

DIN 19657

ICS 93.140

Ersatz für
DIN 19657:1973-09**Sicherungen von Gewässern, Deichen und Küsten**

Protection of watercourses, dikes and coastlines

Protection des cours d'eaux, des digues et des côtes

Gesamtumfang 119 Seiten

DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW)

Inhalt

	Seite
Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	12
4 Planung	14
4.1 Grundsätze	14
4.2 Grundlagen	15
4.2.1 Allgemeines	15
4.2.2 Geotechnik und Bodenkunde	15
4.2.3 Klima, Hydrologie, Hydraulik	15
4.2.4 Morphologie und Vegetation	15
4.2.5 Fauna	15
4.2.6 Verkehrssicherung	16
4.2.7 Nutzungen	16
4.3 Auswahl von Sicherungsbauweisen	16
4.3.1 Auswahlverfahren	16
4.3.2 Ingenieurbiologie	16
4.4 Kombination von Bauweisen	18
4.5 Baustoffe	18
4.6 Bemessung	18
4.6.1 Bemessungsgrundsätze	18
4.6.2 Klassifizierung und Nachweise	19
4.6.3 Klasse 1 (K1)	20
4.6.4 Klasse 2 (K2)	20
4.6.5 Klasse 3 (K3)	20
4.6.6 Hydraulische Leistungsfähigkeit bei Fließgewässern	20
4.6.7 Weitere grundlegende Nachweise	20
4.7 Unterhaltung	21
4.8 Qualitätssicherung	21
5 Baustoffe	21
5.1 Grundsätze	21
5.2 Steine und Böden	22
5.2.1 Allgemeines	22
5.2.2 Naturgesteine und Böden	22
5.2.3 Künstliche Steine	22
5.2.4 Mörtel und Beton	22
5.3 Bituminöse Stoffe und Asphalt	23
5.4 Stahl	23
5.4.1 Stahlkonstruktionen	23
5.4.2 Draht, Drahtgeflecht, verschweißte Drahtgitter	23
5.5 Kunststoffe	24
5.5.1 Allgemeines	24
5.5.2 Geokunststoffe	24
5.5.3 Kunststoffbauelemente	25
5.5.4 Verbindungsmittel	25
5.6 Geotextilien aus Naturfasern	25
5.7 Holz	25
5.7.1 Allgemeines	25
5.7.2 Sortierklassen, Dauerhaftigkeitsklassifizierung und Resistenzklassen	26
5.7.3 Holzarten	26

5.7.4	Reisig	29
5.7.5	Rohhölzer	29
5.7.6	Schnitthölzer	29
5.8	Saatgut, lebende Pflanzenteile und Pflanzen	31
5.8.1	Allgemeines	31
5.8.2	Saatgut/Samen	32
5.8.3	Lebende Pflanzenteile	32
5.8.4	Pflanzen	33
5.8.5	Pflanzenbestände	33
6	Sicherungsbauweisen	34
6.1	Allgemeines	34
6.2	Stein	34
6.2.1	Steinschüttung	34
6.2.2	Steinsatz	35
6.2.3	Setzpack	36
6.2.4	Raupflaster	38
6.2.5	Reihenpflaster	39
6.2.6	Verzahntes Reihenpflaster	39
6.2.7	Steinschüttung mit Verguss	39
6.2.8	Uferwand als Trockenmauer	40
6.2.9	Verblendmauerwerk vor einer Uferwand	41
6.3	Steinbauweisen mit Drahtgitter, Draht- oder Kunststoffgeflecht	42
6.3.1	Allgemeines	42
6.3.2	Steinmatte	42
6.3.3	Sinkstück	44
6.3.4	Steinwalze	45
6.3.5	Gabionenmauer	46
6.3.6	Kokosgewebewalze mit Grobkiesfüllung	47
6.4	Uferwand aus Beton, Stahl oder Kunststoff	48
6.4.1	Uferwand aus Beton und Stahlbeton	48
6.4.2	Uferwand aus Stahl	48
6.4.3	Uferwand aus Kunststoff	48
6.5	Schwerer Formkörper	48
6.6	Dynamische Sicherung	49
6.6.1	Geschiebezugabe	49
6.6.2	Sandvorspülung/-vorschüttung	49
6.7	Geotextil aus Pflanzenfasern (temporäre Sicherungen)	50
6.7.1	Abdeckung mit Naturfasergewebe	50
6.7.2	Kokosfiltermatte	50
6.8	Sicherung unter Verwendung von Rundholz, Schnittholz und nicht bewurzelungsfähigem Reisig	50
6.8.1	Pflöcke zur vorübergehenden Fixierung	50
6.8.2	Pfähle zur Befestigung und Verankerung	50
6.8.3	Pfahlwände	51
6.8.4	Pfahlpaketwände	52
6.8.5	Stangen- und Bohlenbeschläge	53
6.8.6	Flechtwerke	54
6.8.7	Wippen (Faschinenwürste)	55
6.8.8	Faschinenwalzen	56
6.8.9	Buschmatten	57
6.8.10	Reisiglage (ältere Bezeichnung Rauwehr)	57
6.8.11	Ausbuschung/Sohlenausbuschung	58
6.8.12	Holzspundbohlenwände	59
6.8.13	Packfaschinat (traditionell und maschinell) und Biogene maschinelle Ufersicherung	61
6.8.14	Lahnungen an der Küste	64
6.8.15	Lahnungen an Binnengewässern	66
6.8.16	Buschzäune im Küstenschutz	67

6.8.17	Raubäume	67
6.8.18	Holzschwellen	68
6.8.19	Kokoswalze	69
6.8.20	Holzkrainerwand mit Gehölzansiedlung	69
6.8.21	Wurzelstock	70
6.9	Sicherung mit lebenden Baustoffen	71
6.9.1	Allgemeines	71
6.9.2	Landschaftsrassen und Grünland	71
6.9.3	Dünenvegetation	74
6.9.4	Röhricht- und Feuchthochstaudenflur	75
6.9.5	Gehölz	77
6.10	Schutz vor Wühltieren	83
6.10.1	Allgemeines	83
6.10.2	Verfüllung von Bauten	83
6.10.3	Wühltierschutzgitter	83
6.10.4	Spundwand	84
6.10.5	Steinschüttung	84
6.11	Häufige Kombinationen	84
6.11.1	Allgemeines	84
6.11.2	Trockensaat auf Steinschüttungen	84
6.11.3	Flechtzaun mit Röhrichthinterpflanzung	85
6.11.4	Faschinenreihe mit Gehölzhinterpflanzung	85
6.11.5	Lahnung und Röhrichtansiedlung	85
6.11.6	Kieswalze mit Kokosgeflecht und Röhrichtballenpflanzung	85
7	Unterhaltung	86
Anhang A (informativ)	Zielvegetation zur Sicherung an Gewässern und Deichen	88
Anhang B (normativ)	Tabellen zu Bauweisen und Zielvegetation	91
B.1	Allgemeines	91
B.2	Kombinationen von unbelebten Bauweisen mit verschiedener Zielvegetation	92
B.3	Auswahl bodenfestigender Gräser und Kräuter zur Böschungssicherung nach Bauweisen und Standorten in DIN 19657	94
B.4	Auswahl bodenfestigender Röhrichte, Hochstauden, Süß- und Sauergräser für ingenieurbologische Sicherungsarbeiten an Gewässern, Deichen und Küstendünen in DIN 19657	102
B.5	Auswahl bodenfestigender Süßgräser zur Dünenfestigung und Gräser und Stauden für die Wattsedimentation als ingenieurbologische Sicherungsarbeiten an Gewässern, Deichen und Küstendünen in DIN 19657	107
B.6	Auswahl von Bäumen und Sträuchern für ingenieurbologische Arbeiten nach Bauweisen und Standorten in DIN 19657	109
Literaturhinweise		115

Bilder

Bild 1	Anwendungsbereiche DIN 19657 im Gewässerquerschnitt — Tidegewässer und Küstenschutz an Nord- und Ostsee	9
Bild 2	Anwendungsbereiche DIN 19657 im Gewässerquerschnitt — Fließgewässer ohne Tideeinfluss und stehende Gewässer	10
Bild 3	Maße und Querschnitte von Holzspundwänden	31
Bild 4	Steinschüttung	35
Bild 5	Steinsatz auf Mineralfilter	36
Bild 6	Setzpack oder Steinstickung mit Fußsicherung aus Steinsatz oder Pfahlreihe	37
Bild 7	Raupflaster zur Ufersicherung oberhalb des Mittelwasserstandes (MW)	38
Bild 8	Trockenmauer als Ufersicherung	41
Bild 9	Steinmatte in Kombination mit Steckholzbepflanzung	43
Bild 10	Sinkstück	44

Bild 11 — Steinwalze in Kombination mit einer Röhrichtbepflanzung	45
Bild 12 — Gabionenmauer im Querschnitt	46
Bild 13 — Kokosgewebewalze mit Grobkiesfüllung und Röhrichtballen	47
Bild 14 — Beispiel einer Pfahlwand rückverankert	52
Bild 15 — Stangenbeschlag	54
Bild 16 — Flechtwerk aus Reisig als uferparallele Sicherung oder Strömungslenker verwendbar	55
Bild 17 — Faschinenwalze	57
Bild 18 — Reisiglage oder Rauwehr aus Nadelholz, Draufsicht der Bauphasen auf einer Uferböschung	58
Bild 19 — Ausbuschung	59
Bild 20 — Holzspundwand, rückverankert	61
Bild 21 — Packfaschinat traditionell	62
Bild 22 — Packfaschinat, weitgehend maschinell hergestellt	63
Bild 23 — Biogene maschinelle Ufersicherung	64
Bild 24 — Buschlahnung, hier Querlahnung, im Deichvorland an der Küste (Regelquerschnitt) .	65
Bild 25 — Steinlahnung im Deichvorland an Küsten	66
Bild 26 — Buschlahnung an Binnengewässern mit Kolksicherung	67
Bild 27 — Einsatz von Raubäumen als vorübergehende Ufersicherungen	68
Bild 28 — Holzkrainerwand mit Heckenlagen	70
Bild 29 — Steckholzpflanzung in unterschiedlichen Substraten	78
Bild 30 — Buschlage	79
Bild 31 — Weidenspreitlage	81
Bild A.1 — Zielvegetation Röhricht mit Feuchthochstauden, Beispiel Ufersicherung an einem großen Standgewässer	88
Bild A.2 — Zielvegetation Kleinsträucher bei erosiven Fließgewässern mit zeitweiser Wasserführung	88
Bild A.3 — Zielvegetation Strauchsaum, Beispiel Prallufer	89
Bild A.4 — Zielvegetation Gehölzsaum aus Bäumen und Sträuchern, Beispiel am Flusssufer	90

Tabellen

Tabelle 1 — Einsatzbereiche der Zielvegetation	16
Tabelle 2 — Zuordnung von Schadenspotentialen von zu schützenden Objekten	19
Tabelle 3 — Klassenzuordnung zu bemessender Bauwerke	19
Tabelle 4 — Standzeiten von Naturfasern	25
Tabelle 5 — Gebräuchliche Wasserbauhölzer	27
Tabelle B.1 — Hinweise zur Abschätzung der Untergrenze der Weichholzzone an verschiedenen Gewässertypen zur Anwendung ingenieurbioologischer Bauweisen	91
Tabelle B.2 — Kennzeichnung der Untergrenze der Weichholzzone durch örtlich vorhandene Vegetation	91
Tabelle B.3 — Kombinationen von unbelebten Bauweisen mit verschiedener Zielvegetation . . .	92
Tabelle B.4 — Zielvegetation: Landschaftsrasen und Grünland	94
Tabelle B.5 — Zielvegetation: Röhrichte und Feuchthochstauden	102
Tabelle B.6 — Zielvegetation: Dünenvegetation	107
Tabelle B.7 — Zielvegetation: Wattvegetation	108
Tabelle B.8 — Zielvegetation: Gehölze	109

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 119-02-17 AA „Sicherung von Gewässern; Wildbachverbauung“ im DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW) erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN 19657:1973-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung des Gesamtdokumentes mit Fokus auf ingenieurbioologische Ufersicherungen;
- b) Abschnitt 3 „Begriffe“ wurde aktualisiert und harmonisiert;
- c) redaktionelle Änderungen vorgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN 1957: 1932-09
DIN 1959: 1932-09, 1937-08
DIN 19657: 1965-06, 1973-09

Einleitung

Sicherungsbauweisen an Gewässern sind nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) möglichst naturnah auszuführen. Sofern die Möglichkeit besteht, sind zudem nicht naturnah ausgebaute Gewässer in einen naturnahen Zustand zurückzuführen. Bei der Auswahl helfen orientierende Tabellen, die Basisbauweisen mit standort- und gewässertypspezifischer Zielvegetation zu kombinieren und je nach Einwirkungen zu modifizieren. Durch diese Vorgehensweise wird für die Planungspraxis ein vielfältiges aufgabenbezogenes Instrumentarium bereitgestellt und die Naturnähe einer Sicherung bestimmt.

