



Technische Rahmenbedingungen (TR HWS-Bau)

**Für die Planung und Bauausführung
zum Förderprogramm „Privater HWS“**

**für Bau- und Anpassungsmaßnahmen des privaten
Hochwasserschutzes im hamburgischen Tidegebiet**

Stand: 31.07.2008





INHALTSVERZEICHNIS

1	ALLGEMEINES	4
1.1	Mitgeltende Vorschriften und Empfehlungen	4
1.2	Allgemeine Grundsätze	4
1.2.1	Ziel des Bauprogramms	6
1.2.2	Genehmigungen	6
1.2.3	Entwurf	6
1.2.4	Ausschreibung und Vergabe	7
1.2.5	Durchführung der Bauarbeiten	7
1.2.6	Bestandsüberwachung von Anlagen anderer Eigentümer	7
1.3	Arbeitsgrundlagen	8
1.3.1	Anforderungen an Baugrundaufschlüsse, Baugrundgutachten	8
1.3.2	Aufmaß des Bestandes (Mindestanforderungen)	8
1.3.3	Abgleich genehmigter Soll-Zustand mit dem Ist-Zustand	10
1.4	Technische Bearbeitung	10
1.4.1	Aufstellung der Ausführungsunterlagen	10
1.4.2	Bestandsunterlagen	12
1.5	Mobile HWS-Systeme	14
2	SOLLHÖHENERMITTLUNG	15
2.1	Grundlagen der Sollhöhenermittlung	15
2.1.1	Wellenklima	15
2.1.2	Festlegung des Freibords	16
2.1.3	Wellenbeeinflussende Maßnahmen	18
2.2	Manuelle Sollhöhenermittlung	20
3	BERECHNUNGSGRUNDLAGEN	21
3.1	Maßgebende Wasserstände	21
3.2	Berechnungstiefe	21
3.3	Hydraulische Nachweise	22
3.3.1	Lastfall Hochwasser	22
3.3.2	Lastfall Sunk	23
3.4	Ermittlung Sturzbrecherbereiche	24
3.5	Wellenbeeinflussende Maßnahmen	26
3.5.1	Aufgelöste Wand	27
3.5.2	Unterwasserschwelle	27
3.5.3	Überlaufabweiser	29
3.5.4	Horizontaler Verbau	29
3.6	Objektschutz	29
3.7	Standsicherheitsnachweise	30





3.7.1	Allgemeines	30
3.7.2	Sonderfall: HWS-Anlagen mit vorgelagertem Stützbauwerk	30
3.7.3	Rammtiefenzuschlag	33
4	KONSTRUKTIONSGRUNDSÄTZE UND ANFORDERUNGEN	34
4.1	Allgemeines	34
4.2	HWS-Bauwerke in Beton- und Spundwandbauweise	34
4.2.1	Baustoffe	34
4.2.2	Konstruktive Mindestanforderungen	35
4.2.3	Kaimauern mit integriertem Hochwasserschutz	40
4.3	Leitungen im Bereich von HWS-Wänden	42
4.3.1	Allgemeines	42
4.3.2	Leitungsgrabenzuschlag bei Parallelleitungen	43
4.3.3	Schächte im Schutzstreifen	43
4.3.4	Leitungskreuzungen	43
4.4	HWS Pumpwerke	49
4.5	HWS - Tore	50
4.5.1	Allgemeines	50
4.5.2	Statische Berechnung	51
4.5.3	Konstruktion	51
4.5.4	Antrieb	52
4.6	Flächenbefestigung, Kolkenschutz, Wasserdruckentspannung	53
4.6.1	Landseitige Flächenbefestigungen	53
4.6.2	Kolkenschutz	53
4.6.3	Wasserdruckentspannung	53
4.7	Böschungen, Warften und Deiche	54
4.7.1	Böschungen	54
4.7.2	Warften im privaten Hochwasserschutz	55
4.7.3	Deiche im privaten Hochwasserschutz	55
4.8	Dränagen	58
4.8.1	Anwendungsbereich	58
4.8.2	Grundsätzliche Anforderungen	58
4.8.3	Grundlagen der Bemessung	59
4.8.4	Bemessung der Dränage bei durchlässigem Baugrund	61
4.8.5	Bemessung der Dränage bei Baugrund mit dichtender Schicht	62
4.8.6	Grundsätze zur konstruktiven Ausbildung von Dränagen	63
4.8.7	Ableitung des Dränagewassers	64
4.9	Oberflächenentwässerung	64
4.9.1	Allgemeines	64
4.9.2	Bestimmung der Bemessungswassermenge	65
5	QUALITÄTSSICHERUNG	66
5.1	HWS-Bauwerke	66
5.1.1	Gründungsarbeiten	66





5.1.2	Fugenabdichtungsarbeiten	67
5.1.3	Erd- und Flächenbefestigungsarbeiten	68
5.1.4	Korrosionsschutzarbeiten an HWS-Wänden	68
5.1.5	Stahlbauarbeiten für HWS-Tore	72
5.2	Uferbauwerke	73
6	BEGRIFFE UND DEFINITIONEN	74
7	ANLAGEN	75





1 ALLGEMEINES

Die Grundsätze der Förderung sind in den 3 nachfolgend genannten Unterlagen beschrieben.

FR: Förderrichtlinie

HR: Honorarrahmenbedingungen (HR HWS-Bau)

TR: Technische Rahmenbedingungen (TR HWS-Bau)

Bei eventuellen Widersprüchen gilt vorrangig die FR und danach die HR bzw. TR.

In diesen Technischen Rahmenbedingungen (TR) werden nur Angaben gemacht, die Ergänzungen zur Richtlinie "Berechnungsgrundsätze für Hochwasserschutzwände, Flutschutzanlagen und Uferbauwerke im Bereich der Freien und Hansestadt Hamburg" (BHFU) darstellen.

Im Folgenden wird der Eigentümer einer HWS-Anlage bzw. der Auftraggeber der Planungs- und Bauleistungen, der Einfachheit halber oftmals als „Polder“ bezeichnet.

1.1 Mitgeltende Vorschriften und Empfehlungen

Neben den fachbezogenen DIN Normen und der EAU sind insbesondere noch nachfolgende Vorschriften und Empfehlungen zu beachten:

- Richtlinie "Berechnungsgrundsätze für Hochwasserschutzwände, Flutschutzanlagen und Uferbauwerke im Bereich der Freien und Hansestadt Hamburg" vom November 2007, kurz (**BHFU**).
- EAK 2002, **Empfehlung H** "Empfehlungen für Verlegung und Betrieb von Leitungen im Bereich von Hochwasserschutzanlagen"
- Die zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen Wasserbau (**ZTV-W**).
- Technische Anweisungen für die Kampfmittelräumung (**TA-KRD**), Teil1 Landbereich gültig ab 01.05.2007
- Bei Uferbauwerken im Eigentum der HPA / FHH: Die technischen Regeln in der Leistungsbeschreibung Teil C , Anlage zu den Bemerkungen zum Leistungsverzeichnis (Teil B) für Uferbauwerke und Hochwasserschutzanlagen.

1.2 Allgemeine Grundsätze

Die vorliegenden Technischen Rahmenbedingungen (TR HWS-Bau) sind von den Teilnehmern am Förderprogramm verbindlich bei allen Maßnahmen im Rahmen des Förderprogramms anzuwenden. Sie definieren einen technischen Mindeststandard für private Hochwasserschutzanlagen, der förderungsfähig ist. Unterschreitungen des Mindeststandards bedürfen der ausdrücklichen Zustimmung der Genehmigungsbehörde.





Bei der praktischen Umsetzung kann jedoch differenziert vorgegangen werden. Für die Teilnehmer am Förderprogramm HWS-Bau sind die Kapitel 1 bis 3 der TR uneingeschränkt auf die gesamte Polderlinie anzuwenden, sowohl für die Überprüfung und die Defizitbeseitigung als auch beim Neubau von HWS-Anlagen.

Bei ausschließlich konstruktiven Abweichungen der vorh. HWS-Anlagen von den Angaben in den Kapiteln 4 und 5 der TR ist eine HWS-Anlage nicht defizitär.

Beispiele:

- a) Wenn trotz einer vorhandenen Parallelleitung im HWS-Schutzstreifen kein Leitungsgraubenzuschlag in der Bestandsstatik berücksichtigt wurde, ist die Anlage nicht defizitär. Auch bei der Überprüfung der Anlage ist kein Leitungsgraubenzuschlag anzusetzen.
- b) Wird in einem Bereich zur Beseitigung eines Sollhöhendefizits lediglich die Wand aufgestockt, ist dort nicht die Ausführung einer bestehenden Leitungskreuzung zu überprüfen.

Bei Neubauten und Umbauten der HWS-Anlage sowie in Bereichen wo Defizite beseitigt werden, sind die Kapitel 4 und 5 verbindlich anzuwenden, wo bei den baulichen Ertüchtigungsmaßnahmen Vorgaben in den genannten Kapiteln berührt werden.

Beispiel:

Wird in einem Bereich die HWS-Spundwand erneuert, so ist die dort befindliche Leitungskreuzung entsprechend den konstruktiven Vorgaben auszuführen.

Möchte der Polder jedoch eine Überprüfung und eventuelle Anpassung von Defiziten konstruktiver Bestandteile der HWS-Anlage vornehmen so sind die Aufwendungen förderfähig.

Bei Poldern, die am „Projekt Privater Hochwasserschutz“ (Untersuchungsprogramm HWS) teilgenommen haben, sind die bisherigen Untersuchungen der privaten HWS-Anlagen zur Ermittlung des Anpassungsbedarfes Grundlage des „Förderprogramm Privater Hochwasserschutz“ (Bauprogramm HWS). Polder, die nicht am Untersuchungsprogramm teilgenommen haben, müssen ihre „Defizit“ und „Nicht-Defizit“ Bereiche auf der Basis dieser TR ermitteln.

Im „Untersuchungsprogramm HWS“ wurde der Verlauf der HWS-Linie des gesamten Polders hinsichtlich der Schutzhöhe weitestgehend genau und der Standsicherheit überschlägig überprüft. Es wurden die Bereiche mit und ohne Defizite ermittelt. Der Prüfbericht zu den vorliegenden Untersuchungen ist jedoch kein Ergebnis einer baustatischen Prüfung wie im Zuge eines Genehmigungsverfahrens.

Da in der Regel die statischen Nachweise nur überschlägig zu führen waren bzw. noch sind, ist bei einigen Polderabschnitten eine eindeutige Aussage, ob der betreffende Bereich „defizitär“ oder „nicht defizitär“ ist, nicht zweifelsfrei möglich. Diese Bereiche sollen im „Bauprogramm HWS“ genauer untersucht werden. D. h. für die fraglichen Bereiche sind die durchzuführenden Standsicherheitsuntersuchungen vom Genauigkeitsgrad her zu verfeinern, um zu einer gesicherten abschließenden Bewertung des betreffenden HWS-Bereiches zu kommen.





Auf Grund neuerer wissenschaftlicher Erkenntnisse gibt es Änderungen gegenüber den Technischen Rahmenbedingungen vom Mai 1997, z. B. bei den Wellenersatzlasten und den Binnenwasserständen in den Sunklastfällen.

1.2.1 Ziel des Bauprogramms

Ziel der bautechnischen Untersuchungen im Bauprogramm ist es, unter Zugrundelegung der neuen Bemessungsansätze im privaten Hochwasserschutz, lückenlos für die gesamte Polderlinie, eine abschließende Aussage zu defizitären und nicht defizitären Abschnitten des Polders zu erlangen. Dabei festgestellte Defizite können durch geeignete bautechnische Maßnahmen beseitigt werden.

Es ist dem Polder freigestellt, in Anlehnung an den öffentlichen Hochwasserschutz, eine Ausbaureserve bei erforderlichen technischen Anpassungsmaßnahmen der Gründungselemente seiner HWS-Anlage zu berücksichtigen.

1.2.2 Genehmigungen

Die Anpassungsmaßnahmen sind genehmigungsbedürftig. Bei Zustimmung der Planfeststellungsbehörde ist auch eine Plangenehmigung ausreichend.

Nach Abschluss der Baumaßnahme ist die Genehmigungsbehörde zu benachrichtigen, damit dann in Abstimmung mit dem Genehmigungsinhaber eine Abnahme der HWS-Anlage gemäß § 65 HWaG durchgeführt wird.

Die zur Förderung vorzulegenden Unterlagen haben dem aktuellen Stand der Baumaßnahme zu entsprechen.

1.2.3 Entwurf

Rückbaumaßnahmen an vorhandenen HWS-Anlagen sind so zu planen und auszuführen, dass während der Sturmflutzeit die Hochwassersicherheit immer in vollem Umfang gewährleistet ist. Den Hochwasserschutz einschränkende bzw. gefährdende Arbeiten sind grundsätzlich außerhalb der sturmflutgefährdeten Zeit gemäß Polderordnung auszuführen. Wird eine HWS-Wand in neuer Trasse errichtet, so darf mit dem Rückbau der bestehenden HWS-Anlage erst dann begonnen werden, wenn die neue Anlage voll funktionsfähig ist. Ist eine temporäre Einschränkung der HWS-Sicherheit unumgänglich sind gleichwertige Alternativmaßnahmen technischer oder betrieblicher Art vorzusehen, die im Einzelfall mit der Genehmigungsbehörde abzustimmen sind.

Bei Arbeiten an der HWS-Anlage in der sturmflutfreien Zeit ist bei Poldern mit einer Geländehöhe unter NN + 5,0m zu berücksichtigen, dass auch in dieser Zeit Sommerhochwasser eine Überflutungsgefährdung bedeuten können.

Der Objektplaner hat in Abstimmung mit der Vermessung, als Grundlage für die Ausführungsplanung, schon im Entwurf die vorhandene Polderkilometrierung entsprechend der





Planung (Berücksichtigung einer eventuellen neuen Trassenführung in Teilbereichen) anzupassen.

Auf eine angemessene Gestaltung des Hochwasserschutzes ist zu achten.

1.2.4 Ausschreibung und Vergabe

Die Ausschreibungen der Polder, für die Bauleistungen zur Beseitigung der HWS-Defizite, sind auf der Grundlage des Bewilligungsbescheides und der erteilten Genehmigung zu verfassen.

Es ist eine in allen Einzelheiten vollständige Ausschreibung mit Leistungsverzeichnis entsprechend § 9 VOB / A zu erstellen.

Beabsichtigt der Polder den Auftrag auf einen Sondervorschlag zu erteilen, der nicht durch den, auf der Grundlage der vorgelegten Entwurfsunterlagen erteilten Bewilligungsbescheid abgedeckt ist, ist bei der Bewilligungsbehörde ein Änderungsantrag einzureichen. Bei Abweichungen von der Genehmigung ist zusätzlich ein Änderungsantrag bei der Genehmigungsbehörde zu stellen. Alle dafür notwendigen technischen Unterlagen sind nicht förderungsfähig.

1.2.5 Durchführung der Bauarbeiten

Sollten während der Ausführung Abweichungen vom Bewilligungsbescheid und der Genehmigung auftreten, sind die Änderungsanträge bei der HPA-Förderstelle und der Genehmigungsbehörde zu stellen. Die erforderlichen Unterlagen sind vom Polder beizubringen. Die Kosten und der eventuell damit verbundene Zeitverlust sind Sache des Polders.

Störungen des Bauablaufs und daraus resultierende Kosten, die vom Polder oder seiner Auftragnehmer zu vertreten sind, sind nicht förderungsfähig. Dies gilt grundsätzlich nicht für Mehrkosten, die dem Baugrundrisiko zu zuschreiben sind.

1.2.6 Bestandsüberwachung von Anlagen anderer Eigentümer

Durch den vom Polder beauftragten Beweissicherer ist, in Abstimmung mit dem Eigentümer der von den Bauarbeiten betroffenen Anlage, rechtzeitig vor Baubeginn eine optische Bestandsaufnahme und ggf. Sicherungsmessungen durchzuführen. Die Beweissicherungsakte ist dem Eigentümer zu übergeben.

Wenn nichts anders vereinbart wurde, ist es während der Bauausführung Pflicht des Polders und seines beauftragten Beweissicherers, die optischen Kontrollen und die Messungen, aufbauend auf die bestehende Systematik, fortzuführen. Dies gilt insbesondere bei erschütterungsträchtigen Arbeiten.

Die Kontrollen und Messungen sind zu dokumentieren und fachkundig zu beurteilen. Bei Bauwerksbewegungen ist der Eigentümer rechtzeitig zu informieren.





1.3 Arbeitsgrundlagen

Neben den vordringlichsten Arbeitsgrundlagen, wie Bestandsunterlagen, Vermessungsunterlagen, Baugrundgutachten etc. werden für die technische Bearbeitung zusätzlich benötigt:

- Aktuelles Wellendatenblatt
- Förderrichtlinie, Honorarrahmenbedingungen

1.3.1 Anforderungen an Baugrundaufschlüsse, Baugrundgutachten

Die notwendigen Anforderungen an die Baugrundaufschlüsse, Anordnung und Tiefe von Bohrungen, Sondierungen etc. richten sich nach den Festlegungen der DIN 4020 und der EAU, E1. Die Ergebnisse sind durch einen Baugrundgutachter in Form eines Baugrundgutachtens gemäß EAU, E150 darzustellen.

Neben der Festlegung der Kenngrößen für den Nachweis der Standsicherheit und der Verformungen sind im Baugrundgutachten auch die für den Entwurf benötigten hydraulischen Kenngrößen anzugeben. Dies sind in jedem Fall die Durchlässigkeitsbeiwerte der maßgebenden Bodenschichten. Im Baugrundgutachten sind die bindigen Schichten zu bewerten, ob eine ausreichend mächtige und über die Länge des Berechnungsabschnittes durchgehende dichtende Schicht vorliegt. Vom Baugrundgutachter ist in den Bemessungsprofilen unter Berücksichtigung der geplanten Konstruktion eine eindeutige Zuordnung nach **„Freie Fußumströmung“** oder **„Behinderte Fußumströmung“** vorzunehmen.

Der Baugrundgutachter hat eine eindeutige Aussage darüber zu treffen, ob die in der Richtlinie BHFU genannten Wasserstände den statischen und hydraulischen Berechnungen zu Grunde gelegt werden können.

Muss in Sonderfällen von den Wasserdruckansätzen der BHFU abgewichen werden, so sind vom Baugrundgutachter für jeden Wandabschnitt Wasserdruckansätze für alle relevanten Lastfälle in Anlehnung an die BHFU festzulegen. Dafür sind die Wasserstände, unter Zugrundelegung der in den Anlagen 14 und 15 angegebenen Sturmflutbemessungstiden, zu extrapolieren. Zusätzlich benötigte Bodenkenngößen, wie z.B. das Nettoporenvolumen, sind anzugeben.

Wurden bei der Bestandsaufnahme der vorhandenen Bausubstanz z. B. starke Abrostungserscheinungen an der HWS-Spundwand festgestellt, kann es erforderlich sein, dass zusätzlich chemische Analysen des anstehenden Bodens durchgeführt werden müssen, um ein korrosionsschutztechnisches Gutachten zur Beurteilung der Umgebungsaggressivität erstellen zu können, auf dessen Grundlage geeignete Betonzusammensetzungen und Korrosionsschutzmaßnahmen, geplant werden können.

1.3.2 Aufmaß des Bestandes (Mindestanforderungen)

Die im nachfolgenden beschriebenen Anforderungen an die Vermessung sind Mindestanforderungen und beziehen sich ausschließlich darauf, die Sturzbrecherbereiche zu ermitteln und die Grundlagen für die Standsicherheitsnachweise zu schaffen. Weitergehende Anforderungen an die Vermessung des Bestandes, insbesondere für die Belange der Objektplanung,





sind im Detail mit den Planungsverantwortlichen abzustimmen (vgl. Leistungsbild § 97b HOAI).

1.3.2.1 Vermessung

Die HWS-Anlage der gesamten Polderlinie ist einschließlich des land- und wasserseitig anschließenden Geländes, in Abstimmung mit dem Tragwerksplaner nach Lage und Höhe, im Abstand von ca. 30m sowie bei Knickpunkten und topographischen Besonderheiten im Trassenverlauf der HWS-Wand, aufzumessen. Weiträumigere detaillierte Aufmaße als in diesem Abschnitt angegeben, sind in der Regel nicht förderfähig, außer sie stehen in ursächlichem Zusammenhang mit den Ertüchtigungsmaßnahmen des Hochwasserschutzes.

HWS-Konstruktion

Aufzumessen sind die Höhen und die Lage der maßgebend kennzeichnenden geometrischen Konturen der sichtbaren Teile der HWS-Wand.

Gelände Wasserseite

Wenn vom Tragwerksplaner nicht anders vorgegeben, sind in der Regel die Geländehöhen des wasserseitigen Vorlandes im Abstand von 5m bis zu einer Breite von 20m vor der HWS-Wand aufzunehmen. Ist das Vorland schmaler, so ist die Kai- oder Böschungskante nach Lage (Bezug zur HWS-Wand) und der Höhenverlauf aufzunehmen.

Bei Böschungen ist zusätzlich die Neigung der Ober- und Unterböschung (Angabe im Verhältnis 1:n) bis zur Gewässersohle, einschließlich der Berme, aufzumessen. Bei senkrechten Uferwänden sind die Höhe der Hafensohle vor der Wand sowie 2 weitere Punkte, jeweils im senkrechten Abstand von 5m von der Wand, aufzumessen.

Gelände Landseite

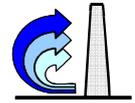
Landseitig der HWS-Wand beschränkt sich das Aufmaß auf den Polderschutzstreifen (5m). Aufzumessen sind die Geländehöhen an der Wand, am Rande des Verteidigungsweges und des Schutzstreifens.

1.3.2.2 Darstellung

Für die gesamte Polderlinie soll die Darstellung der HWS-Anlage und Geländemesspunkte im geeigneten Maßstab in einem Lageplan erfolgen.

Zusätzlich sind im Luv-Bereich, wo die Böschungskante oder der senkrechte Uferabschluss, weniger als 10m von der HWS-Wand entfernt ist sowie in allen Bereichen wo Standsicherheitsdefizite sind, Querprofile darzustellen. Aus den Querprofilen müssen die Umrisse der HWS-Konstruktion und der Höhenverlauf des landseitigen und wasserseitigen Geländes sowie anschließende Böschungen einschließlich ihrer Neigungen und die Wassertiefen vor einer Uferwand ersichtlich sein. Alle Höhenangaben sind in Normalnull anzugeben.





1.3.3 Abgleich genehmigter Soll-Zustand mit dem Ist-Zustand

Der erfasste Ist-Zustand der HWS-Anlage ist mit dem genehmigten Soll-Zustand abzugleichen. Dazu sind entsprechende zeichnerische Darstellungen des Ist- und Soll-Zustandes zu erstellen (z. B. Querschnittszeichnungen).

1.4 Technische Bearbeitung

Neben den nachstehenden präzisierenden Angaben ist für die Technische Bearbeitung und die Bestandsunterlagen die ZTV-W LB 202 maßgebend.

Wird die Ausführungsplanung an die bauausführende Firma vergeben, und baut deren Ausführungsplanung auf Entwurfsvorlagen auf, so sind diese für die Ausführungsbelange anzupassen und in die Ausführungsplanungsunterlagen zu übernehmen. Sollte der damit verbundene Aufwand nicht im Auftrag des Bauunternehmers enthalten sein, so ist diese Leistung vom Polder separat zu beauftragen. Diese Leistungen sind förderfähig.

1.4.1 Aufstellung der Ausführungsunterlagen

Statische Berechnung

Zur statischen Berechnung gehört ein Deckblatt mit Lageplan des Hafens mit Kennzeichnung des betreffenden Polders. Des Weiteren ist ein zusätzlicher Detaillageplan des Polders erforderlich. Darin ist der zu bearbeitende Bauabschnitt hervorzuheben und dessen Anfang und Ende mit der Polderkilometrierung zu bezeichnen.

In den einzelnen Bauabschnitten ist für jedes Berechnungsprofil eine Querschnittsskizze des statischen Systems mit den zugehörigen Bodenschichten und den bodenmechanischen Kenngrößen beizufügen. Die Belastungen sind skizzenhaft darzustellen.

Bei statischen Berechnungen mit elektronischen Ermittlungen ist die graphische Auftragung der Ergebnisse für mindestens einen Lastfall so detailliert vorzunehmen, dass die Einflüsse einzelner Belastungs- und Ansatzgrößen eindeutig abgelesen werden können. Gleiches gilt für das Zahlenwerk.

Die Lasteinflüsse aus einer HWS-Wand, landseitig eines stützenden Uferbauwerks, sind konsequent bis an die Wasserseite zu verfolgen.

Nachträge zur Statik sind als solche zu kennzeichnen und entsprechend im Inhaltsverzeichnis zu erfassen. Durch sie ungültig gewordene Teile der Stammstatik sind ungültig zu machen und mit den erforderlichen Hinweisen zu versehen.

Nach Abschluss der Baumaßnahme ist spätestens mit Einreichung der Revisionszeichnungen die Statische Berechnung unter Einarbeitung sämtlicher statischer Nachträge zusammenzustellen und mit einem abschließenden aktuellen Inhaltsverzeichnis zu versehen.





Ausführungspläne

Grundsätzliches

- Auf allen Plänen ist zur leichteren Orientierung und zur Vermeidung von Missverständnissen, die „Wasserseite“ anzugeben.
- Der Verlauf der alten - und der neu geplanten HWS-Linie in Lage- und Querschnittsplänen ist darzustellen.

Für den Polder sind **Übersichtslagepläne** in sinnvollen Maßstäben zu erstellen. Neben den Standardangaben auf Übersichtsplänen sind folgende zusätzliche Angaben zu machen:

- Darstellung aller wichtigen Anfangs-, End- und Knickpunkte, im Koordinatensystem der Bestandspläne und Polderkilometerangabe
- Lage der neuen HWS-Anlage in Bezug zur vorhandenen Situation. Darstellung wesentlicher Bauwerksfluchten mit Gebäudeumrissen, Böschungsoberkanten etc. in der Nähe der HWS-Anlage als Orientierungshilfe.
- Darstellung von Treppen- und Leiterübergängen, Zufahrten zum Verteidigungsweg, Schlupftüren bzw. Tore sowie Zäune
- Kennzeichnung der Luv - und Lee Bereiche mit Angabe der Anfangs- und End-Polderkilometer
- Angabe des Sollhöhenverlaufs mit Anfangs- und Endpolderkilometer in Abgleich mit dem Wellendatenblatt
- Kennzeichnung der Bauabschnitte in Übereinstimmung mit der statischen Berechnung
- Angabe der Regelquerschnitte in den einzelnen Bauabschnitten
- Angabe der Baugrundbemessungsprofile und Kennzeichnung ihrer Gültigkeitsbereiche

Ergänzend zu den Übersichtslageplänen sind für die einzelnen Bereiche **Regelquerschnitte** als Konstruktionsübersicht mit den Hauptabmessungen zu erstellen, aus denen über die normalen Darstellungen hinaus folgende Angaben ersichtlich sind:

- Darstellung der HWS-Anlage einschließlich Verteidigungsweg und Wasserdruckentspannung mit Grobangabe der Art der Flächenbefestigung und des HWS-Schutzstreifens
- Sollhöhe der HWS-Anlage
- Bemessungswasserstand einschließlich der eventuell berücksichtigten Ausbaureserve
- Hinweis wenn Sturzbrecherbelastung vorliegt
- Die für die Statik maßgebende Wellenhöhe im Lastfall Hochwasser





- Verlauf der Berechnungssohlen für die Hochwasser- und Sunk-Lastfälle
- Baugrundbemessungsprofil mit den maßgebenden Bodenkenndaten
- Darstellung der HWS-Anlage und eventuell vorgelagerter Stützbauwerke wie Uferwände oder Stützböschungen mit Angabe der Hauptmaße (Abstand, Böschungsneigung, Wassertiefe, etc.)

Hohlräume in den Konstruktionsquerschnitten sind besonders zu kennzeichnen, sofern sie überhaupt zulässig sind.

Vorhandene Bauteile, die in die neue Konstruktion integriert werden sollen, sind darzustellen und gegenüber den neuen Bauteilen deutlich unterschiedlich zu kennzeichnen.

Bei statisch wirksamen Dränagen ist das Entwässerungssystem im Bereich der HWS-Anlage (Dränage, Leitungen, Ausläufe, Pumpstation) integraler Bestandteil des Hochwasserschutzes. Deshalb sind in den Plänen die Leitungsführungen sowie die Lage von Schächten darzustellen.

Leitungskreuzungen

Für jede Leitungskreuzung sind Ausführungsunterlagen zu erstellen unter Angabe aller Konstruktionsdetails einschließlich Dichtungen, Mantelrohre, Tiefenlage sowie Medium und Durchmesser.

1.4.2 Bestandsunterlagen

1.4.2.1 Allgemeines

Bei Baumaßnahmen an privaten HWS-Anlagen sind die Bestandsunterlagen beim Eigentümer der HWS-Anlage und bei HPA zu hinterlegen. Dafür hat der AN zwei vollständige Sätze der Bestandsunterlagen beim Auftraggeber abzugeben.

Auf örtliche Probleme und Unregelmäßigkeiten im Bauablauf (wie z. B. erschwerte Rammung, Rammhindernisse, Durchdringungen, Wassereinbrüche, Schäden beim Betonieren, Ribbildungen und deren Sanierung) ist unter Festlegung der Örtlichkeit in den entsprechenden Plänen hinzuweisen. Mängel, wie Kappbohlen, Schloss-Sprengungen, etc., sind soweit bekannt, lagemäßig anzugeben. Im Baugrund verbliebene Teile von Bauhilfsmaßnahmen sind anzugeben.

1.4.2.2 Inhalt, Anforderungen und Ablauf

Einzelheiten der Anforderungen an die zu erstellenden Bestandsunterlagen:

- Anfertigung von Bestandszeichnungen von allen genehmigten und geprüften zeichnerischen Unterlagen, die den tatsächlichen Zustand des Bauwerkes nach Abschluss der Maßnahme darstellen, einschließlich eines aktualisierten Zeichnungsverzeichnisses. Die Koordinatenpunkte und die Polderkilometrierung in den Übersichtslageplänen sind nach örtlichem Aufmaß des fertigen Bauwerks zu aktualisieren. Eventuell





zwischenzeitliche Baukilometrierungen sind zu entfernen und in die offizielle Polderkilometrierung zu überführen.

Die Mindestanforderungen an das Zeichnungsschriftfeld gemäß der Anlage 19 sind zu beachten.

- Anpassung und Integration des Wellendatenblattes des Polders in die Bestandsplansystematik
- Aktualisiertes Inhaltsverzeichnis aller geprüften Standsicherheitsnachweise. Ungültig gewordene bzw. entfallene Teile der Statik sind als solche zu kennzeichnen. Anpassung der geprüften Statik an die offizielle Polderkilometrierung, wenn Ortsbezüge in der Statik sich auf zwischenzeitliche Baukilometrierungen beziehen. Die Wasserbehörde kann die Erstellung und Lieferung einer Bestandsstatik fordern, wenn die geprüfte Statik unübersichtlich ist. Die Erstellung einer Bestandsstatik ist grundsätzlich nicht förderungsfähig.
- Gutachten zur Planung und Bauausführung, wie z. B. Untersuchung der vorh. Bausubstanz; Baugrundgutachten; etc.

Einzelheiten des Ablaufs zur Übergabe der Bestandszeichnungen:

Zuerst ist ein kompletter Satz der Bestandszeichnungen als Prüfexemplar in Papierform dem Auftraggeber zu übergeben. Die Zeichnungen sind als „Bestandsplan“ deutlich zu kennzeichnen.

Nach Einarbeitung der Prüfeinträge in die Originalpläne sind die Pläne vom verantwortlichen Bauleiter des Auftragnehmers und von der örtlichen Bauaufsicht des Auftraggebers zu unterzeichnen. Mit der Unterschrift wird die Übereinstimmung des betreffenden Planes mit der Bauausführung bestätigt.

Dem Polder sind drei Zeichnungssätze zu übergeben:

- Ein Zeichnungssatz zur Archivierung beim Polder in der im Bauvertrag definierten Übergabeform (z. B. Papier; Mikrofilm, digital, die Anforderungen an die digitalen Bestandspläne sind zu beachten).
- Zwei digitale Zeichnungssätze zur Archivierung bei HPA. Ein digitaler Satz in einem Bildformat (z. B. heute „tiff“) und ein zweiter in einem Weiterbearbeitungsformat mit Auto-Cad (z. B. heute „dxf“ oder „dwg“). Die zum Zeitpunkt der Baumaßnahme gültigen digitalen Formate für die Archivierung sind vom Auftragnehmer bei der HPA „Hochwasserschutz und Gefahrenabwehr, Privater HWS“ (Tel. 428 47-0) zu erfragen. Dort sind die Bestandszeichnungen vom Auftraggeber abzugeben.





Baugrundgutachten:

Baugrundgutachten im Zusammenhang mit den Anpassungsmaßnahmen sollen bei HPA zusätzlich zum hoheitlichen Prüfablauf, digital archiviert werden. Das Gutachten ist als CD im „pdf“ Format dem HPA Sachgebiet „Grundbau“ zu übergeben.

1.4.2.3 Zusätzlich zu den Ausführungsunterlagen ist vom Polder zu liefern:

Polderhandplan (grundlegende Überarbeitung des bestehenden Planes):

Auf der Grundlage des bestehenden Polderhandplanes ist ein Lageplan des Polders anzufertigen. Der Plan ist entsprechend den durchgeführten Ertüchtigungs- oder Neubaumaßnahmen zu aktualisieren. Alle Öffnungen der Polderlinie, die im Sturmflutfall zu schließen sind, sind mit den entsprechend bekannten Symbolen (vgl. Anlage 18) zu kennzeichnen.

Leitungspläne (M = 1:250) [gilt nur für Anpassungs- und Neubaubereiche]

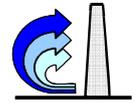
- Darstellung aller bekannten Leitungen einschließlich der Leitungskreuzungen im Deichgrund bzw. Seitenstreifen. Über 5,0 m hinaus nur das, was in statisch hydraulischer Beziehung zur HWS-Konstruktion steht. Bei Flüssigkeitsleitungen ist die Fließrichtung anzugeben. Druckrohrleitungen sind besonders zu kennzeichnen.
- Bei jeder Leitung ist anzugeben: Medium; Durchmesser, Materialien, Tiefenlage, und Eigentümer.
- Bei Leitungskreuzungen ist hervorzuheben, ob die HWS-Anlage ober- oder unterirdisch gekreuzt wird.
- Alle Entwässerungseinrichtungen, wie Schieber, Schächte, Dränagen, Pumpwerke, Pegelbrunnen, sind darzustellen und in Bezug zur HWS-Wand zu vermaßen.
- Eintragung der zulässigen Aufgrabetiefen im Bereich des öffentlichen Grundes sowie auf ausgewiesenen Leitungstrassen.

Auf den Plänen ist ein Hinweis auf die entsprechenden Konstruktionszeichnungen zu geben.

1.5 Mobile HWS-Systeme

Analog den mobilen Verschluss-Systemen bei HWS-Toren sind grundsätzlich auch mobile HWS-Systeme auf längeren Polder-Strecken denkbar. Sie sind jedoch nur dann zulässig, wenn ihre Gebrauchs- und Schutzfunktion einem stationären Hochwasserschutz gleichwertig ist. Werden von den üblichen HWS-Bauwerken (Wände, Warften, Deiche) abweichende Konstruktionen (z. B. schräge Ebenen, runde Systeme) geplant, so ist die Übertragbarkeit der Wellendaten und Bemessungsansätze (z. B. Wellenlasten, Umströmungssicherheit) durch zusätzliche gutachterliche Untersuchungen vom Antragsteller zu prüfen und erforderlichenfalls neue Festlegungen zu treffen. Ergänzend zu den technischen Unterlagen für die baulichen Vorkehrungen des mobilen Systems, ist für den zeit- und fachgerechten Aufbau ein Montage- und Betriebskonzept zur Genehmigung vorzulegen.





2 SOLLHÖHENERMITTLUNG

2.1 Grundlagen der Solhöhenermittlung

2.1.1 Wellenklima

Im Wellendatenblatt eines jeden Polders ist der theoretisch erforderliche Solhöhenverlauf für die Luv-Lagen angegeben, der sich auf Grundlage des Bemessungswertes für die Wellenüberschlagsrate $q_T = 0,5 \text{ l/ms}$ ergibt.

Die im Wellendatenblatt angegebenen Wellenkenndaten gelten für vorhandene Polder und Neuplanungen mit bereits festgelegtem Trassenverlauf und Vorlandgeometrie.

Es ist ein Abgleich der IST – Kilometrierung der HWS-Anlage und der Kilometrierung im Wellendatenblatt vorzunehmen.

Weiterhin ist zu prüfen in wie weit eine neue geplante HWS -Trasse oder neue Vorlandgeometrie (Breite, Höhe) Veränderungen gegenüber der genehmigten Trasse aufweist.

Alle Veränderungen zwischen der genehmigten Topographie und der Planung für das Bauprogramm sind festzustellen und mit den Toleranzgrenzen der Tabelle 1 abzugleichen.

Bei Einhaltung der in Tab.1 aufgeführten Toleranzgrenzen können die Angaben im aktuellen Wellendatenblatt angewendet werden. Bei nicht aufgeführten Fällen in der Tabelle sind die Angaben im Wellendatenblatt von einem anerkannten Wasserbauinstitut zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen (s. auch HR HWS-Bau, Abschnitt 3.8.1).

Veränderung der Vorlandgeometrie vor der HWS-Wand	Zulässige geometrische Abweichungen und Verfahrensregeln
1. Vorlandhöhe (Höhenänderung)	a) Absenkung der Vorlandhöhe bis zu 0,50 m b) eine Vorlanderhöhung
2. Vorlandbreite (Breitenänderung)	a) Reduzierung der Vorlandbreite um maximal 10,0 m jedoch kein kompletter Wegfall der Vorlandbreite b) eine Vergrößerung der Vorlandbreite
3. HWS-Wand an der Böschungskante (Veränderung der Böschung in senkrechten Geländesprung)	Verwendung der Wellenhöhe H_1 anstatt $\max H_{ds}$ aus dem Wellendatenblatt
4. HWS-Wand landseitig der Böschungskante (Veränderung der Böschung in senkrechten Geländesprung)	Weiterhin Verwendung der Wellenhöhe $\max H_{ds}$ aus dem Wellendatenblatt
5. HWS-Wand an der Böschungskante (Verschiebung der HWS-Wand zur Wasserseite)	Verwendung der Wellenhöhe $\max H_1$ anstatt $\max H_{ds}$ aus dem Wellendatenblatt
6. Böschungsneigung (Neigungsänderung)	Alle Böschungsneigungen sind zulässig.





Veränderung der Vorlandgeometrie vor der HWS-Wand	Zulässige geometrische Abweichungen und Verfahrensregeln
7. Trassenverlauf (Richtungsänderung)	Der im Wellendatenblatt angegebene Wellenangriffswinkel α_{ds} ist um den Betrag der Richtungsänderung anzupassen.
8. Errichtung einer wellenbeeinflussenden Maßnahme im Vorland	Die im Wellendatenblatt angegebenen Welle H_{ds} ist unter Beachtung von Abschnitt 2 und 3 umzurechnen.

Tab. 1: Toleranzgrenzen innerhalb derer das Wellendatenblatt gültig ist.

2.1.2 Festlegung des Freibords

Mindestfreibord:

Der Mindestfreibord in jedem Abschnitt der gesamten Polderlinie beträgt bei konstruktiven HWS-Anlagen und Warften 0,2 m.

Bei Deichen sind es wegen des höheren Wellenaufbaus 0,5 m.

