



lebensministerium.at

DEICHQUERSCHNITTE (HOCHWASSERSCHUTZDÄMME)

Empfehlungen für die Ausbildung

FASSUNG 2007



IMPRESSUM

Medieninhaber und Herausgeber

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft
Sektion Wasser
A-1012 Wien, Stubenring 1

Koordination

Abteilung Schutzwasserwirtschaft
Abteilung Wasserbau / NÖ

Konzeption und Text

Ziv.-Ing. Dipl.-Ing. Dr. Werner Hinterleitner
Werner Consult

Layout

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft

Druck

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft

Copyright

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft

INHALTSVERZEICHNIS

1	Grundlagen.....	3
1.1	Einführung, Aufgabenstellung.....	3
1.2	Begriffsbestimmung.....	3
2	Deichtrasse, Trassierung im Grundriss.....	4
3	Deichhöhe	4
3.1	Bemessungshochwasser.....	4
3.2	Freibord	5
4	Deichquerschnitt.....	5
4.1	Allgemeine Anforderungen an den Entwurf	5
4.2	Querschnittselemente des Entwurfs	6
4.2.1	Deichkrone, Bermen, Wege.....	6
4.2.2	Deichböschungen	7
4.2.3	Deichrampen, Überfahrten	7
4.3	Deich(Ab)dichtungen	8
4.3.1	Homogener Deichkörper.....	8
4.3.2	Außendichtung, Böschungsdichtung, wasserseitige Oberflächendichtung.....	8
4.3.3	Deiche mit mineralischer Zonierung	9
4.3.4	Innendichtungen	9
4.4	Deichentwässerung, Drainagen und Filter.....	9
4.5	(Schutz der) Deichoberfläche	10
4.5.1	Grasnarbe, Humusierung und Besämung	10
4.5.2	Unregelmäßige Überschüttung.....	11
4.5.3	Besondere Befestigungen, Steinsicherungen, Pflasterungen (Deckwerke).....	11
4.5.4	Überlaufstrecken, überströmbare Deiche, Hochwasserentlastung	11
4.6	Bauwerke, Leitungen und Anlagen im Deichbereich	12
5	Untergrund und Standsicherheit.....	13

5.1	Untergrunderkundung.....	13
5.2	Erhöhung der Tragfähigkeit des Untergrundes.....	14
5.3	Standsicherheit von Deichen.....	14
5.3.1	Allgemeine Standsicherheit, Lastfälle und Sicherheiten.....	15
5.3.2	Durchsickerungsberechnungen, örtliche Standsicherheit im Hangquellenbereich, Auftriebsicherheit und Druckentlastung.....	16
5.3.3	Verbesserung der Standsicherheit, Sanierung.....	17
6	Baustoffe, Baudurchführung und Bauüberwachung.....	17
6.1	Baustoffe.....	17
6.2	Einbau und Verdichtung.....	18
6.3	Baudurchführung und Bauüberwachung.....	18
7	Sanierung von Deichen.....	19
7.1	Beurteilung bestehender Deiche.....	19
7.2	Sanierung durch Aufhöhung, Verbreiterung und Verstärkung.....	19
7.3	Sanierung durch Abdichtungsmaßnahmen am Deich.....	19
7.4	Sanierung gegen Aufweichungen am Deichfuß, Druckentlastung.....	20
8	Deichüberwachung, -erhaltung und -bewirtschaftung, Betriebsordnung.....	20
9	Allgemeine Angaben zu Dämmen.....	22
9.1	Begriffbestimmung, Einschränkung hinsichtlich Dammgröße, Dämme von Hochwasserrückhalteanlagen.....	22
9.2	Konstruktionsgrundsätze und Bemessungsgrundlagen für (Stau)Dämme.....	22
9.3	Dammhöhe, Bemessungswasserspiegel, Freibord.....	23
9.4	Querschnittselemente des Entwurfs.....	24
9.5	Hochwasserentlastung und -überfall am Damm.....	24
9.6	Standsicherheit von Dämmen.....	25
10	Zusammenstellung von Normen, Richtlinien und Vorschriften, Literaturangaben.....	26
11	Anlage (4 Musterquerschnitte).....	26

TECHNISCHER BERICHT

1 Grundlagen

1.1 Einführung, Aufgabenstellung

Der gegenständliche Arbeitsbehelf gibt Mindestanforderungen und Qualitätsstandards hinsichtlich der erforderlichen Untersuchungen, Nachweise und planlichen Darstellungen für die Planung, Projektierung und Errichtung von Deichen im Schutzwasserbau vor.

Der Arbeitsbehelf soll für den Auftraggeber von Arbeiten zum Schutzwasserbau den Leistungsumfang definieren, dem Planer als Qualitätsstandard für seine Leistungen dienen.

Der vorliegende Arbeitsbehelf erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, sondern versteht sich als Empfehlung und Grundlage.

1.2 Begriffsbestimmung

Ein **Deich** (engl. levee, franz. levée) ist ein Bauwerk, das als künstlich aufgeschütteter Damm längs eines Fluss- oder Meerufers liegt. In Österreich wird auch die Bezeichnung Hochwasserschutzdamm verwendet.

Ein Damm ist normgemäß ein zur Fließrichtung quergestelltes künstlich aufgeschüttetes Bauwerk (oder natürlich entstanden), das den Abfluss mehr oder minder behindert und zumeist stauend wirkt.

Im technischen Sprachgebrauch befindet sich der Deich an einem natürlichen Gewässer (z.B. Fluss, Meer) und dient der Abwehr von vorübergehenden Gefahren (Hochwasserschutz). Hingegen befindet sich der Damm sowohl an natürlichen wie mitunter an künstlichen Gewässern (z.B. Stauanlage). Er kann aber auch der dauerhaften Lenkung des Wassers in einem natürlichen Gewässer (Leitdamm) dienen.

Im gegenständlichen Arbeitsbehelf sind mit Deichen die Bauwerke aus Erdbaustoffen an Fließgewässern zum Schutz des Hinterlandes gegen Hochwasser definiert. Nicht Gegenstand dieser Richtlinie sind Stauhaltungsdämme und Fluss- bzw. Seedeiche an Meeren mit Tideeinfluss. Siehe Kapitel 2-8.

Dämme im Schutzwasserbau sind Staudämme von Hochwasserrückhalteanlagen (Retentionsbecken), Fangdämme, Leitdämme etc. Siehe Kapitel 9. Die in den Kapiteln 2-8 für Deiche festgelegten Standards gelten für Dämme sinngemäß, Kapitel 9 enthält zusätzliche allgemeine vereinfachte Angaben zu Dämmen.

2 Deichtrasse, Trassierung im Grundriss

Die Trassenführung eines Deiches wird durch verschiedenste Randbedingungen definiert, wie

- Fluss- und Talverlauf
- Hydraulische Randbedingungen
- Nutzungsansprüche, ökologische und raumordnungsmäßig Anforderungen
- Geohydrologie und Untergrund
- Rechtliche Bedingungen, Grundgrenzen etc.

Grundsätzlich sind Deiche nahe der geschützten Gebiete zu situieren, um den Verlust an Überflutungsflächen zu minimieren. Die verbleibenden Gestaltungsfreiräume für den Planer sind so zu nutzen, dass sich die Trasse dem Wasserlauf und der Geländestruktur in geschwungener Linienführung anpasst und auf die landschaftliche Gliederung Rücksicht nimmt.

Die hydraulische optimierte Linienführung fordert einen möglichst gestreckten Verlauf in Richtung des Hochwasserabflusses. Plötzliche Erweiterungen und Verengungen, scharfe Krümmungen sind zu vermeiden. Für das wasserseitige Vorland sind auch bei Uferdeichen möglichst breite Vorlandstreifen anzustreben. Dadurch wird die hydraulisch-mechanische Belastung für den Deich geringer, und Uferabbrüche führen nicht unmittelbar zu Deichschäden. Der Vorteil eines breiten und großzügig bemessenen Vorlandes liegt auch in der möglichen landschaftsgestalterischen Ausbildung durch entsprechende Bepflanzung. Vorhandene Nutzungen im Überschwemmungsgebiet, erhaltenswerte Biotop und Aulandschaften können eine Abweichung von der hydraulisch idealen Linienführung erfordern.

Die Trassierung im Lageplan hat die erforderlichen Deichregelquerschnitte und die erforderlichen Deichhöhen zu berücksichtigen. Die Deichhöhe über dem Urelände bestimmt durch die Regelböschungsneigungen die Deichaufstandsfläche und somit den Grundbedarf.

Für befahrene Deichkronen sind entsprechend der Art des Verkehrs und der Verkehrsnutzung (Deichverteidigung, Radweg, ländliche Straßen, Freilandstraßen) die Mindestanforderungen betreffend die Entwurfselemente der Lage (siehe auch RVS 3.23¹) zu berücksichtigen.

3 Deichhöhe

Die Deichhöhe wird bestimmt aus

- Bemessungshochwasser und zugehörigem Wasserspiegel
- Freibord

3.1 Bemessungshochwasser

Im Flussbau hat sich die Festlegung auf ein HQ_{100} (Hochwassermenge mit einem Wiederkehrintervall von 100 Jahren, Auftrittswahrscheinlichkeit $n=0,01$) für den Schutz von Siedlungsgebieten etabliert. Abweichungen sind möglich.

Für die Planungen ist weiters noch von wesentlicher Bedeutung, welche Auswirkungen ein über den Bemessungshochwasserwert hinausgehender Abfluss hat. Die (Rest)Risikobetrachtung untersucht Schadensabläufe und –ausmaß für größere Ereignisse und gibt mögliche Maßnahmen und Vorkehrungen für diesen Fall vor. So sind Maßnahmen zu kontrollierten Flutung von Poldern vorzusehen (siehe Kapitel 4.5.4)

3.2 Freibord

Der Freibord ist definiert als der vertikale Abstand zwischen der Deichkrone und dem Bemessungshochwasserspiegel. Er stellt einen Sicherheitszuschlag zum Bemessungswasserspiegel dar. Schrägstellungen des Wasserspiegels, Wellenschlag und Geschiebeband sind in der Berechnung des Bemessungswasserspiegels beinhaltet und sind nicht im Freibord enthalten.

