

Anleitung für den operativen Hochwasserschutz

Teil 2

Verteidigung von Flussdeichen - Deichsicherung



Impressum

Anleitung für den operativen Hochwasserschutz – Teil 2

Herausgeber der 5. Auflage

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (LHW)
Otto-von-Guericke-Straße 5, 39104 Magdeburg
Telefon (0391) 581-0 , Fax: (0391) 581-1230,
Mail: poststelle@lhw.mlu.sachsen-anhalt.de
im Auftrag des
Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt

Redaktionsleitung: Dipl.-Ing.oec. Hans-Jörg Steingraf Tel.: 03937-4913-0

Titelfoto: Wischedeich, April 2006
Dipl.-Chem. Angela Göbke

Fotonachweis: Dipl.-Ing. Andrea Göbke, Fotos 1, 14, 15
Frank Torger, Fotos 2, 29, 30
Dipl.-Ing. oec. Hans-Jörg Steingraf, Fotos 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 16, 17, 18, 19, 20,
21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 34, 35, 36, 39
Dipl.-Ing. Harald Schmidt, Fotos 6, 23, 32, 33
Dipl.-Ing. Frank Friedrich, Fotos 12, 37, 38
Martin Schulz, Foto 13

Skizzen und Bilder: Ina Emanuel, Dipl.-Ing. Frank Friedrich, Dipl.-Ing. oec. Hans-Jörg Steingraf

Stand: 06.05.2015

Diese Datei / Broschüre wird kostenlos abgegeben und darf nicht verkauft werden. Der Nachdruck bedarf der Genehmigung. Diese Schrift darf weder von Parteien noch von Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben politischer Informationen oder Werbemittel. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Schrift nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte.

Inhaltsverzeichnis

1.	Übersicht über die Schadstellen	4
2.	Grundlagen	5
3.	Schäden auf der Wasserseite	9
3.1	Schadbild 1 – bei steigendem Wasserspiegel	9
3.2	Schadbild 2 – bei fallendem Wasserspiegel	12
4.	Schäden auf der Deichkrone	13
4.1	Schadbild 3 – steigender Wasserspiegel, Überströmungsgefahr	13
4.2	Schadbild 4 – bei anhaltendem Hochwasser Grundbruchgefahr	16
5.	Schäden auf der Landseite	17
5.1	Schadbild 5 – keine Sickerlinie	17
5.2	Schadbild 6 – bei ausgebildeter Sickerlinie	20
5.3	Schadbild 7 – Grundbruchgefahr	23
6.	Schäden im Deichhinterland	26
6.1	Schadbild 8 – punktförmige Quellen	26
6.2	Schadbild 9 – Schäden durch Aufweichen	27
7.	Deichbreschen	28

1. Übersicht über die Schadstellen

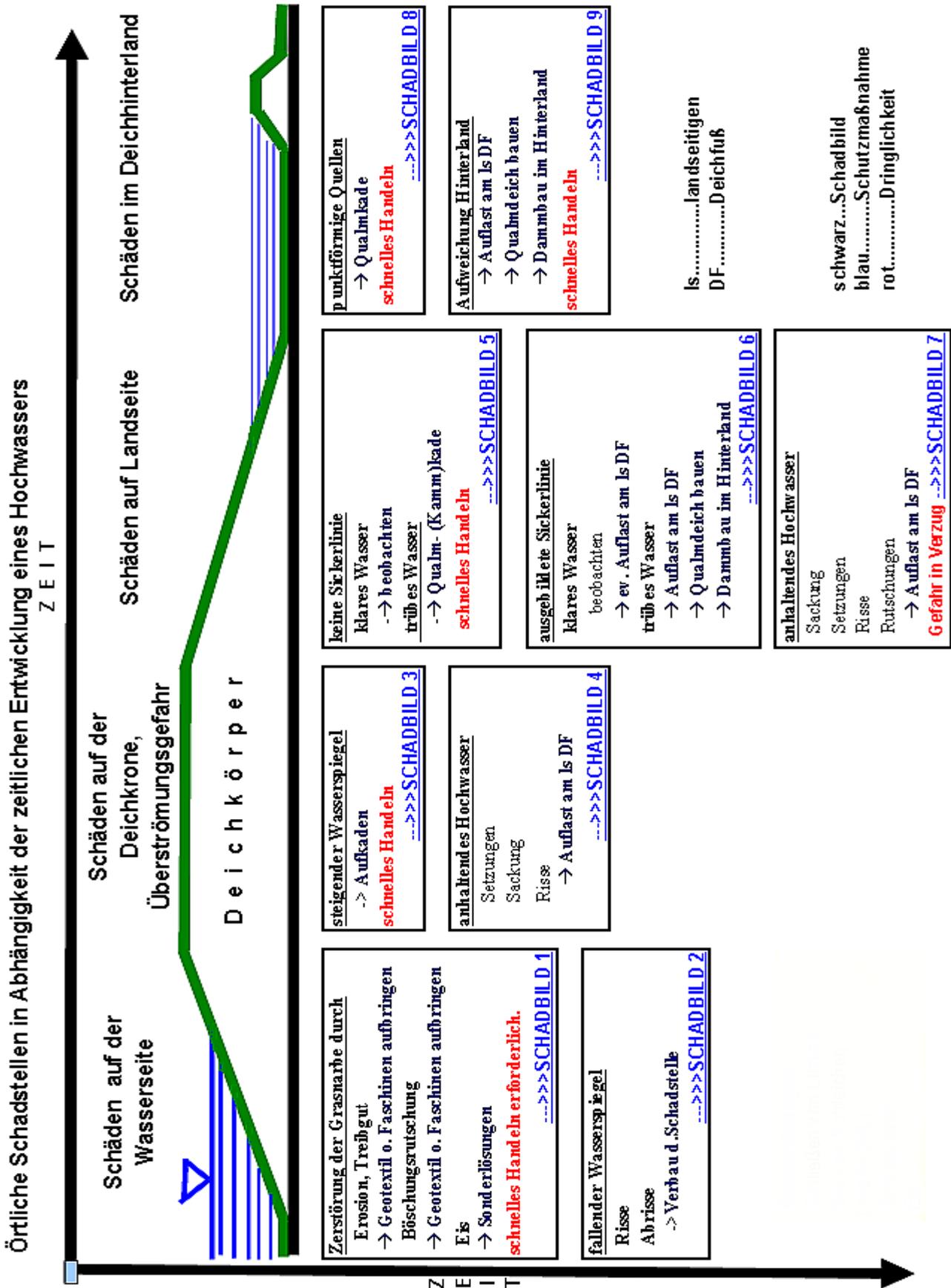


Bild 1

2. Grundlagen

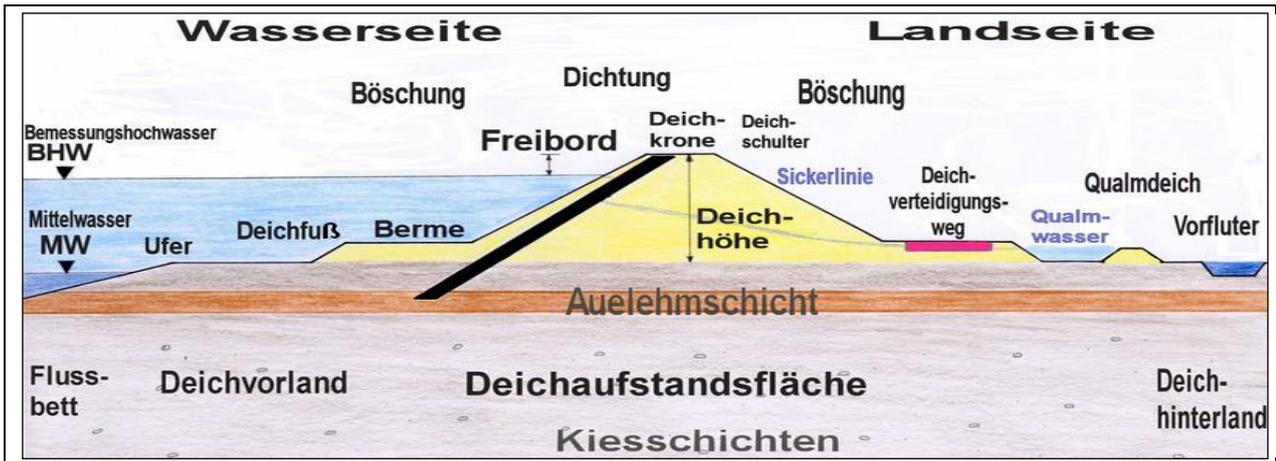


Bild 2

Der Sandsack, Hilfsmittel Nr.1

Füllen und Transport, Die Erfahrungswerte haben gezeigt, dass im umfangreichen Sandsackangebot der Jutesandsack (Bastfaser) 40 cm breit und 70 cm lang, zu 1/2 bis höchstens 2/3 nur schlaff mit Sand gefüllt, der leicht handhabbare, universell verwendbare Hochwasserbaustein ist. Sandsäcke aus Folienmaterial sind hingegen nicht so rutschfest wie Jutesäcke und daher weniger gut geeignet.