HWS-Wände:

Im Wellendatenblatt eines vorhandenen Polders ist bereits der theoretisch erforderliche Sollhöhenverlauf für die Luv-Lage des Polders angegeben. Basierend darauf sind vom Objektplaner für die gesamte Polderlinie – möglichst vereinheitlichend - die tatsächlichen, zu genehmigenden Sollhöhenabschnitte der HWS-Anlage, auf volle [dm] gerundet zu definieren. Falls erforderlich, ist eine von der Sollhöhe abweichende Bauhöhe, wegen etwaiger ungünstiger örtlicher Randbedingungen, festzulegen (z. B. Setzungszuschlag).

Warften und Deiche:

Der Freibord R_c (vertikal gemessen) wird anhand der nachfolgenden Formel für unter 1:3 geneigte Böschungen ermittelt (bei anderen Böschungsneigungen – siehe Text nach Tab. 3). Maßgebend ist die Neigung der Böschung in Höhe des maßgebenden Außenwasserstandes (AW).

$$R_c = 0,55 \cdot \gamma_a \cdot \gamma_b \cdot \gamma_f \cdot \max H_1 \cdot [\ln (0,47 \cdot \max H_1^{1,5}) - \ln (q)]$$

Faktoren:

- $\gamma_a = 0,35 + 0,65 \cdot \cos \alpha_1$ Durch schrägen Wellenangriff wird der Wellenaufbau um den Faktor γ_a reduziert. Vereinfachend darf anstatt α_1 , der Wellenangriffswinkel α_{ds} gemäß Wellendatenblatt angesetzt werden.
- γ_b = Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung einer Berme in der Böschung s. Tab. 2
- γ_f = Reduktionsfaktor zur Berücksichtigung Rauigkeit der Böschungsoberfläche gemäß Tabelle 3
- $\max H_1$ = maximale signifikante Wellenhöhe 15m vor der HWS-Wand gemäß Wellendatenblatt
- q = Wellenüberlauf (Maximum im Scheitel) in [m³/ms]

Warft: $q = 0,001$ (entspricht $q_T = 0,5$ l/ms wie bei HWS-Wänden)





Deich: $q = 0,0005$ (ist in etwa vergleichbar einem Überlauf von 2% der auflaufenden Wellen bei Deichen wegen der Erosionssicherheit der Binnenböschung)

Durch die Rauheit des Deckwerks oder/und den Einbau einer Berme kann die Wellenaufbauhöhe an Böschungen und somit die Sollhöhe von Deichen und Warften reduziert werden.

- Berme in der Böschung:

Die Berme ist in der Höhe des maßgebenden Außenwasserstandes (AW) anzuordnen. Maximal kann die Breite der Berme zur Reduktion des Freibordes mit 4,0 m in Rechnung gestellt werden.

Zeile	Breite der Berme	γ_b (Warft u. Deich)
1	2m-Berme	$\gamma_b = 0,85$
2	4m-Berme	$\gamma_b = 0,80$

Tab. 2: Reduktionsfaktor γ_b

- Rauigkeitselemente in der Böschung:

Die gesamte Böschungsfläche (einschl. eventueller Berme) ist mindestens mit Grasbewuchs gemäß Abschnitt 4.7.2 bzw. 4.7.3 zu befestigen. Zusätzliche Rauigkeitselemente in der Böschung, zur Minderung des Wellenaufbaus und damit zur Reduktion des Freibords, sind mindestens in der Höhe von $1,5 \max H_1$ ober- und unterhalb des maßgebenden Außenwasserstandes (AW) anzuordnen. Bei Wellenhöhen von bis zu 40cm sind in jedem Fall die Rauigkeitselemente bis O.K. Böschung zu führen.

Die Standsicherheit der Böschungsabdeckung unterhalb der Rauigkeitselemente ist unbedingt sicher zu stellen, insbesondere für den viel häufigeren Fall des Wellenaufbaus bei niedrigeren Wasserständen als (AW). Auskolkungen unterhalb der Rauigkeitselemente dürfen nicht auftreten. Es kann deshalb sinnvoll sein, die Rauigkeitselemente tiefer zu führen.

Zeile	Deckwerksart	γ_f (Warft u. Deich)
1	Pflasterung (glatte Böschungsoberfläche) und Grasbewuchs (3 cm)	$\gamma_f = 1,00$
2	profilierte Betonformsteine (raue Böschung) Formsteine (B/L/H = 0,25/0,25/0,20m), 0,5m Abstand	$\gamma_f = 1,00$
3	Abtreppung mit Betonformsteinen (Treppenbreite 0,55m, Treppenhöhe 0,20m)	$\gamma_f = 0,80$
4	Schüttsteine in einer Lage ($d_{50} = 0,30m$)	$\gamma_f = 0,70$
5	Schüttsteine in mehreren Lagen ($d_{50} = 0,30m$ oben, $d_{50} = 0,12m$ unten)	$\gamma_f = 0,65$

Tab. 3: Reduktionsfaktor γ_f





Erhöhung des Freibordmaßes R_c bei steileren Böschungen als 1:3 (z. B. Oberböschung 1:2)

Bei Warften und Deichen im privaten Hochwasserschutz kann in Ausnahmefällen eine steilere Böschungsneigung als 1:3 zugelassen werden. Das nach der obigen Formel errechnete Freibordmaß R_c ist für andere Böschungsneigungen wie folgt umzurechnen:

$$R_c (1 : n) = (3 / n) \cdot R_c (1 : 3)$$

2.1.3 Wellenbeeinflussende Maßnahmen

Zur Reduzierung der Wellenhöhe und damit des Wellenüberschlags als auch zur Belastungsminderung bei privaten HWS-Anlagen, kann eine wellenbeeinflussende Maßnahme vor, oder an einer HWS-Wand vorgesehen werden.

Ergänzend zu den in der Richtlinie BHFU aufgeführten Konstruktionen werden auch die in der Anlage 16 der TR zusätzlich genannten Baumaßnahmen empfohlen:

- **Aufgelöste Wand** (TR, Anlage 16, Nr. 1)

Die aufgelöste Wand ist eine der HWS-Wand vorgelagerte durchlässige Wand, deren Sollhöhe mindestens gleich dem Außenwasserstand zuzüglich des Mindestfreibords von 0,20 m betragen muss.

Die Sollhöhe der HWS-Anlage und erforderlichenfalls die Wellenüberschlagsrate, wird mit der reduzierten Wellenhöhe H_{sw} mittels Anlage 2 BHFU (Nomogramm) bestimmt.

$$H_{sw} = c_t \cdot H_{ds} \text{ [m]}$$

H_{ds} : signifikante Wellenhöhe [m] an der HWS-Wand gemäß Wellendatenblatt
 w : Verbauungsgrad gemäß Anlage 16 TR
 c_t : Transmissionskoeffizient gemäß Tabelle 4
 H_{sw} : reduzierte signifikante Wellenhöhe an der HWS-Anlage unter Berücksichtigung der Wellendämpfung [m]

Zeile	Verbauungsgrad w	Transmissionskoeffizient c_t bei schrägem Wellenangriff $\alpha > 20^\circ$	Transmissionskoeffizient c_t bei senkrechtem Wellenangriff $\alpha = 0-20^\circ$
1	0,60	0,80	0,88
2	0,70	0,73	0,80
3	0,80	0,63	0,69
4	0,85	0,56	0,62
5	0,90	0,47	0,52

Tab. 4: Transmissionskoeffizient c_t

Der lichte Abstand der aufgelösten Wand von der HWS-Wand ist nach folgender Formel zu errechnen:





Lichter Abstand: $a = L_{ds}/4$ [m]

$$L_{ds} = L_0 \cdot (1,26 + 0,547 \cdot \lg(d/L_0))$$

$$L_0 = 1,56 \cdot T_p^2$$

Darin sind:

L_{ds} = Wellenlänge an der HWS-Wand [m]

L_0 = Wellenlänge im Tiefwasser [m]

T_p = Wellenpeakperiode in [s] **siehe Wellendatenblatt**

d = Wassertiefe in [m] vor der HWS-Wand beim Bemessungswasserstand

Das in Anlage 16 enthaltene Abstandsmaß von 2 – 5m ist als Anhaltswert zur Vorabschätzung der notwendigen Vorlandbreite zu verstehen und gilt für die Regelfälle im Hamburger Hafen. Es gelten 2m für kleine Wellenpeakperioden $T_p \sim 2,5$ sec und 5m für $T_p \sim 4,5$ sec bei zugehörigen Wassertiefen von 1,5 bis 2,5m vor der HWS-Wand.

- **Unterwasserschwelle** (siehe Anlage 4 BHFU)

Die Wellenhöhe $\max H_{ds}$, der im Hamburger Hafengebiet auftretenden Wellen (siehe Wellendatenblatt) an der HWS-Wand, wird durch diese Maßnahme in Abhängigkeit vom lichten Abstand der Unterwasserschwelle von der HWS-Wand reduziert.

Der lichte Mindestabstand einer Unterwasserschwelle von der HWS-Wand beträgt 2,5m. Bei diesem Abstand kann die Wellenhöhe $\max H_{ds}$ für die Bemessung der HWS-Wand um 10% reduziert werden. Bei Vergrößerung des lichten Abstandes auf mindestens 6,5m kann die Reduzierung der Wellenhöhe bis max. 40% gesteigert werden. Zwischenwerte können linear gemäß nachfolgender Gleichung interpoliert werden.

$$\text{Wellenhöhenreduzierung [\%]} = y = 7,5(x - 2,5) + 10\%$$

x = lichter Abstand der UW-Schwelle von der HWS-Wand [m]

Die Sollhöhe der HWS-Anlage wird mit der reduzierten Wellenhöhe H_{sw} mittels Anlage 2 BHFU bestimmt.

- **Überlaufabweiser** (siehe Anlage 5 BHFU)

Die erforderliche Sollhöhe der HWS-Wand ist mit der Wellenhöhe H_{ds} an der Wand gemäß dem Wellendatenblatt nach Anlage 2 (BHFU) zu bestimmen. Die erforderliche Freibordhöhe, einschließlich des aufgesetzten Überlaufabweisers, kann aus dem gleichen Nomogramm vereinfachend für den Wellenangriffswinkel von $\geq 45^\circ$ abgelesen werden. Die Anwendbarkeit des Überlaufabweisers ist gemäß den Angaben in Anlage 5 (BHFU) zu überprüfen ($R_c / \max. H_{ds} \geq 1,2$). Die angegebenen Abmessungen sind strikt einzuhalten.

- **Horizontaler Verbau** (TR, Anlage 16, Nr. 2)

Durch Anordnung von horizontalen Träger- oder Spundbohlen an der HWS-Wand wird die Sollhöhe der HWS-Anlage nicht beeinflusst.

- **Vorgelagerte Gebäude** (Grundsätzlich)

Ob Gebäude oder andere bauliche Anlagen im Einzelfall zur Wellendämpfung herangezogen werden können, ist zwischen den betroffenen Eigentümern abzustimmen und ver-





traglich zu regeln und auch hinsichtlich der Genehmigungsfähigkeit zu klären. Für das Gebäude ist die Standsicherheit nachzuweisen (ggf. ist eine Bauwerksbeschreibung incl. Bestandsplänen ausreichend).

Für den Fall, dass das vorgelagerte Gebäude künftig zurückgebaut werden sollte, ist vorsorglich die Gründung der HWS-Anlage so auszulegen als würde das vorgelagerte Gebäude nicht wellendämpfend wirken.

2.2 Manuelle Sollhöhenermittlung

Die technischen Rahmenbedingungen und die aktuellen Wellendatenblätter sind derart aufbereitet, dass eine manuelle Sollhöhenermittlung im Rahmen der Anpassungsmaßnahmen nicht erforderlich ist.

Sollte im Nachhinein eventuell in einem Luv-Teilbereich eine Sollhöhenermittlung erforderlich werden, so sind dafür die folgenden Unterlagen erforderlich:

1. Graphische Darstellung der Wellenhöhen an der Wand und der zugehörigen Wellenangriffswinkel α_{ds} für die fünf Windrichtungen im Sektor von 220° bis 300° für den betreffenden Bereich.
2. Wellendatenblatt mit Angabe der maximalen Wellenhöhen ($\max H_{ds}$) und zugehörigem Wellenangriffswinkel (α_{ds}) und der zugehörigen Wellenperiode (T_p)

Es ist wie folgt vorzugehen:

- Einteilung des betreffenden HWS-Wandbereichs in einzelne Abschnitte insbesondere unter Berücksichtigung der Wellenhöhe, der Wellenüberschlagsrate, und den betrieblichen bzw. spezifischen Randbedingungen. Die Differenz zwischen der maximalen und minimalen Wellenhöhe H_{ds} in einem Abschnitt sollte für jede Windrichtung ≤ 20 cm sein.
- Bestimmung der über den Wandabschnitt gemittelten (Flächenausgleich) Wellenhöhen H_{ds} und zugehörigen Wellenangriffswinkel α_{ds} für jede Windrichtung
- Bestimmung des Freibords für die Wellenüberschlagsrate von $q_T = 0,5l/ms$ anhand des Nomogramms (Anlage 2) der BHFU für die ungünstigste Windrichtung eines Wandabschnitts unter Berücksichtigung von H_{ds} und α_{ds} und gegebenenfalls dem entsprechenden T_p .





3 BERECHNUNGSGRUNDLAGEN

3.1 Maßgebende Wasserstände

Die in den Hochwasser- und Sunkfällen maßgebenden Wasserstände sind der Richtlinie BHFU, Kapitel 3 zu entnehmen.

Wird eine Ausbaureserve gemäß der Empfehlung in der Richtlinie berücksichtigt, so sind dabei maximal die Wasserstandszuschläge der nachfolgenden Tabelle förderfähig.

Bezug Richtlinie BHFU	Lastfall	Außenwasserstand	Innenwasserstand
Tabelle 1	Hochwasser	bis + 0,80m	Allgemein GOK
Tabelle 2	Sunk 3a + 3b	gemäß Tab. 2 BHFU	bis + 0,50m
Tabelle 3	Sunk 3a + 3b	gemäß Tab. 3 BHFU	bis + 0,25m
Tabelle 4	Sunk 3a + 3b	gemäß Tab. 4 BHFU	bis + 0,50m
Tabelle 5	Sunk 3a + 3b	gemäß Tab. 5 BHFU	bis + 0,25m

Tab. 5: Ausbaureserve – förderfähige Zuschläge zu den Wasserständen

3.2 Berechnungstiefe

Die Festlegung der maßgebenden Berechnungstiefe in den Hochwasser- und Sunkfällen ist nach sehr sorgfältiger Prüfung aller der das Bauwerk im Bau- und Endzustand beeinflussenden Randbedingungen (z. B. Setzungen, Hohlrumbildungen) vorzunehmen. So kann es unter Umständen sinnvoll sein, für die Sickerwegsberechnung einen anderen Berechnungshorizont festzulegen als für die statische Berechnung.

Für die verschiedenen Bauwerks- und Nutzungsarten sind nachfolgende Unterscheidungen bei der Festlegung der Berechnungstiefe zu berücksichtigen (die Zuschläge sind Mindestwerte und gelten für HWS-Anlagen und deren stützender Bauwerke, für die 2-mal jährlich eine Überwachung sicher gestellt wird).

1. Für HWS-Anlagen und Uferbauwerke, die **Umschlagplatz** und zugleich **Stützbauwerk** für ein landseitiges HWS-Bauwerk sind und an denen **Seeschiffe** an- und ablegen:

Wasserseite:

Die Berechnungstiefe ist um 2,00 m tiefer anzusetzen, als die für den jeweiligen Abschnitt vorhandene Solltiefe bzw. die geplante Hafensohle. Hierin sind 0,50 m Bagertoleranz und 1,50 m Kolkzuschlag berücksichtigt.





Landseite:

Siehe Punkt 4.

2. Für HWS-Anlagen und Uferbauwerke, die **Umschlagplatz-** und **Stützbauwerk** für ein landseitiges HWS-Bauwerk sind und an denen **Binnen- und Hafenschiffe** an- und ablegen :

Wasserseite:

Die Berechnungstiefe ist um 1,00 m tiefer anzusetzen, als die für den jeweiligen Abschnitt vorhandene Solltiefe bzw. die geplante Hafensohle. Hierin sind 0,50 m Bagertoleranz und 0,50 m Kolkzuschlag berücksichtigt.

Landseite:

Siehe Punkt 4.

3. Für **HWS-Wände in Böschungen und an Böschungen**, deren landseitiger Abstand von der Böschungskante gleich oder weniger als 5,00 m beträgt, ist die Berechnungstiefe auf der **Wasserseite** der HWS-Wand mindestens 0.50 m tiefer anzusetzen, als die tatsächliche Gelände- bzw. Böschungsoberkante. Auf der **Landseite** gilt Punkt 4.
4. Für **HWS-Wände im ebenen Gelände**, ist die Berechnungstiefe **landseitig** (i. d. Regel ist nur der HW-Fall maßgebend) und ggf. auch wasserseitig nach den anstehenden Bodenverhältnissen, der Art der Flächennutzung und dem ggf. zu erwartenden Bodensetzungsverhalten anzusetzen.

Grundsätzlich ist immer zu beachten:

- Wenn auf der Passivseite Weichschichten mit nicht ausreichender Konsistenz anstehen, so ist der passive Erdwiderstand gemäß EAU Bild E215 – 1 anzusetzen.
- Ob der Ansatz eines Leitungsgrabenzuschlags bei der Festlegung der Berechnungssohle zu berücksichtigen ist, muss im Einzelfall geprüft werden. (s. hierzu Abschnitt 4.3.2)

3.3 Hydraulische Nachweise

Für die hydraulischen Nachweise gelten grundsätzlich die Angaben des Kapitels 11 der Richtlinie BHFU. Bei Wänden in geschichtetem Boden muss die Einbindung der Spundwand in die dichtende Schicht mindestens 0,5m betragen, wenn als Strömungsweg nur die 3-fache Differenz zwischen Bemessungswasserstand und der landseitigen Geländeoberkante angesetzt werden soll. Zusätzlich ist bei biegeweichen Konstruktionen nachfolgendes zu beachten:

3.3.1 Lastfall Hochwasser

Bei der Nachweisführung kann differenziert werden zwischen bestehenden HWS-Anlagen und Neubauten.





- Bei Neubauten ist im Lastfall Hochwasser die Einhaltung des nach EAU, E165 Kap. 4.9.4 geforderten Strömungsweges im Boden (Mindestsickerweglänge) Voraussetzung für die Förderung, da dieser Wert neben den rein hydraulischen Erfordernissen auch notwendige Sicherheitszuschläge wegen Verformungen sowie Baugrund- und Ausführungsunwägbarkeiten beinhaltet.
- Wird bei bestehenden, biegeweichen HWS-Wänden (i. der Regel frei aus dem Boden auskragende HWS-Wände), der hydraulische Nachweis nach EAU, E115 geführt, so ist für die im LF HW auftretende Spaltbildung in GOK zwischen Boden und HWS-Wand ein ausreichender Zuschlag zur errechneten Wandtiefe zu machen.
Der Zuschlag zu der errechneten, hydraulisch notwendigen Einbindetiefe der Wand beträgt mindestens 40% der Spiegeldifferenz zwischen dem Außenwasserstand und der binnenseitigen Geländeoberkante. Um diesen Betrag ist die Einbindetiefe der Wand zu verlängern.
Um Bodenunregelmäßigkeiten (z. B. Steine) zu berücksichtigen, sind die k-Werte für den Nachweis nach E115 auf „der sicheren Seite“ liegend anzunehmen, insbesondere wenn die Wand überwiegend in aufgefälltem Boden steht.

Bei der Strömungswegsberechnung ist von der land- und wasserseitig festgelegten Berechnungstiefe auszugehen. Es ist zu prüfen, ob unter Umständen für diesen Nachweis eine andere Berechnungstiefe anzunehmen ist als für die statische Berechnung, z. B. wenn Hohlrumbauproduktionen nicht auszuschließen sind.

3.3.2 Lastfall Sunk

In den Sunklastfällen ist eine Sickerweglänge in Größe der 2,5 -fachen Spiegeldifferenz ausreichend, da einige ungünstige Randbedingungen des LF Hochwassers im Sunkfall nicht berücksichtigt werden müssen. Wie z. B.:

- Spaltbildung in GOK Wasserseite
- kein wahrnehmbarer Wasseraustritt in GOK auf der Binnenseite
- Sicherheitszuschlag für die verkürzt angenommene Spiegeldifferenz, da diese auf die binnenseitige GOK bezogen ist. (Im LF Sunk wird mit realistischen Wasserspiegelunterschieden gerechnet)
- Der Wasseraustritt an der Böschung im LF Sunk ist bei filterstabil abgedeckter Böschung unschädlich.

Voraussetzung dafür ist jedoch, dass bei HWS-Wänden an Böschungen oder deren Einflussbereich, die Böschungsoberfläche mit einer fachgerecht ausgebildeten, filterstabilen Abdeckung (vgl. Anlage 5) versehen ist.





3.4 Ermittlung Sturzbrecherbereiche

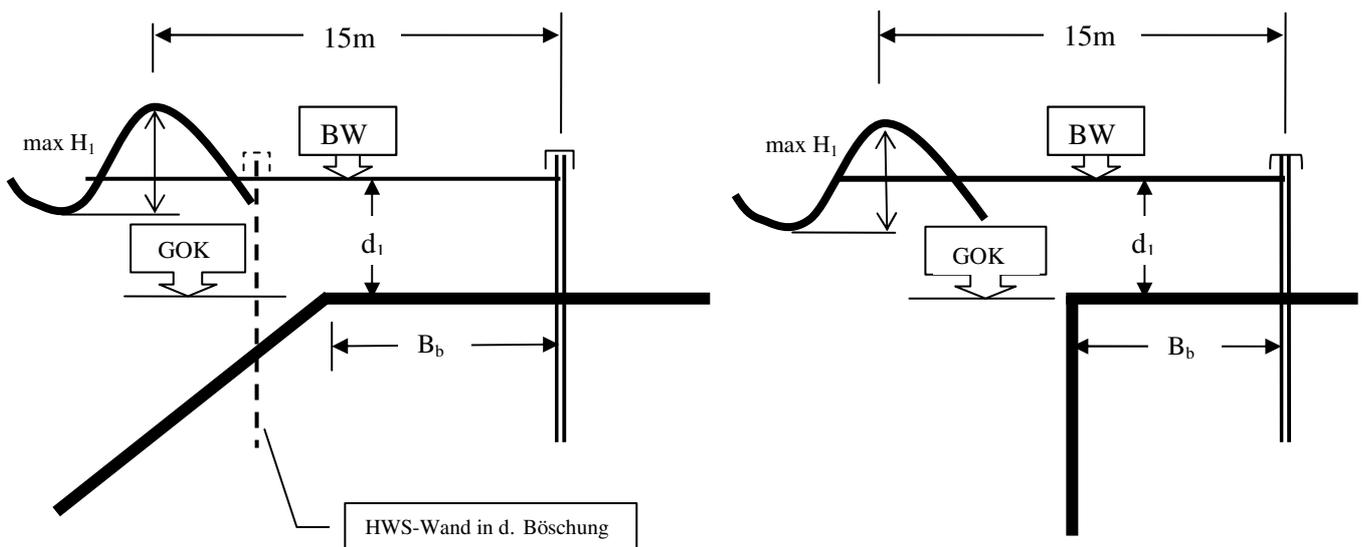
Bei HWS-Wänden im ufernahen Bereich kann nicht ausgeschlossen werden, dass neben den gebrochenen und stehenden Wellen auch Sturzbrecher an der HWS-Wand auftreten. Auf Basis des durchgeführten Aufmaßes der vorhandenen HWS-Anlage einschließlich der Vorlandgeometrie (vgl. Pkt. 1.3.2) ist vom Planer zu untersuchen, in welchen Bereichen der Polderlinie im Luv-Bereich Sturzbrecher auftreten können.

Erfolgen Umbauten oder Neuplanungen von Polderabschnitten, bei denen Änderungen der Vorlandgeometrie vorgenommen werden, so ist die geplante Vorlandgeometrie der Ermittlung der Sturzbrecherbereiche zugrunde zulegen.

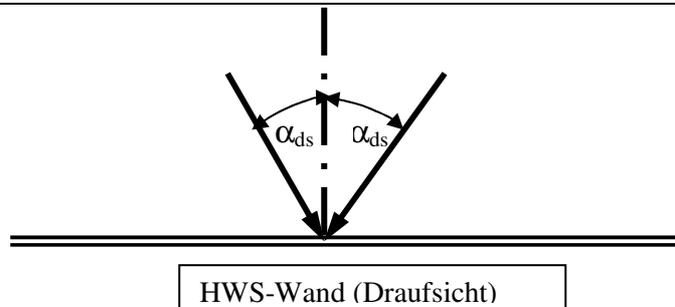
Nur bei folgenden Querschnitten können Sturzbrecher auftreten:

A) HWS-Wand an einer Böschung mit Vorland $B_b \leq 6m$ oder in der Böschung

B) HWS-Wand an einer Uferwand mit Vorland $B_b \leq 6m$



Wellenangriffsrichtung an der HWS-Wand im Winkel α_{ds}





Zeichenerklärung:

- BW = Bemessungswasserstand, theoretischer Ruhewasserspiegel [mNN] (amtl. Karte)
GOK = Geländeoberkante = Vorlandhöhe vor der HWS-Wand [mNN] (gemäß Aufmaß)
 d_1 = BW – GOK [m] Wassertiefe bei Bemessungswasserstand an der HWS-Wand
 $\max H_1$ = maximale signifikante Wellenhöhe 15m vor der HWS-Wand [m] (siehe Wellendatenblatt (Wdb), oberer Grenzwert der Wellenhöhe $\max H_1$)
 B_b = Vorlandbreite [m] (gemäß Aufmaß)
 α_{ds} = Wellenangriffswinkel an der HWS-Wand, gemessen zur Orthogonalen (s. Wellendatenblatt)

1. Prüfung :

Wenn eine der nachfolgend genannten Randbedingungen erfüllt ist, sind **keine** Sturzbrecher zu berücksichtigen (die nachfolgenden Prüfungen 2 und 3 entfallen dann)

- Vorlandbreite $B_b \geq 6,0\text{m}$
- Wassertiefe $d_1 \leq 0,30\text{ m}$
- Wellenhöhe $\max H_1 \leq 0,20\text{ m}$
- Wellenangriffswinkel $\alpha_{ds} > 45^\circ$

2. Prüfung : (kann ein Sturzbrecher beim Bemessungswasserstand auftreten ?)

Es ist zu untersuchen, ob das Brecherkriterium für Sturzbrecher erfüllt ist. Das ist dann der Fall, wenn der Rechenwert $\max H_1/d_1$ zwischen 0,35 und 1,50 liegt. Das bedeutet, dass an der HWS-Wand beim Bemessungswasserstand Sturzbrecher auftreten können.

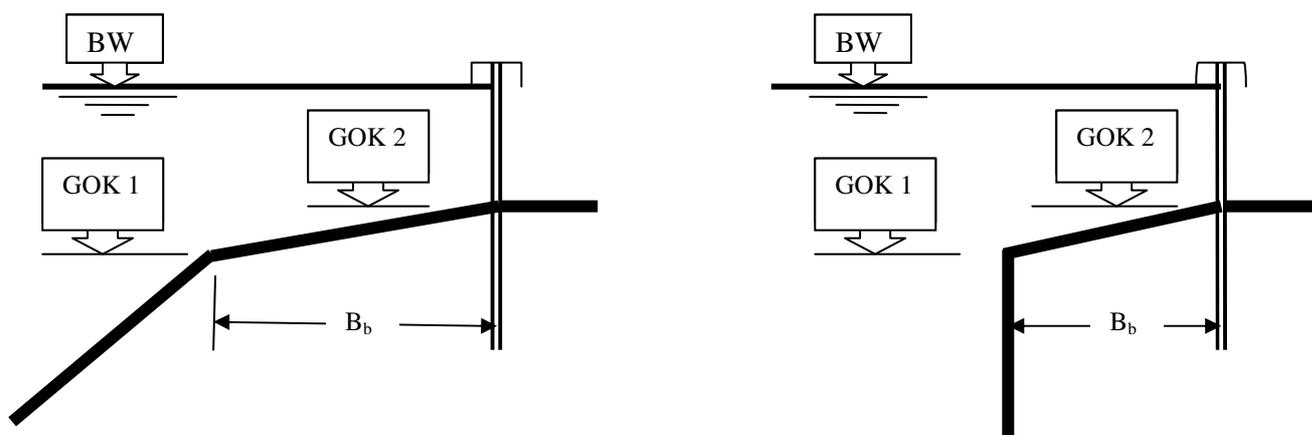
Die Prüfung 3 entfällt dann.

Ergibt die Prüfung, dass keine Sturzbrecher beim Bemessungswasserstand (BW) auftreten, ist bei einer dritten Prüfung zu ermitteln, bei welchem niedrigeren Wasserstand unterhalb von BW, Sturzbrecher auftreten können.





Verfahrensweise bei geneigtem Vorland:



Sollte wasserseitig der HWS-Wand das Vorland geneigt verlaufen, so ist jeweils für die höhere Geländeoberkante das Brecherkriterium anzuwenden, da bei höherer GOK mit der entsprechend geringeren Wassertiefe zuerst der Sturzbrecher auftritt, bei gleichzeitig ungünstigstem hydrostatischem Wasserüberdruck (höherer Wasserspiegel).

3. Prüfung: (Ermittlung des Wasserstandes unter BW bei dem ein Sturzbrecher auftritt; Sturzbrecher-Rechenwasserstand -StRw)

Der Sturzbrecher-Rechenwasserstand (StRw) errechnet sich mit:

$$\text{StRw} = \text{GOK} + d_2 \text{ [mNN]} \quad \text{mit Grenzwassertiefe} \quad d_2 = \max H_1 / 0,35$$

Konsequenz für die statische Berechnung:

Der LF Sturzbrecher ist jeweils im Zusammenhang mit dem zugehörigen Wasserstand nachzuweisen bei dem die Sturzbrecherbelastung auftritt.

Die Größe der anzusetzenden Wellenlast sowie die Lastangriffshöhe ergeben sich aus Tabelle 7 der Richtlinie (BHFU). Dabei ist der Außenwasserstand AW als Bezugshorizont für die Angriffshöhe der Wellenbelastung entweder der Bemessungswasserstand (BW) oder der Sturzbrecher-Rechenwasserstand (StRw).

Für HWS-Wandabschnitte, bei denen ein Sturzbrecher auftreten kann, ist dieser als zusätzlicher Lastfall zu den anderen, in Kapitel 10 der Richtlinie (BHFU) genannten Lastfällen, nachzuweisen.

3.5 Wellenbeeinflussende Maßnahmen

Wellenbeeinflussende Konstruktionen sind konstruktive Bauwerke, die genehmigungstechnisch zu einer Hochwasserschutzanlage gehören. Die Bemessung der wellenbeeinflussenden Maßnahme soll unter dem Gesichtspunkt durchgeführt werden, dass bei außergewöhn-





licher Belastung die hydraulische Wirksamkeit auf die HWS-Anlage bei einem einmaligen Extremereignis gewährleistet ist, jedoch deutliche bleibende Verformungen auftreten können. Es kann nach solch einem Ereignis durchaus erforderlich sein, dass die wellenbeeinflussende Maßnahme instand gesetzt werden muss.

Die Vorgaben in diesem Abschnitt sowie die ergänzenden konstruktiven Angaben im Abschnitt 4.2.2.6 sind pauschale Mindestwerte. Soll von den Angaben in der Richtlinie BHFU oder diesen TR abgewichen werden, so ist durch ein Gutachten eines anerkannten Wasserbauinstitutes die wellenbeeinflussende Wirksamkeit der geplanten Konstruktion auf die HWS-Wand nachzuweisen. In Abstimmung mit dem Tragwerksplaner gehört dazu auch eine Aussage zur Gebrauchsfähigkeit und Standsicherheit der wellendämpfenden Maßnahme.

Neben den Auswirkungen auf die Sollhöhe der HWS-Wand ändert sich auch der Wellendruck auf die HWS-Anlage, durch die einer HWS-Wand vorgelagerten wellenbeeinflussenden Maßnahme.

3.5.1 Aufgelöste Wand

(siehe Nr. 1, Anlage 16 TR)

Bemessung HWS-Anlage:

Die Wellendruckersatzlasten gemäß der Richtlinie BHFU, Tabelle 6 und 7 werden mit der reduzierten Wellenhöhe H_{sw} (vgl. Pkt. 2.1.3) bestimmt. Bei den Hochwasserlastfällen nach der Richtlinie (BHFU), Tabelle 9 ist kein Treibgutstoß anzusetzen und die Wellendruckbelastung aus Sturzbrecher entfällt, wenn der Verbauungsgrad $w \geq 0,75$ ist.

Bemessung der aufgelösten Wand:

Für die Bemessung der aufgelösten Wand werden die Wellendruckersatzlasten gemäß der Richtlinie (BHFU), Tabelle 6 für die Ausgangswelle $\max H_{ds}$ (= gem. Wellendatenblatt) zugrunde gelegt. Eine für die HWS-Wand (ohne die aufgelöste Wand) ermittelte Sturzbrecherwelle entfällt. Der hydrostatische Lastansatz ist von dem Wasserzu- bzw. Abfluss zwischen HWS-Anlage und aufgelöster Wand abhängig, mindestens ist jedoch von 0,3m Wasserstandsunterschied auszugehen. Mit diesen Lastansätzen wird die Berechnung der Einbindetiefe und der Schnittkräfte vorgenommen. Da dieser Lastfall einen Extremfall darstellt, dürfen die Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Widerstände mit 1,0 angesetzt werden. Der Rammtiefenzuschlag ist mindestens mit $\Delta X = 0,2 \cdot X$ anzunehmen.

3.5.2 Unterwasserschwelle

(siehe Anlage 4 Richtlinie BHFU)

Bemessung HWS-Anlage:

Die hydraulische Wirkung der Unterwasserschwelle hinsichtlich der Reduzierung der Wellenenergie und damit der Wellenhöhe an der HWS-Wand wurde ausschließlich an segmentierten Konstruktionen ermittelt. Deshalb sind die in der BHFU Pkt. 6.1 beschriebenen Lösungsansätze als segmentierte Konstruktionen auszuführen. Die Wellendruckersatzlasten





gemäß der Richtlinie BHFU, Tabelle 6 und 7 werden mit der reduzierten Wellenhöhe H_{sw} (vgl. Pkt. 2.1.3) bestimmt. Treibgutstoß ist anzusetzen.

Bemessung der Unterwasserschwelle:

Als undurchlässige segmentierte Unterwasserschwelle sind folgende Lösungen denkbar:

a) Eingespannte Wand:

Zur Wasserseite hin ebenflächige Spundwandkonstruktionen (z. B. eingeschweißte Bleche) mit mindestens 0,5m Spundwandprofilhöhe entsprechend den in Anlage 4 (BHFU) angegebenen Randbedingungen, mit voller Einspannung im Boden. Die Bemessung erfolgt wie bei der aufgelösten Wand.

b) Fangedamm- oder Schwergewichtskonstruktionen

Werden keine genaueren Standsicherheitsuntersuchungen durchgeführt, sind nachfolgende Mindestabmessungen einzuhalten:

Mindestbreite der Konstruktion, d. h. beim Fangedamm lichte Weite zwischen den Spundbohlen: (in Abhängigkeit von der Wellenhöhe H_{ds})

Wellenhöhe H_{ds}	min ,b'
$\leq 0,40\text{m}$	0,5m
$0,40\text{m} < H_{ds} \leq 0,60\text{m}$	1,0m
$0,60\text{m} < H_{ds} \leq 0,80\text{m}$	1,5m
$> 0,80\text{m}$	2,0m

Tab. 6: Unterwasserschwelle Mindestbreiten

Mindesteinbindetiefe ,t' der Konstruktion unter GOK

Bei stehenden oder bereits gebrochenen Wellen:

$$\min ,t' = 1,5 h_{\ddot{u}} (\geq 1,5\text{m})$$

Bei Sturzbrechern:

$$\min ,t' = 2,0 h_{\ddot{u}} (\geq 2,0\text{m})$$

$h_{\ddot{u}}$: Höhe der Unterwasserschwelle über GOK ($\geq 1,0\text{m}$)

Die angegebenen Werte gelten bei Sandboden. Bei bindigen Baugrundsichten sind entsprechende Zuschläge vorzunehmen.

Die seitlichen Fangedammwände sind druck- und zugfest miteinander zu verbinden.

Die Auffüllung des Fangedammes über GOK mit Sand ist zulässig, es ist jedoch dann am Kopf eine erosionssichere Abdeckung vorzusehen.





3.5.3 Überlaufabweiser

(siehe Anlage 5 BHFU)

Die Belastungen auf die HWS-Wand und den Überlaufabweiser sind in der Anlage 5 (BHFU) angegeben. Sie gelten nur bei strikter Einhaltung der angegebenen Abmessungen. Bei HWS-Wänden aus Spundwandprofilen sind die Spundwandtäler von oben zu verschließen.

3.5.4 Horizontaler Verbau

(siehe Nr. 2, Anlage 16 TR)

Bemessung HWS-Anlage:

Bei der Bemessung der HWS-Wand entfällt die Wellendruckbelastung aus Sturzbrecher und für die Wellendruckersatzlasten gemäß Richtlinie BHFU, Tabelle 6 wird die Ausgangswelle $\max H_{ds}$ (= gem. Wellendatenblatt) zugrunde gelegt.

Bemessung des horizontalen Verbaus:

Die Bemessung des horizontalen Verbaus erfolgt konstruktiv. Mindestens sind dabei die unter Pkt. 4.2.2.6 und in Anlage 16 genannten Vorgaben einzuhalten.

3.6 Objektschutz

Objektschutzmaßnahmen sind vom Grundsatz her in der Förderrichtlinie unter Punkt 2.2 beschrieben. Detailliertere Angaben sowie Praxisbeispiele enthält die Hochwasserschutzfibel des Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung

Referat B13

Krausenstr. 17 -20

10117 Berlin

Telefon: 030 18 – 300 – 7130

Fax: 030 18 – 300 – 1973

Internet: www.bmvbs.de/dokumente/-,302.12152/Artikel/dokument.htm

Für die Berechnung und Konstruktion der baulichen Maßnahmen gelten grundsätzlich die Angaben in der Richtlinie BHFU und diesen TR. Führen die Vorgaben in Einzelfällen zu in der Praxis unrealistischen Konstruktionen, so sind in Abstimmung mit der Bewilligungsbehörde praxisnahe, genehmigungsfähige Festlegungen zu treffen. Die Übertragbarkeit der Vorgaben der bestehenden technischen Vorschriften (z. B. Wellendaten und Belastungsansätze) ist zu prüfen, gegebenenfalls sind nach Rücksprache mit HPA zusätzliche gutachterliche Untersuchungen vom Antragsteller beizubringen.

Bezüglich der Hochwassersicherheit bei Gebäuden ist insbesondere zu beachten:

- Gewährleistung der Auftriebs- und Grundbruchsicherheit der Gebäude





- Ausreichende Standsicherheit von Gebäudesohlen und Wänden, insbesondere bei Kellern infolge der Wasserüberdruckbelastung
- Neben dem hochwassersicheren Verschluss von Öffnungen in den Außenwänden der Gebäude, ist auch auf den Verschluss von Rohrleitungen, die Verbindungen mit dem Überflutungsbereich haben, besonderes Augenmerk zu richten.

