böschungsdrittel 	 ohne Befund
	<ul style="list-style-type: none"> • flächiger Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport • punktueller Sickerwasseraustritt (trüb) punktuell mit starkem Materialtransport 	 Schaden
	<ul style="list-style-type: none"> • starker punktueller Sickerwasseraustritt (trüb) mit starkem Materialtransport 	 akute Gefahr
	Bewertungsgrundsätze / Faustregeln: Sickerwasseraustritte bei Hochwasser (Wasserstand über OK Dichtung) deuten auf eine Überströmung der Dichtung hin. Diese klingen nach Abfließen des Hochwassers wieder ab. Kritisch zu bewerten sind <ul style="list-style-type: none"> • ansteigender Sickerwasserabfluss, • zunehmende Trübung (Schwebstoffgehalt) • zunehmender Höhe des Sickerwasseraustrittspunktes an der luftseitigen Böschung 	

Anlage 3.2: Bewertungshilfen Verformungen

Bewertung Verformungen

Landseitige Böschung, Krone, Hinterland	
<p>Das Auftreten von Verformungen bedeutet, dass bereits ein Versagen stattgefunden hat. Wie schwer der Damm dadurch geschädigt ist, hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, wie z. B. der Größe der Rutschung und dem Durchströmungszustand des Dammes.</p> <p>Belastungen des Dammes sowie Erschütterungen sind zu vermeiden. Das abgerutschte Material darf nicht entfernt werden.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Lokales Versagen 	
 <p style="text-align: right;">Beschädigung</p> <p style="text-align: right;">Schaden</p>	<p>Erscheinungsbild:</p> <ul style="list-style-type: none"> • oberflächennahe, bis ca. 40 cm tiefe Risse im Bereich der Dammschulter oder der luftseitigen Dammböschung (z. B. nach Starkregenereignissen) • kleinere Rutschungen am Dammfuß im Bereich von Sickerwasseraustritten <p>• von lokalem Versagen geht keine Gefahr für die Gesamtstandsicherheit (Dammbruch) aus</p> <p>• fortlaufende Beobachtung, ob die Rutschung sich fortsetzt oder stabilisiert</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Globales Versagen 	
 <p style="text-align: right;">akute Gefahr</p>	<p>Erscheinungsbild:</p> <ul style="list-style-type: none"> • tiefergehende Risse (tiefer als ca. 40 cm) im Bereich der Dammkrone oder der luftseitigen Dammböschung • größere Rutschungen an Dammkrone, Böschung und/oder Dammfuß <p>Bewertungsgrundsätze / Faustregeln:</p> <ul style="list-style-type: none"> • je größer der Anteil der Rutschung an der gesamten Dammkubatur, desto größere die Gefährdung des Dammes • sehr gefährlich bei tiefen Risen, deren Ausmaß zunimmt <p>• Gefahr des Absackens der Dammkrone und damit der Überströmung des Dammes (Dammbruch)</p> <p>• fortlaufende Beobachtung, ob weitere Risse im Umfeld entstehen</p>

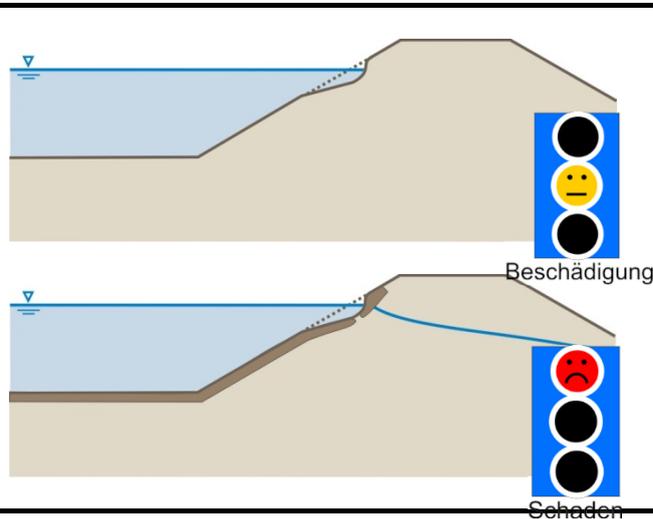
Bewertung Verformungen

Wasserseitige Böschung, Krone

Die Beobachtung von Verformungen an der wasserseitigen Böschung beschränkt sich - aufgrund der eingeschränkten Sicht auf die Böschungsbereiche unter Wasser - i. d. R. auf den Bereich oberhalb des Wasserspiegels. Ausmaß und Art von Schäden sind von der Krone aus deshalb meist nur schwer zu erkennen.

Das Auftreten von Verformungen bedeutet, dass bereits ein Versagen stattgefunden hat. Wie schwer der Dam dadurch geschädigt ist, hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, wie z. B. der Größe der Rutschung und dem Durchströmungszustand des Dammes. Eine Böschungsrutschung auf der Wasserseite ist i. d. R. weniger kritisch als auf der Luftseite.

• Lokale Beschädigungen



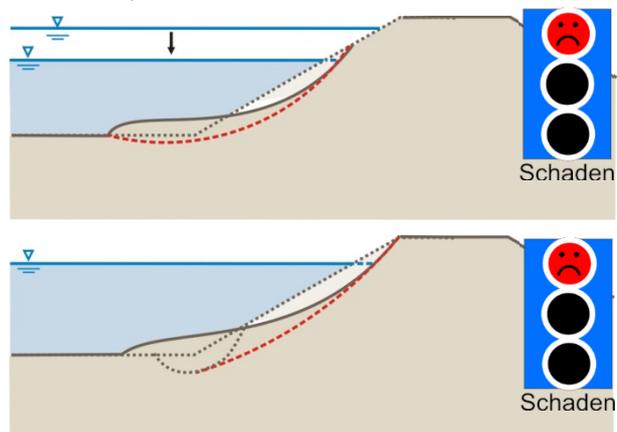
Erscheinungsbild:

- lokale Schäden durch äußere Einflüsse (z. B. Schiffsanfahrung, Eisgang)

- **bei Oberflächendichtung Gefahr der Beschädigung der Dichtung**

• Globales Versagen

Ein globales Versagen im Bereich der Wasserseite wird i. d. R. durch schnell abfallenden Wasserspiegel (nach Hochwasser oder infolge Havarie) oder tiefe Kolke am wasserseitigen Böschungsfuß (z. B. durch Schifffahrt) verursacht.



