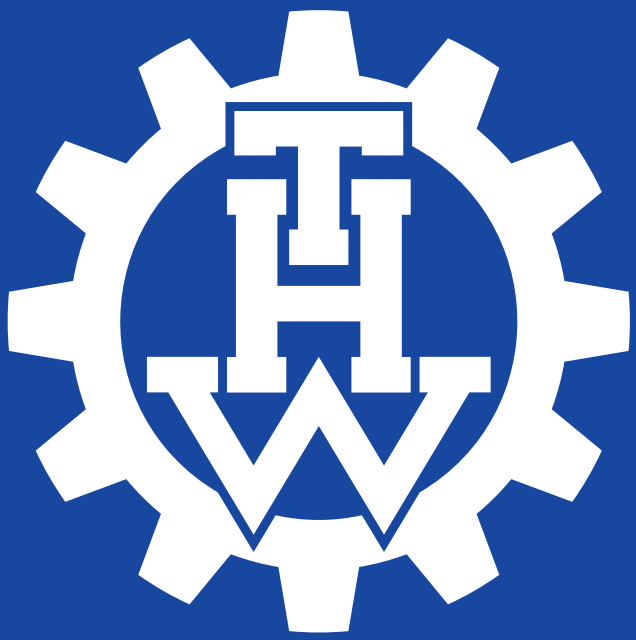
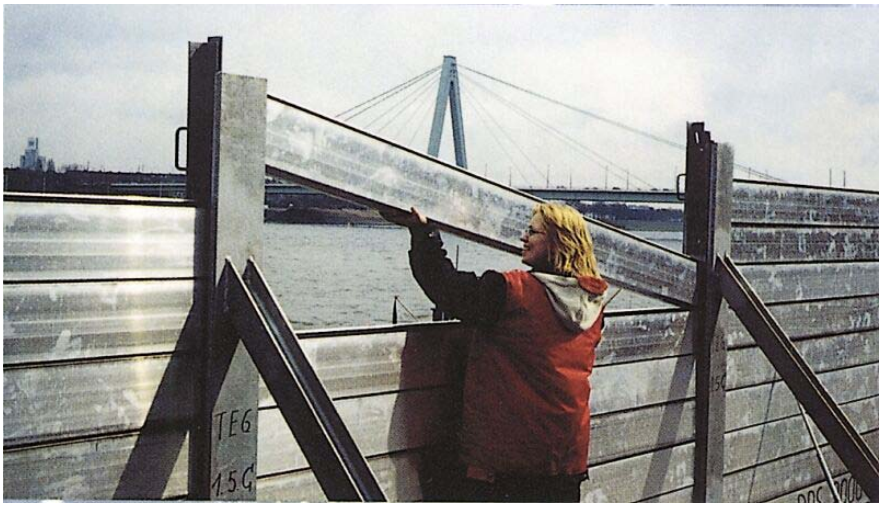
Bundesanstalt Technisches Hilfswerk



Handbuch

Hochwasserschutz-Deichverteidigung



Hochwasserschutz und Deichverteidigung

Erarbeitet von

Frank Loosen	THW-Leitung, Referat F 3

fachliche Unterstützung

Dr. Geert Lehmann	THW-Ortsverband Hamburg-Harburg
Sven Slowak	THW-Ortsverband Hamburg-Harburg
Ulrich Wittbrodt	THW-Ortsverband Hamburg-Harburg
Peter Strohbach	THW-Ortsverband Seelow
Thomas Tjaden	THW-Ortsverband Emden
Thomas Schlunck	THW-Ortsverband Emden
Wolfram Seegers	THW-Ortsverband Biberach/Baden
	THW Landesverband Nordrhein-Westfalen

grafische Bearbeitung

Bernhard Kutschke	THW-Leitung, Referat F 3

Die in diesem Werk benannten Normen sind mit Erlaubnis des DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.) im Anhang beigefügt.

Herausgeber:
Bundesanstalt Technisches Hilfswerk
-Leitung-
Deutschherrenstr. 93-95
53177 Bonn

© 2001 Bundesanstalt Technisches Hilfswerk
Bonn-Bad Godesberg

**Nachdruck – auch auszugsweise –
nur mit Genehmigung des Ausbildungsreferates der THW-Leitung.
Die Wiedergabe zu gewerblichen Zwecken ist verboten!**

Dieses Handbuch ist Eigentum der Bundesanstalt Technisches Hilfswerk

Vorwort

Im In- und Ausland kommt es in den letzten Jahren vermehrt zu akuten Hochwassergefahren. Um die Menschen und deren Hab und Gut zu schützen, ist es unbedingt notwendig, die Kenntnisse der Deichverteidigung und Hochwasserabwehr im THW zu vertiefen.
Die Sturmfluten an unseren Küsten und die Flusshochwasser im Binnenland nehmen auch in Deutschland rapide zu. Dies verlangt nach einer effektiven Lösung im Bereich der Gefahrenabwehr.
In dem THW EXPO Projekt haben wir in kürzester Zeit über 1000 Helfern in unserem Workshop die Grundkenntnisse der Deichverteidigung und der Hochwasserabwehr vermittelt. Alle Helfer waren übereinstimmend der Meinung, dass gerade dieser Bereich in unserer Organisation mehr geschult werden sollte.
Mit diesem Handbuch hat man erstmals seit langer Zeit eine moderne Anleitung zur Deichverteidigung geschaffen. Dem Helfer ist somit ein viel verlangtes Hilfsmittel in die Hand gegeben.
Wir sind sicher, dass mit diesem Handbuch schon im voraus ein wichtiger Beitrag zur nächsten Deichverteidigungsmaßnahme geleistet worden ist.

Emden, im Mai 2001

Thomas Tjaden und Thomas Schlunck
OV Emden

1. HOCHWASSERSCHUTZ UND DEICHVERTEIDIGUNG IM THW 4

1.1 Fachgruppen des THW mit Hochwasserschutz- und Deich-verteidigungsaufgaben 4

2. AUSBILDUNG IM THW 13

3. ENTSTEHUNG VON HOCHWASSER 19

3.1 Hochwasser im Binnenbereich 19
3.2 Hochwasser im Seebereich 21

4. DEICHARTEN UND DEICHBEZEICHNUNGEN 24

4.1 Deichbeschreibung, Grundbegriffe 24
4.2 Anforderungen an Deiche 27
4.3 Einflüsse und Einwirkungen auf Gestaltung und Ausführung von Deichbauten (zeitliche Entwicklung) 29
4.4 Form und Gestaltung von Deichbauten 29
4.4.1 Deichprofile 29
4.4.2 Deichbaustoffe 30
4.4.3 Deichbefestigungen 30
4.4.4 Deichentwässerung 30
4.4.5 Übergänge zwischen verschiedenen Baustoffen 31
4.4.6 Deichverteidigungsstraßen 31
4.4.7 Befestigungsarten von Deichböschungen 31

5. ANLAGEN IM UND AM DEICH 32

5.1 Deichscharten und Überfahrten 32
5.2 Deichsiele 33
5.3 Schöpfwerke 34
5.4 Sperrwerke 34
5.5 Deichsicherungsbauten 35
5.6 Sonstige Einbauten 36

6. HOCHWASSERSCHUTZSYSTEME 37

6.1 Flussdeiche 37
6.2 Hochwasser- Schutzmauern 37
6.3 Demontable Hochwasserschutzwände 38
6.4 Feststehende Hochwasserschutzwände 41
6.5 Sandsackbarrieren 41
6.6 Retentionsflächen 41
6.7 Sonstige Schutzsysteme 41

7. HOCHWASSERSCHÄDEN DURCH PUMPARBEITEN 44

8. DEICHVERTEIDIGUNG 47

8.1 Allgemeines 47
8.1.1 Schäden am Deich und deren Ursache 47
8.1.2 Technische Maßnahmen zur Hochwasserabwehr 47
8.2 Der Grundbruch 48

8.4 Der Böschungsbruch 50
8.4.1 Schäden an der außenseitigen Deichböschung 50
8.4.2 Schäden an der binnenseitigen Deichböschung 50
8.5 Ausbesserung von Böschungsschäden mittels Sandsäcken 52
8.5.1 Schäden an der Böschung 52
8.5.2 Der Sandsackdamm 53
8.5.3 Aufkadung 55
8.5.4 Die Deichfusssicherung 56
8.5.5 Die Quellkade 57
8.5.6 Der Planenroller 59
8.5.7 Das Sandsackschloss 60
8.6 Abwehrmaßnahmen bei Deichbruch 61

9. ABWEHRMAßNAHMEN BEI GEFÄHRDUNG DURCH EIS 62

9.1 Gefährdungen durch Eis 62
9.2 Maßnahmen 62

10. GEFÄHRDUNG VON UFERN, BÖSCHUNGEN UND DÄMMEN DURCH BEWUCHS 64

11. SCHÄDEN AN DEICHEN UND BÖSCHUNGEN DURCH TIERE 66

12. SCHÄDEN DURCH AUSKOLKUNG 67

13. SANDSÄCKE 68

13.1 Befüllen der Sandsäcke 71

14. UFERSICHERUNG MITTELS FASCHINEN 72

14.1 Reisigarten und Reisiggewinnung 72
14.2 Faschinen 72
14.2.1 Bekleidungsfaschinen 73
14.2.2 Senkfaschine 75
14.2.3 Wasserfaschine 76
14.2.4 Sinkstücke 77
14.3 Material und Werkzeug zum Herstellen von Faschinen 78

15. SICHERUNG VON UFERN UND DEICHEN MITTELS BEKLEIDUNGEN AUS HOLZ 80

15.1 Allgemeines 80
15.2 Bekleidungen aus Holz 81
15.2.1 Ständerwand 81
15.2.2 Blockwand 82
15.2.3 Bohlenwand 82
15.2.4 Bretterwand 83
15.3 Spezialbauholz (Bongossi) 83
15.3.1 Allgemeines 83
15.3.2 Verwendung 84
15.3.3 Anwendung 86

16. KUNSTSTOFFE IM DEICH- UND WASSERBAU 88

17. SONSTIGE SICHERUNGSMÖGLICHKEITEN VON UFERN 93

17.1 Pflastersteine, Steinschüttung 93
17.2 Drahtverbau.....94

18. SICHERHEITSBESTIMMUNGEN UND VERHALTENSREGELUNGEN FÜR WASSERBAUARBEITEN 95

19. GERÄTE- UND HILFSMITTEL.....97

19.1 Geräte 97
19.2 Hilfsbaustoffe.....99

20. QUELLENNACHWEIS 100

21. ANHANG 102

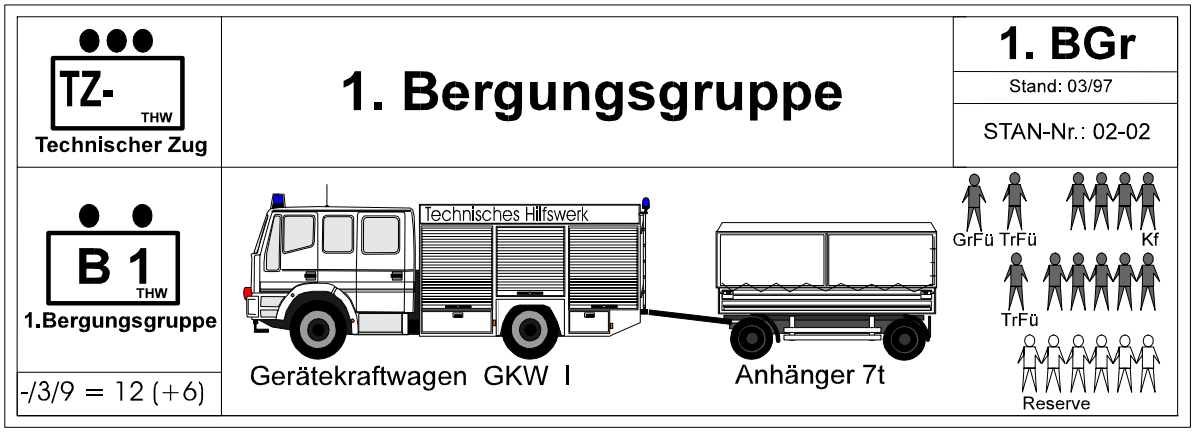
1. Hochwasserschutz und Deichverteidigung im THW

1.1 Fachgruppen des THW mit Hochwasserschutz- und Deichverteidigungsaufgaben

Fachgruppen des THW, die im Rahmen des Hochwasserschutzes und der Deichverteidigung vorrangig eingesetzt werden bzw. Aufgaben wahrnehmen müssen, werden vorgestellt.

Hierbei werden die Fachgruppen Fü/Kom und Logistik in dieser Aufzählung nicht berücksichtigt, weil diese im Rahmen ihrer überörtlichen Verwendbarkeit bei größeren Schadensereignissen andere Aufgaben übernehmen müssen. Diesen Fachgruppen nehmen im Einsatzfall übergeordnete Führungs- und Unterstützungsaufgaben wahr, die in diesem Handbuch nicht explizit erörtert werden.

1. Bergungsgruppe

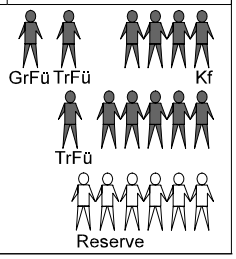


A u f g a b e n

Die ***1. Bergungsgruppe*** rettet Menschen und Tiere und birgt Sachwerte aus Gefahrenlagen einschließlich Wassergefahren. Sie führt Sicherungsarbeiten in Schadenstellen durch, leistet leichte Räumarbeiten und richtet Wege und Übergänge her. Ferner unterstützt sie technisch und personell die Fachgruppen des THW.

Im Einzelnen:

Die 1. Bergungsgruppe
- erkundet Schadenlagen
- dringt durch Überwinden oder Wegräumen von Hindernissen zu Schadenstellen vor
- ortet Verschüttete und Eingeschlossene
- rettet Verschüttete und Eingeschlossene und leistet dabei "Erste Hilfe"
- transportiert Verletzte aus Gefahrenbereichen
- führt technische Sicherungsarbeiten durch und legt ggf. einsturzgefährdete Bauwerksteile nieder
- rettet Tiere und birgt Sachwerte und transportiert diese aus Gefahrenbereichen
- bekämpft im Rahmen der Bergung besondere Gefahren (z.B. Wasser, Entstehungsbrände etc.)
- leuchtet Schadenstellen aus
- unterstützt technisch und personell andere Fachgruppen
- baut behelfsmäßige Stege und kleine Brücken
- rettet Menschen und Tiere und birgt Sachwerte aus Wassergefahren
- leistet Arbeiten bei Uferbefestigungen, Damm- und Deichsicherung
- beräumt Schadenstellen zur Beseitigung anhaltender Störungen

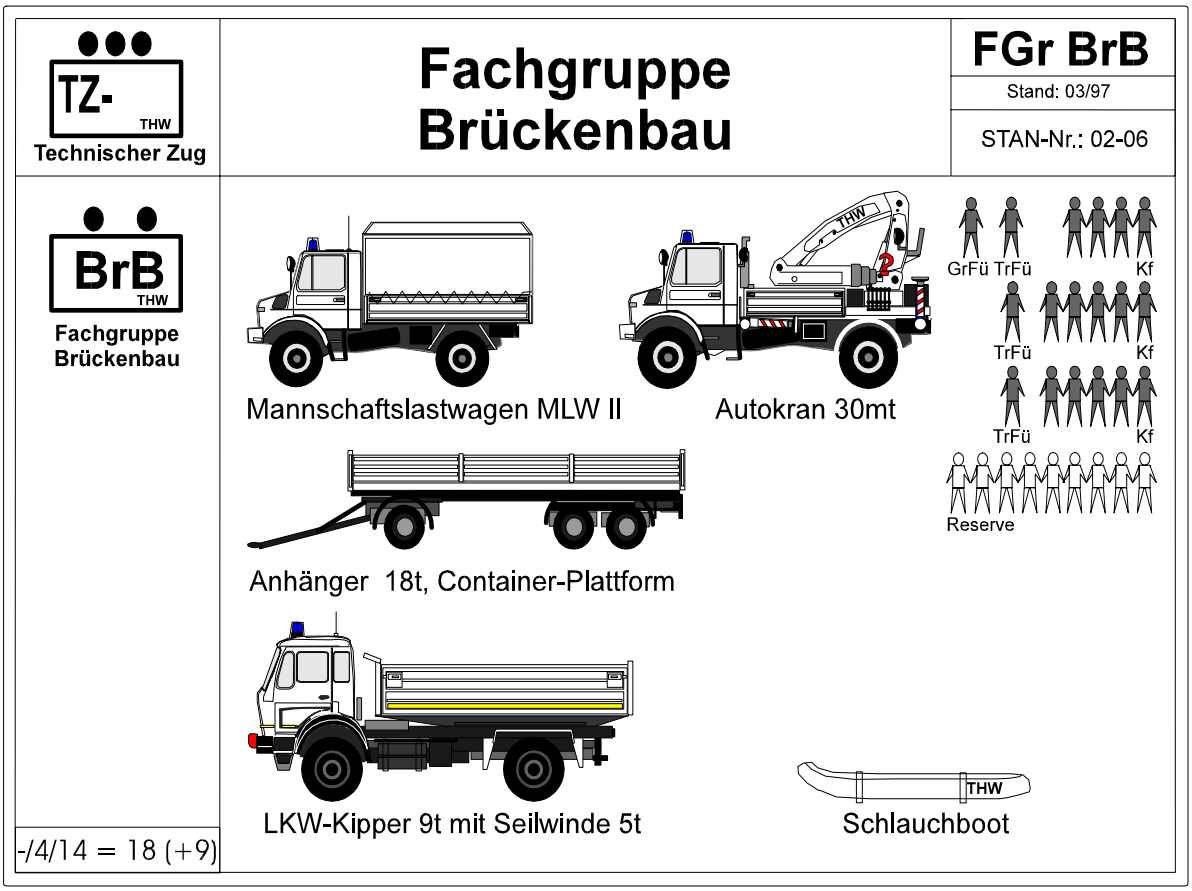
TZ- THW Technischer Zug	**2. Bergungsgruppe**	**2. BGr** Stand: 03/97 STAN-Nr.: 02-03
B 2 THW 2.Bergungsgruppe	 Gerätekraftwagen GKW II	
-/3/9 = 12 (+6)		

A u f g a b e n

Die ***2. Bergungsgruppe*** rettet Menschen und Tiere und birgt Sachwerte aus Gefahrenlagen einschließlich Wassergefahren. Sie führt Sicherungsarbeiten in Schadenstellen durch, leistet leichte Räumarbeiten und richtet Wege und Übergänge her. Darüber hinaus unterstützt sie technisch und personell die Fachgruppen der Technischen Züge.

Im Einzelnen:

Die 2. Bergungsgruppe
- erkundet Schadenlagen
- dringt durch Überwinden oder Wegräumen von Hindernissen zu Schadenstellen vor
- ortet Verschüttete und Eingeschlossene
- rettet Verschüttete und Eingeschlossene und leistet dabei "Erste Hilfe"
- transportiert Verletzte aus Gefahrenbereichen
- führt technische Sicherungsarbeiten durch
- rettet Tiere und birgt Sachwerte und transportiert diese aus Gefahrenbereichen
- bekämpft im Rahmen der Bergung besondere Gefahren (z.B. Wasser, Entstehungsbrände etc.)
- leuchtet Schadenstellen mittels Flutlichtanlage aus
- baut behelfsmäßige Stege und kleine Brücken
- rettet Menschen und Tiere und birgt Sachwerte aus Wassergefahren
- leistet Arbeiten zur Uferbefestigungen, Damm- und Deichsicherung
- unterstützt technisch und personell andere Fachgruppen und versorgt diese mit zusätzlicher Energie (elektrisch, pneumatisch, hydraulisch)



Aufgaben

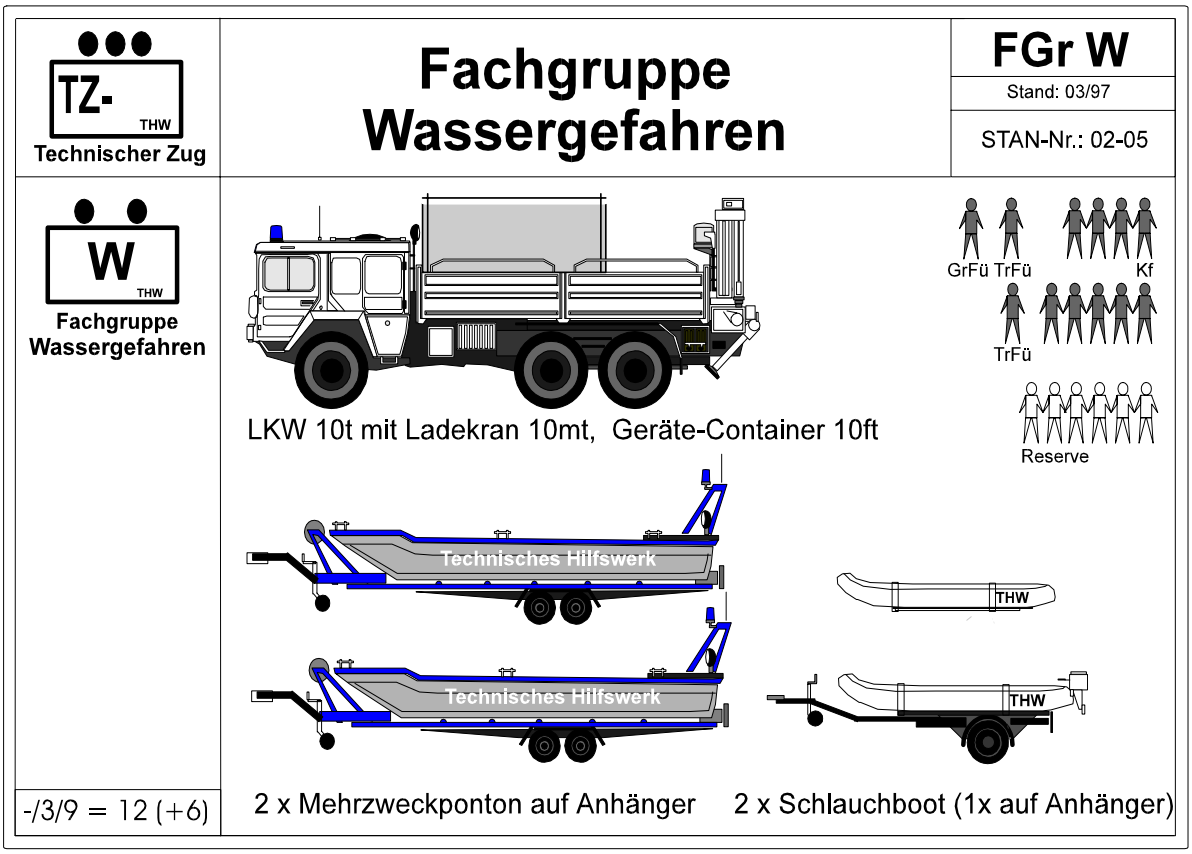
Die ***Fachgruppe Brückenbau*** errichtet temporäre Übergänge und Brücken und repariert zerstörte Brückenteile für die Bevölkerung bei Fluchtbewegungen, zur Aufrechterhaltung der lebenswichtigen Versorgung, für die Einheiten des THW und für andere Hilfskräfte, insbesondere im Rahmen der humanitären Hilfe im Ausland. Ferner führt sie verschiedene Transporte zur Unterstützung der Einsatzkräfte (Baumaterial, Geräte, Maschinen, etc.) und zur Versorgung der Bevölkerung (Unterbringungsmaterial, Bekleidung, etc.) durch und unterstützt andere Hilfskräfte (z.B. durch Kranarbeiten).

Im Einzelnen:

Die Fachgruppe Brückenbau

- errichtet Behelfsbrücken aus handelsüblichen Baumaterialien
- führt Reparatur- und Sicherungsarbeiten an Brücken durch
- baut Bailey-Festbrücken
- baut D-Festbrücken
- baut behelfsmäßige Brückenwiderlager
- befestigt und sichert Dämme und Deiche
- führt allgemeine Transport- und Kranarbeiten durch

Festbrückenbau erfolgt dabei in Zusammenarbeit und unter Verwendung von Material des Bundesministeriums für Verkehr.



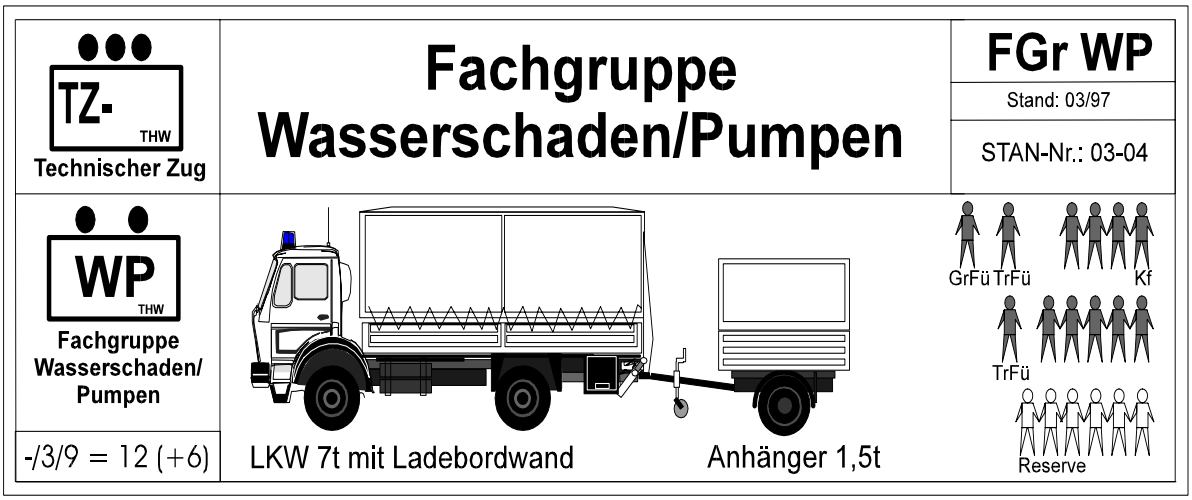
Aufgaben

Die ***Fachgruppe Wassergefahren*** rettet Menschen und Tiere und birgt Sachwerte aus Wassergefahren. Bei Hochwasser wirkt sie zusammen mit anderen Einsatzkräften bei der Versorgung der Bevölkerung mit und transportiert schwere Lasten. Sie betreibt hierzu Mehrzweckwasserfahrzeuge und baut schwimmende Arbeitsplattformen. Ferner arbeitet sie bei der Damm- und Deichsicherung mit.