Die Priorisierung von naturnahen Sicherungen führt zu positiven Nebeneffekten bei der Dämpfung klimatischer Extremereignisse z. B. bei Niedrig- oder Hochwasser, sowie zur Erhöhung der Biodiversität und Bereitstellung von Ökosystemleistungen für u. a. die Verbesserung der Gewässergüte, des Landschaftsbildes und der Naherholung. Diesen Anforderungen wird mit einem umfangreichen Abschnitt zur interdisziplinären und fachübergreifenden Planung von Sicherungsbauweisen, insbesondere der ingenieurb biologischen Bauweisen, Rechnung getragen.

Das Verfahren zur Bemessung der angegebenen Sicherungsbauweisen ist an DIN 19712 angelehnt. Die Erosionssicherheit sowie die Standsicherheit einer Sicherungsbauweise wird durch ein Bemessungsverfahren nachgewiesen und die zu planende standortspezifische und gewässertypische Zielvegetation bei ingenieurb biologischen oder kombinierten Bauweisen aufgrund der Einwirkungen gegebenenfalls variiert.

Die technischen Regeln im Wasserbau sind aufgrund der Zuständigkeiten der Bundesländer regional unterschiedlich ausgebildet, so dass ausdrücklich und zusätzlich zu den Verweisungen und Literaturhinweisen, auf die regional zu beachtenden Regelwerke verwiesen wird.

Wirtschaftlichkeit, Eingriffsumfang sowie Ressourcenverbrauch werden mithilfe von Planungswerkzeugen in ein angemessenes Verhältnis gesetzt. Diese Leitlinien werden auch in der Bauausführung berücksichtigt, wo gleichwertige Bauweisen unterschieden werden, die in Handarbeit oder weitestgehend mit Maschinen hergestellt werden können.

Nach dem Bau ingenieurb biologischer Ufersicherungen wird die Zielvegetation mithilfe der Entwicklungspflege ausgebildet. Danach muss die Zielvegetation fachgerecht vorwiegend nach ingenieurb biologischen Kriterien unterhalten werden. Auf regelmäßige Kontrollen und Unterhaltungsmaßnahmen sowie auf solche nach Extremereignissen wird eingegangen.

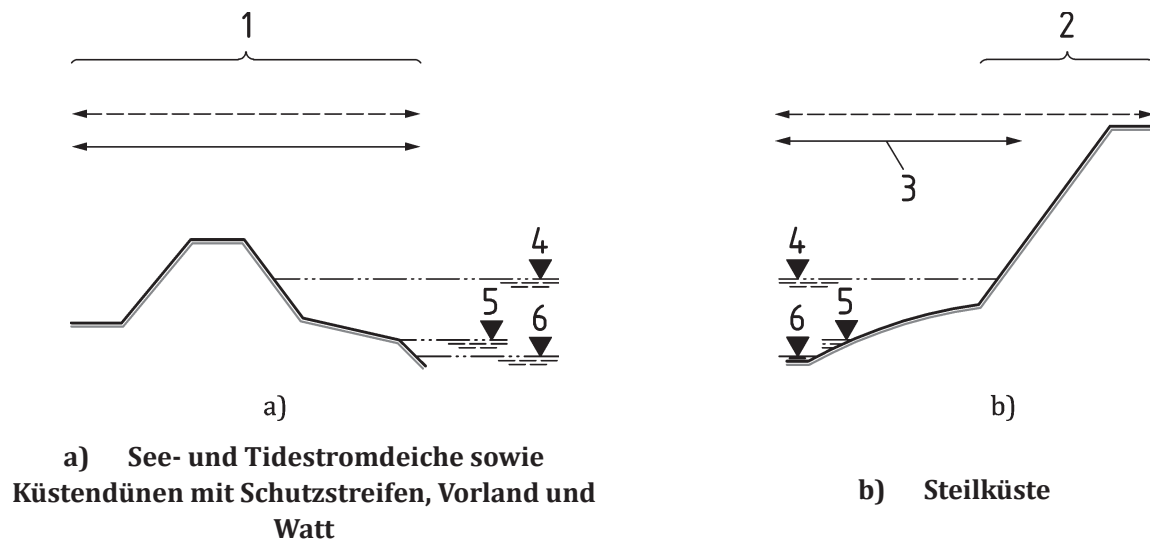
1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument ist anwendbar für Planung, Bemessung, Bau und Unterhaltung von Sicherungen in und an oberirdischen Gewässern und Küstendünen einschließlich des Tidebereiches von Flüssen sowie Oberflächensicherungen von Deichen und Stauhaltungsdämmen, für die das Wasserhaushaltsrecht gilt.

Sie ist für rutschgefährdete Hänge anwendbar, die das Abflussprofil einengen könnten. Dieses Dokument gibt Baustoffe und Bauweisen vor, die auch an Wildbächen nach DIN 19663 eingesetzt werden. Siehe Bild 1 und Bild 2 für die Anwendungsbereiche.

Dieses Dokument ist nicht anwendbar für

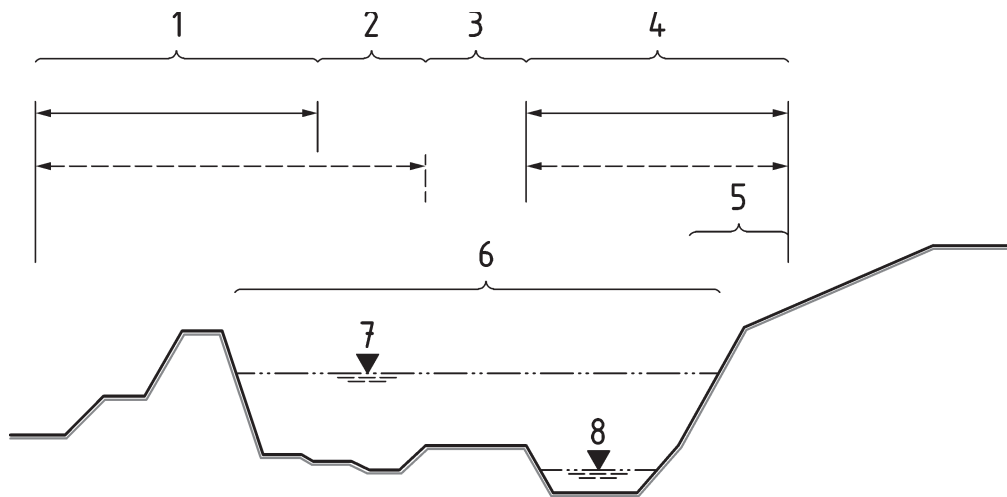
- die konstruktive Gestaltung von Bauwerken, wie Deichen, Stauhaltungsdämmen, Sohlenbauwerken, Bühnen, Kaiwänden von Hafenanlagen und Hochwasserschutzwänden,
- ingenieurbioologische Sicherungen, Sicherungsbauweisen nach DIN 18918 mit Saatgut, Pflanzen, lebenden Pflanzenteilen und nicht lebenden Stoffen gegen Erosion, Steinschlag und oberflächennahe Rutschungen an:
 - natürlichen Hängen, Dünen sowie Einschnitten, Böschungen;
 - Bodenschüttungen, Halden und Deponien, soweit sie nicht relevant für den Wasserabfluss von Gewässern sowie den Küstenschutz sind;
 - stehenden und fließenden Gewässern, (z. B. Wildbäche, Seen, Runsen), die nicht unter das Wasserhaushaltsrecht fallen; und
 - Küsten, die nicht unter das Wasserhaushaltsrecht fallen.



Legende

- | | |
|---|---|
| 1 See- und Tidestromdeiche sowie Küstendünen mit Schutzstreifen, Vorland und Watt | 6 mittleres Tideniedrigwasser (MTnw) |
| 2 Steilküste | — Geländeoberkante (GOK) |
| 3 Watt/Strand/Überschwemmungsgebiet | ← — — — — — Anwendungsbereich DIN 19657 |
| 4 Bemessungshochwasserstand (BHW) | ← — — — — — Anwendungsbereich „Empfehlungen für die Ausführung von Küstenschutzbauwerken“ (EAK) |
| 5 mittleres Tidehochwasser (MThw) | |

Bild 1 — Anwendungsbereiche DIN 19657 im Gewässerquerschnitt — Tidegewässer und Küstenschutz an Nord- und Ostsee



Legende

- 1 Hochwasserschutzanlage und Stauhaltungsdämme mit Schutzstreifen ohne Vorland
- 2 Flutmulde bei wesentlicher Gefährdung des Fließquerschnitts
- 3 Aue ohne wesentliche Gefährdung von Infrastruktur und Landschaftsstrukturen
- 4 Stehende und fließende Gewässer mit Gewässerrandstreifen
- 5 Rutschgefährdete Steilhänge, die zu das Abflussprofil einengen könnten
- 6 Hochwasserbett
- 7 Bemessungshochwasser BHW
- 8 Mittelwasser MW
- GOK
- Anwendungsbereich DIN 19657
- Anwendungsbereich DIN 19712 bzw. DIN 19700-13

Bild 2 — Anwendungsbereiche DIN 19657 im Gewässerquerschnitt — Fließgewässer ohne Tideeinfluss und stehende Gewässer

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 105-4, *Mauerziegel — Teil 4: Keramikklinker*

DIN 1045-2, *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton — Teil 2: Beton*

DIN 1045-3, *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton — Teil 3: Bauausführung*

DIN 1164-10, *Zement mit besonderen Eigenschaften — Teil 10: Zement mit niedrigem wirksamen Alkaligehalt — Zusammensetzung und Anforderungen*

DIN 4047-1, *Landwirtschaftlicher Wasserbau — Begriffe — Teil 1: Allgemeine Begriffe*

DIN 4049-1, *Hydrologie — Grundbegriffe*

DIN 4051, *Kanalklinker — Anforderungen, Prüfung, Überwachung*

DIN 4074-2, *Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit — Teil 2: Baurundholz (Nadelholz)*

DIN 4220, *Bodenkundliche Standortbeurteilung — Kennzeichnung, Klassifizierung und Ableitung von Bodenkennwerten (normative und nominale Skalierungen)*

DIN 16456-1, *Kunststoffspundbohlen — Extrudierte Spundbohlen aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U) — Teil 1: Produkt*

DIN 16456-2, *Kunststoffspundbohlen — Extrudierte Spundbohlen aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U) — Teil 2: Bemessung*

DIN 16456-3, *Kunststoffspundbohlen — Extrudierte Spundbohlen aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U) — Teil 3: Ausführung von Spundwandbauwerken aus Kunststoffspundbohlen*

DIN 18196, *Erd- und Grundbau — Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke*

DIN 18917, *Vegetationstechnik im Landschaftsbau — Rasen und Saatarbeiten*

DIN 19663, *Wildbachverbauung — Begriffe, Planung und Bau*

DIN 19700 (alle Teile), *Stauanlagen*

DIN 19712, *Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern*

DIN EN 197-1, *Zement — Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement*

DIN EN 206, *Beton — Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität*

DIN EN 335, *Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten — Gebrauchsklassen: Definitionen, Anwendung bei Vollholz und Holzprodukten*

DIN EN 338, *Bauholz für tragende Zwecke — Festigkeitsklassen*

DIN EN 350, *Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten — Prüfung und Klassifizierung der Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten gegen biologischen Angriff*

DIN EN 413-1, *Putz- und Mauerbinder — Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien*

DIN EN 771-1, *Festlegungen für Mauersteine — Teil 1: Mauerziegel*

DIN EN 771-3, *Festlegungen für Mauersteine — Teil 3: Mauersteine aus Beton (mit dichten und porigen Zuschlägen)*

DIN EN 845-1, *Festlegungen für Ergänzungsbauteile für Mauerwerk — Teil 1: Maueranker, Zugbänder, Auflager und Konsolen*

DIN EN 998-2, *Festlegungen für Mörtel im Mauerwerksbau — Teil 2: Mauermörtel*

DIN EN 1338, *Pflastersteine aus Beton — Anforderungen und Prüfverfahren*

DIN EN 1342, *Pflastersteine aus Naturstein für Außenbereiche — Anforderungen und Prüfverfahren*

DIN EN 1344, *Pflasterziegel — Anforderungen und Prüfverfahren*

DIN EN 1912, *Bauholz für tragende Zwecke — Festigkeitsklassen — Zuordnung von visuellen Sortierklassen und Holzarten*

DIN EN 1990, *Eurocode — Grundlagen der Tragwerksplanung*

DIN EN 1992-1-1, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

DIN EN 1992-1-1/NA, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

DIN EN 1993-5, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 5: Pfähle und Spundwände*

DIN EN 1997-1, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln*

DIN EN 1997-2, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds*

DIN EN 10088 (alle Teile), *Nichtrostende Stähle*

DIN EN 10223 (alle Teile), *Stahldraht und Drahterzeugnisse für Zäune und Drahtgeflechte*

DIN EN 10248 (alle Teile), *Warmgewalzte Spundbohlen aus Stahl*

DIN EN 12063, *Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) — Spundwandkonstruktionen*

DIN EN 12620, *Gesteinskörnungen für Beton*

DIN EN 13253, *Geotextilien und geotextilverwandte Produkte — Geforderte Eigenschaften für die Anwendung in Erosionsschutzanlagen (Küstenschutz, Deckwerksbau)*

DIN EN 13383-1, *Wasserbausteine — Teil 1: Anforderungen*

DIN EN 13670, *Ausführung von Tragwerken aus Beton*

DIN EN ISO 9227, *Korrosionsprüfungen in künstlichen Atmosphären — Salzsprühnebelprüfungen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN 4047-1, DIN 4049-1, DIN 19712 und DIN 19700 (alle Teile) sowie die folgenden Begriffe.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>

— DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

ANMERKUNG Weitere spezifische Begriffe werden in den jeweiligen Abschnitten erläutert.