Der Freibord ist mit mindestens 0,5 m festzulegen. Bei erhöhtem Gefahren- oder Schadenspotenzial ist ein erhöhter Freibord nachzuweisen.

4 Deichquerschnitt

4.1 Allgemeine Anforderungen an den Entwurf

Die Querschnittsform des Deiches wird hauptsächlich durch folgende Vorgaben bestimmt

- Kronenbreite
- Deichhöhe
- Böschungsneigungen
- Anordnung von Bermen

Die Formgebung ist abhängig von den Aspekten der Deicherhaltung und der Deichverteidigung, von der sekundären Nutzung als Weg bzw. Straße und von der Integration in das Landschaftsbild.

Die Anordnung und die Gestaltung über diese Grundelemente richtet sich nach den Beanspruchungen, denen der Deich aufgrund seiner Lage und Höhe ausgesetzt ist, nach den Baumaterialien und dem inneren Aufbau sowie den Untergrundverhältnissen.

Allgemeingültige Regelprofile werden nur in stilisierter und vereinfachter Form angegeben (siehe Planbeilagen: 1. Regelquerschnitte empfohlener Querschnitt

2. Regelquerschnitte Mindestquerschnitt

3. Regelquerschnitte Details

4. Regelquerschnitte Deich mit Überstromstrecke Deich mit bewirtschaftbarer Böschung

5. Regelquerschnitte Rückhaldedamm empfohlener Querschnitt). Die allgemeinen Anforderungen zur Definition des Regelprofils beinhalten etwa folgende wesentlichen Angaben:

- Definition der Höhen und Breiten mit eindeutig festgelegten Koten und Bemaßungen (Deichhöhe, Bemessungswasserspiegel und Freibord, Bermen- und Kronenbreite)
- Eindeutig festgelegte Böschungsneigungen (innere und äußere bei inhomogenen Deichen)
- Innerer Zonenaufbau und Materialdefinition

Ausgehend vom Grundmuster eines ideellen Deiches gegliedert in den 3 Zonen

- Stützkörper
- Dichtung
- Filter und Drainage

werden folgend die Entwurfselemente eines Deichquerschnitts und die Anforderungen für das Regelprofil definiert.

4.2 Querschnittselemente des Entwurfs

4.2.1 Deichkrone, Bermen, Wege

Die Deichkrone soll im Regelfall mindestens 3,0 m breit sein. In Ausnahmefällen wie bei beengten Verhältnissen und geringen Höhen (bis zu 1,0 m) kann die Kronenbreite auf 2,0 m reduziert werden, sofern der Damm nicht befahren werden soll. Die Krone soll zur Wasserseite hin geneigt sein, wobei die Neigung für unbefestigte Kronen 5 % betragen soll: Für befestigte Deichkronen, ausgebildet als Wege und Straßen, wird eine Mindestneigung von 2,5 % empfohlen. Die Mindestbreite der Befestigung soll in diesem Fall 3,0 m betragen, die Mindestbreite der Deichkrone 4,0 m.

Die Deichkrone sollte nur in Ausnahmefällen (z.B. wenn landseitige Begleit- und Zufahrtswege nicht vorhanden sind) für den öffentlichen Verkehr befahrbar ausgebildet werden. Für ein geringes Verkehrsaufkommen und für den Verkehr im Zuge von Deichpflagemassnahmen sind Schotterrasen oder mechanisch stabilisierte Tragschichten von 30 cm Stärke ausreichend. Die Ausbildung einer befestigten, befahrbaren Deichkrone richtet sich nach der Art, Belastung und Frequenz des Verkehrsaufkommens und wird entsprechend dem Tragschichtenaufbau nach RVS¹ gewählt.

Bermen können die Standsicherheit erhöhen und dienen der Deicherhaltung. Der Deichfuß an der Wasserseite soll auch bei Mittelwasser zugänglich sein, daher kann bei tiefliegenden Deichfüßen die Ausbildung einer wasserseitigen Berme über dem Mittelwasserstand sinnvoll sein.

Landseitig können entsprechend den Anforderungen und Bedürfnissen an die Deicherhaltung und – verteidigung Zwischenbermen angeordnet werden. Die Breiten dieser Bermen richten sich nach Funktion und sollen mindestens 1,0 m bei Gehbermen und mindestens 3,0 m bei Fahrbermen betragen. Fahrbermen sind entsprechend der Belastung gegebenenfalls zu befestigen, die Querneigung soll nach außen ausgebildet werden, d.h. vom Deich abweisend. Im Übrigen gilt entsprechendes wie für die Deichkrone.

An den land- und wasserseitigen Böschungsfüßen sind Schutzstreifen von mindestens 3,0 m wünschenswert. Wird die Krone als befahrbarer Weg ausgebaut, so sollte am Deichfuß ein begehbare Streifen von zumindest 1,0 m ausgebildet werden. Der Schutzstreifen dient zur Deicherhaltung und ist von Bewuchs freizuhalten.

4.2.2 Deichböschungen

Die gewählten Deichböschungen richten sich in erster Linie nach den Vorgaben der Standsicherheit, welche hauptsächlich aus der Deichhöhe und der Belastung durch den Bemessungswasserspiegel gegeben sind. Weitere Randbedingungen stellen die Landschaftsgestaltung und die Deicherhaltung dar. Die Deichpflege soll in jedem Fall maschinell mit Mähmaschinen erfolgen, danach richtet sich die Forderung nach Zwischenbermen (Fahrbermen) bei steileren und höheren Deichen.

Der ideale Deichquerschnitt ist mit Böschungsneigungen von 1:3 definiert. Flache Deichböschungen bieten geringe Angriffsmöglichkeiten für aufschlagende Wellen, was an Flussstrecken mit starkem Wellengang zu berücksichtigen ist. Diese flachen Neigungen erfordern einen relativ großen Flächenbedarf, der in den konkreten Planfällen oft nicht vertretbar ist. Bei Deichen mit geringen Höhen besteht die Möglichkeit der Ausbildung von sehr flachen Vorschüttungen aus Oberbodenmaterial (1:10 und flacher) zum Bestand auf der Landseite, welche die Bepflanzung und eine eventuelle Bewirtschaftung bis zur Deichkrone ermöglichen.

Vorbehaltlich der Standsicherheitsuntersuchungen für den jeweiligen konkreten Fall werden bei inhomogenen Deichen im allgemeinen Böschungsneigungen von 1:2 bis maximal 2:3 für den Dammkörper empfohlen (innere Böschungsneigungen). Dieser technische Deichquerschnitt kann durch eine unregelmäßige Vorschüttung und die Humusaufgabe landschaftsgerecht gestaltet werden. Die Anlage von geschwungenen Zwischenbermen (Sichelbermen) und die Variation der Böschungsneigungen im Deichverlauf bewirken dessen Anpassung an das Landschaftsbild. Die Ausbildung einer mehr oder weniger starken Vorschüttung über dem technischen Deichquerschnitt erlaubt in gewissen Maßen die Bepflanzung der Deichböschung (siehe auch Pkt. 4.5).

In Ausnahmefällen und bei beengten Verhältnissen können die Deichböschungen steiler ausgebildet werden, wobei betreffend Standsicherheit sowie Dichtung und Deichentwässerung die entsprechenden Nachweise gebracht werden müssen. Steilere Böschungen als 2:3 sind mit entsprechenden Stützmaßnahmen (Steinschichtung, Krainerwand, Mauern, etc.) zu sichern, der Nachweis über die Sicherheit auch gegenüber dem Wasserangriff durch Wellenschlag und Anströmung ist zu erbringen. Ansonsten sind stattdessen Mauern vorzusehen.

4.2.3 Deichrampen, Überfahrten

Die Verbindung der eingedeichten Vorländer und Flussniederungen mit dem Hinterland erfordert die Ausbildung von Rampen auf und über den Deich. Die Lage der Auffahrts- und Überfahrtsrampen richtet sich nach der jeweiligen Gegebenheit vor Ort, hauptsächlich nach dem bestehenden Wegenetz. (Die Anzahl sollte auf ein Minimum reduziert werden. Dies bedingt die Optimierung des Wegenetzes und eine eventuelle Neukonzeption im Zuge der Planungen.)

Die Anrampungsneigungen sollen auf jeden Fall nicht steiler als 1:10, besser 1:15, sein und sind entsprechend der Nutzung und dem zu erwartenden Verkehr auszubilden. Die Anbindung in der Lage sowie die Kurvenausbildung (Schleppkurven) müssen den zu erwartenden Fahrzeugen entsprechen, es wird hier wieder auf die Vorgaben der RVS verwiesen.

Wasserseitig sind Rampen nur an Stellen geringer Strömungen anzulegen und möglichst in Strömungsrichtung fallend und keineswegs normal zu Fließrichtung. Die Rampenbreite richtet sich nach der Bedeutung und der Verkehrsbeanspruchung, soll jedoch auf einer Fahrbreite von 3,0 m befestigt sein und beidseitig einen Rand von 0,5 m aufweisen. Rampen und Wegüberfallen sind zu befestigen, wobei die Befestigung über die Rampe hinaus in den seitlichen Bestand geführt werden soll.

4.3 Deich(Ab)dichtungen

Die Dichtfunktion eines Deiches als das grundsätzliche Prinzip der Trennung zwischen Hochwasser und zu schützendem Land stellt die hauptsächliche Wirkung auf die Standsicherheit dar. Standsicherheit und Dichtfunktion sind voneinander direkt abhängig. Die Dichtfunktion ist nicht nur auf den Dammquerschnitt beschränkt, sondern ist auch von der Verbindung mit bzw. dem Anschluss an den Untergrund bestimmt. Die Tiefe dieser Dichtung bzw. die Tiefe des Anschlusses des Deiches an den Untergrund ist für den jeweiligen Fall zu berücksichtigen.