Erscheinungsbild (einsehbarer Bereich):

- tiefergehende Risse (tiefer als ca. 40 cm) im Bereich der wasserseitigen Dammböschung
- größere Rutschungen an der Dammböschung

Bewertungsgrundsätze / Faustregeln:

- je größer der Anteil der Rutschung an der gesamten Dammkubatur, desto größere die Gefährdung des Dammes
- sehr gefährlich bei tiefen Rissen, deren Umfang zunimmt.

- **fortlaufende Beobachtung, ob weitere Risse im Umfeld entstehen**

Anlage 3.3: Bewertungshilfen Tiere

3.3.1 Wildkaninchen	
Erkennungsmerkmale	
 <p>Quelle: Andreas Klein</p>	<ul style="list-style-type: none">• Bis 46 cm groß, Schwanzlänge bis 8 cm, bis 2,4 kg schwer.• Graubraunes Fell, im Nackenbereich ist es braun bis rostrot gefärbt. Unterseite grau (beim Feldhasen weiß). Große Augen, lange Ohren. Im Gegensatz zum Feldhasen hat das Wildkaninchen relativ kurze Ohren (Löffel, 6-8 cm), ist deutlich zierlicher und hat kürzere Hinterbeine.• Die Tiere werden im Durchschnitt 5 Jahre alt.
Losung	
 <p>Quelle: Andreas Klein</p>	Fingernagelgroße Kotkugeln, liegen gehäuft an sog. Losungsplätzen (Latrinen).
Markierungen	
Nicht sichtbar. Markierungen setzt das Kaninchen mit der Duftdrüse unter der Zunge, der Afterdrüse oder durch Harn.	
Spuren, Fährten	
 <p>Quelle: Natalie Kramer</p>	Alle Hasenartigen (wie z.B. das Wildkaninchen und der Feldhase) bewegen sich aufgrund ihres Körperbaus ausschließlich hoppelnd vorwärts. Der Abstand zwischen den Trittbildern kann von gar keinem bis zu 1-3 m ansteigen. Hasenartige übereilen beim hoppelnd, das heißt, sie setzen ihre Hinterpfoten nebeneinander vor die hintereinander gestellten Vorderpfoten. Deswegen ist ihre Spur sehr leicht erkennbar. Wildkaninchen haben kleinere Abdrücke als Feldhasen.

Lebensweise	
<ul style="list-style-type: none"> • Keine Bindung ans Wasser. • Wildkaninchen leben das ganze Jahr über sehr gesellig in Kolonien. • Eine soziale Einheit wird in der Regel aus 1 bis 5 Häsinnen und 1 bis 3 Rammlern gebildet. • Wildkaninchen sind sehr standorttreu. 	
Nahrung, Fraßbilder	
<ul style="list-style-type: none"> • Hinsichtlich seiner Äsung gilt das Wildkaninchen als anspruchslos und wenig spezialisiert. • Gräser und Kräuter, Getreide, Kohlpflanzen und Rüben; im Winter nimmt er auch Knospen, Triebe und Rinde von Obstbäumen und Weichhölzern. Holundersträucher werden stets gemieden. • Infolge des oft massenhaften Auftretens können Wildkaninchen erhebliche Schäden an land- und forstwirtschaftlichen Flächen verursachen. In Gärten und Obstplantagen können schon Einzeltiere erheblich Schäden verursachen. 	
Bau	
 <p>Quelle: Digitaler Säugetieratlas Bremen, Tom Langbehn</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ihre Baue legen Kaninchen bevorzugt an Wald-rändern, Heidelandschaften und in lichten Kiefernbeständen an. Im Uferbereich liegen die Bauten oberhalb der Wasserfläche. • Die Wohnbaue dienen vornehmlich als Schlaf- und Schutzstätten. Diese findet man abhängig von Bio-top und Besatzdichte entweder als Einzelbaue mit zwei bis vier gewinkelten Röhren oder als Kolonie mit bis zu 30 oder mehr miteinander verbundenen Röhren. Einzelbaue sind eher im Wald und in dichter Deckung, Kolonien mehr in offenem Gelände anzutreffen. Zwischen der Röhrenzahl und der aktuellen Besatzdichte besteht kein Zusammenhang. Die Baue sind umso größer, je mehr Häsinnen dort leben. • Wohnbaue haben mehrere 30 bis 60 cm hohe Wohnkessel, die nicht mit Nestmaterial ausgekleidet sind. Hauptröhren, die die Kessel miteinander verbinden, haben einen Durchmesser von etwa 15 cm. Das Bausystem verfügt über zahlreiche blind endende Seitengänge. Hinzu kommen senkrecht nach oben verlaufende Sprungröhren, deren Ausgänge zunächst von einer dünnen Erdschicht bedeckt bleiben; im Bedarfsfall (Flucht) wird mit einem mächtigen Sprung die bedeckende Erde der Sprungröhre durchstoßen. • Die Gesamtlänge der gegrabenen Gänge eines Bausystems kann bis zu 45 m betragen. Dabei kann es bis zu 3 m tief in den Erdboden gegraben sein.
Schutzstatus nach Bundesartenschutzverordnung	Nein
Bekämpfung	Das Wildkaninchen unterliegt dem Jagdrecht.

3.3.2 Schermaus

Erkennungsmerkmale



Quelle: K. Märki/swild.ch

- Bis 18 cm groß, Schwanzlänge bis 10 cm, bis 180 g schwer, vorwiegend ans Wasser gebundene Populationen sind deutlich größer als vorwiegend an Land lebende.
- Untersetzte gedrungene und plumpe Körpergestalt, großer Kopf mit stumpfer Schnauze, kleine im Fell versteckte Ohren. Das Fell ist lang, dicht und glänzend. Es ist auf der Oberseite variabel, meist dunkelbraun, seltener hellbraun und besonders bei aquatischen Populationen in Niederungen häufig auch schwarz. Der Schwanz ist heller. Die Unterseite ist weißlich oder gelblich grau.
- Die Tiere werden 1-2 Jahre alt.

Losung



Quelle: Gerfried Jost

Kotpillen, vielfach aneinander klebt und nicht lose

Markierungen

Reviermarkierung durch Drüsensekret.