3.1

Bemessungssituation

Reihe von physikalischen Bedingungen, die ersatzweise für die wirklichen Bedingungen innerhalb eines bestimmten Zeitabschnitts angenommen werden kann, für die die Planung nachweist, dass maßgebende Grenzzustände nicht überschritten werden

[QUELLE: DIN EN 1990:2021-10, 1.5.2.2]

3.2**Deckwerk**

flächige Sicherung waagerecht oder geneigt zum Schutz vor Erosion

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Deckwerk kann aus einer oder mehreren Materialschichten bestehen. Dies kann auch ingenieurbologisch erfolgen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein Deckwerk wird so bemessen, dass es den hydrotechnischen und geotechnischen Einwirkungen widerstehen kann.

3.3**Einwirkung**

Gruppe von Kräften (Lasten), die auf ein Tragwerk/eine Sicherung wirken oder eine Gruppe von aufgezwungenen Verformungen oder Beschleunigungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Einwirkungen sind nach DIN EN 1990 in ständige, zeitlich veränderliche und außergewöhnliche Einwirkungen einzuordnen.

3.4**Gewässerbett**

seitliche (Ufer) und untere (Sohle) Begrenzung des Gewässers

3.5**Ingenieurbilogie**

Fachgebiet der Sicherung mit Pflanzen und Pflanzenbeständen

3.6**ingenieurbilogische Sicherung**

ökologisch-technische Verfahren mit lebenden und nicht lebenden Baustoffen zur Sicherung, Erhaltung und Entwicklung von Böschungen, Hängen, Ufern gegen Erosion, Rutschung und Steinschlag

3.7**Küstendüne**

unter Einfluss von Wind entstandene Anhäufungen von Sand oberhalb des Meeresstrandes

3.8**lebender Baustoff**

Baustoff mit vegetativem Wachstum und Vermehrung nach dem Einbau

3.9**Erosion**

Abtrag von Bodenmaterial und Sediment durch Wasser, Eis und Wind

BEISPIEL Formen: Flächen-, Rillen-, Rinnen-, Graben-, Ufer- und Sohlenerosion

3.10**oberirdisches Gewässer**

ständig oder zeitweilig in Betten fließendes oder stehendes oder aus Quellen wild abfließendes Wasser

3.11**Sicherung**

Maßnahme zum Schutz vor Einwirkungen aus Wasser und Wind, Wellen, Eis, Treibgut und biologischen Einwirkungen (z. B. durch Wühltiere)

3.12

Stützbauwerk

Tragwerk, das einen Untergrund (Böschung) abstützt, der Boden, Fels oder Hinterfüllung und Wasser enthält

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Material ist gestützt, wenn es in steilerer Neigung gehalten wird als die, unter der es sich ohne ein stützendes Tragwerk einstellen würde [siehe DIN EN 1997-1 und DIN EN 1997-2].

Anmerkung 2 zum Begriff: Stützbauwerke umfassen alle Arten von Wänden oder Stützsystemen, bei denen Bauteile durch Kräfte aus dem gestützten Material beansprucht werden [siehe DIN EN 1997-1 und DIN EN 1997-2].

3.13

unbelebte Baustoffe

nicht lebende Baustoffe

3.14

Vegetationszone

Bereich mit typischer, an den Standort angepasster Vegetation, der im Wesentlichen von den Wasserständen geprägt wird

3.15

Vorland

Gelände zwischen Gewässerbett und Deich

3.16

Zielvegetation

Pflanzenbestand, der sich im Gewässerabschnitt entwickeln soll und dauerhaft die Sicherungsfunktion allein oder in Kombination mit anderen Bauelementen übernimmt

4 Planung

4.1 Grundsätze

Die Planung von Sicherungen muss interdisziplinär durchgeführt werden. Ziel ist es, möglichst naturnahe Sicherungen durchzuführen. Sofern die Möglichkeit besteht, sind nicht naturnahe Gewässer in einen naturnahen Zustand zurückzuführen.

Neben hydrologischen, hydraulischen, geotechnischen, wasserbaulichen, ingenieurb biologischen und gewässerökologischen Gesichtspunkten sind die Richtlinien der Länder zu berücksichtigen.

Am Anfang und Ende jeder Sicherung sind Übergangsbereiche zum Bestand herzustellen. Der Böschungsfuß und der Übergang zur Sohle sind besonders zu sichern (z. B. durch eine Fußvorlage).

ANMERKUNG Für die Ausführung an Bundeswasserstraßen gelten die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen – Wasserbau, des Bundesverkehrsministeriums. Für Küstenschutzbauwerke ist die EAK zu beachten.

Die Planung von Sicherungen erfordert eine entsprechende Fachkunde¹.

Alle Sicherungen innerhalb eines topografisch zusammenhängenden Raumes müssen hinsichtlich des Entwicklungszieles des Gewässers nach einer abgestimmten und einheitlichen Konzeption geplant werden. Umfang und Art der Sicherung richten sich nach dem Schadenspotential, den Einwirkungen und dem Standort.

¹ Fachkundig ist, wer aufgrund seiner Ausbildung, seiner Kenntnisse und seiner Referenzen nachweisen kann, dass er Planungen, Bewertungen und Prüfungen im Bereich von Gewässern, Deichen und Küsten sachgerecht durchführen kann.

4.2 Grundlagen

4.2.1 Allgemeines

Die Grundlagenermittlung muss alle Kennwerte, Standortfaktoren, Einwirkungen und sonstigen planerischen Bedingungen umfassen, die zur Planung von Sicherungsbauwerken erforderlich sind. Hiernach richtet sich die Auswahl von Baustoffen und Bauweisen.

4.2.2 Geotechnik und Bodenkunde

Kenntnisse zum Baugrund, den Böden als Pflanzenstandort sowie dem Material der Gewässersohle müssen vorliegen.

Geotechnische Grundlagen müssen nach DIN EN 1997-1 und DIN EN 1997-2 vorliegen. Die Art und der Umfang der Untersuchungen richten sich nach der geplanten Sicherungsbauweise, dem vorliegenden Untergrund und den hydrologischen und hydraulischen Verhältnissen.

Böden sind ebenfalls im Hinblick auf die Ansiedlung von ingenieurbologisch wirksamen Pflanzen zu untersuchen und zu bewerten. U. a. sind der Chemismus im Boden und Baugrund, die Grundwasserverhältnisse, die Kornverteilung sowie Porengehalte und Bodendichte nach DIN 4220 zu ermitteln.

Kennwerte der Gewässersohle geben Auskunft über deren Erosionsstabilität und die Tragfähigkeit.

4.2.3 Klima, Hydrologie, Hydraulik

Die klimatischen Verhältnisse mit ihren prognostizierten Veränderungen sind zu beachten. Die mögliche Eisbeanspruchung ist zu berücksichtigen. Insbesondere bei Sicherungen mit lebenden Baustoffen sind klimatische Bedingungen, wie Exposition, Niederschlag, Temperatur und Wind zu beachten.

Zu den hydrologischen und hydraulischen Kennwerten gehören die Bemessungsabflüsse und -wasserstände, Fließgeschwindigkeiten nach Größe und Richtung, Tideverlauf, Wellen, Sunk und Schwall sowie an Wasserstraßen schiffsinduzierte Wellen, Strömungen und schneller Wasserspiegelabsenk. Gegebenenfalls sind die angrenzenden Grundwasserstände zu erheben.

In die Bewertung der Ergebnisse von hydraulischen Berechnungen muss die Anordnung der geplanten Sicherung im Gewässerverlauf einfließen. Gegebenenfalls müssen Anpassungen für zum Beispiel enge Kurven, stärkere Profilwechsel, Inseln mit Querströmungen und Turbulenzen berücksichtigt werden. Alle Sicherungen sind so einzubauen, dass sie den geplanten Abflussquerschnitt nicht reduzieren.

Der Chemismus des Gewässers ist zu beachten.

4.2.4 Morphologie und Vegetation

Die Planung der Sicherung muss sich am regionalen Leitbild des Abschnittes insbesondere an der natürlichen Morphologie und der Vegetation orientieren. Die Anforderungen kann aus dem benachbarten naturnahen Referenzabschnitt abgeleitet werden.

4.2.5 Fauna

Der Biotopverbund für Tiere zwischen Gewässer und Aue und entlang des Gewässers, sowie die Erhaltung und Schaffung neuer Habitatstrukturen müssen berücksichtigt werden.

Bei steilen Sicherungen (Neigung > 45°) sind in angemessenen Abständen (bis maximal 50 m) Tierausstiege herzustellen.

Ist eine Schädigung der Sicherung oder des zu sichernden Bereichs durch Wühltiere (z. B. Wildschweine, Biber, Bisam, Nutria) zu erwarten, ist ein Wühltierschutz vorzusehen. Bei Tierfraß muss gegebenenfalls die Pflanzenauswahl und die Unterhaltung angepasst, sowie Schutzmaßnahmen ergriffen werden.

4.2.6 Verkehrssicherung

Die Anforderungen der Verkehrssicherung, wie z. B. Absturzsicherungen oder Ausstiegshilfen an Uferwänden (mit bis maximal 50 m Abstand), sowie die Gefährdung von Personen und Fahrzeugen auf Verkehrswegen durch zum Beispiel Bäume sind zu beachten (DWA-M 616).

4.2.7 Nutzungen

Die Wechselwirkungen zwischen Bauwerk und der angrenzenden Nutzung sind zu beachten, um potenzielle Interessenskonflikte zu vermeiden. Zu diesen gehören unter anderem, Infrastruktur, Bebauung, Landwirtschaft und Gartenbau, Freizeitaktivitäten, Anliegerinteressen und Gewässernutzung.

4.3 Auswahl von Sicherungsbauweisen

4.3.1 Auswahlverfahren

Das vorrangige Ziel der Sicherungsbauweisen im Anwendungsbereich dieser Norm ist die Sicherungs-/Schutzfunktion unter Berücksichtigung der Gewässer- und Küstenentwicklungsplanung. Grundsätzlich ist die Sicherungsbauweise mit naturnahen Bauweisen gemäß Referenzstrecken im Planungsgebiet durchzuführen. Liegen keine Referenzstrecken vor, sollten Leitbilder zur Planung herangezogen werden. Die spätere Strukturgütebewertung nach LAWA-Verfahrensempfehlung zur Strukturgütekartierung für kleine bis mittelgroße Fließgewässer ist ergänzend zu beachten.

Bei der Auswahl der Sicherungsbauweise sind die folgenden Prioritäten zu setzen. In erster Priorität sind naturnahe Bauweisen und naturnahe Ufervegetation zu bevorzugen. Hieraus wird die Zielvegetation für den Uferschutz nach Tabelle 1 bestimmt. Falls naturnahe Bauweisen nur teilweise möglich sein sollten, sind mit einer Kombination von Bauweisen mäßig naturnahe Ufersicherungen anzustreben. Falls auch mäßig naturnahe Bauweisen nicht möglich sein sollten, verbleiben naturferne Bauweise wie z. B. Uferwände.