Die Dichtfunktion eines Deiches wird durch folgende prinzipielle Ausbildungen erreicht

- Homogener Deich(Dicht)körper
- Außendichtung, Böschungsdichtung, wasserseitige Oberflächendichtung
- Innendichtung, Kerndichtung
- (Untergrunddichtungen)

4.3.1 Homogener Deichkörper

Im Normalfall, bei geringen Deichhöhen und bei günstigen Untergrundverhältnissen wird der Damm als homogener Dammkörper ausgebildet. Die Anforderungen an das Dammbaumaterial richten sich in erster Linie an Einbau- und Verdichtungsmöglichkeit und die im Einbau zu erreichende Durchlässigkeit. Die Vorgaben an die Durchlässigkeit sind in der Standsicherheits- und Durchsickerungsberechnung als direkte Eingangsgrößen vorzugeben. Für den Einbau ist der optimale Wassergehalt des Einbaumaterials und die erreichte Verdichtung nachzuweisen (siehe auch Pkt. 6). Der Einbau hat lageweise in Schichten von 30 – 50 cm zu erfolgen. Zur Erreichung einer optimalen Verbindung zwischen Dammkörper und Untergrund kann ein Bodenaustausch in eine angegebene Tiefe durchgeführt oder ein Einbindesporn auf der Wasserseite ausgebildet werden. Diese Einbindung an der Wasserseite richtet sich nach der jeweiligen Gegebenheit, für die Basis des Sporns wird eine Breite von 1,0 m bis 1,5 m empfohlen, die Böschungsneigungen können bis 1:1 ausgebildet werden, die Tiefe richtet sich nach den jeweiligen Anforderungen.

4.3.2 Außendichtung, Böschungsdichtung, wasserseitige Oberflächendichtung

Die Dichtung des Deiches erfolgt in den folgend beschriebenen Fällen auf der Wasserseite, wobei der Dammkörper hauptsächlich die Stützfunktion übernimmt. Je nach Ausbildung der Dichtung ergeben sich verschiedenste Ausführungsmöglichkeiten:

- Flächendichtungen durch Folien, Tondichtungsmatten etc.
- Dichtungsschicht aus bindigem Erdbaumaterial

Im ersteren Fall wird an der wasserseitigen Böschung eine flächige Dichtschicht angebracht, wobei die Art und das Material unterschiedlicher Natur (Kunststoffolie, Bentonitmatten etc.) sein können. Die Abdichtung liegt unmittelbar unter der Böschung, eine Trennung von Schüttmaterial und Überdeckung kann bei verletzungsgefährdeten Folien durch ein Geotextil nötig sein. Im zweiten Fall wird mineralisches Dichtmaterial oberflächlich aufgebracht. Dies ist nur bei Materialien mit extrem geringer Durchlässigkeit (Ton bzw. schluffiger Ton) sinnvoll. Mineralische Flächendichtungen sind nach außen hin durch eine Deckschicht gegenüber Austrocknung und mechanischer Beschädigung

zu schützen. Böschungsdichtungen werden besonders bei Deichsanierungen eingesetzt, für Deichneubauten sind homogene Erddeiche bzw. zonierte Deiche vorzuziehen.

4.3.3 Deiche mit mineralischer Zonierung

Bei zonierten Deichen wird ein Stützkörper aus durchlässigem Material durch einen Dichtkörper geringerer Durchlässigkeit wasserseitig abgesichert. Dieser Dichtkörper aus gering durchlässigem, gut verdichtbarem Erdbaumaterial wird unmittelbar an den Stützkörper geschüttet und lageweise verdichtet. Zur Verhinderung von Suffosionsvorgängen an der Grenze beider Zonen kann ein Filter bzw. ein Geotextil eingebaut werden. Die Dichtschicht ist gegen Austrocknung, gegen mechanischen und atmosphärischen (Frost-) Einwirkungen durch eine entsprechende Deckschicht (Humusauflage) zu schützen. Die Dicke der Dichtzone soll mindestens 1,0 m bis 1,5 m betragen, um die Unsicherheiten durch oberflächige Austrocknungsrisse und lokale Undichtigkeiten auszuschalten. Die Einbindung der Dichtschicht am Dammfuß soll wie beim Einbindesporn des homogenen Dammes (siehe Pkt. 4.3.1) ausgebildet werden.

Die Anforderungen an das Dichtmaterial als natürlicher oder künstlich zusammengesetzter, bindiger Boden richten sich vor allem an die zu erreichende geringe Durchlässigkeit, an den Verdichtungsgrad und an den gleichmäßigen Einbau der Schicht (siehe auch Pkt. 6).

Zonierte Deiche sind zumeist bei großen Querschnitten ausführbar und kommen dann zur Anwendung, wenn durch diese Materialwahl Kostenvorteile entstehen.

4.3.4 Innendichtungen

Die Innendichtung, ausgebildet als Spund-, Schlitz-, Injektions-, Beton- oder Schmalwand wird etwa in Dammmitte oder exzentrisch je nach Material vor der Deichherstellung errichtet oder gleichzeitig mit dem Deichbau hochgezogen oder in den fertigen Dammkörper eingebracht. Sie wird vor allem bei der Deichsanierung angewendet. In Abstimmung mit den Untergrundverhältnissen und den Deicheigenschaften sind je nach Einbautiefe die Einbindetiefe und das Verfahren zur Dichtungsherstellung auszuwählen. Diese Innendichtungen besitzen den Vorteil, dass sie geringe Dichtungsflächen erfordern, und je nach Bauverfahren sehr tiefreichende Dichtungen bis zur vollständigen Abdichtung bei Einbindung in den Grundwasserstauer hergestellt werden können. Bei tief in den Untergrund reichenden Dichtungen (maßgeblich ist die verbleibende Stärke des Grundwasserträgers und die Länge der Abdichtung) sind die Grundwasserverhältnisse im Hinterland bzw. die projektgemäße Auswirkung zu prüfen und darzustellen.

4.4 Deichentwässerung, Drainagen und Filter

Filter und Drainagen am landseitigen Deichfuß haben die Aufgabe, Sickerwasser (Kuverwasser) aus dem Deichkörper und Qualmwasser aus Unterströmungen zu sammeln und abzuleiten. Die Ausbildung dieser Filter kann auf unterschiedliche Weise erfolgen, sie sind im allgemeinen aus Sand, Kies, Splitt, Schotter geschüttet, meist in Geotextil (Vlieslagen) eingehüllt. Die Einhaltung der Filterbedingungen wird durch die Verwendung von Geotextilien wesentlich erleichtert. Die Drainage soll dem zu erwartenden Wasserandrang und entsprechend der Filterregel gemäß dimensioniert sein. Für die Ausbildung der Filterpakete und Filterflächen sind nach Dammaufbau und Untergrundverhältnissen auch die Ergebnisse von hydraulischen Sickerberechnungen maßgeblich. Man unterscheidet grundsätzlich Flächenfilter, horizontal auf der Deichaufstandsfläche und schräg am Deichkörper angeordnet, welche eine Dicke von 25 cm nicht unterschreiten sollen, und Filterkörper (Sickerschlitze, Filter- bzw. Drainagegräben, Filterpakete, Auflastfilter). Als Sonderfälle (auch für

Sanierungen) sind vliesumhüllte Kiessäulen am Dammfuß, welche in den durchlässigen Untergrund reichen, als Druckentlastung bewährt.

Die Ableitung der Qualm- und Kuverwässer auf der Landseite erfolgt im Normalfall über Drainageleitungen oder in Sammelgräben und weiter über die Vorfluter. Der Abstand des Grabens zum Deichfuß und der Böschungskante soll etwa der definierten Schutzstreifenbreite von 3,0 m (in Ausnahmen 1,0) entsprechen. Bei seichten Deckschichten und der Gefahr des Ausspülens von Bodenteilchen im offenen Graben werden Filter- und Drainagegräben durch Drainagerohre oder Mehrzweckrohre (DN 100 bis DN 350) am Deichfuß ersetzt. Diese Drainagerohrleitungen münden in die Vorfluter oder in Sammel(Pump)schächte oder Hebewerke. In regelmäßigen Abständen (etwa alle 100 m) sind Kontrollschächte anzuordnen. Die Pump- und Hebewerke zur Förderung der Sickerwässer können nach Erfordernis als fixe Pumpstationen ausgebildet werden oder als leere Sammelschächte, in die temporär mobile Pumpen im Hochwasserfall gestellt werden. Diese Entwässerungsmaßnahmen an der Landseite sind mit dem lokalen Hochwasserschutzdienst, der örtlichen Feuerwehr und den Behörden abzustimmen.

4.5 (Schutz der) Deichoberfläche

Der Deichkörper ist wasser- und landseitigen Angriffen unterschiedlicher Art ausgesetzt:

- Starkregen
- Wellen und Wasserströmung
- Überströmungen
- Eisgang, Eisstau
- Wühltiere
- Befahren
- Reiten

Für die Abwehr bzw. die Resistenz gegenüber diesen Angriffen ist die Ausbildung der Deichoberfläche von wesentlicher Bedeutung.

4.5.1 Grasnarbe, Humusierung und Besämung

Der beste wirtschaftliche, natürliche und nützliche Schutz für den Deichkörper ist eine dauerhafte, geschlossene und dichte Grasnarbe auf den Deichböschungen. Bei Deichneubauten ist als Abschluss die Aufbringung einer 10 cm bis 25 cm dicken Humusschicht (Oberbodenschicht) mit Ansaat von Rasenmischungen vorzusehen. Für die Herstellung einer Grasnarbe mit ausreichender Schutzfunktion ist die Saatgutauswahl entscheidend. Örtliche Standortverhältnisse und die spätere Erhaltung und Pflege sowie die Verbreitung und Wuchseigenschaften der verwendeten Gräser sind zu beachten. Die Begrünung kann auch durch die spontane Vegetationsentwicklung (natürliche Sukzession) erfolgen, die Starthilfe mit einer Ansaat in geringer Menge sollte jedoch unmittelbar nach Deichherstellung erfolgen.