Im Einzelnen:

Die Fachgruppe Wassergefahren

- rettet Menschen und Tiere aus Wassergefahren
- birgt Sachwerte aus Wassergefahren
- versorgt vom Wasser eingeschlossene Menschen und Tiere
- betreibt Personenübersetzverkehr bei Fluchtbewegungen und Evakuierungen
- unterstützt andere Einsatzkräfte bei Rettungsmaßnahmen bzw. Ölschadenbekämpfung an und auf Gewässern
- arbeitet bei der Damm- und Deichsicherung mit
- transportiert Lasten zu Lande und zu Wasser
- baut und betreibt schwimmende Arbeitsplattformen und Anleger für verschiedene Arbeiten im und am Wasser
- leistet Kranarbeiten



A u f g a b e n

Die ***Fachgruppe Wasserschaden/Pumpen*** führt zur Behebung und Eindämmung von Gefahren bei Überflutungen und Überschwemmungen größeren Ausmaßes Pump- und Lenzarbeiten durch, beseitigt Abwasser aus Schadengebieten (u.a. durch Absperren und Pumparbeiten im Bereich der Kanalisation) und bekämpft schädigend eindringendes Schmutzwasser (z.B. in Kellern, Schutzräumen, Brunnen, Verkehrsanlagen und anderen Anlagen öffentlichen Interesses).
Sie wirkt bei der Abwasserbeseitigung in Notunterkünften und Betreuungsstellen mit und setzt beschädigte Teile von Abwassersystemen instand. Ferner arbeitet sie bei der Deich- und Dammsicherung mit und unterstützt andere Hilfskräfte.
Im Auslandseinsatz des THW nimmt sie Aufgaben der Wasserentsorgung war und unterstützt insbesondere die Fachgruppe Trinkwasserversorgung bei der Rohwasserförderung und beim Bau und Betrieb von Förderstrecken.

Im Einzelnen:

Die Fachgruppe Wasserschaden/Pumpen
- setzt Vorfluter und Abwasserleitungen zur behelfsmäßigen Abwasserbeseitigung instand
- sichert Schadenstellen in der Kanalisation ab und bekämpft eindringendes Abwasser durch Abpumpen oder Absperren
- wirkt bei der Abwasserbeseitigung in Notunterkünften und Betreuungsstellen sowie beim behelfsmäßigen Betrieb von Abwasseranlagen mit
- pumpt überflutete Verkehrs- und Versorgungsanlagen, Keller, Schutzräume und sonstige Einrichtungen öffentlichen Interesses leer
- führt Schnellentwässerungen bei Überschwemmungen und Überflutungen durch
- pumpt leckgeschlagene Wasserfahrzeuge und Trinkwassergewinnungsanlagen leer
- unterstützt die Einheiten des Brandschutzdienstes bei der Löschwasserförderung bzw. -entsorgung
- wirkt mit bei der Zwischenlagerung von verunreinigtem Wasser
- betreibt im Auslandseinsatz die Wasserentsorgung
- unterstützt die Trinkwassergewinnung und den Bau und Betrieb von Förderstrecken

Andere Fachgruppen können im Einsatzfall die vorgenannten Fachgruppen personell und mit Gerät unterstützen. Hierunter fällt unter anderem die Fachgruppe Räumen, die mit dem Räumgerät und mit dem Kipper Sand am Einsatzort verbauen kann bzw. zum Einsatzort transportieren kann.

2. Ausbildung im THW

Curriculum

Sonderlehrgang
“Deichverteidigung, Hochwasserschutz”

Dauer der Ausbildung: 40 Stunden

Ausbildungsebene: THW-Bundesschule
Aus- und Fortbildungsstätte Hoya

Teilnehmer: 16

Inhaltsverzeichnis:

1. Zielgruppe und Voraussetzungen

2. Aufgabenbeschreibung

3. Ausbildungsbedarf

4. Gesamtlernziel

5. Tabellarische Übersicht
   - Lernabschnitte
   - Groblernziele
   - Einzelthemen
   - Anzahl der Ausbildungsstunden
   - Theorie und Praxis

6. Lernerfolgskontrolle

Hochwasserschutz/Deichverteidigung

1. Zielgruppe und Voraussetzungen

Zugführer der Technischen Züge, Gruppenführer der Bergungsgruppen. Gruppenführer der Fachgruppen Wassergefahren, Wasserschaden / Pumpen und Brückenbau sowie Helfer, die als Fachberater vorgesehen sind, hauptamtliche Mitarbeiter aus dem Bereich “Einsatz” der Geschäftsstelle und der Landes-/Länderverbände, die als Ansprechpartner der für die Gefahrenabwehr zuständigen Stellen vorgesehen sind oder leitende Funktionen in Großschadenlagen innehaben.

Der erfolgreiche Abschluss der Ausbildung zum Zugführer oder Gruppenführer oder Fachberater wird vorausgesetzt.

2. Aufgabenbeschreibung

Die Bewältigung der Gefahrenlagen bei Hochwässern erfordert eine spezielle Ausbildung, die in der Regel nicht aus den Berufsbildern des Ehrenamtes abgedeckt werden kann. Um eine flächendeckende Hochwasserkompetenz zu erreichen, können nur die entsprechenden Gruppenführer als Multiplikatoren der Ausbildung auf Standortebene dienen. Die Zugführer als Manager der Schadenlage und kompetente und verantwortliche Ansprechpartner “vor Ort” müssen im Einsatzfall, zur Vermeidung von Fehlentscheidungen gleichwertige Kenntnisse besitzen. Auch die in Großschadenlagen eingesetzten hauptamtlichen Mitarbeiter und Fachberater müssen über gleichwertige Kenntnisse verfügen, um ihren Auftrag als organisierende und beratende Komponente des THW vollwertig erfüllen zu können.

3. Ausbildungsbedarf

- Grundkenntnisse über die Zuständigkeiten der Deichverteidigung und den Hochwasserschutz
- Grundkenntnisse über die baulichen Einrichtungen für den Hochwasserschutz
- Kenntnisse über die Schadenarten und deren Entstehung an Hochwassereinrichtungen
- Anwendungswissen über die vorbeugende Gefahrenabwehr an Hochwasserschutzeinrichtungen
- Anwendungswissen über die Mittel und Methoden zur Verteidigung von Hochwasserschutzeinrichtungen

4. Gesamtlernziel

Die Teilnehmer sollen als kompetente Ansprechpartner bei der Bewältigung von Hochwasserlagen die notwendigen Kenntnisse zur Beurteilung der Lage erlangen. Sie sollen bei der Durchführung von Schutzmaßnahmen der gefährdeten Hochwasserschutzeinrichtungen die notwendigen Maßnahmen sicher und rechtzeitig unter Anwendung des Standes der Technik und der notwendigen Selbstschutzmaßnahmen beherrschen.

5. Tabellarische Übersicht

Sonderlehrgang
“Deichverteidigung, Hochwasserschutz”

SL “Deichverteidigung, Hochwasserschutz”

Lernabschnitte	Groblernziele	Einzelthemen	Anzahl der Astd.	Theorie / Praxis
1. Zusammenarbeit bei der Ausbildung und im Einsatz	Der Helfer soll - die für die Gefahrenabwehr zuständigen Einrichtungen und Behörden kennen - die Aufgaben und die Arbeitsweise in der Gefahrenabwehr kennen	1.1 Behörden - Wasserwirtschaftsämtern, Umweltämter 1.2 Deichverbände - Deichmeldesystem	**1,0** **1,0** **(2,0)**	**T**
2. Hochwasserschutzeinrichtungen Hochwassermeldestationen	Der Helfer soll - Konstruktionen und Wirkungsweisen von Hochwasserschutzeinrichtungen kennen, - die Unterschiede zwischen alten und neuen Hochwasserschutzanlagen kennen, - Hochwasserschutzanlagen bedienen können.	2.1 Begriffsbestimmungen am Deich 2.2 Deichkonstruktionen Deicharten / Deichbezeichnungen - Bauweise Abmessungen - Befestigungsart - Schutzbereich des Deiches - Lage des Deiches - jahreszeitliche Aufgabe des Deiches 2.3 Deichverteidigungsstraßen 2.4 Sonstige Schutzeinrichtungen - Flutmauern und Spundwände - Schöpfwerke und Siele - Sperrwerke und Schleusen - Sperrtore und Fluttore - Hochwasserwände - Sicherungseinrichtungen an / in Gebäuden - Kanalisationsschutz 2.5 Pegel/Warneinrichtungen 2.6 Exkursion - Neue und alte Hochwasserschutzanlagen im Vergleich in St. Pauli	**1,0** **1,0** **0,5** **2,0** **1,0** **8,0** **(13,5)**	**T** **T** **T** **T / P** **T / P** **P**
3. Entstehung von Hochwasser	Der Helfer soll - die Gründe für die Entstehung von Hochwasser kennen	3.1 Tiede und Gezeiten 3.2 Meteorologische, hydrologische und astronomische Einflüsse - örtl. begrenzte Starkniederschläge, großflächiger Dauerregen, Schneeschmelze 3.3 Siedlungsfolgen	**0,5** **0,5** **0,5** **(1,5)**	**T**

SL "Deichverteidigung, Hochwasserschutz"				
Lernabschnitte	**Groblernziele**	**Einzelthemen**	**Anzahl der Astd.**	**Theorie / Praxis**
4. Schäden an Deichen	Der Helfer soll - die häufigen Schäden an Deichen kennen und beurteilen können	4.1 Schäden an der wasserseitigen Böschung 4.2 Schäden bei Deichüberflutung 4.3 Schäden an der landseitigen Böschung 4.4 Schäden beim Deichbruch 4.5 Schäden durch Eisbruch/Eisgang	**0,5** **0,5** **0,5** **0,5** **0,5** **(2,5)**	**T**
5. Vorbeugende Gefahrenabwehr	Der Helfer soll - die erforderlichen Maßnahmen zur Sicherung von Deichen und zum Schutz von Hochwasser beherrschen können, und bei auftretenden Gefahren geeignete Maßnahmen treffen können.	5.1 Deichbegehung 5.2 Deichverteidigungsplan 5.3 Beseitigung von Treibgut 5.4 Verhalten am Deich bei Hochwasserschutzmaßnahmen - Sicherungsmaßnahmen der Helfer - UVV	**0,5** **0,5** **1,0** **1,0** **(3,0)**	**T**
6. Mittel zur Deichverteidigung	Der Helfer soll - die gebräuchlichen Mittel zur Deichverteidigung kennen und einsetzen können	6.1 Sandsack 6.2 Faschinen und Hurden 6.3 Folien, Vliese, Sonderbaumaterialien und -ausführungen	**0,5** **1,0** **0,5** **(2,0)**	**T / P**
7. Methoden zur Deichverteidigung	Der Helfer soll - die Maßnahmen zur Deichsicherung anwenden können.	7.1 Maßnahmen zur Deichsicherung an der wasserseitigen Böschung 7.2 gegen Deichüberflutung 7.3 an der luftseitigen Böschung 7.4 bei Deichbruch	**5,5** **2,5** **5,5** **2,0** **(15,5)**	**T / P**

6. Lernerfolgskontrolle

Der Lehrgangsteilnehmer soll seine im Lehrgang erworbenen Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten unter Beweis stellen.

Zu diesem Zweck ist am Ende des Lehrgangs eine Lernerfolgskontrolle durchzuführen.

Die Fragen und Aufgaben der Lernerfolgskontrolle sind aus den Lernzielen des Curriculums des Lehrgangs abzuleiten.

Mit der Lernerfolgskontrolle soll auch folgender Zweck verfolgt werden:

- Kontrollfunktion für den Lehrer / Ausbilder (Konnten die Lernziele erreicht werden? Welchen Erfolg hatte mein Unterricht / meine Ausbildung? Wie muss ich die Ausbildung der Lehrgangsteilnehmer in inhaltlicher und / oder methodischer Hinsicht verändern?)

- Kontrollfunktion für den Lehrgangsteilnehmer (Habe ich die Lernziele erreicht? Wo habe ich noch Lücken?)

- Motivation der Lehrgangsteilnehmer, die Lernziele möglichst vollständig zu erreichen (Lernerfolgskontrolle als Instrument zur Motivation der Lehrgangsteilnehmer).

Im Mittelpunkt der Überlegungen zur Lernerfolgskontrolle sollte stets die Leitfrage stehen:

Ist das Lernziel erreicht oder wurde es nicht erreicht.

3. Entstehung von Hochwasser

3.1 Hochwasser im Binnenbereich

An großen Flüssen sind es lang anhaltende und ergiebige Niederschläge meist im Zusammenhang mit einer Schneeschmelze in den Gebirgsregionen, die zu einem Ansteigen der Flüsse führen.

An Bächen und Flüssen führen häufig örtliche Starkregen (Gewitter) zur Entstehung von Hochwasser.

Maßgeblich für die Höhe der Hochwasserabflüsse sind neben der Niederschlagsmenge die natürlichen Gegebenheiten des Gewässereinzugsgebietes, insbesondere Bewuchs, Bodenbeschaffenheit, Geländeform und –gefälle sowie das Gewässernetz.

Sicherlich hat die Flurbereinigung in manchen Gebieten zu einem schnelleren Abfluss der anfallenden Wassermassen geführt. Z dem kommt es zu kritischen Abfluss-Situationen, wenn das natürliche Speichervermögen der Landschaftselemente durch Niederschlag und Schmelzwasser erschöpft ist.

Durch die angesprochenen Flurbereinigungen ist das Wasserrückhaltevermögen von Bewuchs, Boden, Gelände und Gewässer verändert worden.

Die durch Bebauung und Ausbau von Verkehrswegen in Anspruch genommenen Flächen haben sich seit 1900 wesentlich vergrößert. Infolgedessen hat sich die Speicherwirkung von Bewuchs und Boden in diesen Siedlungsgebieten wesentlich verringert.

Über die Kanalisation und ausgebaute Vorfluter wird der Abfluss von diesen Flächen in kurzer Zeit in die Gewässer eingeleitet. Gemeinden an kleineren Wasserläufen gehen heute hin und weisen Wasserrückhaltebecken aus, um die Abgabe von Niederschlags- und Schmelzwasser zeitlich zu verschieben.

- Die Flurbereinigung, die Umwandlung von Grünland in Ackerland haben zu einer Verminderung des Bewuchsspeichers, einer Veränderung der Speicherwirkung der Böden sowie zu einen beschleunigten Abfluss von landwirtschaftlich genutzten Flächen geführt.

- Der Waldanteil hat sich in den letzten Jahren trotz Waldsterben vergrößert. Welchen Einfluss das Waldsterben auf die Speicherwirkung der Waldböden

hat und auf die Bodenerosion durch erhöhten Oberflächenabfluss, ist noch nicht erforscht.

- Durch Gewässerausbau, Bach- und Flussbegradigungen, den Ausbau von Bundeswasserstraßen mit Staustufen und insbesondere durch Eindeichungen sind die natürlichen Überschwemmungsgebiete erheblich reduziert worden. Die Speicherwirkung der Auen und Rückhalte-/Retentionsflächen wurden hierdurch reduziert und der Hochwasserablauf beschleunigt. Ein frühzeitiges Absenken der Stauwehren führt zu keiner Entlastung der Hochwassersituationen.

Die Möglichkeiten zum natürlichen Wasserrückhalt, wie Fluss- und Bachrenaturierung und umweltschonende Landbewirtschaftung (Aufforstung, Ackerstilllegung) sind nicht an allen Flussläufen möglich. Die Versickerung von Niederschlagwasser gelingt nur in kleinen Einzugsgebieten.

Die im Rahmen des technischen Hochwasserschutzes angelegten Polder sind nur dann sinnvoll, wenn sie im Bedarfsfall auch geflutet werden. Man schafft dadurch eine Hochwasserentlastung bei den flussabwärts gelegenen Gemeinden.

Abb.: Vom Hochwasser überflutete Landschaft und Wohngebiet.

Durch die Erderwärmung kam es in den letzten Jahren häufig zu größeren Klimakatastrophen. Gerade die Hochwässer (Oderhochwasser, Hochwasser in

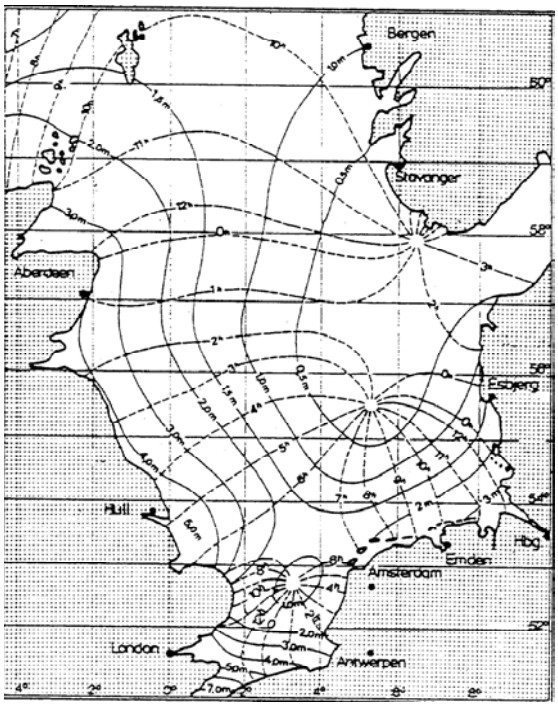
Bayern, Italien und Großbritannien) haben große und gewaltige Auswirkungen auf die Bevölkerung und die vorhandene Infrastruktur gehabt.

3.2 Hochwasser im Seebereich

Ebbe und Flut

Erde und Mond drehen sich im Monat einmal um ihren Schwerpunkt. Diese Rotation erzeugt auf der Erde vom Mond weggerichtete Fliehkräfte. Die Gravitationskraft und die Zentrifugalkraft bewirken zwei Flutberge. Der Beobachter an der Küste erlebt das Phänomen in einem periodischen Steigen (Flut) und Fallen (Ebbe) des Wassers. Eine Tide, bestehend aus einer Flut und einer Ebbe, dauert ca. 12 Stunden. Die mittleren Unterschiede des Wasserstandes (Tidenhübe) an der deutschen Nordseeküste betragen 2 – 4 Meter.

In der Nordsee bewegen sich die Gezeiten großförmig in 3 Drehtiden. Sie schwingen periodisch linksdrehend um ihr Zentrum- So kommt es, dass das Tidenhochwasser in Husum ca. 2 Stunden später auftritt, als in Emden.



Der theoretische Einfluss von Sonne und Mond beträgt ca. 78 cm. Der Tidehub beträgt jedoch praktisch 2–4 m. Dies kommt durch die zerklüftete Nordseeküste zustande, die an mehreren Stellen den Tidehub reflektiert und überlagert.

Sonderformen sind die Springtide und die Nipptide.

Springtide
Zur Springzeit stehen Sonne, Mond und Erde in einer Linie. Die Gezeiten erzeugende Effekte summieren sich. Die Flut läuft höher auf.

Nipptide
Zur Nippzeit, wenn von der Erde aus gesehen Sonne und Mond zueinander im rechten Winkel stehen, heben sich die gezeitenerzeugenden Kräfte der beiden Gestirne teilweise auf.

An der deutschen Nordseeküste treten Springtide und Nipptide mit rund dreitägiger Verzögerung auf, u.a. als Folge von Reibungsverlusten auf die Gezeitenwelle und der geographischen Lage. Die astronomische Gezeitenkurve lässt sich relativ gut für längere Zeit vorausberechnen, da sie an den gesetzmäßig verlaufenden Bewegungen von Mond und Sonne basiert.

Hochwasser im Küstenbereich kann entstehen durch Überlagerung der Tide und durch Sturmeinwirkung. Sturmflutwetterlagen werden in der Nordsee durch kräftige Tiefs erzeugt, die im nordatlantischen Raum entstehen und die dann aus westlicher und nordwestlicher Richtung in den Raum Nordsee/Südskandinavien einwandern. Auf Grund ihrer Zugbahnen lassen sich die Tiefs, die an der deutschen Nordseeküste zu schweren oder sehr schweren Sturmfluten führen, in drei Haupttypen einteilen:

- **Jütland - Typ** Der Kern dieses Tiefs zieht von West nach Ost. Er bringt über der Nordsee kurzen starken Sturm mit Winden zunächst aus Südwesten, dann aus Westen und schließlich aus Nordwesten. Die Windstaukurve steigt meist steil hoch, aber nur für kurze Zeit an.
- **Skandinavien – Typ** Das Tief hat seinen Ursprung in dem Gebiet Grönland-Island, von wo es nach Südost wandert und dann Skandinavien auf der Breite zwischen Oslo und Trondheim durchquert. Über der Nordsee verursacht es anhaltenden Sturmwind vor allem aus Nordwest. Die Windstaukurve steigt über mehrere Tiden relativ hoch an.
- **Skagerrak – Typ** Die Zugbahnen dieses Tiefs verlaufen etwa zwischen jenen des Jütland und Skandinavien Typs und bringen nordwestlichen im gesamten Raum auf die Küste zugerichteten Wind, der sich in seiner Wirkung vielfach mit der aus dem Atlantik auflaufenden Flutwelle addiert. Dazu können über längere Zeit anhaltende Sturmflutlagen mit sehr hohen Stauwerten resultieren. Die meisten schweren Sturmfluten in den vergangenen hundert Jahren sind durch den Skagerrak Typ der Sturmtiefs verursacht worden.

Der Wind ist die dominierende sturmfluterzeugende Komponente, daher der Name “Sturm“-Flut. Der Wind erzeugt einen Stau. Eine Zunahme der Windgeschwindigkeit z.B. auf das Dreifache bewirkt eine Erhöhung des Staus um das Neunfache. Der Wasserstand reagiert schon auf geringe Schwankungen der Windgeschwindigkeit. Für die Stauentwicklung spielt auch die Wirkdauer des Windes eine erhebliche Rolle, wobei nach einer gewissen Zeit ein Staumaximum erreicht wird. Der Stau hängt außerdem auch von der Wassertiefe im Küstenraum und vom dem Winkel zwischen Windrichtung und Küste ab. Im flachen Wasser werden erfahrungsgemäß größere Stauwerte erreicht als im tieferen Wasser.

Durch eine weltweite Klimaveränderung, verursacht durch den sogenannten Treibhauseffekt, wird befürchtet, dass es zu einer Erhöhung des Wasserspiegels kommen kann. Bei der Bemessung von neuen Deichen wird bereits heute ein Zuschlag von 30 cm empfohlen.

Fernwellen aus dem Atlantik haben ebenfalls Einfluss auf die Hochwassersituation an der Küste.

Für die Helfer im Küstenbereich besteht nach Abfluss der Flut die Möglichkeit, beschädigte Deiche wieder instand zu setzen. Dies ist bei einem Hochwasser im Binnenbereich so kurzfristig nicht möglich.

4. Deicharten und Deichbezeichnungen

4.1 Deichbeschreibung, Grundbegriffe

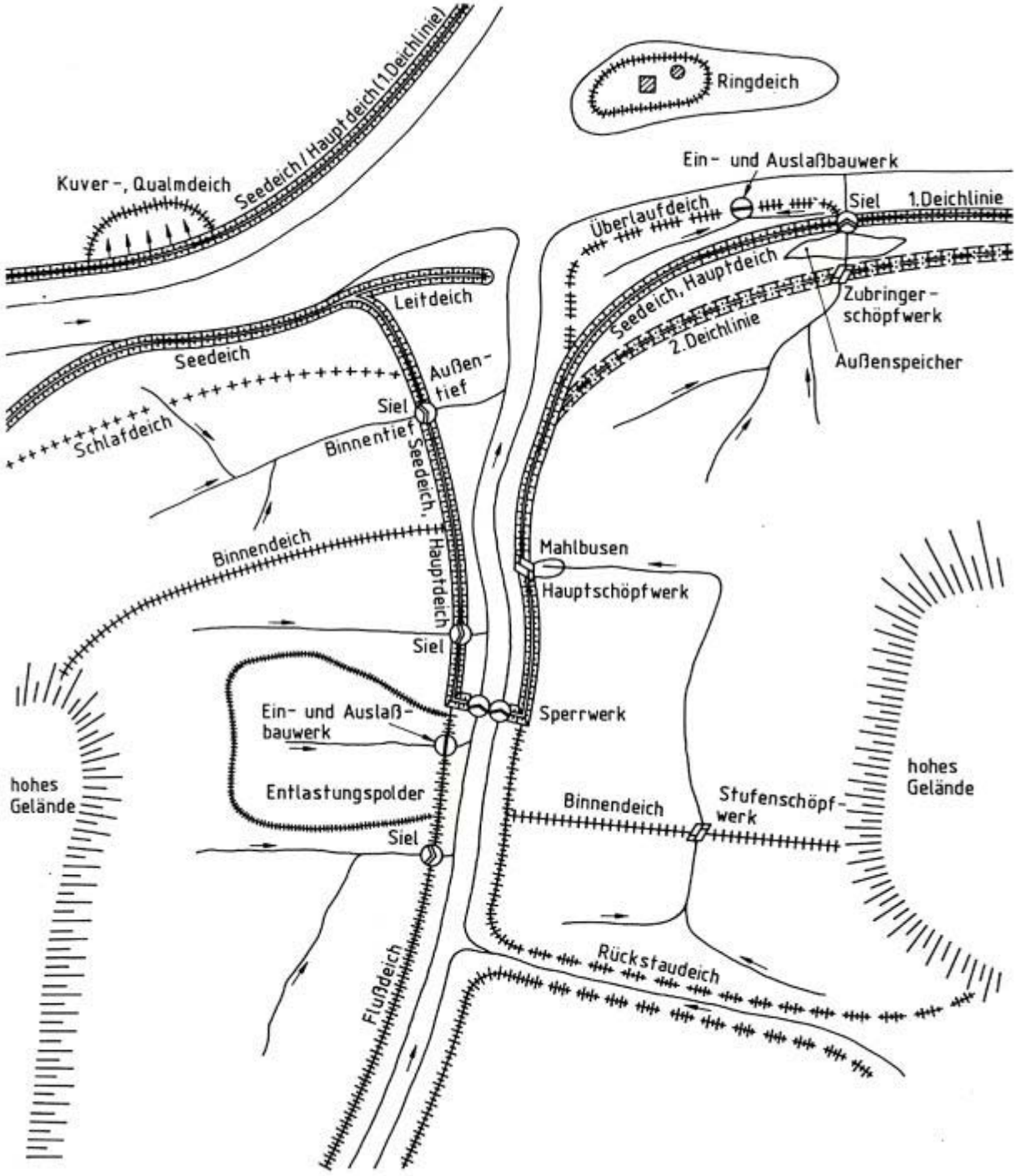
Grundsätzlich sind alle durch den Menschen künstlich errichteten Schutzwälle entlang eines Gewässers, die zum Ziel haben, vor Überflutung zu schützen, Deiche. Die Bauwerke, die ständig auf einer Seite mit Wasser in Kontakt stehen, bezeichnet man im Wasserbau als Dämme.

Die von der Natur durch Wind oder Wasser entstandenen natürlichen Wälle aus Erdreich werden als Dünen bezeichnet und sind entlang der Küste von Ost- bzw. Nordsee anzutreffen.