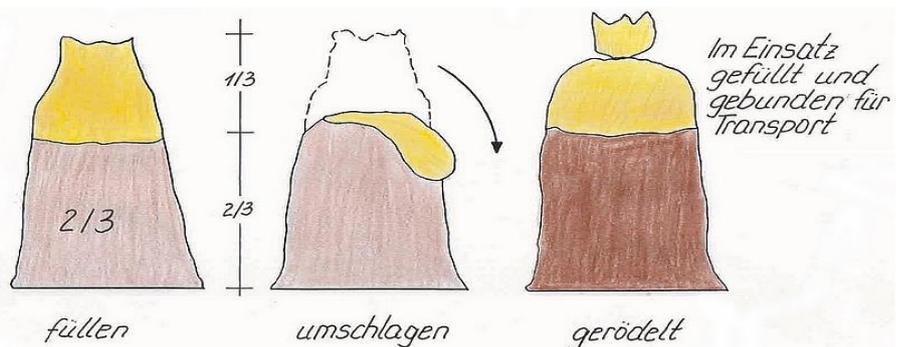


Bild 3: Füllen der Sandsäcke

Für das Füllen der Sandsäcke ist Sand zu verwenden, wobei für reine Beschwerung/Belastung auch Sand-Kies-Gemische geeignet sind. Das Füllen der Sandsäcke erfolgt von Hand, mittels Trichter oder mittels Abfüllgeräten

<u>Kennwerte:</u>
Normsandsack aus Jute
leer 70x40 cm,
2/3 gefüllt,
47x24x10 cm
Fläche = 0,1128 m²
Volumen = 0,0112 m³
Verdichtungsfaktor von Sand: 1:1,25

Übersicht	Stück	Volumen m ³	Masse trocken		Masse nass	
			kg	t	kg	t
1 Sandsack	1	0,011	15	0,015	20	0,020
ca. eine Palette	67	0,750	1.000	1,00	1.350	1,35
	90	1,00	1.350	1,35	1.800	1,80
	100	1,10	1.500	1,5	2.000	2,0
	200	2,20	3.000	3,0	4.000	4,0
	300	3,30	4.500	4,5	6.000	6,0
	400	4,40	6.000	6,0	8.000	8,0
	500	5,50	7.500	7,5	10.000	10,0
	1.000	11,0	15.000	15,0	20.000	20,0
	5.000	55,0	75.000	75,0	100.000	100,0

Tabelle 1

Zum Verlegen der Sandsäcke: Der Sandsack ist grundsätzlich umzuschlagen und entgegen der Strömungsrichtung des Wassers zu verlegen.

Frage: Wie viel Kies benötigt man für 2.570 Sandsäcke?

Wie viel Tonnen Kies müssen bestellt werden:

1 Sandsack wiegt 15 kg = 0,015 t

2.570 Sandsäcke wiegen 38,55 t

Wie viel m³ Kies müssen bestellt werden:

1 Sandsack hat ein Volumen von 0,0112 m³

2.570 Sandsäcke haben ein Fassungsvermögen von 28,78 m³ Kies

- Füllen von Sandsäcken über Trichter und Rödeln (verschließen) je Gruppe

mit 5 bis 6 Einsatzkräften: 180 Stück bis 200 Stück Säcke/Std.

- Füllen ohne Rödeln je Gruppe von Hand: Tabelle 2

Einsatzkräfte	ohne Trichter	mit Trichter
mit 2 Einsatzkräften	60 bis	100 Säcke/Std.
mit 6 Einsatzkräften	320 bis	400 Säcke/Std.
mit 10 Einsatzkräften	500 bis	600 Säcke/Std.
mit 50 Einsatzkräften	2.500 bis	3.000 Säcke/Std.

- Beladung und Transport von Sandsäcken

Diese Tabelle gilt für folgende Bedingungen:

LKW 5 t Nutzlast

1 Ladung = 300 Sandsäcke

Zyklus 1: eine Transportfahrt Dauer 3 Stunden

Zyklus 2: eine Transportfahrt Dauer 2 Stunden

Transportfahrt besteht aus: Beladen, Hinfahrt, Entladen, Rückfahrt

Tabelle 3

Einsatzkräfte	erforderliche Zeit						notwendige LKW	
	1 Stunde	2 Stunden	3 Stunden	8 Stunden	10 Stunden	12 Stunden	Zyklus 1	Zyklus 2
3	300	600	900	2.400	3.000	3.600	3	2
6	600	1.200	1.800	4.800	6.000	7.200	6	4
9	900	1.800	2.700	7.200	9.000	10.800	9	6
18	1.800	3.600	5.400	14.400	18.000	21.600	18	12
27	2.700	5.400	8.100	21.600	27.000	32.400	27	18
36	3.600	7.200	10.800	28.800	36.000	43.200	36	24
45	4.500	9.000	13.500	36.000	45.000	54.000	45	30
54	5.400	10.800	16.200	43.200	54.000	64.800	54	36
63	6.300	12.600	18.900	50.400	63.000	75.600	63	42

- Transport von Sandsäcken

Die nachfolgende Tabelle gilt für eine Entfernung zum LKW maximal 10 Meter Tabelle 4

erforderliche Einsatzkräfte	notwendige Zeit					
	1 Stunde	2 Stunden	3 Stunden	8 Stunden	10 Stunden	12 Stunden
1	100	200	300	800	1.000	1.200
10	1.000	2.000	3.000	8.000	10.000	12.000
20	2.000	4.000	6.000	16.000	20.000	24.000
30	3.000	8.000	9.000	24.000	30.000	36.000
40	4.000	8.000	12.000	32.000	40.000	48.000
50	5.000	10.000	15.000	40.000	50.000	60.000

Entfernung zum LKW maximal 20 m, unter erschwerten Bedingungen: Tabelle 5

erforderliche Einsatzkräfte	notwendige Zeit					
	1 Stunde	2 Stunden	3 Stunden	8 Stunden	10 Stunden	12 Stunden
20	300	600	900	2.400	3.000	3.600
40	600	1.200	1.800	4.800	6.000	7.200
80	1.200	2.400	3.600	9.600	12.000	14.400
160	2.400	4.800	7.200	19.200	24.000	28.800
240	3.600	7.200	10.800	28.800	36.000	43.200
320	4.800	9.600	14.400	38.400	48.000	57.600

Die Gesamtzeit der Vorbereitung bis zum Abschluss der Maßnahme setzt sich zusammen aus: Erkennen + Meldung + Entscheidungszeit mit Berechnung + Organisation des Sandtransportes, Beschaffung von Sandsäcken und Personen + Füllen der Sandsäcke + Transport zur Schadstelle + Verbau der Sandsäcke

Deichhöhe in m	Böschungslängen in m						Deichhöhe in m	Böschungslängen in m					
	BN 1:1 (45°)	BN 1:1,5 (33,7°)	BN 1:2 (26,6°)	BN 1:2,5 (21,8°)	BN 1:3 (18,4°)	BN 1:3,5 (15,95°)		BN 1:1 (45°)	BN 1:1,5 (33,7°)	BN 1:2 (26,6°)	BN 1:2,5 (21,8°)	BN 1:3 (18,4°)	BN 1:3,5 (15,95°)
1,00	1,41	1,81	2,24	2,70	3,16	3,65	4,10	5,80	7,40	9,17	11,05	12,97	14,96
1,10	1,56	1,99	2,46	2,96	3,48	4,01	4,20	5,94	7,58	9,40	11,32	13,29	15,33
1,20	1,70	2,17	2,68	3,23	3,80	4,38	4,30	6,08	7,76	9,62	11,59	13,61	15,69
1,30	1,84	2,35	2,91	3,50	4,11	4,74	4,40	6,22	7,94	9,84	11,86	13,92	16,06
1,40	1,98	2,53	3,13	3,77	4,43	5,11	4,50	6,36	8,12	10,07	12,13	14,24	16,42
1,50	2,12	2,71	3,36	4,04	4,75	5,47	4,60	6,51	8,30	10,29	12,40	14,56	16,79
1,60	2,26	2,89	3,58	4,31	5,06	5,84	4,70	6,65	8,48	10,51	12,67	14,87	17,15
1,70	2,40	3,07	3,80	4,58	5,38	6,20	4,80	6,79	8,66	10,74	12,94	15,19	17,52
1,80	2,55	3,25	4,03	4,85	5,70	6,57	4,90	6,93	8,84	10,96	13,21	15,51	17,88
1,90	2,69	3,43	4,25	5,12	6,01	6,93	5,00	7,07	9,03	11,19	13,48	15,82	18,25
2,00	2,83	3,61	4,47	5,39	6,33	7,30	5,10	7,21	9,21	11,41	13,75	16,14	18,61
2,10	2,97	3,79	4,70	5,66	6,65	7,66	5,20	7,36	9,39	11,63	14,02	16,46	18,98
2,20	3,11	3,97	4,92	5,93	6,96	8,03	5,30	7,50	9,57	11,86	14,29	16,77	19,34
2,30	3,25	4,15	5,15	6,20	7,28	8,39	5,40	7,64	9,75	12,08	14,56	17,09	19,71
2,40	3,39	4,33	5,37	6,47	7,59	8,76	5,50	7,78	9,93	12,30	14,82	17,41	20,07
2,50	3,54	4,51	5,59	6,74	7,91	9,12	5,60	7,92	10,11	12,53	15,09	17,72	20,44
2,60	3,68	4,69	5,82	7,01	8,23	9,49	5,70	8,06	10,29	12,75	15,36	18,04	20,80
2,70	3,82	4,87	6,04	7,28	8,54	9,85	5,80	8,20	10,47	12,98	15,63	18,35	21,17
2,80	3,96	5,05	6,26	7,55	8,86	10,22	5,90	8,35	10,65	13,20	15,90	18,67	21,53
2,90	4,10	5,23	6,49	7,82	9,18	10,58	6,00	8,49	10,83	13,42	16,17	18,99	21,90
3,00	4,24	5,42	6,71	8,09	9,49	10,95	6,10	8,63	11,01	13,65	16,44	19,30	22,26
3,10	4,38	5,60	6,94	8,36	9,81	11,31	6,20	8,77	11,19	13,87	16,71	19,62	22,63
3,20	4,53	5,78	7,16	8,63	10,13	11,68	6,30	8,91	11,37	14,09	16,98	19,94	22,99
3,30	4,67	5,96	7,38	8,89	10,44	12,04	6,40	9,05	11,55	14,32	17,25	20,25	23,36
3,40	4,81	6,14	7,61	9,16	10,76	12,41	6,50	9,19	11,73	14,54	17,52	20,57	23,72
3,50	4,95	6,32	7,83	9,43	11,08	12,77	6,60	9,34	11,91	14,77	17,79	20,89	24,09
3,60	5,09	6,50	8,05	9,70	11,39	13,14	6,70	9,48	12,09	14,99	18,06	21,20	24,45
3,70	5,23	6,68	8,28	9,97	11,71	13,50	6,80	9,62	12,27	15,21	18,33	21,52	24,82
3,80	5,37	6,86	8,50	10,24	12,03	13,87	6,90	9,76	12,45	15,44	18,60	21,84	25,18
3,90	5,52	7,04	8,72	10,51	12,34	14,23	7,00	9,90	12,64	15,66	18,87	22,15	25,55
4,00	5,66	7,22	8,95	10,78	12,66	14,60	7,10	10,04	12,82	15,88	19,14	22,47	25,91

Bild 4: Ermittlung der Böschungslänge in Abhängigkeit von Deichhöhe und Böschungsneigung (BN)
Hydraulische Verhältnisse am Deich

Die hydraulischen Verhältnisse am Deich werden wesentlich von der Bauweise des Deiches, den Untergrundverhältnissen sowie der Dauer des Hochwasserereignisses bestimmt.