4.5.2 Unregelmäßige Überschüttung

Zur Gestaltung des Deichverlaufes ist die Herstellung von unregelmäßigen Überschüttungen mit Erdmaterial an den Deichböschungen gefordert. Die Überschüttungen können zur Ermöglichung einer Bewirtschaftung und als allmählicher Übergang von der Deichkrone in das bestehende Gelände auch als extrem flache Böschungen ausgebildet werden. Diese Über- bzw. Vorschüttungen können auch mit humosen Oberbodenmaterial in mehreren dm mächtigen Lagen ausgeführt werden, und können so mit tiefer wurzelnden Pflanzen bepflanzt werden oder landwirtschaftlich genutzt werden. Die Bepflanzung bzw. Bewirtschaftung darf aber nur soweit an den Deich herangerückt werden, dass der eigentliche Deichkörper nicht durchwurzelt wird. Zudem ist durch entsprechende Vorkehrungen dafür zu sorgen, dass Bodenbearbeitungen die Deichkrone nicht erreichen können (z.B. durch den Einbau von Heimgaren längs der Deichkrone).

4.5.3 Besondere Befestigungen, Steinsicherungen, Pflasterungen (Deckwerke)

Böschungen auf der Wasserseite, welche aufgrund der Abflussverhältnisse großen Schleppspannungen ausgesetzt sind, welche steiler als 2:3 ausgebildet sind und bei welchen mit ungewöhnlichen äußeren Angriffen gerechnet werden muss, sind durch spezielle Sicherungsmaßnahmen zu verstärken.

Für solche Sicherungen steht eine große Anzahl von Bauweisen und Methoden zur Auswahl, wie:

Steinschüttung, Steinsatz, Steinpflaster, Betonformsteine, Böschungssicherungsmatten Geotextilien etc.

Grundlegendes Auswahlkriterium für die Art der Deckwerke ist, dass sie den an dieser Stelle auftretenden Schleppspannungen widerstehen können.

4.5.4 Überlaufstrecken, überströmbare Deiche, Hochwasserentlastung

Die für gezielte und geordnete Entlastungen am Deich bestimmten Überströmstrecken in den Polder sind speziell zu sichern. Die Erosionswirkung der überströmenden Wassermassen an der landseitigen Deichböschung kann die Standfestigkeit des Deiches verringern und lokal zu einem fortschreitenden Deichbruch führen, welcher das eigentliche Risiko darstellt, weil dann die Wassermenge unkontrolliert und schlagartig in den Polder eindringt. Die Lage der Überströmstrecken ist im Hinblick auf möglichst geringe Schäden im Polder zu wählen, die Auswirkungen der Überströmung sind in einer Restrisikoanalyse darzustellen und zu bewerten.

Die überströmbaren Deichquerschnitte sind an der Deichkrone und speziell an der landseitigen Böschung sowie im Anschluss danach („Tosbecken“) durch schwere Bruchsteinpflasterungen zu sichern. Die Anschlüsse an die nicht gesicherten Böschungs- und Kronenbereiche sind sorgfältig zu konstruieren. Zur Sicherung kann die Böschungsneigung reduziert werden, landseitige Böschung auf eine Neigung von 1:10 bis 1:20.

Als Sonderlösungen können in den Deichen Abschnitte definiert werden, welche bei Überschreiten des Bemessungshochwassers als Sollbruchstellen bei Überströmung aktiviert werden. Die Deichabschnitte, welche gezielt im Katastrophenfall geöffnet werden oder dem Bruch überlassen werden, müssen an den Abschnittsenden gegenüber den restlichen Deichstrecken abgeschottet und durch bauliche Maßnahmen abgetrennt sein, sodass sich ein Deichbruch nicht entlang der Deichtrasse fortsetzen kann.

Zur gezielten Entlastung an punktuell definierten Stellen können Siele mit beweglichen Verschlüssen in der Deichtrasse eingebaut sein. Die Anforderungen an das Bauwerk sind unter Pkt. 4.6 beschrieben.

4.6 Bauwerke, Leitungen und Anlagen im Deichbereich

An den Kreuzungsstellen eines Deiches mit einem Gewässer oder der Hinterlandentwässerung sind Deichsiele zum Abschluss des Vorfluters im Hochwasserfall und gegebenenfalls Schöpf(Pump)werke zu errichten. Die Auslass- und Einlassbauwerke und zugehörigen Verschlusseinrichtungen sollten möglichst in doppelter Form ausgebildet sein. Die Ausbildung der Querungsbauwerke (Rohre, Durchlässe) am Deich hat so zu erfolgen, dass entlang der Querungsstrecke sich keine Wegigkeiten, Umläufigkeiten und Unterläufigkeiten ausbilden können. Die Schöpfwerke sollen nicht direkt am/im Deich situiert sein, sondern landseitig errichtet werden.

Deichscharten und Deichtore sind dort auszubilden, wo Wege oder Straßen in der Querung nicht auf die Deichkrone hochgezogen werden können. Ausgebildet als Deichscharten mit beiseitigen Abschlussmauern werden sie im Hochwasserfall mit Dammbalken, Mobilelementen oder Deichtoren verschlossen. Die Sohle, an der die Balken aufliegen, sowie die Dichtung zwischen Sohle und Balken sowie seitlich muss sorgfältig ausgebildet werden.

Mauern an und auf Deichen sowie Gründungen für Mobilelemente sind frostsicher auf der Wasserseite der Deichkrone zu gründen, auf eine zuverlässige Entwässerung (Drainage) ist zu achten.

Leitungsquerungen jeglicher Art sind gegenüber der Deichachse möglichst rechtwinkelig auszuführen. Mehrere nebeneinander liegende Leitungen sind zu einer Sammelleitung in der Querung zusammenzuführen. Im Querschnitt ist die Linienführung der Leitungsquerung neben den Untergrundverhältnissen durch die Art und das Medium der Leitung (Wasserleitung unter Druck oder Freispiegel, Gas, Strom etc.) bestimmt. Man unterscheidet prinzipiell unter Leitungsführungen

- oberhalb (außerhalb) des Deichquerschnitts (Überführung)
- innerhalb der Deichquerschnitts
- unterhalb des Deichquerschnitts

Leitungen oberhalb, d.h. auf dem Deichkörper sind auf einer ausreichend breiten Sicherung aus z.B. Pflasterung, Asphaltdecke etc. zu verlegen, um gegen Verschiebung und Beschädigung geschützt zu sein. An der Deichkrone müssen die Leitungen umfahren oder überfahren werden können, dies bedingt Umfahrrampen oder eine Erdüberdeckung

Leitungen innerhalb des Deichkörpers sollten aufgrund der Deichsicherheit mindestens 0,8 m tief oder zumindest frostsicher unter der Überdeckung verlegt sein. Die Leitung soll entsprechend den Belastungen und der Bewegungen des Deiches mit einer ausreichenden Sicherheit dimensioniert sein (erhöhte Wandstärke). Die Rohrbettung bzw. Künnettenverfüllung hat mit bindigem, gering durchlässigem Material zu erfolgen, um keine Wegigkeiten entlang der Rohrkünette zu erzeugen.

Leitungen im Deichuntergrund (unter der Deichaufstandsfläche) sollen nach Möglichkeit in Schutzrohren verlegt werden, um ein nachträgliches Auswechseln der Medienrohre zu gewährleisten. Eine nachträgliche Leitungsquerung unter einem bestehenden Deich hat nach Möglichkeit in einer Rohrpressung zu erfolgen, bei Verlegung in einer offenen Baugrube ist die Rohrkünette lageweise so zu verfüllen, dass der ursprüngliche Zustand hinsichtlich Durchlässigkeit, Verdichtungsgrad und

Standfestigkeit wiederhergestellt ist. Die Tiefe der Rohrverlegung bzw. der Durchpressung richtet sich nach den Untergrundverhältnissen, generell ist zu achten, dass sich entlang der Rohrtrasse keine Sickerwege ausbilden können.

Je nach zu transportiertem Medium (Gas, Flüssigkeiten) sind Druckleitungen mit entsprechenden land- und wasserseitigen Absperrorganen auszustatten. Freispiegelleitungen sind mit Rückschlagklappen und einem (landseitigen) Schieber zu versehen.

Leitungen sind vor Ort durch Hinweisschilder und Markierungen zu kennzeichnen. Ihre Lage ist einzumessen und in Bestandsplänen darzustellen.

5 Untergrund und Standsicherheit

5.1 Untergrunderkundung

Für die Trassenwahl und für die Deichquerschnittswahl sind die bestehenden Untergrundverhältnisse zu berücksichtigen.

Die Beschaffenheit des Untergrundes, seine Durchlässigkeit, Scherfestigkeit und Zusammendrückbarkeit sind für seine Tragfähigkeit und die Standsicherheit des Deiches von wesentlicher Bedeutung.

Die Untergrunderkundung ist mit den Methoden Bohrungen, Sondierungen und Schürfe durchzuführen. Bei sensiblen Verhältnissen, hohen Deichen und bekannten Unsicherheiten ist eine Ergänzung durch geoelektrische, geoseismische und andere Sondierverfahren angebracht. Für das Erkundungsprogramm sind Bohrungen mit Entnahme von Bodenproben zur Bodenkennwertanalyse durchzuführen. Die Anzahl der Aufschlüsse bzw. der gewählte Abstand richten sich nach dem allgemeinen Bodenaufbau und Anforderungen an den Deich insgesamt.