3.7 Standsicherheitsnachweise

3.7.1 Allgemeines

Auf der Grundlage der einschlägigen Vorschriften in letztgültiger Fassung sind für alle Teile des Bauwerks die entsprechenden statischen Nachweise zu erbringen. Diese sind u.a.:

- Innere Standsicherheit inkl. aller Anschlüsse
- Äußere Standsicherheit
 - Tiefe Gleitfuge
 - Geländebruch (Ansatz des Wasserüberdrucks gem. Anlage 3 BHFU bis UK Gleitkreis)
 - Muschelbruch als Böschungsbruch vor der Wand (Festlegung des Wasserüberdrucks im Einzelfall)
 - Nachweis der Vertikalkräfte
 - Nachweis der Horizontalkräfte inkl. Gleitnachweise stützender Böschungen etc.

3.7.2 Sonderfall: HWS-Anlagen mit vorgelagertem Stützbauwerk

Stützbauwerke für HWS-Anlagen (HWS-Wände, Deiche, Warften) können Uferwände und Böschungen sein.

3.7.2.1 Uferwände

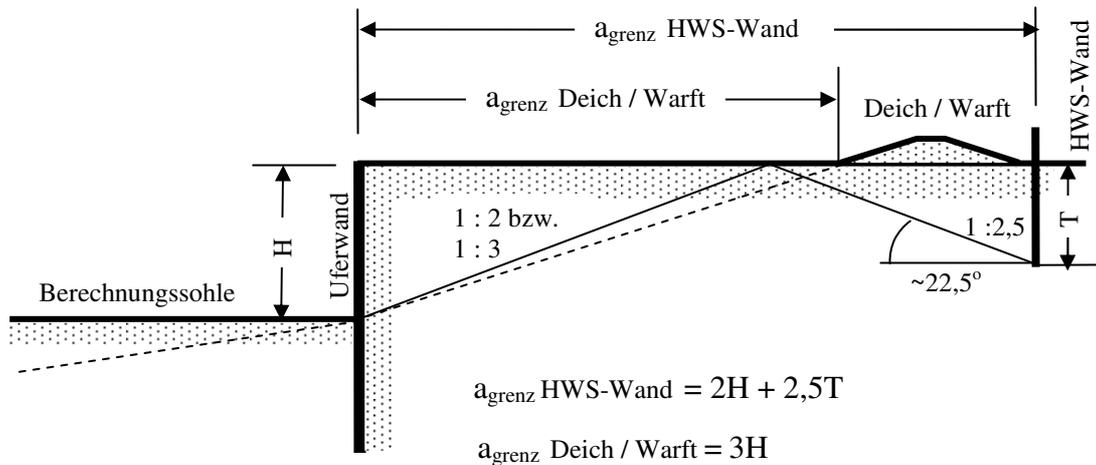
Es ist zu prüfen, ob das Uferbauwerk eine stützende Wirkung für den Hochwasserschutz hat. Bei Uferwänden liegt eine Stützwirkung vor, wenn der tatsächliche Abstand des HWS-Bauwerks von der Kaivorderkante $a_{\text{vorh}} < a_{\text{grenz}}$ ist.

Aus der nachfolgenden Abbildung ist a_{grenz} (Grenzabstand) für HWS-Wände und Deiche oder Warften ersichtlich. In diesem Grenzabstand sind sowohl statische Abhängigkeiten als auch Böschungserosion berücksichtigt.





Einflussbereich der stützenden Wirkung des vorgelagerten Uferbauwerks

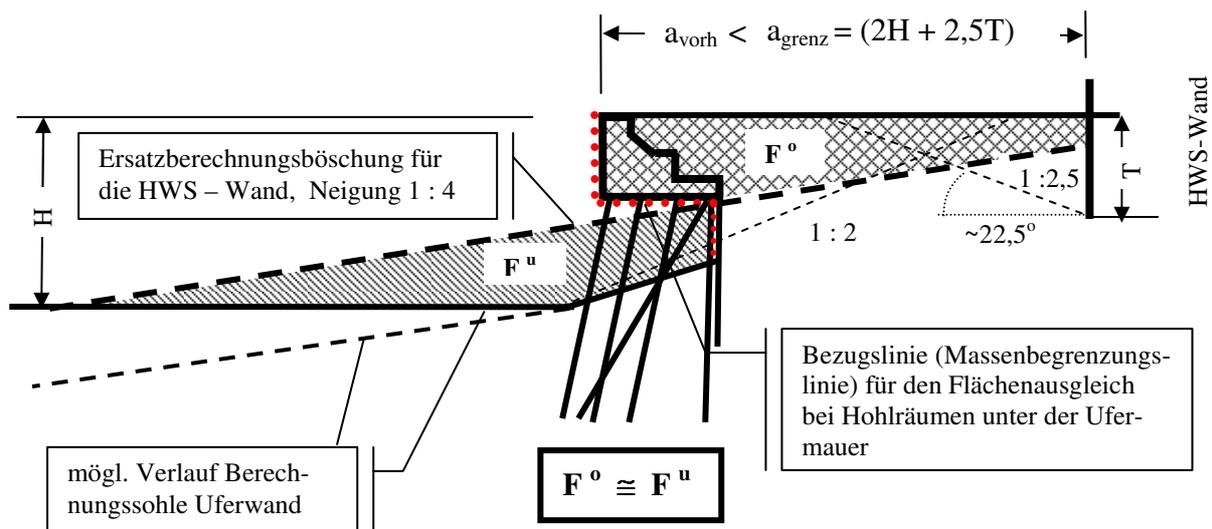


Wenn $a_{\text{vorh}} \geq a_{\text{grenz}}$ dann liegt keine stützende bzw. beeinflussende Wirkung der Uferwand vor

Vorgehen bei stützender Wirkung der Uferwand

Bei der Nachrechnung bestehender HWS-Wände (nicht bei Neuplanungen) mit vorgelager-tem Uferbauwerk als Stützbauwerk für den Hochwasserschutz, kann die Standsicherheit der HWS-Wand mit einer theoretischen wasserseitigen Ersatzböschung in Neigung 1 : 4, als Flächenausgleich zwischen der landseitigen Fläche oberhalb und einer sich unterhalb der Ersatzböschung ergebenden Fläche, nachgewiesen werden.

Ansatz der Ersatzböschung für die HWS-Wand bei stützendem Uferbauwerk



Die Baugrundkennwerte sind unter Berücksichtigung einer lockeren Lagerung, der sich beim Versagen der Uferwand einstellenden Böschung, vom Baugrundgutachter anzugeben. Kann für diese Ersatzböschung die Standsicherheit der HWS-Wand nachgewiesen werden, braucht die Uferwand nicht untersucht bzw. ertüchtigt werden.





Wenn die Standsicherheit der HWS-Wand nicht nachgewiesen werden kann, bzw. bei Neuplanungen von HWS-Anlagen, sind 2 Lösungen denkbar. Bei einem Deich / Warft gilt letzteres analog, da die Standsicherheit eines Erdbauwerks ohne die Stützwirkung der vorgelagerten Uferwand statisch nicht nachgewiesen werden kann.

Lösung 1:

Der Eigentümer des HWS-Bauwerks trifft mit dem Eigentümer der stützenden Uferwand eine vertragliche Vereinbarung über die Nutzung der Uferwand als Stützbauwerk für das HWS-Bauwerk. In diesem Fall ist die Standsicherheit der Uferwand für alle relevanten Lastfälle nachzuweisen oder wenn notwendig zu verstärken und in der Folgezeit zu unterhalten. (Uferwand wird Bestandteil der HWS-Anlage mit allen Konsequenzen).

Lösung 2:

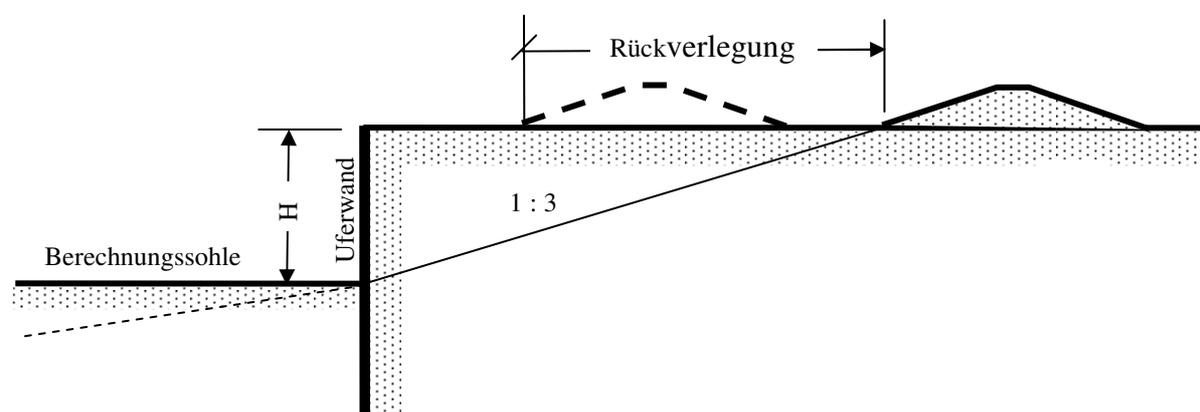
Eine vertragliche Vereinbarung wird nicht abgeschlossen

a) bei HWS-Wänden:

Die HWS-Wand ist baulich zu ertüchtigen. Dabei ist sie für eine wasserseitige theoretische 1:2 Böschung, ausgehend von der Berechnungssohle des vorgelagerten Uferbauwerkes, zu dimensionieren.

b) bei Deichen oder Warften:

Der wasserseitige Böschungsfuß des Deiches oder der Warft ist landeinwärts zu verlegen, bis zum Schnittpunkt einer theoretischen 1 : 3 Böschung mit der umliegenden Geländeoberkante, ausgehend von der Berechnungssohle des vorgelagerten Uferbauwerkes.



3.7.2.2 Böschungen

Bei HWS-Wänden an Böschungen ist die Berechnungssohle für die HWS-Wand gemäß Pkt. 3.2 unter Beachtung von Anlage 1 bzw. 2 anzunehmen. In der statischen Berechnung ist die wasserseitige Böschungsneigung entsprechend der vorhandenen bzw. geplanten Neigung zu berücksichtigen. Die Standsicherheit (z. B. Böschungsbruch) der Hafeneböschung ist für alle relevanten Lastfälle nachzuweisen. Falls notwendig sind bei vorhandenen Böschungen entsprechende bauliche Verstärkungs- und Erosionsschutzmaßnahmen (vgl. Pkt. 3.3.2)



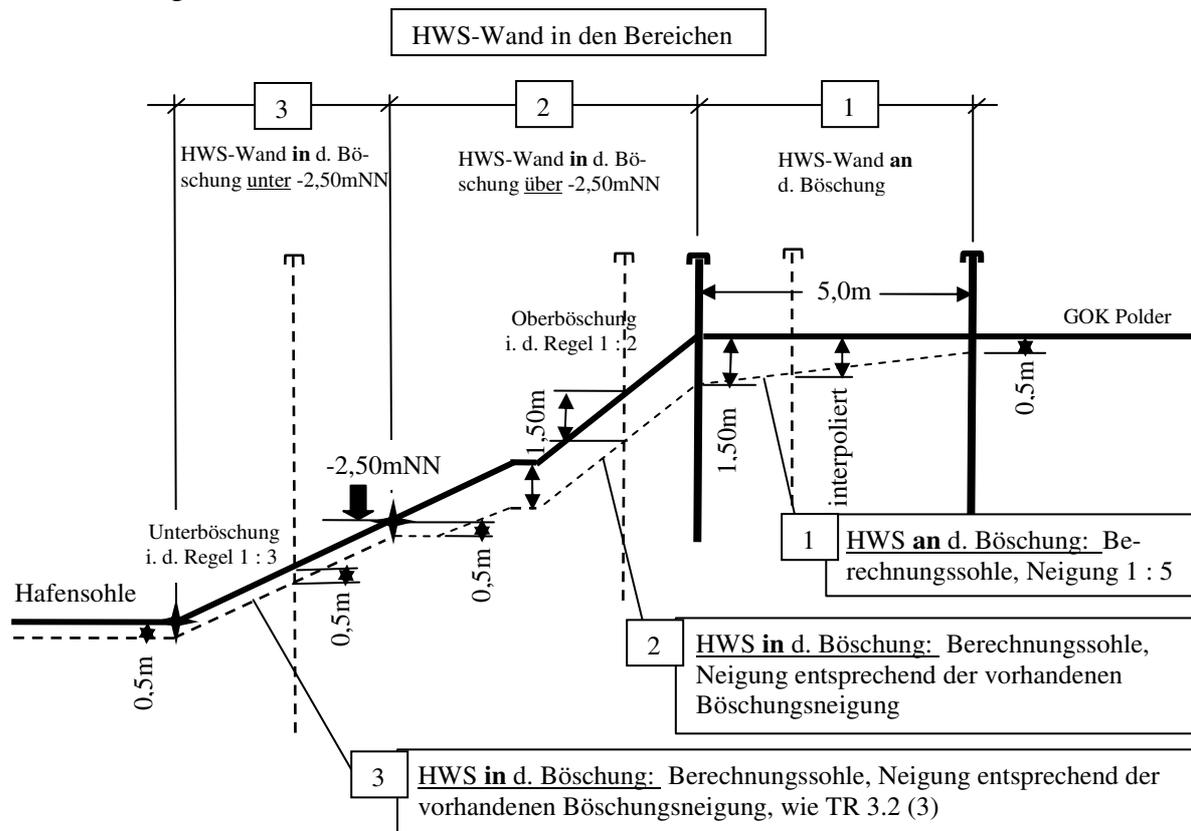


durchzuführen. Die Hafentböschung wird in diesem Fall Bestandteil der HWS-Anlage mit allen Konsequenzen (Unterhaltung der Böschung).

Ist der Eigentümer der HWS-Anlage nicht der Eigentümer der Böschung, so ist eine vertragliche Vereinbarung über die Nutzung der Hafentböschung als Stützbauwerk der HWS-Wand und über deren Unterhaltung zu schließen.

Kommt diese Vereinbarung nicht zu Stande, ist die Berechnungssohle abweichend von Pkt. 3.2 (3) sowie Anlage 1 bzw. 2 mindestens gemäß nachstehender Skizze anzusetzen.

Mindestansatz der Berechnungssohle vor einer HWS-Wand ohne vertragliche Vereinbarung zur Nutzung der Böschung als Stützbauwerk des HWS im Abstand bis $\leq 5,0\text{m}$ von der Böschungskante



Sollte anstatt einer HWS-Wand an der Böschung ein Deich oder eine Warft vorhanden oder geplant sein, so ist Pkt. 4.7.1 zu beachten.

3.7.3 Rammtiefenzuschlag

Die Berechnung des Rammtiefenzuschlags Δx ist gemäß Anlage 6 der BHFU durchzuführen. Dabei sind insbesondere die in der Anlage genannten Grenzwerte für den Wandreibungswinkel der Ersatzkraft C ($\bar{\alpha}_{c,k}$) beim Nachweis des Gleichgewichts der Vertikalkräfte zu beachten. Gegebenfalls ist der dem passiven Erdwiderstand zu Grunde gelegte Wandreibungswinkel zu korrigieren um das vertikale Gleichgewicht nachweisen zu können. Der andere, in der Anlage 6 (BHFU) angegebene Mindestrammtiefenzuschlag von 0,5m, gilt nicht bei frei auskragenden HWS-Wänden.





4 Konstruktionsgrundsätze und Anforderungen

4.1 Allgemeines

Die Regelungen der EAU sind in Bezug auf die Konstruktion von HWS-Bauwerken universell und daher für den Hamburger Hafen teilweise nicht differenziert genug. Deshalb sind zur Vervollständigung der grundlegend überarbeiteten Berechnungsrichtlinie BHFU, die in den nachfolgenden Kapiteln ergänzenden Konstruktionsgrundsätze für konstruktive Hochwasserschutzbauwerke aufgestellt worden.

Die angegebenen Konstruktionsgrundsätze sind als „Mindest- Sicherheitsstandard“ im privaten Hochwasserschutz zu verstehen. Abweichungen von den Vorgaben sind möglich, wenn gleichwertige Maßnahmen ausgeführt werden. Weichen die örtlichen Verhältnisse stark von den üblichen Randbedingungen ab, so sind abweichende Regelungen zu treffen, abzustimmen und durch entsprechende Untersuchungen zu belegen.

Ein HWS-Bauwerk muss qualitativ einwandfrei hergestellt werden. Zur Sicherung der Ausführungsqualität erfordert dies neben einer qualifizierten Bauausführung durch fachkundige Baufirmen auch eine fachlich fundierte Bauüberwachung durch den Auftraggeber.

4.2 HWS-Bauwerke in Beton- und Spundwandbauweise

4.2.1 Baustoffe

Beton:

Die Betongüte für HWS-Anlagen ist entsprechend DIN 1045, Teil 1 + 2 und ZTVW, LB 215, Teil 2 festzulegen. Grundlage sind die dem HWS-Bauwerk am jeweiligen Standort zu zuordnenden Expositionsklassen für die verschiedenen Umgebungsbedingungen. Insbesondere ist zu prüfen, ob die Expositionsklassen XD und XF4 anzusetzen sind. Als Mindestbetongüte für HWS-Wände ist die Betonfestigkeitsklasse C25/30 zu wählen. Bei HWS-Wänden auf Kai-mauern ist mindestens auf dem unteren halben Meter Luftporenbeton zu verwenden. Der Wasserzementwert ist auf maximal 0,55 begrenzt.

Betonstahl:

Für tragende Teile dürfen nur Betonstähle nach DIN 488, Teil 1 verwandt werden.

Profilstahl:

Es sind nur beruhigt vergossene Bau- und Spundwandstähle zu verwenden. Die Stahlfestigkeiten und -güten für Profilstahl richten sich nach den Beanspruchungen bzw. der erforderlichen Schweißbarkeit des Stahles und den Anforderungen infolge der Beanspruchungen beim Einbau, z.B. rammtechnische Bedingungen. Dabei ist die DAST-Ri 009 (Empfehlungen zur Wahl der Stahlgütegruppen für geschweißte Stahlbauten) anzuwenden. Folgende Mindestanforderungen sind zu erfüllen:





- Baustahl: DIN EN 10025: Stahlsorte S235 JR +AR
- Spundwandstahl: DIN EN 10248: Stahlsorte S240 GP und nach EAU (E67)
- Rohre: DIN EN 10219 und 10210: Stahlsorte S235 JRH
- Zugföhle: DIN EN 10025: Stahlsorte S235 JR +AR

Bei Stahllieferungen aus Ländern, die nicht CEN-Mitglieder sind, ist bei tragenden Bauteilen der Nachweis der Stahlqualität von einem unabhängigen Sachverständigen (TÜV, SLV, Germanischer Lloyd o. ä.) aus einem CEN-Mitgliedsland zu erbringen.

Fugenbänder:

Es können zum Einsatz vorgesehen werden:

- Thermoplastische Fugenbänder (Tricomer) nach DIN 18541, T2 (BV)
- Elastomere Fugenbänder nach DIN 7865.

In einem Bauabschnitt dürfen nur Fugenbänder ein und desselben Fabrikats eingebaut werden. Andernfalls ist die Verträglichkeit nachzuweisen.

4.2.2 Konstruktive Mindestanforderungen

4.2.2.1 Betonüberbau:

- Als **Mindestquerschnittsdicke** für HWS-Betonwände ist $d = 30$ cm zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit zu wählen.
- **Betondeckungsmaße** sind bei HWS-Bauteilen oberhalb des Tidebereichs nach DIN 1045, Teil 1, Tab. 4, in Abhängigkeit der zu Grunde zu legenden Expositionsklasse festzulegen, jedoch nicht weniger als $c_{\min} = 3$ cm. Im Tidebereich und darunter gilt das in der ZTV-W, LB 215, Teil 1 Pkt. 6.3 angegebene Mindest-Betondeckungsmaß.
- Als **Mindestbewehrung** bei HWS-Wänden gelten die Angaben in der ZTVW, LB 215, Teil 1, Pkt. 11.2.
- Die **Blocklänge** von HWS-Wänden aus Stahlbeton sollte ca. 10 m nicht überschreiten, wenn Schwinden und Temperaturbewegungen behindert werden, z. B. durch den Anschluss an bereits früher betonerte Bauteile. Größere Blocklängen können vorgesehen werden, wenn durch betontechnologische und konstruktive Maßnahmen (Betonrezeptur, Betonierfugenanordnung, Betonierfolge, etc.) unter Voraussetzung sorgfältigen Betoneinbaus und Betonnachbehandlung sicher gestellt ist, dass Rissbreiten größer als $w_k = 0,25$ mm - gemäß ZTVW, LB 215, Teil 1, Pkt. 11.2 - ausgeschlossen werden können. Auf jeden Fall sind in unmittelbarer Nähe von Querschnitts- und Richtungswechseln des Betonquerschnitts (z.B. Leiternischen) Bewegungsfugen anzuordnen.
- **Blockfugen** (Bewegungsfugen) sind, wenn sie nicht ständig kontrolliert werden können und eine nachträgliche Reparatur sehr aufwendig, oder nur unzureichend ausgeführt werden kann, mit Doppeldichtung zu konzipieren. Dazu ist ein innen und ein außen (an der dem Wasserdruck zugewandten Bauteilaußenseite) liegendes Fugenband vorzusehen.





Es sind Fugenbänder aus elastomeren oder thermoplastischen Werkstoffen nach den bereits erwähnten Normen zu verwenden. Art und Abmessungen dieser Dehnungsfugenbänder richten sich nach den zu erwartenden Fugenverformungen, Temperaturbeanspruchungen und Wasserdruckbeanspruchungen. Für die Auswahl der Fugenbänder und Planungsgrundsätze ist die Vornorm DIN V 18197 zu beachten.

Eine ausreichend massive Blockfugenverzahnung, bzw. bei Wänden eine entsprechende Verdübelung, ist vorzusehen. Für die Abdichtung der Blockfugen bei HWS-Bauwerken ist der Nachweis der ausreichenden Druckwasserdichtigkeit unter Berücksichtigung der möglichen Fugenbewegung zu erbringen.

- **Arbeitsfugen** sind mit einer einfachen Dichtung zu versehen, wenn sie ständig durch drückendes Wasser beansprucht werden. Sie können mit Fugenblechen, Injektionsschläuchen, Quellprofilen und den oben beschriebenen Fugenbändern abgedichtet werden. Auf die ZTV-W, LB 215 – Teil 3, Pkt. 8.4 wird besonders hingewiesen.

HWS-Bauteile unterliegen in der Regel nicht einer ständigen Wasserdruckbelastung, deshalb kann auf Abdichtungsmaßnahmen verzichtet werden, wenn durch konstruktive Maßnahmen sichergestellt ist (z. B. durchlaufende Bewehrung), dass es durch im Fugenbereich zeitweise drückendes Wasser zwar zu einer temporären Durchfeuchtung kommen kann, eine Durchsickerung von Wasser jedoch ausgeschlossen ist. Ist eine konstruktive Bauteilverbindung nicht gegeben, so ist eine einfache Dichtung entsprechend den obigen Angaben vorzusehen. Fugenbleche, Injektionsschläuche und Quellprofile sind nur zulässig, wenn die Spaltbreite der Fuge konstant bleibt.

4.2.2.2 Gründungsteile:

Spundwände

Die **Mindestblechstärke** von Stahlspundwänden bei privaten Hochwasserschutzanlagen muss in allen Querschnitten mindestens 9 mm betragen. Ausnahmen davon können in besonderen Einzelfällen bei untergeordneten Bauteilen der HWS-Anlage zugelassen werden.

Bei einer Rammlänge von mehr als 5 m in dicht gelagerten oder hindernisreichen Böden (siehe Baugrundgutachten) ist zur Gewährleistung der Schlossdichtigkeit die Stahlgüte S355 GP (StSpS) zu verwenden.

Die Abtragung der vertikalen Lasten einer HWS-Konstruktion ist grundsätzlich nachzuweisen. Es gilt jedoch, dass bei setzungsempfindlichem Baugrund, insbesondere bei HWS-Wänden an Böschungen, mindestens jede 5. Doppelbohle 3 m in den tragfähigen Boden als Standbohle einbindet. Dies gilt nicht, wenn durch eine planmäßige Überhöhung ein ausreichendes Setzungsvorhaltemaß berücksichtigt wird und die gewählte Konstruktion unkontrollierte bzw. ungleiche Setzungen schadlos verträgt und die Böschung ausreichend standsicher ist.

Spundwandanschlüsse an bestehende HWS - Bauwerke sowie Abzweigungen von Spundbohlen sind als Schlossanschluss herzustellen. Betonplomben als Dichtungsanschluss wer-





den nur in besonderen Ausnahmefällen zugelassen. Dabei ist die Betonplombe grundsätzlich bis zum Fuß der Sickerschürze einzubauen. Dichtungsanschlüsse mittels HDI-Säulen sind wegen der Baugrundunwägbarkeiten und der Nichtkontrollierbarkeit der Wirksamkeit der Maßnahme nur in extremen Ausnahmefällen zugelassen, wenn die vor genannten Verfahren nicht ausführbar sind.

An der Spundwandoberkante ist ein Abdeckholm vorzusehen und kraftschlüssig (2 Befestigungsstellen je Doppelbohle) mit der Spundwand zu verbinden. Die Stöße sind so auszubilden, dass Querkräfte übertragen werden können, jedoch die Längsverschieblichkeit gewährleistet ist.

Betonpfähle

Die Bemessung, Konstruktion und Herstellung von Betonpfählen richtet sich nach der DIN 1054 und den einschlägigen Pfahlnormen (DIN EN 12699; DIN EN 14199; DIN EN 1536; EA – Pfähle; etc.)

Betonpfähle/Betonwände im Wasser sind als tragende Gründungsglieder vor mechanischen Einwirkungen (z. B. anprallsicher in hinteren Gründungsreihen) geschützt anzuordnen. Ist dies nicht möglich, so dass Abplatzungen der Betondeckung im stoßgefährdeten Bereich nicht ausgeschlossen werden können, ist als Schutz ein Stahlmantel mit $t_{\min} = 6$ mm vorzusehen. Damit keine größeren Spannungspotentialunterschiede auftreten, soll der Stahlmantel nicht in den Betonüberbau einbinden.

Zur Beschränkung der Rissbreite ist für den Pfahlkopfbereich, wegen ungewollter Einspannung, der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit nach DIN 1045, Teil 1, Abs. 11.2 (Rissbreitenbeschränkung) durchzuführen. Dabei gilt als einzuhaltende Rissbreite $w_k = 0,25$ mm gemäß ZTVW, LB 215, Teil 1, Pkt. 11.2. Bei Stahlbetonpfählen/Wänden, die auf Grund ihrer Lage ohne Stahlmantel ausgeführt werden können, ist der gleiche Nachweis zu führen. Die hieraus resultierende Bewehrung ist im Pfahl mindestens bis 1 m unter Oberkante gewachsenen Baugrundhorizont zu führen.

Stahlpfähle (Zug- und Druckpfähle)

Im Hamburger Hafen können Stahlpfähle im gewachsenen Boden ohne Korrosionsschutz eingebaut werden, da hier der für die Oxidation notwendige Sauerstoff faktisch nicht vorhanden ist und somit Korrosion nur in geringem Umfang auftritt.

Aus diesem und auch aus einbautechnischen Gründen sind jedoch Pfähle zu wählen, die über den gesamten Querschnitt mindestens 10 mm Wandstärke aufweisen.

4.2.2.3 Anschlußbereich Beton / Stahlspundwand:

Die Mindesteinbindung der Spundwandsickerschürze in den Beton beträgt 20cm.

Im Einbindebereich der Sickerschürze in den Beton ist die Querschnittsbreite des Betonteiles ausreichend breit zu wählen, so dass die Längsbewehrung beidseitig der Spundwand unter Einhaltung der nach DIN 1045 erforderlichen Betondeckung, jedoch mindestens $c_{\min} = 3$ cm und der geforderten Stababstände der Bewehrung, vorbeigeführt werden kann. Eine der Pra-





xis entsprechende Fluchtabweichung der Spundwand ist je nach Konstruktion zu berücksichtigen (siehe Anlage2).

Wird die Spundwandsickerschürze seitlich am Beton angeordnet, so muss die Spundwand über die gesamte Bauteildicke reichen. Bei Bauteildicken über 60cm kann davon abgewichen werden. Die Spundwandtäler sind mindestens mit $\varnothing 10$ a = 15cm kreuzweise zu bewehren. Je Doppelbohle sind mindestens 2 Ankerstähle vorzusehen.

Momente sind entsprechend statischem Nachweis durch anzuschweißende Zuglaschen bzw. Druckknaggen je Doppelbohle zu übertragen. Für Schweißanschlüsse an den geramnten bzw. vibrierten Spundbohlen ist EAU, E91 zu beachten

Die Fugenbänder der Blockfugendichtung des Betonüberbaus sind druckwasserdicht an die Spundwandsickerschürze (z.B. angeschweißtes Dichtblech) anzuschließen.

4.2.2.4 Korrosionsschutz und Schlossdichtung der Spundwand

Bei konstruktiven HWS-Anlagen an Land ist die Spundwand im Luftbereich sowie bis mindestens 0,80m unter GOK beidseitig mit einem dauerhaften **Korrosionsschutz** zu versehen.

Bei konstruktiven HWS-Anlagen im Wasser war in der Vergangenheit wasserseitig kein Korrosionsschutz erforderlich. Auf Grund des in den letzten Jahren jedoch deutlich gestiegenen Sauerstoffgehalts in der Elbe und der im Hamburger Hafen teilweise regional stark unterschiedlich auftretenden Korrosion an Stahlspundwänden, ist das Erfordernis eines Korrosionsschutzes im Einzelfall, vor dem Hintergrund der angestrebten Lebensdauer der HWS-Wand, sorgfältig zu prüfen. Die Beauftragung eines korrosionsschutztechnischen Gutachtens wird empfohlen. Auf der Landseite ist ein dauerhafter Korrosionsschutz bis mindestens 0,80m unter GOK in jedem Fall herzustellen.

Die Spundwandschlösser sind im Luftbereich über Gelände und bis mindestens 0,80 m darunter mit einer dauerelastischen, UV-beständigen **Schlossdichtung** zu versehen. Bei einseitig anstehendem Gelände ist keine Schlossdichtung notwendig. Dichtungen, die nach dem Rammen aufgetragen werden, sind in der wasser- und landseitigen Schlossfuge vorzusehen. Die Verträglichkeit mit dem Korrosionsschutz ist zu beachten.

In besonderen Einzelfällen ist zu prüfen, ob das Erfordernis für einen sofortigen oder ggf. späteren kathodischen Korrosionsschutz besteht. Das heißt, dass alle Stahlteile elektrisch miteinander zu verbinden sind, z. B. durch Verschweißen der Schlösser.

Weiterhin ist zu beachten, dass Eisensilikatgestein wegen der Förderung der Korrosion nicht direkt mit der Spundwand in Berührung kommen darf. So ist z. B. bei Spundwänden in Böschungen, zwischen Spundwand und der Eisensilikatabdeckung eine Trennschicht einzubauen (z. B. Vlies oder Geotextil).





4.2.2.5 Stahlverbindungen:

Wegen der Förderung der Korrosion ist grundsätzlich der Kontakt unterschiedlicher elektrochemischer Materialien (z. B. VA-Schrauben mit einfachem Stahl) in elektrolytischen Medien zu vermeiden. Eine elektrische Trennung ist deshalb z. B. durch Verwendung von nicht leitenden Unterlegscheiben und Hülsen erforderlich.

4.2.2.6 Wellenbeeinflussende Maßnahmen:

Bei der Wahl einzelner Bauglieder für die in Anlage 4 + 5 der Richtlinie (BHFU) und der Anlage 16 der TR aufgeführten Konstruktionen sind die nachfolgend genannten Mindestanforderungen zu berücksichtigen, um die Beständigkeit der wellendämpfenden Konstruktion zu gewährleisten, deren Funktion auf den Eintritt eines sehr seltenen Extremereignisses ausgerichtet ist.

Wird an einer Hochwasserschutzwand zur Vermeidung von Sturzbrecherbelastungen der Horizontale Verbau mit Längsträgern vorgesehen (vgl. Anlage 16 TR), so sind die Trägerstöße so auszubilden, dass Querkräfte und Momente übertragen werden können, jedoch die Längsverschieblichkeit gewährleistet ist. Der Stoß ist für etwa den vollen Längsträgerquerschnitt zu bemessen, die Spannungen können bis zur Streckgrenze ausgenutzt werden. Die Trägerstöße der einzelnen Längsträger sind gegeneinander zu versetzen. Die Anzahl der Stöße ist zu minimieren.

- **Mindestanforderungen an die Baustoff- und Profilwahl**

Stahlprofile und Spundwände

Folgende Mindestblechstärken sind einzuhalten:

- a) ohne Korrosionsschutz 9mm
- b) mit dauerhaftem Korrosionsschutz 6mm

Der Korrosionsschutz ist im luftberührten Bereich bis mindestens 0,80m unter GOK auszuführen.

Betonbauteile

Die Mindestquerschnittsdicke beträgt 30 cm.

Mindestbetongüte C25 / 30

Mindestbewehrung ist an allen Rändern umlaufend vorzusehen $\varnothing 10\text{mm}$ $a = 15\text{cm}$ kreuzweise

Holzbauteile

Es dürfen nur Wasserbauhölzer ohne Splintholzanteil zum Einsatz kommen (z. B. Lärche, Douglasie)

Die Mindestquerschnittsabmessung beträgt 30cm

Befestigungsteile

Mindestschrauben / Bolzen / Stangendurchmesser 16mm in verzinkter Ausführung





Schweißnähte min $a = 4\text{mm}$

- **Mindestanforderungen an die Gelände-Oberflächenausbildung im Bereich der wellendämpfenden Maßnahme**
(gilt nur für die aufgelöste Wand und die Unterwasserschwelle)

Die Geländeoberflächen im Bereich wasserseitig der wellendämpfenden Maßnahme bis zur Böschungskante und der Zwischenraum bis an die HWS-Anlage heran sind besonders erosionsicher auszubilden (z. B. Schüttsteindeckwerk mit Verguss).

4.2.3 Kaimauern mit integriertem Hochwasserschutz

4.2.3.1 Neubauten

Grundsätzlich sind zwei Arten von Hochwasserschutzkaimauern zu unterscheiden, nämlich Kaimauern mit planmäßigem Hohlraum unter der Kaiplatte und wasserseitig offener Spundwand und ohne planmäßigen Hohlraum unter der Kaiplatte mit wasserseitig geschlossener Spundwand. In Anlage 3 ist der Standardfall einer für den Hamburger Hafen typischen HWS-Kaimauer mit Hohlraum dargestellt.

HWS-Kaimauern sind dadurch gekennzeichnet, dass u. a. die eigentliche HWS-Linie in der Regel nicht an der wasserseitigen Spundwand verläuft, sondern möglichst weit landeinwärts versetzt, an der Hinterkante der Kaimauer mit dort angeordneter Spundwandsickerschürze. Dadurch kann z. B. die Gefährdung des Hochwasserschutzes für den Fall einer Havarie gemindert werden.

Für die Bemessung der HWS-Sickerschürze sind neben den schon beschriebenen konstruktiven Grundsätzen für HWS-Anlagen, die noch nachfolgend beschriebenen Randbedingungen zu beachten.

HWS-Kaimauer mit planmäßigem Hohlraum

Bei HWS-Kaimauern mit zur Wasserseite hin offenem Hohlraum in Höhe des Schwankungsbereichs der wechselnden Tidewasserstände ist besonderes Augenmerk auf die langfristige Standsicherheit (Setzungen und Ausspülungen) der Stützböschung vor der landseitigen HWS-Sickerschürze unterhalb der Kaiplatte zu richten. Für mögliche Veränderungen der Böschung ist ein ausreichender Sicherheitszuschlag bei der Festlegung der Berechnungsböschung zu berücksichtigen. Der Bodenhorizont, der als 1:4 geneigte unbefestigte Böschung hergestellt wird, muss an der HWS-Spundwandschürze mindestens 0,5 m über der Berechnungssohle liegen. Deshalb ist ausgehend von der Unterkante der Öffnungen in der wasserseitigen Spundwand bis zur HWS-Spundwandschürze, eine möglichst flache Neigung der Berechnungsböschung anzunehmen, nicht steiler als 1:10.

Die Böschung und HWS-Spundwandschürze unter der Kaiplatte muss dauerhaft überprüfbar und zugänglich bleiben. Besteht diese Möglichkeit nicht von der Wasserseite, sind in der Kaiplatte entsprechende druckwasserdichte Kontroll- bzw. Einstiegsöffnungen, vorzusehen (Abstand etwa 60m).





Für den Fall von unvorhergesehenem Bodenverlust unter der Kaiplatte muss die Möglichkeit geschaffen werden, Boden von oben einbauen zu können, unabhängig davon ob auch von der Wasserseite her Boden eingebaut werden könnte. Mindestens ist dafür nahe der HWS-Sickerschürze in der Kaiplatte ein Bereich aus unbewehrtem Beton vorzusehen (\varnothing ca. 80cm, Abstand maximal 60m), der im Bedarfsfalle leichter abgebrochen werden kann.

Die Lage dieser „Bedarfsöffnungen“ ist landseitig an der HWS-Wand und auf der Kaiplatte dauerhaft und deutlich sichtbar zu markieren.

Optional für die „Bedarfsöffnungen“ können druckwasserdichte Einstiegsschächte vorgesehen werden.

Sollen die, im Turnus der Polderordnung, regelmäßig durchzuführenden Kontrollen zur Inaugenscheinnahme der Sickerschürze und des davor anstehenden Bodenhorizontes von der Wasserseite her durchgeführt werden (z.B. Begehung), ist eine entsprechend sichere Zuwegung auf die Böschung unter der Kaiplatte vorzuhalten. Wegen der schwierigen Arbeitsbedingungen im Tidebereich sind besonders die Belange der Arbeitssicherheit zu beachten, auf § 3 der Baustellenverordnung wird hingewiesen.

Die gewählten Varianten für die Überprüfung und die eventuell erforderliche Sanierung der Böschung sind vom Antragsteller in den Genehmigungsplanungsunterlagen zu beschreiben.

HWS-Konstruktionen mit unkontrollierbaren planmäßigen Hohlräumen sind grundsätzlich unzulässig.

HWS-Kaimauer ohne planmäßigem Hohlraum

Bei der Festlegung der Berechnungstiefe für den stützenden Boden vor der landseitigen HWS-Spundwand unter der Kaiplatte, sind entsprechend den örtlichen Bodenverhältnissen, langfristig zu erwartende Setzungen zu berücksichtigen. Es ist mindestens ein Setzungszuschlag von 0,5 m zu berücksichtigen. Bei der Wahl der Unterkante der HWS-Sickerschürze ist nicht nur die Einhaltung des rechnerisch erforderlichen Sickerweges maßgebend (was zu einer sehr kurzen Einbindung führen kann), sondern insbesondere auch eine Abwägung des Risikos möglicher Spundwandschlossschäden der wasserseitigen Wand (unbemerkter Bodenauslauf). Dabei sind das Spundwandeinbauverfahren, die anstehenden Baugrundverhältnisse und die geplante spätere Abaggerung zu berücksichtigen. Aus dieser Abwägung heraus ist es erforderlich, die HWS-Sickerschürze im Betonüberbau so zu verankern, dass die Aufnahme eines Kopfmomentes möglich ist und die Unterkante der Sickerschürze deutlich tiefer gewählt wird, als es nach dem rein rechnerischen Nachweisen erforderlich wäre.

Wie bei den HWS-Kaimauern mit planmäßigem Hohlraum muss auch hier der Bodenhorizont unter der Kaimauer dauerhaft überprüfbar sein. Die Kontrollen können z. B. von der Wasserseite (abschraubbare Deckel in den Spundwandtälern) her durchgeführt werden.