Deich
Damm aus Erdstoff zum Schutz gegen Hochwasser und/oder Sturmflut. Je nach Lage und Bedeutung der Deiche und abhängig von verfügbaren Materialien gibt es Deiche mit Sandkern und Kleieabdeckungen bzw. mit Sandkern und einer kombinierten Abdeckung aus Kleie und Asphalt.

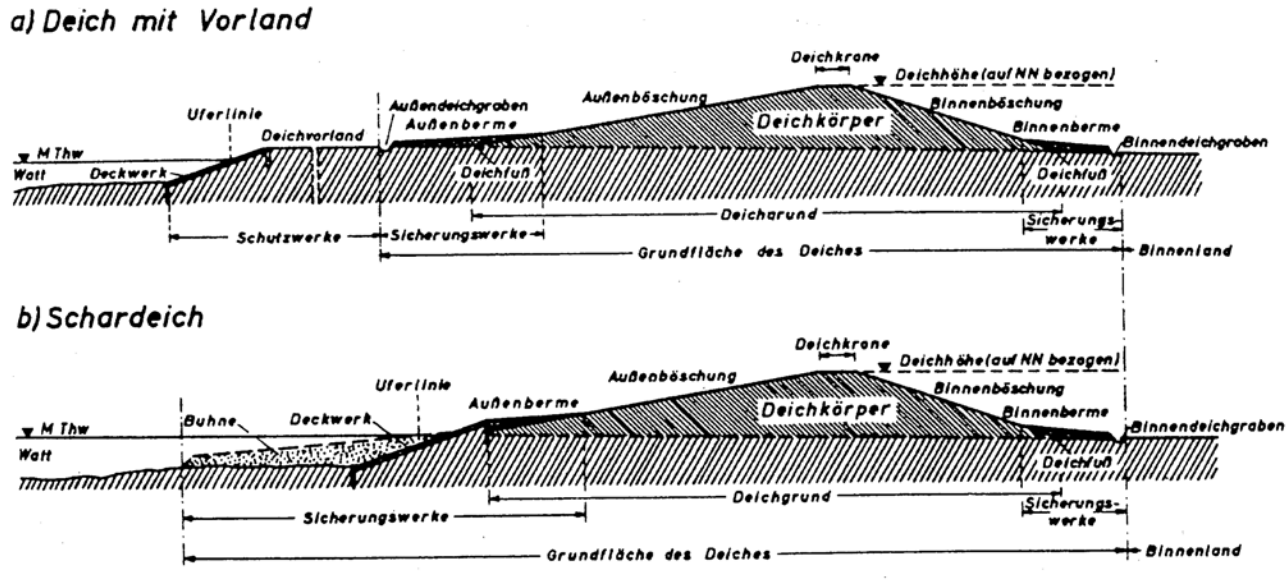
Man unterscheidet Deicharten und Deichbezeichnungen nach
- der Lage in
  - Seedeiche
  - Strom- und Flussdeiche
- der jahreszeitlichen Aufgabe in
  - Winterdeiche, zum Schutz des Binnendeichs gelegenen Ländereien
  - Sommerdeiche, zur Abwehr der niedrigen Hochwasser während der Sommermonate
- der Befestigungsart in
  - Kleideiche mit Grasnarbe
  - Sanddeiche mit Kleidecke und Grasbewuchs
  - Sanddeiche teils mit Asphaltbetonabdeckung und teils mit Kleidecke und Grasbewuchs
- der Bedeutung ihres Schutzbereiches in
  - Hauptdeiche und Vordeiche, zum Schutz vor den höchsten zu erwartenden Hochwassern und Sturmfluten
  - Nebendeiche bzw. sogenannte Schlafdeiche (2. Deichverteidigungslinie)

Dünen bilden im Küstenbereich einen natürlichen Schutz vor Hochwasser und Sturmfluten.


Kuver-, Qualmdeich
Seedeich / Hauptdeich (1. Deichlinie)
Ringdeich
Ein- und Auslaßbauwerk
Überlaufdeich
Siel
1. Deichlinie
Leitdeich
Seedeich, Hauptdeich
2. Deichlinie
Zubringer-schöpfwerk
Außenspeicher
Seedeich
Außen-tief
Siel
Binnentief
Schlafdeich
Seedeich, Hauptdeich
Binnendeich
Mahlbusen
Hauptschöpfwerk
Siel
Ein- und Auslaß-bauwerk
Sperrwerk
hohes Gelände
Entlastungspolder
Siel
Binnendeich
Stufenschöpf-werk
hohes Gelände
Flußdeich
Rückstaudeich

Deicharten

Leitdeich	Ein Deich, der die Hochwasserströmung in eine bestimmte Richtung lenkt und auch bei Hochwasser nicht überströmt wird.
Kuver oder Schlossdeich	Deich, der örtliche Wasser abriegelt
Qualmdeich	Deich, der örtlich begrenzte Qualmwasser abriegelt
Ringdeich	Deich, der das zu schützende Gebiet allseitig umgibt
Rückstaudeich	Deich im Mündungsbereich eines Nebenflusses, der an den Deich des Hauptflusses anschließt und Überschwemmungen durch Rückstau verhindert.
Schardeich	Deich, dessen Außenböschung wasserseitig unmittelbar in die Uferböschung übergeht, der also kein Vorland hat.
Schlafdeich	Deich, der keine unmittelbare Schutzfunktion mehr hat
Deich mit Vorland	Deich, der über das Vorland zusätzlich geschützt ist
Sommerdeich	Deich, der zeitweise überströmt werden kann
Winterdeich	Deich, der gegen große und seltene Hochwasser bemessen ist.



Deiche müssen in der Lage sein, den höchsten zu erwartenden Wasserständen stand zu halten. Deiche müssen leicht zugänglich sein, damit die Einsatzkräfte problemlos zur Einsatzstelle gelangen können. Auf der Binnenberme gilt das

Einbahnstraßenprinzip, weil ein Ausweichen auf diesen schmalen Straßen nicht möglich ist.

Kann ein Überströmen der Deiche nicht verhindert werden, so muss versucht werden, die Schäden auf ein Mindestmaß zu beschränken. Durch eine Deicherhöhung können weitere Schäden verhindert werden (siehe Kapitel 6 und 8)

4.2 Anforderungen an Deiche

Die Anforderung an einen Deich richtet sich nach der jeweiligen Aufgabe.
Die Höhe und das Profil der Deiche hängen von der Beanspruchung und ihrer Zweckbestimmung ebenso wie von der Schutzbedürftigkeit des eingedeichten Gebietes ab.

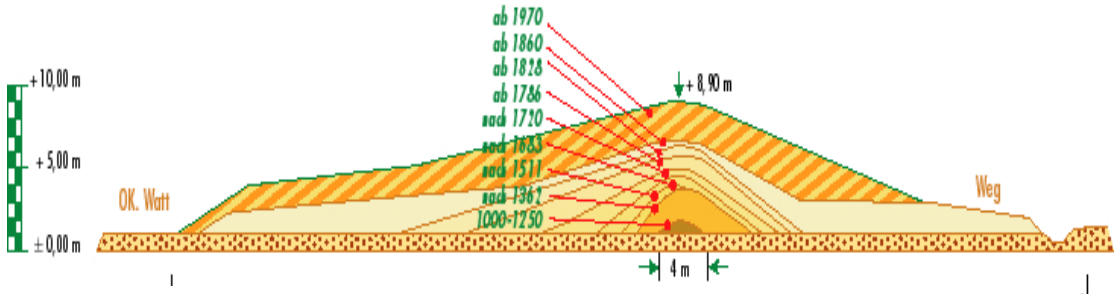


Abb.: Geschichtliche Entwicklung der Deiche in den letzten Jahren.

Der **Deichkörper** besteht dabei aus verdichtetem Erdstoff mit einer festen gut verwurzelten Grasnarbe. Dazu ist es notwendig, die für den jeweiligen Unterboden und der Art der Hochwasser notwendige Körnung des Erdstoffes festzulegen. Die Deichkrone beträgt in den meisten Fällen eine Breite von 3 m, sie kann wie an der Oder, oder der Elbe für Aufgaben der Deichverteidigung in einzelnen Abschnitten auch ausgebaut sein. Die Böschungen haben dabei eine Neigung von 1: 2, 1: 3 oder 1:10.

Deichbermen: Deichbermen müssen grundsätzlich vorhanden sein. Es sind befestigte Wege unterhalb der Deichkrone landseitig, die als Verteidigungsweg für die Hochwasserabwehr angelegt wurden.

Freibord eines Deiches: Diese Fachbezeichnung drückt aus, für welche Sicherheitshöhe ein Deich ausgelegt ist. Hauptdeiche in der Regel 0,80 m bis 1,00 m, alle übrigen Deich liegen bei 0,50 m über einem angenommenen Hochwasser-

stand. Als Grundlage für diese Freibordhöhen werden die Wasserstände früherer Hochwasser genommen. Bei einem Hochwasserstand von 6,00 m sollte an einem Hauptdeich das Freibord 1,00 m betragen also die Deichkrone einen Meter über den höchsten Wasserstand herausragen.

4.2.1 Flussdeich*:*

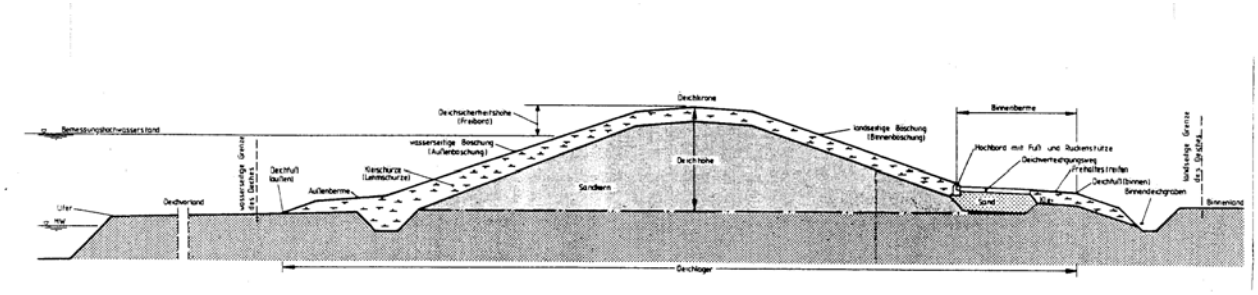


Abb.: Flussdeich

4.2.2 Seedeich:

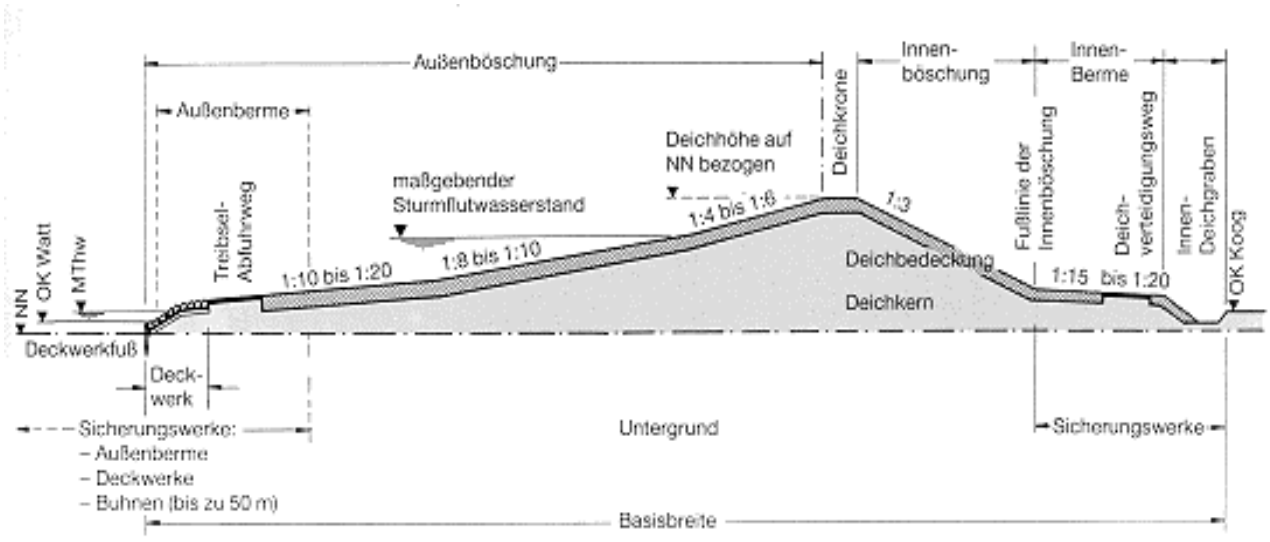


Abb.: Seedeich

Grundaussage:
Deiche bestehen aus Erdstoffen unterschiedlicher Körnung, welche verdichtet wurden Demzufolge ist ein Deich immer eine homogene Masse, die durch das Grundwasser weiter durchflossen wird, jedoch erfolgt der Durchfluss im Bereich des Deichfußes. Davon ausgehend gehört zu jedem Deich auch ein System von Gräben landseitig, die dieses Wasser aufnehmen. Gleichzeitig ist wasser- wie auch landseitig ein Schutzstreifen von 5 m einzuhalten, der nicht bebaut oder landwirtschaftlich genutzt werden darf.
Unter strikter Einhaltung dieses Zusammenwirkens ist das System des Hochwasserschutzes wirksam. Deiche werden nie völlig dichte Bauwerke sein Mit dem Steigen des Wassers fällt landseitig bei Hochwasser Sickerwasser an, welches eine Nutzung des Geländes für die Deichverteidigung nur begrenzt möglich macht.

4.3 Einflüsse und Einwirkungen auf Gestaltung und Ausführung von Deichbauten

Die Entwicklung der Deiche im Binnen- und Seebereich richtet sich nach den Wasserständen und nach großen Katastrophen, die Schwächen der Deiche aufgezeigt haben. Zur geschichtlichen Entwicklung der Deiche siehe Abbildung Seite 27, Kapitel 4.2.

Die Sturmflut in Hamburg hat zu einer der größten Katastrophen Deutschlands geführt. Ursache war der Bruch eines Schutzdeiches, der den anströmenden Fluten nicht standhalten konnte.

Moderne Deiche mit Vorland im Wasserland steigen von der Wasserseite sehr langsam an, Schardeiche (verfestigen, ausgebildeten Fuss) nicht. In der Regel findet man hier ein Gefälle von 1:10 bis 1:6. Die anfallenden Wellen können so am Deichkörper leichter auslaufen und verlieren ihre Kraft.

4.4 Form und Gestaltung von Deichbauten

Aufbau und Bauausführung der verschiedenen Deiche sind im wesentlichen gleich.

4.4.1 Deichprofile

Auf der Außenböschung eines Seedeiches sollen die Wellen auflaufen, auslaufen und umkehren, bevor sie die Deichkrone erreichen. Strom- und Flussdeiche sollen hohen Wasserständen standhalten. Sie sind in der Regel Wind und Wellenschlag nicht ausgesetzt. Bei beiden Deichen besteht die

Gefahr von Eisgang, der die Grasnarbe an den Deichen erheblich beschädigen kann.

Die Neigung der Außenböschung eines Seedeiches beträgt an seinem Fuß etwa 1:20, sodann 1:10, im Mittel 1:8 und im obersten Feld 1:5. Die Außenböschung von Strom- und Flussdeichen weist im mittleren Feld eine Neigung von etwa 1:4 und im Kronenbereich 1:3 auf.

Die Neigung der Innenböschung der verschiedenen Deicharten liegt zwischen 1:2 und 1:3 (Mindestmaß, neue Deiche werden im Wasserbau mit flacherer Neigung erstellt). Steilere Neigungen machen den Deich anfällig gegen Überströmungen. Sie führen zu einer Schwächung besonders im oberen Kronenbereich, so dass es schon bei geringer Belastung zu Deichbrüchen kommen kann.

4.4.2 Deichbaustoffe

Hauptbaustoffe für Deichkörper sind Klei- und Marschboden und Sand. Für den Deichbau wird überwiegend die Sandbauweise angewandt. Mit der Sandbauweise werden kürzere Bauzeiten erreicht. Um den Sandkörper zu schützen, wird er mit einer Kleischicht abgedeckt, die wiederum mit einer Rasendecke versehen wird. Auf besonders gefährdeten Strecken wird der Deich mit Asphalt befestigt oder eine Steinschüttung wird mit Asphalt verklebt. Die Deckschicht eines Deichkörpers aus Klei- und Marschboden soll 1,00 bis 1,20m stark sein.

4.4.3 Deichbefestigungen

Wie unter Deichbaustoffen bereits erwähnt, werden die Deiche zum Schutz gegen Wellenschlag mit einer Asphaltschicht auf der Außenseite versehen. Die Stärke der Asphaltschicht hängt von der zu erwartenden inneren und äußeren Beanspruchung ab.

Asphaltsdecken müssen ständig kontrolliert werden. Beschädigungen sind sofort zu beheben, damit der Fuß ein festes Deckwerk behält.

Schäden an der Außenhaut werden überwiegend durch Treibgut, Eisgang, Wasserfahrzeuge sowie durch andere Benutzung wie Viehtrieb bzw. Einschlagen von Ankern o.ä. verursacht.

4.4.4 Deichentwässerung

Aufgabe der Deichentwässerung ist die Ausschaltung von hydrostatischem Überdruck im Deichkörper. Hierzu muss Kapillar- und Sickerwasser im Deichkörper möglichst schnell an den äußeren Wasserstand angeglichen

werden. Die eingebauten Drainagen entwässern den Deich in Gräben, die auf der Landseite des Deiches angebracht sind. Kiesfilter können die Entlastung beschleunigen. Besonders wichtig ist die Entwässerung von Deichen mit Sandkern, damit ein Ausspülen des Kerns verhindert wird.

4.4.5 Übergänge zwischen verschiedenen Baustoffen

Übergänge von verschiedenen Baustoffen stellen immer eine Gefahr für den Deich dar. Diese Nahtstellen können bei Steinabdeckungen mit Asphaltverguss abgedichtet geschützt werden.

4.4.6 Deichverteidigungsstraßen

Deichverteidigungsstraßen werden hinter dem Deich auf der Landseite angelegt. Auf der Deichverteidigungsstraße soll die Möglichkeit zum Lagern von Material vorhanden sein, um in einem Katastrophenfall von dort die Einsatzmannschaften mit Gerät und Ausstattung versorgen zu können. Die Oberkante der Deichverteidigungsstraße sollte ca. 1,00 m über Gelände angebracht werden.
Bei Seedeichen gibt es auch Außenverteidigungsstraßen, die in 2. Funktion zur Deichverteidigung genutzt werden.

4.4.7 Befestigungsarten von Deichböschungen

Deiche können mit verschiedenen Baustoffen befestigt werden. Es gibt Deiche mit einem Sandkern und Kleiabdeckung, mit einer zusätzlichen Fußsicherung aus Steinen oder Schotter oder mit einer Asphalt-Beton Abdeckung. Kleideiche werden mit einer Fußsicherung aus Steinschotter versehen. Eine Entwässerung kann bei Kleideichen entfallen.

5. Anlagen im und am Deich

5.1 Deichscharten und Überfahrten

Deichscharten sind durch Tore oder durch Dammbalken verschließbare Unterbrechungen eines Deiches zum Durchführen eines Weges oder zum Ein- und Auslassen eines Hochwassers. Sie sind bei Hochwasser rechtzeitig zu schließen. Die erforderlichen Materialien, wie Dammbalken und Füllmaterial, müssen deshalb ständig und ausreichend verfügbar sein. Die Lagerung dieser Materialien ist unterschiedlich. Wenn dem THW die Aufgabe zukommt, die Deichscharten und Überfahrten zu schließen, ist im Rahmen der örtlichen Gefahrenabwehr das Verfahren zu üben. Die Dammbalken sind regelmäßig mit Holzschutzmitteln zu behandeln und vor Feuchtigkeit zu schützen. Die im Bauwerk befindlichen Nischen und Sohlen sind sauber zu halten, um beim Schließen der Scharte ein Um- und Unterlaufen der Wände und Sohlen durch das Wasser auszuschließen.

Überfahrten sind an den Stellen notwendig, wo eine Bewirtschaftung des Vorlandes erforderlich ist oder wo eine Wartung des Deiches und Pflege der vorhandenen Natur dieses rechtfertigt. Alle Überfahrten müssen befestigt sein; die Begrenzungen sind zu kennzeichnen.

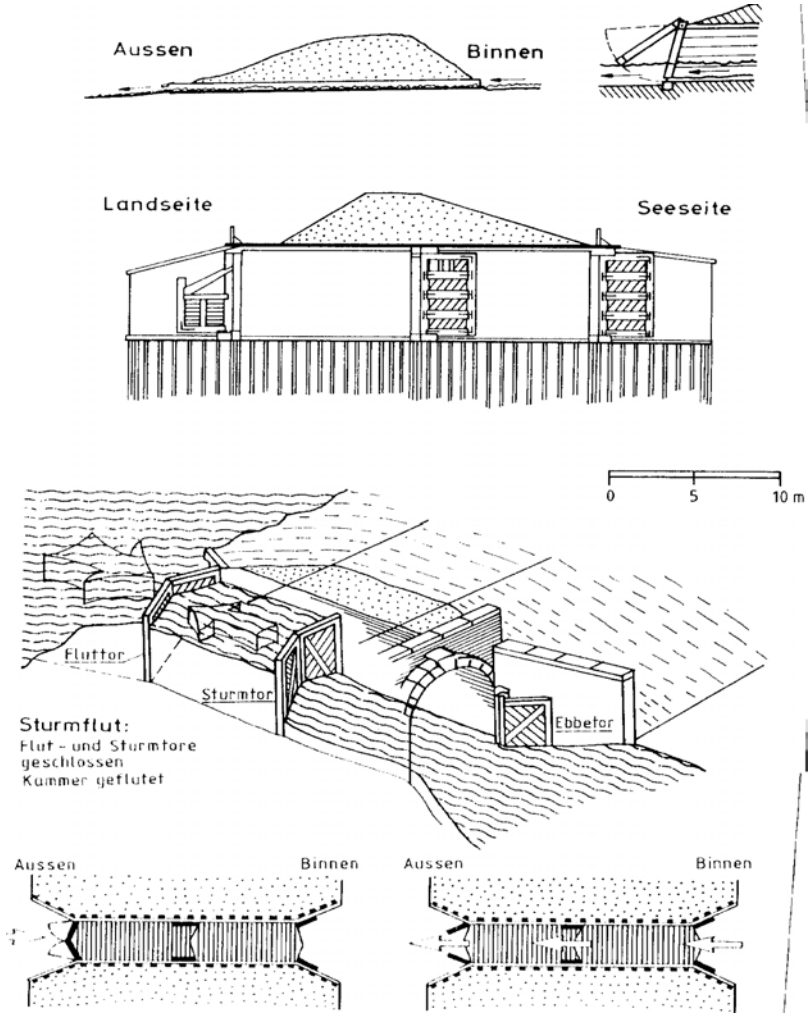
Abb.: Deichscharte in Norddeutschland.

5.2 Deichsiele

Sie sind als Schleusen zur Entwässerung des Binnenlandes gedacht, die in die Deiche bei Bedarf eingebaut werden.

Achtung!
Siele müssen bei Hochwasser geschlossen werden. Diese Aufgabe wird durch ein Rückschlagventil bzw. mittels einer Klappe realisiert.
Notverschlüsse können Stemmrohre oder Dammbalken sein. Beim Bau von Sielen ist auf die feste und schlüssige Verbindung zwischen Deich und Bauwerk zu achten, um ein Durchsickern an und neben den Anschlussstellen zu verhindern.

Abb.: Zeichnerische Darstellung eines Deichsieles und dessen Funktionsweise.



5.3 Schöpfwerke

Schöpfwerke sind Pumpwerke zur Entwässerung von vorwiegend landwirtschaftlich genutzten Gebieten, die unter der Höhenlinie des Flusses bzw. unter Normal-Null (NN) liegen, wo eine natürliche Entwässerung nicht gegeben ist; bei völligem oder teilweisen Fehlen einer natürlichen Vorflut. Die Hauptfunktion besteht in der Sicherung der für das betreffende Gebiet festgelegten Wasserspiegellage.

Die Funktionstüchtigkeit der Schöpfwerke ist mit einem hohen Aufwand verbunden:
- Planmäßige, vorbeugende Instandhaltung und Wartung der gesamten Anlage, insbesondere der Pumpen, der elektrischen Anlagen, der Verschlussorgane, der Rohrleitungen, des Ein- und Auslassbereiches.
- Freihalten der Rechen
- Probeläufe

Beim Verbau von Schöpfwerken gilt das Gleiche wie bei den Deichsielen, wenn sie in Deichanlagen eingebaut werden.

Abb.: Schöpfwerk.

5.4 Sperrwerke

Kreuzungen von schiffbaren Wasserläufen werden durch Sperrwerke mit Schleusen gesichert. Das Eidersperrwerk bemisst sich z.B. am Pegel Borken. Der Fluss dahinter führt nicht so viel Wasser, dadurch wird Raum für das ansteigende Wasser bei Flut geschaffen.

Die Funktion eines Sperrwerkes kann mit der eines Sieles verglichen werden. Bei Erreichen eines bestimmten Wasserstandes wird das Sperrwerk geschlossen. Der Verschluss eines Sperrwerkes besteht in der Regel aus zwei Schleusentoren (Stemmtore), Segmentschützen oder seitlich ausfahrbaren Toren.

Je nach Lage des Sperrwerkes werden Fahr- oder Fußgängerbrücken über das Bauwerk geführt. Die Brücken werden so hoch angelegt, dass die Schifffahrt uneingeschränkt das geöffnete Sperrwerk passieren kann.

5.5 Deichsicherungsbauten

Buhnen und **Leitwerke** dienen zum Schutz von Küsten-, Ufer- und Hochwasserschutzanlagen.

Buhnen sind mit dem Ufer verbunden und verlaufen in Binnengewässer meist gegen den Strom geneigt. Aufgabe der Buhnen ist das Regulieren des Fahrwassers. Bei Niedrigwasser wird das Wasser von den Buhnen in die Flussmitte geleitet, um der Berufsschifffahrt möglichst lange das nötige Fahrwasser zu gewährleisten.

Im Deichbau dienen Buhnen zum Schutz des Deichfußes. Im Bereich der Buhnen wird das Anlanden von Sinkstoffen gefördert, so dass sich weiteres Vorland bilden kann. Man unterscheidet hierbei Decleaner und Incleaner.