Die Mehrzahl der in Sachsen-Anhalt dem Hochwasserschutz dienenden Deiche sind über Jahrhunderte mit dem zunehmenden Schutzbedürfnis der Bevölkerung in den Niederungsgebieten gewachsen. Die mehrfachen Deicherhöhungen, die auch mit einer Verbreiterung der Deiche verbunden waren, haben insgesamt zu einem inhomogenen Deichprofil geführt, das besonders bei einem länger anstehenden Hochwasser unterschiedlich stark durchfeuchtet wird.

Im Gegensatz dazu sind die in den letzten Jahren neu errichteten oder sanierten Deiche so gebaut, dass überwiegend der Deichkörper wasserseitig eine Dichtungsschicht erhält, die ein Durchfeuchten des Erdkörpers weitgehend reduziert.

Steht Hochwasser am Deich an, füllen sich im Deichkörper die Hohlräume mit Sickerwasser, das von der Wasserseite des Deiches und/oder aus dem Untergrund eintritt. Die sich dabei ausbildende Grenzlinie zwischen trockenem und durchfeuchtetem Deichbaumaterial, die zur landseitigen Böschung abfällt, wird als Sickerlinie bezeichnet.

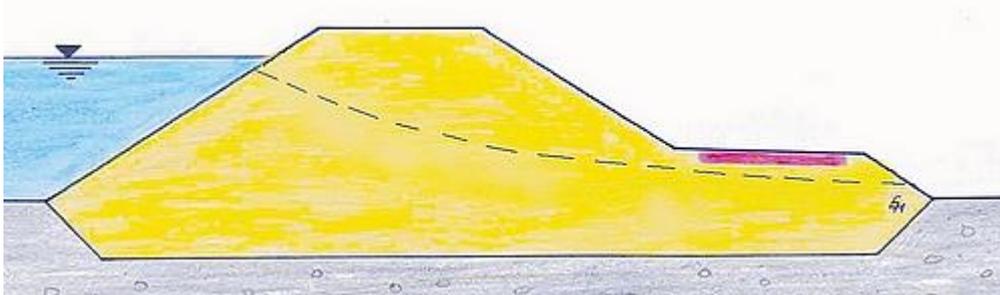


Bild 5: Ausbildung der Sickerlinie

Wenn bei länger anhaltendem Hochwasser oder aus ungeeignetem Deichbaumaterial bestehenden alten Deichen die Sickerlinie im Böschungsbereich austritt, wird die Standsicherheit der Deichböschungen erheblich gemindert.

Die Situation wird besonders kritisch, wenn die Sickerlinie sich der Grenze, die etwa bei $\frac{1}{3}$ der Deichhöhe liegt, nähert oder diese überschreitet.

Eine Gefährdung für die Standsicherheit des Deiches ist dadurch gegeben, dass der Strömungsdruck des austretenden Sickerwassers Kornbestandteile aus dem Deichkörper austragen kann, so dass sich das Gefüge des Deiches lockert und der Anteil der Hohlräume vergrößert wird. Getrübtes Sickerwasser gibt damit immer einen Hinweis darauf, dass sich diese, die Sicherheit des Deiches gefährdenden Vorgänge, im Deich vollziehen. Infolge Suffosion können in den unter der Auenlehmschicht liegenden Sanden und Kiesen Feinkornumlagerungen auftreten. Bei vorhandenen Fehlstellen in der bindigen Deckschicht entstehen Quellen, die zuerst klares Wasser, später aber auch Feinsand auswerfen (Quelltrichter). Für die Deichwachen ergibt sich damit die Aufgabe, auch den deichnahen und mittleren Polderbereich auf Quellen zu beobachten.

3. Schäden auf der Wasserseite

3.1 Schadbild 1 - Schäden auf der Wasserseite bei steigendem Wasserspiegel



Foto 2: Deich Wörlitz, April 2006

Zerstörung der Grasnarbe durch Erosion oder Treibgut

- Geotextil oder Faschinen aufbringen

Böschungsrutschung

- Geotextil oder Faschinen aufbringen

Eis

- Sonderlösungen

schnelles Handeln erforderlich

Die Zerstörung der Grasnarbe stellt eine wesentliche Schwächung der Deichstabilität dar. Ziel ist die weitere Erosion zu verhindern und gleichzeitig die Schadstelle zu sichern. Das Verlegen von Sandsäcken in der Schadstelle oder der Einsatz von Raubbäumen, unter Berücksichtigung des Arbeitsschutzes, sollte geprüft werden.

Ursache:

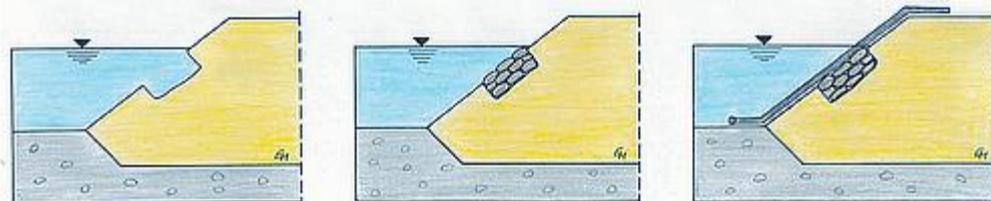
Schäden an der wasserseitigen Deichböschung (Wundstellen und Ausrisse in der Grasnarbe, Ausspülungen, Schälungen oder Ausschürfungen entstehen in der Regel durch:

- direkten Angriff der Strömung an der Böschung in Verbindung mit Treibgut, Wellenschlag oder Eisgang
- Unterspülen des Böschungsfußes infolge Auskolkung der Sohle des Gewässers bei Schardeichen oder an Altläufen

Aber auch Wühltiere und Trampelpfade führen zur Verletzung der den Deich schützenden Grasnarbe. Die so beschädigten Böschungsbereiche können schnell erodieren und zur Bildung von Kolken führen, die die Sicherheit des Deiches stark gefährden. Allerdings werden Schälungen bei sorgfältig kontrollierenden Deichwachen meist im Entstehen erkannt und bei rechtzeitigem Eingriff mit geringstem Aufwand und einfachen Mitteln beseitigt, so dass eine Ausweitung der Schadstelle zu einem Kolk verhindert werden kann.

Obwohl diese Schäden im Vergleich zu anderen Deichbereichen verhältnismäßig selten auftreten, sind sie problematisch, da sie immer Angriffspunkte für Erosionsvorgänge bilden.

Eine wesentliche Schwierigkeit besteht darin, dass Ausmaß und Art der Schäden unterhalb des Wasserspiegels schlecht erkennbar sind.



Bilder 6 bis 8: Schadensbeseitigung auf der Wasserseite

Verteidigungsmaßnahmen sind:

- die Beseitigung des an und auf der Böschung schwimmenden bzw. lagernden Treibgutes
- flächenhaftes Abdecken der Schadstelle mit Sandsäcken und Geotextil
- oder Einschwimmen von Raubbäumen

Hinweise: Im Bereich der Schadstelle soll die Belastung auf dem Deich auf ein Minimum beschränkt werden, d.h. nur notwendige Personen sollen sich dort aufhalten und das notwendigste Material sollte vor Ort sein. Das muss besonders bei ausgebildeter Sickerlinie beachtet werden.

Arbeitsschutz: Die Personen, die direkt am Wasser arbeiten, haben Rettungswesten zu tragen und sind mittels Halteleinen durch eine zweite Person zu sichern. Personen dürfen in der Böschung nicht übereinander arbeiten.

Berechnungsmodell: Schadstelle auf der Wasserseite 25 m lang, 1 m hoch und 0,3 m tief

1. Verfüllen der Schadstelle mit Sandsäcken,

Berechnung des Volumens der Schadstelle = $25,0\text{m} * 1\text{m} * 0,3\text{m} = 7,5\text{ m}^3$

Berechnung der Anzahl der Sandsäcke: $7,5\text{ m}^3 / 0,0112\text{m}^3 = (670\text{ Stück}) \rightarrow 700\text{ Sandsäcke}$

2. Verlegen von Geotextil, Überlappung 0,3 m

Geotextilbreite 3,00 m,

Berechnung der Anzahl der Bahnen = $25,0\text{ m} / (3,0 - 0,3\text{m}) = 9,25 \rightarrow 10\text{ Bahnen}$

Geotextilbreite 4,00 m,

Berechnung der Anzahl der Bahnen = $25,0\text{ m} / (4,0 - 0,3\text{m}) = 6,75 \rightarrow 7\text{ Bahnen}$

Annahme Auflagehöhe 5 m auf Deich

3 m Bahnbreite = $3\text{ m Breite} * 5\text{ m Höhe} * 10\text{ Bahnen} = 150\text{ m}^2\text{ Geotextil}$

4 m Bahnbreite = $4\text{ m Breite} * 5\text{ m Höhe} * 7\text{ Bahnen} = 140\text{ m}^2\text{ Geotextil}$

3. Bereitstellen der Sandsäcke zur Stabilisierung des Geotextils

ca. 20 Sandsäcke je Bahn, (auf zwei Linien) + eine Bahn

3 m Bahnbreite = $10\text{ Bahnen} * 2\text{ Sandsackreihen} * 20\text{ Sandsäcke} + 20\text{ Sandsäcke}$
= 420 Sandsäcke

4 m Bahnbreite = $7\text{ Bahnen} * 2\text{ Sandsackreihen} * 20\text{ Sandsäcke} + 20\text{ Sandsäcke}$
= 300 Sandsäcke