Für einen eventuellen Sanierungsfall muss Boden von oben unter die Kaiplatte eingebracht werden können. Die bei den HWS-Kaimauern mit planmäßigem Hohlraum vorgenannten Lösungsansätze gelten auch hier.





4.2.3.2 Umbauten vorh. Kaimauern zu HWS-Kaimauern

Die landseitig an einer vorhandenen Kaimauer nachträglich einzubauende HWS-Spundwandsickerschürze mit Stahlbetonabdeckplatte ist kraftschlüssig und dauerhaft druckwasserdicht an den Kaimauerüberbau anzuschließen. Grundsätzlich sind zur Überprüfung und erforderlichenfalls Sanierung des Bodenhorizonts unter der Kaiplatte Kontroll- und Öffnungsmöglichkeiten wie sie für die Neubauten beschrieben wurden, zu schaffen. Wegen der Besonderheiten bei Umbauten sind sie im Einzelfall unter Beachtung der besonderen Randbedingungen festzulegen.

Wie unter Pkt. 4.2.2.1 ausgeführt, erhalten nicht kontrollierbare Bewegungsfugen eine Doppeldichtung. Bei umzurüstenden alten Kaianlagen als HWS-Kaimauer kann auf der Wasserseite (Kaiplattenunterseite) i. d. Regel kein Fugenband eingebaut werden, sondern nur an der Oberseite der Kaiplatte. Dieses ist gegen mechanische Beschädigungen durch ein flexibles, wirkendes Abdeckblech (z. B. Spundwandleichtprofil) zu schützen. Die Mindestdicke der Stahlteile beträgt 6mm. Bei einer Lage von weniger als 1m unter Geländeoberkante, ist ein Korrosionsschutz (Feuerverzinkung) vorzusehen, oder es ist eine Materialstärke von $t = 9 \text{ mm}$ zu wählen.

Ist bei Altanlagen die Dichtigkeit des in der Regel vorhandenen mittigen Fugenbandes zweifelhaft, so ist das Fugenabdeckblech ebenfalls gegen Druckwasser dichtend auszubilden. Fugenband und Abdeckblech sind wasserdicht an die landseitige Spundwandschürze anzuschließen.

Die in der Regel vorhandene Kaiplattenentwässerung ist im Hinblick auf die Sicherheit im Hochwasserfall zu überprüfen. Eventuell vorhandene Öffnungen in der Kaiplatte sind druckwasserdicht zu verschließen. Die Entwässerung ist entsprechend um zu bauen.

4.3 Leitungen im Bereich von HWS-Wänden

4.3.1 Allgemeines

Im Rahmen der Planung einer HWS-Anlage ist die Lage vorhandener oder neuer Leitungen zu berücksichtigen. Im Zuge der Untersuchung verschiedener Lösungsmöglichkeiten sind auch alternative Leitungsführungen außerhalb des Schutzstreifens zu betrachten.

Die Ausführungen in der Polderordnung sind zu beachten. Für die baulichen- und konstruktiven Grundsätze ist die EAU, Abschn. 4.9.8 sowie die Empfehlung ‚H‘ der EAK 2002 zu berücksichtigen.

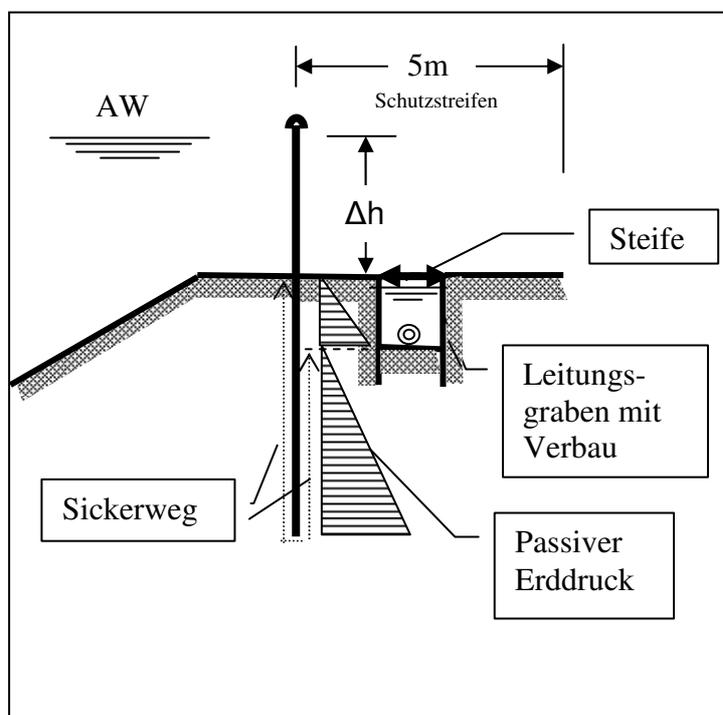
Für Leitungen im beiderseitigen Schutzstreifen von HWS-Anlagen sind Ausführungsunterlagen zu erstellen. Dazu gehört ein Übersichtsplan mit Angabe der Leitungsträger, Art und Querschnitt der Leitung und eventueller Besonderheiten, z. B. Leitungsdrücke. Die Lage der Leitungen ist im gesamten HWS-Schutzstreifen in Draufsicht und Querschnitt in Bezug zur HWS-Anlage zu vermaßen. Bei Flüssigkeits- und Gasleitungen sind die Absperrschieber anzugeben.





Bei Leitungskreuzungen sind auf dem Übersichtsplan die zusätzlich zu beachtenden Detailpläne aufzulisten, aus denen die fachgerechte Ausführung der Leitungskreuzung, mit allen notwendigen Details zur baulichen Durchbildung und Abdichtung hervor geht.

4.3.2 Leitungsgrabenzuschlag bei Parallelleitungen



Ist der Schutzstreifen der HWS-Wand auf öffentlichem Grund und sind parallele Leitungen vorhanden, bzw. nicht ausgeschlossen, ist ein Aushubgraben in hinreichender Größe anzusetzen. Für die Nachweise der Standsicherheit und der hydraulischen Sicherheit der HWS-Wand ist als Mindestwert eine Grabengröße von $b = 1,0$ m und $t = 1,5$ m parallel zur HWS-Wand zu berücksichtigen. Für die statisch / hydraulische Berechnung der Wand darf dabei von einer gefluteten und verbauten Baugrube ausgegangen werden (Wasserstand binnenseitig in GOK, wie im

Normalbereich).

4.3.3 Schächte im Schutzstreifen

Schächte sind, wenn sie im Schutzstreifen nicht zu vermeiden sind, auf einer durchgehenden Bodenplatte gegründet und wasserundurchlässig herzustellen. Dies gilt insbesondere auch für die Rohr- und Kabeleinbindungen in die Schächte. Zur Vermeidung unkontrollierter Sickerwege an der Schachtaußenseite durch unvollständige Verfüzung, ist bei gemauerten Schächten ein mindestens 3cm starker Außenputz in Mörtelgruppe III vorzusehen. Die Montagefugen von Stahlbeton-Fertigteilschächten sind außen mit Zementmörtel zu verstreichen.

Die Schachtbauteile, wie Boden, Wände und Deckel sind entsprechend den örtlich angreifenden Verkehrslasten zu dimensionieren. Zusätzlich ist eine ausreichende Sicherheit gegen Auftrieb nachzuweisen (Wasserstand in GOK, Einordnung als LF 3 im Sinne der DIN 1054, Abschn. 6.3.3).

4.3.4 Leitungskreuzungen

4.3.4.1 Allgemein

Leitungskreuzungen sind auf die unumgänglich notwendige Anzahl zu beschränken. Ergänzend zu EAU, E165 und EAK (2002 H) ist zu beachten (siehe hierzu Anlagen 6.0, 6.1 u. 6.2):





Im unmittelbaren Kreuzungsbereich der HWS-Wand ist ein Stahl-Mantelrohr vorzusehen, das neben den äußeren Lasten zusätzlich mindestens dem 1,5-fachen Außenwasserdruck widersteht. Es gelten jedoch folgende Mindestanforderungen:

Die Wandstärke des Stahlmantelrohres der Spundwanddurchdringung muss mindestens 6 mm betragen. Im Bereich bis 1m unter Geländeoberkante ist ein 3-facher Korrosionsschutz vorzusehen, oder eine Wandstärke von 9 mm. Die Einschweißung des Stahlmantelrohres in die Spundwand, ist beidseitig durchgehend ringsum mit mindestens $a = 4$ mm auszuführen.

Da in aller Regel die Ringraumdichtungen nicht jeder Zeit kontrollierbar sind und die dauerhafte Dichtwirkung durch unterschiedliche Einflüsse eingeschränkt werden kann (z.B. Bauwerksbewegungen, mangelnde Dauerbeständigkeit, etc.), sind die Ringraumdichtungen redundant einzubauen. Die Dichtung ist für den 1,5-fachen Außenwasserdruck zu bemessen, jedoch mindestens 0,5 bar.

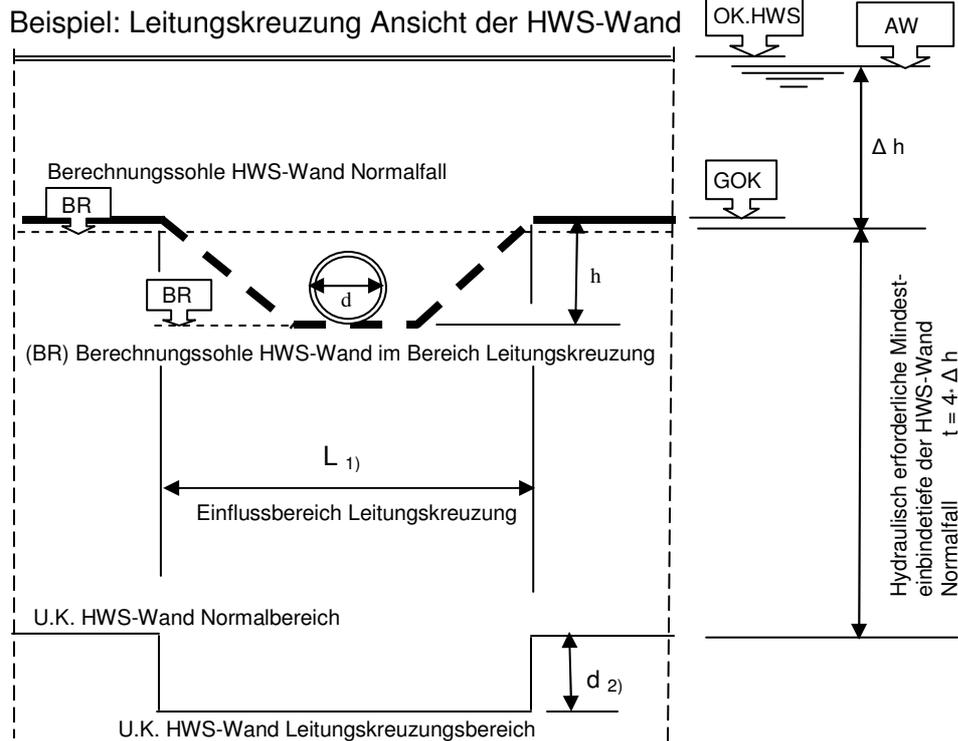
4.3.4.2 Spundwandunterkante im Bereich von Leitungskreuzungen

Im Kreuzungsbereich der Leitung mit der HWS-Wand besteht die Gefahr, dass der Verfüllboden wegen ungünstiger Arbeitsbedingungen (Platzenge, Grundwasser, etc.) nur unzureichend verdichtet werden kann und sich dadurch Sickerströme ausbilden, die einen Erosionsgrundbruch einleiten können. Aus diesem Grunde ist bei größeren Leitungsdurchmessern ($\geq \text{Ø } 500\text{mm}$) im Kreuzungsbereich, die HWS-Spundwand um den Betrag des Leitungs- bzw. des Mantelrohr- Durchmessers bzw. Dicke eines Leitungsbündels tiefer abzusetzen, als nach Sickerwegsberechnung erforderlich. Die tiefer abzusetzende Wand ist mindestens auf der in der nachfolgenden Skizze angegebenen Länge vorzusehen.

Ist das tiefer Absetzen der Spundwand nicht ausführbar, z. B. bei nachträglicher Leitungskreuzung durch eine vorh. HWS-Wand, kann die fehlende Sickerstrecke durch eine geschlossene Oberflächenversiegelung (z. B. Asphalt- oder Betondecke) im Leitungskreuzungsbereich kompensiert werden. Dies führt ebenfalls zu einer Verlängerung des Sickerwegs. Die Versiegelungsfläche ist senkrecht zur HWS-Wand land- und wasserseitig doppelt so breit wie der Leitungsdurchmesser auszuführen. Parallel zur Wand ist sie auf der in der nachfolgenden Skizze angegeben Länge vorzusehen.

Wenn im Bereich von Leitungskreuzungen, beidseitig der HWS-Wand auch in der Sturmflutzeit eine Aufgrabung möglich sein soll, so ist zu prüfen, ob in diesem Bereich ein Leitungsgrubenzuschlag analog Pkt. 4.3.2 (Voraussetzung verbaute Baugrube) oder die Berechnungssohle in Höhe Unterkante Leitung angesetzt werden soll.





Fußnoten:

L₁) Mindestlänge der tieferen Spundwandunterkante, entweder:

- $L \geq 3d + 2$ Spundwanddoppelbohlen oder
- $L \geq d + 2 \cdot 2 \cdot h$

(die größere Länge ist maßgebend)

d₂) Bei Leitungen mit $\varnothing \geq 500\text{mm}$ ist die HWS-Wand mindestens um den Betrag des Leitungsdurchmessers tiefer abzusetzen. Eine größere Absetztiefe kann sich aus der statischen Berechnung der Wand infolge der tieferen Berechnungssohle ergeben.

4.3.4.3 Druckleitungskreuzungen

Bei allen Druckleitungskreuzungen (Gas, Wasser, etc.) ist zusätzlich zu beachten (vgl. Anlage 6.1):

Konstruktive Sicherheitsanforderungen

Das Stahl-Mantelrohr ist beidseitig der HWS-Wand im gesamten HWS-Schutzstreifen vorzusehen. Es ist für die einfache Sicherheit entsprechend dem Druck der Mediumleitung, jedoch mindestens für den 1,5fachen Außenwasserdruck zu dimensionieren. Die vorher genannten Mindestanforderungen sind einzuhalten.

Bei Leitungen mit geringem Betriebsdruck ($\leq 0,1$ bar) ist ein ca. 2m langes Stahl-Mantelrohr ausreichend.

Die landseitige Kontrolle der Dichtigkeit der Leitung muss durch einen Schacht oder Standrohr möglich sein. Die Oberfläche in diesem Bereich ist erosionssicher zu befestigen. Auf der Wasserseite sind 2 Ringraumdichtungen zwischen Mantelrohr und Mediumrohr anzuordnen, ansonsten gelten die Angaben von Pkt. 4.3.4.1. Bei der Standrohrlösung ist auch landseitig eine Ringraumdichtung für den 1,5 fachen Außenwasserdruck vorzusehen.





Da Druckleitungen ein „geschlossenes System“ sind, d.h. bei Sturmflut nicht die Gefahr des Wassereintritts in den Polder gegeben ist, besteht die Forderung nach Absperrorganen der Leitung, rein aus der Notwendigkeit heraus, im Schadensfall die Leitung im HWS - Bereich drucklos zu machen, um schnellst möglich eine Reparatur ausführen zu können. Grundsätzlich sind deshalb Schieber möglichst nahe am Schutzstreifen (außerhalb des Schutzstreifens), jedoch in maximaler Entfernung von etwa 20m zur HWS-Anlage, land- und wasserseitig anzuordnen.

Handelt es sich bei der Druckleitungszuführung in den Polder um eine „Stichleitung“ des Versorgungsunternehmens (kein Ringsystem), so ist lediglich wasserseitig der HWS-Anlage ein Schieber notwendig, wenn durch Schließen des wasserseitigen Schiebers im Schadensfall, das binnenseitige Leitungssystem drucklos gemacht werden kann.

Bei Leitungen mit geringem bis mittlerem Betriebsdruck ($\leq 1,0$ bar) können die Absperrschieber entfallen, wenn durch den Leitungsträger gewährleistet wird, dass im Schadensfall die Leitung kurzfristig mit mobilen Geräten abgesperrt werden kann.

Auf die vorgenannten Anforderungen (Mantelrohr, Absperrschieber und Kontrollschacht) kann nur verzichtet werden, wenn:

- der Ansatz der Berechnungssohle zum Nachweis der Standsicherheit und der hydraulischen Sicherheit der HWS-Wand, beidseitig der Wand im statisch, hydraulischen Einflussbereich der Leitung, nur bis zur Höhe von UK Rohrleitung erfolgt. Der Wasserstand darf binnenseitig, wie im Normalbereich, in GOK angenommen werden. Der Einflussbereich ist die Strecke in der Draufsicht auf die HWS-Wand, entsprechend der Skizze bei Pkt. 4.3.4.2.

Berücksichtigung von Setzungsdifferenzen

Gemäß EAU und EAK, ist dem unterschiedlichen Setzungsverhalten von Leitung und HWS-Wand durch konstruktive Maßnahmen Rechnung zu tragen. Leitungsdurchführungen sind daher gem. Anlage 6.1 auszuführen.

Dort wird differenziert zwischen großer und geringer Setzungsgefährdung unter Berücksichtigung der anstehenden Baugrund- und Auflastverhältnisse sowie verkehrlicher Einflüsse. Ein Baugrundgutachter ist einzuschalten, wenn der konkrete Einzelfall, dem in Anlage 6.1 beschrieben Anwendungsbereich nicht eindeutig zuzuordnen ist, oder Unsicherheiten bestehen, ob eine große oder geringe Setzungsgefährdung vorliegt. Dies gilt auch für die Lösung nach 2.1 der Anlage 6.1 zur Bestimmung des Überdeckungsmaßes „ü“. Durch den Baugrundgutachter sind die möglichen auftretenden Setzungsdifferenzen, zwischen dem relativ starren Punkt der Leitungskreuzung an der HWS-Wand und der elastisch im Boden lagern den Leitung in einiger Entfernung zur Wand, zu bestimmen. Des Weiteren ist vom Leitungsträger ein Setzungsverträglichkeitsnachweis für das Mantel- und Mediumrohr zu erbringen. Es ist nachzuweisen, dass die zulässigen Spannungen im LF 1, infolge der Rohrdurchbiegung bei prognostizierter Setzungsdifferenz, nicht überschritten werden.





Ist der Nachweis der Setzungsverträglichkeit für die Leitung nicht mit ausreichender Sicherheit zu erbringen, so ist die Gründung der Leitung bzw. des Schachtes auf die der HWS-Wand abzustimmen, damit schädliche Setzungsdifferenzen ausgeschlossen sind.

Sollten für Druckleitungen gemuffte Rohrverbindungen vorgesehen werden, so ist sinngemäß Pkt. 4.3.4.4 zu beachten.

Bei besonderen Gefährdungslagen ist zu prüfen, ob eine Kombination der vorgenannten Maßnahmen erforderlich ist.

4.3.4.4 Kanal- oder Sielkreuzungen (Freigefälle Siele)

Allgemeines (vgl. Anlage 6.2)

Für Leitungen durch die im HW-Fall Wasser in den Polder gedrückt wird, ist zusätzlich zu den Ausführungen in der EAU 2004, Abschnitt 4.9.8 zu beachten:

Schieber sind grundsätzlich in Schächten anzuordnen, um deren Funktion, Kontrolle und Wartung auf Dauer zu gewährleisten. Die Schieber sind entsprechend dem auftretenden Leitungsdruck auszulegen und ausreichend zu verankern. Die Hochwasserdruckrichtung ist zu beachten.

Die Zugänglichkeit der Schächte ist zu gewährleisten. Bei einem wasserseitig angeordneten Schacht ist die Bedienbarkeit des Schiebers im HW-Fall sicherzustellen.

Für Lieferung und Einbau der Leitungen, Schächte, Schachtabdeckungen und Formstücke sind die einschlägigen Normen der Abwassertechnik zu beachten (z. B. DIN EN 476, DIN EN1610, Hamburger Sielbau Vorschriften ZTV-Siele Hamb. 2003 etc.).

In jedem Falle sind für die Leitung im Schutzstreifenbereich duktile Gussrohre zu verwenden.

Die HWS-Wanddurchdringung ist gem. 4.3.4.1 auszubilden.

Werden die Schieberschächte nicht monolithisch mit der HWS-Wand verbunden, so ist der Abstand der Schächte von der HWS-Wand ausreichend breit zu wählen um den fachgerechten Bodeneinbau und die Verdichtung bis mindestens zur mitteldichten Lagerung zwischen Schacht und Wand zu gewährleisten.

Abflussleitungen die über HWS-Wände hinweg geführt werden, sind so auszubilden, dass sie nicht als Heber wirken können, z. B. Belüftung im Rohrscheitel.

Am Rohrauslauf in das Gewässer ist ein Verschluss vorzusehen, der das Eindringen von Treibgut in die Leitung verhindert (z. B. Rechen). Erfolgt der Auslauf an einer Böschung, so ist der gesamte Rohrmündungsbereich erosionssicher zu befestigen. Für den Wasserlauf unter dem Rohr ist bis mindestens -2,00 mNN ein Auslaufgerinne herzustellen und mit Wasserbausteinen zu pflastern. Die Fugen sind erosionssicher zu vermörteln.





Schachtausrüstung, Antriebe

Für die Schachtausrüstungen (Schieber, Pumpen, E-Installation, etc.) dürfen nur zugelassene, den derzeit gültigen Vorschriften entsprechende Anlagenteile/Bauteile/Baugruppen verwendet werden. Die Antriebe und die E-Installation sind hochwassergeschützt aufzustellen und falls erforderlich in separaten Schächten anzuordnen.

Elektrisch betriebene Schieber sind mit Stellanzeige und Störungsmeldern zu versehen, so dass jede Störung sofort erkennbar ist.

Bei größeren Schiebern ist an Stelle der Hand-Not-Betätigung ein motorischer Notbetrieb vorzusehen. Auf verträgliche Schließzeiten auch im Notbetrieb ist zu achten.

Nach Fertigstellung des Schieberbauwerks ist eine Funktionsprüfung durchzuführen. Beim Polder ist eine Anlagenbeschreibung (Betriebshandbuch), aus der die wesentlichen Kenndaten ersichtlich sind, zu hinterlegen.

Berücksichtigung von Setzungsdifferenzen

Unabhängig von den örtlichen Verhältnissen ist grundsätzlich von Setzungsunterschieden zwischen HWS-Wanddurchdringung und den Leitungsschächten mit der elastisch gebetteten Leitung auszugehen. Durch konstruktive Maßnahmen ist sicher zu stellen, dass es nicht zu Undichtigkeiten oder gar einem Bruch der Verbindungsleitung kommt (z. B. flexible Durchführungen oder Rohrgelenke z. B. Tytonmuffen). Deshalb sind bei Sielleitungen im Freigefälle zwischen der HWS-Wanddurchdringung und den Leitungsschächten mindestens 2 Rohrgelenke anzuordnen.

Ist auf Grund von bindigen Baugrundsichten, zusätzlichen Auflasten oder starkem Schwerlastverkehr, von größeren Setzungsdifferenzen (vgl. Anwendungsbereich Anlage 6.1) zwischen der elastisch gebetteten Leitung bzw. den Schächten und der HWS-Wandrohrdurchführung auszugehen, so ist nachzuweisen, dass die Setzungen für die Rohrverbindung schadlos sind (Einhaltung der zulässigen Winkelverdrehungen in den Muffen). Es ist nachzuweisen, dass das Gesamtmaß der zulässigen Setzung der Rohrgelenkkette mindestens dem 1,3 fachen Wert der rechnerisch zu erwartenden Setzung entspricht. Die von den Rohrherstellern angegebenen zulässigen Verdrehungswinkel in den Rohrgelenken dürfen nicht überschritten werden, auch wenn diese für einen höheren Prüfdruck der Leitung angegeben sind als der tatsächliche Leitungsdruck im Hochwasser Lastfall beträgt.

Ist der Nachweis der Setzungsverträglichkeit für die Leitung nicht mit ausreichender Sicherheit zu erbringen, so sind andere geeignete Maßnahmen zu ergreifen, die gewährleisten, dass dauerhaft unkontrollierte Ausspülungen im HWS-Wandbereich ausgeschlossen werden können.

Dies können sein:

- Abstimmung der Gründung der Schächte auf die der HWS-Wand, damit schädliche Setzungsdifferenzen ausgeschlossen sind; z.B. durch Tiefgründung von HWS-Wand und Schächten und durch Zusammenfassung des landseitigen Schieberbauwerks mit dem





HWS-Bauwerk zu einem Bauwerk mit doppelter Schiebersicherung (vgl. Anl. 6.2, Nr. 3). und setzungsverträglichen Leitungsanschlüssen (z.B. Gelenkanschluss und Schleppplatte).

Wenn auf die Zusammenfassung der beiden Bauwerke verzichtet wird, ist für die Rohrleitung ein entsprechender statischer Nachweis ohne Ansatz einer durchgehenden Bodenlagerung (Bodenaufast auf Balken auf zwei Stützen) zu erbringen.

- Verlegung der Leitung im gesamten beiderseitigen Schutzstreifenbereich im Mantelrohr unter Nachweis der Verformungen im Rahmen der zulässigen Spannungen. Alternativ kann das Mantelrohr ebenfalls mit Rohrgelenken vorgesehen werden, die zulässigen Winkelverdrehungen sind dabei zu beachten.
- Ansatz der Berechnungssole zum Nachweis der Standsicherheit und der hydraulischen Sicherheit der HWS-Wand, beidseitig der Wand im statisch, hydraulischen Einflussbereich der Leitung, nur bis UK Rohrleitung. Der Wasserstand darf binnenseitig, wie im Normalbereich, in GOK angenommen werden. Der Einflussbereich ergibt sich aus der Skizze bei Pkt. 4.3.4.2.

Bei besonderen Gefährdungslagen ist zu prüfen, ob eine Kombination der genannten Maßnahmen erforderlich ist.

4.4 HWS Pumpwerke

Je nach Bedeutung des Pumpwerks für die Standsicherheit der HWS-Anlage, sind unterschiedliche Anforderungen an die Betriebssicherheit der Anlage zu stellen. Eine besonders hohe Betriebssicherheit ist zu fordern, wenn an das Pumpwerk statisch wirkende Dränagen (planmäßige Absenkung des Binnenwasserstandes im LF Sunk) angeschlossen sind. In diesem Fall ist eine anlagentechnisch redundante Pumpenanlage (Doppelpumpenanlage mit eigener Notstromversorgung) erforderlich. Bei großen Pumpstationen und Schöpfwerken mit hoher Pumpleistung sind ein ausreichend dimensioniertes Notstromaggregat und eine Reservepumpe mit einer der stärksten Pumpe entsprechenden Leistung vorzusehen.

Dient das Pumpwerk nur der Abführung von Niederschlags- und Wellenüberschlagswasser, so kann die Redundanz durch den Nachweis eines ausreichenden Retentionsraumes (Stauraum im Leitungsnetz, oder Rückhaltebecken, s. hierzu auch Pkt. 4.8.7) gegeben sein. Dabei ist die mögliche Schließzeit der Schieber während einer Sturmflut zu berücksichtigen.

Die Notstromversorgung kann mit einem Aggregat sichergestellt werden, das auch für andere Noteinsatzzwecke vorgesehen ist.

Für die Schächte, Anlagenbestandteile, E-Installation und Leitungen im Schutzstreifen, bzw. die Leitungskreuzung gelten ebenso die Angaben in EAU, E165 und die ergänzenden Angaben unter Punkt 4.2.





Die HWS-Pumpen müssen gegen den außen anstehenden Wasserdruck im HW-Fall mit ausreichender Sicherheit „gegen an pumpen“ können. Entsprechende Nachweise sind zu führen.

Bei der Bemessung der Pumpen und des Pumpensumpfvolumens, mit Festlegung der Einschalt- und Ausschaltwasserstände, ist unbedingt die vom Pumpenhersteller höchst zulässige Schalthäufigkeit je Zeiteinheit zu beachten.

Für den möglichen Ausfall der Pumpe ist die Pumpleitung gegen einströmendes Wasser im HW-Fall doppelt abzusperren. Dies kann wie folgt geschehen:

- Druckleitung über die HWS-Wand führen (einfache Sicherheit ausreichend). (Am Hochpunkt der Leitung ist eine Belüftung vorzusehen)
- Druckleitung durch eine selbsttätig wirkende Rückschlagklappe an der Pumpe und durch einen zusätzlichen Schieber sichern.

Die Elektro-Schaltschränke, Schaltschütze, die E-Verteilung und die Notstromeinspeisung sind „trocken“, z.B. in einem separaten Schacht oder hochwassergeschützt in einem Freiluftschrank aufzustellen.

4.5 HWS - Tore

4.5.1 Allgemeines

In der Planungsphase ist sorgfältig zu prüfen, ob nicht an Stelle eines Tores die Querung der HWS-Wand mittels einer Rampe möglich ist. Sollte dies nicht möglich sein, ist der Dremmel möglichst hoch zu legen. Die Polderordnung ist zu beachten.

HWS-Tore sollen so einfach und so wenig störanfällig wie möglich ausgebildet werden. Starre mechanische Lösungen sind vorzuziehen. Für die Tore in einem Polder ist auf die möglichst einheitliche Ausbildung der Antriebs- und Steuerungstechnik zu achten.

Die Berechnung und Konstruktion von HWS-Toren hat in Anlehnung an DIN 19704 sowie unter Beachtung der EAU zu erfolgen.

Für die Ausführung der Schweißarbeiten ist die Herstellerqualifikation „D“ nach DIN 18800, Teil 7, Ausgabe 2002 erforderlich.

Es ist Material mit Abnahmeprüfzeugnis nach DIN EN 10204 – 3.1 zu verwenden. Für untergeordnete, nicht tragende Teile ist, nach Absprache mit dem Auftraggeber, das Werkzeugnis nach DIN EN 10204 – 2.2 ausreichend.

Das Tor ist so anzuordnen, dass der Wasserdruck das Tor gegen die Anschlagpfeiler und Dichtungen drückt.

Beidseitig der Torpfeiler, sind zur Sicherung vor Beschädigung, geeignete Anfahrsvorrichtungen anzuordnen.

Neben dem Tor ist eine Übersteigeleiter anzuordnen.





Nach Fertigstellung und Montage des Tores ist eine Dichtigkeits- und Funktionsprüfung durchzuführen. Das Ergebnis ist zu protokollieren.

Für die Unterbringung der im Ernstfall notwendigen Werkzeuge sind in unmittelbarer Tornähe diebstahlsichere Behältnisse vorzusehen.

4.5.2 Statische Berechnung

Zusätzlich zu Kapitel 9 der Richtlinie **BHFU** ist zu beachten:

Es ist der Nachweis zu erbringen, dass auch bei Wind das Tor sicher bewegt werden kann. Das ist insbesondere bei Schiebetoren (Torführung) zu beachten. Dabei ist entsprechend DIN 1055 Teil 4, mindestens von einem Windgeschwindigkeitsdruck von $q=0,85 \text{ kN/m}^2$ (Windzone 2, Definition Küste) auszugehen. Bei großen lichten Torweiten und Toren ohne Anschlag am Drempe, ist der Durchbiegungsnachweis zu erbringen, dass im Hochwasserbelastungsfall, die untere Dichtung noch auf der Dichtschiene aufliegt.

4.5.3 Konstruktion

4.5.3.1 Tortafel:

HWS-Tore befinden sich in aller Regel an Land und sind ständig kontrollierbar. Daher gelten abweichend von DIN 19704 - 2 folgende Mindestkonstruktionsvorgaben:

- Stauwandbleche $t = 8\text{mm}$
- Aussteifungen aus Walzprofilen $t = 6\text{mm}$
- Mindestschraubendurchmesser 12mm
- Alle Kehlnähte $a_{\min} = 3,5\text{mm}$ (durchlaufend und ringsum schweißen)

Das Tor ist jeweils im HW-Verschlusszustand und im geöffneten Zustand mechanisch zu arretieren.

Für eine manuelle Schließmöglichkeit des Tores sind Anschlagvorrichtungen vorzusehen.

Auf keinen Fall darf das Tor im geöffneten Zustand und beim Einhängvorgang auf den Dichtungen aufgelagert werden. Entsprechende Aufhängevorrichtungen oder Montagehilfen sind vorzusehen.

Die Verschlussmutter der Spannvorrichtung sind mit Handgriffen zu versehen.

Gewinde der Verschlusseinrichtungen sind als Trapezgewinde auszuführen.

Wasserablaflöcher sind vorzusehen (Freischnitte Radius = 40mm)

Ein Korrosionsschutz für das Tor und alle beweglichen Teile ist, wegen der Abweichungen von DIN 19704 bei den Mindestkonstruktionsvorgaben, vorzusehen (3 lagig, mindestens $240\mu\text{m}$, Vorbereitung durch strahlen, Reinheitsgrad Sa 2,5).





4.5.3.2 Dichtung:

Die Dichtungen sollen an den Tortafeln und nicht an den ortsfesten Anschlängen montiert werden.

Die Dichtungen sind leicht auswechselbar und justierbar anzuordnen.

Die untere Dichtung des Tores soll zur Verringerung der Auftriebskräfte auf der Wasserseite angeordnet sein. Andernfalls ist ein entsprechender Nachweis zu erbringen.

Profildichtungen, die durch Anpressdruck komprimiert werden, sind Lippendichtungen vorzuziehen.

Die Zusammendrückung der horizontalen und der vertikalen Dichtungsprofile im Belastungszustand ist nachzuweisen. Die Zusammendrückung der Dichtung soll auf 45-50 % durch konstruktive Maßnahmen begrenzt werden (starre Anschläge). Die Herstellerangaben sind zu beachten.

Die Art der Dichtung und ihr Verlauf sowie die Dichtungsbefestigung sind in den Ausführungsunterlagen darzustellen, insbesondere auch im Eckbereich (Übergang Horizontal – Vertikal).

Dichtungsmaterialkennwerte: Shorehärte: Vollprofile 40, Hohlprofile 60

Bei Gleistoren sind für den Schienenbereich besondere Dichtungskeile vorzusehen.

4.5.3.3 Dremmel und Anschlagpfeiler:

Die für die Umströmungssicherung erforderliche Spundwandschürze muss mindestens 20 cm in den Dremmelbeton einbinden. Wird die Spundwandsickerschürze seitlich am Beton angeordnet, so muss die Spundwand grundsätzlich über die gesamte Bauteildicke reichen. Je Doppelbohle sind mindestens 2 Ankerstähle vorzusehen.

Momente sind entsprechend dem statischen Nachweis durch anzuschweißende Zuglaschen bzw. Druckknaggen je Doppelbohle zu übertragen. Die Spundwandtäler sind mindestens mit $\varnothing 10$ a = 15cm kreuzweise zu bewehren.

Mindestbetongüte C30/37LP. Betondeckung gemäß DIN 1045 Teil 1, Tab. 4, Zeile 3.

Im Dremmel ist eine Dichtungsauflage aus Stahl vorzusehen. Das gewählte Stahlprofil ist ausreichend breit zu wählen, damit sichergestellt ist, dass im Belastungszustand die Dichtung auf der Stahlfläche aufliegt.

Köcher für Steckpfosten sind mit einer verschließbaren Abdeckung und einer Entwässerungseinrichtung zu versehen.

4.5.4 Antrieb

Für die Antriebe dürfen nur zugelassene, den derzeit gültigen Vorschriften entsprechende Anlagenteile/Bauteile/Baugruppen verwendet werden.





Motorbetriebene Tore sind mit einem unabhängigen Notantrieb (motorisch oder mechanisch) auszurüsten.

Antriebsteile wie Motor, Getriebe und Kupplung sind hochwassergeschützt anzuordnen.

Bei Motorantrieben sollte eine Schließgeschwindigkeit von 6m/min zugrunde gelegt werden. Für den Notantrieb kann die halbe Geschwindigkeit akzeptiert werden.

Bei angetriebenen Toren ist ein Betriebshandbuch zu liefern. Es muss mindestens eine Übersichtszeichnung und Funktionsbeschreibung sowie Hinweise für die Wartung und Instandhaltung beinhalten.

4.6 Flächenbefestigung, Kolkenschutz, Wasserdruckentspannung

4.6.1 Landseitige Flächenbefestigungen

Gemäß Polderordnung ist ein Verteidigungsweg an der Landseite der Hochwasserschutzanlage anzuordnen.

Der Aufbau der Flächenbefestigung des Verteidigungsweges ist in Abhängigkeit der Verkehrsbelastung festzulegen.

Das Quergefälle zur Landseite hin soll 1,5% nicht unterschreiten. Ist die zügige Versickerung der landseitig anfallenden Wassermengen nicht möglich, so ist ein entsprechend leistungsfähiges Entwässerungssystem vorzusehen.

4.6.2 Kolkenschutz

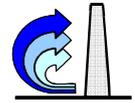
Da die Wellenüberschlagsrate einheitlich mit $q_T = 0,5$ (l/ms) festgelegt wurde ist kein Kolkenschutz erforderlich.

4.6.3 Wasserdruckentspannung

Es ist ein Entspannungsfilter gemäß E 165, EAU , Abschnitt 4.9.6.3 vorzusehen.

Bei der Verfüllung der Spundwandtäler mit Metallhüttenschlacke ist zu beachten, dass diese wegen der Förderung der Korrosion nicht direkt mit der Spundwand in Berührung kommen darf. Dazu ist zwischen Spundwand und Metallhüttenschlacke eine Trennschicht einzubauen (z. B. Vlies oder Geotextil). Alternativ für die Metallhüttenschlacke kann auch Naturstein- oder Gleisschotter eingebaut werden.





4.7 Böschungen, Warften und Deiche

4.7.1 Böschungen

Die Böschung vor HWS-Wänden sollte im Regelfall gemäß Anlage 5 ausgebildet sein. Die in der EAU, Bild E 107-2 dargestellte Böschungssicherung in Hamburg entspricht nicht den neuesten Erkenntnissen.

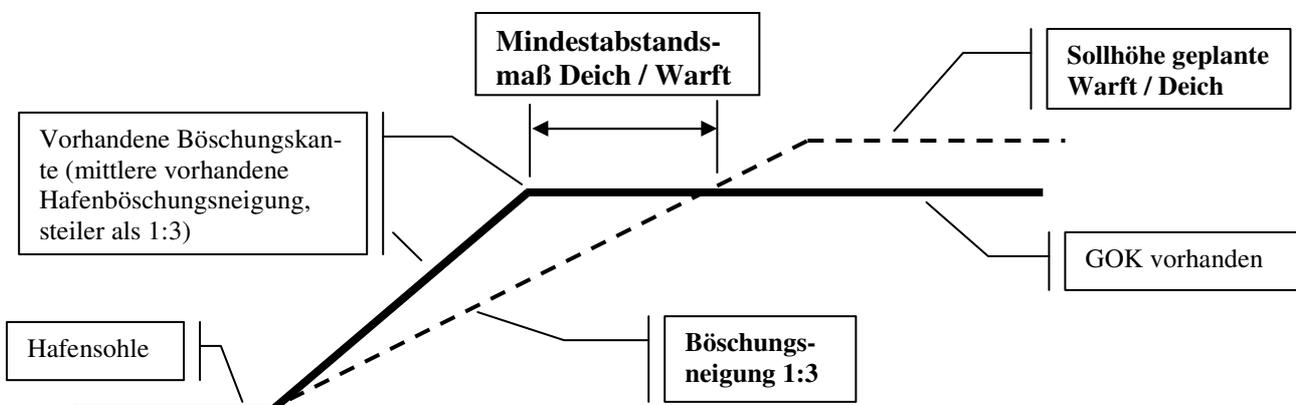
Bei steileren Böschungen als auf der Anlage dargestellt, ist die Erosionssicherheit durch ein geeignetes Deckwerk sicherzustellen (z. B. gepacktes Deckwerk oder gepflasterte Böschung aus Wasserbausteinen). Die erforderliche Böschungsentwässerung ist durch geeignete konstruktive Maßnahmen sicher zu stellen.