Spuren, Fährten

Lebensweise	
<p>Bei den in Deutschland lebenden Schermäusen unterscheidet man hauptsächlich zwei Unterarten: die wasserlebende Form und die landlebende Form. Die beiden Formen unterscheiden sich auffällig in der Lebensweise und im Verhalten.</p> <p>Je nach Population leben die wassergebundene Tiere überwiegend an Flüssen, Bächen und in Sümpfen, terrestrisch gebundene auf Wiesen, in Obstanlagen und Gärten, weniger häufig in bewaldeten Bereichen.</p>	
Nahrung, Fraßbilder	
<p>Die überwiegend pflanzliche Nahrung besteht bei aquatischen Populationen aus Wasserpflanzen, bei terrestrischen in erster Linie aus Wurzeln, Zwiebeln und Knollen (Pflanzenschädling). Gelegentlich fressen die Tiere Muscheln und Schnecken, Insekten und kleine Fische.</p>	
Bau	
 <p>Quelle: Mathias Grufß</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Eingänge oberhalb und unterhalb des Wasserspiegels. • Die flach unter der Erdoberfläche verlaufenden Gangsysteme (oft aufgewölbt) ähneln denen des Maulwurfs. Röhrendurchmesser 4-6 cm. Wenn Erdhaufen aufgeworfen werden, sind diese jedoch flacher und weniger stabil als beim Maulwurf. • Die verzweigten Baue haben gewöhnlich eine flächenhafte Ausdehnung von bis zu 10 x 10 m und reichen häufig bis in 1 m Tiefe. Die Gesamtlänge schwankt zwischen 20 und 100 m, die mittlere Grundfläche beträgt 100 m². • Die Schermaus wird als Zahnwühler bezeichnet, da sie beim Graben der Gänge das Erdreich mit den Nagezähnen lockert und anschließend durch Schieben mit dem Kopf an die Oberfläche drückt. Dadurch entstehen flache Erdhaufen mit seitlicher Gangöffnung im Gegensatz zu den mehr kegelförmigen Maulwurfshügeln mit zentraler Gangöffnung.
Schutzstatus nach Bundesartenschutzverordnung	Nein
Bekämpfung	Fallen, Fraßgift, Begasung

3.3.3 Wanderratte

Erkennungsmerkmale



Quelle: Gerfried Jost

- Bis 27 cm groß, Schwanzlänge bis 23 cm, bis 450 g schwer.
- Wanderratten sind große, kräftig gebaute Ratten mit eckigem Schädel, stumpfer Schnauze und einem dicken beschuppten Schwanz. Die Ohren sind rund und recht klein, das Fell ist je nach Alter oberseits schmutzig graubraun, rötlich braungrau bis dunkel braunschwarz, die Unterseite ist grauweiß. Oberseiten- und Unterseitenfärbung sind nicht scharf getrennt. Selten kommen einfarbig schwarze Tiere vor. Der Schwanz ist zweifarbig, er ist oben graubraun und unterseits heller.
- Lebensdauer 3-4 Jahre.

Losung



Quelle: Gerfried Jost

- Kotpillen zylindrisch mit stumpfen Enden, ca. 15 bis 17 mm lang und ca. 5 bis 6 mm dick, Konsistenz fest, Inhaltsstoffe sowohl pflanzlicher als auch tierischer Herkunft, Kotplätze in Ecken und an Wänden entlang.

Markierungen

Reviermarkierung durch Urin und Kot.

Spuren, Fährten



aus Stubbe, 1989 ¹⁾

Lebensweise	
Populationen in Deutschland sind überwiegend auf den menschlichen Siedlungsbereich beschränkt und bewohnen hier Abwasserkanäle, Mülldeponien, Keller, Lagerhäuser, Ställe, Bauernhöfe und ähnliche Habitate, sehr oft in Wassernähe.	
Nahrung, Fraßbilder	
In Europa lebt die Wanderratte überwiegend als Kulturfolger von Nahrungsmitteln des Menschen, daneben wird jedoch ein breites Spektrum weiterer pflanzlicher und tierischer Nahrungsquellen genutzt. So erklettern die Tiere Bäume, um im Frühjahr Knospen und junge Triebe und im Spätsommer Obst und Walnüsse zu fressen. Die Ernährung erfolgt auch fleischfressend und räuberisch, Wanderratten fressen unter anderem Vogeleier, junge und geschwächte Vögel, junge und erwachsene Wühlmäuse, Amphibien und Weichtiere.	
Bau	
	<ul style="list-style-type: none"> • Wenn möglich, legen Wanderratten Erdbaue an, die mindestens zwei Eingänge und einen Wohnkessel sowie häufig auch Vorratskammern aufweisen. Die Eingänge sind immer offen, die Hauptgänge sind queroval, 8-9 cm hoch und 11-12 cm breit und bis 10 m lang. • Eingänge liegen über Wasser
Quelle: © LAVES	
Schutzstatus nach Bundesartenschutzverordnung	Nein
Bekämpfung	Fallen, Fraßgift, Begasung

3.3.4 Maulwurf	
Erkennungsmerkmale	
	<ul style="list-style-type: none">• Bis 17 cm groß, Schwanzlänge bis 3 cm, bis 130 g schwer.• Der Rumpf dieser Tiere ist walzenförmig, der zugespitzte Kopf sitzt auf einem kurzen, kaum sichtbaren Hals. Die Vordergliedmaßen sind zu Grabwerkzeugen umgebildet. Die mit der Handfläche nach außen gedrehten Hände sind schaufelförmig und enden in fünf Zehen. Schwarzes, weiches Fell, Augen klein, im Fell verborgen, Ohrmuscheln fehlen.• Die Tiere werden 3-6 Jahre alt.
Quelle: Artenschutz in Franken® / Albert Meier	
Losung	
Der Kot wird unterirdisch abgegeben.	
Markierungen	
Nicht sichtbar, Die Gänge und die Nester werden mit Drüsensekreten markiert, um eindringende Artgenossen aufmerksam zu machen.	
Spuren, Fährten	
siehe Bau.	
Lebensweise	
<ul style="list-style-type: none">• Keine Bindung ans Wasser.• Unterirdische Lebensweise.• Einzelgänger.	
Nahrung, Fraßbilder	
<ul style="list-style-type: none">• Maulwürfe leben ausschließlich von tierischer Nahrung, vor allem von Regenwürmern und Insekten sowie von deren Larven.• Die Nahrungssuche erfolgt durch Graben im Erdreich, durch Durchwandern der Gänge und durch Suche auf der Erdoberfläche.• Die Tiere haben eine hohe Stoffwechselrate und müssen täglich sehr viel Nahrung zu sich nehmen. Längere Nahrungspausen überleben sie meist nicht. Pro Jahr verzehrt ein 100 Gramm schwerer Maulwurf 20 bis 30 Kilogramm Würmer und Insekten.	