Gesamtmaterialbedarf bei einer Geotextilbreite

von 3,00 m = 1.120 Sandsäcke und 150 m² Geotextil

von 4,00 m = 1.000 Sandsäcke und 140 m² Geotextil



Foto 3: Vorbereitung der Folie



Foto 4: Folie nach dem Ausrollen

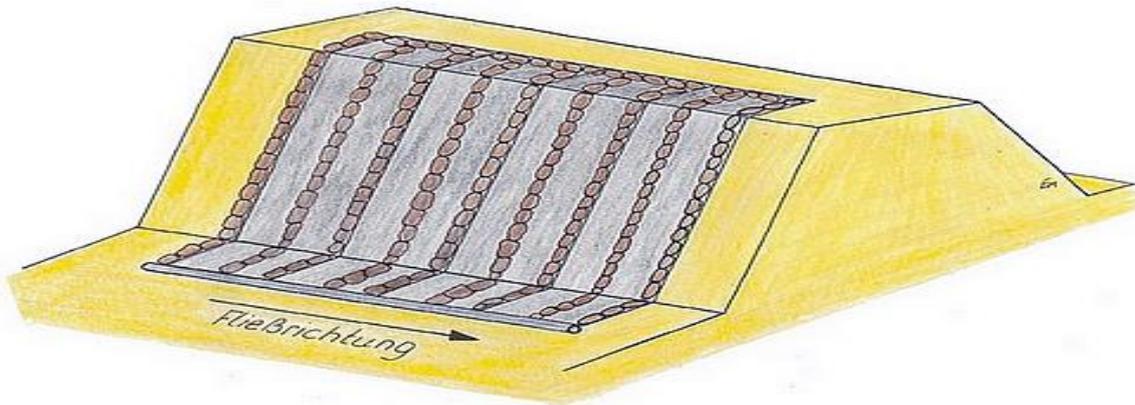


Bild 9: Skizze zur Sicherung auf der Wasserseite

Rutschungen der wasserseitigen Böschung

Eine wirkungsvolle Maßnahme gegen weitere Erosionen ist die Reduzierung der Schleppspannung des fließenden Wassers.

Dazu werden von Unterstrom nach Oberstrom möglichst feinverästelte kleine Bäume in den Kolk eingehängt und mit Seilen an Pfählen gegen Abschwimmen gesichert.

Durch die Verlegerichtung flussaufwärts werden die bereits verlegten Bäume unter Wasser gedrückt, so dass der wunde Deichbereich gegen den direkten Angriff der Strömung geschützt ist.

Die Ausführung bedarf Erfahrung beim Umgang mit diesem Material und sollte nur von erfahrenen Wasserbauern umgesetzt werden. Dabei stellt speziell die Befestigung mit Pfählen im aufgeweichten Deichkörper einen Schwachpunkt dar.

In die Einbruchsstelle geworfene Steine würden im Kolk als Kugelmühle wirken und die Gefahr für den Deich erhöhen, da sie den Kolk vergrößern.

Wichtig ist, dass soviel Material eingebaut wird, dass der Kolk voll ausgefüllt und die wunde Deichböschung völlig abgedeckt wird. Die unten dargestellte Skizze zeigt die Sicherung der Schadstelle mittels Sandsäcken z.B. durch Taucher.

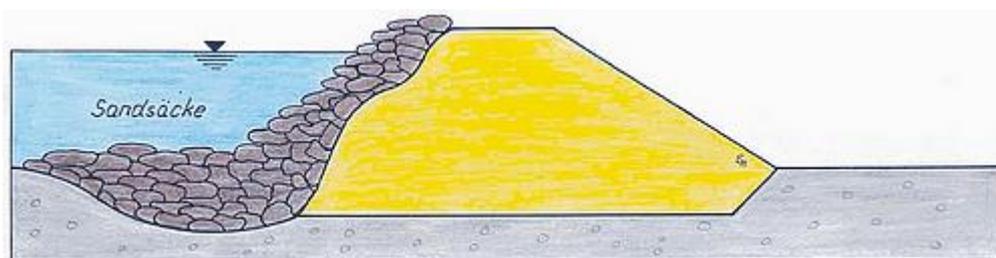


Bild 10: Sicherung der wasserseitigen Schadstelle

3.2. Schadbild 2 - Schäden auf der Wasserseite bei fallendem Wasserspiegel



Foto 5, linker Alanddeich

fallender Wasserspiegel

- Risse
- Abrisse
- >Verbau der Schadstelle

Bei schnell fallendem Wasserspiegel kentert die Sickerlinie. Dieses kann zum Abrutschen der wasserseitigen Böschung führen. Die ersten Anzeichen dafür können Sackungen, Setzungen oder Rissbildungen sein.

Ist mit einem wieder ansteigenden Wasserspiegel zu rechnen, muss umgehend die Schadstelle verbaut werden.

Rutschungen bei schnell fallenden Wasserständen können in stark durchfeuchteten bindigen Deichen, wenn die Entwässerung des Deichkörpers auf Grund des hohen Fließwiderstandes des Bodens nur langsam erfolgt, so dass sich im Deich ein Strömungsdruck aufbaut, erfolgen. Im Ergebnis kann es dann zu großflächigen Rutschungen der wasserseitigen Böschung kommen. Unter den Bedingungen eines zurückgehenden Hochwassers wird man den Verbau der Schadstelle als grundlegende Sanierung erst nach Ablauf des Hochwassers vornehmen. Sollte jedoch ein weiterer Hochwasserscheitel angekündigt sein, ist ein provisorischer Verbau umgehend zu organisieren.

Hinweise: Im Bereich der Schadstelle soll die Belastung auf dem Deich auf ein Minimum beschränkt werden, d.h. keine unnötigen Materiallagerungen und nur die notwendigen Personen sollen sich dort aufhalten.

Arbeitsschutz: Die Personen, die direkt am Wasser arbeiten haben Rettungswesten zu tragen und sind durch Halteleinen durch eine zweite Person zu sichern. Personen dürfen in der Böschung nicht übereinander arbeiten.

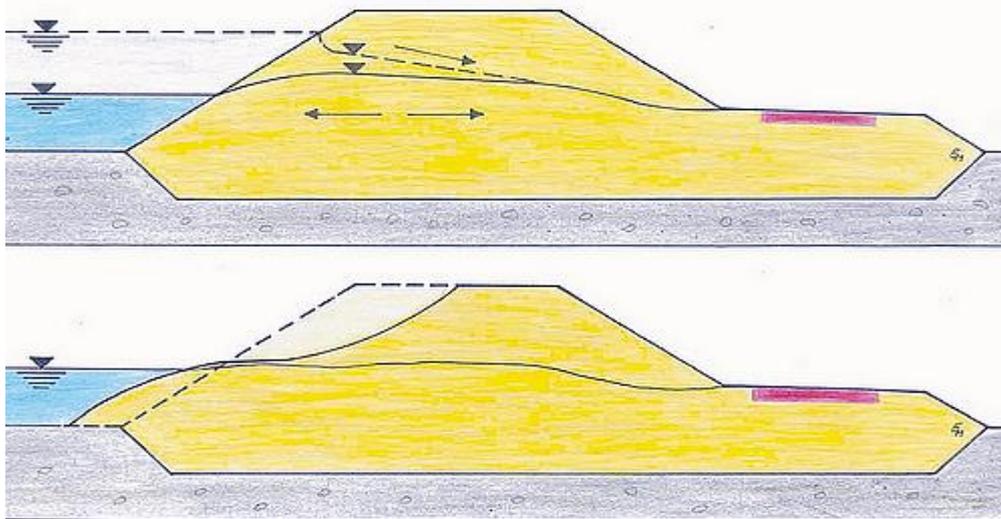


Bild 11: Umkehrung des Sickerliniengefälles

Bild 12: Böschungsrutschung bei stark fallenden Wasserständen

Berechnungsmodell: Rutschung auf 15 m Breite, 1,5 m Höhe und durchschnittlich 1 m Tiefe
Verbau der Schadstelle im reduzierten Deichprofil (oben)

$$15 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 22,5 \text{ m}^3$$

$$22,5 \text{ m}^3 / 0,011 \text{ m}^3 = 2.046 \text{ Sandsäcke} * 0,015 \text{ t} = 30,7 \text{ t Kies}$$

4. Schäden auf der Deichkrone

4.1 Schadbild 3 – steigender Wasserspiegel, Überströmungsgefahr



Foto 6: Wischedeich bei Räbel, August 2002

steigender Wasserspiegel

-> Aufkaden

schnelles Handeln

Sollte die Gefahr des Überströmens entstehen, besteht die Möglichkeit, die Deiche mit Sandsäcken oder mobilen Elementen zu erhöhen. Dafür ist ein zeitlicher Vorlauf erforderlich, der das Füllen, den Transport und den Aufbau beinhaltet.

Die erforderliche Höhe muss auf dem gesamten Deichabschnitt hergestellt werden. Die niedrigste Höhe entscheidet.

Bei der Gefahr der Überströmung muss die Evakuierung des deichgeschützten Gebietes geprüft und im Bedarfsfall realisiert werden.

Die an den Flüssen Sachsen-Anhalts gelegenen Hauptdeiche (Voll- oder Winterdeiche) sind in der Regel für ein Hochwasserereignis bemessen, das statistisch betrachtet etwa alle hundert Jahre wiederkehrt. Größere Hochwasserereignisse, die der Deich nicht kehren kann, haben eine Überströmung zur Folge. Eine weitere Ursache, die zu einer Überströmung eines Deiches führen kann, sind Eisversetzungen, die infolge behinderten Hochwasserdurchflusses nach Oberstrom zu einem schnellen Wasserstandsanstieg bis über die Deichkronenhöhe führen können.

Aber auch für Teilabschnitte von Deichen, die noch nicht auf das Bemessungshochwasser ausgebaut worden sind oder wo die Deichkrone durch Setzungserscheinungen eine zu niedrige Höhenlage aufweist, besteht Überströmungsgefahr.

Ist das Überströmen des Deiches vorauszusehen, so muss der Deich an diesen Stellen erhöht (aufgekadet) werden, da ansonsten immer durch Überströmen die Gefahr eines Deichbruches besteht.

Die Erhöhung des Deiches erfolgt in der Weise, dass an der Wasserseite der Deichkrone die Sandsäcke im Verband ohne durchlaufende senkrechte Fuge verlegt werden. Es muss darauf geachtet werden, dass Sandsäcke gleicher Größe und Materialart verwendet werden und die untergeschlagene Seite zum Wasser bzw. gegen die Fließrichtung zeigt. In Abhängigkeit von der Überströmungshöhe des Deiches sind unterschiedliche Aufkadhöhen nötig

Die Sandsäcke sollen beim Aufkaden an der Außenkante der wasserseitigen Deichkrone verbaut werden.