Die Herstellung der Buhnen kann in verschiedenen Formen erfolgen. Die gängigsten Buhnenbauarten sind mit Faschinen bzw. mit Steinschüttungen errichtet. Die Steinschüttung kann bei Bedarf noch mit Kunststoff oder Asphalt verklebt werden. Die Standorte der Buhnen werden von den Wasser- und Schifffahrtsverwaltungen festgelegt. Im Hochwasserschutz bzw. bei der Deichverteidigung werden in der Regel keine Buhnen von den Einsatzkräften gebaut bzw. instandgesetzt

5.6 Sonstige Einbauten

Überläufe und Flutungsbauwerke:
Sie werden bei Sommerdeichen notwendig, wenn ein Sommerdeich nur an festgelegten Stellen in einzelnen Abschnitten überströmt werden soll. Die Überlaufhöhe wird ca. 0,50 unter der Deichkrone angelegt.

Die Überlaufflächen sind gegen Ausspülungen zu schützen; die Funktionstüchtigkeit solcher Bauwerke ist nachzuweisen. Die Wartungsaufgaben sind ähnlich wie bei Schöpfwerken.

Grundsatzaussage zu Bauwerken im Deich:

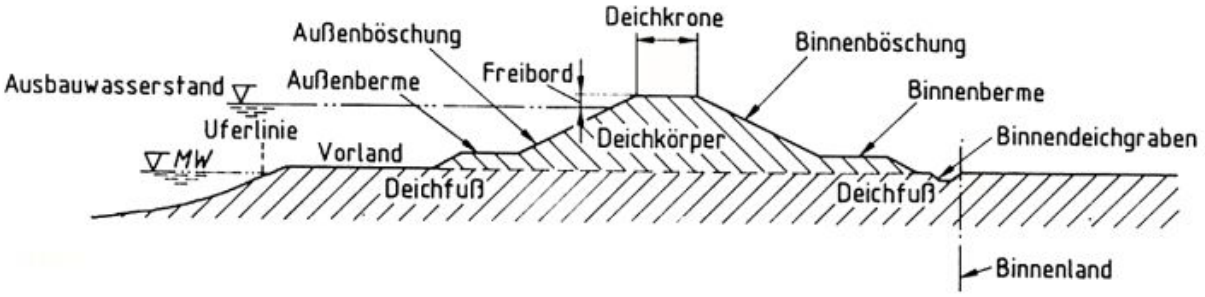
Bauwerke im Deich stellen immer eine Schwachstelle dar. Sie müssen bei Hochwasser besonders gründlich und häufig kontrolliert werden.
Regel muss sein, nur an den Stellen Bauwerke im Deich einzubringen, wo eine andere Lösung nicht realisiert werden kann oder die wirtschaftlichen Erfordernisse eine andere Lösung nicht zulassen.

6. Hochwasserschutzsysteme

Aufgrund der häufig beengten Raumverhältnisse innerhalb bebauter Gebiete finden sich dort Hochwasserschutzanlagen, welche spezifisch den örtlichen Gegebenheiten angepasst sind.

Innerhalb bebauter Gebiete fußt der Hochwasserschutz im wesentlichen auf sechs Elementen, welche zum Teil ineinander greifen.

6.1 Flussdeiche



Die Abbildung zeigt einen Querschnitt eines Flussdeiches im Binnenland. Die Flussdeiche werden längs des Flussverlaufes gebaut und sollen das hinter dem Deich liegende Land vor Überflutungen schützen.

6.2 Hochwasser- Schutzmauern

Hierbei handelt es sich um anstelle von Deichen errichtete massive Schutzvorrichtungen, welche aufgrund ihrer Bauart nur einen Bruchteil der für einen Deich erforderlichen Fläche benötigen. Dieses wird dadurch erreicht, dass anstelle der für einen Deich üblichen Deichaußenböschung eine senkrechte oder geneigte Wand aus Stahlbeton gesetzt wird. Im Bereich von Durchfahrten finden sich entweder fest eingebaute Hochwasserschutztore oder aber Vorrichtungen zur Montage mobiler Schutztore.

Abb.: Alte Hochwasserschutzmauer im Binnengebiet.

Im Bereich von Hochwasserschutzmauern ist bei bituminös befestigten Flächen auf Blasenbildung, bei gepflasterten Flächen auf Verwerfungen zu achten. Treten solche Schadensbilder auf, so sind sie mit Sandsäcken o.ä. großflächig zu belasten, damit kein Grundbruch eintritt.

Abb.: Hochwasserschutzmauer und gleichzeitige Uferbefestigung am Rhein.

6.3 Demontable Hochwasserschutzwände

Mobile Elemente zeichnen sich dadurch aus, dass sie nur bei Gefahrenlagen aufgebaut werden und ansonsten eingelagert werden können, ohne das Stadtbild zu beeinträchtigen. Sie bestanden in früherer Zeit aus Holz und heute aus modernen Materialien wie z.B. Stahl oder Aluminium. Der Einbau erfolgt ohne Kranunterstützung. Sie dienen dazu, kleinere Durchlässe, z.B. im Bereich von Schutzmauern, im Gefahrenfall zu schließen (Hochwasserschutztore) oder aber auch bestehende feste Schutzeinrichtungen zu erhöhen.

Heute werden mobile Hochwasserschutzwände vorwiegend aus miteinander verzahnten Profilen (Dammbalken) erstellt, welche entsprechend dem ansteigenden Wasserstand aufgebaut werden können. Schutzhöhen von mehr als 3 Metern sind möglich. Sie werden an einen Bodenanschluss angebracht und können durch teilende Stützen beliebig verbreitet werden.

Abb.: Demontable Hochwasserschutzmauer, die in Köln vom Technischen Hilfswerk aufgebaut wird.

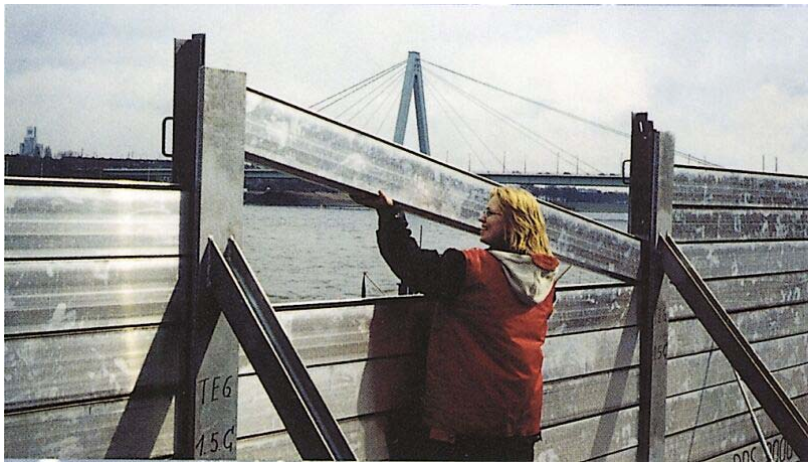


Abb.: Die demontablen Hochwasserschutzmauern zeichnen sich durch ihre leichte Verarbeitbarkeit aus. Die Schutzmauer kann ohne Kranunterstützung errichtet werden.

Abb.: Vorgefertigte Nischen, in denen die einzelnen Elemente eingelassen werden.

6.4 Feststehende Hochwasserschutzwände

Feststehende Hochwasserschutzwände sind dort angebracht, wo es baulich möglich und gestalterisch nicht störend ist. Sie bestehen z.T. aus Sicherheitsglas oder Kunststoff.

Treten Schäden am Untergrund auf, so sind sie mit Sandsäcken o.ä. großflächig zu belasten, damit kein Grundbruch eintritt.

6.5 Sandsackbarrieren

Sandsackbarrieren kommen zum Einsatz, wenn die Schutzhöhen anderer Sicherungs-Systeme, wie z.B. Flussdeiche erreicht werden. Sie können sich negativ auf die Stabilität eines Deiches auswirken, da der durchweichte Deichkörper durch das zusätzliche Gewicht noch mehr belastet wird.

6.6 Retentionsflächen

Bei Retentionsflächen handelt es sich um Überschwemmungsgebiete, welche der Speicherung schädlichen Hochwassers dienen. Sie entlasten zeitlich begrenzt stromabwärts gelegene Hochwasserschutzsysteme, indem sie Hochwasserspitzen abfangen.

6.7 Sonstige Schutzsysteme

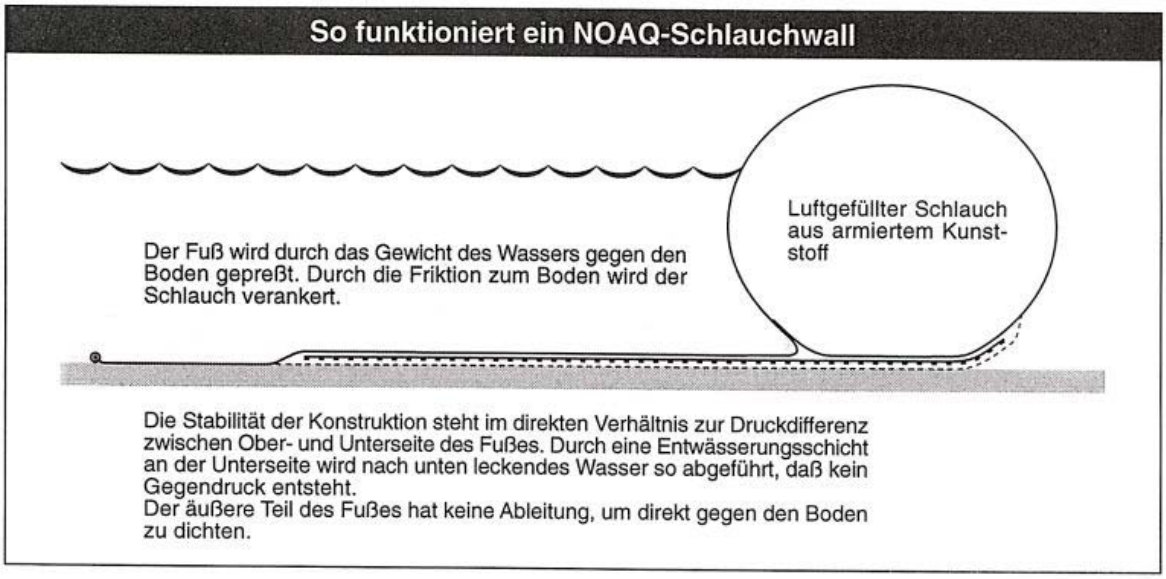
Auf dem Markt befindlich sind darüber hinaus einige Hochwasserschutzsysteme, welche vollständig demontabel sind und ohne Vorbereitung des Untergrundes aufgebaut werden können. Aufgrund der Vielzahl der vorhandenen Systeme und der ständigen Weiterentwicklung ist eine vollständige Darstellung nicht möglich.

Beispiel 1:
Quick Damm System
Hierbei handelt es sich um ein dammförmiges Gestell aus Stahlrohren, umhüllt mit einer Folie aus Gerotextil (Vlies) oder einem wasserdichten reißfesten Gewebe.
Gefüllt wird das Gestell mit örtlich vorhandenen Erdmaterialien oder mit Wasser.
Es passt sich praktisch jedem Untergrund an und kann daher sehr flexibel verwendet werden.

Abb.: Aufbau eines Quickdammes.

Abb.: Der Quickdamm kann wahlweise mit Wasser oder mit Sand befüllt werden.

Beispiel 2:
NOAQ Hochwasserschutzsystem
Es handelt sich um mehrere Schläuche aus armiertem Kunststoff, welche mit Luft gefüllt und zu einem längeren zusammenhängenden Schutzwall (Schlauchwall) verbunden werden. (Kann auch als Ölsperre verwendet werden).



7. Hochwasserschäden durch Pumparbeiten

Die Hochwasser in den Binnengebieten bedeuten regelmäßig für die Anwohner Überflutung von Keller, Wohn- und Geschäftsräumen.

Schutz gegen solche Überflutungen gibt es häufig nicht. Rechtzeitiges Ausräumen der gefährdeten Bereiche ist oftmals die einzige Möglichkeit, die den Bewohnern bleibt. Die Schäden (Feuchtigkeit im Mauerwerk und Schlammablagerungen), die durch das eindringende Wasser auftreten, sind relativ einfach zu beheben. In vielen Fällen haben die Anwohner die gefährdeten Räume mit Fliesen ausgelegt, so dass die Reinigung nach einem Hochwasser schnell vonstatten geht.

Viele Anwohner pumpen das Wasser mittels Pumpen aus ihren Kellerräumen. Dadurch können jedoch Schäden am Gebäude entstehen.

Gebäude, die in hochwassergefährdeten Gebieten heute gebaut werden bzw. in Gebieten, wo mit drückendem Wasser zu rechnen ist, sitzen auf einem Keller mit dichter Wanne, sog. „schwarze oder weiße Wanne“.

Die Kellerabdichtung mit bituminösen Stoffen oder Teeren bzw. Kunststoff-Dichtungsbahnen werden als „schwarze Wanne", Abdichtungen mit wasserundurchlässigem Beton als "weiße Wanne“ bezeichnet. Bei der Bauplanung muss für eine ausreichende Verankerung des Bauwerkes mit dem Untergrund gesorgt werden. Es besteht sonst bei erhöhtem Grundwasserspiegel die Gefahr, dass das Gebäude aufschwimmt.
Befinden sich Grundwasserspiegel außen und Wasserspiegel im Gebäude auf gleichem Niveau, herrscht statisches Gleichgewicht der Druckkräfte. Das Absenken des Wasserspiegels im Keller bei gleichbleibendem Grundwasserspiegel führt zu Druckdifferenzen und damit zum Auftrieb des Gebäudes. Das Eigengewicht des Gebäudes wirkt dem Auftrieb entgegen.

Im Einsatz ist es jedoch sehr schwierig bzw. in der kurzen zur Verfügung stehender Zeit nicht immer möglich, den Stand des Grundwassers und das Gewicht des Gebäudes zu bestimmen. Insoweit lässt sich auch nicht beurteilen, welche Auftriebkräfte durch das Auspumpen entstehen.

Mögliche Schäden:
- Risse entstehen durch das Anheben des Gebäudes
- Rohre und Leitungen können beschädigt werden, Undichtigkeiten treten auf,
- nach Wegfall des Auftriebes setzt sich das Gebäude nicht in die ursprüngliche Position.

- Risse entstehen in der Bodenplatte des Gebäudes. Dadurch kann Grundwasser in das Gebäude nachströmen,
- durch das Abpumpen der einströmenden Grundwasser kommt es zu einer Erosion (Ausspülung) von feinen Teilchen aus dem Erdreich. Die Standfestigkeit des Gebäudes wird an dieser Stelle beeinträchtigt. Die Fundamente des Gebäudes können absinken.

Der Einsatz von Pumpen bei Hochwasser sollte mit größter Vorsicht geschehen Die Einsatzkräfte sollen die Anwohner vor dem Pumpeinsatz auf die möglichen Gefahren hinweisen.

Maßnahmen zur Begrenzung von Schäden:

- die betroffene Bevölkerung soll nach Möglichkeit vom Hochwasser gefährdete Räume rechtzeitig frei räumen,
- Gebäudeöffnungen wie Kellerschächte, -luken, Türen etc. sind mit Sandsäcken gegen Eindringen von Oberflächenwasser abzudichten,
- Einsatz von Pumpen zum Abpumpen von eindringendem Oberflächenwasser.

Diese Maßnahmen werden teilweise in der Regel von der betroffenen Bevölkerung selbständig erledigt. In den meisten Fällen haben die Anwohner bereits Vorsorge getroffen durch Einsatz von selbst beschafften Pumpen oder eigene Abdichtung der Kellerluken mit Sandsäcken. Soweit die Bevölkerung in diesen Bereichen noch Unterstützung benötigt, sollen die Einsatzkräfte über den Einsatzleiter entsprechend eingesetzt werden. Der Einsatzleiter hat für die rechtzeitige Ablösung der Helfer zu sorgen.

Die Pegelstände sind regelmäßig abzuhören, um auf die Entwicklung des Hochwassers reagieren zu können.

In der Regel kann man aber davon ausgehen, dass die Bevölkerung in den Hochwassergebieten sich auf die regelmäßig wiederkehrende Bedrohung eingestellt hat und sehr gut auf die Fluten vorbereitet ist.

Abb.: Vom Hochwasser eingeschlossenes Wohnhaus (Oderhochwasser 1997).

8. Deichverteidigung

8.1 Allgemeines

8.1.1 Schäden am Deich und deren Ursache

Schäden entstehen in der Regel durch

- direkten Angriff der Strömung,
- starken Wellenschlag,
- Beschädigung der Böschung durch Treibgut,
- Beschädigung der Deckschicht durch Tierbauten,
- Abrisse und Rutschungen der Böschung infolge Durchweichung,
- Abrisse und Rutschungen der Böschung infolge Auskolkung,
- Schälung der Deckschicht durch Eis.

Merke: Am Deich können schon kleinste Schäden und geringfügige Ursachen verheerende Folgen haben.

Systematik der Schäden am Deich. Hierbei unterscheidet man 3 Gruppen:

- den Grundbruch,
- den Kronenbruch und
- den Böschungsbruch.

8.1.2 Technische Maßnahmen zur Hochwasserabwehr

In der Deichverteidigung gilt als oberstes Gebot, dass auch kleine Schäden und Mängel am Deich rechtzeitig erkannt und beseitigt werden müssen. Selbst geringfügige Ursachen können verheerende Folgen haben.

Deichverteidigungsarbeiten müssen unverzüglich und mit größter Schnelligkeit in Angriff genommen werden. Die Hoffnung auf Erhaltung des Deiches darf selbst in ausweglos erscheinender Lage niemals aufgegeben werden.

Die Deichverteidigung ist, wenn ohne Gefährdung von Menschenleben möglich, in den anschließenden Abschnitten auch dann fortzusetzen, wenn ein Deichbruch bereits eingetreten ist. Dadurch können weitere Deichbrüche vermieden und Schäden so gering wie möglich gehalten werden.

Katastrophenschutzkräfte arbeiten unter Aufsicht und nach fachlicher Weisung ortskundiger Fachleute von Deichverbänden oder staatlichen Behörden. Bei Arbeiten an gefährdeten Deichabschnitten stellen Einheitsführer an Oberstrom und Unterstrom mindestes je eine Sicherungskraft ab, die Veränderungen der Lage und der Gefährdung (neue Risse, Quellen) erkennen und melden. Bei Gefährdung der Helfer erfolgt ein Abbruch der Arbeit und ein Rückzug in Absprache mit der Deichfachkraft und dem Einsatzleiter. Die Gesamtverantwortung und damit die letztendliche Entscheidung für die Helfer verbleibt jedoch beim Einheitsführer/Einsatzleiter der Katastrophenschutzkräfte.

Die Sicherheitsbestimmungen und Verhaltensregeln für Arbeiten am Deich und am Wasser sind zu beachten.

8.2 Der Grundbruch

Ursache des Grundbruches ist das Aufquellen und Aufsteigen des Deichfußes und der Bodenfläche hinter dem Deich.

Längsrisse im Deich, eine Verformung und ein Aufsteigen des Deichfußes und/oder ein Aufquellen der Bodenfläche hinter dem Deich zeigen an, dass der Untergrund sehr schlecht ist. Dies ist bedenklich, da bei einem Herausbrechen der durchweichten Bodenmassen der auf ihnen ruhende Deich plötzlich zusammenstürzen kann. Man nennt einen solchen Vorgang Grundbruch.

Der hydraulische Grundbruch, eine häufige Ursache, erfolgt nach einer Durchfeuchtung des Deichkerns. Besteht keine sichere Verbindung zum Untergrund, sind die Untergründe geschichtet (Sand auf Lehm), kommt Wasser in den Deichkern. Wird dort das Wasser nicht frühzeitig und ausreichend drainiert, kann bei hohem Druck durch hohen Wasserstand an der Außenböschung der Deich plötzlich und auf großer Länge nachgeben. Er rutscht „wie auf Kugellagern“ auf dem Grund. Physikalisch ist ein Porenwasserüberdruck entstanden. Das Gewicht des Deichkörpers ist geringer als der Wasserdruck von unten. Insbesondere im Deichfuß fehlt das Gegengewicht gegen den Wasserdruck und das Gelände steigt auf; es bilden sich Längsrisse. Die lokale Standsicherheit fehlt, es erfolgt ein Grundbruch. Die Ursachen können grundsätzliche bauliche Fehler sein. Hinzu kommen Undichtigkeiten an der wassersperrenden Kleischicht der Außenböschung.

Abb.: Foto eines Deiches aus dem Oderhochwasser. Auf einer großen Länge ist ein Teil der binnenseitigen Böschung abgerutscht.

8.3 Der Kronenbruch

Ein Kronenbruch erfolgt nach dem Überströmen der Deiche.

Wird ein Deich überströmt, wird die Ausspülung der Binnendeichböschung sowohl von oben wie auch vom Deichfuss her sich schnell vergrößern. Ist schließlich die Deichkrone ausreichend geschwächt bzw. dünner, gibt sie auf großer Länge und plötzlich dem Wasserdruck nach.

Typische Ursache für Schäden an der Innenböschung durch Überströmung ist die Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit des Wassers am Ort des Gefällewechsels (Bsp. Neigung der Böschung wechselt zur Deichverteidigungs-straße). Es kommt dort zu Auswaschungen, dem sogenanntem Kolken. Aus diesem Grund ist eine Böschungsneigung von 1:3 erforderlich.

8.4 Der Böschungsbruch

8.4.1 Schäden an der außenseitigen Deichböschung

- Beschädigung der Böschung durch Auswaschung
- Abrutschen der außenseitigen Böschung

Schäden an der Außenböschung entstehen vor allem durch Verletzungen der Grasnarbe oder Asphaltbetondecke und anschließender Auswaschung der Kleiedeckschicht durch Wellenschlag, Eis, Treibgut und Strömung, beginnend an Tierbauten, an Übergangsstellen von Grasnarbe zur Asphaltbetonschicht, bei Deichkörpern etc..

Der Grund für ein Abrutschen der außenseitigen Deichböschung ist zumeist in einer Unterwaschung des Deichfußes oder der Durchfeuchtung einer Böschung zu suchen.

8.4.2 Schäden an der binnenseitigen Deichböschung

- Auftreten von Quellen an der binnenseitigen Deichböschung
- Abrutschen der binnenseitigen Deichböschung

Typisch für Böschungsbrüche an der Deichinnenseite ist; Wasser dringt durch eine verletzte Sperrschicht auf der Außenseite in den Deichkern aus Sand. Es bildet sich eine Sickerlinie im Deichkern. Bei ansteigendem Wasserdruck entsteht auf der Deichinnenseite eine kleine Quelle, dort, wo vielleicht ein Tier die Kleieschicht verletzt und durchbrochen hat. Schnell werden enorme Mengen Sand mit heraus-gespült. Die Quelle wird rasch größer. Schließlich wird von der Deichinnenseite her die Stabilität des Deiches zerstört. Der Deich bricht.

Abb.: Typischer Schaden an der binnenseitigen Böschung eines Deiches. Hier wird der Schaden mit einer Quellkade bekämpft.

Aus der Deichböschung austretendes (klares) Wasser bildet keine unmittelbare Gefahr für den Deich. Sobald das heraustretende Wasser sich trübt, ist erwiesen, dass Bodenteilchen aus dem Deich herausgespült werden. Der Wasserdurchfluss wird sich zunehmend vergrößern.

Dabei führt ein verstärkter Wasserdruck innerhalb der Sickerlinie zu einer punktuell erhöhten Strömungsgeschwindigkeit. Material aus dem Deichkern wird mitgerissen. Eine innere Erosion beginnt. Der Flussrichtung entgegen weitet sich die Röhre bis zur Außenböschung. Es muss unmittelbar gehandelt werden. Die binnenseitige Deichböschung ist bedroht. Nach einiger Zeit ist auch die Gefahr eines hydraulischen Grundbruches gegeben.

Jedes Bohren oder Stochern in der Quelle ist zu unterlassen. Keinesfalls ist zu versuchen, die Quelle zu stopfen. Dies würde den Wasserdruck im Deichkern erhöhen. Vielmehr wird Abhilfe durch die Erhöhung des hydraulischen Gegendruckes (Quellkade)erreicht. Er verhindert weitere Bodenaustragung. Zusätzlich kann versucht werden, die Wassereintrittstelle in der Außenböschung abzudichten (Planroller).

Die Gefahr eines Abrutschens der (binnenseitigen) Deichböschung besteht auch bei anhaltenden Regenfällen oder wenn das Wasser längere Zeit am Deich steht.

Die binnenseitige Deichböschung ist auch durch ein Überströmen der Deichkrone gefährdet.

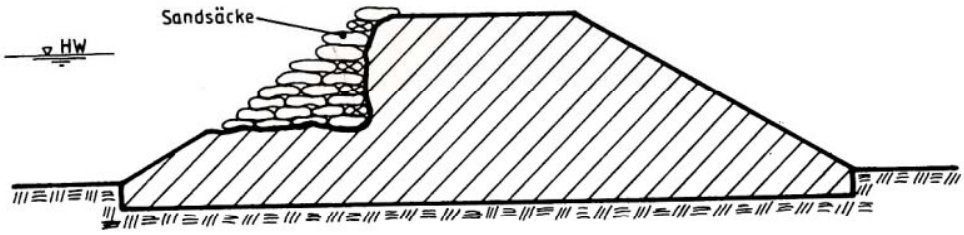
Besondere Gefahrenpunkte sind:

- Übergänge zwischen unterschiedlichen Deicharten, beispielsweise ein Grasdeich geht über in eine Flutsperrmauer,
- Bauwerke (Schöpfwerke, Siele...) und Deichquerungen (Rohre, Leitungen...) im Deich,
- Fluttore im Deich, die nicht rechtzeitig geschlossen wurden, die sich nicht mehr oder nicht vollständig schließen ließen oder vergessen wurden zu schließen.

8.5 Ausbesserung von Böschungsschäden mittels Sandsäcken

8.5.1 Schäden an der Böschung

Verletzungen der Grasnarbe und der Kleischicht sind so früh und schnell als möglich bereits im Entstehen einer Ausschälung, Auskolkung mit Sandsäcken auszubessern.



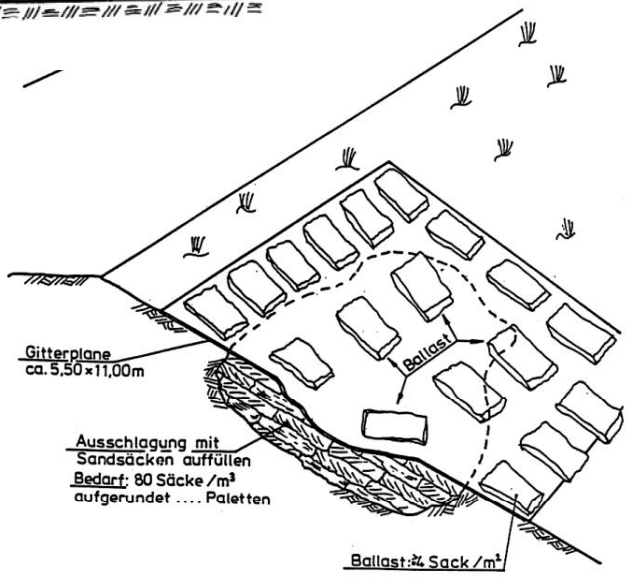


Abb. Oben: Schaden an der wasserseitigen Böschung.
Abb. Rechts: Sicherung einer Böschung mit einer Plane und Sandsäcken.