<p>Bau</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • Ihre Baue legen Maulwürfe überall da an, wo Gänge erstellbar sind und Nahrung vorhanden ist. Im Uferbereich liegen die Bauten oberhalb des Wasserspiegels. • Das unterirdische Gangsystem, besteht aus Tunnel (Durchmesser bis 6 cm) die sich meistens knapp unter der Erdoberfläche (10 – 20 cm) befinden. Nur im Winter, vor allem bei Frost, und bei großer Trockenheit im Sommer verlegen Europäische Maulwürfe ihre Aktivität in größere Tiefen von bis zu 50 bis 60 Zentimeter. Das Aushubmaterial wird an die Oberfläche geschoben, wobei die charakteristischen Maulwurfshügel entstehen. Diese befinden sich im Allgemeinen nicht über den Gängen, sondern rund 15 Zentimeter daneben, weil die Erde schräg nach oben gedrückt wird. Diese Nahrungsgänge verlaufen oft kreisförmig und sind untereinander mit der Nestkammer verbunden. • Die Nestkammer liegt tiefer als die Nahrungsgänge und wird mit Laubblättern und Gras gepolstert. Diese Nester dienen als Ruheplätze, als Nahrungslager und auch zur Jungenaufzucht. Die Tiefe der Nester im Boden hängt unter anderem vom Grundwasserstand ab und wird bei Frost, wie die Gänge, tiefer gelegt oder es werden Erdhaufen zur Bedeckung darüber geschichtet. Auffallend große Maulwurfshügel, „Burgen“ genannt, sind Anzeichen dafür. Oft gibt es neben dem Hauptnest auch noch einige Ausweichnester.
<p>Quelle: Artenschutz in Franken® / Albert Meier</p>	
	
<p>Quelle: Erichson (2003) ¹⁾</p>	
<p>Schutzstatus nach Bundesartenschutzverordnung</p>	<p>Besonders geschützt.</p>
<p>Bekämpfung</p>	<p>Im Allgemeinen verboten.</p>

¹⁾ Erichson, C.: Von Giganten, Medaillen und einem regen Wurm. Geschichten, mit denen man rechnen muß, Auer Verlag in AAP Lehrfachverlag, 2003

3.3.5 Bisam

Erkennungsmerkmale



Quelle: Artenschutz in Franken® Helga Zinnecker

- Bis 35 cm groß (etwa wie Wildkaninchen), Schwanzlänge bis 26 cm.
- Bis 1,8 kg schwer.
- Gedrungene Körpergestalt, stumpfe Schnauze, kleine knopfartige Augen, Ohren wenig aus dem Fell hervortretend, braunes Fell, nach den Seiten heller werdend, Vorderbeine kurz, Hinterbeine groß mit Schwimmhaaren, nackter Schwanz.
- Tiere können bis zu 3 Jahre alt werden.

Losung



Quelle: Simone Roters

- Bohnenförmig rund bis länglich.
- 2 bis 3 cm lang.
- Breiig-weiche Beschaffenheit.
- Farbe dunkelgrün bis gelb-braun, braunschwarz, auch weiß; bei hohem Muschelanteil in der Nahrung rotviolett und von griesiger Konsistenz.
- Wird auf aus dem Wasser auf herausragende Gegenstände wie Steine, Grasbüschel oder Baumstämme bzw. an markanten Uferstellen abgesetzt, oft jedoch auch im Wasser selbst.

Markierungen

Losungshaufen als Reviermarken.

Spuren, Fährten



Quelle: L. Jacob, NABU Groß-Zimmern

- In feuchtem Sediment sind Finger- und Zehenabdrücke (gespreizt) sichtbar.
- Hinterfußabdruck deutlich größer als der Vorderfußabdruck.
- Schwanz hinterlässt eine schmale Schleifspur, die wenigstens teilweise in der Pfotenspur liegt.

Wechsel	
	<p>Landausstiege unterschiedlicher Breite (meist nur 10 cm), an steilen Böschungswinkeln besonders auffällig, führen zu den Weideplätzen jenseits der Böschungsoberkante, Uferwege unter überhängender Böschung. Auf morastigem Grund werden die Wechsel zu Rinnen vertieft und erweitert. Unter Wasser sind sie als Tauchpässe, sog. Grundwechsel, am fehlenden Pflanzenbewuchs bzw. Feinsediment oder eingefallenem Laub erkennbar (meist sich heller vom übrigen Gewässergrund abzeichnend).</p>
<p>Quelle: BfG</p>	
Nahrung, Fraßbilder	
<p>Röhricht und Wasserpflanzen werden gefressen, zurückgelassene Teile treiben an der Wasseroberfläche, Fraß an Feldfrüchten, insbesondere Getreide, Raps, Rüben, Mais, am Ausstieg wird die Kultur in unregelmäßigem Halbkreis abgeweidet, in strengen Wintern auch Rinde verschiedener Gehölze (Weide etc.), Anhäufung von Muschelschalen vor dem Baueingang und auf Fraßplätzen.</p>	
Bau	
	<ul style="list-style-type: none"> • Erdbau: <p>Röhren, meist weitverzweigtes System, Eingänge in der Regel unter dem Wasserspiegel; über dem Wasser befindliche werden zugestopft (nicht im Tidebereich); Durchmesser der Röhren ca. 10–15 cm, Erdauswurf unter Wasser, farblich häufig vom Sohlensubstrat abweichend, Wohnkessel (Wurfkessel) unterirdisch im Kreuzungsbereich von Röhren oder am Röhrenende angelegte Höhlen, deren Größe in Abhängigkeit von der Anzahl der Bewohner zwischen 30 bis 50 cm schwankt, Höhe ca. 20–35 cm, Nebenhöhlen kleiner als Wohnkessel, im Prinzip nur aufgeweitete Röhren bzw. Röhrenenden, die dem Bisam eine Wendung ermöglichen. Sie werden gelegentlich als Vorratskammern genutzt.</p> • Burgen: <p>In stehenden Gewässern mit flachen Uferzonen bis 2,5 m Durchmesser, Höhe bis 1 m über dem Wasserspiegel. Als Baumaterial dienen Riedgräser und Wasserpflanzen. Beim Materialsammeln entstehende freie Wasserflächen können mehrere 100 m² groß sein.</p>
<p>Quelle: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA)</p>	
<p>Quelle: Artenschutz in Franken, Thomas Köhler</p>	
Schutzstatus nach Bundesartenschutzverordnung	Nein
Bekämpfung	Fallen

3.3.6 Nutria

Erkennungsmerkmale



Quelle: Thomas Lohrer, Freising

- Bis 65 cm groß (etwa wie Feldhase), Schwanzlänge bis 45 cm.
- Bis 9 kg schwer.
- Gedrungene Körpergestalt, stumpfe Schnauze, mittelgroße Augen, Ohren deutlich aus dem Fell hervortretend, dunkelbraunes Fell, Vorderbeine kurz, Hinterbeine groß mit Schwimmhäuten zwischen 1. und 4. Zehe, 5. Zehe freistehend, nackter Schwanz.
- Tiere werden Durchschnitt 3 Jahre alt.