Der gefüllte offene Sandsack ist grundsätzlich umzuschlagen und entgegen der Strömungsrichtung des Wassers zu verlegen.

Diese Verlegeweise gilt auch für gerödelte Sandsäcke. Die Verlegeart mit dem Umschlag auf der wasserabgewandten Seite kann bei schnellfließenden Gewässern ebenfalls sinnvoll sein.

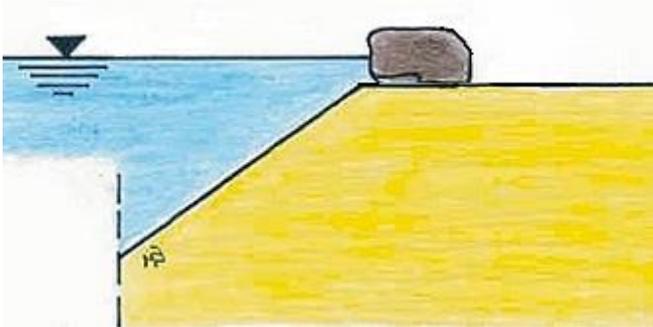


Bild 13: Verlegeart 1: Umschlagen zum Wasser

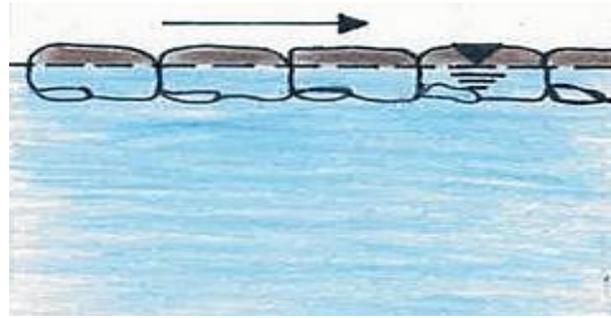


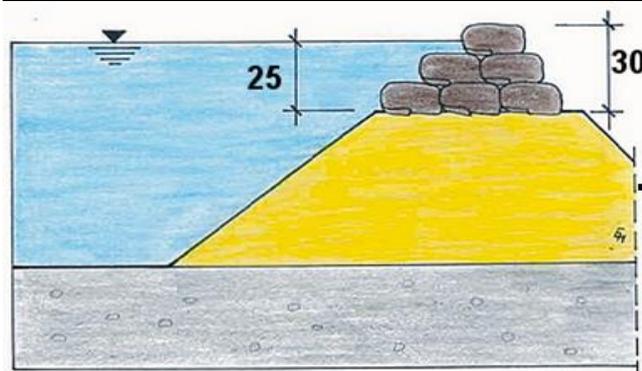
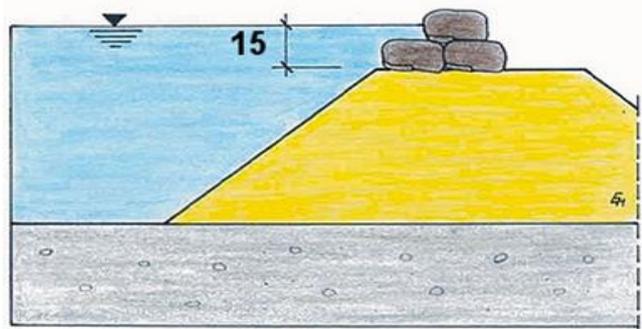
Bild 14: Verlegeart 2: Umschlagen gegen die Fließrichtung

Hinweise: Der Aufbau hat an der wasserseitigen Deichschulter zu erfolgen. Beim Einsatz von Sandsäcken sollte aufwandsbedingt die Kade nicht höher als 50 cm gebaut werden. Der Deichkörper muss die zusätzlichen Lasten sicher aufnehmen können. Auf den Einsatz von Kunststoffsäcken muss verzichtet werden.

Arbeitsschutz:

Die Personenanzahl auf und am Deich sollten auf das notwendige Maß beschränkt werden. Die Gesamtmasse auf dem Deich ist zu beachten und zu minimieren. Fluchtwege müssen bekannt sein.

Besonders wichtig ist der feste Verbund unter den Sandsäcken.



Bilder 15 u.16: Unterschiedliche Aufkadehöhen Foto 7: Aufkaden am Model, Verlegeart 1

Aufkaden um	10 cm	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm
Anzahl der Sandsäcke im Profil:	1	3	6	10	15
Verlegeart 1, Anzahl der Sandsäcke auf den laufenden Meter:	4,16	12,5	25	41,6	62,4
Verlegeart 2, Anzahl der Sandsäcke auf den laufenden Meter:	2,12	6,36	12,72	21,2	31,8

Berechnungsmodelle:

Ansteigen des Wasserspiegels um 15 cm über die Deichkrone erfordert die Aufkadelänge von 500 m

Ansteigen des Wasserspiegels um 25 cm über die Deichkrone erfordert die Aufkadelänge von 1.000 m

Variante 1: Verlegung der Sandsäcke (Umschlagen) zum Wasser (siehe Bild 15)

eine Reihe:

$500\text{m} / 0,24\text{m} = 2.083$ Sandsäcke

gesamt:

$2.083 \text{ St.} * 3 = \text{ca.} 6.250$ Sandsäcke
= 93,75 t Kies

eine Reihe:

$1.000\text{m} / 0,24\text{m} = 4.167$ Sandsäcke

gesamt:

$4.167 \text{ St.} * 6 = \text{ca.} 25.000$ Sandsäcke
= 375 t Kies

Variante 2: Verlegung der Sandsäcke gegen die Fließrichtung (siehe Bild 14)

eine Reihe:

$500\text{m} / 0,47\text{m} = 1.064$ Sandsäcke

gesamt:

$1.064 \text{ St.} * 3 = \text{ca.} 3.200$ Sandsäcke
= 48 t Kies

eine Reihe:

$1.000\text{m} / 0,47\text{m} = 2.127$ Sandsäcke

gesamt:

$2.127 \text{ St.} * 6 = \text{ca.} 12.765$ Sandsäcke
= 191,5 t Kies

Fazit: Bei kurzem und spitzem Hochwasserscheitel sollte nach der Variante 2 gebaut werden. Bei unsicherer Prognose muss immer die Variante 1 genutzt werden.

!!! ACHTUNG: möglichst keine KUNSTSTOFFSÄCKE zum Aufkaden VERWENDEN !!!

Eine alternative Bauweise stellt die Nutzung von Paletten und deren Abdichtung dar. Bei entsprechender Verfügbarkeit kann die Herstellungszeit gegenüber dem Sandsackverbau wesentlich reduziert werden. Grundsätzlich ist dabei der Austritt der Sickerlinie am landseitigen Deichfuß zu beobachten, gegebenenfalls sind dort weitere Sicherungsmaßnahmen notwendig.



Fotos 8 und 9: Aufkaden mit Paletten



Übung am Wehr Pretzien

4.2. Schadbild 4 - Schäden auf der Deichkrone bei anhaltendem Hochwasser – Grundbruchgefahr

 <p>Foto 10: Deich Goddula, Saale, 17.04.1994, nach der Überströmung, mit Rissbildung</p>	<p>anhaltendes Hochwasser</p> <ul style="list-style-type: none"> • Setzungen • Sackung • Risse <p>Auflast am Is DF schnelles Handeln</p> <p>Die ersten Anzeichen eines Böschungsbruches können sich durch Sackungen, Setzungen oder Rissbildungen (böschungsparell, böschungsdiaagonal oder quer zum Deich) im Deichkörper äußern. Ursache sind Veränderungen in der inneren Struktur des Deiches, welche durch Auswaschen von feinen Bestandteilen verursacht werden.</p>
--	---

Auf Grund von Wasseraustritten auf der Landseite mit Sedimentaustrag besteht eine große Gefahr darin, dass die Zerstörung der inneren Struktur im Deichkörper zu Setzungen führt. Die ersten Anzeichen sind Risse und flächige Absenkungen in Krone und Böschung. Diese entstehen durch das Ausspülen von feinen Teilchen aus der inneren Struktur des Deiches. Das bedeutet zwar nicht unmittelbar eine Gefahr für die Standsicherheit des Deiches, aber bei häufigen und lang anhaltenden Hochwässern akkumulieren die Deichschäden.

Im Deichkörper entstehen erst kleine Hohlräume, die mit der Zeit immer größer werden.

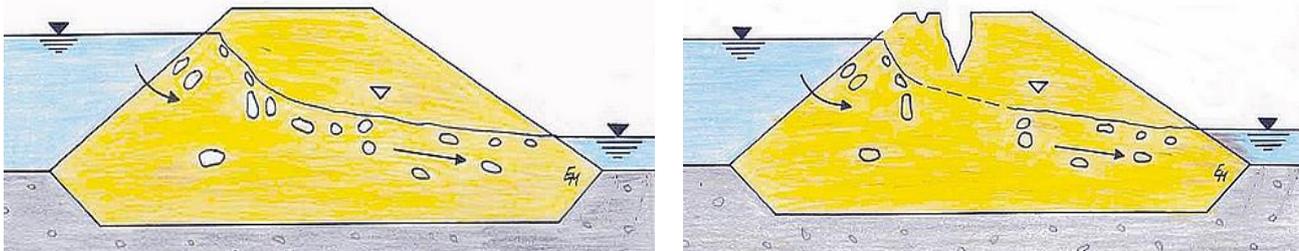
Hinweise: Die Sicherung erfolgt durch Herstellung einer massiven Auflastfläche am landseitigen Deichfuß zur Gewährleistung der Standsicherheit, wobei der Abfluss des Qualmwassers gewährleistet werden muss.

Die Art und der notwendige Umfang sind durch die Deichfachberater des LHW festzulegen.

Es sollte unverzüglich die materielle Sicherstellung und die optimale Zuwegung erkundet werden.

Arbeitsschutz:

Da die Gefahr des Versagens des Deiches existiert, muss die Personenanzahl auf und am Deich auf das notwendige Maß beschränkt werden. Fluchtwege müssen bekannt sein.