Überströmung durch Wellenschlag und Durchfeuchtung des Deiches führen zu Schäden an der Luftseite des Deiches. Auch hier ist schnelles Handeln wichtig.

Abb.: Aufbau eines Sandsackschlosses auf der Binnenseite eines Deiches (Oderhochwasser 1997).

8.5.2 Der Sandsackdamm

Beim Bau eines Dammes aus Sandsäcken muss in erster Linie auf einen dichten Verbund untereinander geachtet werden, um einen druckfesten und möglichst wasserdichten Verschluss zu erreichen.

Abb.: Aufbau eines Sandsackdammes durch THW-Helfer während der Ausstellung “Expo am Meer“ in Wilhelmshaven.

Beachte:

- Die einzelnen Lagen Sandsäcke sind überlappend und im Verbund zu legen!
- Die unterste Lage, die Breite, berechnet sich aus der zweifachen Höhe zuzüglich einer weiteren Reihe Sandsäcke!
- Die Blume des Sandsackes liegt nach innen, dem Wasser abgewendet!
- Der Einbindebereich einer Mauer beträgt mindestens die halbe Dammbreite!

Die „**Erhöhung von Deichunterhöhen“**, nachdem sich einzelne Deichabschnitte unter die Bemessungshöhe gesetzt haben und auch die grundsätzliche „**Aufkadung“** von ganzen Deichstrecken, ist ausserordentlich personal- und materialintensiv. In Hamburg ist hierfür laut Deichverteidigungsplan nur noch der Einsatz der Bundeswehr erfolgversprechend. Die tatsächlichen Begebenheiten des Odereinsatzes bestätigen diese Planung.

Als Anhalt gelten die empirisch ermittelten Werte der folgenden Tabelle:

Der Sandsackdamm, Personal- und Materialbedarf:

erforderliche. Dammhöhe in m	***0,50 m***	***1,00 m***	***1,50 m***	***2,00 m***	***2,50 m***
Basisanzahl	3	5	7	9	11
Anzahl Säcke je lfd. m	70	140	280	560	700
(Anzahl Paletten)	(1)	(2)	(4)	(8)	(10)
Zeitbedarf je lfd. Meter bei 10 Helfern	0,10 Std.	0,20 Std.	0,50 Std.	0,75 Std.	1,00 Std.

8.5.3 Aufkadung

Um ein Überströmen des Deiches zu verhüten erhöht man zu niedrig angelegte Deichstrecken durch Aufkadung. Die Erhöhung eines Deiches kann wie folgt durchgeführt werden:

- doppelte Aufkadung.
- Erhöhung mit Sandsäcken
- Erhöhung mit Rasensoden und
- Einfache Aufkadung.

Die Erhöhung mit Sandsäcken bzw. Rasensoden wird angewendet, wenn das Erreichen des Hochwasserscheitels bevorsteht. Ist der voraussichtlich höchste Wasserstand noch nicht erreicht, so wird die Deichkrone mittels einer einfachen oder doppelten Aufkadung erhöht.

Abb.: Erhöhung eines Deiches mit Sandsäcken durch THW-Helfer während der Expo am Meer in Wilhelmshaven.

8.5.4 Die Deichfußsicherung

Bei Hochwasser sickert Wasser durch den Deichkörper zur Binnenseite. Dort wird es von der Drainage gefasst und im Graben abgeführt. Bei Unregelmäßigkeiten, z.B. im Deichaufbau, kann es zu starkem Sickerwasseranfall kommen. Verstärkt durch Regenfälle kann dann die Deichbinnenböschung aufweichen und instabil werden. Die Folge: ein Böschungsbruch, siehe dort.

Zur Abhilfe wird der gesamte Bereich zunächst mit einer außen undurchlässigen und binnen-/landseitig mit einer wasserdurchlässigen Gitterplane abgedeckt. Anschließend wird die Fläche mit Sandsäcken belastet, wobei das Material beginnend von unten die Böschung hinauf gelegt wird. Die untere Hälfte der Schadenstelle muss stärker belastet werden als die obere. **Im oberen Bereich der Durchsickerung darf die Böschung weder durch Sandsäcke beschwert noch durch andere Kräfte belastet werden.**
Beim Packen der ersten Sandsacklage ist darauf zu achten, dass jeweils zwischen zwei senkrechten Sackreihen **eine Fuge** (max. 2 bis 3cm breit) zum Abfließen des Sickerwassers von oben bis unten durchgehend verbleibt. Die zweite Lage über dieser Fuge ist quer zu verlegen. Die Anzahl der Sandsacklagen übereinander richtet sich nach der Stärke der Durchsickerung und der Instabilität des Bodens.

Das unnötige Begehen der durchweichten Fläche ist unbedingt zu vermeiden! Die vorhandene Grasnarbe darf nicht verletzt werden!

Materialbedarf:
16 Sandsäcke/m² bei 2 Sandsacklagen
980 Sandsäcke (14 Paletten) je Gitterplane á 60,5m² bei 2 Sandsacklagen

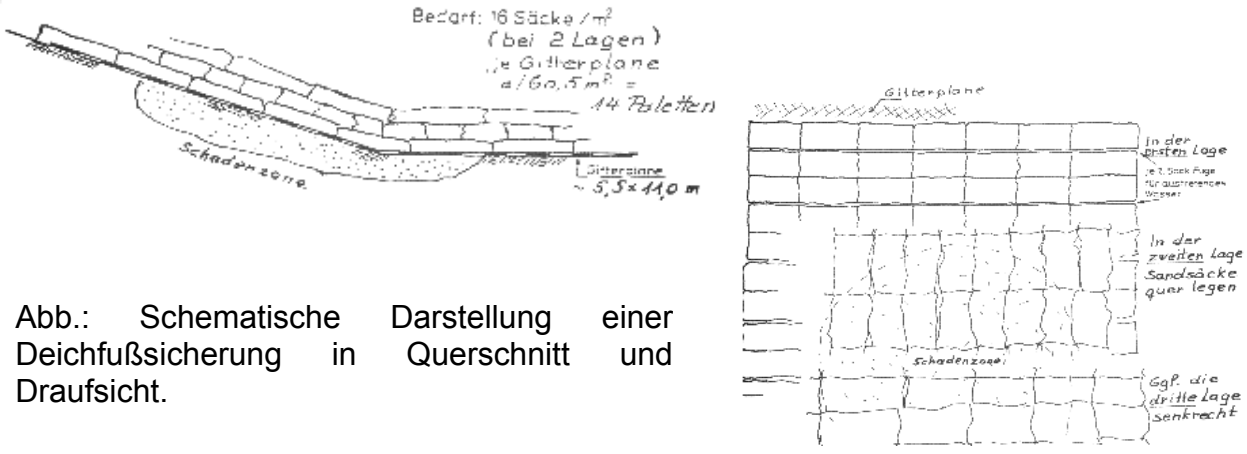


Abb.: Schematische Darstellung einer Deichfußsicherung in Querschnitt und Draufsicht.

Abb.: Deichfußsicherung durch THW-Helfer 1997 beim Oderhochwasser.

Materialbedarf:
Je Quadratmeter bei 2 Sandsacklagen: 16 Sandsäcke

Je Gitterplane (60,5m²) bei 2 Sandsacklagen 980 Sandsäcke entspr. 14 Paletten

8.5.5 Die Quellkade

Der Ursprung einer Quelle ist meist in einer direkten Verbindung mit der überfluteten Außenböschung zu suchen. Somit besteht die wirksamste Gegenmaßnahme darin, dass die Schadenstelle auf der Außenböschung mit einer auszurollenden Plane abgedeckt wird.
Ist das Auslegen einer Plane erfolglos geblieben oder aus sonstigen Gründen nicht ausführbar, muss kurzfristig eine Quellkade aufgebaut werden. Damit wird der Zweck verfolgt, durch das sich im Innern der Kade aufstauende Wasser einen Gegendruck zu erzeugen und das ausströmende Wasser damit zum Stillstand (Gleichgewicht) zu bringen.

Abb.: Austritt einer Quelle auf der Binnenseite eines Deiches. Das verschmutze Wasser lässt darauf schließen, dass aus dem Deichkern Sand- und Kiesmaterial ausgetragen wird. Hier wird der Schaden mit einer Quellkade bekämpft.

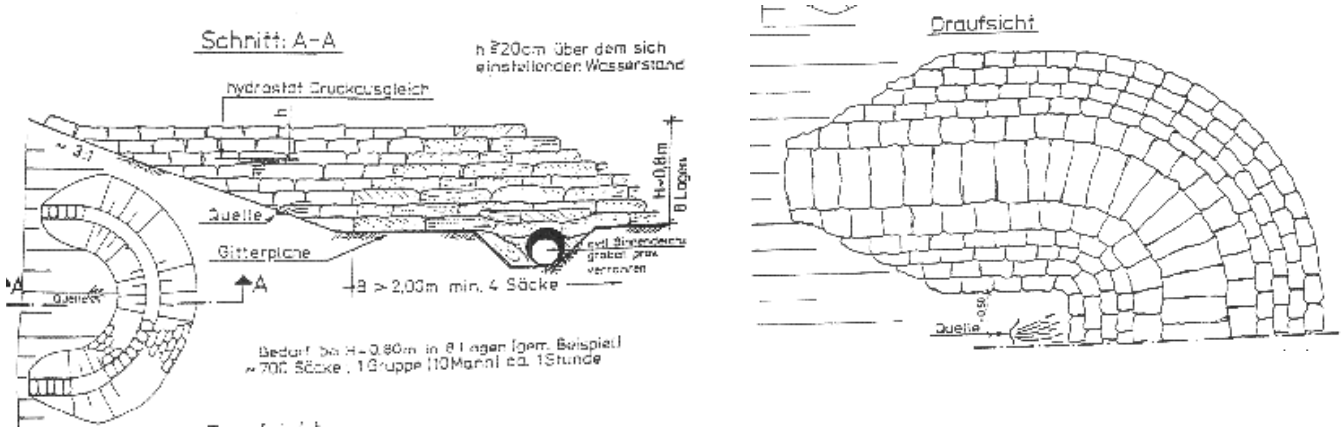


Abb.: Schematische Darstellung einer Quellkade in Längsschnitt und Draufsicht.

Für die Basis der Quellkade sind vier Sandsäcke quer zu nehmen. Zunächst ist von einer Regelhöhe mit acht Lagen auszugehen. Beim Aufbau ist auf einen möglichst wasserdichten Verband zu achten. Ergibt sich die Notwendigkeit, die Kade zu erhöhen, so hat dieses von der Basis her zu erfolgen, damit die Standsicherheit gewährleistet ist.

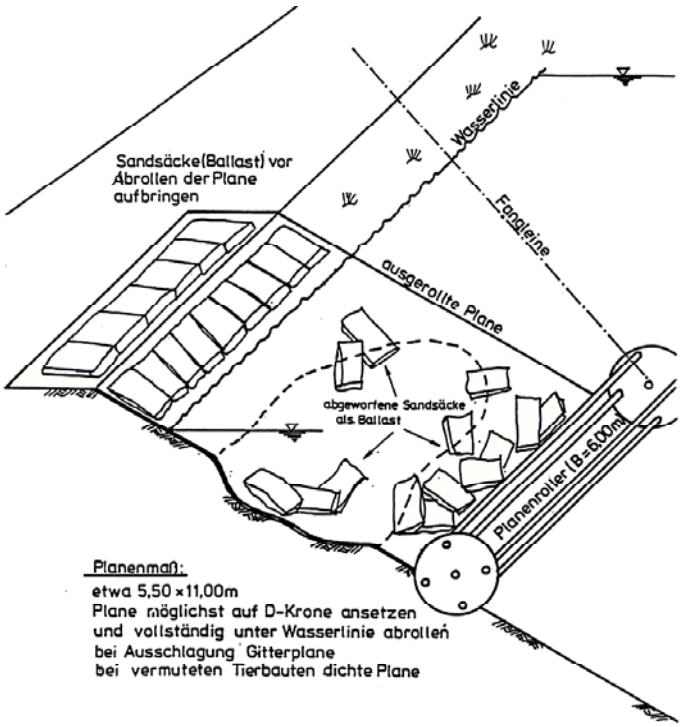
Ein möglicherweise im Kadenbereich liegender Binnendeichgraben darf nicht verbaut, sondern muss verrohrt werden. Das Wasser innerhalb der Quellkade darf nicht in den Graben abfließen.

Material- und Personalbedarf:
bei einer Höhe H= 0,80m in 8 Lagen **ca. 700 Sandsäcke**
Zeitbedarf für 1 Gruppe (=10 Helfer) **ca. 1 Stunde**

8.5.6 Der Planenroller

Binnenseitige Quellbildung: Wird vermutet, dass dafür ein Schaden in der Außenböschung die Ursache ist, kann versucht werden, die Eindringstelle (Kaninchenbau, Riss in der Kleidecke) mit Hilfe einer **Außendeichs ausgerollten dichten Plane** abzudecken.
Der Planroller muss möglichst weit unter die Wasserlinie ausgerollt werden. Bei starkem Wellengang und/oder unebener Böschung wird ein **Nachschieben mit Führungsstangen** erforderlich sein.
Da die genaue Lage der Eindringstelle kaum bekannt sein wird, muss diese unter Umständen durch mehrere **Ausrollversuche** gesucht werden. Aus dem Grunde darf die Plane erst mit Sandsäcken als Ballast beworfen werden, wenn sich an der binnenseitigen Quelle ein Erfolg zeigt.

Abb.: Deichverteidigung mit einem Planenroller. Die Plane wird auf der Wasserseite des Deiches eingebracht und mit Sandsäcken beschwert.



8.5.7 Das Sandsackschloss

Ist ein Deich auf größere Länge gefährdet, also nicht nur punktuell, sickert Wasser bereits an mehreren Stellen aus der Innenböschung, ist also der Kern durchfeuchtet und damit die Standsicherheit bedroht, ist vielleicht zusätzlich die Deichhöhe unzureichend, so verbindet man die bisher genannten Techniken von Kapitel 8.5.2 Sandsackdamm, 8.5.4 Deichfußsicherung und 8.5.5 Quellkade zu einer großräumigen Abwehrmaßnahme: in einer flächigen Schicht von Sandsäcken auf der Deichinnenböschung (also der Auflastung verbunden mit einer Deichfußsicherung) sind rechteckige „Badewannen“ (also Quellkaden) aus Sandsäcken eingebaut. Diese sogenannten **Sandsackschlösser** füllen sich durch das Sickerwasser und führen zu einer schrittweisen Verringerung der Sickerwassermenge durch ein „**hydraulisches Gefälle“**. Material aus dem Deichkern bleibt im Deich, die innere Erosion wird unterbunden und **das Gesamtgewicht aus Sandsäcken und eingefasstem Wasser bilden einen stützenden Gegendruck.**

Abb.: Sandsackschloss während des Hochwassers 1997 an der Oder.

8.6 Abwehrmaßnahmen bei Deichbruch

Bei einem eingetretenen Deichbruch werden die Abwehrmaßnahmen systematisch eingeleitet.

Bei einer Durchflusstiefe von maximal 2 m wird versucht, mit Sandsäcken, Pfählen und Faschinen ein Schließen der Bruchstelle zu erreichen. Durch die starke Fließgeschwindigkeit an der Bruchstelle ist der Helfereinsatz mit größter Vorsicht zu planen.
Es besteht die Gefahr, dass infolge der Erosion weitere Stücke des Deichkerns abrutschen und fortgespült werden. Das Oderhochwasser 1997 hat gezeigt, dass auch mit Hubschraubereinsatz die Lücke im Deich durch abgeworfene Sandsäcke nicht geschlossen werden kann.

Zuerst ist dafür zu sorgen, dass die Fließgeschwindigkeit im Bereich der Bruchstelle reduziert wird. Dies kann am besten mit den Einbringen eines Schwimmbaumes geschehen.

Die Bruchkanten sind mit Pfählen und Sandsäcken zu sichern. Hinter der Pfahlreihe wird der Hohlraum mit Erdmaterial aufgefüllt. Die Arbeiten sind auf beiden Seiten von der Wasserseite zur Landseite durchzuführen.

Beim Schließen des Deichbruchs ist ebenfalls von der Wasserseite von beiden Seiten zur Mitte zu beginnen. Dabei sind mehrere Pfahlreihen zu schlagen, Faschinen anzubringen und Sandsäcke einzubauen.

Stroh, Dung oder Plane erhöhen die Dichtigkeit des Verbaus.

Reihenfolge der Arbeiten:

- Pfahlreihe schlagen
- Faschinen einlegen und mit Rödeldraht an den Pfählen befestigen
- 3 - 4 Reihen Sandsäcke einbauen
- an der landseitigen Böschung ist ein Sandsackdamm aufzubauen
- der Zwischenraum zwischen der Pfahlreihe und dem Sandsackdamm ist zu verfüllen.

9. Abwehrmaßnahmen bei Gefährdung durch Eis

9.1 Gefährdungen durch Eis

Eisbildungen in den Gewässern beeinträchtigen die Durchflussverhältnisse, stellen aber bei normaler Wasserführung keine unmittelbare Gefahr dar. Bei einsetzendem Tauwetter kann es durch die verminderte Durchflussmöglichkeit zu gefährlichen Hochwassern kommen. Kann das Flusswasser nicht wie gewohnt abfließen, entsteht ein Rückstau, der innerhalb von kürzester Zeit die Flüsse über ihre Ufer treten lässt. Eisbewegungen, Eisstau und Wasserstau können größere Schäden verursachen. Besonders gefährdet sind neben den Brücken die wasserwirtschaftlichen und industriellen Bauten. Eisversetzungen können die Standsicherheit der Bauten gefährden. An Deichen führt ein Eisgang zu Beschädigungen der Grasnarbe (Deckwerk). Durch nachlaufendes Wasser kann die beschädigte Böschung ausgespült werden. Durch Eisverlandungen auf dem Deichboden entsteht ein natürliches Sperrwerk, wodurch das Wasser gestaut wird und ansteigt.

9.2 Maßnahmen

Gefährdungen durch Treibeis, Eisgang und geschlossener Eisdecke können mit Hilfe von Eisstampfern, Eisäxten, Eishaken bzw. Eissägen oder Motorsägen beseitigt werden. Gegenmaßnahmen sind nur erschwert möglich, weil man Gefährdungen durch Eis weder berechnen noch vorhersagen kann. An fließenden Gewässern mit Stauanlagen gelingt es häufig, durch Anheben und Absenken der Sektoren das Eis zu lösen und wieder in Bewegung zu bringen.

Zur Schadensvorbeugung ist an den Bauwerken ein ausreichend breiter Streifen ständig eisfrei zu halten. An den Staustufen der Mosel wird das Eis durch Sprudelanlagen vor den Bauwerken weggehalten. Auf dem Boden verlaufen Leitungen mit kleinen Löchern, durch die Luft geblasen wird. Die Luftbläschen steigen an die Wasseroberfläche und verhindern dadurch ein Vereisen der Anlage bzw. ein Antreiben der Eisschollen.

Gefährdete Deichabschnitte sind rechtzeitig mit Faschinen oder Baumstämmen zu sichern. Gefährdet sind vor allem die Abschnitte mit auflaufendem bzw. anfallendem Wasser.

Auf Wasserstraßen wird das Eis durch den Einsatz von Eisbrechern gebrochen. Der Eisbruch erfolgt grundsätzlich von der Mündung aus, damit das gebrochene Eis abfließen kann.

Eissprengungen sollten nur dann angewandt werden, wenn eine unmittelbare Gefahr für Ortschaften, Brücken oder andere Anlagen besteht und diese Gefahr nicht durch die vorgenannten Methoden beseitigt werden kann. Auch bei Eissprengungen ist zu beachten, dass das Abschwimmen des Eises gewährleistet ist.

Falls das Eis betreten werden muss, ist folgendes zu beachten:

- An besonders gefährdeten Stellen (dünnes Eis) sind Bretter oder Bohlen auszulegen.
- Die Helfer haben Schwimmwesten zu tragen und sind mit einem Sicherheitsseil durch einen zweiten Helfer vom Land aus zu sichern.
- Bei Arbeiten am und im Wasser ist immer ein Rettungsdienst vorzuhalten der mit einem Rettungsboot verunfallte Personen aufnehmen kann. Der Einsatz eines Rettungsbootes ist mit äußerster Sorgfalt zu planen. Bei Eisgang ist die Sicherheit der Helfer in einem THW-Mehrzweckoote nicht gewährleistet.
- Zur Sicherung der Maßnahmen sind Beobachter einzusetzen.

10. Gefährdung von Ufern, Böschungen und Dämmen durch Bewuchs

Gehölze (Bäume und Sträucher) stellen für Dämme und im Deichnähe eine Gefährdung der Sicherheit dar, weil

- Gehölze die Ansiedlung von Wühltieren begünstigen, deren Gänge ebenso wie die Wurzeln abgestorbener Bäume bevorzugte Sickerwege sind. Sie wirken wie Drainagerohre und leiten Wasser in den Deichkörper,
- Windwurf von Bäumen zu einer erheblichen Schwächung des Dammquerschnitts führen kann. Die umstürzenden Bäume reißen tiefe Krater in den Deichkörper und schaffen somit eine Angriffsfläche für die Erosion durch das Wasser,
- die Wurzelplatte sich durch angreifenden Wind lösen kann und in diesen Hohlraum Wasser eindringt. Durch das Bewegen des Baumes entsteht eine Pumpwirkung, durch die das Wasser in den Deich gedrückt wird,
- die Dammbeobachtung eine lückenlose Einsehbarkeit der luftseitigen Böschung voraussetzt, die durch Bäume und Sträucher beeinträchtigt werden kann.

Im Vorland von Deichen ist der Bewuchs gewollt.

Bei einem von Wasser umströmten Baum kommt es im Unterstrombereich zu Verwirbelungen, die Auskolkungen bewirken. Dadurch wird nicht nur die Standsicherheit des Deiches beeinträchtigt, sondern auch die Standsicherheit der Bäume.

Ein Bewuchs von Auflast- oder Fußdräns und über bzw. in der Nähe von Dränleitungen durch Gehölze ist nicht zulässig und ggf. zu beseitigen. In diesem Bereich ist nur dichter Grasbewuchs zulässig.

Im unteren Drittel der Böschungen sollte der Rasen so kurz wie möglich sein, um austretendes Sickerwasser sofort erkennen zu können.

Auf der folgenden Seite ist ein Damm abgebildet mit Angaben, in welcher Entfernung und an welcher Stelle Bäume auf Dämmen wachsen können.

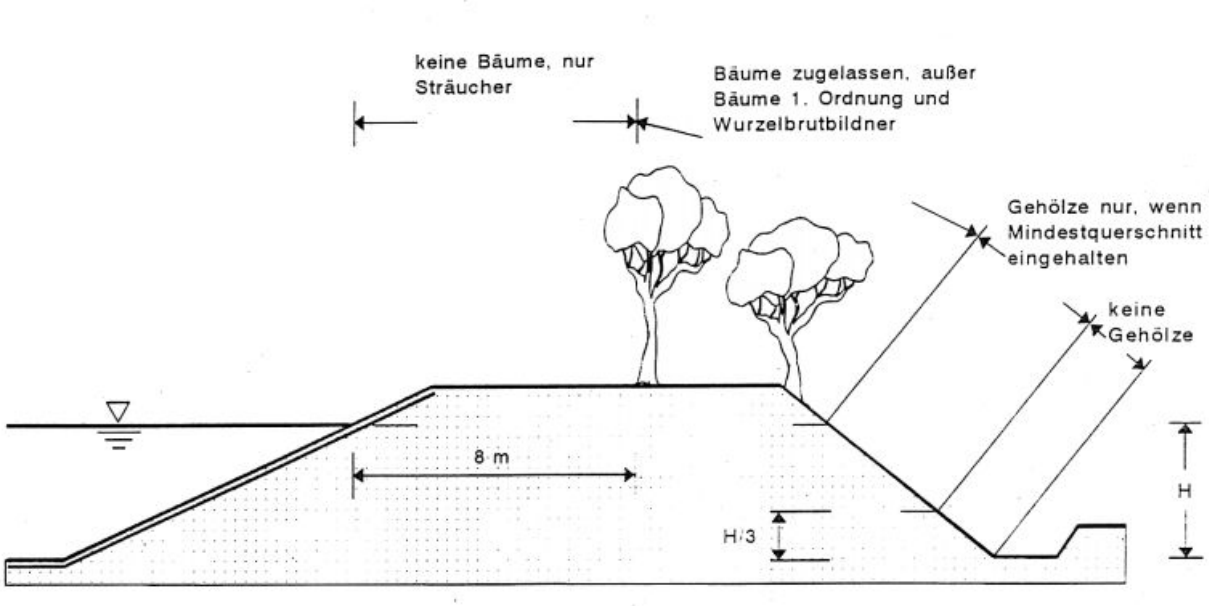


Abb.: Bewuchs auf Dämmen im Binnenbereich.

11. Schäden an Deichen und Böschungen durch Tiere

Die Grabtätigkeit von Tieren im Ufer- und Böschungsbereich und an Deichen sorgt für Gefährdung dieser Anlagen. Tiere wie z.B. die Bisamratte errichten im Deich größere Erdbauten, die bei extremen Wasserständen oder außergewöhnlicher Belastung die Standfestigkeit des Deiches beeinträchtigen.

Die von Bisamratten errichteten Kessel führen zu Einbrüchen und bei Hochwasser zu gefährlichen Abschwemmungen.

Ondatra zibethicus	**BISAM (RATTE) [zu Wühlmäuse]**
Größe / Gewicht	25 - 35 cm, 600 g - 1.800 g
Alter	bis 3 Jahre
Geschlechtsreife	mit 5 Monaten
Tiere/Wurf	2 - 14; meist um 6
Würfe pro Jahr	bis 5; meist 2 - 3
Tierdichte	lebt paarweise außer bei Aufzucht, bei guten Nahrungsbedingungen auch in Großfamilie
Verhalten	dämmerungsaktiv
Nahrung	meist Pflanzenfresser, teilweise Muschelfresser
Feinde	Mensch

Bau	Erdbauten (und Burgen bei fehlender Gelegenheit) bis 1 - 4 m über Wasser; Haupt- und Nebenkammern
Gänge	bei Burgen: einfach, an Ufern: in einem Kessel endend; 8 - 10 cm Durchmesser, >15 m Länge
Eingänge	ca. 18 cm Durchmesser, unter Wasser bei Uferbauten
Spuren	Kot auf erhöhten Stellen am Ufer, schält Holz, schräger, frasiger Biss

Bodenbeschaffenheit	
Bodenfeuchte	feucht - nass

Bekämpfung	staatl. ein lizenzierter Fänger

12. Schäden durch Auskolkung

Eine Auskolkung ist eine durch das Fließen des Wassers verursachte Vertiefung des Geländes.