Die Funktions- und Anlagensicherheit von Deichen und Dämmen darf durch die Sicherungsbauweise nicht beeinträchtigt werden.

Die Lebensdauer der Sicherungsbauweisen, die Nachhaltigkeit der Baustoffe sowie deren Unterhaltungsaufwand sind ebenfalls zu berücksichtigen.

4.3.2 Ingenieurbiologie

Die Planung ingenieurbiologischer Bauweisen beginnt neben der Grundlagenermittlung mit der Festlegung der Zielvegetation. Die Zielvegetation beschreibt den Pflanzenbestand, der sich durch ingenieurbiologische Bauweisen entwickeln soll. Die Auswirkungen des Endzustandes der Zielvegetation oder evtl. ungünstigerer Zwischenzustände u. a. auf die hydraulische Leistungsfähigkeit sind zu beachten und gegebenenfalls nachzuweisen. In Tabelle 1 sind Einsatzbereiche der Zielvegetationen aufgeführt.

Tabelle 1 — Einsatzbereiche der Zielvegetation

Zielvegetation	Mögliche Einsatzbereiche
Extensiv gepflegter Rasen und Grünland mit dichter Grasnarbe	See- und Tidestromdeiche mit Schutzstreifen
Extensiv gepflegter Rasen und Grünland mit dichter Grasnarbe, einzelne geeignete Kräuter zulässig – siehe 6.9.2 Landschaftsrasen und Tabelle B.4	Flussdeiche Auf den landseitigen Schutzstreifen artenreiche, geeignete Gras-/Krautvegetation zulässig
Extensiv gepflegter Rasen und Grünland	Uferböschungen, Flutmulden, Hochwasserabflussprofile

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Zielvegetation	Mögliche Einsatzbereiche
Dünenvegetation	Küstendüne, Sandauftrag, Vorspülung
Wattvegetation	Watt, Lahnungsfelder, Vorspülung
Röhricht- und Feuchthochstaudenfluren	Flache Ufer von fließenden und stehenden Gewässern, einschließlich Tidegewässer und Watt An Ufern mit starken schiffsinduzierten Wellen sind zusätzlich Kombinationen mit nichtlebenden Bauweisen erforderlich Unterhalb von Rasenböschungen In Ortslagen bei geringer hydraulischer Leistungsfähigkeit, z. B. vor Ufermauern Oberhalb von Unterwasserböschungssicherung
Gehölze/Strauchsaum	Prallufer an schnellfließenden Berglandgewässern Ufer breiter Gewässer bei Welleneinwirkung auch Schiffswellen Temporär wasserführende Gewässer mit Tiefenerosion.
Gehölze/Gehölzsaum aus Bäumen und Sträuchern	Ufer von fließenden und stehenden Gewässern, soweit die hydraulische Leistungsfähigkeit bei Hochwasser dies zulässt. Ufer mit schiffsinduzierten Wellen. Steilküsten an der Ostsee. Im Deichvorland außerhalb des Deichschutzstreifens zur Treibeis- und Treibgutabwehr mit den Einschränkungen nach DIN 19712.

Die Zielvegetation richtet sich neben dem Sicherungsziel nach den Zielen der jeweiligen Gewässer- und Küstenentwicklungsplanung. Die Verwendung von möglichst mehreren, für den Standort und die Funktion geeigneten Arten zur Erhöhung der Stabilität der Zielvegetation ist zu empfehlen.

Häufig eingesetzte Zielvegetation siehe Bild A.1, Bild A.2, Bild A.3 und Bild A.4. Die Zielvegetation kann durch die Kombination unterschiedlicher Bauweisen erreicht werden (siehe Tabelle B.3).

Die Überflutungs- und Überstauverträglichkeit von lebenden Baustoffen ist pflanzenartspezifisch und abhängig von Höhe, Dauer und Häufigkeit des Einstaus. Für die Positionierung der ingenieurb biologischen Bauweisen gibt der Wasserstand an der Untergrenze der Weichholzzone eine Orientierung, siehe Tabelle B.1 und Tabelle B.2 sowie Anhang B.

Die Grenzen für den Einsatz lebender Baustoffe werden dort erreicht, wo die sichernde Wirkung von Pflanzen unter ungünstigen Standortfaktoren nicht zur langfristigen Stabilisierung ausreicht.

Unterhalb der Weichholzzone kommen als dauerhafte Sicherung neben technische Bauweisen nur Röhrichte zur Anwendung.

Lebende Baustoffe der Zielvegetation müssen eine langfristige Sicherungsfunktion erfüllen können. Schnellwüchsige Pionierpflanzen können eine vorläufige Sicherung übernehmen. Dazu sind gebietsheimische Pflanzen und Pflanzenteile zu verwenden. Bei der Auswahl der lebenden Baustoffe müssen darüber hinaus die nachfolgenden Kriterien berücksichtigt werden:

- Standort mit seinen Extremen und Besonderheiten;
- Ausfall von einzelnen Arten;

- geplante Zielvegetation;
- Pionierpflanzen zur schnellen Entwicklung der vegetativen Sicherung;
- leichte Vermehrbarkeit;
- Resistenz gegenüber mechanischer und hydraulischer Beanspruchung;
- Bodenfestigung durch Kombination von verschiedenen Wurzel- und Triebstrategien sowie große Wurzelmasse;
- zukünftiger Unterhaltungsaufwand und -bedingungen;
- konkurrierende Vegetation und Fressfeinde.

4.4 Kombination von Bauweisen

Sicherungen werden oft sowohl längs des Gewässers als auch quer zum Gewässer aus unterschiedlichen Bauweisen zusammengesetzt (siehe 6.10).

Eine häufige Kombination besteht aus einer unbelebten Sicherung unterhalb der Grenze der Weichholzzone und einer lebenden Bauweise oberhalb dieser Grenze. Der Bereich des Bauweisenwechsels ist insbesondere im Hinblick auf örtliche Erosion zu überprüfen.

Auch in Längsrichtung des Ufers sind die Übergangsbereiche angrenzender Bauweisen im Hinblick auf hydraulische Rauigkeit, Turbulenzen und mögliche Erosionen aufeinander abzustimmen.

Eine häufige Kombination besteht aus einer unbelebten gegebenenfalls temporären Sofortsicherung, welche durch lebende Sicherungen abgelöst und/oder ergänzt wird. Die Wahl der temporären Sicherung hängt auch vom Einbaupunkt der Pflanzen ab.

4.5 Baustoffe

Die Auswahl der Baustoffe richtet sich nach den geplanten Sicherungsbauweisen unter Beachtung der Randbedingungen (4.2 bis 4.4) sowie den Qualitätsanforderungen (Dauerhaftigkeit der Sicherung). Der Einsatz von Kunststoffen in und an Gewässern ist zu minimieren.

4.6 Bemessung

4.6.1 Bemessungsgrundsätze

Sicherungen an Gewässern, Deichen und Küsten sind zu bemessen und in Bezug auf Standsicherheit/Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit nachzuweisen. Gegebenenfalls sind Klimazu- oder -abschläge bei der Festlegung der hydrologischen und hydraulischen Einwirkungen vorzusehen.

Die Bemessung für Sicherungsbauweisen nach diesem Dokument richtet sich nach den Bemessungsereignissen der zu schützenden Wasserbauwerke oder Objekte (Tabelle 2).

Das maßgebende Bemessungsereignis wird unter Berücksichtigung der Objektkategorie und der mit einem Versagen der zu schützenden Wasserbauwerke oder Objekte verbundenen Schadenspotentiale bestimmt. Hierbei muss das Verhältnis zwischen Aufwand für die Sicherung und möglichem Schadenspotential abgewogen werden. Das Schadenspotenzial kann aufgrund der regionalen Situation ermittelt werden.

Tabelle 2 — Zuordnung von Schadenspotentialen von zu schützenden Objekten

Objektkategorie	Schadenspotential
Sonderobjekte mit außergewöhnlichen Konsequenzen im Schadensfall	sehr hoch
Gebäude, Bauwerke und Anlagen in geschlossenen Siedlungen	hoch
Gebäude, Bauwerke und Anlagen in Industrie- und Gewerbegebieten	hoch
Überregionale Infrastrukturen	hoch
Einzelgebäude	gering bis mittel
Regionale Infrastrukturen	gering bis mittel
landwirtschaftliche Flächen	gering
Extensivgrünland, Wald, Naturflächen	kein

4.6.2 Klassifizierung und Nachweise

4.6.2.1 Klassifizierung von Sicherungen und Bauwerken

Hinsichtlich der Nachweise der Standsicherheit bzw. Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von Sicherungen sind Deckwerke und Stützbauwerke zu unterscheiden.

Sicherungen auf Deichen, Dämmen und an Uferböschungen im Einwirkungsbereich von Verkehrslasten, Gebäuden und baulichen Anlagen sind grundsätzlich auch nach den geotechnischen Regeln in DIN EN 1997-1 zu bemessen.

Die Sicherungsbauweisen im Anwendungsbereich dieses Dokuments sind in die Klassen nach Tabelle 3 einzuordnen und zu bemessen.

Der Umfang der erforderlichen Nachweise der Standsicherheit bzw. Tragfähigkeit richtet sich nach diesen Klassen, die in Anlehnung an Konstruktion, Abmessungen und Schadenspotenzialen in Tabelle 2 definiert sind.

Bei kombinierten Bauweisen sind die für die jeweilige Sicherung genannten Nachweise zu führen.

Tabelle 3 — Klassenzuordnung zu bemessender Bauwerke

Bauwerke	Schadenspotential ^a		
	Hoch/sehr hoch	Mittel	Gering
Deckwerke	K1	K2	K3
Stützbauwerke/Geländesprünge bis 1,50 m Höhe ^b	K1/K2	K2	K3
Stützbauwerke/Geländesprünge von 1,50 m bis 5 m Höhe ^b	K1	K2	K2/K3
Stützbauwerke/Geländesprünge über 5 m Höhe ^b	K1	K2	K2
Klassen K			
^a Schadenspotential nach Objektkategorien nach Tabelle 2.			
^b Höhe entspricht Ober- bis Unterkante Stützbauwerk (ohne Fundament).			

4.6.3 Klasse 1 (K1)

Die Beurteilung der Erosionssicherheit und Standsicherheit der Deck- bzw. Stützbauwerke erfolgt auf der Grundlage interdisziplinärer ingenieurtechnischer Bearbeitungen. Neben speziellen empirischen Nachweisen sind für die relevanten Bemessungssituationen zusätzliche geotechnische sowie hydrotechnische Untersuchungen und Nachweise der Grenzzustände und Versagensformen (Hydraulische Grenzzustände, Geotechnische Grenzzustände, Gebrauchstauglichkeit) erforderlich. Dies gilt für Bereiche/Sicherungen mit hohem bis sehr hohem Schadenspotential.

4.6.4 Klasse 2 (K2)

Die Beurteilung der Erosionssicherheit und Standsicherheit erfolgt auf der Grundlage von ingenieurtechnischen Bearbeitungen und rechnerischen Nachweisen. Dabei sind z. B. Erfahrungswerte für kritische Fließgeschwindigkeiten, Schleppspannungen und Wellenhöhen oder Mindestabmessungen von Bauteilen (z. B. Wasserbausteinen, Spundwänden) heranzuziehen. Geotechnische Grenzzustände sind nach DIN EN 1997-1 und DIN EN 1997-2 Geotechnische Kategorie 2 nachzuweisen. Die Einwirkungen können auch nach üblichen Regelwerken bestimmt werden. Dies gilt für Bereiche/Sicherungen mit mittlerem Schadenspotential.

4.6.5 Klasse 3 (K3)

Die Beurteilung der Erosionssicherheit und Standsicherheit erfolgt auf der Grundlage örtlicher Erfahrungswerte und empirischer Nachweise. Falls diese nicht vorliegen sollten, sind numerische Nachweise zu führen. Dies gilt für Bereiche/Sicherungen mit geringem bis mittlerem Schadenspotential.

4.6.6 Hydraulische Leistungsfähigkeit bei Fließgewässern

Bei der Planung von Sicherungen an Fließgewässern sind Änderungen der Abflussleistungsfähigkeit und Wasserspiegellagen (z. B. infolge verkleinertem Abflussquerschnitt und reduzierter Rauheitsbeiwerte) nachzuweisen.

Ufersicherungen an Fließgewässern können örtlich durch z. B. durch bordvolle Hochwasserabflüsse höher belastet werden als durch hohe ausufernde Hochwässer.