Bilder 17 und 18: Darstellung der Suffosion

Suffosion: Ursache ist das Auswaschen von Sedimenten aus dem Deichkörper. Dieses führt zu Veränderungen im Deichkörper, welche durch Risse oder Setzungen sichtbar wird. Die Sicherungsmaßnahmen sind im Schadbild 7 ausführlich beschrieben.

5. Schäden auf der Landseite

5.1 Schadbild 5 - Schäden auf der Landseite – keine Sickerlinie



Foto 11: Klarwasseraustritt

keine Sickerlinie

- klares Wasser
--> beobachten
- trübes Wasser
--> **Qualm- oder Kammkade**
schnelles Handeln

Bei punktförmigen Klarwasseraustritten besteht in der Regel kein Handlungsbedarf. Ursache können Gänge von Wühltieren, Verwerfungen in der Struktur des Untergrundes oder ehemalige Wurzelgänge sein. Bei trübem Wasseraustritt werden Substrate mit aus dem Deichkörper ausgewaschen, was zu ernststen Schäden führt. Es besteht dringender Handlungsbedarf.

Hinweise:

Die Austrittsstellen dürfen nicht abgedichtet werden. Bei Klarwasseraustritt sollte die Stelle kontinuierlich beobachtet werden. Bei trübem Wasser wird in der Regel eine Quellkade errichtet, bei mehreren Austrittsstellen wird die Kammkade gebaut.



Foto 12: trüber Wasseraustritt, mit Sedimenten



Foto 13: Wischedeich, D-km 40,5, 03.04.06

Bei der Herstellung einer Quellkade ist zu beachten:

- optimalen Radius wählen um den Sandsackbedarf zu minimieren
- von unten nach oben bauen (erst flächig und dann in die Höhe bauen)
- Umschlagen der offenen Sandsäcke zur Quelle
- jeder Sandsack ist durch kräftiges Antreten zu fixieren
- einen dichten Verbund der Sandsäcke herstellen durch Belasten mit eigenen Körpergewicht
- nicht in die Böschung bauen
- nur so hoch bauen wie nötig (bis der Wasserstand nicht mehr steigt)
- Quellbereich ist nicht zu betreten
- Vermeidung der Zerstörung der Grasnarbe beim Bau und Transport
- gegebenenfalls eine Treppe mit Sandsäcken in die Deichböschung bauen zum Schutz der Grasnarbe

Bau einer Quellkade



Foto 14: Wischedeich, D-km 40,5, 03.04.06



Foto 15: noch starker Wasseraustritt

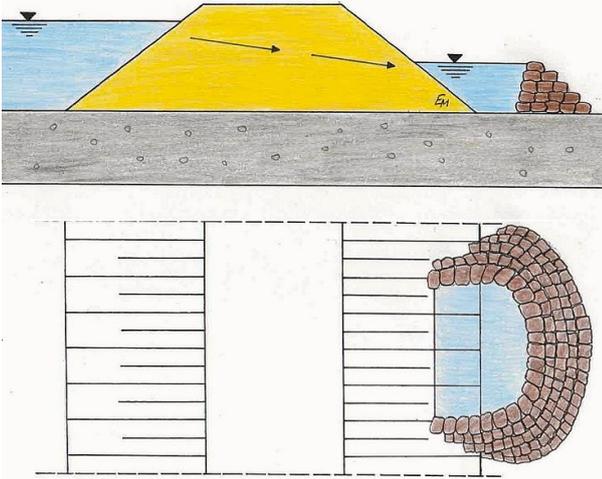


Bild 19: Prinzipskizze Quellkade



Foto 16: gesicherte Schadstelle

Berechnungsmodell Quellkade:

- Durchmesser 1 m, Höhe = 0,50 m = 130 Sandsäcke
- Durchmesser 2 m, Höhe = 0,80 m = 350 Sandsäcke
- Durchmesser 5 m, Höhe = 0,80 m = 800 Sandsäcke



Foto 17: Quellkade am Modell



Foto 18: Übung in Heyrothsberge

Bau einer Kammkade



Foto 19: Kammkade

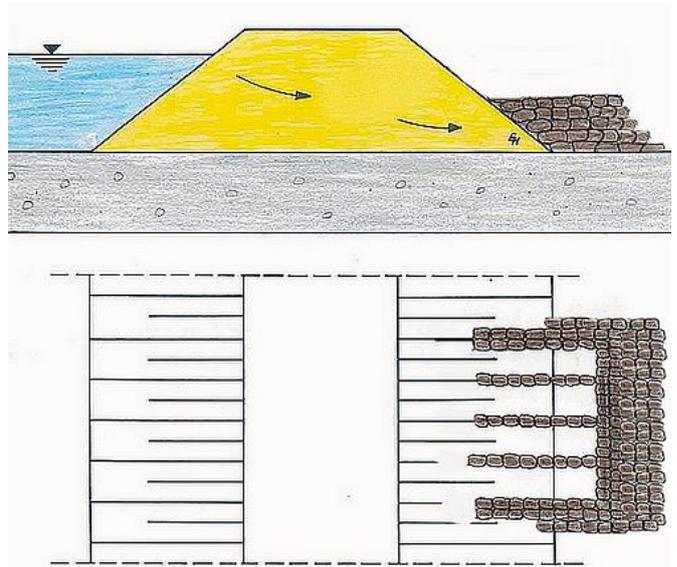


Bild 20: Prinzipskizze Kammkade

Berechnungsmodell Kammkade:

0,50 m Höhe, Zinkenabstand 1,0 m, außen jeweils einen breiteren Zinken:

auf dem lfdm 150 Sandsäcke

für 10 m 1.500 Sandsäcke

für 50 m 7.500 Sandsäcke

für 100 m 15.000 Sandsäcke



Bild 20: Kammkade am Modell



Bild 21: Kammkade am Übungsdeich in Seehausen

5.2. Schadbild 6 - Schäden auf der Landseite bei ausgebildeter Sickerlinie



Foto 22: Elbe, Wischedeich, D-km 43,4

ausgebildete Sickerlinie

- klares Wasser beobachten
--> ev. Auflast am Is DF
- trübes Wasser
--> Auflast am Is DF
--> Qualmdeich bauen
--> Dammbau im Hinterland
schnelles Handeln

Bei einer ausgebildeten Sickerlinie wird in der Regel ein linienhafter Wasseraustritt sichtbar, welche die Standsicherheit des Deiches negativ beeinflusst.

Bei klarem Wasseraustritt besteht in der Regel keine Gefahr für den Deich, wenn die Linie sich im unteren Drittel der Deichhöhe befindet.

Bei trübem Wasseraustritt ist unverzüglich ein Auflastfilter am landseitigen Deichfuß herzustellen.

Mit der Herausbildung der Sickerlinie reduziert sich die Standsicherheit des Deiches. Es können Gleitflächen entstehen, die ein plötzliches Versagen und damit einen Böschungsbruch verursachen können.

Der Austritt von trübem Sickerwasser deutet auf Materialaustrag z. B. Schluffkorn aus dem Deich bzw. aus dem Untergrund hin. Die Situation ist in solchen Fällen meistens als gefährlich einzuordnen. Das gilt ebenfalls, wenn ein Materialaustrag direkt sichtbar ist, wie Sandfraktionen oder größere Bodenteilchen, die als Schüttkegel im Quellbereich abgelagert sind. Auch hier ist in der Regel eine Deichverteidigung notwendig.

Sickerwassergefährdete Deichabschnitte sollten sorgfältig auf Veränderungen an der Oberfläche beobachtet werden, Befahren oder Begehen der Deiche und Deichfußbereiche sollte weitgehend eingeschränkt werden. Die Quellen dürfen keinesfalls mit Stöcken oder anderen Gegenständen aufgebohrt werden, da die dann auftretenden Trübungen des Sickerwassers nicht mehr eindeutig der Ursache zugeordnet werden können.

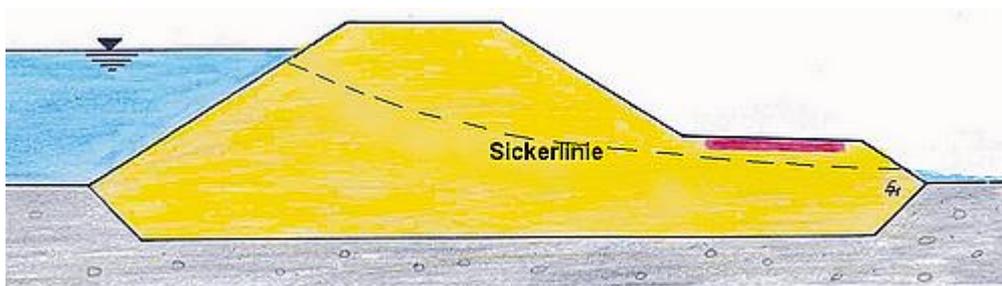


Bild 21: Herausbildung der Sickerlinie



Foto 23: linker Alanddeich bei Pollitz, August 2002

Sicherungsmaßnahme: Der Auflastfilter hat die Aufgabe, den Deichfuß zu beschweren, um damit die Standsicherheit zu erhöhen. Dabei muss der Wasserabfluss weiterhin gewährleistet sein und der Sedimentaustrag minimiert werden.

Dazu wird in Abhängigkeit des Aufbaus und der Kubatur des Deiches empfohlen, die Fußsicherung entsprechend der beigefügten Abbildung herzustellen. Als Drainagematerial können grobes Geotextil oder Faschinen eingesetzt werden. Folie darf nicht verbaut werden.

Die Art und der notwendige Umfang sind durch die Deichfachberater des LHW festzulegen.

Es sollten unverzüglich die materielle Sicherstellung und die optimale Zuwegung erkundet werden.

Arbeitsschutz: Da die Gefahr des Versagens des Deiches existiert, muss die Personenanzahl auf und am Deich auf das notwendige Maß beschränkt werden. Fluchtwege müssen bekannt sein.

Der landseitige Deichfuß ist mittels Auflast zu sichern und gleichzeitig ist das Sickerwasser aus dem Deichkörper sicher abzuleiten.