Zur Verhinderung von Schäden durch Auskolkung ist folgendes zu veranlassen:

Schwimmbäume oder Ketschen
Die Schwimmbäume sind im Kolkbereich anzubringen und mit Ketten oder Seilen an Pfählen oder Erdnägel im Bereich der Deichkrone bzw. Uferböschung zu befestigen. Nadelbäume sind besonders geeignet, weil durch die dichten Nadeln der Austrag aus dem Deichkern minimiert wird. Wenn durch die Schwimmbäume die Auskolkung nicht eingeschränkt werden kann, sind zusätzlich Sandsäcke zu verwenden.

Die Ketschen können ohne Probleme von den THW-Einsatzkräften mit den in jeden THW-Ortsverband vorhandenen Mitteln und Gerätschaften eingebaut werden.

Die Größe der Ketschen hängt von der Einbaumöglichkeit ab. Es können mehrere kleine oder auch große Ketschen eingebaut werden.

Der Einbau der Ketschen ist kostengünstig, und es wird in der Regel kein Kranfahrzeug benötigt!

Auch die Entsorgung ist einfach und kostengünstig.

Wichtig: Die Stromgeschwindigkeit im beschädigten Uferbereich am Plus - Minus - Punkt beträgt beim richtigen Einbau 0-Meter/sec. !

Somit ist der Uferbereich, ganz gleich was für ein Pegelstand erreicht ist, optimal geschützt, da die Bäume sich dem Pegelstand angleichen.

Der Einbau der Ketschen erfolgt von Unterstrom in Richtung Oberstrom. Im Anhang ist der Einbau einer Ketsche auf Folie dargestellt.

13. Sandsäcke

Unverzichtbarer, zentraler Bestandteil der Gefahrenabwehr ist nach wie vor der Sandsack. Je nach Lage werden bereits gefüllte Sandsäcke, auf Paletten gestapelt, zur schnellen Schadensbekämpfung vorrätig gehalten.

Zum Einsatz kommen Sandsäcke aus Jute oder Kunststoff. Sandsäcke aus Kunststoff sind weniger rutschfest und beinhalten ein erhöhtes Verletzungsrisiko. Kunststoffsandsäcke eignen sich vorwiegend zum Verbau auf der landseitigen Böschung der Deiche. Sandsäcke aus Kunststoff sind beständiger gegen Nässe, Fäulnisbildung und Witterungseinflüsse. Doppelsandsäcke sind wegen ihres großen Gewichtes ungeeignet.

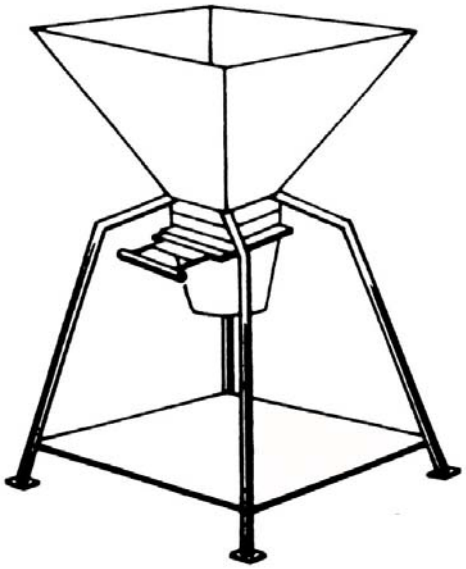
Jutesäcke haben sich in den Einsätzen an Oder, Rhein und Mosel bewährt. Sie sind einfach zu verbauen und wegen ihrer rauen Oberfläche sehr rutschfest.

Nach kurzer Einweisung können selbst ungeschulte Personen zum Befüllen von Sandsäcken im Einsatzfall herangezogen werden.

Ein gefüllter Sandsack wiegt ca. 15 - 20 kg. Der Sandsack passt sich den Geländeformen leicht an und dichtet somit mögliche Wasserdurchlässe ab.

Das Befüllen der Sandsäcke erfolgt in der Regel per Hand oder mittels Sandsackfüllgeräten, die im Rahmen der Ausbildung selbst angefertigt werden können.

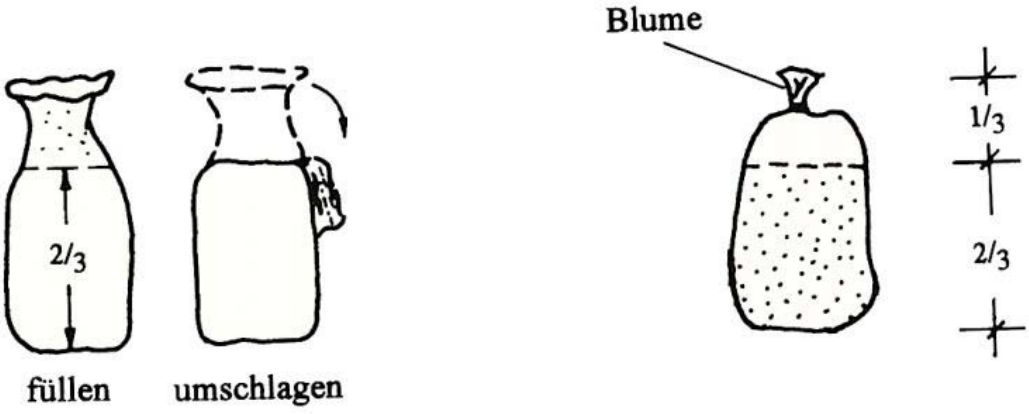
Abb.: Sandsackfüllgeräte, Pylone



Im Einsatzfall kann bei einem Pylonen ca. 10 cm von der Spitze abgeschnitten werden und dieser Pylone provisorisch als Trichter fungieren.

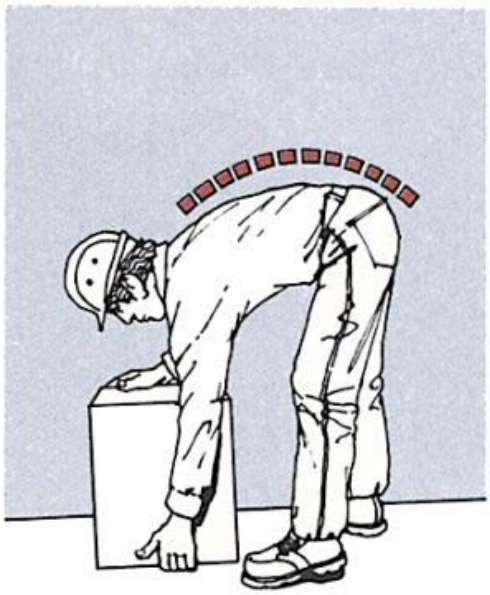
Die Sandsäcke werden nur schlaff zu 2/3 gefüllt. Grundbedingung für einen haltbaren und standhaften Verbau zur Sicherung von Gefahrenstellen ist der Einsatz von Sandsäcken gleicher Größe und Materialart. Beim Verlegen ist darauf zu achten, dass die Einfüllöffnung des Sandsackes umgeschlagen und durch die Sandfüllung auf die Unterlage gedrückt wird. Die Einfüllöffnung des Sandsackes sollte möglichst nicht in die Richtung des angreifenden Wassers liegen. An der Wasserseite des Deiches sollte die Einfüllöffnung des Sandsackes zum Deich zeigen. Nach Möglichkeit sind die Sandsäcke zuzubinden. Die Sandsäcke sind im Verband zu packen, um in jedem Fall eine weitgehende Wasserundurchlässigkeit zu erreichen. Zur Erhöhung der Festigkeit eines Sandsackverbaus sind die Sandsäcke nach dem Einbau festzutreten.

Abb.: Sandsack 2/3 gefüllt mit „Blume“

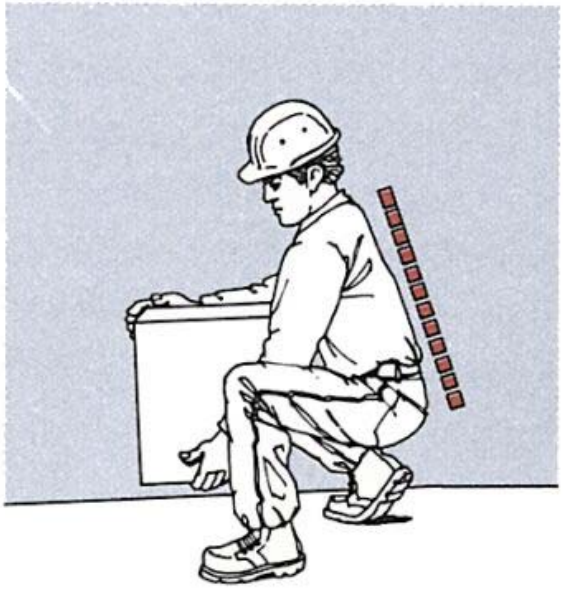


Sandsäcke werden gereicht und nicht geworfen. Das Bilden einer Kette hat sich bewährt.
Sandsackfüllmaschinen erfüllen ihre Aufgaben häufig unzureichend; an sie sind nicht zu hohe Erwartungen zu knüpfen.

Eine Anmerkung zur Ergonomie: ein Sandsack wiegt etwa 20 Kilogramm, trocken. Schon in der Grundausbildung wird **das Bewegen schwerer Lasten** geübt! Vor allem erfolgt das Aufheben (siehe Abb.) vom Boden her durch die Beinmuskulatur, nicht durch die Muskeln der Wirbelsäule: **Hohlkreuz und gerader, aufrechter Oberkörper!** Bildet man **eine Sandsackkette**, stehen zwei benachbarte Helfer immer 180° gedreht (Gesicht zu Gesicht) zueinander.



Falsche Haltung



Richtige Haltung (gerader Rücken)

Abb.: Heben und Tragen

Sandsäcke werden eingesetzt:

- bei Aufkadung von Deichen
- beim Verbau von Schäden an Deichen
- beim Bau von Sandsackwällen
- zum Bau von Quellkaden
- zur Umwallung gefährdeter Objekte
- zum Beschweren von Verbaumaterial
- bei Deichbrüchen
- bei vollständigem Dünenabbau

Die Hochwasserkatastrophen der letzten Jahre haben gezeigt, dass ein Vorrat an Sandsäcken in den Ortsverbänden unbedingt erforderlich ist. Die Freie und Hansestadt Hamburg bevorratet zur Deichverteidigung mehrere tausend gefüllte Kunststoffsandsäcke; Kunststoff, damit sie nicht verrotten

Richtwerte:

Gewicht:	15 - 20 kg
Inhalt:	13 ltr./Sack bei 2/3 Füllung = 0,013 m;
Bedarf:	8 - 10 Säcke/m²
	80 - 100 Säcke m;
	3 - 4 Säcke/lfd.m = 0,052 m³; Sandbedarf
Palette:	70 Säcke/Pal. entsprechen ca. 1,5 to

Für die Belastung eines durchfeuchteten Binnendeiches werden auf 1,0 m² 10 Stück ausgelegte und angetretene Sandsäcke benötigt. Für 3 Lagen Sandsäcke ergibt sich somit ein Bedarf von 30 Sandsäcken/m².

Für 1,0 m² = 10 Lagen Sandsackverbau werden 80 - 100 Sandsäcke benötigt und ca. 1,0 m³ Sand.

Eine Gruppe von 5 - 6 Einsatzkräften kann innerhalb von einer Stunde 180 - 200 Stück Sandsäcke befüllen und mit Draht verschließen.

Ohne Verschließen der Sandsäcke kann von nachfolgenden Zeiten ausgegangen werden:

	Ohne Trichter	mit Trichter
2 Einsatzkräfte	60 bis	100 Säcke/Stunde
6 Einsatzkräfte	320 bis	400 Säcke/Stunde
10 Einsatzkräfte	500 bis	600 Säcke/Stunde
50 Einsatzkräfte	2500 bis	3000 Säcke/Stunde

Die Angaben sind als Durchschnittswerte anzusehen und können durch örtliche Begebenheiten oder Witterungsverhältnisse beeinflusst werden.

13.1 Befüllen der Sandsäcke

Für das Befüllen der Sandsäcke ist in der Regel Sand in den Korngrößen 0 - 8 mm zu verwenden, es kann aber auch ein Sand-Kies-Gemisch 0 - 16 mm verwendet werden.

Zum Befüllen der Sandsäcke eignen sich einfache Fülltrichter (Pylonen) oder Sandsackfüllgeräte. Wenn dies nicht vorhanden ist, müssen die Sandsäcke ohne Trichter nur mit einer Schaufel gefüllt werden. Die einfache Variante mit Schaufel und Trichter ist im Einsatzfall immer noch die sicherste und effektivste Lösung, um die Sandsäcke zu befüllen. Technisch anspruchsvolle Sandsackfüllgeräte sind störanfälliger und in der Regel von elektrischer Energie abhängig die nicht immer zur Verfügung steht.

Der Einsatz von Förderbändern kann zur Überbrückung von instabilen Bodenverhältnissen erforderlich sein, ersetzt aber nicht die Helferkette. Beim Rückbau der Sandsackwälle ist ein Einsatz von Förderbändern sinnvoll. Durch den Einsatz der Förderbänder zum Rückbau der Sandsackwälle kann Personal eingespart werden, welches nach Einsatzende erfahrungsgemäß nicht in der Anzahl wie während des Einsatzes zur Verfügung steht.

14. Ufersicherung mittels Faschinen

14.1 Reisigarten und Reisiggewinnung

Reisig wird aus Ästen und aus Sträuchern gewonnen. Bevor es verarbeitet wird, muss es zum Teil entästet und vom Laub befreit werden. Reisig mit über 7 cm starkem Holz wird ausgesondert. Sollte im Einsatzfall nicht genügend Reisig vorhanden sein, so kann auch auf Äste von Nadelbäumen zurück gegriffen werden.

Reisig ist biegsam, leicht zu verarbeiten und bewahrt für geraume Zeit seine Elastizität. Reisig kann auch in Verbindung mit anderen Baustoffen verwendet werden.

Reisig wird zum Bekleiden von Ufern und Böschungen, zum Herstellen von Hurden, Flechtzäunen und Schanzkörben, zum Faschinenbau sowie zum Ausfüttern von Schäden an Deichen verwendet.

Mit Ausnahme von Weiden und Erlen ist Reisig nach dem Schlagen tot. Weiden und Erlen, die zwischen den Monaten September und Februar geschlagen werden, bleiben lebensfähig.

14.2 Faschinen

Eine alte Technik, die aber immer noch angewendet wird, ist die Deichbefestigung durch Faschinen.

Faschinen sind Reisigbündel von etwa 20 bis 30 cm Durchmesser mit 3 bis 4 m Länge. Sie werden im Abstand von 60 cm durch Rödeldraht oder Weiden zusammengehalten. Diese Art der Befestigung ist sehr zeitaufwendig und wird zur unmittelbaren Gefahrenabwehr nur noch selten angewendet. Die Faschine bietet guten Schutz gegen Wellenschlag und Eisgang.

Faschinen finden Verwendung
- beim Verkleiden von natürlichen und künstlichen Böschungen (Deich- und Uferbefestigungen, Deckungsbau, Böschungen im Straßenbau),
- zum Befestigen von Geländeabschnitten,
- zur Splittersicherung bei Sprengarbeiten,
- beim Überwinden von Hindernissen (Verfüllen von Trichtern und Gräben),
- zum Verstärken der Wände von Gräben und Deckungen,
- zur Dränage als Unterlage unter Sandsäcken.

Je nach Anwendung unterscheidet man
- Bekleidungsfaschinen
- Senkfaschinen
- Wasserfaschinen
- Sinkstücke.

Abb.: Gebundene Faschine

14.2.1 Bekleidungsfaschinen

Sie werden in Längen von 3 bis 6 m aus Reisig hergestellt und im Abstand von 25 cm stramm eingebunden.

Das Reisig wird auf einer Faschinenbank (siehe Abbildung Seite 76 und 77) gebunden. Beim Einlegen in die Faschinenbank müssen die langen dünnen Ruten außen und die kurzen starken Ruten innen liegen.

Ende und Spitzen müssen die Lage wechseln und die Zweige sollen ineinander greifen, damit ein gleichmäßiger Durchmesser erreicht wird.

Die Bekleidungsfaschine wird von der Mitte nach außen gebunden. Der letzte Bund soll ca. 12 cm vom Ende der Faschine liegen.

Die Faschinenköpfe werden mit Reisigstücken bis über den ersten Bund verteilt und glatt abgesägt, sodass eine gerade Stirnfläche entsteht.

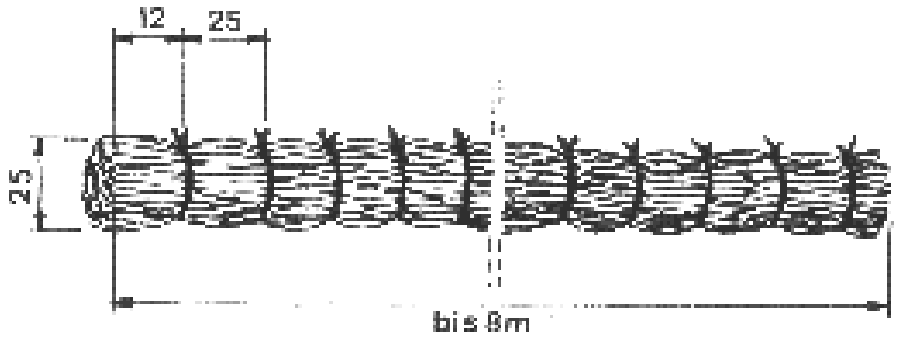


Abb.: Bekleidungsfaschine

14.2.2 Senkfaschine

Senkfaschine bestehen aus einer 12 - 15 cm starken Hülle aus grobem Reisig, die mit Kies, Bruchsteinen oder Schotter gefüllt wird.

Senkfaschinen werden in Längen von 4 bis 6 m hergestellt und alle 30 cm stramm eingebunden. Die Senkfaschinen werden auf einer Faschinenbank hergestellt bzw. gebunden. Wegen des großen Gewichtes der Senkfaschine ist es sinnvoll, die Senkfaschine ebenerdig in die Nähe der Einsatzstelle zu binden.

Der Einsatz der Senkfaschine ist ausschließlich unter Wasser vorgesehen, daher darf auch ausgetrocknetes Reisig verwendet werden. Wegen des hohen Gewichtes ist es notwendig, die herausstehenden Reisigenden zu verflechten, um zu vermeiden, dass Füllgut aus der Faschine herausfällt.

Abb.: Foto einer Senkfaschine

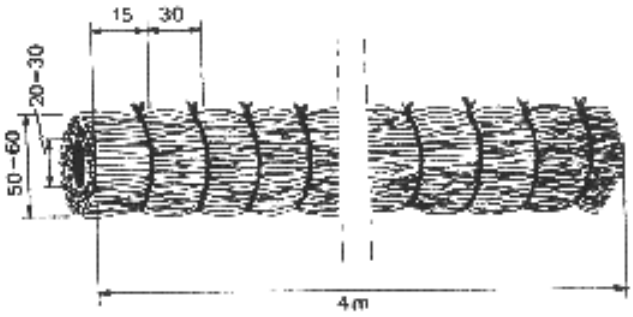


Abb.: Senkfaschine

14.2.3 Wasserfaschine

Wasserfaschine sind im Durchmesser ca. 40 - 60 cm dick und damit stärker als Bekleidungsfaschinen. Die Wasserfaschine ist ca. 3 - 4 m lang und wird alle 50 - 60 cm doppelt gebunden.

Ein Ende der Faschine - ca. 1,20 m - wird nicht gebunden, sondern bleibt als besenförmiger Teil bestehen.

Die Wasserfaschine kann wahlweise auf der Faschinenbank oder auf dem Boden gebunden werden. Um die Faschine fest zusammenzuschnüren, ist das Würgen auf der Faschinenbank und das anschließende Einbinden die bessere Methode.

Abb.: Festzurren einer Faschine auf einer Faschinenbank.

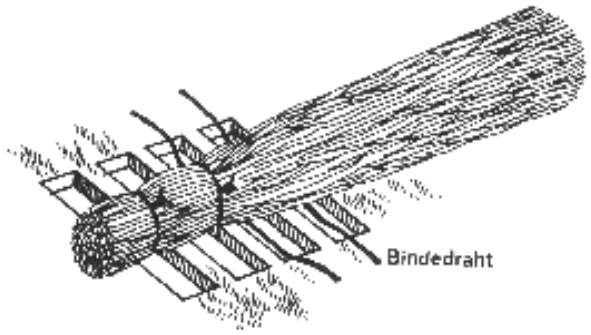


Abb.: Binden einer Wasserfaschine auf dem Boden

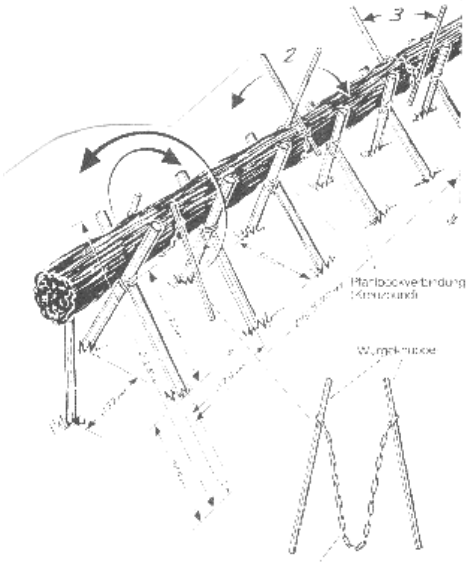


Abb.: Binden einer Faschine auf einer Würgebank

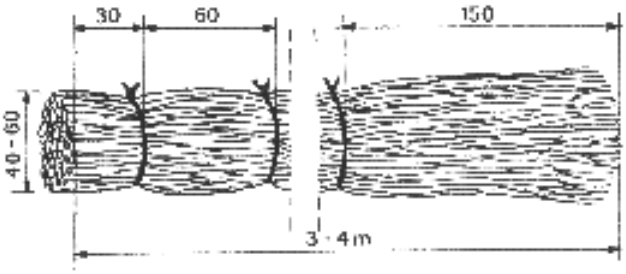


Abb.: Wasserfaschine

14.2.4 Sinkstücke

Sinkstücke sind Faschinenkörper von 10 - 15 m Länge, 5 m Breite und 1 - 2 m Höhe. Sie bestehen aus kreuzweise gepackten und mit Draht zusammengeschnürten Faschinen.

Sinkstücke werden an Land gebunden und schwimmend zur Einsatzstelle geschleppt. Über der Einsatzstelle werden die Sinkstücke mit Schüttsteinen beschwert und versenkt.

14.3 Material und Werkzeug zum Herstellen von Faschinen

Zum Herstellen von Faschinen benötigt man Reisig, Stangen, Pflöcke und Draht.

Am besten eignet sich Reisig von Sträuchern, weil es dünn und biegsam ist. Vor der Verwendung ist das Reisig zu entlauben und teilweise zu entästen. Als Faschinenreisig verwendet man Reisig bis zu einer Stärke von 4 cm.

Zum Binden der Faschinen verwendet man Bindedraht von 1 bis 2 mm Durchmesser oder Rödeldraht von 3 bis 4 mm Durchmesser.

Alternativ zum Bindedraht können auch Ruten (Wieden) aus Weinreben, Weiden, Birken, Pappeln und Haselsträuchern zum Abbinden von Faschinen verwendet werden. Die sogenannten Wieden sind bis zu deren Gebrauch feucht zu halten.

Die Stangen und Pflöcke benötigt man als Gerippe und zur Verankerung bei der Herstellung von Faschinen.

Werkzeug
Für das Herstellen und Einbauen von Faschinen wird hauptsächlich folgendes Werkzeug benötigt:
- Säge (Schrot- oder Bügelsäge)
- Axt
- Beil
- Holzschlegel
- Würgekette, Würgeknüppel
- Beißzange
- Gliedermaßstab (Zollstock)
- Schutzhandschuhe

Faschinenbank
Auf der Faschinenbank werden Bekleidungs- und Wasserfaschinen gebunden. Zum Bau der Faschinenbank werden benötigt

22 Pfähle (ca. 2,25 m lang, 6 - 8 cm)
6 Würgeknüppel
3 Würgeketten mit Ring
Bindedraht 2 mm Durchmesser

Die Pfähle werden paarweise in Abständen von ca. 75 cm eingeschlagen und durch Draht oder mit einer Arbeitsleine (Kreuzbund) überkreuz zu Pfahlböcken verschnürt.

Ebenerdige Faschinenbank
Für Senkfaschinen ist es zweckmäßig die Faschinenbank ebenerdig (siehe Abbildung Seite 77) in der Nähe der Einwalzstelle aufzustellen.

Die ebenerdige Faschinenbank wird gebaut aus Längshölzern, Querhölzern, Seitenhölzern und Seitenholzlehren.

Die Seitenhölzer werden am unteren Ende in der oberen der beiden Lochungen mit den Querhölzern drehbar verschraubt und in der unteren Lochung mit der herausnehmbaren Seitenholzlehre lose verbolzt. Löst man die Verbolzung, so müssen sich die Seitenhölzer abklappen und die fertige Faschine sich nach beiden Seiten abrollen lassen.

Holzstärken und sonstige Abmessungen können frei gewählt werden.

Für den Bau der ebenerdigen Faschinenbank sind umfangreiche Arbeiten notwendig, so dass es zweckmäßig ist, das benötigte Material vorrätig und vorbereitet in einem Lager vorzuhalten.

15. Sicherung von Ufern und Deichen mittels Bekleidungen aus Holz

15.1 Allgemeines

In der Deichverteidigung greift man zu Bauholz, wenn Reisig und Flechtwerk nicht verfügbar oder allein mit diesem wirksame Abhilfe nicht geschaffen werden kann. Der Einsatz von Bauholz ist kostspielig. Erhöhte Kosten werden jedoch durch größere Beständigkeit und Festigkeit hölzerner Anlagen wettgemacht.
Steht die Wahl zwischen Bauholz und Reisigmaterial frei, so wird im Wasserbereich dem Bauholz der Vorzug zu geben sein. Voraussetzung ist allerdings, dass genügend Zeit für den sachgerechten Verbau zur Verfügung steht.

In der Praxis wird Bauholz überwiegend in Gestalt von Ständerwänden, Blockwänden, Bohlen- und Bretterwänden eingesetzt. Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Erstellung von Bekleidungen aus Holz. Die erforderlichen Abmessungen sind den folgenden Abbildungen zu entnehmen. Die Abmessungen gelten als Anhalt, geringfügige Abweichungen dürfen in Kauf genommen werden. Bei der Abwehr von Katastrophen kann es erforderlich werden, verschiedene Bauweisen zu kombinieren und unter Umständen auch Flechtwerk und Holz gemeinsam zu verbauen.