Losung



Quelle: S.Gloor / stadtwildtiere.ch

- Bohnenförmig rund bis länglich.
- 2 bis 5 cm lang.
- Breiig-weiche Beschaffenheit.
- Farbe dunkelgrün bis gelb-braun, braunschwarz, breiig-weiche Konsistenz.
- Wird in der Regel im Wasser abgesetzt, ferner in Sassen(Mulden), an Land oder auf Ausstiegen.

Markierungen

Duftmarken an Vertikalstrukturen (Sträucher, Bäume), schwer zu lokalisieren.

Spuren, Fährten



Quelle: Kerstin Krahwinkel

- In feuchtem Sediment sind Hinterfußabdrücke im Allgemeinen gut erkennbar.
- Hinterfußabdruck deutlich größer als der Vorderfußabdruck.
- Die freistehende Außenzehe hebt sich von den anderen Zehen mit Schwimmhaut ab.
- Schwanz ist abschnittsweise in der Pfotenspur erkennbar.

Wechsel	
	<ul style="list-style-type: none"> • Landausstiege unterschiedlicher Breite (meist 15 cm), vornehmlich an flachen Uferbereichen. • Häufig viele, dicht nebeneinander befindliche Ausstiege entlang der Uferlinien (bei längerer Besiedlung des Biotopes häufig kolonieartig auftretend).
Quelle: S.Gloor / stadtwildtiere.ch	
Nahrung, Fraßbilder	
	<ul style="list-style-type: none"> • Alle Pflanzenteile von Wasser und Uferpflanzen vorwiegend krautiger Art. • Feldfrüchte, insbesondere Kartoffeln, Möhren, Zucker und Futterrüben, Mais, Raps, Kohl, Salat. • In strengen Wintern Rinde (Ringeln) verschiedener Gehölze, niemals jedoch das Holz. • Nutria können nur kleine Zweige bis zu 5 cm Durchmesser schneiden, die Schnittflächen sind nicht so glatt wie beim Biber, sondern eher wie von einem stumpfen Werkzeug verursacht, da dieser Art die hohe Beißkraft fehlt. • Fraßplätze sind gekennzeichnet durch deutlich sichtbar herumliegende Nahrungsreste
Quelle: Manfred Lehmann	
Bau	
	<ul style="list-style-type: none"> • Erdbau: einfache Uferröhre, oft erweiterter Bisambau, Durchmesser bis 60 cm, übernommene Biberburgen und -baue. Röhrensystem wesentlich einfacher und nicht so verzweigt wie beim Bisam. Eingänge meist in Höhe des Mittelwasserspiegels; oft nur ein Eingang. • Burgen (aus zusammengetragenem Pflanzenmaterial bestehender loser, ungeordneter Haufen) auf erhöhten Stellen im Wasser (z.B. über Baumstumpf) in Bibergebieten werden auch vom Biber geschnittene Zweige verwendet, jedoch nicht ineinander verbaut, sondern stets vom Wasser auf die Burgspitze gezogen. • Sassen (Mulden) unter unterspülten Wurzelstöcken im Steiluferbereich. Ufersasse (wie beim Biber, aber mit Gras gepolstert), bis ca. 50 cm über Mittelwasser. • Schilfnester im Röhrichtgürtel oder der Krautvegetation in Sümpfen, z.T. in Agrarkulturen (bis 80 m vom Gewässer entfernt), kreisrund, ca. 4 m² groß und flach über der Wasseroberfläche.
Quelle: S.Gloor / stadtwildtiere.ch	
Schutzstatus nach Bundesartenschutzverordnung	Nein
Bekämpfung	Fallen

3.3.7 Biber

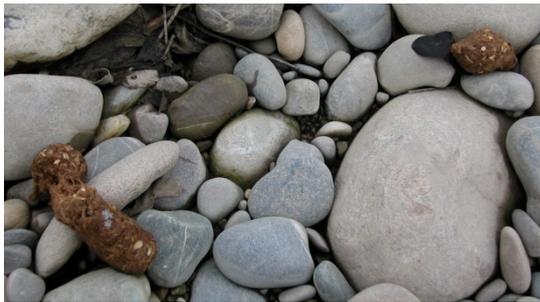
Erkennungsmerkmale



Quelle: Thomas Reich, www.bilderreich.de

- Bis 100 cm groß (etwa wie Dachs), Schwanzlänge bis 36 cm.
- Bis 36 kg schwer.
- Plumpe, massige und gedrungene Körpergestalt, stumpfe Schnauze, kleine dunkelbraune Augen, Ohren wenig gut sichtbar, gelb bis dunkel-braunes Fell, sehr dicht und weich, Vorderbeine kurz, Hinterbeine groß mit Schwimmhäuten zwischen allen Zehen, Schwanz beschuppt, breit und abgeplattet Die Tiere werden im Durchschnitt 8 Jahre alt.

Losung



Quelle: Angela Teufer-Egli

- Gelblich-braune taubeneigroße Kotballen, die feine Holzspäne, unverdauliche Pflanzenfasern und hartschalige Pflanzensamen enthalten.
- Wird ausschließlich im Wasser abgegeben und ist meist nur im Winter an der Wasseroberfläche schwimmend zu finden, wenn der hohe Holzspananteil der Losung Auftrieb verleiht.