Foto 24: Auflast am Modell



Foto 25: Auflast am Übungsdeich in Seehausen

Dazu sind drei Ausführungsvarianten möglich:

Auf die Schadstelle sind Faschinen und/oder grobes Geotextil zu legen. Darauf sind Sandsäcke so zu legen, dass das Sickerwasser problemlos abfließen kann. Auf den waagerechten Teil des Deichfußes 4 Sandsäcke, in die Böschung darüber 12 Sandsäcke (drei Reihen mit je 4 Sandsäcken). Danach muss eine Reihe zum Wasserabfluss frei bleiben.

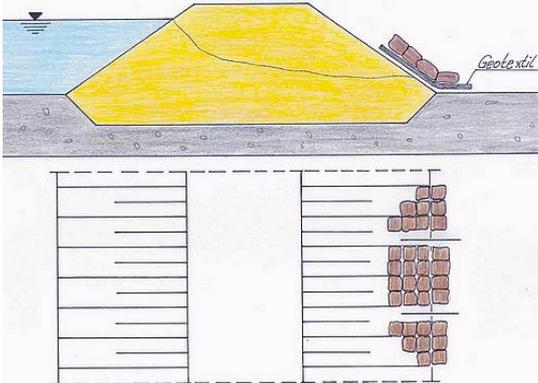


Foto 26: Auflast mit Vlies und Sandsäcken

Bild: 22: Prinzipskizze Auflast
Sandsäcke mit Kies füllen, Körnung größer 1,5mm, damit den Deichfuß und die Böschung belegen. Das Wasser kann durch die Säcke abfließen.



Foto 27: Auflast mit Kies in Sandsäcken

3. Verlegen von losem Kies, Körnung größer 1,5mm, auf Deichfuß und die Böschung

Ziel: 1 t/m



Foto 28: Auflast mit losen Kies

Berechnungsmodell:

Auf 1,20 m Breite werden 16 Sandsäcke und Geotextil benötigt.

16 Sandsäcke * 0,1128m² = 1,8 m² je lfd m 13,3 Sandsäcke = 200 kg = 0,14 m³

Auflastfilter auf 50 m Breite:

50 m / 1,20 m x 16 Sandsäcke = 667 Sandsäcke und 50 m Geotextil (2 m Breite)

Auflastfilter auf 100 m:

100 m / 1,20 m x 16 Sandsäcke = 1.334 Sandsäcke und 100 m Geotextil (2 m Breite)

5.3. Schadbild 7 - Schäden auf der Landseite - Grundbruchgefahr



Foto 29: Wörlitzer Deich, August 2002

anhaltendes Hochwasser

- Sackung
- Setzungen
- Risse
- Rutschungen

--> Auflast am **ls DF**
Gefahr in Verzug

Die ersten Anzeichen eines Grundbruches können sich durch Sackungen, Setzungen oder Rissbildungen in der Deichkrone äußern. Ursache sind Veränderungen in der inneren Struktur des Deiches, welche durch Auswaschen von feinen Bestandteilen verursacht werden. **Eine Rutschung auf der landseitigen Böschung erhöht die Böschungsrutschungsgefahr sehr stark, daher ist schnelles Handeln notwendig.**

Hinweise:

Die Sicherung erfolgt durch Aufbringen einer zusätzlichen Auflast am landseitigen Deichfuß. Die Art und der notwendige Umfang sind durch Fachkräfte (Deichfachberater des LHW) festzulegen. Es sollte unverzüglich die materielle Sicherstellung und die optimale Zuwegung erkundet werden. Grundlage dafür bildet die Deichdokumentation des LHW.

WICHTIG:

Da die Gefahr des Versagens des Deiches existiert, muss die Personenanzahl auf und am Deich auf das notwendige Maß beschränkt werden. Fluchtwege müssen bekannt sein. Durch den Stab außergewöhnliche Ereignisse bzw. den Katastrophenstab muss in Erwägung gezogen werden, dass das von einem möglichen Deichbruch betroffene Gebiet vor einem Deichbruch evakuiert wird!

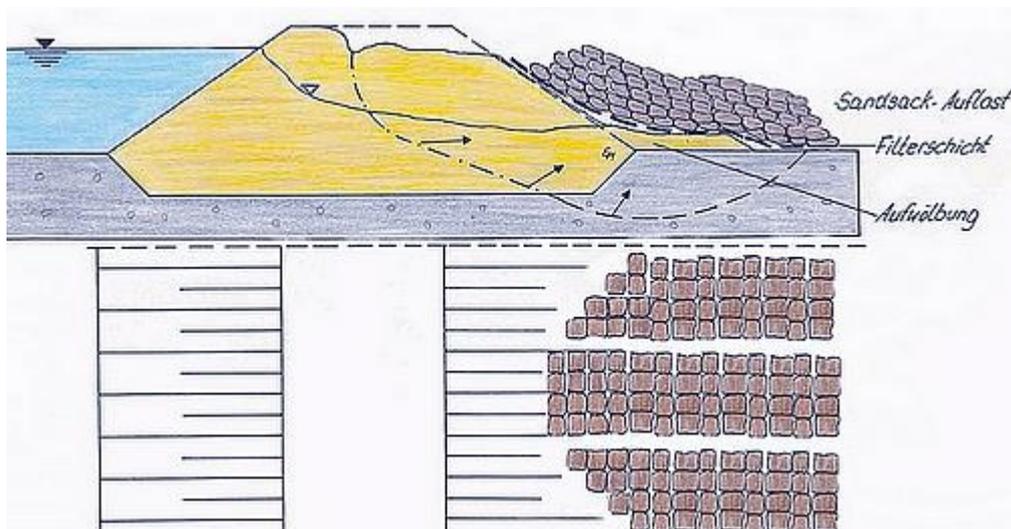


Bild 23: Prinzipskizze

Ursache der landseitigen Böschungsrutschung ist als Folge eines lang anhaltenden Hochwassers die Durchfeuchtung des Deichkörpers, seines Gründungsbereiches sowie des angrenzenden Geländes. Im Ergebnis kann es zu Rutschungen am Deich kommen. Anzeichen für eine Gefahr für den Deich sind Längsrisse im landseitigen Böschungsbereich, die bis zur Deichkrone gehen können, und Verfor-

mungen des Geländes im Deichfußbereich. Die einzig mögliche Abwehrmaßnahme ist die Schaffung eines ausreichenden Gegendruckes im landseitigen Böschungsfußbereich, auf dem angrenzenden Gelände und auf der Böschung in Form einer Auflast. In Abhängigkeit von den örtlichen Verhältnissen, den Transportmöglichkeiten und den verfügbaren Materialien kann die Beschwerung durch Sand, Kies, Sandsäcke oder Betonelemente erfolgen.

Wichtig ist, dass das Sickerwasser durch den Verbau nicht in seinem Ablauf behindert wird.

Deshalb ist es notwendig, den gefährdeten Bereich zunächst mit Geotextil oder Faschinen abzudecken. Während der Deichverteidigungsmaßnahme ist der Deich und sein Umfeld ständig unter Beobachtung zu halten, um bei einem sich abzeichnenden Grundbruch alle Einsatzkräfte rechtzeitig aus dem Gefahrenbereich abziehen zu können.

Für die Bemessung der Sicherungsmaßnahme wird die fünffache Menge an Sandsäcken des Schadbildes 6 veranschlagt. Diese sind in Abhängigkeit des Schadens und der Kubatur des Deiches anzupassen.



Foto 30: Wörlitzer Deich, August 02



Foto 31: Übungsdeich in Seehausen

Berechnungsmodell:

Auf 1,20 m Breite werden 80 Sandsäcke und Geotextil benötigt.

Sandsackauflast auf 50 m Breite:

$$50 \text{ m} / 1,20 \text{ m} * 80 \text{ Sandsäcke} = 3333 \text{ Sandsäcke und } 50 \text{ m Geotextil (4 m Breite)}$$

Berechnungsmodell: Rutschung auf 75 m Breite und 2 m Höhe, Böschungshöhe 5 m

Geotextilbedarf bei 3 m Rollenbreite:

$$75 \text{ m} / 2,70 \text{ m} = 28 \text{ Bahnen a } 4 \text{ m (Länge der Bahn)} = 108 \text{ lfdm} * 3,0 \text{ (Bahnbreite)} = 324 \text{ m}^2$$

Sandsackbedarf (Minimum):

Minimalbedarf: auf die gesamte Fläche 5 Sandsäcke übereinander,

Vernachlässigung der freien Bereiche zum Wasserabfluss,

$$75 \text{ m} / 1,20 \text{ m} * 80 \text{ Sandsäcke} = 5.000 \text{ Sandsäcke}$$



Bild 32: linker Alanddeich bei Pollitz, August 2002

Foto 33: Wischedeich bei Räbel, August 2002



Foto 34: Fußsicherung am Modell



Foto 35: massive landseitige Sicherung

6. Schäden im Deichhinterland

6.1. Schadbild 8 - Schäden im Deichhinterland – punktförmige Quellen



Foto: 36: Schadstelle im Deichhinterland, Blick von der Deichkrone

punktförmige Quellen

--> **Qualmkade**
schnelles Handeln

Bei punktförmigen Wasseraustritten besteht in der Regel Handlungsbedarf.

Ursache ist Sickerwasser, das den deichnahen Untergrund aufweicht und unter Druck austritt.

Hinweise: Die Austrittsstellen dürfen nicht abgedichtet werden.

Bei kleinen Quellen kann die Stelle mit einem eingesteckten Rohr gesichert und mit Sandsäcken das Rohr stabilisiert werden. Im Rohr bildet sich der erforderliche Gegendruck aus.

Alternativ dazu ist eine Qualmkade zu errichten.

Dabei ist zu beachten:

- optimalen Radius wählen, um den Sandsackbedarf zu minimieren
- von unten nach oben bauen (erst flächig und dann in die Höhe bauen)
- jeder Sandsack dicht und fest in Verbund legen und antreten
- nur so hoch bauen wie nötig (bis der Wasserstand nicht mehr steigt)

Zuwegung: Sollte die Zuwegung zur Quelle nicht möglich sein, kann eine Trasse mit Sandsäcken oder anderen Materialien (z.B. Paletten) gelegt werden.