4.6.7 Weitere grundlegende Nachweise

Für alle Klassen gelten die folgenden Anforderungen:

Sicherungen dürfen die Funktions- und Anlagensicherheit der zu sichernden Bauwerke nicht beeinträchtigen. Die Filterstabilität zwischen Sicherungsbauwerk und dem zu schützenden Boden ist nachzuweisen. Im konstruktiven bzw. geotechnischen Zusammenwirken der Sicherungen mit den zu sichernden Bauwerken oder Objekten sind die Wirkungen der Sicherungen (z. B. in Bezug auf die Durchströmung von Erdbauwerken) in der Bemessung und den Nachweisen des zu sichernden Bauwerkes zu berücksichtigen. Deckwerke auf Deichen sind daher in den Nachweisen der Standsicherheit, Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit der Hochwasserschutzanlage nach DIN 19712 und im Seedeichbau (Küstenschutz) nach EAK zu berücksichtigen.

An Tidestromgewässern ist ebenfalls zusätzlich die EAK zu berücksichtigen.

Die Bemessung von Schüttsteindeckwerken an Binnenwasserstraßen erfolgt – für die Klassen K1 bis K3 – nach BAW-Merkblatt GBB. Regelbauweisen für bestimmte Randbedingungen werden ergänzend im BAW-Merkblatt MAR behandelt.

Technisch-biologische Ufersicherungen/ingenieurbologische Bauweisen werden an Binnenwasserstraßen – für alle Klassen – nach DWA-Merkblatt M 519 in Verbindung mit dem BAW-Merkblatt GBB dimensioniert.

Die Bemessung ingenieurbologischer Bauweisen an Fließgewässern kann nach DWA-Merkblatt M 620 (alle Teile) erfolgen.

Für die in Klassen K1 und K2 geforderten geotechnischen und geohydraulischen Nachweise müssen die zu untersuchenden Grenzzustände sowie die maßgeblichen Einwirkungen Bemessungszustände eingeordnet und fallweise in ungünstiger Weise kombiniert werden. Hinsichtlich der hydraulischen Beanspruchungen sind die folgenden hydrotechnischen Nachweise zu führen:

- Erosionsgrundbruch (Piping), Suffusion und innere Erosion;
- hydraulischer Grundbruch;
- Versagen von Dränage.

Ingenieurbioologische Sicherungen sind unmittelbar nach Fertigstellung (Einbauzustand) sowie nach Erreichen der Zielvegetation (Endzustand) zu bemessen.

Bei der Bemessung der Sicherungsbauweisen wird unterschieden zwischen der Bemessung von Einzelelementen (z. B. Einzelsteine in Steinschüttung oder Pflaster) und Flächenelementen (z. B. Matten allgemein, Rasen, Deckwerken).

4.7 Unterhaltung

Art und Umfang der Unterhaltung von Sicherungsbauweisen sind bei der Planung zu beachten. Die Zugänglichkeit für die Unterhaltungsarbeiten ist zu berücksichtigen.

Das Verhältnis zwischen Aufwand für die Unterhaltung der Sicherung und möglichem Schadenspotential muss abgewogen werden (siehe Tabelle 2).

Weitergehende Unterhaltungsmaßnahmen sind in den jeweiligen fachbezogenen Abschnitten beschrieben.

4.8 Qualitätssicherung

Eine Qualitätssicherung muss für alle Sicherungsmaßnahmen erfolgen. Insbesondere die Kontrolle der nach Fertigstellung nicht zugänglichen Bauabschnitte muss geplant werden. Die Qualitätssicherung umfasst u. a.:

- die Kontrolle der Eignung von Baustoffen und Materialien;
- die Kontrolle der Einhaltung von Einbauanforderungen gemäß Ausführungsplanung und Leistungsverzeichnis. Hierzu gehören u. a. Unterwasserböschungen, erdüberdeckte Bauteile, Pfahllängen und Belastungsprüfungen von Bauteilen.

Neben den hier genannten allgemeinen Hinweisen sind die speziellen Nachweis- und Prüfkriterien der Qualitätsanforderungen unter den jeweiligen Forderungen zur Bauüberwachung in den einzelnen Fachabschnitten benannt. Die Ergebnisse der Qualitätssicherung sind zu dokumentieren.

5 Baustoffe

5.1 Grundsätze

Für die Eigenschaften, Anlieferung, Lagerung, Verarbeitung und den Einbau der Baustoffe sind die einschlägigen Normen, Gütevorschriften und Zulassungsbedingungen maßgebend.

Die Eignung der Baustoffe muss dem jeweiligen Verwendungszweck entsprechen. Von Bedeutung sind die Widerstandsfähigkeit gegen statische und dynamische Einwirkungen, aggressives Wasser oder andere chemische Einflüsse, gegen baustoffschädigende Tiere oder Pflanzen, klimatische Einwirkungen sowie UV-Strahlung. Umwelt- und Naturverträglichkeit sind zu beachten.

5.2 Steine und Böden

5.2.1 Allgemeines

Steine für Deckschichten müssen die physikalischen und chemischen Anforderungen sowie die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit nach DIN EN 13383-1 erfüllen.

In historischen Ortslagen und im naturnahen Gewässerbau kann von diesem Dokument abgewichen werden.

5.2.2 Naturgesteine und Böden

Pflastersteine aus Naturstein müssen DIN EN 1342 entsprechen.

Als Füllstoffe können nach DIN 18196 klassifizierte humusfreie Böden eingesetzt werden, die frei von wasser-gefährdenden Stoffen sind.

5.2.3 Künstliche Steine

5.2.3.1 Gebrannte Steine

Zulässige gebrannte Steine im Wasserbau sind Klinkermauerziegel nach DIN 105-4, Mauerziegel nach DIN EN 771-1 (Verwendungszweck U, Kategorie Frostwiderstand F2), sowie Kanalklinker nach DIN 4051.

5.2.3.2 Betonsteine

Betonsteine müssen den Anforderungen nach DIN EN 206, DIN EN 771-3 und DIN 1045-2 entsprechen.

Pflastersteine müssen den Anforderungen nach DIN EN 1338 und DIN EN 1344 genügen.

5.2.3.3 Industriell hergestellte Wasserbausteine

Industriell hergestellte Wasserbausteine aus Hochofenschlacke und Metallhüttenschlacke sind einsetzbar, wenn sie den Anforderungen nach DIN EN 13383-1 und TLW genügen. Die Umweltverträglichkeit ist nachzuweisen.

5.2.4 Mörtel und Beton

5.2.4.1 Mörtel

Es ist mindestens Mauerwerksbinder nach DIN EN 413-1 Mörtelklasse MC 12,5X zu verwenden. Bei Natursteinmauerwerk kann bei örtlicher Bewährung Trass-Zement-Mörtel mindestens Mörtelklasse MC 10 nach DIN EN 998-2 verwendet werden.

Ausgangsstoffe für hydraulisch gebundene Vergussstoffe müssen DIN EN 206 entsprechen. Es sind Zemente CEM I bis CEM III nach DIN EN 197-1 und DIN 1164-10 zu verwenden. Zugelassen sind Gesteinskörnungen nach DIN EN 206 in Verbindung mit DIN EN 12620, deren Konformität mit dem System der Konformitätsbescheinigung „2+“ nachgewiesen worden ist. Die Konsistenz des hydraulisch gebundenen Vergussstoffs darf nach Herstellung ausschließlich mit Fließmitteln eingestellt werden.

Vergussstoffe müssen so dauerhaft sein, dass sie ihre Funktion während der geplanten Nutzungsdauer des Deckwerkes voll erfüllen. Der Vergussstoff muss im Frischzustand so fließfähig sein, dass er die Hohlräume des Steingerüsts in dem jeweils verlangten Maße ausfüllt. Der Vergussstoff muss einen guten Zusammenhalt haben. Der Vergussstoff muss die Anforderungen nach EAK und BAW-MAV erfüllen und im Wasserwechselbereich und oberhalb davon frostbeständig sein.

5.2.4.2 Beton und Stahlbeton

Beton und Stahlbeton müssen den Anforderungen nach DIN EN 206 und DIN 1045-2 entsprechen. Weiterführende Regelungen für spezifische Bauwerke aus Beton und Stahlbeton im Wasserbau sind in DIN 19702 enthalten.

5.3 Bituminöse Stoffe und Asphalt

Für bituminöse Stoffe und Asphalt zur Anwendung im Wasserbau gelten die Anforderungen nach EAAW.

Richtwerte für die Zusammensetzung der Asphaltmastix nach EAK:

- Bindemittel Bitumen 70/100, 50/70 oder 30/45, Bindemittelgehalt (14 bis 20) M.-%;
- Anteil an Korn 0,063/2 mm (81 bis 87) M.-% abzüglich des Kornanteils größer 2 mm;
- Anteil an Füller $\leq 0,063$ mm (13 bis 19) M.-%.

5.4 Stahl

5.4.1 Stahlkonstruktionen

Für Stahlspundbohlen gilt DIN EN 10248 (alle Teile).

Ergänzende und abweichende Regelungen sind im Folgenden angegeben.

Die Einstufung in die erforderliche Ausführungsklasse erfolgt durch den Auftraggeber. Es ist mindestens die Ausführungsklasse EXC 2 erforderlich.

Die Stahlkonstruktionen sind so zu gestalten, dass mechanische Belastungen (z. B. durch Eis, Treibgut, Geschwemmsel) und korrosive Angriffe möglichst gering gehalten werden.

ANMERKUNG Geringe mechanische Belastungen und korrosive Angriffe ergeben sich in der Regel bei glattflächiger Gestaltung und wenig gegliederter Konstruktion (korrosionsschutzgerechte Gestaltung siehe DIN EN ISO 12944-3).

Folgende Mindestdicken für Bauteile aus unlegierten Baustählen müssen – mit Ausnahme von Futterblechen und Ausrüstungsteilen, eingehalten werden:

- Bleche, Flach- und Breitflachstähle 8 mm;
- Stab- und Formstähle sowie Wände von Hohlprofilen und Rohren 6 mm;
- fest einzubauende Stahlteile 10 mm.

Schraubenverbindungen, die auf Abscheren und Lochleibung zu bemessen sind oder der Lagesicherung dienen, sind als Scher-Lochleibungs-Passverbindungen (SLP) auszuführen.

Gleitfeste Verbindungen sind wegen Korrosionsgefahr der Reibflächen unter Wasser nicht zulässig. Die Verwendung von Schrauben aus nichtrostendem Stahl ist grundsätzlich zu vermeiden. Der Nenndurchmesser von Schrauben beträgt mindestens 16 mm.

5.4.2 Draht, Drahtgeflecht, verschweißte Drahtgitter

Dauerhafte Sicherungen aus Draht, Drahtgeflecht oder verschweißtem Drahtgitter sind für eine Lebensdauer von mindestens 25 Jahren zu planen. Hierzu gehört die Wahl des Korrosionsschutzes unter Berücksichtigung der Aggressivität von Boden, Wasser und Luft nach DIN EN 10223 (alle Teile) durch:

- Zink-/Aluminiumlegierungen;
- gegebenenfalls zusätzliche Kunststoffbeschichtungen; oder
- nichtrostender Stahl nach DIN EN 10088 (alle Teile).

Die Einwirkungen von Geschiebe, Eis- und Sandschliff bei Wasser- und Windströmungen sowie das Reiben und Scheuern der Steinfüllung bei Wellenschlag auf Draht, Drahtgeflecht oder verschweißtem Drahtgitter sind zu berücksichtigen. Gefährdete Bereiche müssen durch unempfindliche Baustoffe wie Holz, Steine oder Pflanzen geschützt werden.

Draht: Alle Drähte müssen eine Mindestzugfestigkeit von 350 N/mm^2 und eine Mindestbruchdehnung von 8 % haben.

Drahtgeflechte: Es werden nur Sechseckdrahtgeflechte nach DIN EN 10223-3 eingesetzt. Die Minstdurchmesser sind:

- Flußmatratze (Steinmatte, Senkwalze): 2,2 mm;
- Bodenverstärkung: 2,2 mm;
- Stützkonstruktion, Drahtsteinkasten, Gabione: 3,0 mm.

Verschweißte Drahtgitter: Verwendet werden nur Drahtgitter nach DIN EN 10223-8. Der Minstdrahtdurchmesser für Stützkonstruktionen und Drahtsteinkörbe ist 4,5 mm.

Drähte für vorübergehende Sicherungen: Drähte für vorübergehende Bindungen in der Ingenieurbiologie sind mindestens 2,2 mm stark und haben keinen Korrosionsschutz.