Insbesondere bei bindigen Baugrundsichten ist die ausreichende Geländebruchsicherheit der Böschung, im Zusammenhang mit den statischen Nachweisen für das HWS-Bauwerk nach Pkt. 3.7, nachzuweisen.

Sonderfall Warften und Deiche:

Wird ein privater Deich oder eine Warft an einer steiler als 1:3 geneigten vorhandenen Hafentböschung errichtet, so ist der Böschungsfuß der Warft oder des Deiches auf dem vorhandenen Gelände mindestens in dem auf der nachfolgenden Skizze dargestellten Mindestabstand anzuordnen.

Dieser Mindestabstand darf nur dann unterschritten werden, wenn mit dem Eigentümer der Hafentböschung, auf der eine Warft oder ein Deich gebaut werden soll, eine vertragliche Vereinbarung über die Nutzung der Hafentböschung als „Stützbauwerk“ für die Warft / Deich geschlossen wird. Die Standsicherheit (z. B. Böschungsbruch) der Hafentböschung ist für alle relevanten Lastfälle nachzuweisen. Gegebenenfalls sind entsprechende bauliche Verstärkungs- und Erosionsschutzmaßnahmen durchzuführen. Die Hafentböschung wird in diesem Fall Bestandteil der HWS-Anlage mit allen Konsequenzen.





4.7.2 Warften im privaten Hochwasserschutz

Die Böschung ist in Neigung 1:3 auszuführen. In Ausnahmefällen kann eine Neigung bis 1:2 zugelassen werden. Die Böschungen von Warften sind in Anlehnung an das Regelprofil gemäß Anlage 5 mit einer den örtlichen Verhältnissen entsprechenden begrüntem Kleiabdeckung oder einem Deckwerk zu sichern. Für die Begrünung von Warftböschungen sind Deichsaatmischungen zu verwenden. Alternativ kann das Deckwerk mit Schüttsteinen auf einem filterstabilen Unterbau hergestellt werden. Die erforderliche Böschungsentwässerung ist durch geeignete konstruktive Maßnahmen sicher zu stellen, damit es nicht zu einem unzulässigen Wassereinstau kommt.

4.7.3 Deiche im privaten Hochwasserschutz

4.7.3.1 Allgemeines

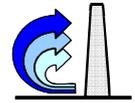
Der standardmäßige Querschnitt ist auf der Anlage 4 dargestellt. Deiche sollen aus einem Sandkern mit einer Kleiabdeckung gebaut werden. Die Kleiabdeckung soll wasserseitig mindestens 1,3m und landseitig mindestens 1m stark sein. Die Oberfläche erhält eine dichte Grasabdeckung aus einer speziellen Deichsaatmischung. An erosionsgefährdeten Punkten, z.B. bei Anschlüssen an konstruktive Bauwerke, ist eine Verstärkung der Abdeckung durch Deckwerkssteine o. glw. vorzusehen. Die Bauausführung hat mit der gebotenen Sorgfalt zu geschehen, so dass ein Deich einer kurzzeitigen Überströmung ohne nennenswerten Schaden widerstehen kann.

Die Deichkronenbreite soll 3m betragen. Bei beengten Verhältnissen können 2m zugelassen werden. In keinem Fall dürfen jedoch 1,5m unterschritten werden. Befindet sich der Verteidigungsweg auf der Deichkrone, so ist dieser mindestens 5m breit zu wählen. Die Böschungsneigungen sollen 1:3 betragen. Eine Neigung bis 1:2 kann vorgesehen werden, wenn das aus der Örtlichkeit unvermeidbar ist und die Gewährleistung der Erosionssicherheit angemessen berücksichtigt wird.

Landseitig des Deiches ist ein asphaltierter oder gepflasterter Verteidigungsweg vorzusehen. Zur Entspannung von im Deich eingestautem Wasser sollen EntwässerungsfILTER vorgesehen werden. Die Deichtrasse muss von jeder Bebauung und Bepflanzung frei gehalten werden.

Sind bei einem Deich planmäßig Setzungen zu erwarten, so ist dafür ein entsprechendes Vorhaltemaß bei der Deichkronenbreite, für eine nachträgliche Höhenanpassung, unter Beibehaltung der 1:3 Böschungsneigung, zu berücksichtigen (Konstruktive Details zur Ausbildung von Deichen können den Regelzeichnungen des Leitfadens des Landesbetriebs Straßen, Brücken und Gewässer (LSBG), Hochwasserschutz, entnommen werden).





4.7.3.2 Einbindung einer HWS-Wand in einen Deich

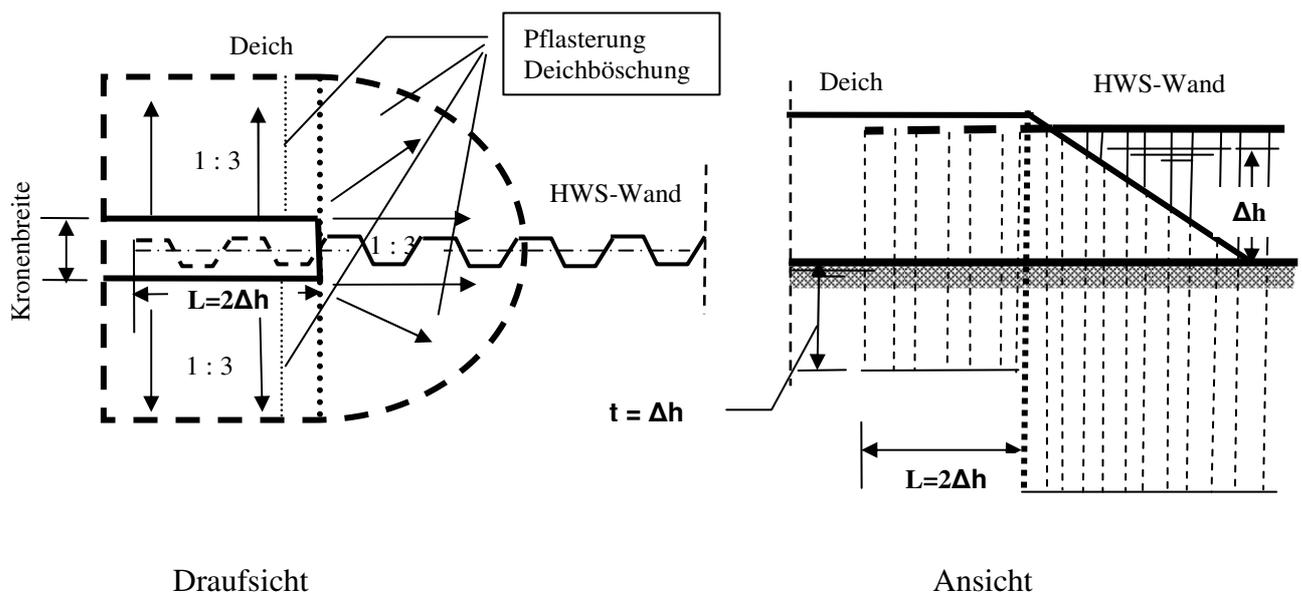
Der Übergang zwischen Deich und HWS-Wand ist erosionsgefährdet. Deshalb muss die Wand in ausreichender Länge in der Deichkrone weiter geführt werden. Die Böschungsan-schlüsse sind durch Pflaster oder dergleichen gegen Erosion zu sichern.

In Abhängigkeit von der Schutzhöhe soll die Einbindelänge der Wand, gemessen in Wand-achse auf Deichkronenniveau, mindestens dem 2-fachen Betrag der Höhendifferenz zwi-schen Bemessungswasserstand (bzw. Außenwasserstand) und dem binnenseitigen Was-serstand in Geländeoberkante im Lastfall Hochwasser entsprechen. Die Mindesteinbinde-länge in die Deichkrone, in der Draufsicht gemessen beträgt jedoch 5m.

$$L = 2,0 \Delta h, \text{ jedoch } \geq 5,0\text{m}$$

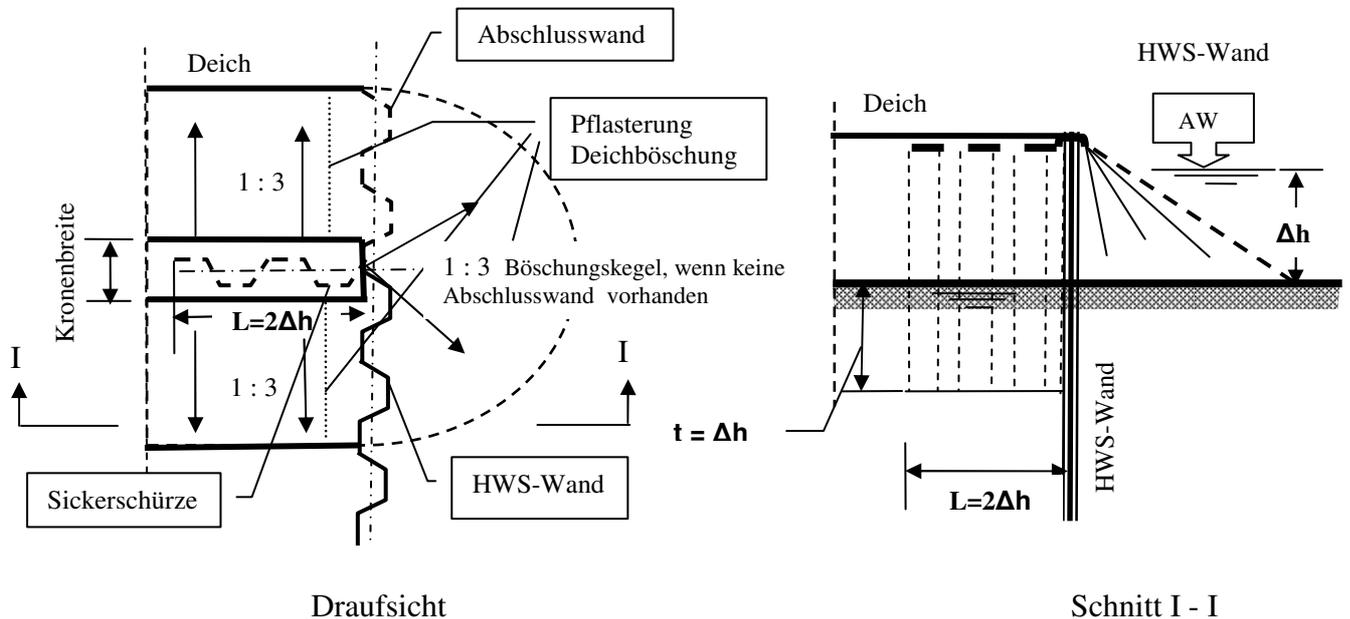
Die vertikale Einbindetiefe ‚t‘ der Sickerschürze unter dem binnenseitigen Wasserstand in GOK, beträgt 1,0 Δh .

A) Übergang Deich – HWS-Wand - im Verlauf der HWS-Linie





B) Übergang Deich – HWS-Wand - abknickende HWS-Linie



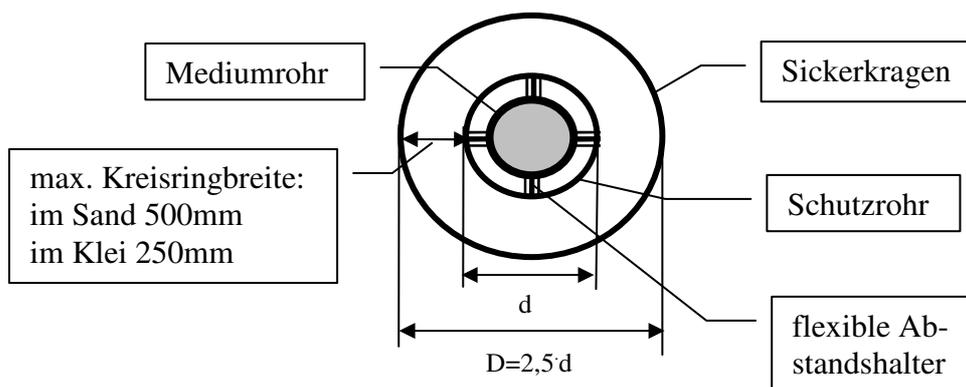
4.7.3.3 Leitungskreuzungen bei Deichen

Ergänzend zum Abschnitt 4.3, Leitungen im Bereich von HWS-Wänden, sind zusätzlich die nachfolgenden Angaben bei Leitungskreuzungen von Deichen zu beachten.

Die Deichböschung ist wasser- und landseitig im Bereich der Leitungstrasse mit Wasserbausteinen zu pflastern.

Bei einer unumgänglichen Verlegung der Leitungen im Boden sind jedoch alle Leitungen im gesamten Deichgrund in Schutzrohren zu verlegen. Die Schutzrohre sind mit einem Sickerkragen auf der Wasserseite des Deiches zu versehen. Bei Verlegung im Sand muss der Außendurchmesser des Sickerkragens mindestens den 2,5 fachen Schutzrohrdurchmesser aufweisen, jedoch soll die Kreisringbreite maximal 500mm betragen.

Bei Einbettung des Schutzrohres in eine mindestens 1,3m starke Kleipackung um das Rohr kann die Kreisringbreite auf 250mm verringert werden.





Im Ein- und Ausmündungsbereich der Leitung aus der Deichböschung ist diese mit Wasserbausteinen erosionssicher zu befestigen.

4.8 Dränagen

4.8.1 Anwendungsbereich

Der Einsatz von **statisch wirksamen Dränagen** ist grundsätzlich nur im Bereich **von bereits vorhandenen** HWS-Anlagen und Uferbauwerken vorgesehen, wo bei Nachrechnungen oder Sicherungsmessungen des Bauwerks Standsicherheitsdefizite erkannt wurden. Bei **Neubauten** können in Einzelfällen statisch wirksame Dränagen planmäßig vorgesehen werden, wenn die Baugrund- und Wasserstandsverhältnisse Binnenwasserstände ergeben, die zu einer sehr unwirtschaftlichen Konstruktion führen würden. Bei der Planung ist die möglichst einfache Kontrolle und Wartung der Dränage zu berücksichtigen. Die Kontrollintervalle sind im Einvernehmen mit dem Baugrundgutachter abzustimmen. Ob eine Dränage zum Einsatz kommen soll, ist im Einzelfall sorgfältig zu prüfen. Unabhängig davon ist jedoch, dass für solch ein HWS-Bauwerk der statische Nachweis gemäß EAU, E165, Abschn. 4.9.2.2 für den Ausfall der Dränage zu erbringen ist.

Die nachfolgenden Ausführungen gelten für statisch wirksame Dränagen, die eingesetzt werden, um den Binnenwasserstand bei HWS-Wänden und Uferbauwerken temporär abzusenken, z. B. im Zeitraum höher auflaufender Tiden. Durch Anordnung solch einer Dränage können z. B. in den Sunk 3 Lastfällen, oder bei hoch liegenden Weichschichten auch im Sunk 1 und Sunk 2 Lastfall, günstigere Binnenwasserstände angesetzt werden. Die höhenmäßige Anordnung der Dränage ist jedoch so zu wählen, dass eine dauerhafte Absenkung des hinter den vorgenannten Bauwerken vorhandenen mittleren Grundwasserstandes (GW, +1,0mNN) ausgeschlossen wird.

Den nachfolgenden Bemessungsangaben liegen Vereinfachungen hinsichtlich des Baugrundes und der Strömungsverhältnisse zu Grunde. Weichen die örtlichen Verhältnisse stark von den vorgegebenen Randbedingungen ab, so sind für die Bemessung der Dränage für den zu untersuchenden Wandbereich, instationäre hydraulische Berechnungen durchzuführen. Letzteres gilt auch für den Fall, wenn die Dränage optimiert werden soll.

Zur Überprüfung der Wirksamkeit der Dränage (Überprüfung des in der statischen Berechnung zu Grunde gelegten Binnenwasserstandes) ist eine ausreichende Anzahl von Kontrollpegeln zu setzen, um zweifelsfrei die Funktionsfähigkeit der Dränageanlage beurteilen zu können.

4.8.2 Grundsätzliche Anforderungen

Im Entwurf sind deutlich die Führung der Dränrohre und Siele sowie die Lage von Kontroll- und Pumpenschächten mit Angaben zu den verwendeten Materialien darzustellen. Für die Bauausführung ist eine detaillierte Ausführungsplanung zu erstellen.





Dränagerohre dürfen nicht als Rohre zur Entwässerung befestigter Flächen oder zur Dachentwässerung benutzt werden.

Abflussleitungen die über HWS-Wände hinweg geführt werden, sind so auszubilden, dass sie nicht als Heber wirken können.

Pumpenschächte sind mit vorgeschaltetem Sandfang auszubilden. Die Pumpen sind für die in einem Pumpenschacht anfallende Wassermenge zu bemessen.

Für alle Anlagenteile sind Wartungs- und Kontrollpläne aufzustellen. Auf die möglichst leichte Zugänglichkeit der Anlagenteile ist zu achten.

Für den Ausfall von Pumpen sind ein Überwachungs- und Alarmsystem vorzusehen. Für alle Pumpen, die zur Erhaltung der Standsicherheit von Hochwasserschutzanlagen benötigt werden, sind bei der "Direkteinleitung" (vgl. Pkt. 4.8.7) im Sturmflutfall für jeweils 5 Pumpenschächte 1 mobile Reservepumpe mit der Leistung der jeweils stärksten Pumpe betriebsbereit vorzuhalten. Die leichte Handhabung und Umsetzbarkeit der mobilen Pumpe ist zu gewährleisten. Für elektrische Pumpen ist ein ausreichend dimensioniertes Notstromaggregat vorzusehen. Beim System "Wasserrückhalt mit zentralem HWS-Pumpwerk" ist Pkt. 4.4 zu beachten.

4.8.3 Grundlagen der Bemessung

4.8.3.1 Allgemeines

Die Dränage ist in Form eines Dränstranges bestehend aus Dränrohr mit Kies- und ggf. Sandfilter auszubilden.

Für die Bemessung der Dränage kann der Wasserzufluss zum Dränstrang bzw. die vom Dränrohr abzuführende Wassermenge, ausgehend von den für die Lastfälle Sunk 1 bis Sunk 3 in der Richtlinie BHFU angegebenen Innenwasserständen, abgeschätzt werden. Der Wasserzufluss zum Dränrohr q_D kann dabei abhängig von den Baugrundverhältnissen im Bauwerksbereich

- durchlässiger Baugrund (Anlage 9) bzw.
- Baugrund mit dichtender Schicht (Anlage 10)

näherungsweise aus den Anteilen

- Fußmströmung der Wand ($q_{u,D}$) bzw. seitliche Sickerströmung ($q_{s,D}$)
- Versickerung ($q_{v,D}$) von Wellenüberschlagswasser ($q_{v,T}$) und Niederschlag ($q_{v,r}$)

ermittelt werden.

4.8.3.2 System

Für Wände in durchlässigem Baugrund (Anlage 9) sind die Einbindetiefe der Wand und die Durchflusshöhe x' unterhalb des Wandfußes zu ermitteln. Dabei ist die Einbindetiefe bei vertikalen Geländesprüngen ab Berechnungssole und bei Böschungen ab Mittelwasser





Elbe (MW rd. +0,50 m NN) anzusetzen. Der Abstand ,a' des Dränrohres zur Wand und die Differenz Δh zwischen dem Innenwasserstand ohne Drainage gemäß Abschnitt 4.8.3.4 und OK Dränrohr sind abhängig von den örtlichen Verhältnissen und Erfordernissen zur Absenkung des Wasserstandes zu wählen.

Bei Wänden in dichtender Schicht (Anlage 10) sind ,a' und Δh entsprechend zu wählen. Dabei muss für die Wand jeweils eine gesicherte Einbindung von $t \geq 0,5\text{m}$ in die dichtende Schicht vorhanden sein.

4.8.3.3 Baugrund

Hinsichtlich des Baugrundaufbaues müssen insbesondere die Höhenlage und Mächtigkeit dichtender Bodenschichten (Anlage 9 und 10) bekannt sein.

Für die Drainagebemessung ist der anzusetzende k-Wert anhand der Ergebnisse bodenmechanischer Versuche (z. B. aus Korngrößenverteilungen) abzuschätzen.

4.8.3.4 Wasserstände

a) Ausgangswerte ohne Drainage:

Für die Drainagebemessung sind, abhängig von der Möglichkeit der Versickerung und Fußumströmung, die Innenwasserstände gemäß Kapitel 3 BHFU, ohne Drainage anzusetzen. Bei dichtenden Weichschichten ist zu prüfen, ob die Ansatzwerte ausreichen.

In der BHFU sind die Randbedingungen, ab wann eine behinderte Fußumströmung vorliegt, definiert. Keine Fußumströmung liegt vor ab einer Einbindung der Wand in die dichtende Schicht von mindestens $t = 0,5\text{m}$. Auch in diesem Fall gelten grundsätzlich die entsprechenden Ansatzwerte der BHFU oder vom Baugrundgutachter andere festgelegte Innenwasserstände für die behinderte Fußumströmung.

Hinweis: In Fällen wo die Ausbaureserve berücksichtigt wurde, sind die Zuschläge der Tabelle 5 zu entnehmen.

Bei HWS- bzw. Uferwänden in durchlässigem Baugrund mit freier Fußumströmung liegt der vorhandene mittlere Grundwasserstand (GW) erfahrungsgemäß rd. 0,50 m über dem Mittelwasser (MW) der Elbe, d.h. auf rd. +1,00 mNN. Sofern bei Wänden mit behinderter Fußumströmung bzw. mit dichtender Schicht der mittlere Grundwasserstand nicht bekannt ist, ist dieser durch Pegelmessungen zu ermitteln.

b) Maßgebender Innenwasserstand für die Bemessung bei Einsatz einer Drainage:

Für die Bauwerksbemessung mit Drainage ist die Höhenlage des abgesenkten Grundwasserspiegels im Bereich des aktiven Erddruckgleitkeiles nach Anlage 11 anzusetzen. Bei Kaianlagen mit integriertem Hochwasserschutz gilt der Wasserstand $H_{\bar{u}}$ gem. Anlage 11 nur dann, wenn die landseitige Spundwandschürze oberhalb der abgesenkten Spiegellinie endet.

Die in der Drainagebemessung nachgewiesene Höhe für den Innenwasserstand I_{BW} darf **nicht tiefer als +2,00 mNN** angesetzt werden.





$$I_{BW} = OK_{Drän} + H_{\bar{u}} \text{ (gemäß Anlage 11)}$$

4.8.3.5 Wasseranfall aus Wellenüberschlag und Niederschlag

Die für den zu untersuchenden Wandabschnitt maßgebende Wellenüberschlagsrate beträgt $q_T = 0,5l/m \cdot s$. Die daraus resultierenden Wassermengen und ihre Auswirkungen auf den Binnenwasserstand sind in den Wasserständen der BHFU, Kapitel 3 berücksichtigt.

Der **Niederschlag während eines Hochwasserereignisses** ist bei der Dränagebemessung mit einer Regenspende von $r_{S180} = 3 l/s \cdot ha$ anzusetzen.

4.8.4 Bemessung der Dränage bei durchlässigem Baugrund

4.8.4.1 Bemessungswassermenge

Die bei durchlässigem Baugrund von der Dränage aufzunehmende und abzuleitende Bemessungswassermenge (Anlage 9) ergibt sich zu

$$q_D = q_{v,D} + q_{u,D} \text{ (l/s} \cdot \text{m)}$$

mit den jeweiligen Anteilen aus Versickerung und Fußumströmung

4.8.4.2 Dränagezufluß aus Versickerung $q_{v,D}$

Bei durchlässigem Baugrund (Anlage 9) ergibt sich der Dränagezufluss aus Versickerung $q_{v,D}$ aus den Anteilen Wellenüberschlag $q_{v,T}$ und Niederschlag $q_{v,r}$.

$$q_{v,D} = q_{v,T} + q_{v,r} \text{ (l/s} \cdot \text{m)}$$

Die Wassermenge aus **Wellenüberschlag** verteilt sich i. a. - weitgehend unabhängig von der Oberflächenbeschaffenheit - auf eine große Fläche hinter dem zu untersuchenden Wandabschnitt. Die für die unmittelbare Versickerung zu einem Dränstrang maßgebende Einflussbreite kann näherungsweise mit 5 m angenommen werden. Damit fließen von der Wellenüberschlagsrate ($q_{v,T} = 0,5l/s \cdot m$) dem Dränstrang unmittelbar $q_{v,T} \approx 0,05 l/s \cdot m$ zu, sofern die Oberflächenbeschaffenheit und die Versickerungsfähigkeit des anstehenden Bodens dieses zulassen.

Die Wassermenge aus **Niederschlag** ergibt sich für den zu untersuchenden Wandabschnitt durch Multiplikation der Bemessungsregenspende mit der o. g. Einflussbreite für einen Dränstrang bei unmittelbarer Versickerung zu rd. $q_{v,r} = 0,002 l/s \cdot m$.

Einer Dränage kann jedoch nur soviel Wasser durch Versickerung zufließen, wie die **Versickerungsfähigkeit** des anstehenden Baugrundes, abhängig von der Wasserdurchlässigkeit in der ungesättigten Zone (vereinfacht: $k_u = k/2$), maximal erlaubt. Für die o. g. Einflussbreite eines Dränstranges ergeben sich die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen maximalen Versickerungsraten max. q_v .





k (m/s)	$1 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$
max. q_v (l/s · m)	0,25	0,75	1,25

Tab. 7: Maximale Versickerungsrate max. q_v

Bei **überfluteten Uferbauwerken** ist der Drainagezufluss aus Versickerung mit

$$q_{v,D} = \text{max. } q_v$$

anzunehmen.

Bei **beschränkter Versickerung** ist der Anteil aus Wellenüberschlag mit $q_{v,T} \leq 0,05$ l/s · m zu berücksichtigen.

Die für ungehinderte bzw. beschränkte Versickerung ermittelten Bemessungswerte sind unabhängig vom Abstand des Dränrohres zur Wand.

4.8.4.3 Drainagezufluss aus Fußumströmung $q_{u,D}$

Bei **freier Fußumströmung** ($x \geq 1,50$ m) von HWS-Wänden in Böschungen bzw. in Verbindung mit Kaianlagen ist der Drainagezufluss $q_{u,D}$ nach dem Nomogramm in Anlage 12 zu bestimmen. Der Drainagezufluss ist dabei abhängig vom Verhältnis s/T , vom Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k und der Differenz Δh . Das Nomogramm gilt für $0,2 \leq s/T \leq 0,9$ und für Dränstränge mit einem Abstand von $a \leq 1,0$ m zur Wand.

Bei **behinderter Fußumströmung** ($x < 1,5$ m) ist unabhängig davon, ob die HWS-Wand in einer Böschung liegt oder in eine Kaianlage integriert ist, der Drainagezufluss nach dem Nomogramm in Anlage 12 für Kaianlagen mit $s/T = 0,9$ zu ermitteln.

Für Dränstränge, die in einem Abstand von $a > 1,0$ m zur Wand liegen, ist der Drainagezufluss aus freier bzw. behinderter Fußumströmung gemäß Anlage 13 zu erhöhen.

4.8.5 Bemessung der Drainage bei Baugrund mit dichtender Schicht

4.8.5.1 Bemessungswassermenge

Die bei Baugrund mit dichtender Schicht von der Drainage aufzunehmende und abzuleitende Bemessungswassermenge (Anlage 10) ergibt sich zu

$$q_D = q_{v,D} + q_{s,D} \text{ (l/s · m)}$$

mit den jeweiligen Anteilen infolge Versickerung und seitlicher Sickerströmung

4.8.5.2 Drainagezufluß aus Versickerung $q_{v,D}$

Bei Baugrund mit dichtender Schicht (Anlage 10) ist der Drainagezufluss aus Versickerung von Wellenüberschlag und Niederschlag entsprechend Abschnitt 4.8.4.2.zu bestimmen.





4.8.5.3 Dränagezufluß aus seitlicher Sickerströmung $q_{s,D}$

Bei Baugrund mit dichtender Schicht ergibt sich abhängig von Δh eine seitliche Sickerströmung zum Dränstrang. Die einem Dränrohr mit einem Abstand von $a \leq 1,0$ m zur Wand zufließende Wassermenge $q_{s,D}$ ist abhängig von Δh und dem Wasserdurchlässigkeitsbeiwert des Bodens oberhalb der dichtenden Schicht entsprechend nachfolgender Tabelle anzusetzen.

Differenz zwischen dem Innenwasserstand ohne Dränage und OK Dränrohr Δh (m)	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert k (m/s)		
	$1 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$
1,0	0,01	0,01	0,01
2,0	0,01	0,02	0,02
3,0	0,01	0,02	0,02

Tab. 8: Seitlicher Sickerwasserzufluß $q_{s,D}$ ($l/s \cdot m$)

Für Dränstränge, die in einem Abstand von $a > 1,0$ m zur Wand liegen, ist der Dränagezufluss aus seitlicher Sickerströmung gemäß Anlage 13 zu erhöhen.

4.8.6 Grundsätze zur konstruktiven Ausbildung von Dränagen

Dränagen sind gemäß den Anforderungen der DIN 4095 - Dränung zum Schutz baulicher Anlagen - so zu planen, **dass sie jederzeit in allen Teilen erneuert werden können**. Grundsätzlich sind sie frei von Überbauungen zu halten. In unabdingbaren Ausnahmefällen sind konstruktive Maßnahmen zu treffen, die Reparaturmaßnahmen der Dränage ermöglichen.

Die Lage der Dränrohre ist in Abhängigkeit der Konstruktion des HWS- bzw. Uferbauwerkes, Unterhaltungsaspekten, Baugrundverhältnissen und des für die statische Berechnung maßgebenden Innenwasserstandes zu wählen. Bei Kaianlagen z. B. kann es aus Gründen der Zugänglichkeit notwendig sein, die Dränage landseitig der Kaiplatte anzuordnen.

Der Abstand zwischen Kontroll- und Pumpenschächten sollte $a \leq 100$ m betragen. Die vom Dränrohr in der gewählten Haltungslänge abzuleitende Wassermenge ist hydraulisch nachzuweisen. Die Kontrollschächte sind an den Hochpunkten anzuordnen. Der Durchmesser für Dränrohre sollte mindestens DN 150 betragen. Das Filtermaterial ist filterstabil auf den anstehenden Baugrund und das Dränrohr abzustimmen. Angaben zur Stabilität von Kiesfiltern enthält die EAU 2004, E32.

Die Dränage muss kontroll- und wartungsfähig sein. Sie ist mit Spülrohren auszurüsten. Der Abstand zwischen den Spülrohren sollte höchstens 75 m betragen.





4.8.7 Ableitung des Dränagewassers

Für die Ableitung des Dränwassers in die Elbe kommen, abhängig von den örtlichen Verhältnissen,

- die Direkteinleitung
- oder
- der Dränwasserrückhalt

in Frage.

Die **Direkteinleitung**, deren Prinzip in Anlage 7 dargestellt ist, bietet sich an, wenn das Dränrohr in geringem Abstand zur HWS-Wand liegt und es keine baulichen Zwänge innerhalb des Polders gibt, das den Pumpenschächten zugeführte Wasser auf dem kürzesten Weg in die Elbe zu pumpen. Abhängig von den örtlichen Verhältnissen kommt eine Einleitung unterhalb oder oberhalb des Bemessungswasserstandes in Frage. Wenn irgend möglich sollte die Einleitung jedoch oberhalb des Bemessungswasserstandes erfolgen.

Der **Dränwasserrückhalt**, dessen Prinzip in Anlage 8 dargestellt ist, kann z. B. bei Dränaugen hinter Kaiplattenkonstruktionen oder bei im Polder vorhandenen baulichen Anlagen, die eine Zusammenführung des Dränwassers über größere Längen notwendig machen, erforderlich werden. Dazu ist das Dränwasser von den Pumpenschächten entlang des Dränstranges in eine Sammelleitung zu pumpen, über die es ggf. druckfrei einem Rückhaltebecken zufließt. Hierbei kann es sich um ein offenes oder geschlossenes Becken handeln. Der Stauraum des Rückhaltebeckens ist unter Berücksichtigung der Außenwasserstände mit den Bemessungstiden gemäß den Anlagen 14 und 15, den Zu- und Abflussverhältnissen des Stauraumes sowie dem vorgesehenen Einleitungsniveau in die Elbe mittels einer Retentionsberechnung zu ermitteln. Hierzu ist aus der maximalen Differenz der Summenlinien des Zu- und Abflusses das erforderliche Rückhaltevolumen zu bestimmen. Das Einleitungsniveau kann dabei so festgelegt werden, dass das Becken nach einem Hochwasserereignis mit ablaufendem Wasser teilweise im freien Gefälle in die Elbe entleert wird. Der unterhalb des Einleitungsniveaus liegende Teil des Rückhaltebeckens ist über Pumpen zu entleeren. Bei der Bemessung des Rückhaltebeckens und dessen Einrichtungen zur Entleerung ist DWA (Deutsche Vereinigung Wasser- und Abwasserwirtschaft) – A117 (Richtlinie für die Bemessung, die Gestaltung und den Betrieb von Regenrückhaltebecken) zu beachten. Für das Pumpwerk siehe Pkt. 4.4.

4.9 Oberflächenentwässerung

4.9.1 Allgemeines

Für die Sollhöhenermittlung der HWS-Wand ist ein Wellenüberlauf $q_T = 0,5 \text{ l/ms}$ im Mittel über 3 Stunden zu Grunde zu legen. Diese Wassermenge und die des Sturmflutbemessungsregens sind zusammen bei der Bemessung der Entwässerung des Verteidigungsweges zu berücksichtigen und zu vergleichen mit der anfallenden Wassermenge auf dem Ver-





teidigungsweg infolge eines Sommerregens. Der ungünstigere Fall ist für die Bemessung der Oberflächenentwässerung maßgebend.

Im Einzelfall ist zu prüfen, ob es durch ungünstige geometrische Verhältnisse in der Oberflächenbefestigung (Senken oder Randeinfassungen, die den Abfluss des Wassers behindern) der an den Verteidigungsweg angrenzenden Betriebsflächen zu einem nennenswerten, länger anhaltenden Geländeüberstau kommen kann.

Entweder wird die Ableitung dieser Wassermengen in die Vorfluträume nachgewiesen, oder der Wasseraufstau ist bei der Bemessung der HWS-Konstruktion angemessen zu berücksichtigen.

Für die Ableitung des Oberflächenwassers kommen - wie bei der Dränage - eine Direkteinleitung in das Gewässer oder die Ableitung zu einem Rückhaltebecken bzw. Retentionsraum in Betracht. Der Abschn. 4.8.7 gilt sinngemäß.

4.9.2 Bestimmung der Bemessungswassermenge

Während einer Bemessungssturmflut ist von folgenden Wassermengenansätzen auszugehen:

Für die Leitungsbemessung ist anzusetzen:

- Spitzenwellenüberschlagsrate ist näherungsweise das doppelte q_T für den betreffenden Wandabschnitt.
- 15 min Bemessungsregen während der Bemessungssturmflut $r_{S15} = 20 \text{ l / (s ha)}$

Bei der Bemessung der Rückhaltebecken und Retentionsräume ist von folgendem Niederschlagswert auszugehen:

- Bemessungsregen $r_{S180} = 3 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$.

Gegebenfalls zusätzliche Wassermengen infolge Zufluss von anderen Leitungen oder Dränagen sind gesondert zu erfassen.





5 Qualitätssicherung

5.1 HWS-Bauwerke

5.1.1 Gründungsarbeiten

5.1.1.1 Bohlenführungen

Für die dauerhafte Gebrauchs- und Funktionstüchtigkeit der HWS-Anlage ist eine dichte Spundwand unabdingbare Voraussetzung. Erschwerend ist bei HWS-Bauwerken, dass in aller Regel die Dichtigkeit der Wand im Baugrund nach Bauausführung nicht zuverlässig überprüft werden kann, deshalb sind insbesondere folgende Ausführungsempfehlungen und Vorschriften verbindlich zu beachten:

- E104: Einrammen von kombinierten Stahlspundbohlen
- E118: Einrammen wellenförmiger Stahlspundbohlen
- E105: Beobachtungen beim Einbringen von Stahlspundbohlen
- DIN EN 12063: Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) - Spundwandkonstruktionen
- DIN EN 996: Rammausrüstung Sicherheitsanforderungen
- TESPA – Handbuch: Rammfibel für Stahlspundbohlen
- ZTV-W LB 214: Spundwände, Pfähle, Verankerungen

Zur Vermeidung von Spundwandschlossschäden ist die Rammung der Bohlen grundsätzlich am Mäkler geführt vorzusehen, das gilt auch für Vibrationsrammung. Zusätzlich zur Mäklerführung sind stabile, beidseitige horizontale Führungen vorzusehen.

Bei sehr langen bzw. "weichen" Spundbohlen sind unter Umständen Zwischenführungen erforderlich, um ein Durchbiegen der Bohlen zu unterbinden. Sollte die Mäkler geführte Rammung nicht möglich sein, so ist ein stabiles Gerüst mit beidseitiger oberer und unterer Bohlenführung vorzusehen. Die Holme sind entsprechend den Spundbohlenlängen in einem ausreichenden Höhenabstand voneinander anzuordnen, so dass eine der Mäklerführung vergleichbare Bohlenführung gegeben ist. Eine Freireiterrammung ohne Führung kann nur in Ausnahmefällen nach vorheriger Abstimmung mit dem AG erfolgen.

Bei Vibrationsrammung von Doppelbohlen ist eine Doppelklemmzange, bei Dreifachbohlen eine Dreifachklemmzange zu verwenden.

Die Qualität der Spundwandeinbringung ist zu laufend zu überwachen. Das heißt die Stellung zur Lotrechten in X- und Y-Richtung ist mindestens mit einer 2m Wasserwaage zu kontrollieren.





5.1.1.2 Protokolle

Für sämtliche Rammelemente (auch Füllbohlen) sind Rammprotokolle zu führen. Jedes Rammprotokoll ist unverzüglich nach der Rammung auszuwerten und der örtlichen Bauüberwachung des AG vorzulegen. Bei Vibrationsrammungen ist die Einbringzeit pro Bohle festzuhalten. Bei schwerem Bohleneinbau ist zusätzlich die Eindringgeschwindigkeit in den einzelnen Bohlenabschnitten festzuhalten.

Bei der Verwendung von Verpresspfählen ist neben den Rammschlägen auch der Verpressdruck sowie der Verpressfaktor, unterteilt in die Bereiche oberhalb und unterhalb des tragfähigen Baugrundes, zu protokollieren.

Für andere Gründungselemente ist das Führen des Protokolls vor Beginn der Arbeiten mit der Bauleitung des AG abzustimmen.

5.1.1.3 Einbringsschwierigkeiten

Das für die jeweiligen Gründungselemente gewählte Einbringverfahren liegt ausschließlich im Risikobereich des AN.

Sind in der Baustellenumgebung vorhandene bauliche Anlagen, und haben möglicherweise die Einbringarbeiten negative Auswirkungen auf diese, so dürfen bei vorgesehener Vibrationsrammung nur variable Hochfrequenzvibratoren mit resonanzfreiem An- und Auslauf eingesetzt werden.