15.2 Bekleidungen aus Holz

15.2.1 Ständerwand

Die Rundholzpfähle müssen 10 bis 25 cm stark sein. Bei einer lichten Höhe von 3,00 m werden sie ca. 1,00 bis 1,50 m tief dicht an dicht eingeschlagen oder eingegraben. Um einen festeren Schluss zu gewährleisten, sollten die Pfähle mit einem Dechsel beiderseits beschlagen werden.
Ist ein Beschlagen nicht möglich, so sind die Zwischenräume mit Rohr, Moos, Grassoden o. ä. von hinten zu verstopfen, um ein Durchrieseln von Erde oder Sand zu verhindern.

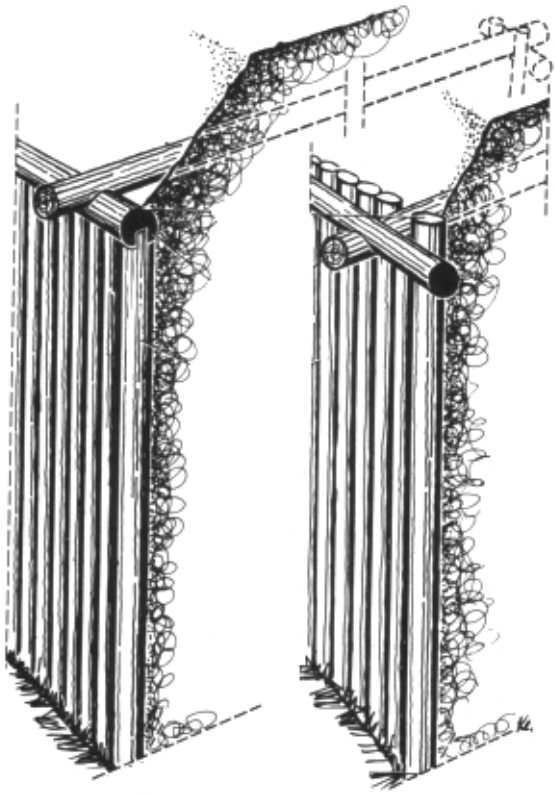


Abb.: Die Ständerpfähle werden am Kopf mit dem Holm in durchgehender Nut verzapft. In Abständen von etwa 2,00 m ist ein Ankerholz vorzusehen, das hinter dem natürlichen Böschungswinkel rückwärts verankert wird.

Legt man den Holm vor die Ständerreihe, so wird der jeweils unter dem Ankerholz befindliche Ständer mit dem Ankerholz verzapft und der Holm auf den Ankerhölzern eingezapft gelagert.

15.2.2 Blockwand

Ständer mit Durchmessern von 10 bis 25 cm werden in Abständen von 1,00 bis 2,00 m böschungsgerecht in den gewachsenen Boden geschlagen. Sodann werden beidseitig zugerichtete Rundhölzer möglichst gleicher Stärke hinter den Ständern dicht auf dicht aufgeschichtet. Ihre Stoßstellen sind jeweils hinter die Ständer zu legen. Ist das nicht möglich, so muss ein zusätzlicher Ständer in einem Abstand von etwa 50 cm zu dem betreffenden Regelständer eingeschlagen werden. Die Rundholzstöße treffen sich dann in der Mitte der verkürzten Strecke. Erreichen Blockwände eine Höhe von mehr als 2 m, so müssen Verankerungen wie bei Ständer- und Bohlenwänden vorgesehen werden.

15.2.3 Bohlenwand

In Abständen von etwa 1,25 m werden 10 bis 25 cm starke Ständer böschungsgerecht in den gewachsenen Boden geschlagen und hinter diesen 5 bis 8 cm starke Bohlen dicht aufeinandergeschichtet. Ständer und Ankerhölzer sind zu verbolzen oder zu verzapfen. Bei einer Wandhöhe bis zu 1,50 m darf die Verankerung entfallen.

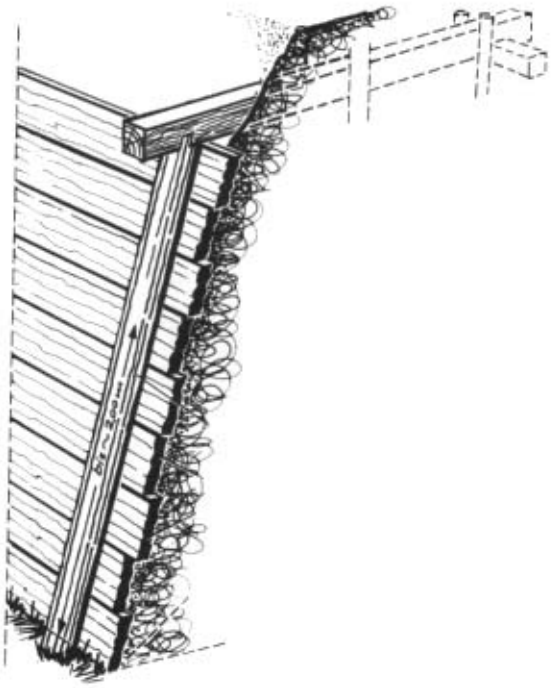


Abb.: Bohlenwand. Der Aufbau einer Blockwand ist ähnlich dem Aufbau einer Bohlenwand.

15.2.4 Bretterwand

Bretterwände werden wie Bohlenwände gebaut. Die Ständerabstände dürfen jedoch nur 1,00 m betragen.

Zum Bau von Holzwänden können bei allen Typen auch Kanthölzer anstelle von Rundhölzern verwendet werden. Nach dem Aufschichten jeder Lage ist das Erdreich hinter dem Holz sorgfältig festzustampfen. Die Ständer sind vor dem Einschlagen mit einer Richtleine auszurichten.

15.3 Spezialbauholz (Bongossi)

15.3.1 Allgemeines

Einheimische Hölzer finden im Wasserbau nur begrenzt Verwendung, da sie wenig dauerhaft und mechanisch nicht ausreichend fest sind. Außerdem sind einheimische Hölzer äußerst empfindlich gegen Schädlingsbefall. Ein gefährlicher Gegner ist u. a. die Bohrmuschel, die sich tief in das Holz einbohrt und in Meeresgewässern selbst bei einem Salzgehalt von 9 $^{0}/_{00}$ noch lebensfähig bleibt. Nadelhölzer müssen daher zu ihrem Schutz im Wasserbereich mit Steinkohlenteeröl getränkt werden. Ein solches Verfahren ist jedoch nur bei Kiefernholz möglich, Tannen und Fichten lassen sich mit Steinkohlenteeröl nicht behandeln.

Auf der Suche nach geeigneten ausländischem Material stieß man auf afrikanische Hölzer, die sich durch besondere Härte, Dauerhaftigkeit und Widerstandskraft auszeichnen. Über diese Eigenschaften verfügt besonders Bongossi, das im westlichen Afrika beheimatet ist und bei Einsatz in feuchter Erde und in der Wasserwechselzone keiner Imprägnierung bedarf.

Nachstehender Vergleich zeigt, inwieweit Bongossi einheimisches Kiefernholz und sogar Eichenholz in den gesuchten Eigenschaften übertrifft.

	Bongossi	Eiche	Kiefer
Elastizitätsmodul	194000 kg/cm²	110000 kg/cm^2	120000 kg/cm²
Gewicht lufttrocken	1200 kg/m	700 kg/m	600 kg/m
Druckfestigkeit	950 kg/cm²	502 kg/cm²	470 kg/cm²
Biegefestigkeit	1470 kg/cm²	722 kg/cm²	870 kg/cm²
Härte Brinell	13 kg/mm²	6,6 kg/mm²	-

Andere Harthölzer wie Basralocus und Manbarklak (Heimat Surinam), Demerara (Heimat Britisch-Guayana) und Opepe (Heimat Westafrika) weisen vergleichbar günstige Werte aus. Sie sind daher im Wasserbau ebenfalls anzutreffen.

Bongossi - auch unter dem Namen "Rotes Afrikanisches Eisenholz" bekannt - ist dunkelrotbraun mit etwas helleren Zuwachszonen und scharf abgesetztem rosa gefärbtem Splint. Mineralablagerungen lassen es in den Poren leicht fleckig erscheinen. Gegenläufige Fasern machen Bongossi äußerst schwer spaltbar.

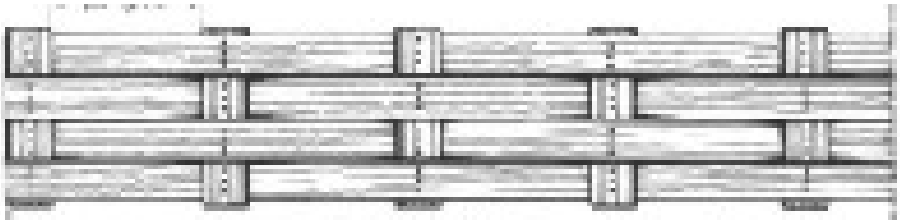
Trotz seiner großen Härte sind Widia-Werkzeuge für die Bearbeitung von Bongossi nicht erforderlich. Allerdings kann es nicht genagelt werden. Um Rissbildung zu vermeiden, darf Bongossi nicht künstlich getrocknet werden. In der Wasserwechselzone bleibt es 30 bis 50 Jahre uneingeschränkt haltbar.

15.3.2 Verwendung

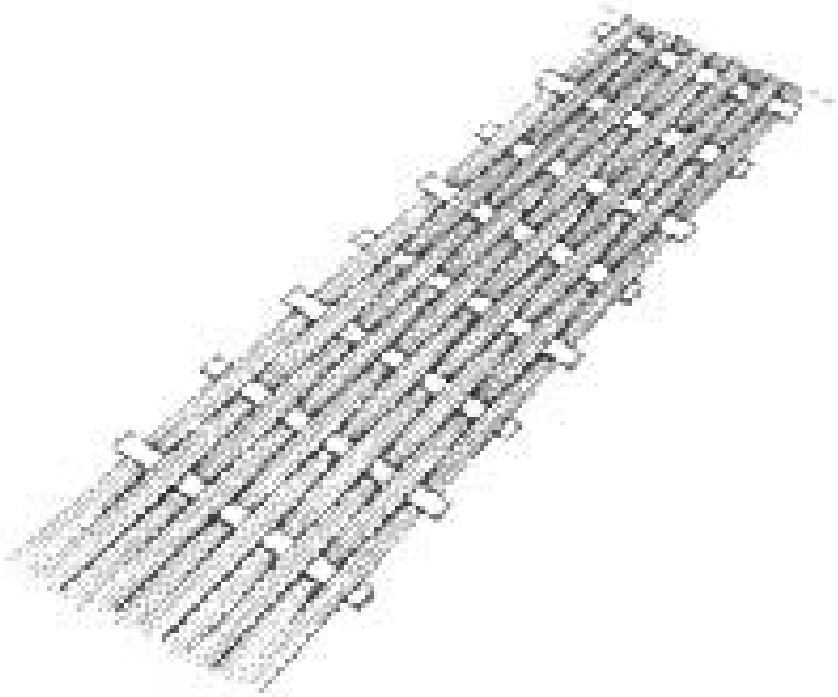
Bongossi findet Verwendung für den Bau von Schleusentoren, Brückenkonstruktionen und Fahrbahnbelägen. Ferner für Sielanlagen, Schöpfwerke, Dammbalkenverschlüsse, Rammpfähle sowie in zunehmendem Maße für die Befestigung von Ufern und von Böschungen anstelle von Faschinen oder Flechtwerk. Häufig wird Bongossi auch gemeinsam mit Kunststoffen verbaut.

Der Import von Bongossi erfolgt in 6 bis 12 m langen und etwa 80 bis 150 cm starken Blöcken Gebräuchliche Handelsformen sind Streifen, Flechtmatten und Pfähle.

Bongossi-Flechtmatte
Bongossi-Streifen werden zur Verarbeitung von Matten und Flechtzäunen vor Ort benötigt. Sie sind etwa 6,00 m breit, 5 bis 10 cm breit und 2,50 bis 6,00 m lang.



Bongossi-Flechtmatte
Flechtmatten aus Bongossi können auch mit Kunststoff-Folien belegt sein.



Vorgefertigte Bongossi-Matten bestehen aus fertig verflochtene und ringsum durch Nieten mehrfach gesicherte Streifen. Sie sind nach Bedarf 3,00 bis 6,00 m lang und 30 bis 50 cm breit.

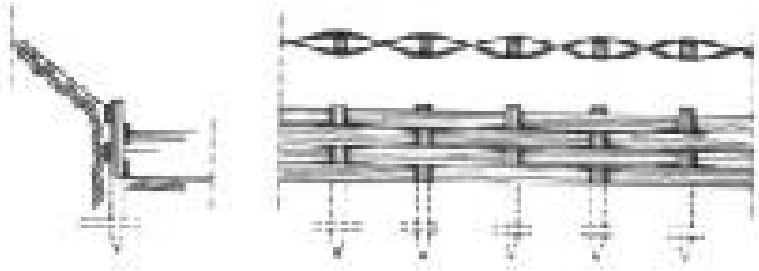
Bongossi-Rollmatten werden aus 3 bis 6 cm breiten Streifen mit Kunststoffdraht genäht und vom Hersteller in Mattenbreiten von 1,00 bis 2,00 m angeliefert. Ihre Länge ist unterschiedlich.

Vorgeschnittene Bongossi-Pfähle sind in der Regel 3 x 3 bis 6 x 6 cm stark. Ihre Länge richtet sich nach dem Verwendungszweck und den Bodenverhältnissen.

Kanthölzer, Bohlen, Bretter und Rammpfähle aus Bongossi werden auf Bestellung maßgerecht angeliefert.

15.3.3 Anwendung

Bongossi wird zur Befestigung von Uferbereichen verwendet. Die nachstehende Abbildung zeigt die Befestigung eines Uferstreifens mit Bongosse. Abweichungen in Verbindung mit anderen Behelfsbaustoffen wie Faschinen und Reisig-Flechtwerk sind möglich.



Bongossi-Uferbefestigung
(normale Böschungs- und Bodenverhältnisse)
Pfahlbestände: 50 cm
Pfahllänge: 70 bis 100 cm
Streifenhöhe: 25 bis 30 cm (geflochten)

Bongossi-Uferbefestigung
(Treibsand nicht bindige Böden)
Pfahlabstände: 50 cm
Pfahllänge: je nach Bodenverhältnissen $^2/_3$ unter, $^1/_3$ über Sohle.
Streifenhöhe: 25 bis 30 cm (aufeinandergelegt)

Beim Verbau auf Treibsand oder nicht bindigem Boden wird in Abständen von 1,00 bis 2,00 m bzw. jeweils zwischen zwei Pfählen ein senkrechter Streifen in Flechtwerkhöhe durchgeflochten, um ein Abgleiten der oberen Streifen zu vermeiden.

16. Kunststoffe im Deich- und Wasserbau

Im Deich- und Wasserbau kommt der Verwendung von Kunststoffen eine besondere Bedeutung zu.

Kunststoffe sind leicht formbar und mühelos zu handhaben. Sie haben ein geringes Volumen und ein geringes Gewicht und können somit sehr leicht transportiert werden.

Man unterscheidet bei Kunststoffen die Gruppe der **Duroplaste** und die Gruppe der **Thermoplaste**.

Duroplaste sind chemisch gehärtete Kunststoffe, die in der Wärme formbeständig sind, während Thermoplaste sich unter Wärmeeinfluss beliebig verformen lassen.

Zu den Duroplasten zählen:

- Aminoplaste (Pollogas)
- Phenoplaste (Bakelit)
- Polyester (Gießharz)

Zu den Thermoplasten zählen:

- Polyamide (Nylon, Perlon)
- Polyethylene (Folien)
- Polystyrol (Styroflex)
- Polyvinylchlorid (PVC, Igelit)

Abb.: Ausrollen von Vliesbahnen zur Sicherung des unbefestigten Hochwasserdeiches in Niederkassel (Rhein). Das Vlies wurde anschließend mit Maschendrahtzaun und Eisenbügeln gesichert.

Kunststoff-Folien finden Verwendung beim Deich-, Buhnen- und Lahnungsbau, zum Bau von Sandfängen, zur Sicherung von Böschungen und Grabensohlen und zur Grundabdeckung.

Filtervlies und Geotextilien werden überwiegend für Abwehrmaßnahmen an der luftseitigen Böschung eingesetzt. Folien und Planen werden zum Schutz vor Durchfeuchtung der Deiche an der wasserseitigen Böschung verwendet.

Geotextilien sind für eine schnelle Sicherung der luftseitigen Böschung und des Böschungsfußes geeignet. Durch Überdeckung der gefährdeten Bereiche und darauf verlegte Sandsäcke wird der aufgequollene Boden belastet und der gefährdete Bereich gesichert. Durch dieses Geotextil werden nur flächenmäßige und keine punktuellen Belastungen wie bei Sandsäcken auftreten.

Vliesstoffe vermindern den Materialaustrag aus dem Deichkörper.

Geotextilien und Vliesstoffe eignen sich aber auch zum Schutz der wasserseitigen Böschung, sowie zur Sicherung von Böschungen und Sohlen und bei der Regulierung von Wasserläufen. Wenn die wasserseitige Böschung noch nicht vollständig bewachsen ist, kann mit den Geotextilien oder Vliesstoffen diese Böschung ebenfalls gesichert werden. Die spezielle Lochung der Materialien ermöglichen den flächendeckenden Pflanzenbewuchs, wodurch die Böschung eine zusätzliche Festigkeit erhält.

Abb.: Sicherung eines Hochwasserdammes bei Niederkassel (Rhein) vor ansteigendem Hochwasser.

Zur Sicherung von Böschungen können auch Kokosmatten, Maschendrahtzaun, Baustahlmatten etc. eingesetzt werden. Diese wirken nach dem selben Prinzip wie Geotextilien oder Vliesstoffe.

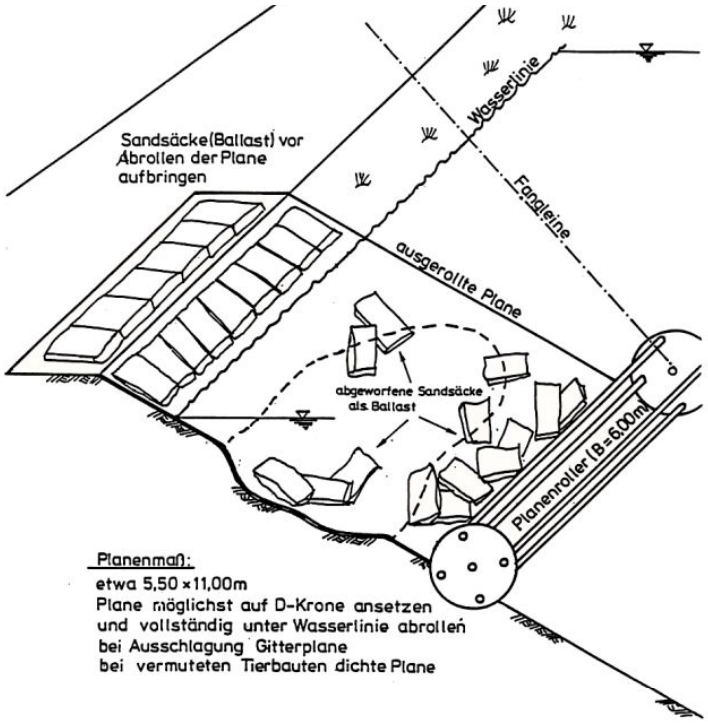
Die vorgenannten Materialien finden auch Anwendung im Straßenbau zur Sicherung der Böschungen an Verkehrswegen.
Schutz der gefährdeten Böschungen vor Auflaufen des Hochwassers.

- Auslegen des Bauvlies in Fließrichtung. Die Vliese sollen 0,50 m überlappen.
- die Bauvliesstrecken sind durch die lückenlose Überdeckung mit Streckstahlmatten oder mit Maschendraht, die mit Sandsäcken beschwert werden, zu sichern.

Dadurch wird das Herauswaschen von Bodenteilchen verhindert.

Zur Sicherung von vermuteten Schäden oder Ausschlagungen an der wasserseitigen Böschung kann Folie mit einem Planroller eingebracht werden. Die genaue Lage der Beschädigung kann in der Regel nur vermutet werden und muss u.U. durch mehrere Ausrollversuche gesucht werden, um die Eindringstelle (Kaninchenbau, Riss in der Kleidecke) mit Hilfe der Aussendeichs ausgerollten dichten Plane abzudecken. Es muss möglichst weit unter die Wasserlinie ausgerollt werden. Bei starkem Wellengang und/oder unebener Böschung ist ein Nachschieben mit Führungsstangen erforderlich.

Die Plane erst mit Sandsäcken als Ballast beschweren, wenn sich an der binnenseitigen Quelle ein Erfolg zeigt.

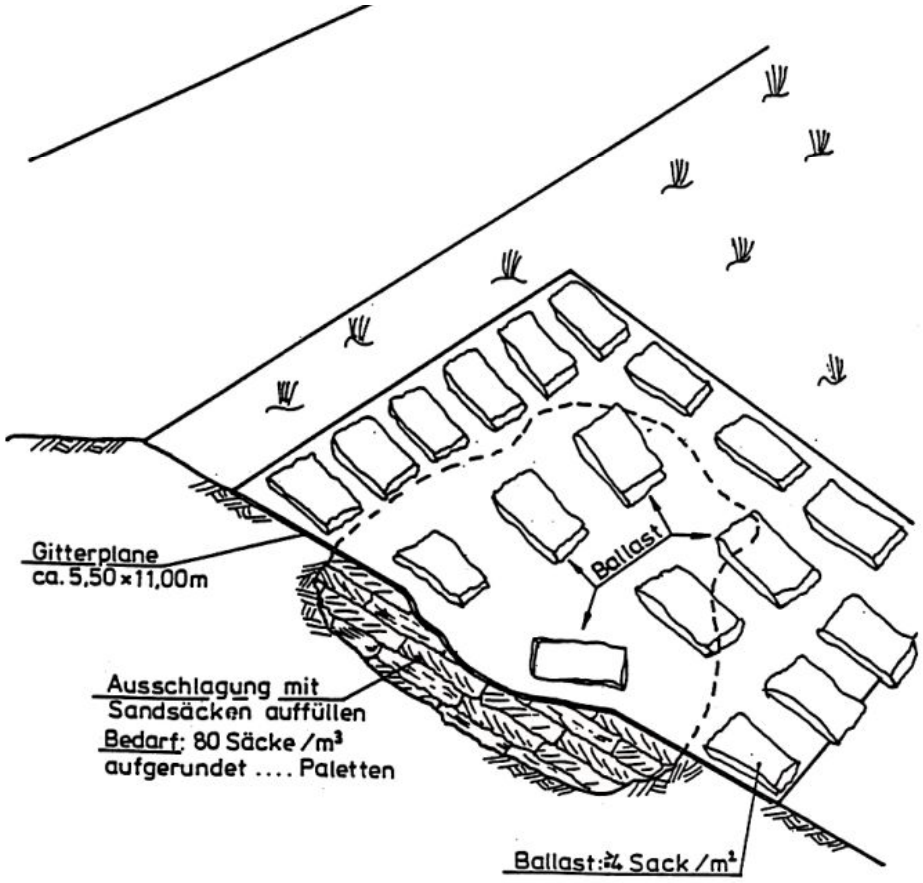


Die Folien können auch mit Tauchern eingebracht werden. Hierbei sind die Strömungsverhältnisse zu beachten. Bei zu starker Strömung ist vom Einsatz der Taucher abzusehen.

Die Folie schützt den Deich vor weiterer Durchfeuchtung. Ein Einbringen der Folie auf der landseitigen Böschung ist nicht ratsam. Der Austritt von Sickerwasser wird verhindert und der Deich weicht weiter auf.

Materialbedarf: Zweiteiliger **Planroller** mit zwei Fangleinen und zwei Führungsstangen (mehrteilig), **Wasserdichte Plane** oder **Gitterplane** jeweils 60,5 m² entsprechen 5,50 m x 11,0 m; **3 Paletten Sandsäcke**

Abb.: Sicherung eines Deiches an der wasserseitigen Böschung mit einem Planenroller.



17. Sonstige Sicherungsmöglichkeiten von Ufern

17.1 Pflastersteine, Steinschüttung

Der Uferbereich an Flüssen kann mit folgenden Methoden befestigt werden:

- Steinschüttung
  Von einer Schute wird das Gestein mit einem Bagger von der Wasserseite in die Böschung eingebracht oder von der Landseite, wenn entsprechende Zufahrtswege zur Verfügung stehen.
  Die lose Steinschüttung wird von Wasserbauarbeitern soweit verteilt, dass dem vorbeifließenden Wasser kein großer Fließwiderstand gegeben wird. Zur Befestigung eignen sich die Grauwacke-Steine.
- Pflasterung
  Die Uferbefestigung kann auch in Form einer Pflasterung erfolgen. Der Böschungsfuß muss hierbei besonders befestigt sein (große Pflastersteine). Auf dieser Fußbefestigung wird dann Reihe für Reihe die Böschung mit Natursteinen befestigt. Zur Befestigung eignen sich Basaltgestein oder Schiefergestein.

Gesteinsarten

Erstarrungsgesteine

Granit	ein schwerer, harter, fester und schwer zu bearbeitender Stein. Granitgestein ist für die Verwendung im Wasserbau geeignet.
Porphyr	Zäh, hart, wetterbeständig und spaltbar, ist für die Verwendung im Wasserbau geeignet
Basalt	Dicht, grauschwarz bis bläulich, fein splittriger, muscheliger Bruch, in der Regel kantige Säulenform, schwer, hart, spröde, kaum bearbeitbar, wetterbeständig. Für die Verwendung im Wasserbau geeignet.

Ablagerungsgestein

Grauwacke	Graue bis braune Farbe, sandsteinartig, sehr hart, schlecht bearbeitbar, als Schüttstein verwendbar.
Tonschiefer	Grau bis schwarz oder bläulich, sehr dichtes Gefüge, spaltbar, wasserdicht und wetterbeständig

Ausscheidungsgesteine

Für Wasserbauarbeiten nicht geeignet

Umwandlungsgesteine

Für Wasserbauarbeiten nicht geeignet

vulkanische Gesteine

Basaltlava	Graue Farbe, porös, witterungsbeständig leicht bearbeitbar

17.2 Drahtverbau

Beim Drahtverbau werden Steine in Drahtboxen (Gabione) gepackt, die vor der Befüllung mit den Steinen in der Böschung platziert wurden.

Abb.: Ufersicherung oberhalb eines Wirtschaftsweges, Gabione mit Steinschüttung gefüllt, die an gepflasterter Böschung anschließen.

Abb.: Ufersicherung an der Mosel, Gabione mit Steinschüttung gefüllt.