Wühltierschutzgitter: Für Schutzkonstruktionen gegen Wühltiere sind die folgenden Anforderungen einzuhalten:

- Stahldrahtgeflecht, Drahtdurchmesser mindestens 2,2 mm, Zugfestigkeit des Stahldrahtes $> 350 \text{ N/mm}^2$, Bruchdehnung $> 8 \%$;
- Zugfestigkeit des Geflechtes mindestens 35 kN/m ;
- Korrosionsbeständigkeit nach DIN EN 10223-3 für eine erwartete Lebensdauer von 120 Jahren;
- Beständigkeit im Sprühnebeltest nach DIN EN ISO 9227 NSS mindestens 6 000 h mit weniger als 5 % Rotrost, Anforderungen nach C4 (wet conditions).

5.5 Kunststoffe

5.5.1 Allgemeines

Kunststoffelemente sind vorteilhaft in Hinblick auf die Dauerhaftigkeit insbesondere in der Wasserwechselzone und beim Vorkommen der Bohrmuschel. Zur Vermeidung von Mikroplastik in der Umwelt müssen Kunststoffe UV-stabil sein und gegenüber Hydroabrasion durch eine erosionssichere Überdeckung geschützt werden. Zudem ist der spätere Entsorgungsweg einzuplanen.

5.5.2 Geokunststoffe

Geokunststoffe werden in Form von Geovliesstoffen, Geogeweben oder Geoverbundstoffen verwendet (siehe DIN EN ISO 10318-1). Wenn die Geotextilien eine oder mehrere der Funktionen Filtern, Trennen oder Bewehren erfüllt, ist DIN EN 13253 anzuwenden. Hinweise zur Materialauswahl und Anwendung, im Wasserbau kön-

nen DWA-M 511 entnommen werden. An Bundeswasserstraßen gilt das Regelwerk der BAW-MAG und für den Küstenschutz wird auf die EAK verwiesen.

In Abhängigkeit von der Einbausituation und Belastung sind die Eigenschaften des Geotextils festzulegen. Um robust gegen Einwirkungen beim Einbau zu sein, muss das Mindestgewicht für Geovliesstoffe mit Filtereigenschaften 500 g/m^2 und die Mindestzugfestigkeit 12 kN/m betragen. Die Filterwirksamkeit für den jeweiligen Bodentyp ist nachzuweisen. Bei einer Überschüttung mit Steinen ist die der Steingröße entsprechende Durchschlagfestigkeiten nachzuweisen. Weitere Hinweise zur Anwendung finden sich in dem BAW-MAG. Geotextilien müssen bei dauerhafter Anwendung mindestens eine Lebensdauer von 25 Jahren besitzen.

5.5.3 Kunststoffbauelemente

Extrudierte Kunststoffspundbohlen aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC-U) müssen den Anforderungen nach DIN 16456-1 entsprechen. Die Ausführung erfolgt nach DIN 16456-3.

Recyclingkunststoffbohlen und -pfähle müssen wasserfest, UV-stabil und witterungsbeständig sein und dürfen keine Stoffe an Boden und Wasser abgeben, die diese in ihrer Qualität nachhaltig verändern.

5.5.4 Verbindungsmittel

Verbindungsmittel wie z. B. Seile, Schnüre und Bänder müssen den Anforderungen an Geokunststoffe zur Verwendung in und an Gewässern nach 5.5.2 entsprechen.

5.6 Geotextilien aus Naturfasern

Geotextilien aus Naturfasern sind alle textilen Flächengebilde, wie Gewebe, Fasermatten, Vliese, Gewirke und Netze, Verbindungsmittel (Schnüre, Seile, Bänder) sowie Geokomposite und Verbundstoffe, hergestellt aus den textilen Rohstoffen gemäß Textilkennzeichnungsgesetz, Anlage 1, Nr. 1 bis 18, sowie anderen natürlichen Rohstoffen. Die Ausgangsstoffe sind im Wesentlichen Kokos, Jute und Holzfaser. Als weitere Stoffe können z. B. Espartogras (*Lygeumspartum*) oder Seegras, geeignet sein. Geotextilien können auf Grund ihrer biologischen Herkunft und Verarbeitung unterschiedlich beschaffen sein. Ihre Haltbarkeit (Standzeit, siehe Tabelle 4) ist abhängig von den Standortbedingungen. An allen Standorten muss eine Mindesthaltbarkeit für Kokos von drei Jahren und für Jute von einem Jahr sichergestellt sein. Die Mindesthaltbarkeit der Naturfasern muss mindestens ein Jahr, bei besonderen Beanspruchungen (z. B. langsame Begrünung/Bewurzelung) bis zu 3 Jahren betragen.

Tabelle 4 — Standzeiten von Naturfasern

Naturfaser Typ	Standzeit Jahre
Kokosfaser	3 bis 6
Jute	1
Stroh	1
Die biologische Abbaubarkeit beschreibt, ob ein Stoff grundsätzlich abbaubar ist. Der biologische Abbau ist abhängig von Standortfaktoren, wie Klima-, Boden- und Wasserverhältnissen, sowie der örtlichen Erosionsgefährdung.	

5.7 Holz

5.7.1 Allgemeines

Im Wasserbau findet Holz als nicht lebender Baustoff als Stammholz, dicke Äste, Reisig oder Schnittholz Verwendung. Des Weiteren wird Holz als lebender Baustoff eingesetzt (siehe 5.8).

Holz muss grundsätzlich unbehandelt eingesetzt werden. Holzprodukte müssen nachweislich aus legaler und nachhaltiger Waldbewirtschaftung stammen.

5.7.2 Sortierklassen, Dauerhaftigkeitsklassifizierung und Resistenzklassen

Bauschnittholz muss der Zuordnung zu Festigkeitsklassen und zu visuellen Sortierklassen und Holzarten nach DIN EN 1912 entsprechen. Die Festlegung der Festigkeitsklassen erfolgt nach DIN EN 338.

Baurundholz (Nadelholz) kann nach den Güteklassen II oder III nach DIN 4074-2 verwendet werden.

Über die Zulässigkeit von Splintholz- und Rindholzanteilen ist in Abhängigkeit von der geforderten Nutzungsdauer der Sicherung zu entscheiden (siehe Tabelle 5).

Es ist Frischholz oder Grünholz mit einer mittleren Holzfeuchte von über 35 % einzusetzen. Im Ausnahmefall darf verladetrockenes bzw. verschiffungstrockenes Holz mit einer mittleren Holzfeuchte von mehr als 30 % eingesetzt werden.

Für Sicherungen mit temporärer Schutzfunktion können Hölzer mit geringerer Holzfeuchte oder überlagertes Holz eingesetzt werden.

Die Dauerhaftigkeit wird durch die Gewässerchemie, Abrasion und biologische Zersetzungsprozesse bestimmt. Hierzu sind die örtlichen Erfahrungen am Einsatzort mit einzubeziehen. Im Küstenbereich ist die Einwirkung von *Teredonavalis* (Schiffsbohrmuschel) zu berücksichtigen.

Es sind die Gebrauchsklassen 4 und 5 nach DIN EN 335 (Erdberührt) für dauerhafte Konstruktionen maßgeblich.

ANMERKUNG Der Grad der natürlichen Resistenz ist von Holzart zu Holzart verschieden und wird von den äußeren Bedingungen beeinflusst. Als „resistentes Holz“ wird das Holz bezeichnet, das mindestens 15 Jahre den gestellten Anforderungen in den Wechselzonen Luft-Boden und Luft-Wasser erfüllt. Als „nicht resistentes Holz“ gilt das Holz, dass nach etwa fünf bis zehn Jahren nicht mehr verwendungstauglich ist.

5.7.3 Holzarten

In Tabelle 5 sind die im Wasserbau gebräuchlichen Holzarten unter Berücksichtigung allgemeiner Erfahrungen aufgeführt.

Die erste Spalte der Tabelle enthält die gebräuchlichen Handelsnamen. Die Holzarten, die in den jeweiligen Bauweisen nicht mit einem + Zeichen versehen sind, werden als nicht bzw. wenig geeignet für die Verwendung erachtet oder es sind zurzeit zu wenig Erfahrungen für die Eignung der Bauweise bekannt.

Im Weiteren gibt die Festigkeitsklasse Aufschluss für die Dauerhaftigkeit des Holzes im Wasserbau. Eine höhere Wertigkeit ist dauerhafter.

Tabelle 5 — Gebräuchliche Wasserbauhölzer

Holzart	Festigkeits- klasse nach DIN EN 1912	Für Bauweise/Bauart																	Dauerhaftigkeit nach DIN EN 350 Holz gegen Moderfäule und gegen marine Organismen
		6.8.1	6.8.2	6.8.3	6.8.4	6.8.5	6.8.6	6.8.7	6.8.8	6.8.9	6.8.10	6.8.11	6.8.12	6.8.13	6.8.14	6.8.16	6.8.17	6.8.18	*Erfahrungswert (Je nach Standort sind spezifische Unterschiede möglich)
Eiche ^a	D 30	+	+	+	+	+	+	# +	# +	+	+	+	+	+	+	-	#	+	dauerhaft, in der Wasserwechselzone mäßig dauerhaft.
Edelkastanie ^a	D 24	+	+	+	+	+	+	# +	# +	+	+	+	+	+	+	-	#	+	dauerhaft, in der Wasserwechselzone dauerhaft.
Erle ^a		+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	#	-	- +	+	-	#	-	nur unter Wasser dauerhaft*
Tanne ^b	C 30 C 24 C 16	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	#	+	+	#	+	+	Rundholz dauerhaft*, je nach Gewässertyp; infolge Harzreichtum in der Wasserwechselzone mäßig dauerhaft
Weide ^a		-	-	-	-	-	+	+	- +	+	+	+	-	- +	+	-	-	-	nur unter Wasser mäßig dauerhaft*
Hasel ^a		-	-	-	-	-	+	+	- +	+	+	+	-	- +	+	-	-	-	nur unter Wasser mäßig dauerhaft*
Lärche ^b	C 30 C 24 C 16	+	+	+	+	+	#	+	+	+	+	+	#	+	+	#	+	+	Rundholz dauerhaft*, Brettholz mäßig bis wenig dauerhaft*
Fichte ^b Kiefer ^b	C 30 C 24 C 18	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	#	+	+	#	+	+	Rundholz dauerhaft*, je nach Gewässertyp; infolge Harzreichtum (Fichte) in der Wasserwechselzone mäßig dauerhaft bis dauerhaft*(insbesondere in sauren, moorigen Gewässern), Brettholz mäßig bis wenig dauerhaft*
gewöhnliche Robinie ^a (falsche) Akazie		+	+	+	+	+	#	- +	- +	-	-	- +	+	- +	-	-	#	+	das Kernholz dauerhaft, junges Kernholz (die ersten 7 bis 15 Jahrringe) wenig dauerhaft*, neigt zu Verformungen.

Tabelle 5 (fortgesetzt)

Holzart	Festigkeits- klasse nach DIN EN 1912	Für Bauweise/Bauart																	Dauerhaftigkeit nach DIN EN 350 Holz gegen Moderfäule und gegen marine Organismen *Erfahrungswert (Je nach Standort sind spezifische Unterschiede möglich)
		6.8.1	6.8.2	6.8.3	6.8.4	6.8.5	6.8.6	6.8.7	6.8.8	6.8.9	6.8.10	6.8.11	6.8.12	6.8.13	6.8.14	6.8.16	6.8.17	6.8.18	
Douglasie ^b	C 35 C 24 C 16	+	+	#	#	#	+	-	-	-	+	+	#	#	-	-	#	+	mäßig bis wenig dauerhaft, in der Wasserwechselzone nicht dauerhaft*
Basralocus (Angelique)	D 24	-	-	+	-	#	-	-	-	-	-	-	-	-	#	-	-	#	dauerhaft bis sehr dauerhaft, resistent gegen Meerwasserschädlinge, wegen hohem Kieselsäuregehalt sehr bohrmuschelbeständig,
Bongossi (Azobé, Ekki)	D 70	-	-	-	-	#	+	-	-	-	-	-	+	-	#	-	-	#	dauerhaft bis sehr dauerhaft*, resistent gegen Meerwasserschädlinge mäßig beständig gegen Bohrmuschelbefall
Abiurana Ferro (Pouteria)		-	+	+	+	#	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	#	sehr dauerhaft, widersteht Meerwasserschädlingen, sehr bohrmuschelbeständig
Acariquara (manwood)		-	+	+	+	#	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	#	sehr dauerhaft, hoch resistent gegen Meerwasserschädlinge, sehr bohrmuschelbeständig
Eucalyptus- rostrata (terreticornis ^c , camaldulensis ^c , cloeziana)	D 40 D 50	-	+	+	+	#	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	#	sehr dauerhaft, hoch resistent gegen Meerwasserschädlinge, sehr bohrmuschelbeständig
Okan/Denya	D 40	-	-	-	-	#	+	-	-	-	-	-	+	-	#	-	-	+	dauerhaft bis sehr dauerhaft, widersteht Meerwasserschädlingen.
Hölzer für die Gebrauchsklassen 4 und 5 + gebräuchlich, # weniger gebräuchlich, – nicht gebräuchlich												nicht vollständig							
^a Laubholz -Splintholz ist generell als „nicht dauerhaft“ einzustufen.																			
^b Nadelholz.																			
^c Entsplintet Bohrmuschelbeständig.																			