Muss der AN aus den verschiedenartigsten Gründen, sein gewähltes Einbringverfahren umstellen, oder sind Optimierungen bei den Geräten, oder des Arbeitsablaufs notwendig, wie zum Beispiel Bärwechsel, Staffelrammung oder fachweises Einbringen mit Pilgerschrittrammung, etc sind die daraus resultierenden Mehraufwendungen nicht förderungsfähig. Diese wären nur dann förderungsfähig, soweit sie durch den Zuwendungsbescheid abgedeckt werden und der AN schlüssig nachweist, dass die tatsächlichen Baugrundverhältnisse stark von den in der Ausschreibung angegebenen abweichen, oder andere Änderungen der Verhältnisse aufgetreten sind, die nicht in der Ausschreibung erkennbar waren.

Werden Rammabweichungen festgestellt, so sind sofort Gegenmaßnahmen einzuleiten. Der AG ist unverzüglich davon zu informieren.

Für die zulässigen Rammtoleranzen gelten im Regelfall die Angaben im TESPA - Handbuch. In Ausnahmefällen die Angaben in der EAU, E 105.

5.1.2 Fugenabdichtungsarbeiten

5.1.2.1 Allgemeines

Bei der Ausführung von Fugenbandarbeiten sind die Einbauvorschriften der Fugenbandlieferanten und die Vornorm DIN V 18197 (Stand 2005) zu beachten. Die Einbauvorschriften sind auf der Baustelle für die Bauüberwachung einsehbar vorzuhalten. Die Prüfzeugnisse und Bescheinigungen der Eigen- und Fremdüberwachung sind dem Auftraggeber nach Auftragserteilung unaufgefordert vorzulegen.





5.1.2.2 Einbau der Fugenbänder

Verlegearbeiten dürfen, bei Materialtemperaturen unter 0° C, nicht ohne Vorwärmen der Fugenbänder ausgeführt werden.

Zum wasserdichten Anschluss eines Fugenbandes an eine bestehende Stahlbetonkonstruktion, ist zur planmäßigen Auflage des Fugenbandes eine weitgehend ebene Oberflächenstruktur des Altbetons erforderlich. Ist diese nicht gegeben, so ist der Altbeton zu ebnen, z. B. durch Auftragen eines Ausgleichsestrichs. Als Befestigungsmaterialien sind Blechlaschen (S235 JRG2) und Schrauben (mind.Ø 12 mm aus V2A-Stahl mit Hülse und Unterlegscheibe als elektrische Trennung), zu verwenden.

5.1.2.3 Fugenbandstöße

Für Verbindungen, die auf der Baustelle hergestellt werden, ist die Gütesicherung durch den Auftragnehmer zu gewährleisten. Die Ergebnisse der Prüfungen sind zu protokollieren und dem Auftraggeber vorzulegen.

Die Anordnung von Fugenbandstößen ist im Rahmen der Ausführungsplanung vor Ausführung zur Genehmigung vorzulegen. Ecken, Kreuzungen und Abzweigungen sind als Werksstöße vorzufertigen. Gleiches gilt auch für Anschlussbleche als Anbindung von Fugenbändern an angrenzende Stahlelemente, z. B. Spundwandanschlüsse.

Eine fachgerechte Fügung von Werks- und Baustellenstößen durch thermische Schweißung oder mit Hilfe eines Schweißschwertes bei Thermoplasten sowie durch Vulkanisieren bei Elastomeren muss sichergestellt werden. Kleber, Klebebänder oder ähnliche solcher Hilfsstoffe sollten grundsätzlich nicht zum Einsatz gelangen.

Bei der Ausführung von Fugenbandstößen muss die Umgebungstemperatur mindestens +5° C betragen. Wind und Wetterschutz ist vorzuhalten.

5.1.3 Erd- und Flächenbefestigungsarbeiten

Die Verfüllung von Baugruben hat mit Sand zu erfolgen. Die Verdichtung ist, sofern nicht anders beschrieben, bis mindestens zur mitteldichten Lagerung vorzunehmen. Entsprechende Verdichtungsnachweise sind zu erbringen.

5.1.4 Korrosionsschutzarbeiten an HWS-Wänden

5.1.4.1 Allgemeines

Ein Korrosionsschutz ist bei HWS-Wänden entsprechend den Angaben unter Punkt 4.2.2.4 vorzusehen. Die nachfolgenden Angaben zum Korrosionsschutz sind beispielhaft für einen bewährten Korrosionsschutz unter Voraussetzung der fachgerechten Verarbeitung. Es steht dem Polder frei, unter Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben ein anderes Korrosionsschutzsystem bei einer Fachfirma zu beauftragen.

Die Stoffe für die Beschichtungen sollten von Werken bezogen werden, die für die Belieferung der Deutsche Bahn AG und der BAW zugelassen sind.





Vor Beginn der Arbeiten ist dem Auftraggeber ein Beschichtungsplan mit Angabe der Leistungspositionen, Flächengröße, Reinheitsgrade, Flächenvorbehandlung, Beschichtungsstoffe, Schichtenfolge, Schichtenzahl und Schichtdicke, Verarbeitung, Trocknungszeiten, Farbtöne, usw. anzufertigen und zur Prüfung und Genehmigung vorzulegen. Die Bearbeitungsvorschriften und Sicherheitsdatenblätter sind mit einzureichen.

Alle Korrosionsschutzarbeiten sind unter Einhaltung der Vorschriften nach DIN 18 364 und DIN EN ISO 12 944, Teil 1 bis 8 (Ersatz für DIN 55 928) und unter Anwendung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen für den Korrosionsschutz von Stahlbauten (ZTV-ING) sowie der einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen und Vorschriften auszuführen.

Bei Stahlwasserbauten sind Korrosionsschutzarbeiten zusätzlich nach den Vorschriften, Richtlinien und Erlassen des Bundesministers für Verkehr, u. a. nach den „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen - Wasserbau (ZTV-W) für Korrosionsschutz im Stahlwasserbau (Leistungsbereich 218)“ in Neufassung 2002, auszuführen. Es sind auch die Richtlinien von Kapitel 7, Schutzmaßnahmen und Strahlschuttentsorgung der Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen für den Korrosionsschutz von Stahlbauten (ZTV-ING), anzuwenden.

Strahlgut, Beschichtungs- Abfallstoffe usw., sind unter Beachtung der einschlägigen Vorschriften für den Umweltschutz, ordnungsgemäß zu beseitigen und zu entsorgen. Das ordnungsgemäße Entsorgen ist mit Bescheinigungen im Original nach dem Abfallentsorgungsschlüssel und der Rechnung nachzuweisen.

Belastungen denen die Bauteile von Hochwasserschutzanlagen ausgesetzt sind:

- Belastungen durch Stadt-, Meeres- und Industrielatmosphäre, chemische Einwirkungen, Streusalz, Streusand und Splitt: Kategorie C5I nach EN ISO 12944-2

Zusätzliche Belastungen im Wasserbereich:

- Fluß- und Brackwasser
- aggressive Abwässer und Ablagerungen
- Abrieb durch starke Strömungen im Tidebereich mit Sand- und Sedimentgemisch
- Eisdruck und Treibeis, sowie biologische Einflüsse.

Bei vorgenannten zusätzlichen Belastungen: Kategorie Im3 nach EN ISO 12944-2

5.1.4.2 Ausführung der Arbeiten:

Schlacken, Schweißspritzer und sonstige Rückstände sind zu entfernen, Kanten sind mit R = 2 mm abzurunden und Riefen auszuschleifen. Konstruktiv nicht verschweißbare Spalten, Blechpakete, Dopplungen, Fugen usw. sind abzudichten. Schweißkanten sind abzukleben.

Alle Bauteile sind nach dem Bearbeiten und Verschweißen nach einem Strahlverfahren zu entrostern, Normreinheitsgrad Sa 2 1/2, Rautiefe max. 60 µm. Unmittelbar danach sind die Flächen in wettergeschützten Räumen unter Einhaltung der klimatischen Bedingungen zu säubern, abzusaugen und mit einer Epoxidharz-Zinkstaub-Grundbeschichtung zu beschichten. Die hierfür verwendeten Beschichtungsstoffe müssen mit den nachfolgenden Deckbeschichtungen abgestimmt und verträglich sein.

Als Spritzverfahren ist nur das AIRLESS-Verfahren zugelassen. Ist das AIRLESS-Verfahren nicht möglich, müssen die erste Beschichtung und die Ausbesserungen mit dem Pinsel im





Kreuzgang aufgetragen werden. Für die Erstbeschichtung ist ein Kantenschutz vorzusehen. Alle Beschichtungsstoffe müssen von der Deutschen Bahn AG, bzw. von der Bundesanstalt für Wasserbau zugelassen sein. Verschraubte Flächen sind ebenfalls mit den aufgeführten Sollsichtdicken zu beschichten.

Die Beschichtung muss mindestens 5 cm in den Beton hineinragen.

Beschichtungsstoffe und Beschichtungsfirmen sind im Angebot zu benennen. Verarbeitungsvorschriften und Sicherheitsdatenblätter sind auf Anforderung nachzureichen. Zur Messung der Schichtdicken ist ein elektronisches Messgerät zu verwenden.

Die beschichteten Flächen sind vor Transportschäden zu schützen. Alle Schadstellen müssen mechanisch gereinigt, (Reinheitsgrad St 3), die Übergangflächen nach Anstrichvorschrift aktiviert, alle Schweißstellen von Schlackenresten und chemischen Rückständen gründlich gereinigt und mit den gleichen Beschichtungsstoffen ausgebessert werden. Gleiches gilt auch für Bereiche von Baustellenstößen. Erst nach Ausführung dieser Arbeiten ist der letzte Deckanstrich aufzubringen, so dass für das fertige Bauwerk eine einheitliche Farbgebung im Endzustand sichergestellt ist.

Es ist besonders darauf zu achten, dass Schrauben, Ecken und Kanten der Stahlkonstruktionen die Sollsichtdicke erhalten. Diese Teile sind mit dem Pinsel vor dem Airless-Spritzen vorzustreichen.

Die Beschichtungsstoffe sind unmittelbar vor dem Gebrauch gründlich aufzurühren. Dieses muss während des Verbrauches mehrfach wiederholt werden. Stoffe mit mehreren Komponenten sind entsprechend den Herstellervorschriften zu mischen und vor Gebrauch umzutopfen. Bei der Aufbereitung der Beschichtungsstoffe ist jedes unbefugte Zusetzen von Verdünnungsmitteln, sowie jede Veränderung der ursprünglichen Zusammensetzung der Stoffe untersagt. Wird hierin eine Veränderung gewünscht, so ist diese stets in jedem Einzelfall unter Mitwirkung der Bauaufsicht und des entsprechenden Herstellerwerks auszuführen. Dies ist schriftlich zu protokollieren. Die von dem Stoffhersteller aufgestellten Verarbeitungsvorschriften und Sicherheitsdatenblätter sind zu beachten und mit den Messgeräten auf der Baustelle vorzuhalten.

Die Problematik der unzureichenden Zwischenhaftung der Polyurethan Deckbeschichtung auf der Epoxidharz Zwischenbeschichtung infolge der Freibewitterung ist zu beachten, gegebenenfalls ist darum die letzte Zwischenbeschichtung in Polyurethan vorzusehen. Die Freibewitterung ist vor Aufbringen der Deckschicht hinsichtlich der ausreichenden Haftung zu prüfen. Bei negativem Prüfergebnis sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen z. B. sweepstrahlen.

5.1.4.3 Beschichtungsaufbauten:

Beschichtungsaufbau A

für erdberührte Flächen bei HWS-Wänden und Stahlwasserbauten

Strahlen nach Normreinheitsgrad Sa 2 ½,





Grundbeschichtung mind. 60 µm: auf Epoxidharz - Zinkstaub - Basis, DB Stoff-Nr. 687.03, z.B. Friazinc-R von Sika Chemie, oder gleichwertig.

Zwischen-

sowie Deckbeschichtung, je 150 µm: im Farbtonwechsel, mit einer lösungs-mittelarmen Epoxidharz-Beschichtung, z. B. Icosit-Poxicolor SW von Sika Chemie oder gleichwertig. Ausführung der Deckschicht im Farbton schwarz.

Sollschichtdicke einschl. Grundbeschichtung: 360 µm.

Im Zuge der Grundbeschichtung ist ein Kantenschutz vorzusehen, d.h. Beschichtung allseits 25mm überlappen und verschlichten. Beschichtungsstoff wie Grundbeschichtung.

Beim Nachweis der qualitativen Gleichwertigkeit zum mehrlagigen Beschichtungsaufbau können die Zwischenbeschichtungen zusätzlich zur Grundbeschichtung auch als einlagige Dickbeschichtung aufgebracht werden.

Die Einzel- und Sollschichtdicken dürfen nicht unterschritten werden.

Beschichtungsaufbau B

für luftberührte Flächen und im Außenbereich von Stahlhochbauten

Strahlen nach Normreinheitsgrad Sa 2 ½,

Grundbeschichtung 60 µm: Epoxidharz / Zinkstaub, DB Stoff-Nr. 687.03.
z.B. Friazinc-R von Sika Chemie, oder gleichwertig.

1. Zwischenbeschichtung 90 µm: Epoxidharz / Eisenglimmer, DB Stoff-Nr. 687.12.

2. Zwischenbeschichtung 90 µm: Epoxidharz bzw. Polyurethan / Eisenglimmer, DB Stoff-Nr. 687.13.

Deckbeschichtung 80 µm : Polyurethan in Anlehnung an Blatt 87 der TL der DB, ohne Eisenglimmer

Sollschichtdicke einschl. Grundbeschichtung: 320 µm

Im Zuge der Grundbeschichtung ist ein Kantenschutz vorzusehen, d.h. Beschichtung allseits 25mm überlappen und verschlichten. Beschichtungsstoff wie Grundbeschichtung.

Beim Nachweis der qualitativen Gleichwertigkeit zum mehrlagigen Beschichtungsaufbau können die Zwischenbeschichtungen zusätzlich zur Grundbeschichtung auch als einlagige Dickbeschichtung aufgebracht werden.

Die Einzel- und Sollschichtdicken dürfen nicht unterschritten werden.

Beschichtungsaufbau C

feuerverzinkte Teile

Die Stahlkonstruktion ist ganz oder teilweise nach dem Bearbeiten und Verschweißen nach DIN EN ISO 1461 (Ersatz für DIN 50.976) mit **mind. 80µm Schichtdicke lückenlos zu feuerverzinken** und für eine Beschichtung nachzubehandeln. Diese Teile sind durch Hoch-





druckheißdampf zu reinigen, Schweiß- und Schadstellen mit einer Grundierung auf Epoxidharz - Basis 2lagig auszubessern und nach dem Aufbringen eines Haftvermittlers wie folgt zusätzlich zu beschichten:

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1. Zwischenbeschichtung 100 µm: | Epoxidharz / Eisenglimmer, DB Stoff-Nr. 687.12. |
| 2. Zwischenbeschichtung 100 µm: | Epoxidharz bzw. Polyurethan / Eisenglimmer, DB Stoff-Nr. 687.13. |
| Deckbeschichtung 80 µm: | Polyurethan in Anlehnung an Blatt 87 der TL der DB, ohne Eisenglimmer |

Sollschichtdicke einschl. 80 µm Verzinkung: 360 µm

Beim Nachweis der qualitativen Gleichwertigkeit zum mehrlagigen Beschichtungsaufbau können die Zwischenbeschichtungen zusätzlich zur Feuerverzinkung auch als einlagige Dickbeschichtung aufgebracht werden.

Im Zuge der 1. Zwischenbeschichtung ist ein Kantenschutz vorzusehen, d.h. Beschichtung allseits 25mm überlappen und verschlichten. Beschichtungsstoff wie Zwischenbeschichtung. Die Einzel- und Sollschichtdicken dürfen nicht unterschritten werden.

Beschichtungsaufbau E (Beschichtungsaufbau D entfällt)

Ausbessern von beschädigten Flächen

Schadhafte Flächen einschließlich eines 5cm breiten Übergangsbereiches auf der unbeschädigten Beschichtung mechanisch reinigen, Reinheitsgrad St 3, mit untergrundtolerantem Stoff oder gleichwertig grundieren und 3 lagig mit den vorhandenen oder gleichwertigen Beschichtungsstoffen beschichten.

Sollschichtdicke: 360 µm.

5.1.5 Stahlbauarbeiten für HWS-Tore

Alle Bleche und Profile sind im entzünderten Zustand, mindestens Sa 2 gestrahlt, für die Fertigung und Montage anzuliefern. Weitere Behandlungen der Oberflächen sind für den Korrosionsschutz, siehe Abschnitt 3.7, nach dem Bearbeiten und Verschweißen erforderlich. Für geschweißte Konstruktionsteile sind S235 JR+AR oder S355 J2+N nach DIN EN 10 025 zu verwenden. Andere Stahlsorten dürfen nur nach schriftlicher Zustimmung des AG verwendet werden.

Es ist Material mit Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10 204 zu verwenden.

Für alle Stähle nach DIN EN 10 025-2 gilt ein maximaler Kupfergehalt von 0,3% in der Stückanalyse. Die Eignung des Stahles zum Feuerverzinken, Kalt - oder Warmumformen ist beim Stahllieferanten explizit zu bestellen.

Alle Kehlnähte sind durchlaufend und ringsum zu schweißen, a = mind. 3,5mm.

Alle Stumpfnähte sind durchgehend zu schweißen. Die Wurzellage ist auszuschleifen und gegenzuschweißen.





Schweißerarbeiten dürfen nur von Betrieben ausgeführt werden, die die Herstellerqualifikation nach DIN 18 800 Teil 7, Klasse D oder E besitzen. Ein entsprechender Nachweis sowie die Zeugnisse der Schweißer sind dem AG in Kopie vorzulegen. Bei Unregelmäßigkeiten gelten die Bewertungsgruppen nach DIN EN ISO 5 817. Gruppe B für Bauteile mit nicht vorwiegend ruhender Belastung, Gruppe C für sonstige Bauteile.

- Wasserablaulöcher vorsehen. Freischnitte mit Radius $R = 40\text{mm}$ ausführen.
- Mindestschraubendurchmesser 12mm.

Befestigung der Dichtung mittels verzinkter Klemmleiste. Befestigungsschrauben der Dichtungsklemmleiste nicht kleiner als M 12 wählen, Material V2A mit Plastikhülse und Unterlegscheibe als elektrische Trennung, Hutmuttern vorsehen. Lochabstände bis 250mm.

5.2 Uferbauwerke

Bei Uferbauwerken, die eine stützende Funktion für ein landseitig angeordnetes HWS-Bauwerk haben, ist für die statische Berechnung die Richtlinie BHFU verbindliche Grundlage. Bei Uferbauwerken im Eigentum der HPA / FHH sind zur Gewährleistung einer einwandfreien Bauqualität, die Einhaltung der technischen Angaben in der HPA Leistungsbeschreibung Teil C (Anlage zu den Bemerkungen zum Leistungsverzeichnis für Uferbauwerke und Hochwasserschutzanlagen) in der jeweils geltenden Fassung zwingend vorgeschrieben. Bei privaten Uferbauwerken wird die Einhaltung dringend empfohlen.

Der Teil C kann bei HPA abgefordert werden.





6 BEGRIFFE UND DEFINITIONEN

Im Nachfolgenden sind nur Abkürzungen erklärt, die nicht auf Seite 4 der BHFU schon erklärt wurden sowie Abkürzungen, die sich in zeichnerischen Darstellungen nicht selbst erklären.

AG	Auftraggeber	[-]
AN	Auftragnehmer	[-]
l_{BW}	maßgebender Innenwasserstand für die Bauwerksbemessung bei Einsatz einer Dränage	[m über NN]
k	Wasserdurchlässigkeitsbeiwert des wassergesättigten Bodens	[m/ s]
LF	Lastfall	[-]
$\max H_1$	maximale signifikante Wellenhöhe 15m vor der HWS-Wand	[m]
OK	Oberkante	[-]
q_D	Wasserzufluss zum Dränrohr	[l/s m]
$q_{s,D}$	Wasserzufluss zum Dränrohr aus seitlicher Sickerströmung	[l/s m]
q_T	(siehe BHFU) Bemessungswert der Wellenüberschlagsrate für die der Förderung zu Grunde liegende Freibordermittlung bei privaten Hochwasserschutzanlagen im Hamburger Hafen	[l/m s]
$q_{u,D}$	Wasserzufluss zum Dränrohr aus Fußumströmung der HWS-Wand	[l/s m]
$q_{v,D}$	Wasserzufluss zum Dränrohr aus Versickerung: $q_{v,D} = q_{v,T} + q_{v,r}$	[l/s m]
$q_{v,T}$	Wasserzufluss zum Dränrohr durch Versickerung von Wellenüberschlag	[l/s m]
$q_{v,r}$	Wasserzufluss zum Dränrohr durch Versickerung von Niederschlag	[l/s m]
$\max. q_v$	maximale Versickerungsrate (entsprechend der Versickerungsfähigkeit des Bodens)	[l/s m]
r_{S15}	15 min Bemessungsregen mit einer Jährlichkeit von 1 - bezogen auf Sturmflutereignisse	[l/s m]
r_{S180}	180 min Bemessungsregen mit einer Jährlichkeit von 1 - bezogen auf Sturmflutereignisse	[l/s m]
Tnw	Tideniedrigwasser	[m unter NN]
UK	Unterkante	[-]
$w_{\bar{u}}$	Wasserüberdruck	[kN/ m ²]
Δx	Rammtiefenzuschlag	[m]
α	Erhöhungsfaktor für den Dränrohrzufluss bei zweiseitiger Zusickerung	[-]
$\Delta \gamma'_a, \Delta \gamma'_p$	anzusetzende Wichteänderungen auf Erddruck- bzw. Erdwiderstandsseite	[kN/m ³]





7 ANLAGEN

- Anlage 1 Private HWS-Wand als komplette Spundwand
- Anlage 2 Private HWS-Wand mit Betonaufsatz
- Anlage 3 HWS-Kaimauer mit privatem Hochwasserschutz
- Anlage 4 Regelprofil, privater Deich
- Anlage 5 Regelprofil Böschung
- Anlage 6.0 Leitungskreuzung - Kabelkreuzungen
- Anlage 6.1 Leitungskreuzung - Druckleitungskreuzungen
- Anlage 6.2 Leitungskreuzung - Kanal oder Sielkreuzung
- Anlage 7 Entwässerung eines Polders mit Direkteinleitung
- Anlage 8 Entwässerung eines Polders mit Dränwasserrückhalt
- Anlage 9 Wasserzufluss zur Dränage bei durchlässigem Baugrund (freie und behinderte Fußumströmung)
- Anlage 10 Wasserzufluss zur Dränage bei Baugrund mit dichtender Schicht (ohne Fußumströmung)
- Anlage 11 Nomogramm zur Bestimmung der Höhenlage des abgesenkten Innenwasserstandes I_{BW} für die Bauwerksbemessung
- Anlage 12 Nomogramm zur Bestimmung des Dränagezuflusses infolge Fußumströmung von HWS-Wänden
- Anlage 13 Nomogramm zur Bestimmung der Erhöhung des Zuflusses bei Dränagen mit einem Abstand $a > 1,0m$ zur Wand (zweiseitige Zusickerung)
- Anlage 14 Bemessungstide Extremes Hochwasser
- Anlage 15 Bemessungstide Kettenhochwasser
- Anlage 16 Wellendämpfende Baumaßnahmen (Ergänzung zur BHFU)
- Anlage 17 Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen, Aufbruch bzw. Auftriebssicherheit
- Anlage 18 Legende Polderhandplan
- Anlage 19 Zeichnungsschriftfeld Mindestanforderungen