Markierungen

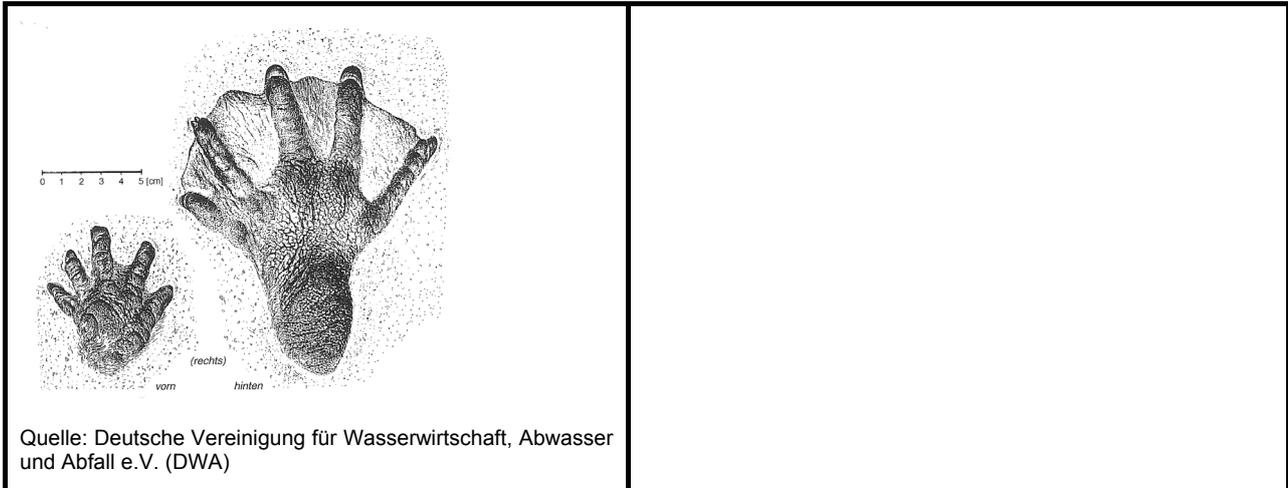
Markierungshügel aus Ufersediment, Laub u.a., dicht an der Wasserlinie, meist an Ausstiegen.

Spuren, Fährten



Quelle: BfG

- In feuchtem Sediment sind die Hinterfußabdrücke gut sichtbar.
- Der Hinterfußabdruck zeigt die Schwimmhäute und ist deutlich größer als der Vorderfußabdruck.
- Die Abdrücke der Vorderpfoten werden in der Regel von denen der Hinterpfoten überdeckt und sind deshalb meist nicht erkennbar.
- Die Kelle hinterlässt eine breite, oft schlängelnde Schleifspur, die in der Pfortenspur liegt.



Wechsel



Quelle: Stefan Ramme

- Landausstiege unterschiedlicher Breite (mind. 30 cm) an Flach- wie Steilufern, z.T. bis 15 m hohe Ufer überwindend.
- Wechsel werden meist in größeren Abständen (ab 50 m) nebeneinander bzw. gruppenweise angelegt.
- An vielen Wechseln lassen sich im Sommer etwa 10-20 m voneinander entfernt Ein- und Ausstieg erkennen, der Wechsel verläuft in einem weiten Halbbogen zur Uferlinie.

Nahrung, Fraßbilder



Quelle: BfG

- Hauptnahrung im Sommer ist bevorzugt Krautvegetation, aber auch Feldfrüchte, insbesondere Mais, Futter- und Zuckerrüben, Getreide, Kohl, Raps (es finden sich entsprechende Abweidespuren).
- Hauptnahrung im Winter ist die Rinde von Weichhölzern. Des weiteren Rhizome, Wurzeln und Knollen, die durch Wühlen und Graben gewonnen werden.
- Bäume werden in charakteristischer Weise vorwiegend im Winter gefällt und geschält oder auch nur geringelt, auf den glatten Schnittflächen sind deutlich die 5 bis 10 mm breiten, gerippt erscheinenden Nagespuren zu erkennen.

Bau	
 <p>Quelle: BfG</p>	<p>Erdbau</p> <ul style="list-style-type: none"> • Röhren: Einfache in das Ufer gegrabene Erdröhren, Durchmesser 30–40 cm, Eingänge stets unter Wasser, schräg nach oben führend. Sie dienen als Fluchtbaue, als Verbindungstunnel, als Zugänge zu den Wohnkesseln. • Wohnkessel: unterirdisch angelegte Höhle mit einem v Durchmesser von ca. 1 m und 30–40 cm Höhe. • Verbindungstunnel zu anderen Gewässern, auch unter Deichen und Teichdämmen hindurch angelegt (Längen bis 20 m). • Mittelbau: nach Einbruch der Decke eines Wohnkessels, mit Knüppel und Reisig überdeckter Erdbau. <p>Burg</p> <ul style="list-style-type: none"> • Freistehend im Gewässer, ufernah, kunstvoll aufgeschichteter Ast- und Reisighaufen, mindestens wetterseitig mit Schlamm überdeckt, Durchmesser bis 10 m, Höhe bis 2,2 m. <p>Sonstige Bauten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sassen: auf dem Erdboden angelegte Mulden, oft mit Holzspänen ausgekleidet. • Kanäle im sumpfigen Gelände angelegt, 30 bis 60 cm breit, 30 bis 50 cm tief, Länge bis über 100 m. • Dämme: Stauwerke aus Ästen, Zweigen, Schilf, Schlamm, selten Steine. Höhe und Länge richten sich nach dem Gefälle und der Breite der Gewässer. Durch den Aufstau versucht der Biber Wasserflächen zu schaffen, die seinen Lebensgewohnheiten entsprechen, im Mittel bis 70 cm hoch.
Schutzstatus nach Bundesartenschutzverordnung	Besonders geschützt
Bekämpfung	Im Allgemeinen verboten

3.3.8 Dachs

Erkennungsmerkmale



Quelle: Artenschutz in Franken® J. Rother

- Kopfrumpflänge liegt zwischen 64 und 88 cm, Schwanzlänge bei 11 bis 18 cm.
- 7 – 15 kg schwer.
- Markante schwarz-weiße längsgestreifte Färbung am Kopf, kompakter, gedrungener Körper mit kurzen, schwarzen Beinen, langgezogener Kopf und Schnauze, kräftige Pfoten mit langen Krallen zum Graben, das Fell ist am Rücken schmutzbraun bis silbergrau und am Bauch hell.
- Mittlere Lebenserwartung 4, max. 15 Jahre.

Losung



Quelle:
Kotmodell Dachs, Bauer Handels GmbH, www.taxidermy.ch

Die Dachs-Losung ist wurstförmig und oft mit gut sichtbaren Insektenflügeln und Pflanzenresten.

Der Dachs benützt einen Dachs-Abort (faustgroßes, trichterförmiges Loch) in unmittelbarer Nähe seines Baues.

Markierungen

Das Revier wird mit Urin markiert.