5.7.4 Reisig

Reisig muss aus dünnen Zweigen mit einem Durchmesser bis 4 cm am dickeren Ende aus bewurzelungsfähigem oder nicht bewurzelungsfähigem Laub- oder Nadelholz bestehen. Je nach Holzart und Gewinnungszeit kann es auch im Lebendbau als bewurzelungsfähiges Reisig verwendet werden.

Besonders geeignet ist frisches, nicht sperriges, biegsames Laubholz aus Weide, Erle, Hasel, Esche, Rot- und Weißbuche und Robinie (Falsche Akazie).

5.7.5 Rohhölzer

Rundholz ist Rohholz in ungeteilter Form, entastet und eventuell entrindet. Rundholz als Stammholz wird in Stärkenklassen nach Mittelstärkensortierung oder Heilbronner Sortierung ohne Rinde gehandelt.

Rundlinge sind Rundhölzer mit Rinde, die 1 m bis 3 m maßgelängt sind, mit einem Zopfdurchmesser von 3 cm bis 19 cm.

Stangen sind Rundhölzer mit Rinde als Langholzsortierung in Längen von 1 m bis 12 m Länge mit einem Zopfdurchmesser von 7 cm bis 14 cm.

Pfähle sind Stangenhölzer, Rundlinge oder entastetes Stammholz. Die Astansätze sind glatt verarbeitet. Pfähle sind am Zopf zugespitzt und können am Kopf gerändelt sein, d. h. die Kante wird etwa 1 cm abgenommen. Die Enden der Pfähle sind rechtwinklig zur Längsachse geschnitten. Die Länge der Pfahlspitze hat das 1,5- bis 2-fache des Pfahldurchmessers. Der geforderte Durchmesser, abzüglich der Rinde, muss am Pfahlkopf vorhanden sein. Pfähle dürfen eine gleichmäßige Verjüngung haben, die nicht mehr als $\frac{1}{5}$ des vorgeschriebenen Durchmessers beträgt. Die zulässigen Gütebedingungen richten sich nach DIN 4074-2, Güteklasse II oder III.

Knüppel ist Rundholz mit 4 cm bis 8 cm Dicke und Rinde und darf beastet sein.

Haken (Hering) sind gebogene oder verzweigte Holzstücke (Verankerungsstifte).

Pflöcke (Spieker) sind oft an einem Ende zugespitzte zylindrische oder rechteckige Holzstücke bis 6 cm Dicke und bis 1 m Länge.

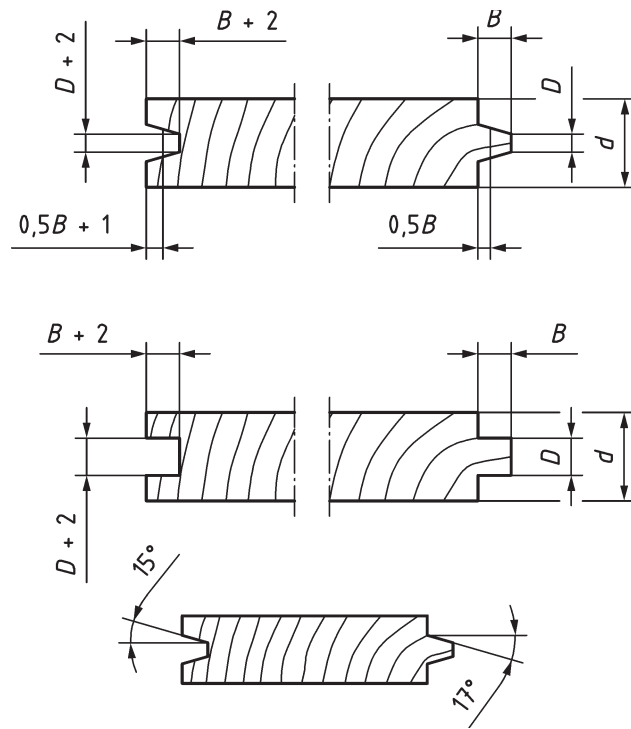
Raubäume sind gefällte oder gerodete Bäume mit Rinde und voller Beastung oder transportbedingtem Teilrückschnitt der Äste.

Wurzelstöcke bestehen aus dem Stammansatz (Stock) und dem gerodeten bzw. auch gekappten Teil des Wurzelwerks.

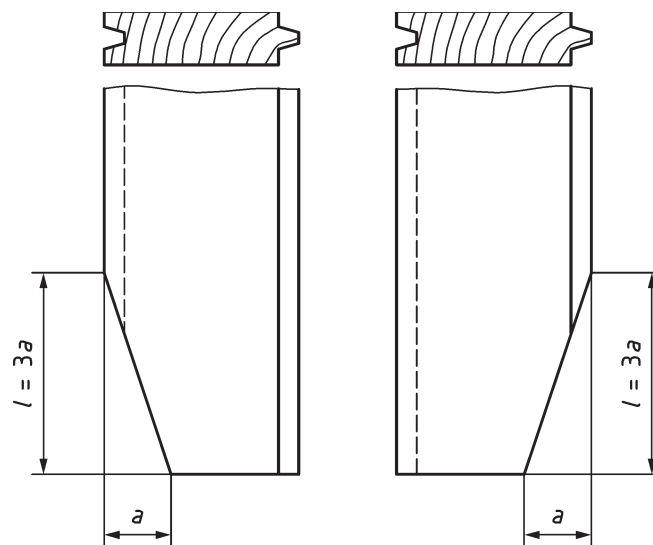
5.7.6 Schnitthölzer

Bohlen sind Schnitthölzer, besäumt oder unbesäumt, von 3,5 cm bis 10 cm Dicke. Eine Zuordnung von visuellen Sortierklassen der besäumten Hölzer erfolgt nach den Festigkeitsklassen in DIN EN 1912. Charakteristische Werte der Festigkeit, Steifigkeit und Rohdichte für jede Klasse gibt DIN EN 338 an.

Spundbohlen sind 40 mm bis 100 mm dick und zwischen 160 mm und 300 mm breit, meist sägeraues Schnittholz (siehe Bild 3). Sie werden grundsätzlich mit Nut und Feder (Spund) versehen. Die Spundung ist als Trapezspundung oder Rechteckspundung ausgeführt. Dabei ist die Feder ein wenig kürzer als die Nut. Die Einzelbohle ist in der Regel am Fuß angeschrägt. Eine visuelle Sortierung erfolgt nach DIN EN 1912.



a) Ausführung Spundung



b) Beispiel für den unteren Anschnitt

Dicke d mm	Spundbreite B mm	Spunddicke D mm
40	13	13
50	17	17
60	18	18
70	22	22
80	24	24
90	24	24
100	24	24

Bild 3 — Maße und Querschnitte von Holzspundwänden

Das Anschrägen jeder Bohle sorgt dafür, dass die einzubringende Bohle an die Anschlussbohle in den Spund gedrückt wird. Um ein Verziehen der Spundwandprofile entgegenzuwirken kann es erforderlich sein, auf der Nut- oder auf der Federseite anzuschneiden.

5.8 Saatgut, lebende Pflanzenteile und Pflanzen

5.8.1 Allgemeines

Bei den lebenden Baustoffen handelt es sich um Saatgut, lebende, bewurzelungsfähige Pflanzenteile und Pflanzen. Bevorzugt werden lebende Baumaterialien verwendet, die in dem jeweiligen Gewässerabschnitt natürlicherweise vorkommen bzw. aus diesem ursprünglich stammen. Diese gebietseigenen Pflanzen sind an die individuellen lokalen Naturraumbedingungen und Standortfaktoren angepasst und haben dadurch gute spezifische Wuchseigenschaften.

Die Beschaffung gebietseigener Lebendmaterialien ist bevorzugt durch Entnahme im Pflanzenbestand durchzuführen. Hierzu kann es sinnvoll sein, vorab Spenderflächen oder Pflanzgärten für die spätere Gewinnung des Materials einzurichten. Im Zuge von Gewässerunterhaltungsarbeiten können lebende Pflanzenteile als Baumaterial gewonnen werden. Lebendbaustoffe können aus fachlichen und rechtlichen Gründen nur zu gewissen Zeiten gewonnen werden. Auch die Lagerung ist nur zeitlich befristet möglich.

Es kann auch zertifiziertes, den Anforderungen entsprechendes, Lebendmaterial durch Ankauf erworben werden.

Die für den Lebendbau geeigneten Pflanzenarten, Anwendungsbereiche und Standortansprüche sind in Tabelle B.4, Tabelle B.5, Tabelle B.6, Tabelle B.7 und Tabelle B.8 dargestellt.

Lebende Baustoffe sind fachgerecht zu transportieren und gegebenenfalls bis zum Einbau entsprechend zu lagern, damit die Vitalität erhalten bleibt.

5.8.2 Saatgut/Samen

Bei Ankauf von Saatgut muss eine Artenreinheit von mindestens 90 % und eine Keimfähigkeit von mindestens 70 % nachgewiesen werden. Saatgut und Saatgutmischungen müssen nach den Regeln der anerkannten Fachverbände zertifiziert sein. Saatgut von Gräsern und Kräutern muss der Erhaltungsmischungsverordnung (ErMiV) entsprechen.

Bei der Auswahl von Saatgutmischungen ist auf einen ausgewogenen Anteil schnellkeimender Arten zu achten, um einen schnellen Erosionsschutz sicherzustellen. Diese Arten dürfen jedoch nicht die weitere Entwicklung zu einer artenreichen, gebietstypischen Zielvegetation unterdrücken. Dies spricht gegen eine übermäßige Saatgutmenge, um langsam keimenden Arten eine Entwicklungsmöglichkeit zu geben.

Die Selbstgewinnung und Übertragung von Saatgut ist z. B. durch Grünschnitt, Heumulch oder Wiesendruschverfahren von regionalen und vergleichbaren Standorten möglich (FLL-Empfehlungen für Begrünungen mit gebietsheimischem Saatgute). Hierbei müssen die für die Zielvegetation relevanten Arten hinreichend keimfähig im Saatgut enthalten sein. Dies erfordert mindestens zwei Erntevorgänge. Die Keimfähigkeit von mindestens 1 000 Keimlinge je m² ist vor dem Ausbringen anhand einer qualifizierten Standardprüfung nachzuweisen. Wird die Keimfähigkeit nicht erreicht, kann diese durch Zukauf von Saatgut oder die Erhöhung der Saatgutmenge ausgeglichen werden. Diese Begrünungsmethoden sollten durch Zugabe von Saatgut schnell keimender Pioniergräser ergänzt werden.

Grünschnitt	Schnittgut von Wiesen bzw. Vegetationsbeständen (keine vorzeitige Überprüfung der Keimfähigkeit möglich)
Heumulch	getrockneter Grünschnitt
Wiesendrusch	Druschergebnis aus Grünschnitt oder Heumulch

5.8.3 Lebende Pflanzenteile

Lebende Pflanzenteile können aus Naturbeständen gewonnen oder aus Anzuchten erworben werden. Die gewonnenen Pflanzenteile müssen bewurzelungsfähig sein (siehe Tabelle B.5 bis Tabelle B.8).

Krautige Pflanzenteile werden als Rhizom, Halm und Basisteil aus dem Naturraum gewonnen. Sie müssen umgehend wieder eingebaut werden.

Oberirdische Gehölzteile werden als Setzstange, Steckholz, Rute und Ast verwendet. Es darf nur unbeschädigtes, sauber geschnittenes und junges Holz ohne Trockenschäden eingesetzt werden.