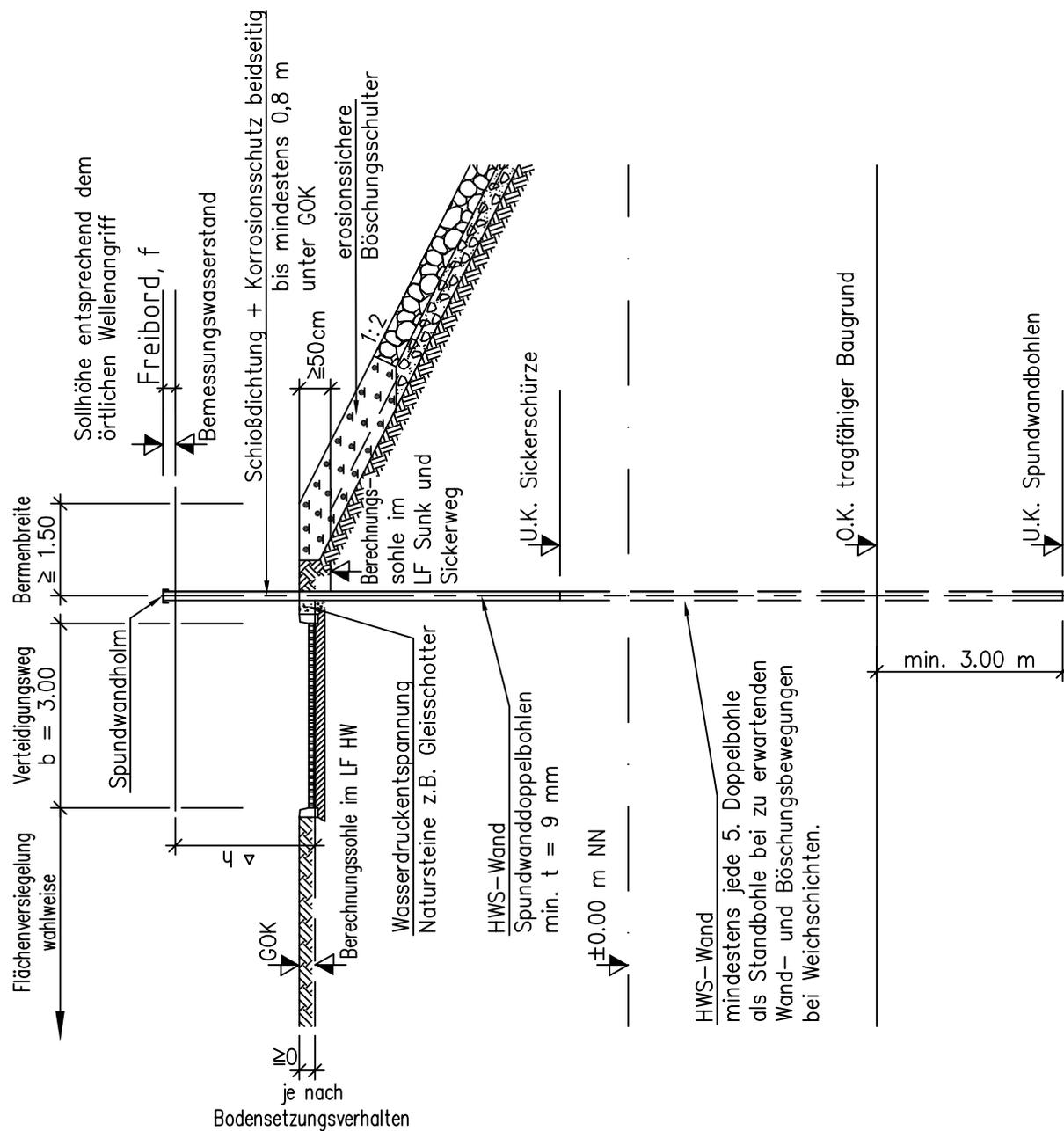


Private HWS-Wand als komplette Spundwand

Prinzipskizze

Wasserseite

Landseite

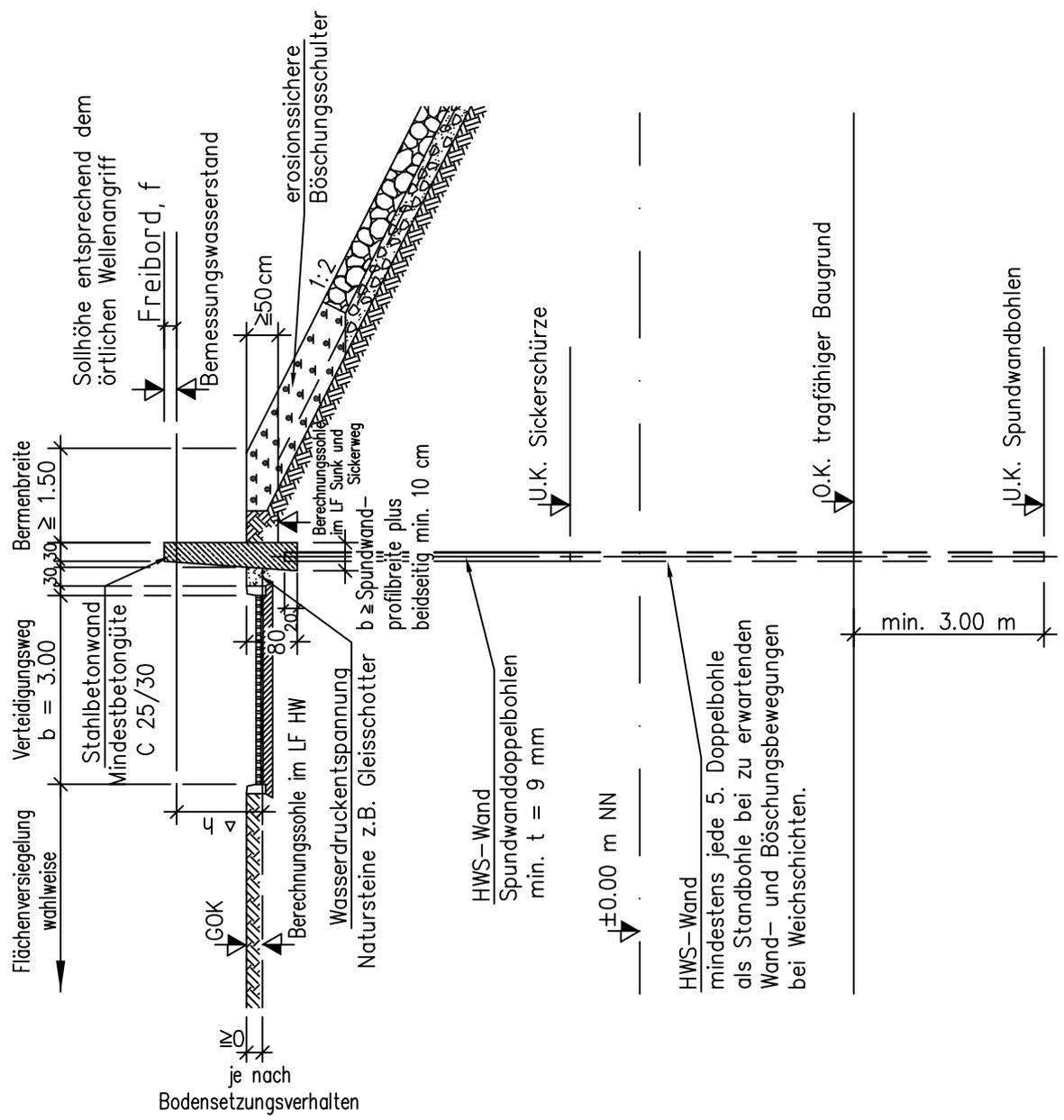


Private HWS-Wand mit Betonaufsatz

Prinzipskizze

Wasserseite

Landseite

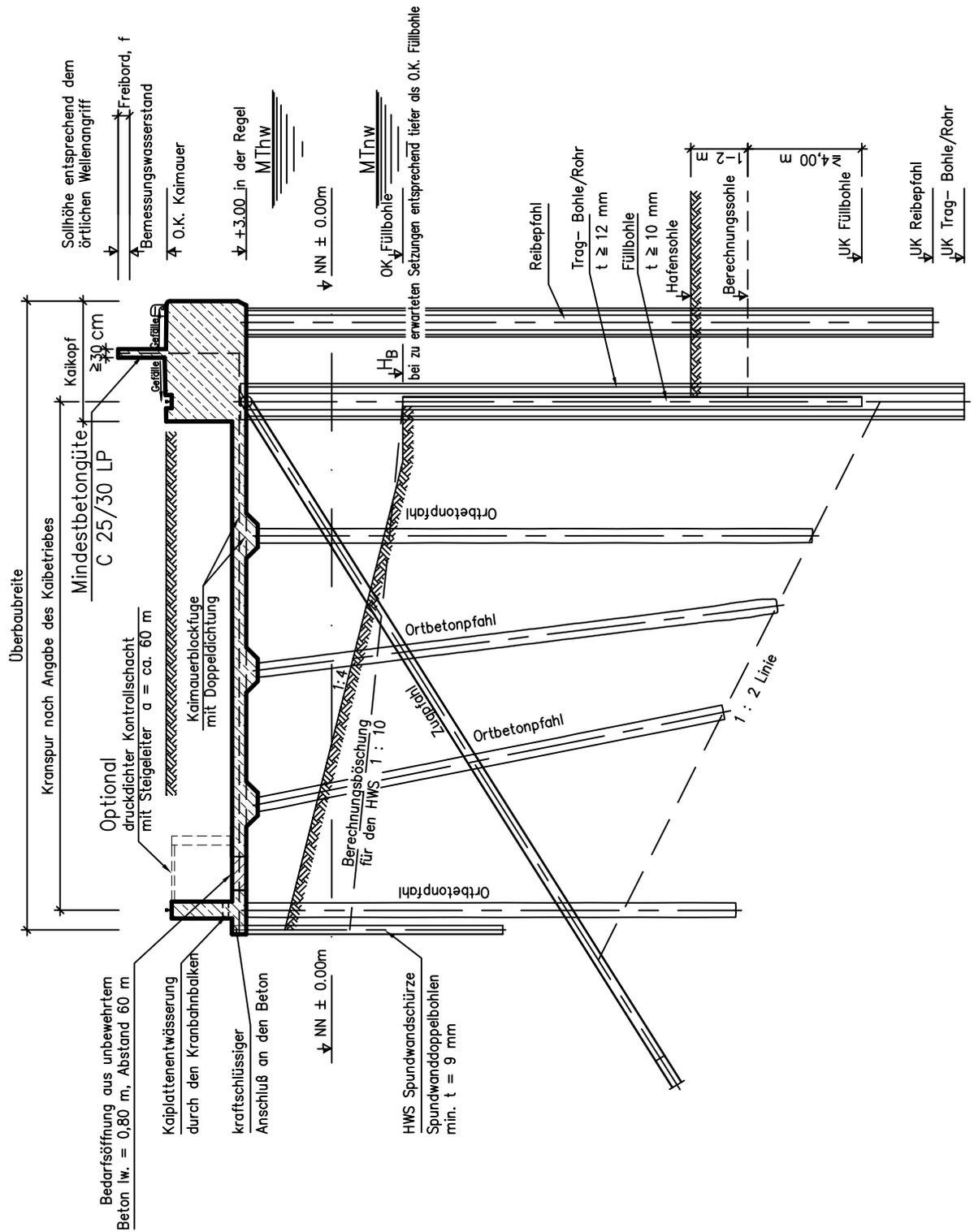


HWS-Kaimauer mit privatem HWS

Prinzipskizze

Wasserseite

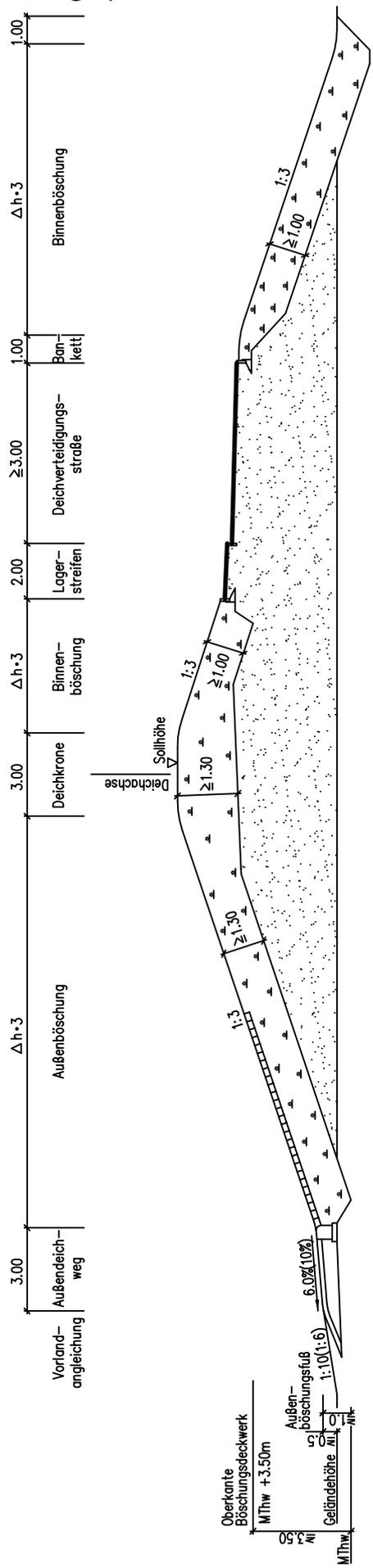
Landseite



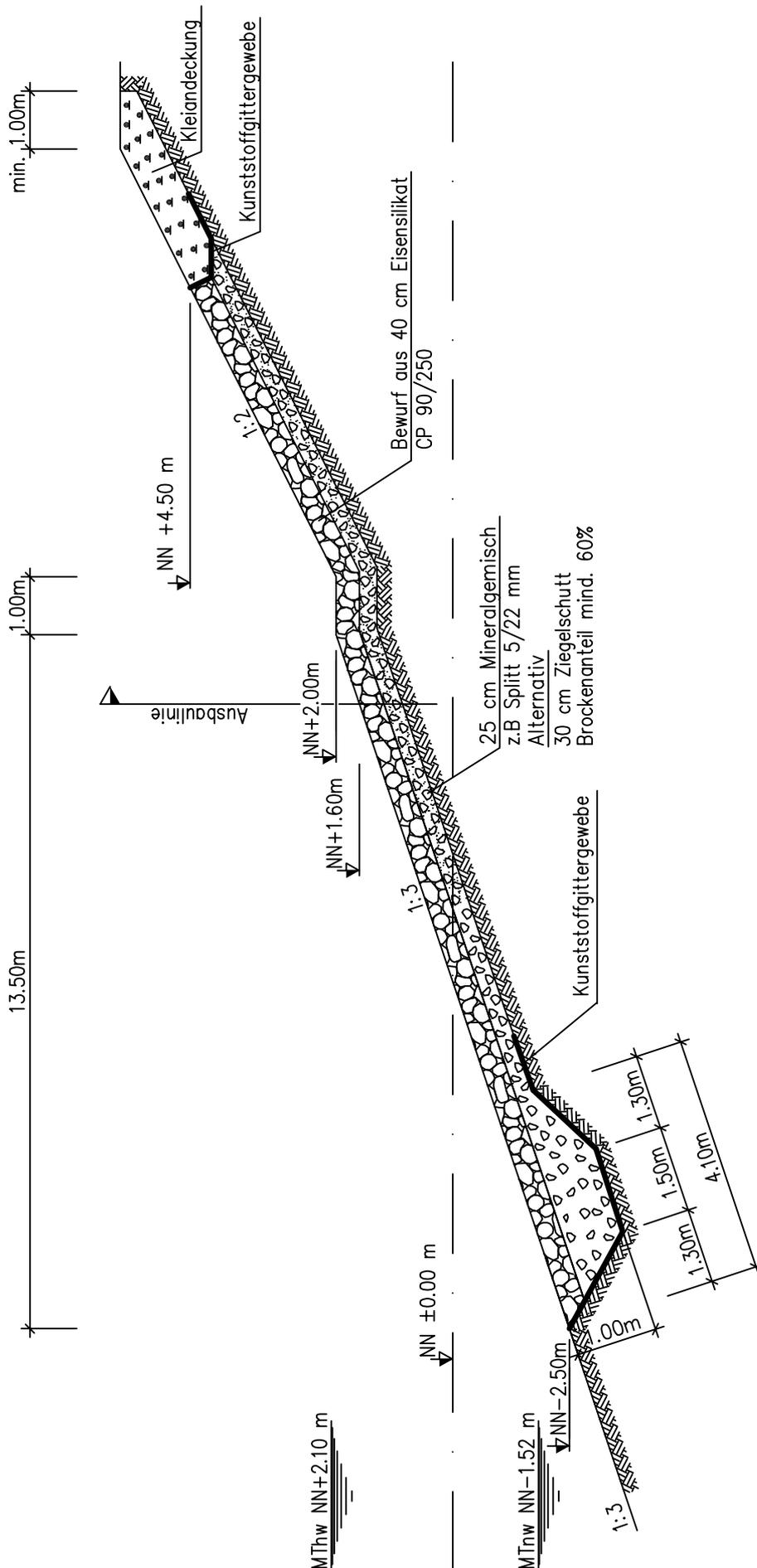
Regelprofil Privater Deich

Landseite

Wasserseite

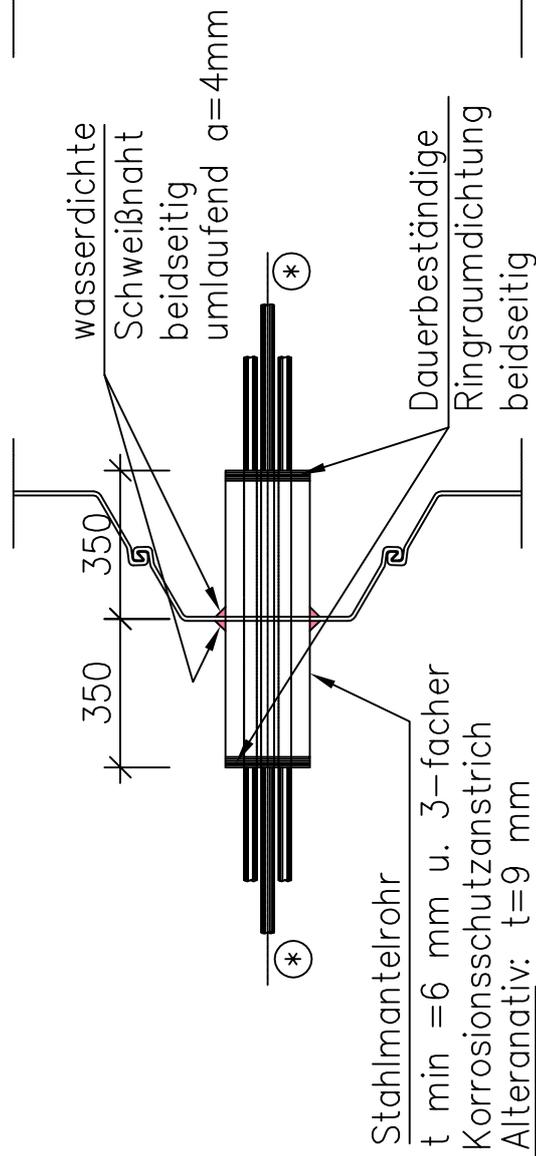


Regelprofil Böschung

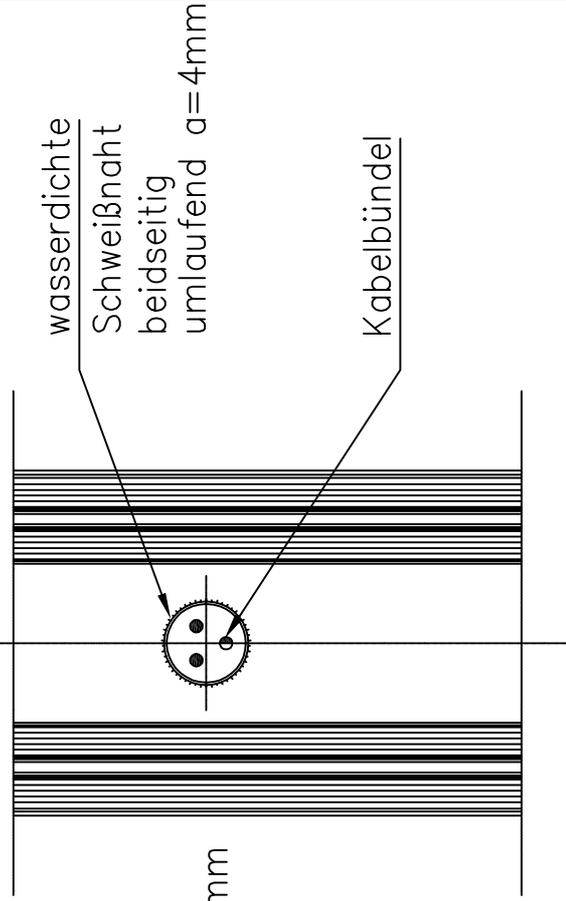


1. Kabelkreuzungen (E-Kabel usw.)

Schnitt



Ansicht Spundwand

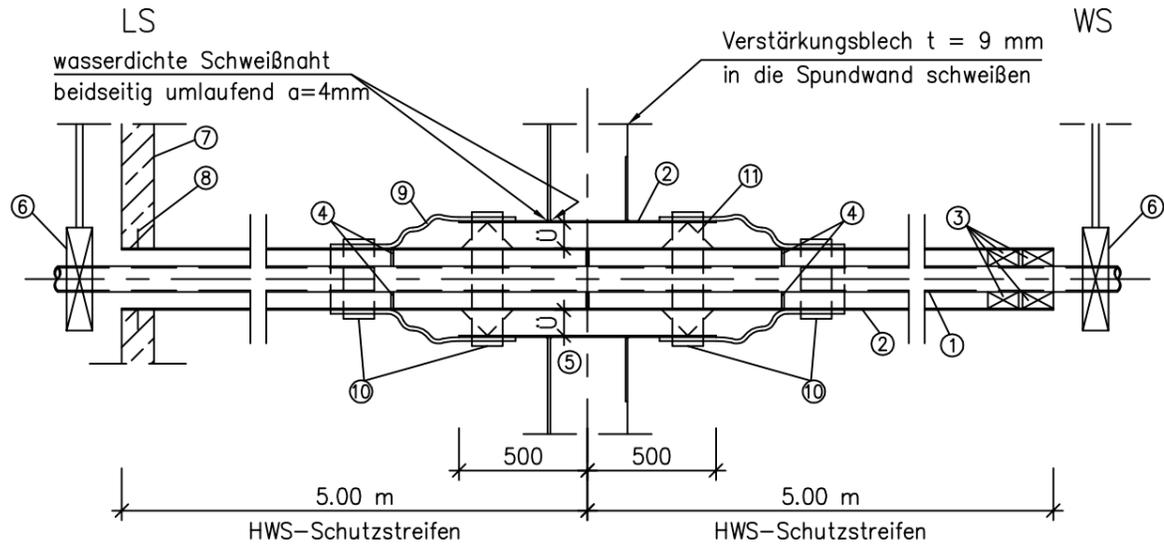


⊛ Kabel im Bereich der HWS-Wand mit "lose" verlegen
 Kabel als Bündel durch die HWS-Wand führen.

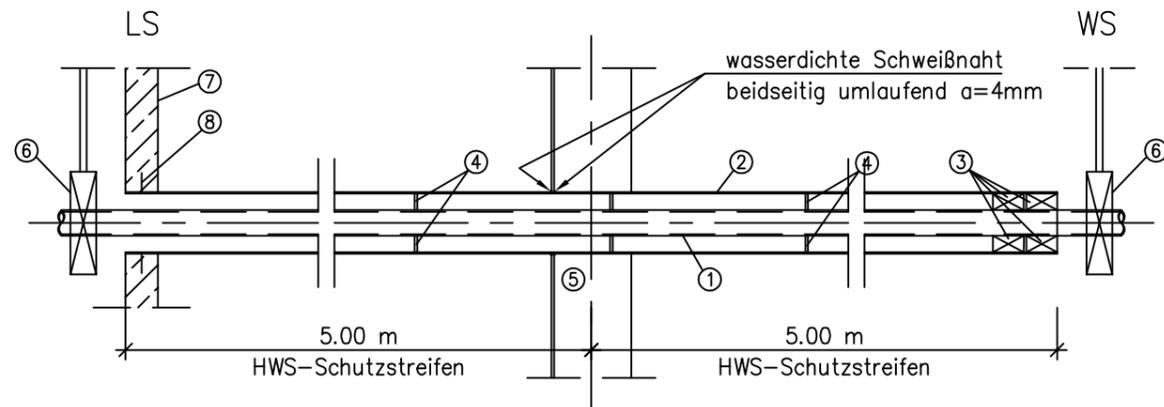
2. Druckleitungskreuzung (Gas, Wasser, usw.)

2.1 Setzungsgefährdung groß

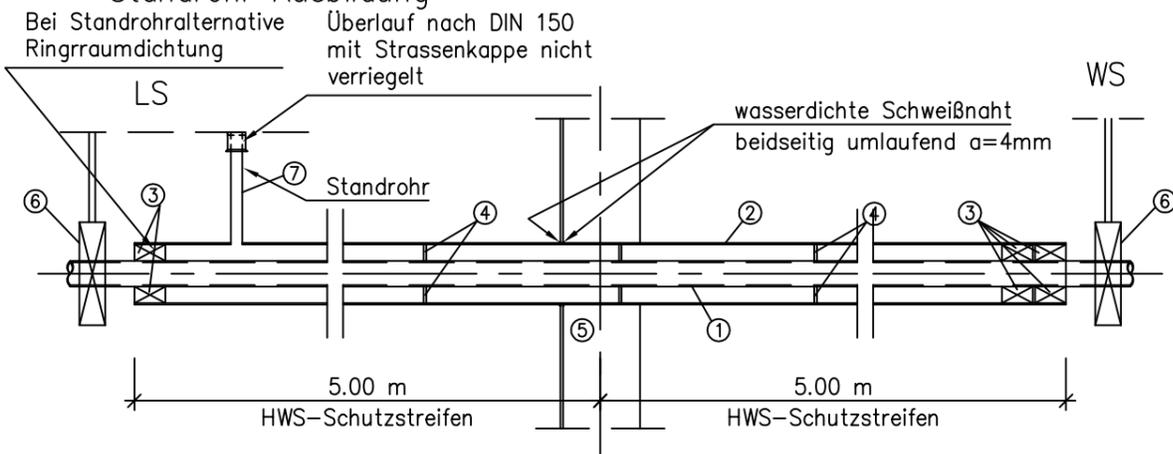
Standard Lösung



2.2. Setzungsgefährdung gering
Schacht



Alternative zum Schacht
Standrohr Ausbildung



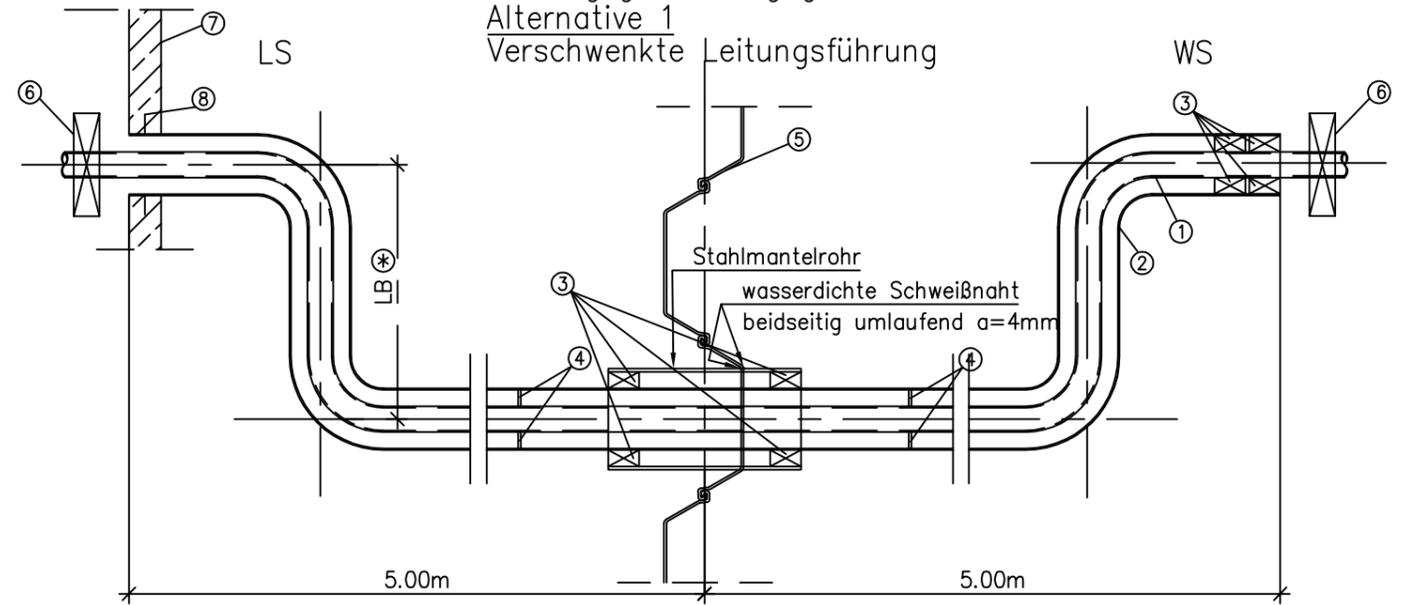
Leitungskreuzungen

Prinzipskizzen (M = 1 : 25)

Setzungsgefährdung groß

Alternative 1

Verschwenkte Leitungsführung



⊛ Die Länge der Bogenleitung (LB) richtet sich nach den zu erwartenden Setzungen

Hinweis

Die Schwächung der HWS-Wand durch die Leitungsdurchführung ist zu prüfen gegebenenfalls ist eine örtliche Verstärkung der HWS-Wand vorzunehmen.

- ① Mediumleitung
- ② Stahl-Mantelrohr
- ③ Dauerbeständige Ringraumdichtung
- ④ Abstandshalter (elastisch)
- ⑤ HWS-Spundwand
- ⑥ Schieber
- ⑦ Schacht oder Alternative Standrohr bis GOK
- ⑧ Sickerkragen
- ⑨ Balgdichtung aus dauerbeständigem Material und beständig gegen mechanische Beanspruchungen, z.B. Edelstahlblech oder Glasfaserverstärktes Neopren. Für den 1,5-fachen Außenwasserdruck. Alternativ verschwenkte Leitungsführung
- ⑩ nichtrostende Klemmschellen (V2A)
- ⑪ Federelemente als Abstandshalter

Ü ≙ Überdeckungsmaß in Abhängigkeit der zu erwartenden Setzungen bestimmen.
LS/WS ≙ Landseite/Wasserseite

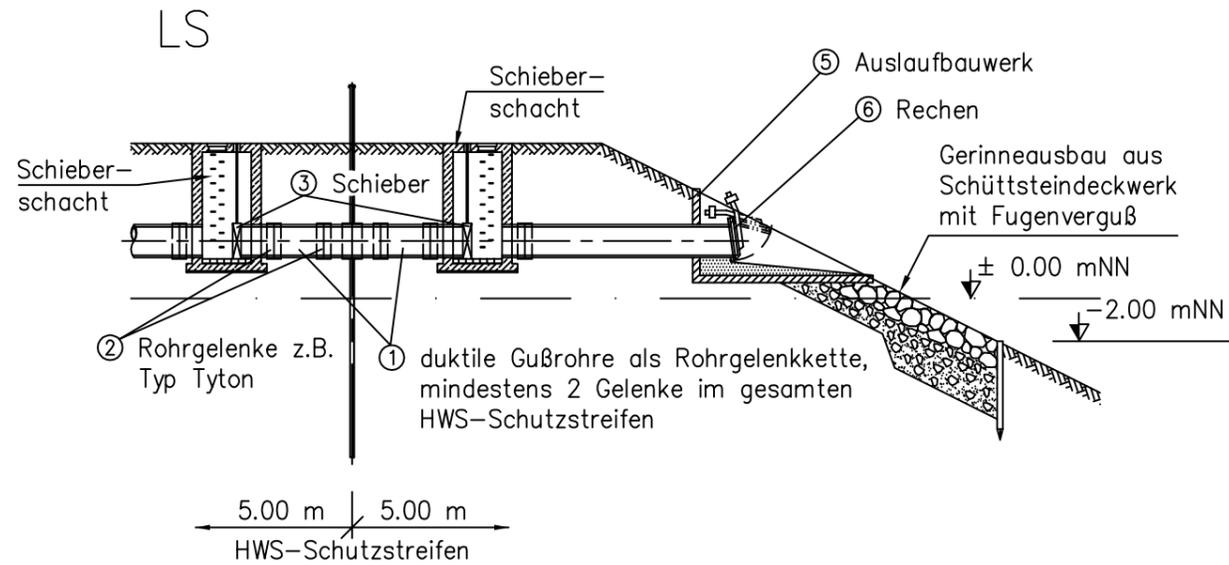
Anwendungsbereich

Die Lösungen nach 2.2 können angewendet werden, wenn
a.) durchgehend gewachsener Sandboden ansteht, b) Setzungsverträglichkeitsnachweis
c.) bei geschichtetem gewachsenen Boden, wo insgesamt die Mächtigkeit der bindigen Schichten geringer als 1,00 m ist und im HWS-Schutzstreifen keine Änderung der Auflastverhältnisse stattfindet und keine dynamischen Belastungen aus Schwerlastverkehr auftreten.
In allen anderen Fällen ist die Lösung nach Pkt. 2.1. oder eine andere geeignete bewegliche Leitungsdurchführung (z.B. Kompensator) auszubilden, die die zu erwartenden Setzungsdifferenzen dauerhaft schadlos verträgt.

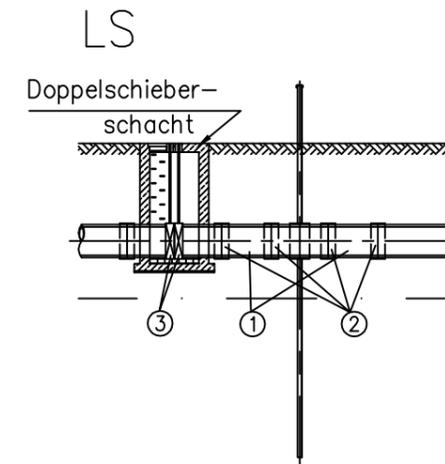
3. Kanal oder Sielkreuzung

3.1. Prinzipien der Schieberschachtanordnung

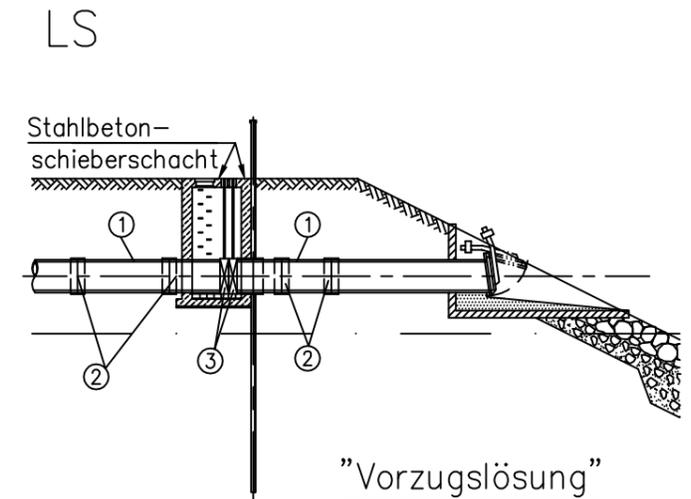
① je ein Schieber land- und wasserseitig



② zwei Schieber landseitig



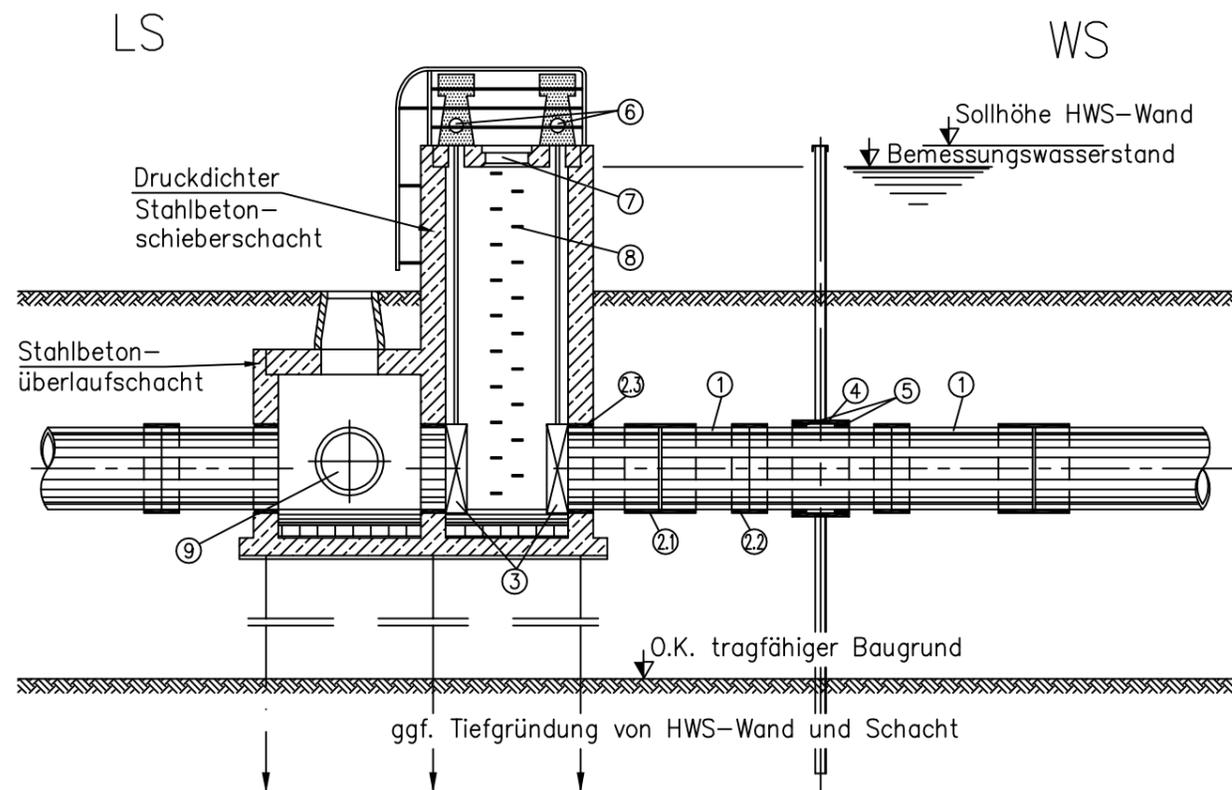
③ zwei Schieber landseitig, Schacht und HWS-Wand als bauliche Einheit



Hinweis

Die Schwächung der HWS-Wand durch die Leitungsdurchführung ist zu prüfen gegebenenfalls ist eine örtliche Verstärkung der HWS-Wand vorzunehmen.

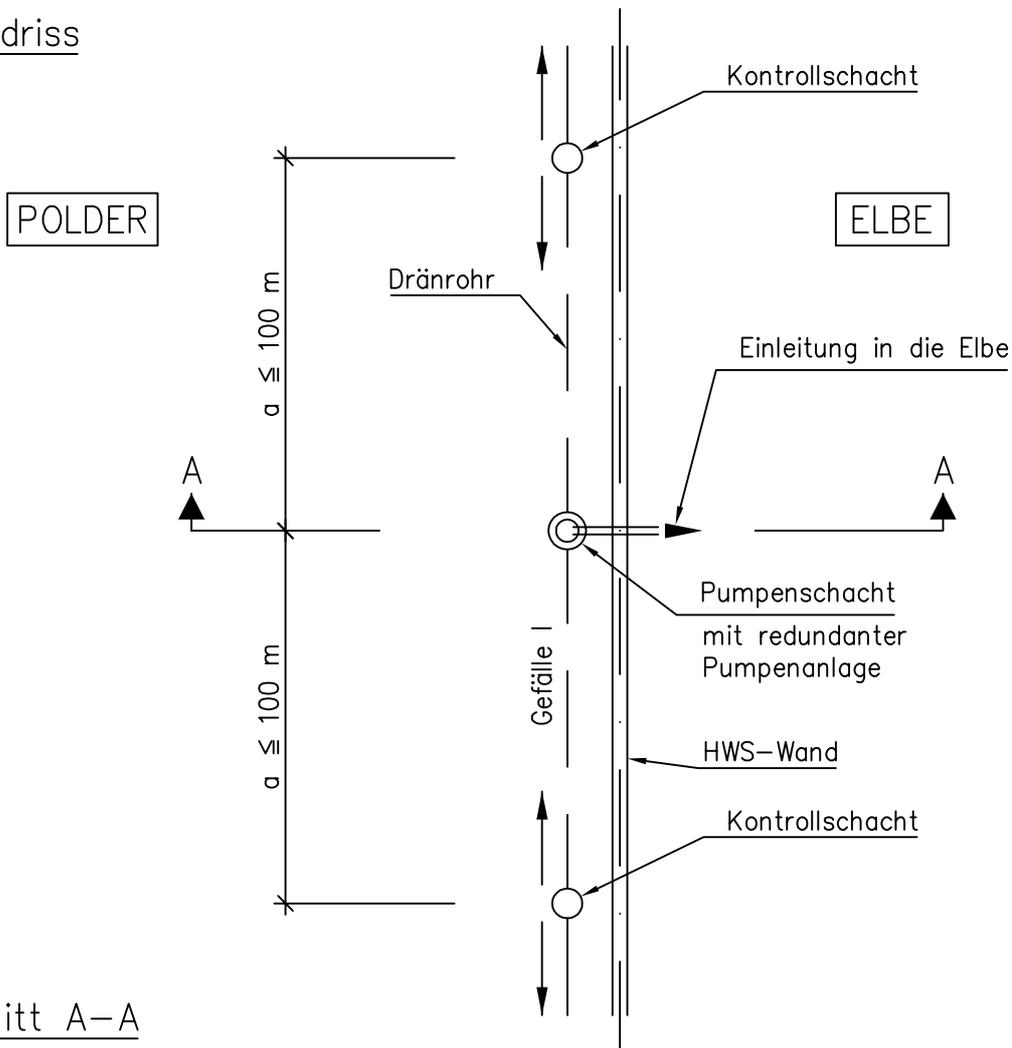
3.2. Beispiel einer Sielleitungskreuzung im setzungsempfindlichen Baugrund



- ① duktiles Gußrohr im gesamten HWS-Schutzstreifen
 - ② ②① ②② ②③ Tytonüberschiebmuffe, Tytonkupplung, Schachtanschlußstück mit Tytondichtung (o. gleichwertig)
 - ③ Schieber
 - ④ Stahlmantelrohr
 - ⑤ Ringraum-Dichtung beidseitig, Link-Seal (o. gleichwertig)
 - ⑥ Rückstauklappe oder Rechen
 - ⑦ abnehmbarer Stahlbetondeckel
 - ⑧ Steigeisen
 - ⑨ Überlaufleitung zur Pumpstation aus duktilem Gußrohr
- LS/WS ≙ Landseite/Wasserseite

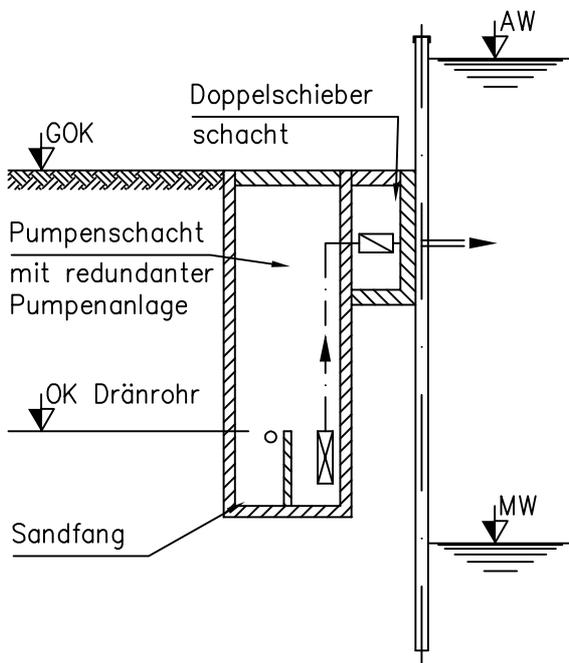
Prinzipdarstellung für die Entwässerung eines Polders mit Direkteinleitung

Grundriss

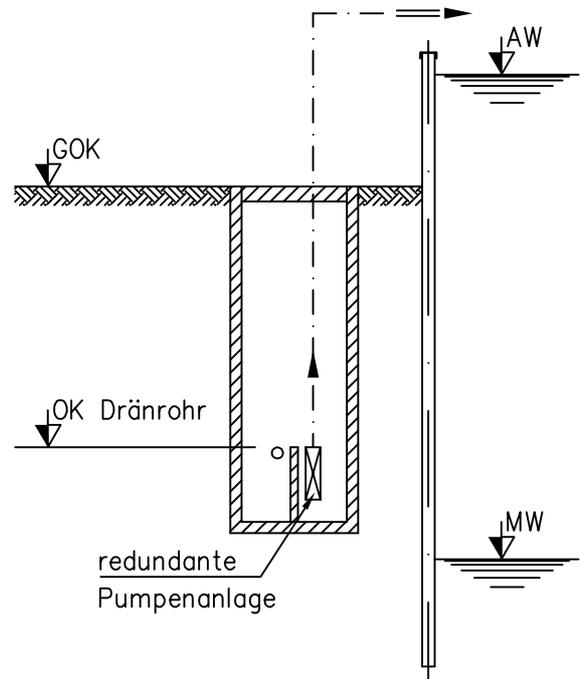


Schnitt A-A

Einleitung unterhalb AW

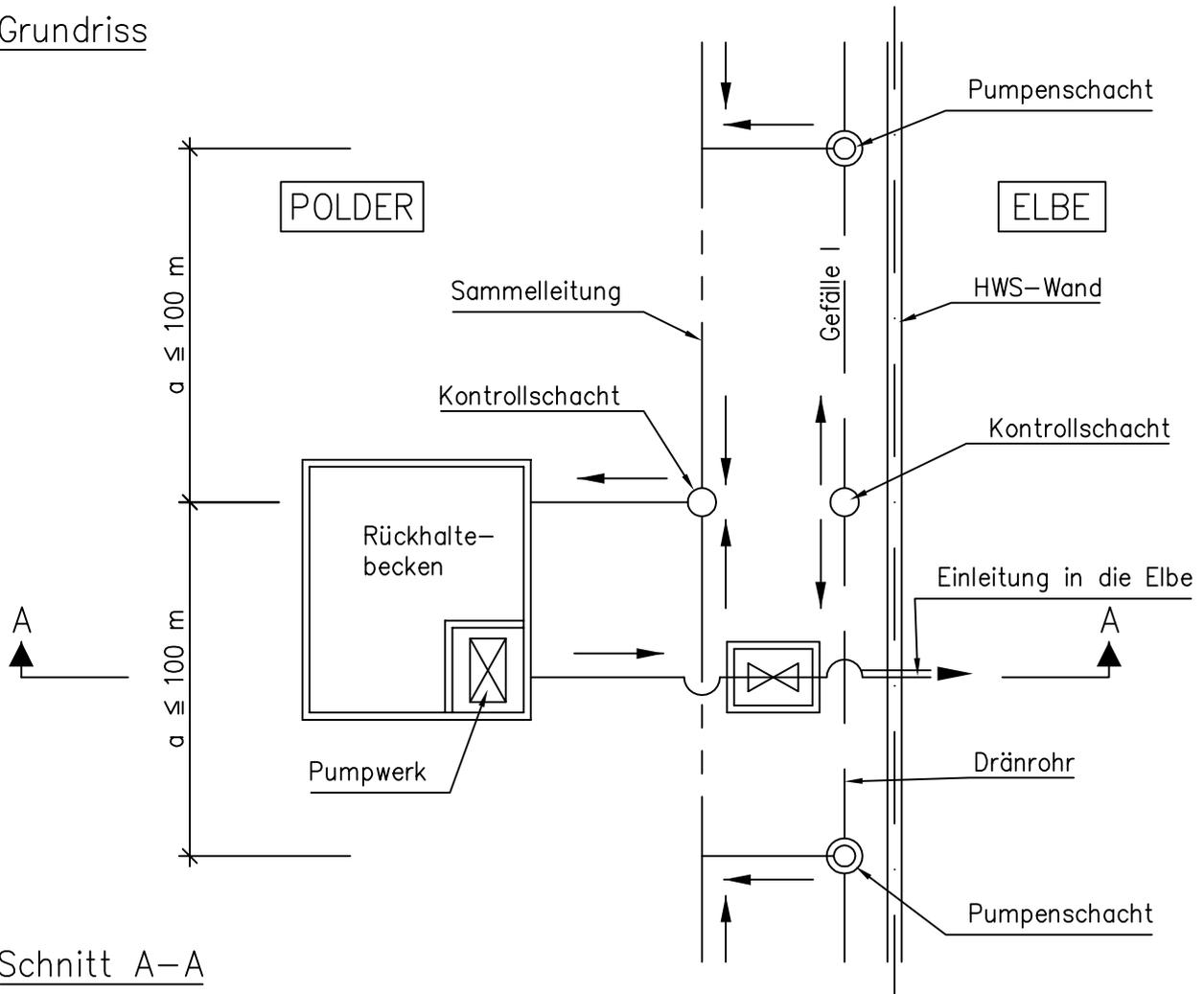


Einleitung oberhalb AW

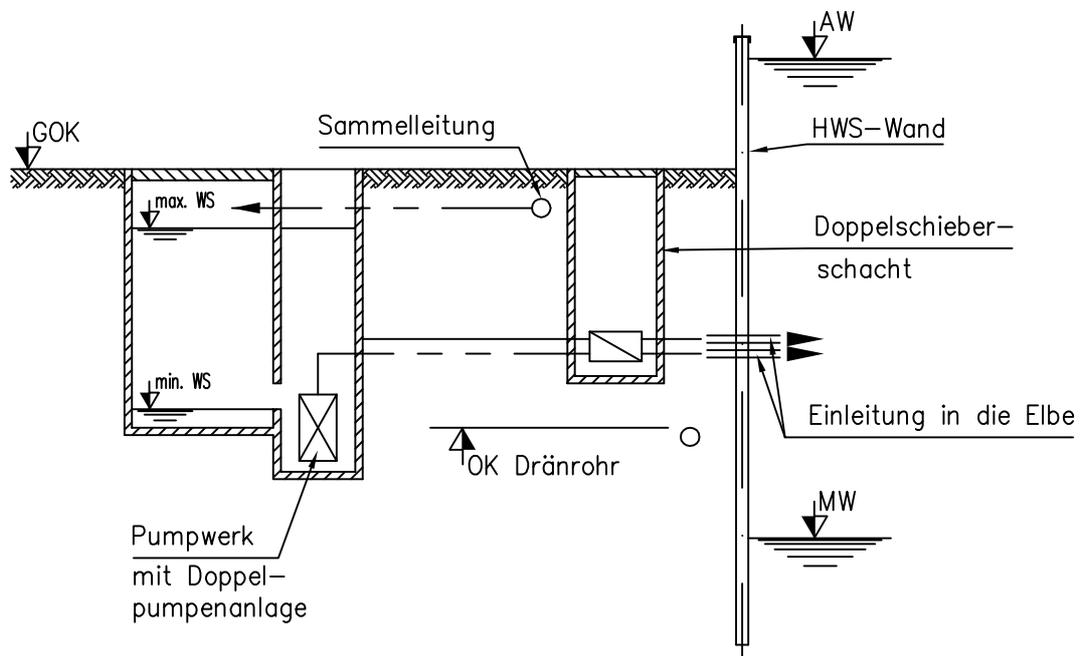


Prinzipdarstellung für die Entwässerung eines Polders mit Dränwasserrückhalt

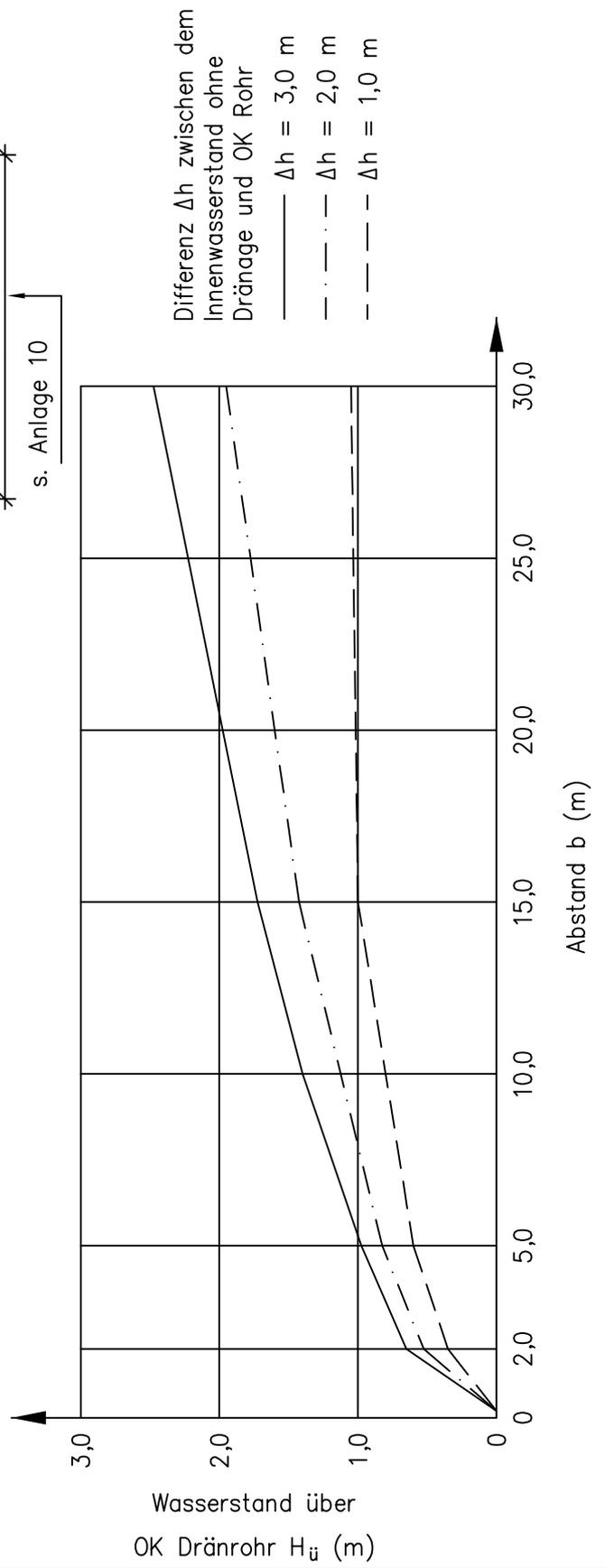
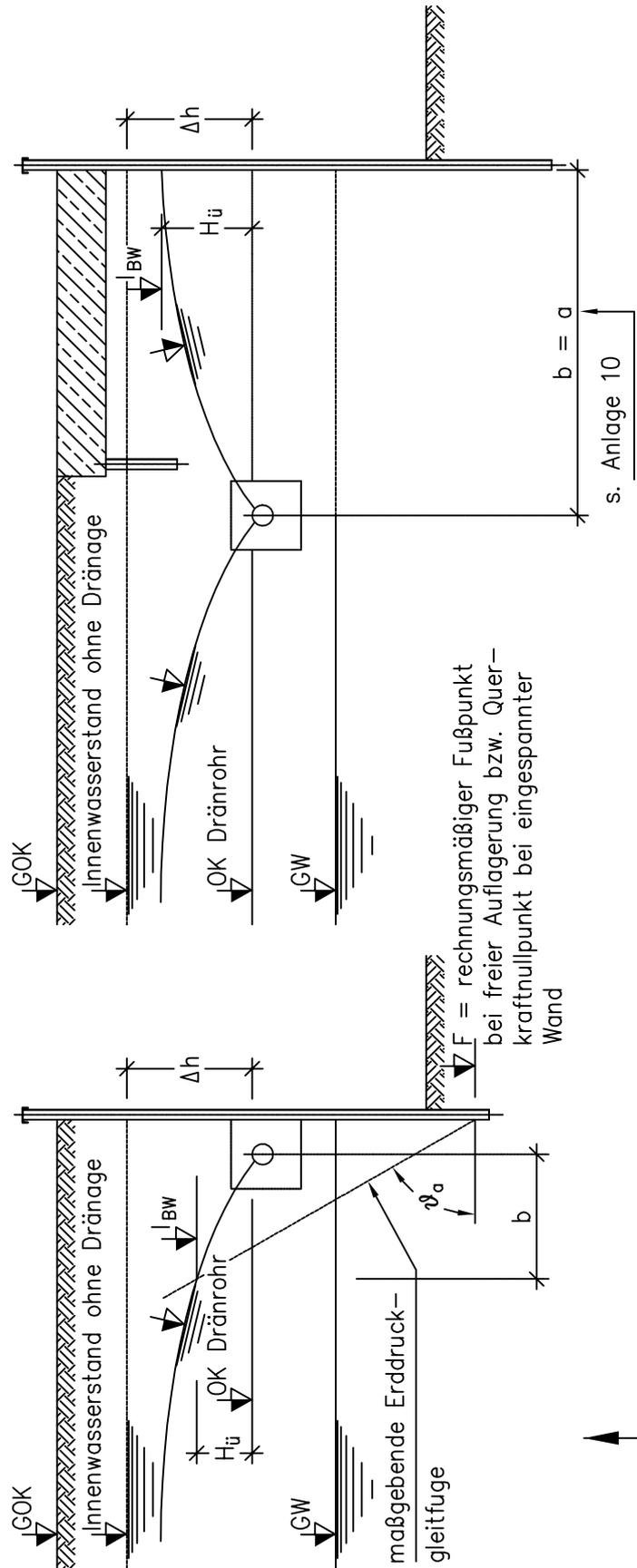
Grundriss