Spuren, Fährten	
	<p>Der Dachs hat an den Vorderpfoten lange Nägel, die sich in den Trittsiegeln und Spuren deutlich abzeichnen und jede Verwechslung mit anderen Tieren ausschließen.</p>
<p>Quelle: Manfred Ebel</p>	
Nahrung, Fraßbilder	
<p>Nachtaktiv. Allesfresser mit Grundnahrung Regenwürmer, Insekten, kleine Wirbeltiere, gelegentlich auch Bodengelege oder Junghasen, Aas, Wurzeln und Früchte sowie Fallobst, Mais oder Hafer, Beeren, Pilze und Eicheln. Kleintiere wie Insekten, Mäuse, Würmer und Schnecken werden mit den langen Krallen und der trichterförmigen Nase aus dem Boden gegraben. Der Dachs jagt wenig aktiv, sondern sammelt alles auf, was auf dem Waldboden liegt und genießbar ist, er legt dabei aber keine Nahrungsvorräte an.</p> <p>Bis zum Herbst hat er sich eine Winterreserve angefressen, da er eine Winterruhe hält. Während dieser Zeit verlässt er hin und wieder den Bau, um sein Dachsklosett, eine kleine Grube abseits des Baus, zu benutzen.</p>	
Bau	
	<p>Der Dachs gräbt sich im Waldboden einen Bau, der einen Durchmesser von 30 Metern haben kann. In etwa fünf Meter Tiefe liegt der Wohnkessel, der über zahlreiche Gänge mit der Oberfläche verbunden ist. Diese Gänge dienen der Luftzufuhr und als Ein- und Ausgänge. Im Gegensatz zum Fuchs polstert der Dachs den Kessel seines Baues mit trockenem Laub, Moos oder Farnkraut aus. Ein Dachsbau kann über Jahrzehnte oder vermutlich sogar Jahrhunderte benutzt werden. Jede Generation dehnt ihn weiter aus und fügt weitere Wohnkammern hinzu. Ein in England untersuchter Dachsbau umfasste 50 Kammern und 178 Eingänge, die durch insgesamt 879 Meter Tunnel miteinander verbunden waren.</p>
<p>Quelle: Artenschutz in Franken® J. Rother</p>	
Schutzstatus nach Bundesartenschutzverordnung	Nein.
Bekämpfung	Der Dachs unterliegt dem Jagdrecht.

3.3.9 Fuchs

Erkennungsmerkmale



Quelle: Artenschutz in Franken® J. Rother

- Die Kopfrumpflänge liegt zwischen 60 und 90 cm, die Schwanzlänge bei 11 bis 18 cm.
- 4 – 10 kg schwer.
- Verschiedene Farbvarianten von rotbraun bis schwarz, buschiger, im Winter besonders dichter Schwanz (Lunte) mit weißer Spitze, Sommerbehaarung: kurz und stumpf, Winterfell: dick und glänzend.
- Mittlere Lebenserwartung 4 Jahre, max. 15 Jahre.

Losung



Quelle: Artenschutz in Franken® J. Rother

Die drei bis acht Zentimeter langen Kotwürstchen des Fuchses sind meist an einem Ende in eine Spitze ausgezogen und enthalten oft gut sichtbare Nahrungsreste, zum Beispiel Kirschen- oder Zwetschgensteine, Mäusehaare, Knochenstücke oder Insektenreste.

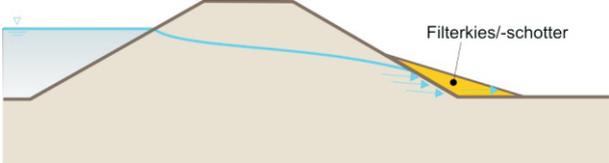
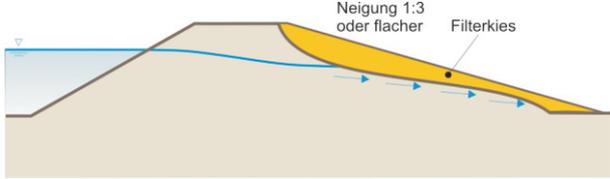
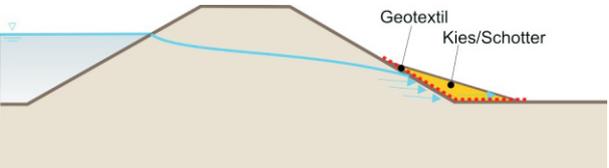
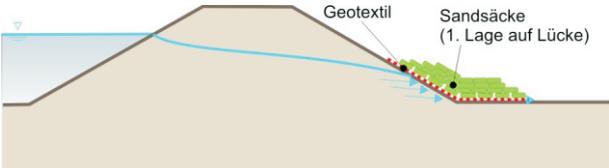
Markierungen

Füchse markieren ihre Territorien mit Urin- und Kotmarken. Kot wird deshalb oft an exponierten, gut sichtbaren Stellen abgesetzt, zum Beispiel auf einem Grasbüschel.

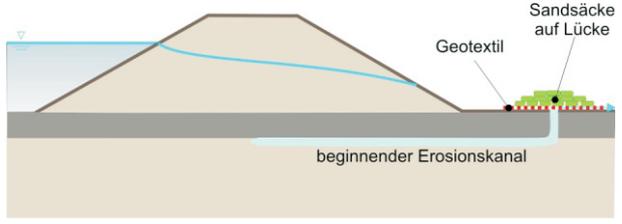
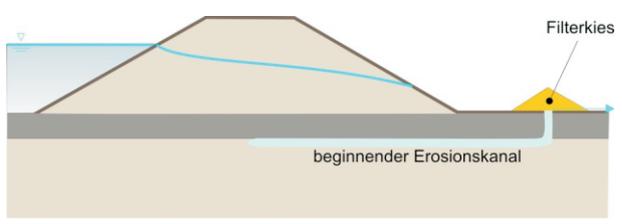
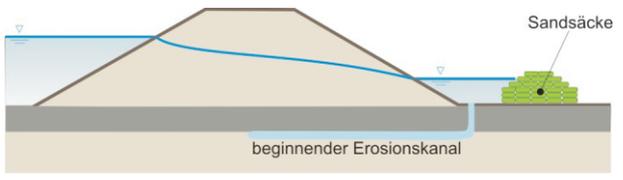
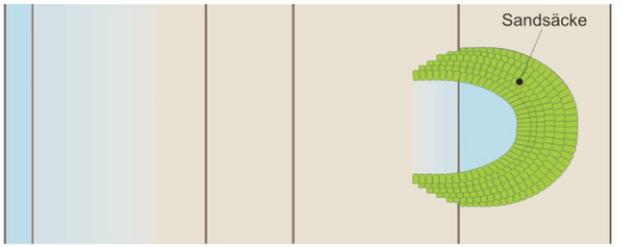
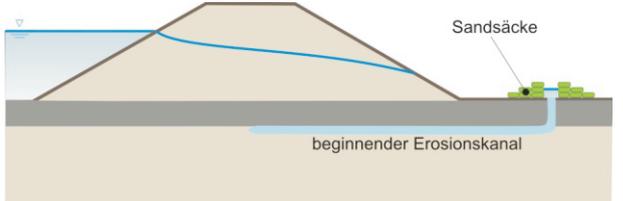
Spuren, Fährten