Für das Untersuchungsprogramm werden folgende Mindestanforderungen angeführt, die nur in Ausnahmen unterschritten werden sollen:

- Bohrungen mit Probennahme: mindestens alle 500 m in Deichachse, maximal alle 100 m
- Rammsondierungen: zur Verifizierung des Schichtenverlaufs zwischen den Bohrungen in Dammachse und in Streifen neben Dammachse land- und wasserseitig auf einer Breite bis zur 10-fachen Dammhöhe
- Schürfe: zur Feststellung von Deckschichten, Schichtmaterialien und lokalen Abweichungen

Bohrungen mit Gewinnung eines durchgehenden Kernes sind auf eine Mindestdiefe bis unter der Deckschichte zu führen und sollen den durchlässigen Untergrund auf eine ausreichende Schichtdicke erfassen. Sollte der undurchlässige Untergrund in erreichbarer Tiefe vorliegen, so sollte die Bohrung bis in diesen abgeteuft werden. Im Zuge der Bohrungen sind Grundwasserstände zu erfassen und deren Tiefe zu dokumentieren.

Die mit Bohrungen gewonnenen Bodenproben sind bei der Entnahme zu dokumentieren und vor Ort zu prüfen. Die Auswertung der Bodenproben muss durch eine autorisierte Prüfanstalt über die verschiedenen bodenmechanischen Versuche erfolgen, wobei die Auswahl der Laborversuche je nach Bodenprobe für die verschiedenen Schichttiefen und die Probenorte die wesentlichen Parameter

für Durchlässigkeits- und Standsicherheitsuntersuchungen gewonnen werden können. Die Auswahl der Untersuchungen im Labor ist von einem Fachmann festzulegen.

Die Mindest/Standardversuche sollen beinhalten:

- Siebanalyse
- Lagerungsdichte
- Wassergehaltsbestimmung (bei bindigen Böden)

Ergänzend dazu sind ausgewählte Versuche empfohlen:

- Schlämmanalyse
- Konsistenzgrenzen
- Dichte/Trockendichte
- Durchlässigkeitsversuche
- Scherversuche

Zur Erkundung des Schichtaufbaues im Untergrund werden in Sonderfällen auch Methoden der Geoelektrik und der Geoseismik eingesetzt.

5.2 Erhöhung der Tragfähigkeit des Untergrundes

Der Untergrund muss eine ausreichende Tragfähigkeit aufweisen, die von den vom Deich ausgehenden Kräften, insbesondere vom Gewicht und der Scherbeanspruchung an der Sohle abhängig ist. Sollte die Tragfähigkeit des Untergrundes nicht ausreichend sein, sind verschiedene Verfahren zur Untergrundverbesserung möglich wie z.B.

- Auskoffnung und Bodenaustausch mit Böden größerer Scherfestigkeit und geringerer Zusammendrückbarkeit
- Einbau von zugfesten und durchlässigen Geotextilien zur Verminderung der Scherbeanspruchung des Untergrundes
- Vorbelastung bzw. Vorverdichtung des Untergrundes oder Überbelastung durch vorübergehendes Hörschütten des Deiches
- Auflastschüttungen mit Verdrängung des weichen Untergrundes oder Einrütteln eines Steingerüstes
- Vertikaldrainagen zur Erhöhung und Beschleunigung der Konsolidierung des Untergrundes

5.3 Standsicherheit von Deichen

Der projektierte Deich muss für alle Lastfälle und die vorhandenen Untergrundverhältnisse standsicher sein.

Ein Standsicherheitsnachweis ist jedenfalls zu führen.

Der Nachweis der Standsicherheit erfolgt nach Einzelnachweisen für die statische, hydraulische Sicherheit und die Sicherheit gegenüber Verformungen. Diese Einzelnachweise sind nach Anwendungsfall zu führen. Reichen die Gleitflächen verhältnismäßig tief in den Deichkörper und ist die Standsicherheit des Gesamtsystems betroffen, so spricht man von der Ermittlung der **allgemeinen Standsicherheit**. Daneben ist für Gleitflächen, die nahe an der Dammoberfläche verlaufen, die **örtliche Standsicherheit** nachzuweisen.

Mit der Einführung der Eurocodes, die europaweit technische Handelshemmnisse beseitigen und für eine Harmonisierung der verschiedenen technischen Normen dienen sollen, wird für Entwurf, Berechnung und Bemessung im konstruktiven Ingenieurbau das **Teilsicherheitskonzept** eingeführt. Dieses löst das bisherige **Globalsicherheitskonzept** ab. In der ÖN EN 1990² sind die Grundlagen der Tragwerksplanung einschließlich der Nachweise festgelegt und Hinweise zu den dafür anzuwendenden Zuverlässigkeitsanforderungen vorgegeben. Speziell für den Bereich der Geotechnik wurde die ÖN EN 1997 (EC 7)³ "Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik" veröffentlicht, welche durch die noch zu veröffentlichen nationale Norm B 1997-1 zu ergänzen ist (voraussichtlich November 2006). Die Anwendung des Teilsicherheitskonzepts in der Standsicherheitsberechnung von Deichen und Dämmen stellt ein Novum dar und fand in den älteren Normen keine Berücksichtigung. Zur Festlegung der Lastfälle und Sicherheitsbeiwerte findet sich unter Pkt. 5.3.1 der Verweis auf die zur Standsicherheitsberechnung von Deichen und Dämmen zutreffenden DIN-Normen. Für den nationalen Bereich Österreich sind derzeit für den Fall der Standsicherheitsberechnungen an Deichen und Dämmen keine entsprechenden Richtlinien und Normen publiziert.

5.3.1 Allgemeine Standsicherheit, Lastfälle und Sicherheiten

Für die Standsicherheitsberechnungen im speziellen Fall von Deichen waren und sind in Österreich keine speziellen Normen und Richtlinien publiziert, und somit auch im Konkreten nicht als verbindlich erklärt. Die gängige Praxis bestand bisher in der Anwendung der Bestimmungen der einzelnen Ö Normen der Reihe ÖN B 44XX, in welchen Sicherheitsklassen, Lastfallklassen und globale Sicherheitszahlen η zur Definition der Standsicherheit herangezogen wurden. Ähnlich wurden in Deutschland durch die Anwendung der speziellen DIN Normen DIN 1054⁴ und DIN 4084⁵ die Lastfälle 1 bis 3 und die zugehörigen Sicherheitszahlen η festgelegt.

Die Berechnung der Standsicherheit mit dem Teilsicherheitskonzept entsprechend der Norm stellt den Vergleich zwischen den Einwirkungen (Lasten, Belastungen) und dem Widerstand des Bauwerks (Scherfestigkeit τ) unter Berücksichtigung von Teilsicherheitsbeiwerten für die einzelnen Einwirkungen und Widerstände dar. Während in Österreich bezüglich der Teilsicherheitsbeiwerte nur in der allgemeinen Fassung der ÖN EN 1997-1 Angaben zu den Beiwerten gemacht werden und eine nationale Fassung ON B 1997-1 erst zu erwarten ist, sind in Deutschland die oben genannten DIN Normen entsprechend dem neuen Konzept abgeändert und neu publiziert worden. In Anlehnung an diese Normen sind die unten angeführten Lastfälle definiert:

Je nach der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Lastgrößen und Lastkombinationen und deren Dauer sind folgende Lastfälle zu unterscheiden:

- Lastfall 1 (Regellastfall): Dazu gehören alle im normalen Betrieb zu erwartenden Lasten und Lastkombinationen wie ständige Lasten, ständig vorhandene Nutzlasten und regelmäßig auftretende Verkehrslasten sowie Schnee, Grundwasser und Wind.
- Lastfall 2 (Ausnahmelastfall): Lasten wie im Regelfall, Wasserstand bis zum Bemessungshochwasser, stationärer Zustand der Durchströmung

- Lastfall 3 (Sonderlastfälle): Lasten, die während der Nutzungsdauer des Bauwerkes nur mit äußerst geringer Wahrscheinlichkeit auftreten; Wasserstand bis zur Krone, Versagen der Drainage

Der Wasserdruck aus dem Bemessungshochwasser und die zugehörigen Strömungskräfte aus der Durchsickerung sind keine ständigen Lasten und fallen unter Lastfall 2 (Ausnahmefall). Die Sickerströmung wird für das Bemessungshochwasser für den stationären Zustand angegeben.

Der Lastfall 3 (Sonderlastfall) ist definiert durch den Wasserstand bis zur Deichkrone und der Annahme des Versagens der Drainage. Ein gleichzeitiges Auftreten des Hochwasserfalles und eines Erdbebens als Lastfall 3 im Standsicherheitsnachweis kann bei Deichen im Normalfall aufgrund der äußerst geringen Auftretswahrscheinlichkeit vernachlässigt werden (siehe auch Pkt. 9.6).

5.3.2 Durchsickerungsberechnungen, örtliche Standsicherheit im Hangquellenbereich, Auftriebsicherheit und Druckentlastung

Durch Durchsickerungsberechnungen ist der stationäre Zustand bei Bemessungshochwasser an den maßgeblichen Regelprofilen zu ermitteln. Die Darstellung der Durchsickerung in der Sickerlinie, den Potentiallinien und den Geschwindigkeitsvektoren zeigt die möglichen Bereiche von Suffosion, Kontaktersion und Erosionsgrundbruch auf.

- Suffosion bezeichnet die Umlagerung von feineren Bodenteilen in den Poren der gröberen Bodenteilchen durch die Sickerströmung. Diese Umlagerung kann bei entsprechend großem hydraulischem Gradienten zur Verringerung der Stabilität führen und die Sickerströmung stark erhöhen, bis zum Zusammenbruch des Bodengefüges.
- Kontaktersion an der Schichtgrenze von fein- zu grobkörnigen Böden kann zur Auswaschung der Feinteile und zur Einlagerung von Grobteilen führen, was wiederum die Standsicherheit verringern kann (ähnlich der Suffosion).
- Erosionsgrundbruch entsteht, wenn an der Landseite durch das Austreten von Sickerwasser an der Böschung und am Böschungsfuß Bodenteile ausgeschwemmt werden. Bei unkontrollierter Fortsetzung des Vorganges bilden sich Strömungsröhren, welche rückschreitend den Deich durchziehen und die Standsicherheit des Deiches gefährden können, bis zu dessen Bruch.