Schnitt A-A



Nomogramm zur Bestimmung der Höhenlage des abgesenkten Innenwasserstandes I_{BW} für die Bauwerksbemessung

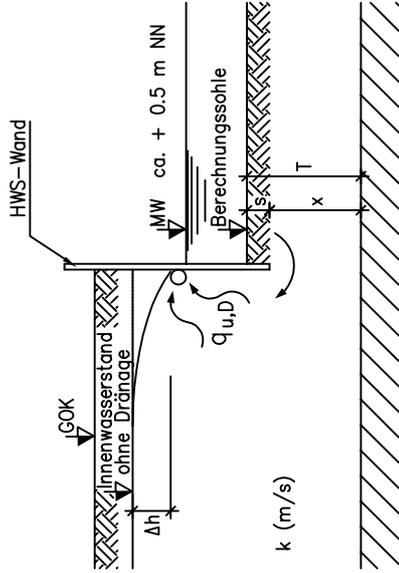
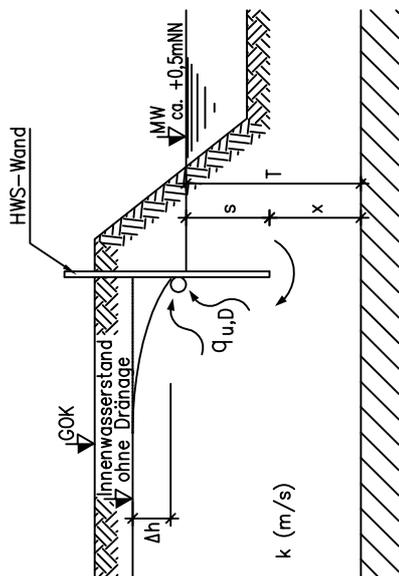


Nomogramm zur Bestimmung des Drainagezuflusses infolge Fußumströmung von HWS - Wänden

Gültigkeitsbereich $0,2 \leq s / T \leq 0,9$ und $x > 1,5 \text{ m}$

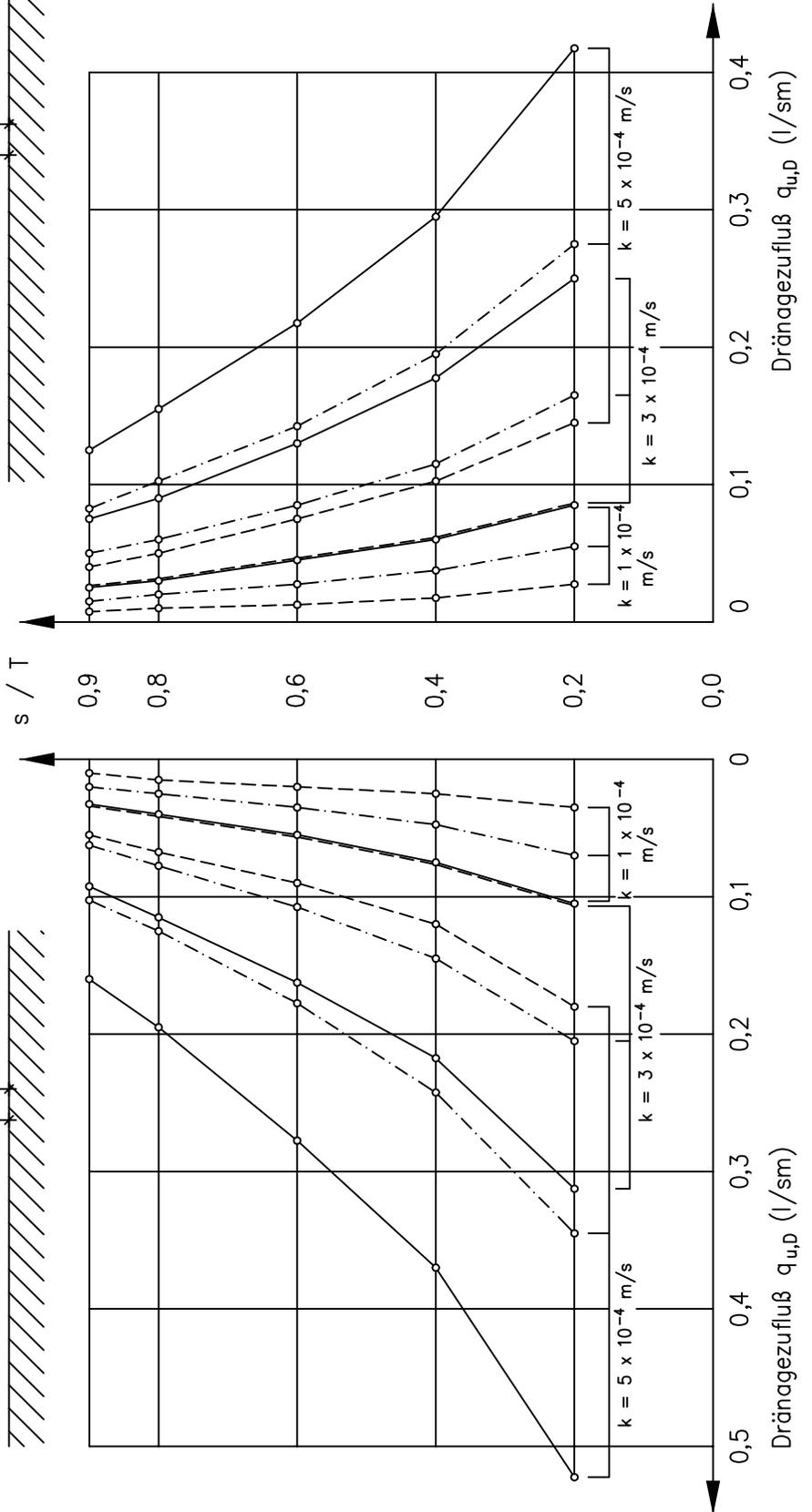
Böschung

Uferbauwerk

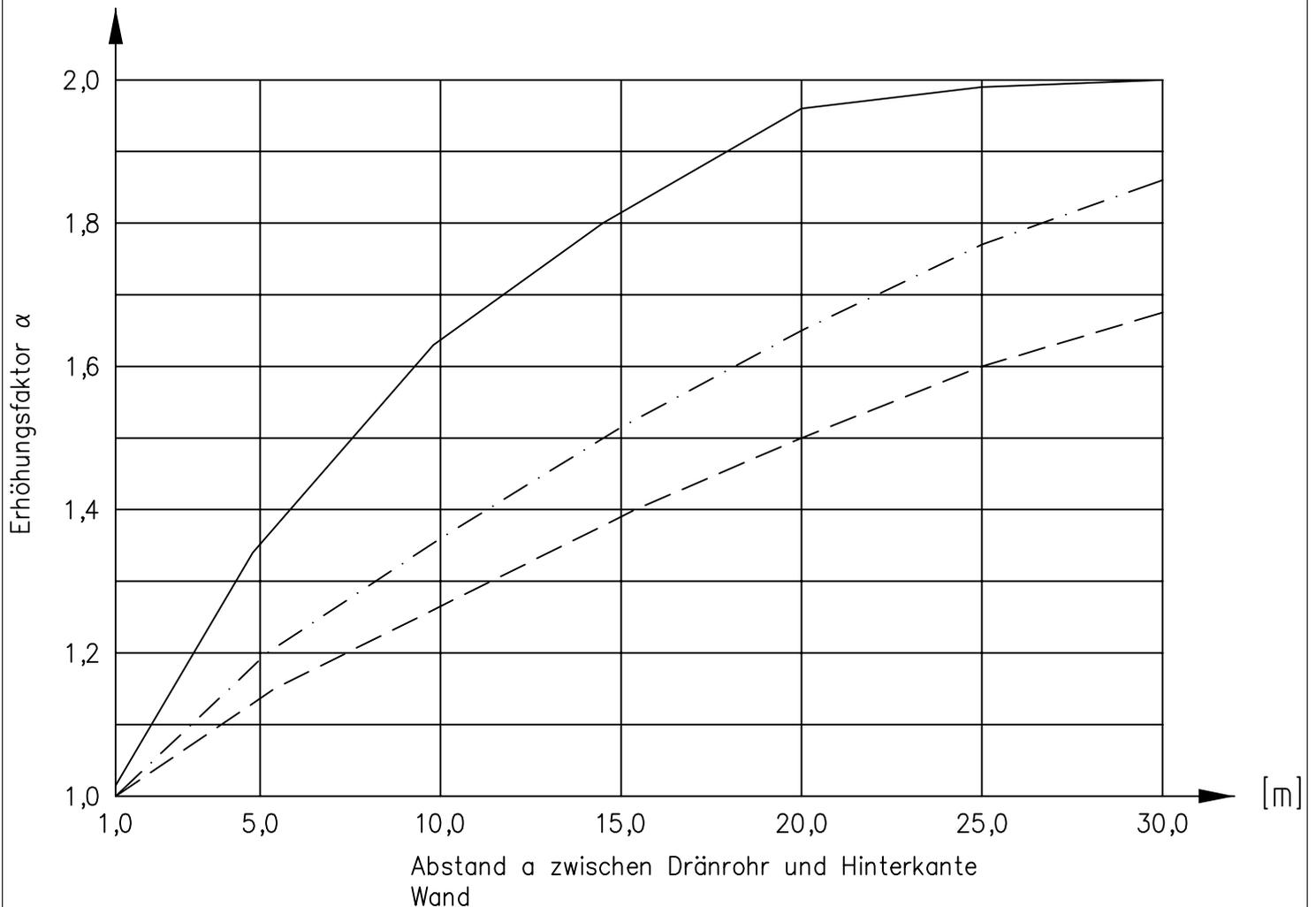


Differenz Δh zwischen dem
Innenwasserstand ohne
Drainage und OK Rohr

— $\Delta h = 3,0 \text{ m}$
 - - - $\Delta h = 2,0 \text{ m}$
 - · - $\Delta h = 1,0 \text{ m}$



Nomogramm zur Bestimmung der Erhöhung des
Zuflusses bei Dränagen mit einem Abstand $a > 1,0$ m zur Wand
(zweiseitige Zusickerung)



Differenz Δh zwischen dem
Innenwasserstand ohne
Dränage und OK Rohr

———— $\Delta h = 3,0$ m

- . - . - $\Delta h = 2,0$ m

- - - - $\Delta h = 1,0$ m

Fußumströmung:

$$q'_{u,D} = \alpha \cdot q_{u,D} \text{ (l/s} \cdot \text{m)}$$

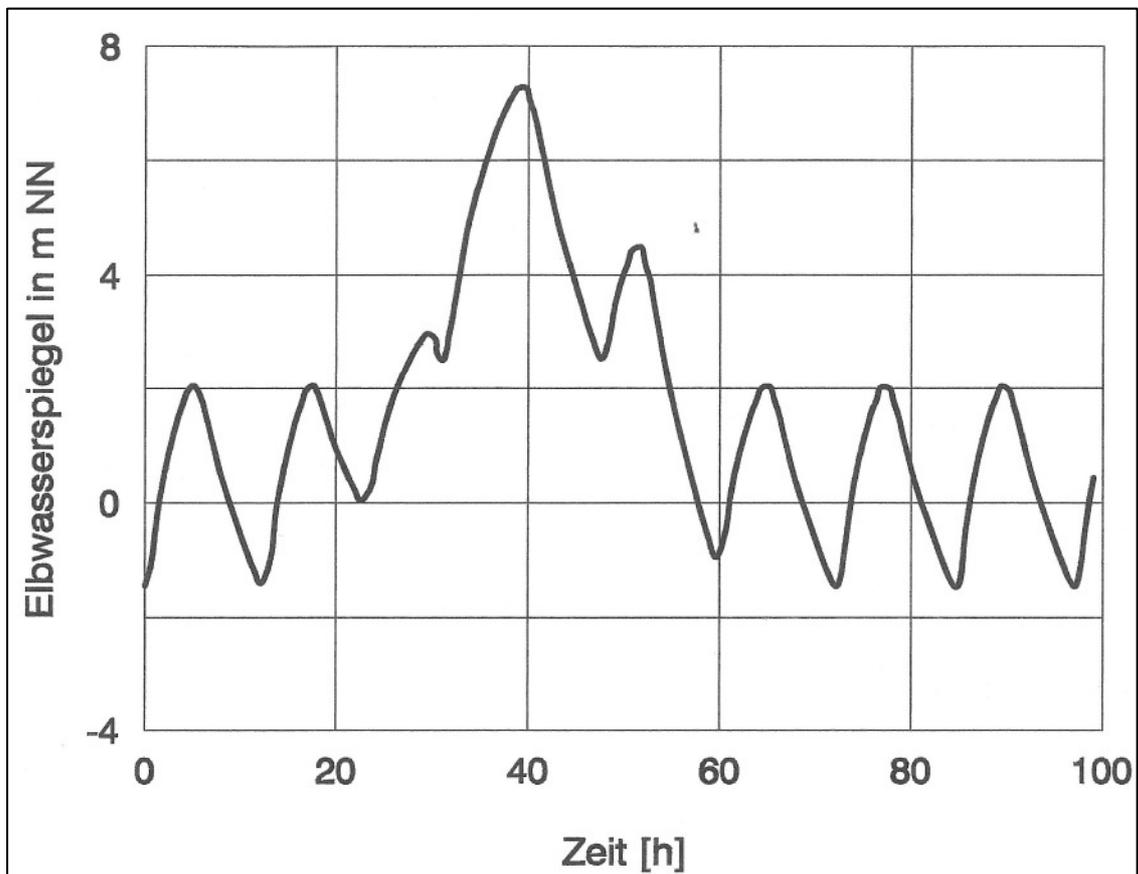
mit $q_{u,D}$ gemäß Anlage 12

Seitliche Sickerströmung:

$$q'_{s,D} = \alpha \cdot q_{s,D} \text{ (l/s} \cdot \text{m)}$$

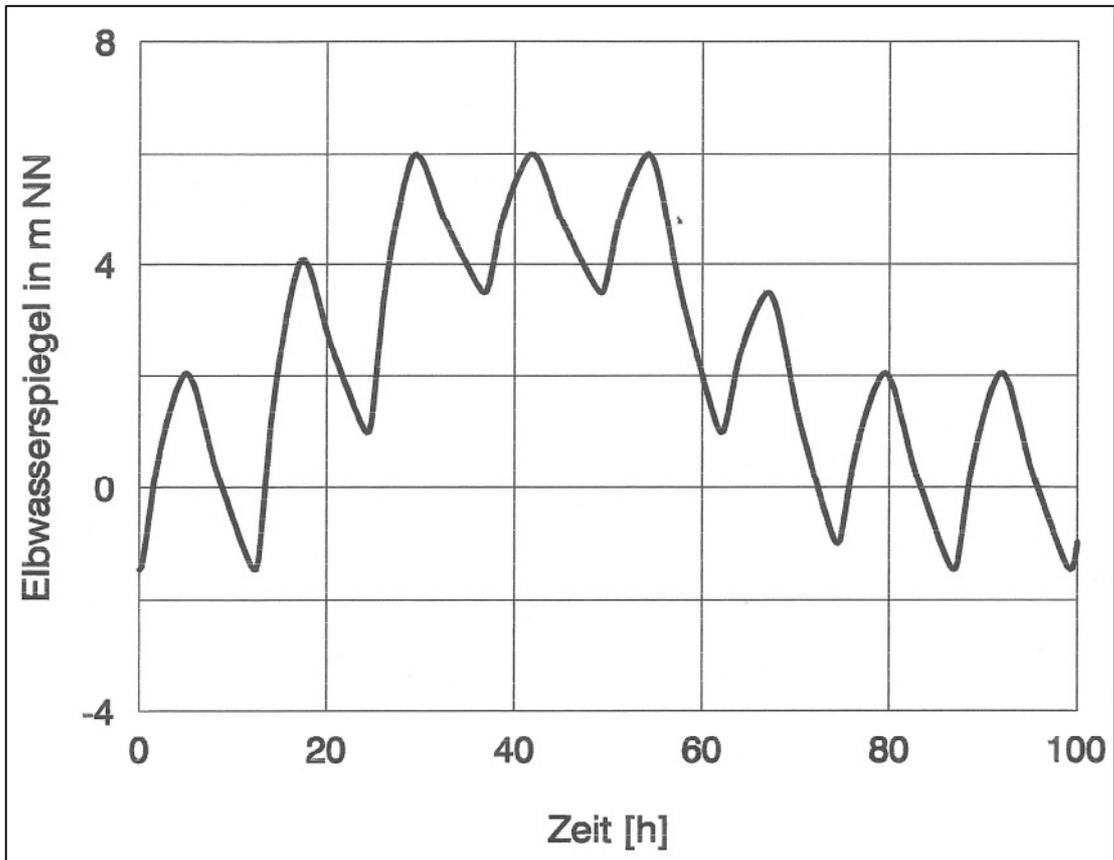
mit $q_{s,D}$ gemäß Tab. 8, Abs. 4.8.5.3

Bemessungstide Extremes Hochwasser



Zeitpunkt [h:min]	TnW [m NN]	ThW [m NN]	Bemerkung
0: 00	-1,46		
5: 00		+2,05	Normaltide
12: 25	-1,46		
17: 25		+2,05	
22: 50	+/-0,00		
29: 50		+3,00	Übergangstide
30: 50	+2,50		
39: 20		+7,30	Sturmflut
47: 50	+2,50		
51: 20		+4,50	Übergangstide
59: 50	-1,00		
64: 50		+2,05	
72: 15	-1,46		
77: 15		+2,05	Normaltide
84: 40	-1,46		

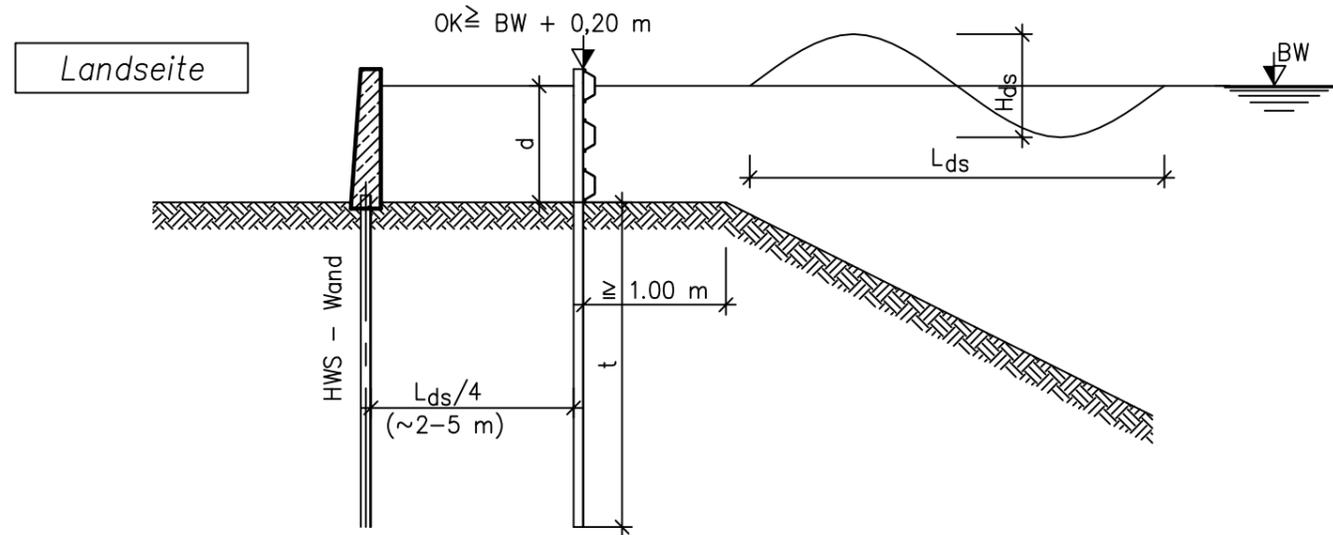
Bemessungstide Kettenhochwasser



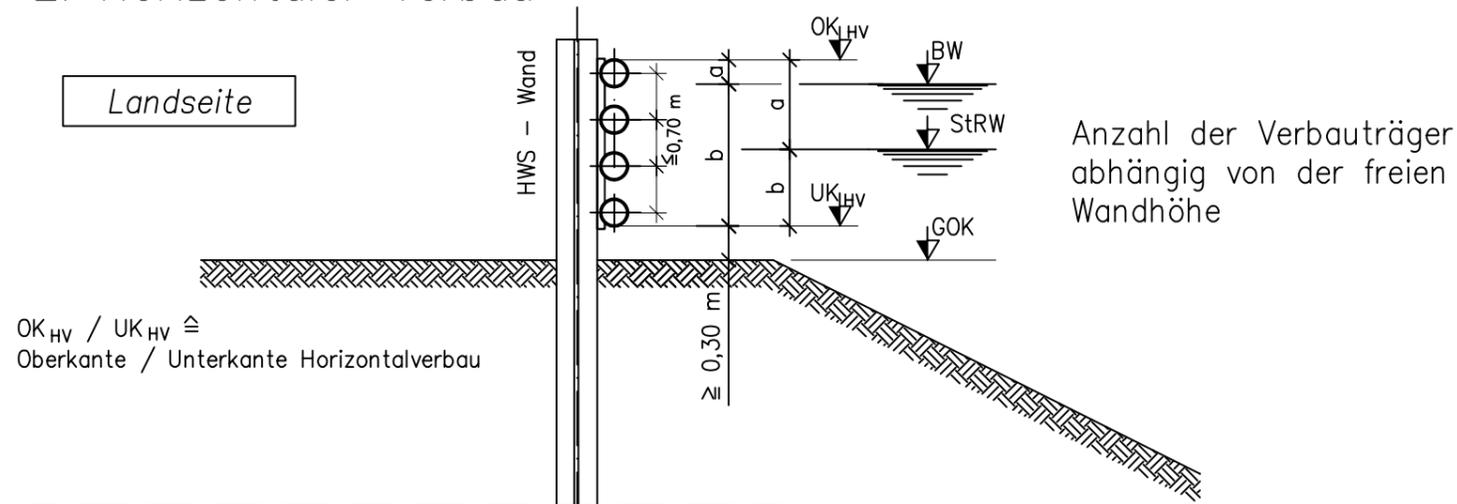
Zeitpunkt [h:min]	TnW [m NN]	ThW [m NN]	Bemerkung
0:00	-1,46		
5:00		+2,05	Normaltide
12:25	-1,46		
17:25		+4,09	Übergangstide
24:25	+1,00		Übergangstide
29:25		+6,00	
36:50	+3,50		
41:50		+6,00	Kettentide
49:15	+3,50		
54:15		+6,00	
62:05	+1,00		
67:50		+3,50	Übergangstide
74:30	-1,00		
79:30		+2,05	
86:55	-1,46		Normaltide
91:55		+2,05	
99:20	-1,46		

Wellendämpfende Baumaßnahmen

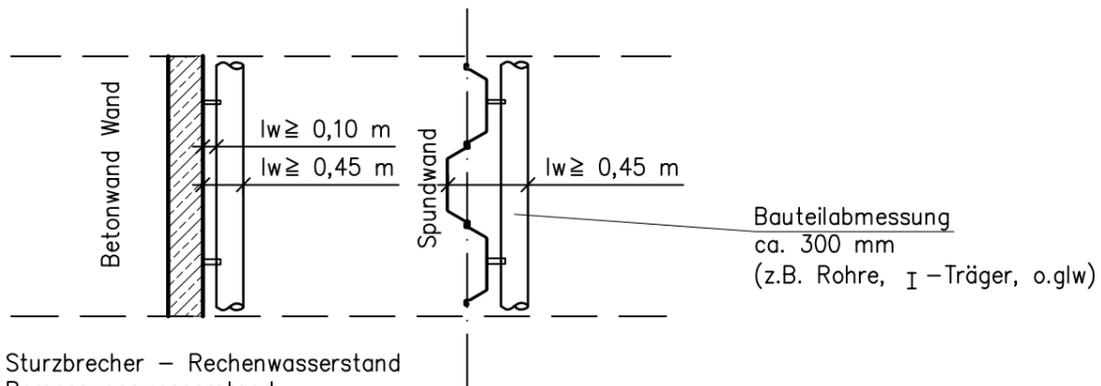
1. Aufgelöste Wand



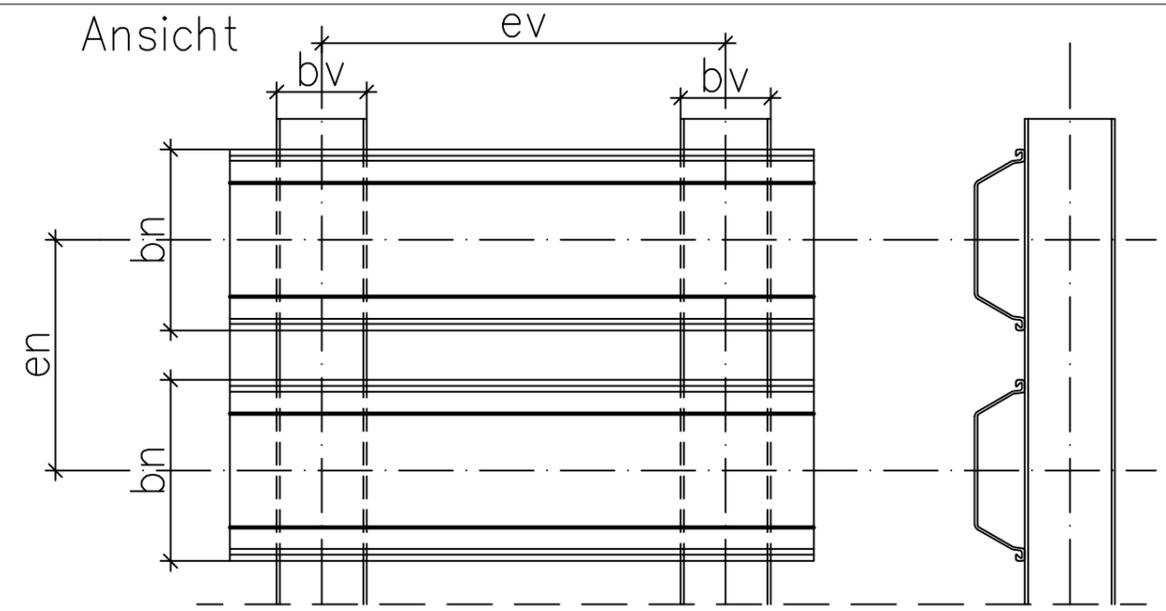
2. Horizontaler Verbau



OK_{HV} / UK_{HV} ≙
Oberkante / Unterkante Horizontalverbau

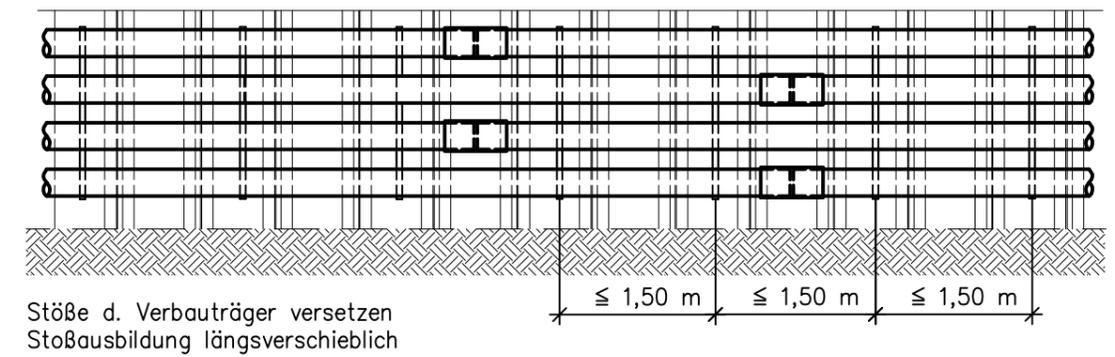


StRW = Sturzbrecher - Rechenwasserstand
BW = Bemessungswasserstand



$$\text{Verbauungsgrad } w = \frac{bv}{ev} + \frac{bn}{en} - \frac{bv * bn}{ev * en}$$

Ansicht Wasserseite (Stoß)



Fall 1: Sturzbrecher tritt bei BW auf bzw. bis $\leq 0,20$ m unter BW

a $\geq 1,0$ Hds jedoch nur bis max O.K. Wand

b $\geq 3,0$ Hds jedoch nur bis max 0,3 m über GOK

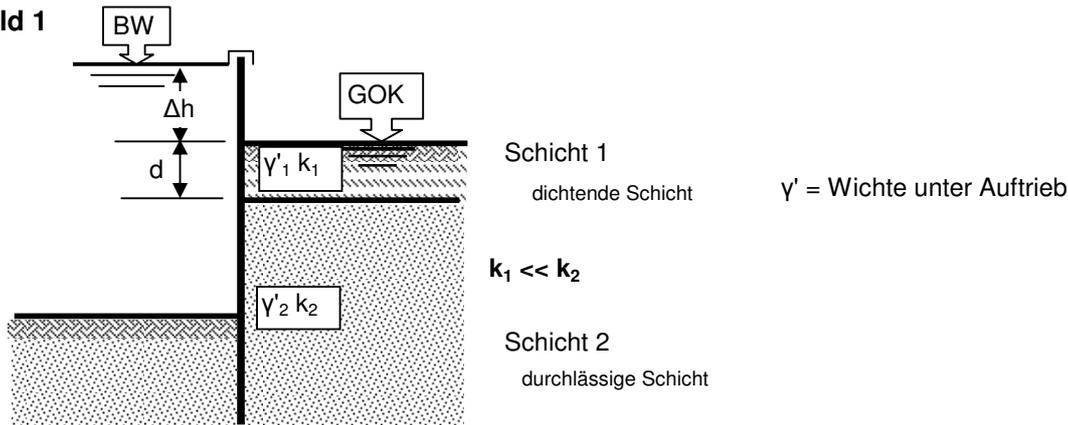
Fall 2: Sturzbrecher tritt bei StRW auf d.h $> 0,20$ m unter BW

a $\geq 2,0$ Hds jedoch nur bis max O.K. Wand

b $\geq 2,0$ Hds jedoch nur bis max 0,3 m über GOK

Nachweis der Sicherheit gegen Aufschwimmen (Aufbruch; Auftrieb)

Bild 1



Ansatz gem. DIN 1054, Abschn. 11.3: $A_k \cdot Y_{Gdst} + Q_k \cdot Y_{Qdst} \leq G_{Kstb} \cdot Y_{Gstb}$

in der Regel: $Q_k = 0$

$Y_{Gdst} = 1,0$ Sicherheitsbeiwert nach DIN 1054 Tab 2 i. d. Regel LF 3

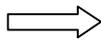
$Y_{Gstb} = 0,95$ Sicherheitsbeiwert nach DIN 1054 Tab 2 i. d. Regel LF 3

$A_k \cdot Y_{Gdst} = (\Delta h + d) \cdot \gamma_W \cdot 1,0$

$G_{Kstb} \cdot Y_{Gstb} = d \cdot (\gamma'_1 + \gamma_W) \cdot 0,95$

Sicherheit gegen Aufschwimmen:

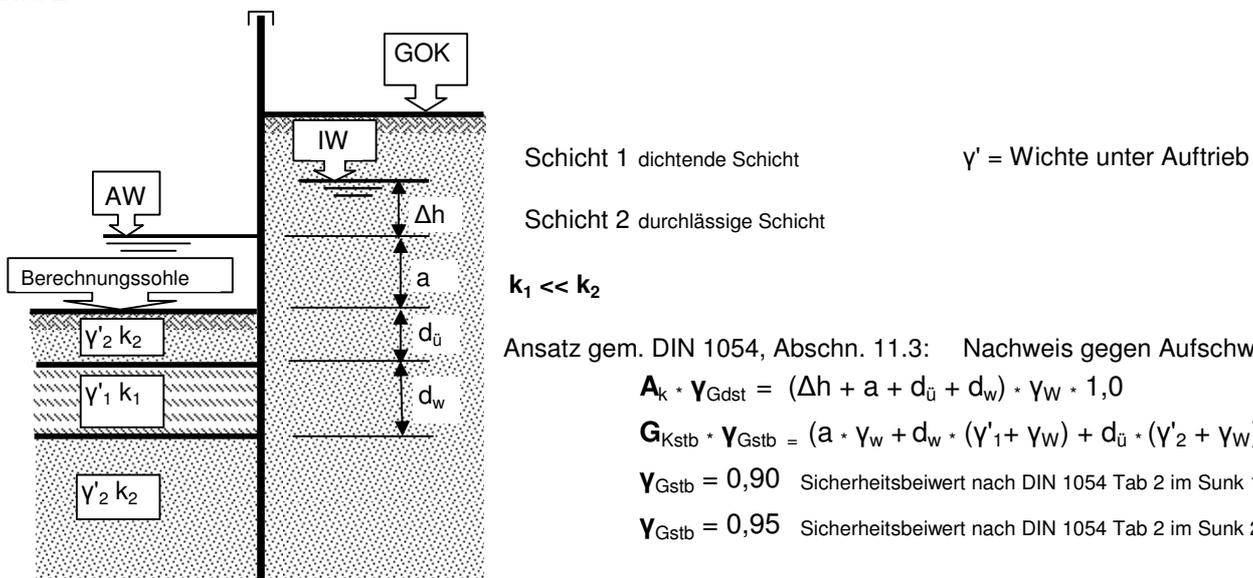
$$A_k \cdot Y_{Gdst} \leq G_{Kstb} \cdot Y_{Gstb}$$



$$(\Delta h + d) \cdot \gamma_W \cdot 1,0 \leq d \cdot (\gamma'_1 + \gamma_W) \cdot 0,95$$

Der nach DIN 1054 geforderte zusätzliche Nachweis des hydraul. Grundbruchs und Erosionsgrundbruchs kann entfallen, wenn der Nachweis des ausreichenden Sickerweges gemäß Richtlinie "Berechnungsgrundsätze für HWS-Wände, Flutschutzanlagen und Uferbauwerke im Bereich der FHH, Abschn. 11.1 für die Wand erbracht wurde.

Bild 2



$A_k \cdot Y_{Gdst} = (\Delta h + a + d_{\bar{u}} + d_w) \cdot \gamma_W \cdot 1,0$

$G_{Kstb} \cdot Y_{Gstb} = (a \cdot \gamma_W + d_w \cdot (\gamma'_1 + \gamma_W) + d_{\bar{u}} \cdot (\gamma'_2 + \gamma_W)) \cdot 0,95$

$Y_{Gstb} = 0,90$ Sicherheitsbeiwert nach DIN 1054 Tab 2 im Sunk 1 = LF 1

$Y_{Gstb} = 0,95$ Sicherheitsbeiwert nach DIN 1054 Tab 2 im Sunk 2 + 3 = LF 3

Sicherheit gegen Aufschwimmen:

$$A_k \cdot Y_{Gdst} \leq G_{Kstb} \cdot Y_{Gstb}$$

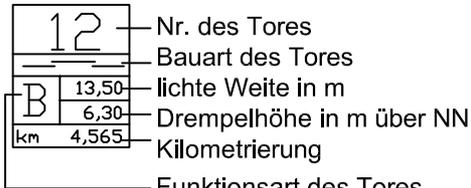


$$(\Delta h + a + d_{\bar{u}} + d_w) \cdot \gamma_W \cdot 1,0 \leq (a \cdot \gamma_W + d_w \cdot (\gamma'_1 + \gamma_W) + d_{\bar{u}} \cdot (\gamma'_2 + \gamma_W)) \cdot 0,95 \text{ bzw. } 0,9$$

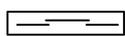
Der nach DIN 1054 geforderte zusätzliche Nachweis des hydraul. Grundbruchs und Erosionsgrundbruchs kann entfallen, wenn der Nachweis des ausreichenden Sickerweges gemäß Richtlinie "Berechnungsgrundsätze für HWS-Wände, Flutschutzanlagen und Uferbauwerke im Bereich der FHH, Abschn. 11.1 für die Wand erbracht wurde.

Legende

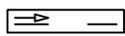
Tore



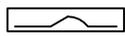
Nr. des Tores
 Bauart des Tores
 lichte Weite in m
 Drempelhöhe in m über NN
 Kilometrierung
 Funktionsart des Tores
 B - Betriebstor
 G - Gleistor
 S - Straßentor
 T - Tür



Plattentor



Schiebetor



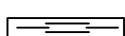
Drehtor



Stemmtor



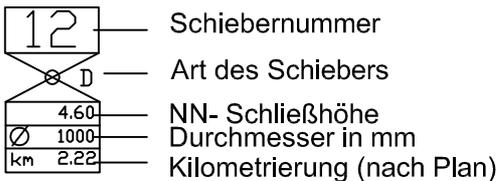
Hubtor



Dammbalken

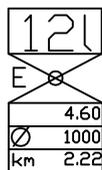
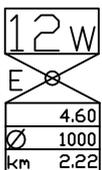
Schieber

Doppelschieber



Schiebernummer
 Art des Schiebers
 NN-Schließhöhe
 Durchmesser in mm
 Kilometrierung (nach Plan)

Einfachschieber



Wasserseitig

Landseitig

Tor oder Schieber ist ständig geschlossen

Sonstiges

Hochwasserschutzwand

Poldereinsatzzentrale

Bereichsleitung

Funkverbindung nach außen

Zufluchtspunkt, geschützt

Zufluchtspunkt, offen

Sammelpunkt

Leiterübergang

Überfahrtsrampe

Lichtmast mit Plattform
 Höhenangabe in m über NN

Sperrwerk

Pumpstation

Ölabscheider

DP1 Drainagepumpwerk mit Nummer

Erste Hilfe Station

HW3 Brauchwasserschieber mit Nummer

Verteidigungsbereich

Zuständigkeitsbereich