Ast	verzweigter Trieb von bewurzelungsfähigen Gehölzarten Mindestlänge 100 cm, Minstdurchmesser Schnittstelle 2 cm
Reisig	dünne verzweigte Äste, hier ausschlagsfähige Gehölzarten
Rute	ein- oder mehrjähriger unverzweigter oder wenig verzweigter, bewurzelungsfähiger Fein- oder Schwachast Mindestlänge 150 cm, Minstdurchmesser Schnittstelle 2 cm

Setzstange	unverzweigter Teil eines Starkastes von bewurzelungsfähigen Gehölzarten Abmessungen je nach Pflanzenart und Einbausituation Mindestlänge 100 cm, Durchmesser Zopf 4 cm bis 6 cm
Steckholz	Mehrfähriger, bewurzelungsfähiger, unverzweigter Teil eines Astes Steckholz Baum: Länge 60 cm bis 100 cm, Durchmesser Zopf 3 cm bis 6 cm Steckholz Strauchweide: Länge 60 cm bis 100 cm, Durchmesser Zopf 2 cm bis 5 cm, Länge 0,6 m bis 1,0 m

Große Gehölzteile werden als bewurzelungsfähiger Wurzelstock oder Baumstamm verwendet.

5.8.4 Pflanzen

Einzelpflanzen mit Wurzelballen können aus Naturbeständen gewonnen oder aus Anzuchten erworben werden.

Für eine ingenieurbologische Verwendung werden aus Anzuchtbetrieben bevorzugt wurzelnackte Gehölzpflanzen erworben. Angekaufte Gehölzpflanzen müssen nach den Regeln der Fachverbände zertifiziert sein. Gehölze werden als Forstpflanzen oder Landschaftsgehölze zugekauft.

Wurzelnackte Pflanze	verschulte Pflanzen in Größen von 80 cm bis 150 cm
Ballenpflanze	Pflanze mit verwurzelten Erdballen aus standorttypischen Spenderflächen
Wurzelballen	ausgestochenes Pflanzenstück mit Wurzeln aus standorttypischen Spenderflächen

5.8.5 Pflanzenbestände

Pflanzenbestände können aus Naturbeständen gewonnen oder aus Anzuchten erworben werden. Aus Naturbeständen werden Soden, Ballen, Vegetationsstücke, Vegetationsschichten gewonnen. Fertiggrasen (Rollrasen) und Vegetationswalzen werden aus Anzuchtbetrieben geliefert.

Soden (Gras-, Wiesen-, Hochstaudenarten) werden mit Abmessungen von etwa 30 cm × 30 cm Kantenlänge und 5 cm bis 15 cm Dicke abgeschält.

Ballen (Röhricht- und Hochstauden) werden mit Mindestabmessungen von etwa 25 cm × 25 cm × 25 cm gewonnen.

Vegetationsstücke werden aus naturnahem Grünland, Röhricht-, Hochstaudenbeständen und niedrigen Gehölzbeständen mit einem Bagger oder Lader gewonnen. Die Abmessungen richten sich nach den Abmessungen der Entnahmeschaufel des Baufahrzeuges.

Vegetationsschichten werden aus naturnahem Grünland, Röhricht- oder Hochstaudenbeständen nach der Mahd mit einer Planierdrape in einer Dicke im Mittel von 5 cm je nach Ebenheit abgeschoben.

Fertiggrasen (Rollrasen)	zum Verpflanzen vorbereitete Rasenstücke aus Anzuchtbeständen (nach DIN 18917)
Sode	Vegetationsstück (Gras-, Wiesen-, Hochstaudenarten) aus standorttypischen Naturbeständen z. B. Rasensode – Rasenstücke von etwa 30 cm × 30 cm Kantenlänge und 5 cm bis 15 cm Dicke
Vegetationsschicht	Bodenschicht mit standorttypischen, vorab gemähten Grünland-, Röhricht-, Seggenried- oder Hochstaudenvegetation

Vegetationsstück	entnommenes Bodenstück mit standorttypischer Vegetation (Grünland, Stauden, Röhricht)
Vegetationswalze	Pflanzenballen oder -teile, z. B. Röhrichte und Hochstauden, als Walzen geformt und mit Netzen oder Gewebe umhüllt, gegebenenfalls auch mit Ufersubstrat gefüllt

6 Sicherungsbauweisen

6.1 Allgemeines

Die Sicherungsbauweisen werden nach Baustoffen geordnet beschrieben. Mögliche Kombinationen von unbelebten Bauweisen mit einer geeigneten Zielvegetation sind Tabelle B.3 zu entnehmen (häufige Kombinationen siehe 6.11). Für Sicherungen an Küsten und Tidenströmen wird auf die EAK insbesondere die dort geltenden Wasserstandsbezüge und die Differenzierung zwischen Nord- und Ostsee hingewiesen.

6.2 Stein

6.2.1 Steinschüttung

Ziel ist eine flächenhafte Sicherung von Böschungen, Ufern und Sohlen oder eine linienhafte Böschungsfußsicherung oder die punktuelle Sicherung von Bauwerken. Weitere Anwendungen sind Deckwerke bei Auflastfiltern und zum Schutz vor Wühltieren (siehe 6.10). Als Wellenbrecher können Steinwälle unterhalb des Mittelwasserstandes vor oder in einem Ufer eingebaut werden.

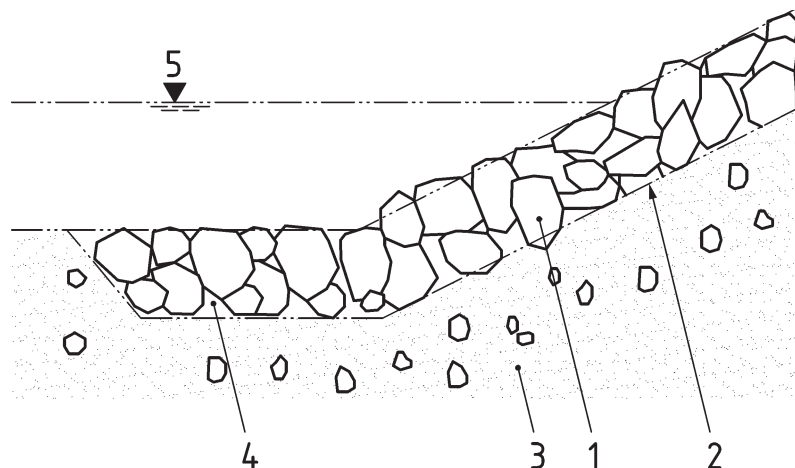
Beschreibung: Es handelt sich um flächige, lineare oder punktuelle Steinschüttungen.

Ausführung: Die Steinschüttung entsteht durch Einbringen von Wasserbausteinen über oder unter Wasser nach vorgeschriebenem Profil von Hand oder durch Maschinen. Die Deckschicht eines Deckwerkes ist zur Erzielung eines stabilen Steingerüsts mit einer Mindestschichtdicke auszuführen. Bei Standard-Steinklassen (CP nach DIN EN 13383-1) und Standard-Gewichtsklassen der Kategorie A (LMA nach DIN EN 13383-1) beträgt die Mindestschichtdicke in der Regel dem zweifachen des hydraulisch erforderlichen mittleren Steindurchmessers. Die Mindestschichtdicke darf den 1,5fachen Wert des hydraulisch erforderlichen mittleren Steindurchmessers nicht unterschreiten. In der Regel erfordert eine Steinschüttung eine Böschungsneigung von 1 : 2 oder flacher. Entmischungen der Korngrößen sind zu vermeiden.

Im naturnahen Wasserbau können Ufer und Sohlen auch mit Bruchsteinen, Geröll, Lesesteinen oder grobem Geschiebe aus dem Gebiet gesichert und gestaltet werden.

Die Filterstabilität der Schüttmaterialien untereinander und zum Baugrund ist sicherzustellen. Die Filterstabilität kann durch Geotextilien wie in Bild 4 dargestellt oder mit einem mineralischen Filter hergestellt werden. Im naturnahen Wasserbau sind mineralische Filter zu bevorzugen.

An Binnenwasserstraßen sind weitere Kriterien für die Ermittlung der Mindestdicke der Deckschicht zu beachten. Hier werden die Schichtdicke der Deckschicht und die Einzelsteingröße nach BAW-Merkblatt GBB bemessen.



Legende

- 1 Wasserbausteine
- 2 filterstabile Unterlage, Beispiel: geotextiler Filter
- 3 anstehender Boden
- 4 Böschungsfußsicherung, Beispiel: Fußvorlage
- 5 Mittelwasserstand (MW)

Bild 4 — Steinschüttung

Bauüberwachung: Vollflächigkeit der Filter- und Deckschicht, Schichtdicken und Oberflächenstruktur (Ebeneheit) sind während des Einbaus zu überwachen. Art, Korngrößenverteilung und Qualität der Schüttsteine sind zu prüfen.

Unterhaltung: Infolge hydraulischer oder mechanischer Einwirkungen kann es zu Steinumlagerungen kommen. Die Steinschüttung toleriert lokale Umlagerungen in der Deckschicht ohne die Sicherungsfunktion einzubüßen. Fehlstellen in der Deckschicht sind durch Nachschütten aufzufüllen.

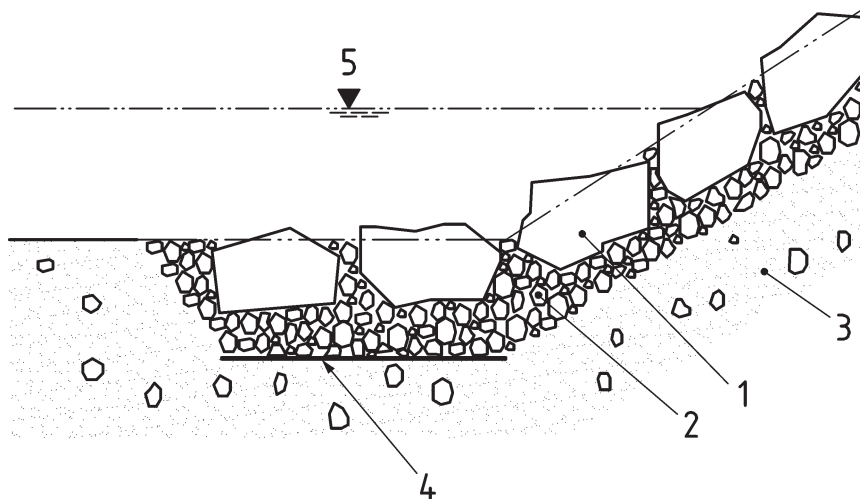
Kombinationsmöglichkeiten: Steinschüttungen lassen sich in den jeweiligen Vegetationszonen mit Landschaftsrasen, Röhricht und Gehölzen kombinieren. An großen und schiffbaren Binnengewässern ist die Kombination auch bei hoher hydraulischer Belastung geeignet (DWA-M 519).

6.2.2 Steinsatz

Synonyme sind Blocksatz und Steinpackung.

Ziel ist die Sicherung steiler Böschungen, Ufer und Böschungsfüße bei starker hydraulischer Beanspruchung.

Beschreibung: Die Sicherung erfolgt mit mauerwerksartig aufgesetzten, unbearbeiteten Steinen in unregelmäßiger Anordnung.



Legende

- 1 große Bruchsteine
- 2 filterstabile Unterlage
- 3 anstehender Boden
- 4 gegebenenfalls Filtervlies
- 5 Mittelwasserstand (MW)

Bild 5 — Steinsatz auf Mineralfilter

Ausführung: Unbearbeitete lagerhafte Steine von bestimmter Masse werden im vorgeschriebenen Profil von Hand oder mit Maschinen in ähnlicher Form wie ein Zyklopenmauerwerk mit der größten Steinfläche auf Böschung und gegebenenfalls Sohle verlegt. Die maximale Böschungsneigung beträgt 1 : 1,5. Der Steinsatz muss in die Sohle einbinden und kann durch Steinvorschüttung gegen Unterspülen geschützt werden.

Zwischen Baugrund und Steinsatz ist in der Regel ein Filter erforderlich (siehe Bild 5).

Bauüberwachung: Vollflächigkeit der Filterschicht und des Steinsatzes, Schichtdicken und Oberfläche (z. B. Ebenheit, Struktur) sind während des Einbaus zu überwachen.

Unterhaltung: siehe Abschnitt 7.

Kombinationsmöglichkeiten: Der Steinsatz kann mit Landschaftsrasen, Röhricht und Gehölzen kombiniert werden.

6.2.3 Setzpack

Synonym ist die Steinstückung.

Ziel ist die Sicherung von Böschungen, Ufern und Sohlen (Raubettgerinnen) sowie von Bauwerken.

Beschreibung: Das Deckwerk besteht aus hochkant, dicht nebeneinander gesetzten und bei Bedarf verspannten Bruch- oder Betonformsteinen von etwa gleicher Größe (siehe Bild 6).