Bei gewissen geohydrologischen Voraussetzungen (Audeckschicht auf durchlässigen Sedimentschichten) kann sich bei Hochwasser in der Sedimentschicht eine Druckhöhe einstellen, die über die Deckschichte hinaus bis über die Oberfläche reichen kann (artesischer Druck). Dieser hydraulische Druck (Porenwasserüberdruck) kann zu einer Entlastung des Bodens und des Dammkörpers führen, sodass die erdstatische Standsicherheit und die Auftriebssicherheit nicht mehr gegeben sind.

Zur Druckentlastung kommen folgende Sicherungsmaßnahmen in Frage:

- Druckentlastung am landseitigen Böschungsfuß durch Filterkörper (Sickerschlitze und/oder Sickersäulen – Auftriebsbrunnen) seltener Entlastungsgraben (mit oder ohne zusätzliche Filterkörper), der bis in die durchlässige Schicht reicht.
- Auflastkörper auf der landseitigen Berme, durch eine durchlässige Anschüttung

Für die Ermittlung der Durchsickerung sind grafische Methoden über das Potentialnetz für einfache Verhältnisse möglich. Für Durchsickerungsberechnungen sind verschiedenste Computerprogramme mit grafischen Benutzeroberflächen am Markt, deren Algorithmen und Rechenmodelle die Methode der Finiten Differenzen bzw. Finite Elemente anwenden.

Für die Standsicherheit der wasserseitigen Böschung kann der fallende Wasserspiegel kritisch sein. Hierzu wird aus der Sickerlinie des stationären Zustands und des Wasserspiegels vor dem Deich in seiner ungünstigsten Lage (näherungsweise 1/3 der Höhe des Bemessungswasserspiegels) eine maßgebliche Sickerwasser Oberfläche konstruiert und den Berechnungen zugrunde gelegt.

5.3.3 Verbesserung der Standsicherheit, Sanierung

Die Verbesserung der Standsicherheit an bestehenden Deichen ist nach dem Einzelfall durch verschiedenste Maßnahmen möglich. Grundsätzlich sind folgende Sanierungsansätze möglich:

- Verbesserung der Lagerungsdichte
- Verringerung des Porenwasserüberdruckes durch Drainagemaßnahmen
- Verwendung eines Deichmaterials größerer Scherfestigkeit in Teilen des Deichquerschnittes
- Böschungsabflachung und Überschüttung
- Auflastschüttungen im Vorland, Bermen
- Abdichtungsmaßnahmen
- Einlegen von Geotextilien („bewehrte Erde“)
- Untergrundsanierung

6 Baustoffe, Baudurchführung und Bauüberwachung

6.1 Baustoffe

Alle im Deichbau verwendeten Baustoffe müssen beständig sein, sie dürfen sich nicht zersetzen, sich auflösen oder quellen. Die Anforderungen an die Erdbaustoffe sind von der Verwendung und dem Einbau im Deichquerschnitt abhängig, insbesondere ob bindige oder nichtbindige Bodenarten verwendet werden. Wesentliche Bodenkennwerte und Einbauparameter wie Durchlässigkeit, Verdichtbarkeit, Scherfestigkeit, Filtereigenschaft uvm. definieren die Anforderungen an den Erdbaustoff. Grundsätzlich wird man aus Wirtschaftlichkeitsüberlegungen bestrebt sein, die benötigten Deichbaustoffe in der Nähe der Einbaustelle zu gewinnen, die Prüfung der Verwendbarkeit hat im Zuge der Eignungsuntersuchung zu erfolgen. Wesentlich ist dabei auch der Einbau bei optimalem Wassergehalt. Die Baustoffe müssen daher so gelagert werden, dass dieser Wassergehalt zum Zeitpunkt des Einbaus gegeben ist. Zu feuchte Baustoffe müssen vor dem Einbau abtrocknen, zu trockene befeuchtet werden.

Mineralische Dichtungen (Bentonitmatten, Tondichtungsmatten, Dichtkern) dürfen nicht austrocknen, da die Dichtfunktion wesentlich durch das Quellen der Tonminerale bestimmt ist. Oberflächendichtungen durch Bentonit- oder Tondichtungsmatten sind durch Überschüttungen gegenüber Austrocknen zu schützen.

6.2 Einbau und Verdichtung

Der Einbau und Verdichtung der Erdbaumaterialien hat in Hinblick auf die zu erreichenden Durchlässigkeits- und Verdichtungsparameter so zu erfolgen, dass ein homogener, gleichmäßiger Einbau und eine gute Verdichtung erreicht werden.

Zur Vorbereitung der Deichaufstandsfläche ist der Oberboden (Humus, Mutterboden) zur Gänze abzutragen und störende Hindernisse (Wurzeln, Mauerreste, Steine etc.) zu entfernen. Vertiefungen sind mit verdichtetem Material aufzufüllen, Sickerstellen, Quellen und Gerinne sind so zu fassen, dass sie vollständig abgeleitet werden können. Der Untergrund ist in der Regel zu verdichten.

Der Deichkörper soll gleichzeitig über die ganze Breite lageweise geschüttet und verdichtet werden. Der Einbau hat so zu erfolgen, dass die geforderten Durchlässigkeiten und Verdichtungsgrade erreicht werden. Die fertig geschütteten Lagen und die fertige Oberfläche müssen eben sein und sind glatt zu walzen, dass das Regenwasser ungehindert ablaufen kann. Vor Aufbringung der nächsten Schüttlage ist die Oberfläche aufzurauen. Erosionsschäden und Rutschungen sind durch entsprechende Maßnahmen zu unterbinden.

Einbauart, Schütthöhe, Verdichtungsgerät, -betrieb und -dauer sind schon bei der Ausschreibung der Erdarbeiten vorzuschreiben. Die Verdichtung ist abhängig von der Art und der Verdichtungsfähigkeit des Bodens, vom Verdichtungsgerät und dessen Leistungsspektrum.

Für die Prüfung der Verdichtung kommen je nach Bodenart unterschiedliche Verfahren in Frage, z.B. Lastplattenversuche, Rammsondierungen, Raumgewichtsbestimmungen, Proctorversuche etc. Bei Proctorversuchen sollen die Verdichtungswerte folgende Mindestwerte nicht unterschreiten:

- Bei bindigen Böden mindestens 95% der einfachen Proctordichte
- Bei nichtbindigen Böden mindestens 97% der einfachen Proctordichte

Diese Mindestwerte können jedoch durch die Vorgabe in der Projektierung und Ausschreibung durch festgelegte Werte genau definiert werden. Für befahrene Deiche sind die Werte unterhalb des Fahrbahnaufbaues entsprechend den Vorgaben für Straßendämme nach RVS zu erreichen.

Die Eigensetzung des Deiches nach Bau durch die Konsolidierung des Untergrundes muss durch die entsprechende Überhöhung berücksichtigt werden.

6.3 Baudurchführung und Bauüberwachung

Als rechtliche Grundlage für die Baudurchführung und die Bauüberwachung gilt der Bauvertrag, der sich aus dem Auftragsschreiben, den einschlägigen technische und rechtlichen Bestimmungen (ÖNORMEN, DIN, EUROCODE) und den zutreffenden Bestimmungen des ABGB ableitet. Nachfolgend angeführte ÖNORMEN gelten grundsätzlich nur dann, wenn sie ausdrücklich vereinbart werden. Bei der Erstellung von Ausschreibungen und bei der Erstellung von Angeboten sollen die Bestimmungen der ÖNORM A 2050 oder A 2051 vorangestellt werden; weiters wird empfohlen, die ÖNORMEN B 2061, B 2062, B 2063, B 2110 oder B 2117, B 2111 und B 2114 sowie die Werksvertragsnorm B 2205 Erdarbeiten im Bauvertrag festzuhalten. Siehe auch LB Flussbau

7 Sanierung von Deichen

7.1 Beurteilung bestehender Deiche

Zur Bestandsaufnahme bestehender Deiche und zur Beurteilung ihrer Standsicherheit sollen folgende Aspekte und Grundlagen untersucht werden:

- Deichaufbau und Kennwerte der Bodenarten des Deiches und des Untergrundes durch Bodenaufschlüsse wie unter Pkt. 5.1 beschrieben
- Bemessungshochwasser und Grundwasserstände
- Deichdurchsickerung und Unterströmung des Deiches durch Durchsickerungsberechnungen
- Einbauten und Objekte

Die Untersuchungen sind vor Ort durchzuführen, Veränderungen und Schäden am Deichquerschnitt sind zu dokumentieren. Die projektierten Sanierungsmaßnahmen sind in Lage, Höhe und Querschnitt darzustellen, für die sanierten Querschnitte sind Standfestigkeitsuntersuchungen und Durchsickerungsberechnungen durchzuführen.

Die jeweiligen Sanierungsmöglichkeiten ergeben sich aus dem erdstatischen und hydraulischen Defizit des Deiches und können für einzelne Deichabschnitte unterschiedlich sein.

7.2 Sanierung durch Aufhöhung, Verbreiterung und Verstärkung

Aufgrund von geänderten hydrologischen Gegebenheiten, durch geänderte hydraulische Bedingungen und durch eine Neudefinition der Sicherheit kann das Bemessungshochwasser sich nach oben hin ändern. Die damit verbundene, erforderliche Deichaufhöhung wird im Regelfall durch die Verlängerung der wasserseitigen Böschung und eine landseitige Verbreiterung des Deichkörpers erreicht. Nach Abtrag der Oberbodenschichten ist der bestehende Deichkörper vorzuverdichten. Der Anschluss an den Bestand, speziell an eine bestehende Dichtschicht hat sorgfältig zu erfolgen, die Verzahnung und Verbindung wird durch Stufenschneiden an den Bestandsböschungen erreicht. Die Höhe der Stufen richtet sich nach den möglichen Schütthöhen und den Verdichtungsverhältnissen.