	<p>Eine typische Trittspur ist das "schnüren", der Trabgang des Fuchses, die häufigste Gangart beim Fuchs. Das heißt, der Fuchs setzt die Hinterläufe in die Abdrücke der Vorderläufe. Je schneller er dabei im Trab ist, desto genauer ist dieser Schnürgang.</p>
<p>Quelle: Manfred Ebel</p>	
<p>Nahrung, Fraßbilder</p>	
<p>Beutefang bei Dämmerung oder bei Nacht, Hauptbeute: Mäuse, daneben auch: Kaninchen, Jungwild wie Hasen, Rehkitze, Vogelgelege und Jungvögel, Insekten, Heuschrecken, Käfer, Hausgeflügel, Obst und Wildfrüchte. Bei schlechten Nahrungsbedingungen auch Aas oder Hausmüll.</p>	
<p>Bau</p>	
	<p>Der meist umfangreiche Bau besitzt neben der Wohnkessel und Haupttröhre mehrere Fluchtröhren. Die beim Graben anfallende Erde wird zum Ausgang befördert und dort nach allen Seiten verstreut, so dass sich ein fächerförmiger Wall um den Eingang bildet. Es wird nicht immer ein großer Bau gegraben. Füchse nehmen auch einfache Behausungen unter Gartenhäusern, Baumstümpfen oder Felsspalten für die Jungenaufzucht an. Zudem können sie alte Baue von Dachsen übernehmen; wenn der Bau groß genug ist, kommt es auch vor, dass Fuchs und Dachs gemeinsam darin wohnen.</p> <p>Besetzte Fuchsbaue sind an herumliegenden Beuteresten zu erkennen, dem blanken Sandboden und Fußspuren. Der typische Fuchsgeruch wird in der Literatur oft als „durchdringlicher Raubtiergeruch“ oder ähnlich beschrieben, das Empfinden von Gerüchen ist stark vom Beobachter abhängig. Der Geruch am Bau kann von Harnmarkierungen am Eingang verursacht sein und bedeutet daher nicht zwangsläufig, dass sich gerade ein Fuchs im Bau befindet.</p>
<p>Quelle: Claas Janssen</p>	
<p>Schutzstatus nach Bundesartenschutzverordnung</p>	<p>Nein.</p>
<p>Bekämpfung</p>	<p>Der Fuchs unterliegt dem Jagdrecht.</p>

Sofortmaßnahmen

<p>Maßnahmen zur Stützung des Dammes und Verhinderung von Materialtransport</p>	 <p>Lage: luftseitige Böschung und Dammfuß</p>
<p>Wann notwendig?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sickerwasseraustritt mit Materialaustrag - hoher Austritt der Sickerlinie - sehr starker Sickerwasseraustritt (flächig oder punktuell) 	
<p>Wirkungsweise</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erhöhung der stabilisierenden Kräfte - Verhinderung von Materialtransport - Gewährleistung des Sickerwasseraustrittes 	
<p>Ausführungsmöglichkeiten</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p>• Kiesschüttung (einstufig)</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p>• Kiesschüttung nach Rutschung!</p>  </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="width: 45%;"> <p>• Kiesschüttung auf Geotextil</p>  </div> <div style="width: 45%;"> <p><i>Anmerkungen:</i></p> <p><i>Schüttungen sind geeignet für größere Dammabschnitte. Ausreichende Mengen an Material sowie Geräte für Transport und Einbau müssen vorhanden sein.</i></p> <p><i>Sandsäcke sind aufgrund des hohen Bedarfs nur für lokal begrenzte Bereiche sinnvoll einsetzbar.</i></p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="width: 45%;"> <p>• Sandsäcke auf Geotextil mit Dränfunktion</p>  </div> </div>	
<p>Ausführungsgrundsätze</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aufbau von unten nach oben, - bei Einsatz von schwerem Gerät: Schütten "vor Kopf" um den Untergrund zu schützen, - Abfluss Sickerwasser muss gewährleistet sein, - Filterstabilität muss gewährleistet sein, d.h. Material bzw. Geotextil muss auf den Boden abgestimmt sein, - bei Einsatz von Geotextil auf ausreichende Überlappung der einzelnen Bahnen achten (mind. 50 cm). 	
<p>Fehler bei der Ausführung</p> <p>Aufbringen der Auflast von oben nach unten ⇒ Vergrößerung der destabilisierenden Kräfte Behinderung des Sickerwasserabflusses ⇒ Anstieg Sickerlinie ⇒ Verringerung Standsicherheit Dynamische Verdichtung der Kiesschüttung ⇒ Destabilisierung des Untergrundes und des Dammes</p>	

Sofortmaßnahmen

<p>Maßnahmen bei punktuellm Wasseraustritt (Quellen)</p>	 <p>Lage: Dammfuß und Hinterland</p>
<p>Wann notwendig? - sehr starker punktueller Sickerwasseraustritt am Dammfuß</p>	
<p>Wirkungsweise - Verhinderung Materialtransport</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Verringerung hydraulisches Gefälle - Reduzierung Durchströmung - Reduzierung Materialtransport
<p>Ausführungsmöglichkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sicherung Quelle mit Sandsäcken  <ul style="list-style-type: none"> • Sicherung Quelle mit Kiesschüttung 	<ul style="list-style-type: none"> • Fangedamm am Dammfuß  <p>Draufsicht</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Fangedamm im Hinterland 
<p>Ausführungsgrundsätze</p> <ul style="list-style-type: none"> - Abfluss Sickerwasser muss gewährleistet sein, d.h. Austrittsstelle darf nicht abgedichtet werden. - bei Ausführung am Dammfuß muss der größte Teil des Fangedammes vor dem Dammfuß liegen um eine zu große Belastung der Böschung zu vermeiden. - Fangedamm muss in sich stabil sein (pyramidenförmiger Querschnitt). 	
<p>Besonderheiten</p> <p>Fangedammkonstruktionen: Durch den Aufstau auf der Luftseite steigt die Sickerlinie im Damm an, d.h. es kann zu neuen und höher liegenden Sickerwasseraustritten kommen.</p>	