18. Sicherheitsbestimmungen und Verhaltensregelungen für Wasserbauarbeiten

Wasserbauarbeiten sind alle Arbeiten an Ufer, Deichen und Objekten und Anlagen am Wasser. Die dafür geltenden Sicherheitsbestimmungen sind stets einzuhalten.

Sicherheitsbestimmungen

- Wasserbauarbeiten dürfen nur unter Anleitung einer erfahrenen Führungskraft ausgeführt werden. Das Erkennen von Gefahren, die durch aufgeweichte Deiche ausgehen, kann nur durch örtlich vertraute Personen geschehen. Eine vorherige Einweisung in die Gefahrenabwehr ist erforderlich.
- Im Einsatz ist es ratsam, einen Helfer zur ständigen Beobachtung abzustellen, der die Helfer rechtzeitig vor auftretenden Gefahren (z.B. Deichbruch) warnt.
- Bei Wasserbauarbeiten ist der Schutzhelm zu tragen.
- Die Helfer sind durch Auffanggurt und Sicherheitsseil oder Auffanggerät bei Arbeiten bei Hochwasser oder Eisgang zu sichern. Zusätzlich ist eine Schwimmweste anzulegen.
- Der Gefahrenbereich ist mit entsprechenden Hinweisschildern zu kennzeichnen.
- Bei Dunkelheit ist für eine ausreichende Beleuchtung zu sorgen.
- Bei Arbeiten in Böschungen nicht unmittelbar unterhalb vor anderen Helfer arbeiten. Der Helfer könnte abrutschen und andere Helfer mitreißen.
- Die Drahtenden der Faschinen sind in die Faschinen zu stecken.

Verhaltensregeln

- In Überschwemmungsgebieten zuerst Menschen aus gefährdeten Bereichen retten.
- Beim Betreten von Gebäuden auf mögliche Unterspülungen achten. Es besteht u.U. Einsturzgefahr.
- Deiche und Böschungen nur im Notfall betreten und nur auf Anweisung einer eingewiesenen Person den Deich oder die Böschung befahren.
- Rasen, Erde oder Sand nicht aus der unmittelbaren Nähe der Deiche entnehmen. Mindestabstand 15 m.
- Bei der Begehung der Deiche auf herausquellendes Wasser achten. Die Stelle markieren und geeignete Maßnahmen einleiten.
- Wasserleichen und Tierkadaver nur mit Gummi- oder Schutzhandschuhen bergen.
- Wenn möglich, sollte bei Arbeiten an der wasserseitigen Böschung der Deiche ein Rettungsboot bereitstehen, um eventuell verunfallte Personen aus dem Wasser zu retten.
- Vor Betreten von Eisflächen sind die gefährdeten Stellen mit Brettern und Bohlen auszulegen.

- Die Helfer haben Schwimmwesten zu tragen und sind zusätzlich mit einem Sicherheitsseil zu sichern.
- Beim Sprengen von Eisstauungen ist ein Rettungsboot einzusetzen und Beobachter am Uferrand zu positionieren.

Maßgebende Unfallverhütungsvorschrift für Wasserbauarbeiten ist die GUV 11.9.

19. Geräte- und Hilfsmittel

19.1 Geräte

Die für die Sicherung von Deichen und Dämmen verantwortlichen Behörden und Verbände halten in der Regel Gerät- und Hilfsmittel für einen möglichen Einsatz vor. Im Bedarfsfall steht auch die Ausstattung der Katastrophenschutzorganisationen, wie Feuerwehr und Technisches Hilfswerk, zur Verfügung. Die Katastrophen der letzten Jahre haben aufgezeigt, dass die Bundeswehr die Einsatzkräfte mit Soldaten und zusätzlichem Gerät unterstützen kann.

Folgende Geräte und Hilfsmittel kommen bei der Deichverteidigung oder beim Hochwasserschutz zum Einsatz:

Schwimmweste Die Helfer, die im und am Wasser arbeiten, haben eine Schwimmweste zu tragen.

Wathose Zum Schutz bei Arbeiten in überfluteten Gebäude- oder Bauwerksteilen sowie in flachen Gewässern bis zu einer Wassertiefe von maximal 1,10 m. Beim Einsatz der Wathose darf der Helfer keine Schwimmweste tragen, sondern ist mit einem Sicherungsseil zu sichern.

Sicherheitsgummistiefel
Zum Schutz bei Arbeiten in überfluteten Gebäude- oder Bauwerksteilen sowie in Ufernähe bis zu einer Gewässertiefe von maximal 0,60 m.

Schaufel Schaufel, Frankfurter-Form, zum Befüllen der Sandsäcke.

Spaten Zum Ausstechen von Rasenstücken aus dem Hinterland der Deiche.

Kreuzhacke Zum Lockern von Erdreich.

Draht Rödeldraht zum Schließen der Sandsäcke und zum Binden von Faschinen.

Kneifzange Zum Durchtrennen des Rödeldrahtes und zum Verrödeln (Schließen der Sandsäcke).

Sicherheitsseile Zum Sichern der Helfer, die an der wasserseitigen Böschung oder in anderen absturz- bzw. abrutschgefährdeten Bereichen

des Deiches oder in Gebäuden zum Einsatz kommen. Das freie Ende des Sicherheitsseiles ist entweder, an einem Anschlagpunkt zu befestigen oder durch einen zweiten Helfer zu sichern, der auf einen sicheren Stand zu achten hat.

Mitlaufendes Auffanggerät

Zum Sichern der Helfer, die an der wasserseitigen Böschung oder in anderen absturz- bzw. abrutschgefährdeten Bereichen zum Einsatz kommen. Das Sicherheitsseil des mitlaufenden Auffanggerätes ist an einem Anschlagpunkt zu befestigen. Mittels des Seilkürzers kann das Sicherheitsseil auf die entsprechende Länge eingestellt werden, so dass ein Abrutschen des Helfers nicht möglich ist.

Pylone Eignet sich als Trichter, wenn kein Sandsackfüllgerät zur Verfügung steht.

Vorschlaghammer Zum Einschlagen von Holzpfählen und zum Einschlagen von Erdnägeln.

Schlegel Zum Einschlagen von Holzpfählen.

Bügelsäge Zum Zurechtschneiden von Brettern, Bohlen und Pfählen.

Holzpfähle Zum Befestigen von Faschinen oder Folien auf der Böschung.

Erdanker Zum Befestigen von Folien, Vliesen oder Faschinen auf der Böschung.

Sandsackfüllgeräte

Zum schnellen Befüllen von Sandsäcken. Diese Geräte werden in der Regel nicht vom Technischen Hilfswerk vorgehalten, sondern von der für die Gefahrenabwehr zuständigen Stelle beschafft und den Einsatzkräften zur Verfügung gestellt.

Für größere, lang andauernde Hochwasser und Überschwemmungen, bei denen viele Einsatzkräfte gebunden werden, ist es sinnvoll, wenn die THW-Geschäftsstelle über einen Vorrat an vorgenannter Ausstattung verfügt. Um die eingesetzten Helfer schnellstmöglich mit trockener Einsatzbekleidung zu versorgen, wird die Vorhaltung eines transportablen Kleiderlagers (z.B. Container) empfohlen. Dieser Container soll auf LV-Ebene vorgehalten werden. In dem Container können alte, noch verwendbare Einsatzanzüge eingelagert werden.

19.2 Hilfsbaustoffe

Sandsäcke Die Sandsäcke werden wie in diesem Handbuch beschrieben befüllt und entsprechend den Beschreibungen zur Deichverteidigung eingebaut.

Sand Sand wird benötigt zum Befüllen der Sandsäcke

Kies und Steine Zum Beschweren von Sinkstücken, Folien und Planen.

Faschinen Zum Einbau an beschädigten Stellen am Deich, wasserseitig wie landseitig.

Reisig Zum Binden von Faschinen.

Folie/Plane Zum flächendeckenden Schutz eines Deiches oder Dammes auf der Wasserseite.

Geotextil und Vliesstoffe

Baustahlmatte

Maschendraht

Holzpfähle

Dielen und Bohlen

Mist Zum Absichten an der Küste. Befestigung erfolgt mittels Holzpfähle.

Drainrohr Beim Bau einer Quellkade wird das Drainrohr für den Wasserauslauf benötigt.

20. Quellennachweis

1. Sturmfluten und Hochwasserschutz in Hamburg;
   die Hamburger Deichverbände und Wasser- und Bodenverbände; Hamburg 1987

2. Deichverteidigungsplan;
   FHH, Baubehörde, Amt für Wasserwirtschaft; Hamburg September 1996

3. Anleitung zur Durchführung von Sicherungsmaßnahmen am Deich bei Sturmfluten
   (Leporello/Taschenkarte); FHH, Baubehörde, Amt für Wasserwirtschaft; Hamburg Januar 1997

4. Hochwasserschutz in Brandenburg, Handbuch für die Hochwasserabwehr an Gewässern und Deichen im Land Brandenburg;
   Landesumweltamt Brandenburg; Potsdam Oktober 1995

5. Gezeitenkalender 1999;
   Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrografie; Hamburg 1998

6. Sturmflutschutz hinter den Deichen und im Hafen ab 1996;
   FHH, Wirtschaftsbehörde Strom- und Hafenbau, Innenbehörde; Hamburg Ausgabe 1996

7. Sturmflut Hinweise für die Bevölkerung in der Elbniederung;
   FHH, Behörde für Inneres, Bezirksamt Altona, Mitte Bergedorf und Harburg; Hamburg Ausgabe 1996

8. Puh der Bär; oder wie man das Leben meistert. Alan Alexander Milne
   [übersetzt von Harry Rowohlt]; Cecilie Dressler Verlag, Hamburg 1998

9. Abwehr von Sturmflut- und Hochwassergefahren;
   Teil I: Küstenschutz und Sturmflutabwehr
   Vorläufer THW-DV 47; August 1971; Bundesamt für zivilen Bevölkerungsschutz

10. Die Flut Hochwasser an der Oder 1997; CD-ROM; Frankfurt/Oder, Märkische Oderzeitung 1998

11. Bäume als Deichkiller; Joachim Hoffmann, FZK;
    gwf Gesellschaft Wasserfach Nr. 8 1999

12. Merkblatt Standsicherheit von Dämmen; Bundesanstalt für Wasserbau 1998

13. DIN 4047 Teil 1, Landwirtschaftlicher Wasserbau

14. DIN 4047 Teil 2, Landwirtschaftlicher Wasserbau

15. DIN 19657 Sicherung von Gewässern, Deichbau und Küstendünen

16. DVWK Merkblatt 210/1986 Flussdeiche / Hochwasserschutz

17. DVWK Merkblatt 226/1993 Landschaftsökologische Gesichtspunkte bei Flussdeichen

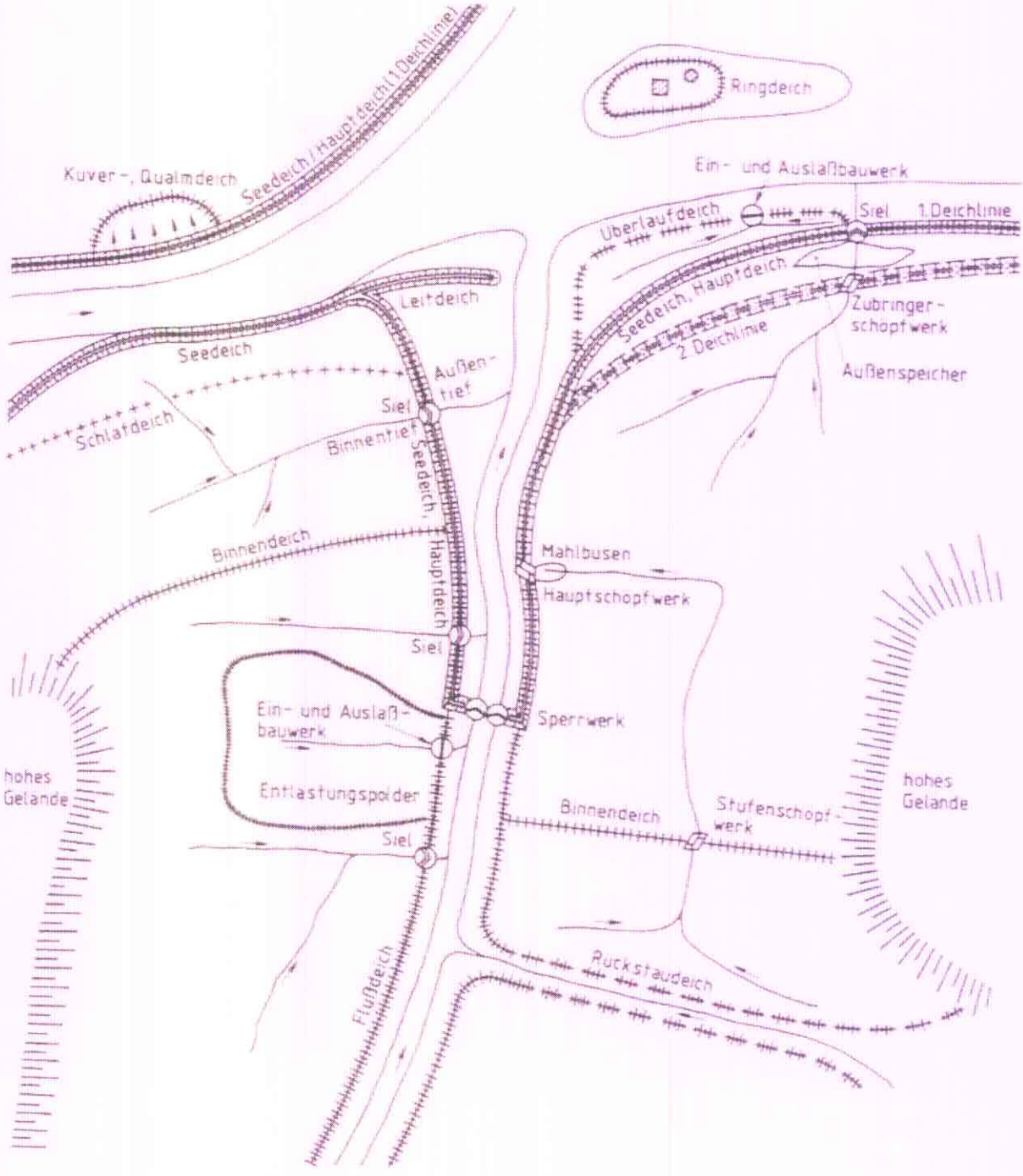
18. Unfallverhütungsvorschrift 11.9 Wasserbauarbeiten;
Bundesausführungsbehörde Wilhelmshaven

19. Hochwasserschäden bei Pumparbeiten aus überfluteten Gebäuden;
H. J. Seer; Ausbildung und Taktik; Brandschutz / Deutsche Feuerwehrzeitung

20. Workshop “Deichverteidigung und Hochwasserschutz“; Thomas Tjaden und Thomas Schlunck THW-OV Emden.

21. Anhang

Für die Ausbildung am Standort werden einige Darstellungen von Deichquerschnitten in DIN A 4 Format im Anhang abgebildet.


Ringdeich
Kuver-, Qualmdeich
Seedeich / Hauptdeich (1. Deichlinie)
Ein- und Auslaßbauwerk
Überlaufdeich
Siel
1. Deichlinie
Leitdeich
Seedeich
Außen-tief
Siel
Schlafdeich
Binnentief
Seedeich, Hauptdeich
2. Deichlinie
Zubringer-schopfwerk
Außenspeicher
Binnendeich
Mahlbusen
Hauptschopfwerk
Siel
Ein- und Auslaß-bauwerk
Sperrwerk
hohes Gelände
Entlastungspolder
Binnendeich
Stufenschopf-werk
hohes Gelände
Siel
Rückstaudeich
Flußdeich

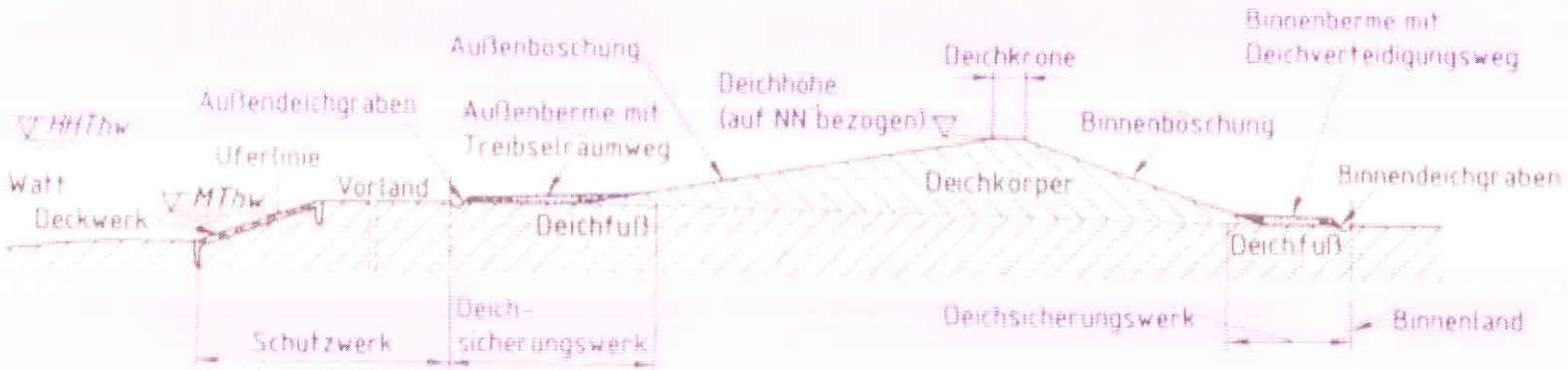


Bild 2 Beispiel für den Querschnitt eines Seedeiches

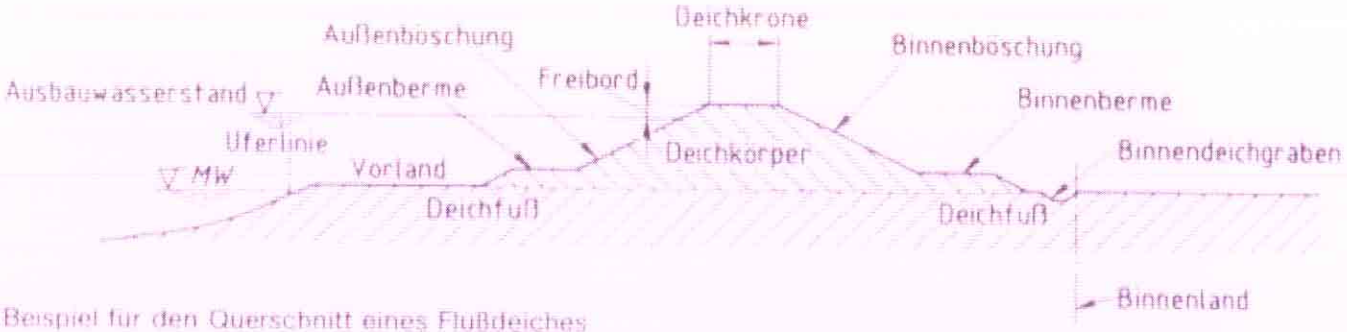
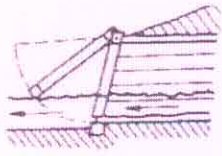
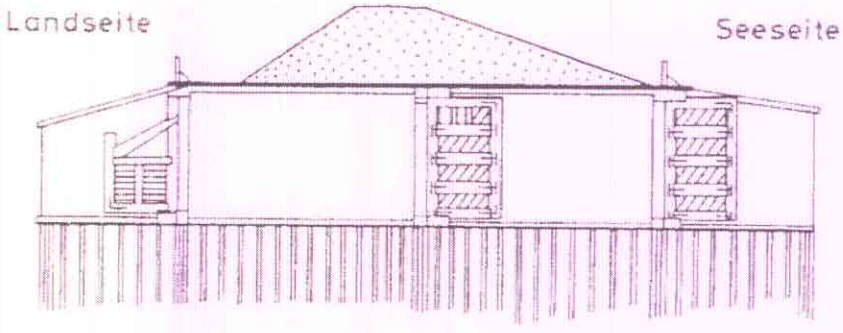
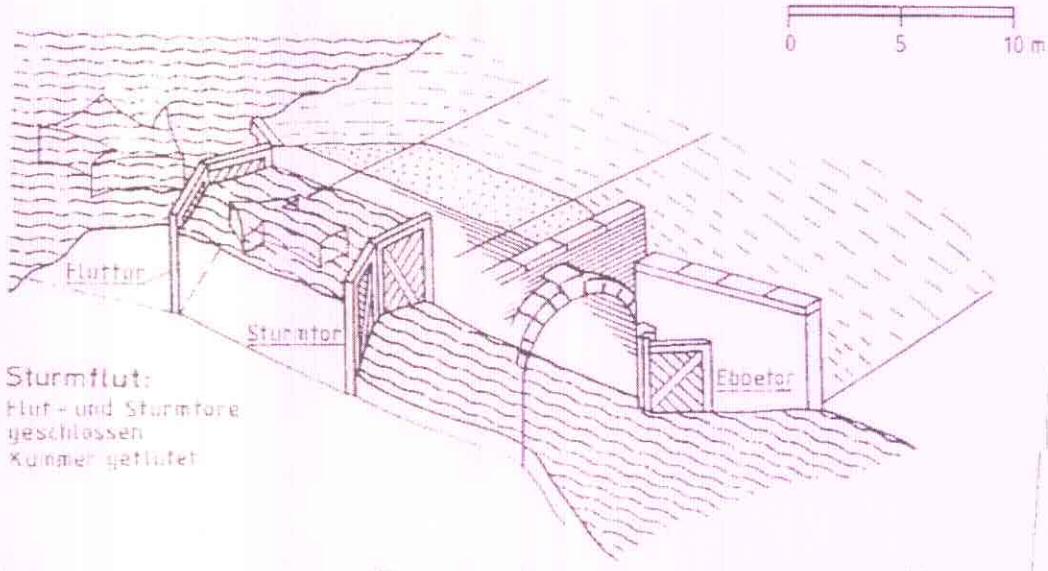


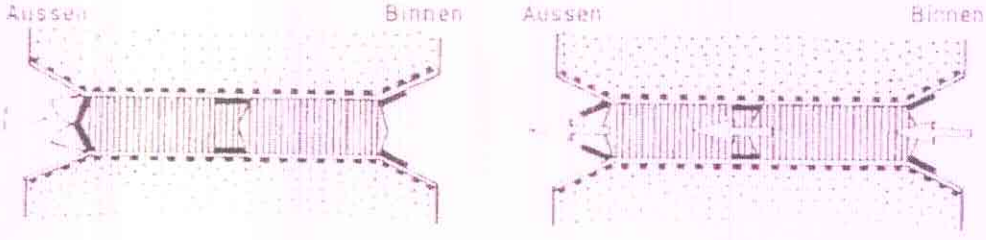
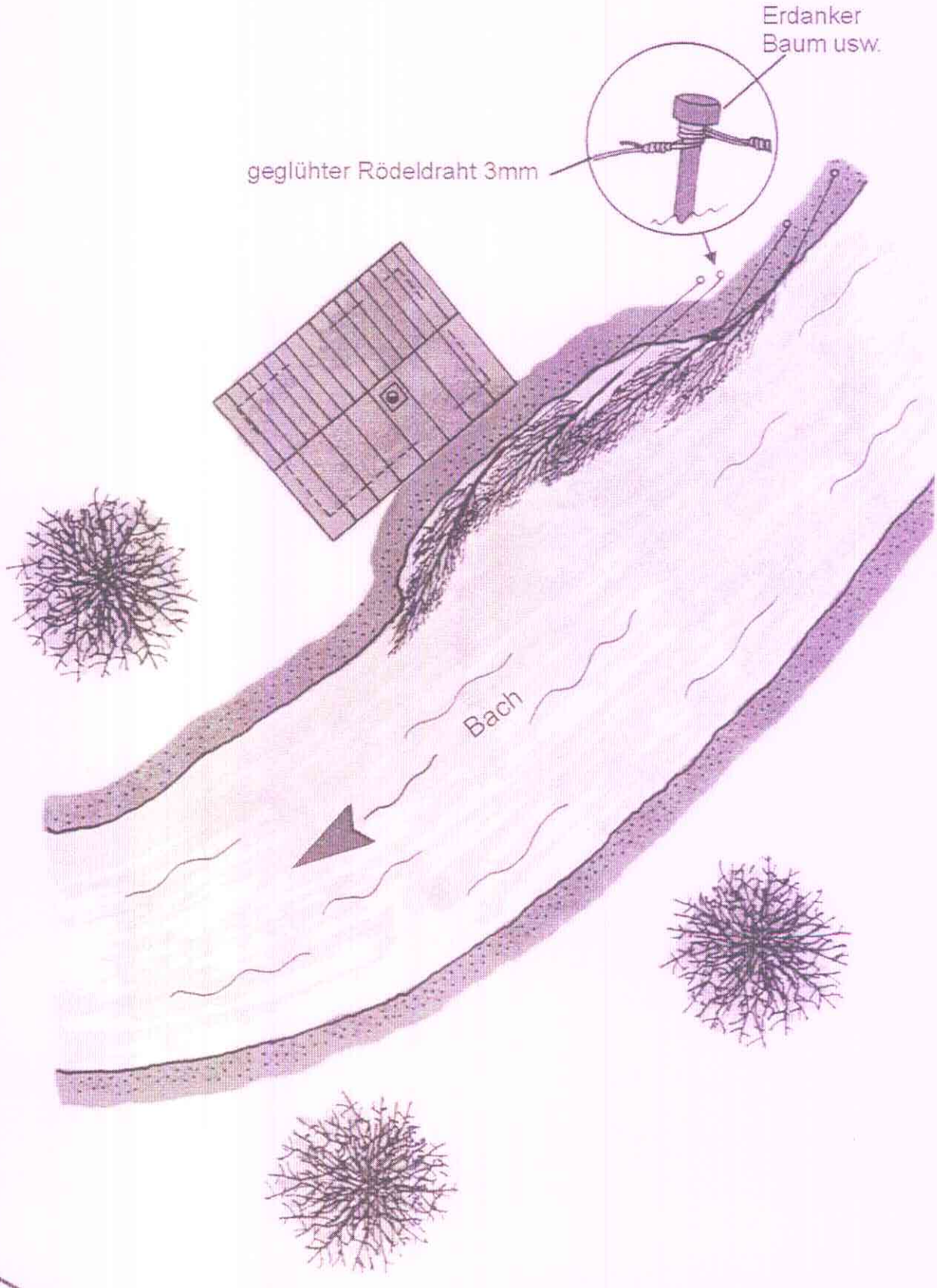
Bild 3 Beispiel für den Querschnitt eines Flußdeiches

Aussen
Binnen




Landseite
Seeseite


0
5
10 m
Flutsiel
Sturmtor
Ebbetor
Sturmflut:
Flut- und Sturmtore
geschlossen
Kanäle geflutet


Aussen
Binnen
Aussen
Binnen

Einbau von "Ketschen"