Bei wasserseitigen Dichtschichten wird es zweckmäßig sein – wie vorher als Regelfall definiert – die Böschungsneigung beizubehalten und die Dichtung entsprechend zur Deichkrone zu verlängern. Die Landseitige Böschung wird bei Verbreiterungen parallel verschoben oder, wenn es der Platzbedarf nicht zulässt, steiler ausgeführt. Als Verstärkung eines Deiches kann die Verbreiterung an der Deichaufstandsfläche und eine Böschungsverflachung bezeichnet werden.

Für die Verstärkung verwendete Bodenarten müssen hinsichtlich ihrer Scherfestigkeit und Durchlässigkeit den erdstatischen Erfordernissen für steilere Böschung und höhere Querschnitte entsprechen. Ein Bodenaustausch am bestehenden Querschnitt kann die Ausbildung von steileren Böschungen ermöglichen.

7.3 Sanierung durch Abdichtungsmaßnahmen am Deich

Zur Verringerung der Durchlässigkeit und zur Verbesserung der Standsicherheit durch Verlängerung des Sickerweges im Deichquerschnitt sind nachträglich eingebrachte Dichtungen (Innendichtungen) im Deichquerschnitt anzuführen. Diese Maßnahmen sind unabhängig von der Bauausführung darauf

ausgerichtet, die Durchsickerung soweit zu behindern, dass im stationärem Zustand bei Bemessungshochwasser, die Sickerlinie nicht an der landseitigen Böschung bzw. Böschungsfuß austreten kann. Diese Maßnahmen erhöhen indirekt durch die Abdichtung im Deich die innere Standsicherheit.

Als Möglichkeiten sind wie unter Pkt. 4.3.4 beschrieben Spund-, Schlitz-, Injektions-, Beton- oder Schmalwand ausgeführt. Diese Dichtungsmaßnahmen stehen meist nicht alleine, sondern sind Teil von mehreren Komponenten der Sanierung.

7.4 Sanierung gegen Aufweichungen am Deichfuß, Druckentlastung

Durch den Austritt von Sickerwasser am Deichfuß können dort Aufweichungen entstehen, die den Bestand der Böschung und des Deichkörpers insgesamt gefährden. Die Sanierung dieser Aufweichungen erfolgt nachträglich durch Einbau von Filterschichten und Filtergräben mit Drainagerohrleitungen oder Drainagegräben. Diese Sanierung kann auch durch die Überschüttung dieser Bereiche mit stark durchlässigem Material, eventuell auf einer Vlieslage, erfolgen. Die Kombination mit den Dichtungsmaßnahmen wie unter Pkt. 7.3 ist vorzuziehen.

Zur Druckentlastung können nachträglich die unter Pkt. 5.3.2 angeführten Sickerschlitze und -gräben ausgebildet werden.

8 Deichüberwachung, -erhaltung und –bewirtschaftung, Betriebsordnung

Deiche sind in regelmäßigen Intervallen zu begehen bzw. zu befahren und dabei zu inspizieren. Die Kontrolle nach dem Augenschein betrifft dabei die Deichoberfläche, speziell die Grasnarbe, Pflasterungen, Wege und Straßen am und neben dem Deich, den Dammfuß sowie die Leitungsquerungen, die Objekte und Einbauten. Zweckmäßig ist die Vorgangsweise nach einer Betriebsordnung.

Die Ausbildung einer dauerhaften und dichten Grasnarbe an der Deichoberfläche als Voraussetzung für einen standsicheren Deich ist wesentlich von der Pflege, der Art der Grasnarbe und der regelmäßigen Mahd abhängig. Die Pflege beinhaltet die Entfernung von Treibgut des Hochwassers, die Entfernung von schädlichen Kräutern und Großstauden, die Einebnung von Maulwurfshügeln und das Einstampfen und Verschließen von Wühlgängen und Hohlräumen. Für das Mähen am Damm können auch bei steileren Böschungen Maschinen eingesetzt werden. Die Häufigkeit des Mähens bestimmt, ob das Mähgut entfernt werden muss, oder ob es bei Einsatz von Häckslern so klein gehalten werden kann, dass es ohne schädliche Wirkung am Deich liegen lassen werden kann. Eine Beweidung mit Schafen kann empfohlen werden, da dadurch die Löcher und Gänge von Wühltieren verfüllt und zugetreten werden können, Großvieh kann die Grasnarbe durchtreten und wesentliche Beschädigungen am Damm verursachen. Die Bekämpfung von Wühltieren hängt von der Art und Schwere der Schäden ab, die Methoden richten sich nach der Tierart (jagdbare und nichtjagdbare Tiere, geschützte Arten etc.), der Verhältnismäßigkeit und der Wirtschaftlichkeit.

Der an den Deich heranreichende Bewuchs von Gehölzen ist gegenüber dem Deichbereich zurückzuschneiden und zurückzusetzen. Gegenüber den Ackerflächen ist der vorgesehene Randstreifen zu erhalten, eine Bewirtschaftung direkt an den Deichfuß ist zu unterbinden (siehe auch Pkt. 4.2.1 Randstreifen).

Im Zuge der Wasserrechtlichen Bewilligung kann die Behörde die Erstellung einer Betriebsordnung für die Erhaltung und die Überwachung von Hochwasserschutzanlagen (Deichanlagen) und die zu

treffenden Maßnahmen im Alarmzustand vorschreiben. Diese Betriebsordnung ist bei Neuprojektierung von Hochwasserschutzanlagen als wesentlicher Bestandteil des Projekts anzuführen. Je nach Einzelfall sind die maßgeblichen Betriebszustände zu definieren und ein Ablauf- und Einsatzplan für den Alarmzustand auszuarbeiten. Die Betriebsordnung sollte folgend angeführte Punkte beibehalten:

- Betriebsplan: dieser legt Steuerungsvorschriften für den Betrieb der Hochwasserschutzanlage fest, insbesondere die maßgeblichen Pegelstände (Öffnen und Schließen von Verschlüssen, Alarmpegelstand etc.)
- Melde- und Alarmplan: legt Art, Umfang und Ablauf der Meldungen im Zusammenhang mit dem Betrieb der Hochwasserschutzanlage fest und regelt im Detail die Zuständigkeit der verschiedenen Dienststellen (Meldeplan für den Regelfall, Alarmplan für außergewöhnliche Abläufe)
- Überwachungsplan: hat das Ziel Mängel und Beschädigungen am Deich inklusive den zugehörigen Anlagenteilen rechtzeitig festzustellen
- Wartungsplan: hat das Ziel den konsensgemäßen Zustand zu erhalten und die festgestellten Mängel zu beheben. Eigens einzugehen ist auf Notmaßnahmen im Zuge der Dammverteidigung.
- Betriebstagebuch: In dieses Dokument sind alle relevanten Aktionen entsprechend den oben angeführten Plänen chronologisch einzutragen.

9 Allgemeine Angaben zu Dämmen

9.1 Begriffbestimmung, Einschränkung hinsichtlich Dammgröße, Dämme von Hochwasserrückhalteanlagen

Dämme sind als Bauwerke quer zur Abflussrichtung konzipiert und somit in ihrer Wirkung als Staubaubauwerke definiert. Die in diesem Arbeitsbehelf angeführten Festlegungen und Anforderungen für Deiche gelten sinngemäß und entsprechend den beschriebenen Anforderungen auch für Dämme, wobei die Einschränkung hier auf Dämme im Flussbau und für den Schutzwasserbau vorausgesetzt wird. Dämme und Dammbauwerke, welche aufgrund ihrer Größe (Stauhöhe, Dammlänge etc.) und Funktion (Talsperren, Dämme im Kraftwerksbau, Staudämme etc.) in den Zuständigkeitsbereich der Staubeckenkommission fallen, werden hier nicht behandelt. Die Beschreibung der Anforderungen an Planung, Bau und Sicherheitsnachweise für größere Staudämme an Talsperren, Staustufen, Pumpspeicherbecken u.ä. würde den Umfang dieses Arbeitsbehelfes bei weitem überschreiten; weiterführende Angaben dazu finden sich im Anhang mit Verweis auf die entsprechenden Normen (siehe Pkt. 10).

Dämme im Sinne dieses Arbeitsbehelfes sind beispielhaft als Fangdämme/deiche, Leitdämme/deiche, Dämme von Hochwasserrückhalteanlagen u.ä. definiert. Die Trennung zwischen den Bezeichnungen Deich und Damm ist - wie oben an den Beispielen angeführt - nicht eindeutig: Der allgemeine Aufbau des Bauwerks und die technische Funktionsweise ist für beide Begriffe gleich, es sollen in diesem Punkt die speziellen Anforderungen an die Dämme im Vergleich zu den Deichen hervorgehoben werden. Die folgenden Angaben und Konstruktionsgrundsätze richten sich in den speziellen Fällen auf Staudämme, wobei hier hauptsächlich Staudämme von Hochwasserrückhalteanlagen (Retentionsbecken) betrachtet werden.

Dämme im Sinne dieses Arbeitsbehelfes sind nur im Hochwasserfall auf den vollen Lastfall (Bemessungshochwasser an der Wasserseite) beaufschlagt, im Regel- bzw. Normalfall sind sie keinem Wasserdruck ausgesetzt („Trockenbecken“).

9.2 Konstruktionsgrundsätze und Bemessungsgrundlagen für (Stau)Dämme

Neben den topographischen und hydrologischen Randbedingungen ist die Lage eines Dammes von Rückhalteanlagen durch die Lage zum Gewässer bestimmt. Bei Anlagen im Hauptschluss wird der (Stau)Damm quer zur Gerinneachse errichtet, der Durchfluss und die Entleerung erfolgt über Durchlassbauwerke bzw. Entlastungsanlagen. Becken im Nebenschluss werden über seitlich angeordnete (Streich)wehre (Dämme bzw. Deiche mit ausgebildeter Überfallkrone) gefüllt und über Auslaufbauwerke entleert, der Abschluss des Beckens kann durch einen Damm ausgebildet sein.

Die Staudämme sind zu konstruieren und zu bemessen nach:

- Beschaffenheit des Untergrundes
- Art und Menge der zur Verfügung stehenden Dammbaustoffe
- Dammhöhe bzw. Bemessungswasserspiegel

- Statische Belastungszustände (Eigen-, Auf- und Verkehrslasten) und in Sonderfällen Erdbebenlasten
- Wasserdruck und Strömungskraft bei den verschiedenen Bemessungswasserspiegellagen.
- Hochwasserentlastung

Generell sind Dämme nach dem Grundmuster des ideellen Deiches aufgebaut und somit im Querschnitt bestimmt durch die Zonen:

- Stützkörper
- Dichtung
- Filter und Drainage

Die Anforderungen an das Regelprofil sind wie unter Pkt. 4.2 für Deiche definiert, die Sonderfälle und speziellen Voraussetzungen in den nachfolgenden Punkten beschrieben.

9.3 Dammhöhe, Bemessungswasserspiegel, Freibord

Dambauwerke von Hochwasserrückhalteanlagen sind aufgrund ihrer Funktionsweise als Stauanlagen höhenmäßig nicht direkt durch den Bemessungswasserspiegel des hochwasserführenden Gerinnes bestimmt, sondern durch die Bemessung des Speicherinhaltes der Anlage auf ein Stauziel ausgelegt. Die Hochwasserschutzwirkung für das Unterliegergebiet ergibt sich aus der Füllung des Rückhalterraumes durch die Aufnahme der Bemessungshochwasserwelle und dem kontrollierten, reduzierten Ablauf.

Dieses Stauziel als Maximalstau im Becken wird allgemein auf das 100 jährliche Ereignis ausgelegt (maximaler Wasserspiegel im Becken bei Ablauf der Welle für ein HQ_{100} .) Bei Ereignissen über dem 100-jährlichen Wiederkehrintervall muss für eine geordnete Entlastung des Stauraumes (Überfallkronen und –bauwerke) gesorgt werden. Somit ist für die Überfallkante am Damm bzw. des Entlastungsbauwerks das Stauziel bei HQ_{100} entscheidend. Gefordert wird ein kontrollierter, geordneter Überfall bzw. Ablauf eines Ereignisses der Jährlichkeit 5000.

Aus den oben vorgegebenen Grundsätzen lassen sich für die Dammhöhen von Stauanlagen folgende Definitionen ableiten:

- Maximalstau (Stauziel) bei HW_{100} = Beginn Überfall am Damm bzw. Überfallbauwerk
- Überströmhöhe bei HQ_{5000} = Maximaler Wasserspiegel (Bemessungswasserspiegel)
- Dammoberkante = Bemessungswasserspiegel + Freibord

Für die Definition des Freibords gilt für Dämme ein ähnlicher Ansatz wie bei den Deichen, wo die nicht fassbaren Abweichungen und Unsicherheiten vom Bemessungswasserspiegel berücksichtigt sind. Da die Bestimmung der Überfallhöhe für das HQ_{5000} als Bemessungshöhe bereits ein sehr unwahrscheinliches Ereignis heranzieht, scheint ein Ansatz von mindestens 0,30 m für die Freibordhöhe ausreichend. Als zusätzliches Kriterium wird eine Freibordhöhe von mindestens 0,50 m (bzw. je nach Anlageverhältnisse mehr) gegenüber dem Stauziel bei HQ_{100} vorgeschlagen. Es gilt die größere Höhe aus der Anwendung der beiden, vorhergehend bestimmten Kriterien.

9.4 Querschnittselemente des Entwurfs

Die Anforderungen an Dämme von Hochwasserrückhaltebecken sind entsprechend den Deichen durch den kurzfristigen Einstau im Hochwasserfall bestimmt. Die Dauer des Einstaus kann aber durch die hydrologischen Randbedingungen weit über dem Zeitraum des Hochwasserereignisses liegen, sodass aufgrund eines möglichen Dauerstaus die Anforderungen an die Standsicherheit (z. B. Erdbebensicherheit) und an die Verhinderung von Durchsickerungen wesentlich höher liegen.

Generell wird von einem Staudamm mit Innendichtung (wasserseitig) und landseitigem Stützkörper ausgegangen (zonierter Damm). Die Innendichtung soll einerseits die Dichtigkeit des Dammes an sich sowie die Dichtheit gegenüber dem Untergrund (Dammaufstandsfläche) garantieren. Da die Sickerlinie in keinem Belastungsfall bzw. bei keinem Bemessungswasserspiegel an der luftseitigen Böschung austreten darf, ist auf die sorgfältige Ausbildung eines landseitigen Filterkörpers und einer Drainage zu achten.

Oberflächendichtungen an der Wasserseite z.B. Asphaltbeton, Kunststoffdichtungsbahnen u.ä. sind als Sonderlösungen möglich, der Anschluss an den Untergrund und die seitlichen Ränder muss sorgfältig und absolut dicht ausgeführt werden. Der Stützkörper muss soweit wasserdurchlässig sein, dass Sickerwasser jederzeit ohne Erosion- und Suffosionswirkung abgeführt werden kann.

Die Kronenbreite des Dammes soll 3,0 m nicht unterschreiten, je nach Funktion (befahrbar Krone) sind Mehrbreiten erforderlich (siehe auch Pkt. 4.2.1).

Für die wasser- und landseitigen Böschungen sind unter Berücksichtigung der Vorgaben aus der Standsicherheit die Neigungen festzulegen, wobei ein idealer Wert mit 1:3 angegeben wird.

Dämme mit geringeren Höhen sind als homogene Erdämme auszubilden, wobei auf den dichten Anschluss an den Untergrund (Dammaufstandsfläche) zu achten ist. Die Böschungsneigungen können bei niedrigen Dämmen auf eine Neigung von 2:3 erhöht werden, sofern dies die Standsicherheitsnachweise zulassen.

Am Dammfuß der Landseite ist in jedem Fall ein Filterkörper mit Vliesumhüllung vorzusehen, um ein Austreten an der Dammoberfläche von Sickerwasser zu verhindern. Die Ableitung von Qualm- und Kuverwässern soll in Drainageleitungen in den Vorfluter erfolgen. Die Anordnung eines Kontrollschachts am Ende der Drainageleitung wird empfohlen.

Zum Schutz der Dammoberfläche sind die unter Pkt. 4.5 und Unterkapitel festgehaltenen Bestimmungen zu beachten.

9.5 Hochwasserentlastung und -überfall am Damm

Die Entlastung eines Rückhaltebeckens soll geordnet und kontrolliert an speziell dafür ausgelegten Überströmbereichen am Damm oder an Überlaufbauwerken erfolgen. Für den überströmbaren Dammschnitt gelten sinngemäß die Bestimmungen für Deiche aus Pkt. 4.5.4. Der Überströmbereich muss an der Dammkrone und an der landseitigen Böschung und im daran anschließendem Bereich ("Tosbecken") den Strömungskräften und Schleppspannungen entsprechend, z.B. durch eine schwere Bruchsteinpflasterung, gesichert werden.

9.6 Standsicherheit von Dämmen

Für die Berechnung der Standsicherheit und den zugehörigen Sicherheitswerten gelten die unter Pkt. 5.2ff angeführten Bestimmungen.

Da in diesem Arbeitsbehelf Dämme mit geringerer Höhe und Dämme von Hochwasserrückhalteanlagen („Trockenbecken“) behandelt werden, sind die Anforderungen an die Standsicherheitsuntersuchungen wie bei Deichen vorzusetzen. Die Dämme werden nur im Hochwasserfall und nur für diesen Zeitraum mit der vollen Belastung aus dem Wasserdruck beaufschlagt, sodass hier eine kombinierte Bemessung zusammen mit dem Lastfall „Betriebserdbeben“ verzichtet werden kann. Die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Auftretens des Hochwasserereignisses und eines Erdbebens kann als äußerst gering beurteilt werden (siehe auch DIN 197000-12, Kapitel 7 Tragsicherheitsnachweise⁶).

Der Übergang zu Dämmen von Rückhaltebauwerken mit Dauerstau ist in vielen Fällen nicht eindeutig und klar abgegrenzt, sodass die maßgeblichen Lastfälle von Fall zu Fall zu beurteilen sind. Für höhere Dämme und für Dämme an Stauanlagen mit Dauerstau sind die entsprechenden Nachweise (auch für den Lastfall Erdbeben) zu erbringen.

10 Zusammenstellung von Normen, Richtlinien und Vorschriften, Literaturangaben

¹ Richtlinien und Vorschriften für den Straßenbau, Österreichische Forschungsgemeinschaft für den Straßenbau, Trassierung, Linienführung 3.23, Mai 2005

² ÖNORM EN 1990, Eurocode, Grundlagen der Tragwerksplanung, 2003-03-01

³ ÖNORM EN 1997-1, Eurocode 7, Entwurf, Bemessung und Berechnung in der Geotechnik, Teil1 allgemeine Regeln, 2006-01-01

ÖNORMEN der Reihe B 4400 ff werden in Zukunft teilweise ersetzt durch ÖNORM B 1997-1 Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln - Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1997-1 und nationale Ergänzungen. Der Nationale Anhang zur ÖNORM EN 1997-1, die ÖNORM B 1997-1, ist noch nicht publiziert.

⁴ DIN 1054, Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau, 1976-11; neu publiziert 2003

⁵ DIN 4048, Gelände- und Böschungsbruchberechnungen, 1981-07; neu publiziert 2002

⁶ DIN 19700-10 bis 15, Stauanlagen, Normenausschuss Wasserwesen (NAW) im DIN, 2004 (dazu DIN 19712, Flussdeiche)

DIN 19657 Sicherung von Gewässern, Deichen und Küstendünen.

11 Anlagen