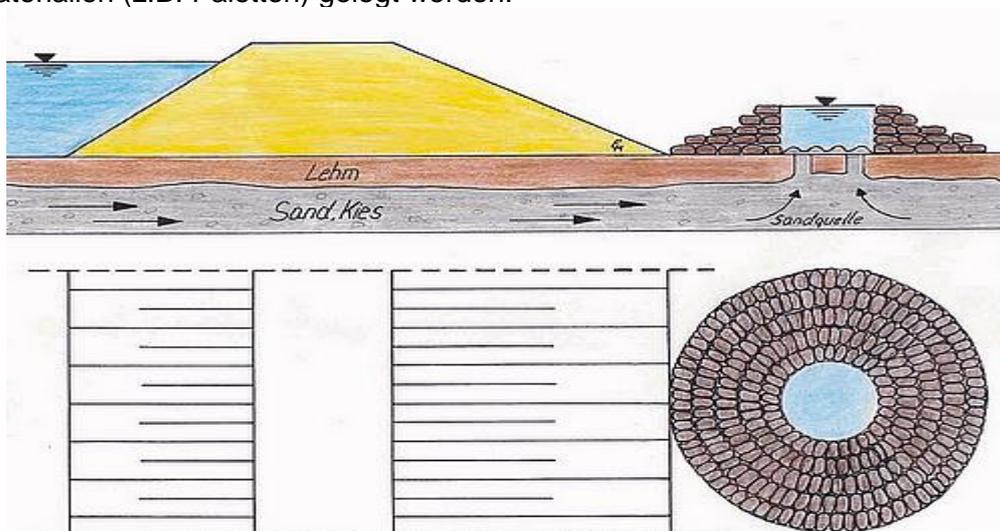


Bild 24: Prinzipskizze

Materialbedarf

Durchmesser 1 m Höhe = 0,50 m
Durchmesser 2 m Höhe = 0,80 m
Durchmesser 5 m Höhe = 0,80 m

Richtwerte

220 Sandsäcke
650 Sandsäcke
1.500 Sandsäcke

6.2 Schadbild 9 - Schäden durch Aufweichen im Deichhinterland



Foto: 37: Aufstau der Vorflut

Aufweichung Hinterland

- > Auflast am Is DF
 - > Qualmdeich bauen
 - > Dammbau im Hinterland
- schnelles Handeln**

Mit dem Aufweichen des Deichhinterlandes entstehen Flächen, die ein plötzliches Versagen, also einen hydraulischen Grundbruch, verursachen können.

Hinweise:

Im Verlauf eines Hochwassers kann es auch am Deich sowie in einiger Entfernung vom Deich infolge Überdrucks des Wassers zu Aufbrüchen der Deckschicht und Quellen kommen. Diese Wasserströmung erfolgt durch den Boden flächig als Sickerströmung oder durch Gänge und Risse. Falls das strömende Wasser die Körner der unter der Deckschicht lagernden wasserführenden Schicht mit sich reißt, kommt es zur Bildung von Sandquellen. Diese Sandquellen gefährden die Standsicherheit des Deiches, weil sie von ihrem Entstehungsort aus rück schreitend Sand bis unter die Deichaufstandsfläche abtransportieren und damit Hohlräume entstehen. Sandquellen müssen bei ihrer Entdeckung umgehend gesichert werden. Die Sicherung dieser Schadstelle erfolgt durch den Bau einer Quellkade.

Bei großflächigen Sickerwasseraustritten auf der Landseite muss an Hand der Topografie geprüft werden, ob mit Hilfe eines Notdeiches aus Sandsäcken größere Flächen angestaut werden können, die die Funktion eines Qualmpolders erfüllen.

Qualmdeiche haben die gleiche Wirkung wie Quellkaden, sie verhindern das Abfließen des Sickerwassers in das Grabensystem, so dass mit dem Anstau des Sickerwassers im Qualmpolder ein Gegenruck gegen das durchsickernde Wasser aufgebaut wird. Qualmdeiche tragen wesentlich zur Verbesserung der Standsicherheit des Hauptdeiches bei und sind, sofern vorhanden, damit Bestandteil der Hochwasserschutzanlagen.

Unter Ausnutzung der Topografie gibt es unter Umständen auch die Möglichkeit, dass an geeigneten Stellen mit geringerem Aufwand Qualmdeiche hergestellt werden oder die Vorflut mit einem Dammbau angestaut wird. Ziel ist eine Wasserstandserhöhung, um mit dem Gewicht des aufgestauten Wassers eine zusätzliche Auflast am Deichfuß und im Deichhinterland zu erreichen.

Einen beginnenden Grundbruch erkennt man an dem zunehmend schwimmenden Zustand des Deichkörpers oder der Zunahme des Wasseraustrittes im Deichhinterland.

Arbeitsschutz:

Bei Erkennen der akuten Gefahr eines Grundbruches sind die handelnden Personen unverzüglich aus dem betroffenen Bereich zu evakuieren.

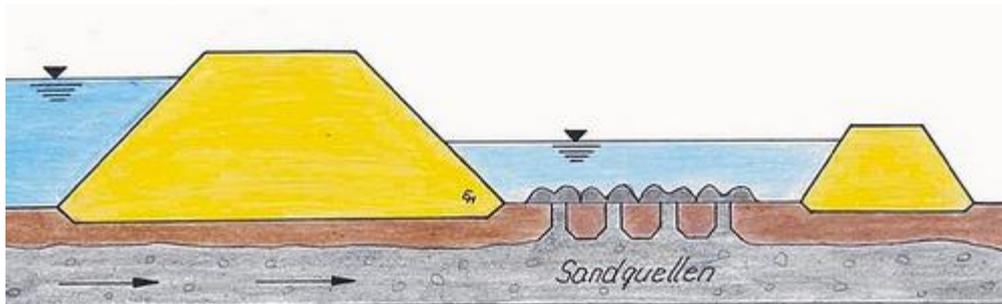


Bild 25: Funktion eines Qualmdeiches

7. Deichbreschen

Unter dem Begriff Deichbreschen versteht man die nach einem Deichbruch in sehr unterschiedlicher Bruchform zurückbleibenden Deichlücken. Deichbrüche können sehr unterschiedliche Ursachen haben, die jedoch immer eine Folge von Überbelastungen des entsprechenden Deichquerschnittes sind. Es gibt aber auch Situationen, wo die bewusste Zerstörung eines Deiches durch eine Schlitzung vorgenommen wird.

Deichschlitzung

Gründe für eine Deichschlitzung können sein:

- die Entlastung eines gefährdeten Deiches, dessen Polder durch seine Größe oder dichte Besiedlung eine höhere Schutzwürdigkeit aufweist, als der Polder des zu schlitzenden Deiches
- Öffnung von Flutungspoldern zur Entlastung des hochwasserführenden Wasserlaufes bzw. seiner Hauptdeiche.
- Rückleitung des in einen Polder durch Deichbruch eingeflossenen Wassers in den Hochwasser führenden Wasserlauf an einem günstigen Punkt (Geländetiefpunkt).



Foto:38, linker Muldedeich östlich Bitterfeld, bei Friedersdorf, Schlitzung des Deiches, damit das Wasser in der Goitzsche zur Mulde abfließen kann, August 2002

Die Schlitzung soll an Deichstrecken erfolgen, wo der Deich auf Grund hohen Geländes eine geringe Höhe aufweist und sie sollte am oberstromseitigen Beginn des Polders liegen, damit das natürliche Geländegefälle im Polder zu einer schnellen Entlastung genutzt werden kann. Die Schlitzung erfolgt möglichst durch Einsatz von Technik, wobei die Befahrbarkeit der Krone gegeben sein muss, um auch unter Hochwasserbedingungen eine sichere Zu- und Abfahrt zur vorgesehenen Deichöffnungsstelle zu gewährleisten.

Deichbrüche

In den vorherigen Punkten wurden Möglichkeiten für die Verhinderung von Deichbrüchen dargestellt. Ist ein Deichbruch nicht zu verhindern, so ist die deichgeschützte Fläche zu evakuieren und die Deichverteidigungskräfte sind rechtzeitig von der Schadstelle zurückzuziehen.

Die Größe des Deichbruches ist im Voraus schwer einschätzbar. Es gibt sehr unterschiedliche Erscheinungsbilder des Bruches und man unterscheidet zwischen einfachem Deichbruch, Kappenbruch und Strombruch.

Ein Kappensturz liegt vor, wenn nur die Krone des Deiches fortgerissen ist. Diese Beschädigung kann eintreten bei kurzem Überfluten des Deiches oder wenn ein Wühltiergang im Deichkronenbereich von einer Böschung zur anderen führt. Durch sofortigen Verbau der Durchflussstelle mit Sandsäcken kann eine Ausweitung der Schadstelle verhindert werden.

Foto 39: Erosionsschäden durch Überströmen des Teilschutzdeiches Onkel-Toms-Hütte-Deich, Elbe, 14. April 2006, 09:22:24,



Beim einfachen Deichbruch wird der ganze Deichkörper fortgerissen, aber der Untergrund bleibt unverletzt. Dieser Bruch tritt bei schlechter Beschaffenheit des Deichmaterials aber bei gutem Untergrund ein, so dass die Bruchstelle nur bis zur Gründungssohle reicht.

Ein Strombruch liegt vor, wenn die starke Strömung sowohl den Deich als auch das schmale Vorland wegrißt und sich eine zweite Abflussrinne ausbildet.

Beim Grundbruch unterscheidet man:

- **Hydraulischer Erosionsgrundbruch**
Er entsteht durch die Strömungskraft und Auftrieb des Grundwassers. Zum Bruch des Deiches kommt es, wenn der Druck des Wassers größer ist als die Auflast des Deiches am landseitigen Deichfußbereich.
- **Statischer Grundbruch**
Ursache des statischen Grundbruches ist das plötzliche Versagen des Untergrundes. Dabei kann der Baugrund die Auflast des Deiches nicht mehr tragen, so dass der Deich zusammenbrechen bzw. wegrutschen kann.
- **Suffosionsgrundbruch**
Ursache ist das Auswaschen von Sedimenten aus dem Deichkörper.

An den Anschlussstellen von Deichbauwerken können ebenfalls Brüche auftreten. Die Kontaktfläche zwischen dem geschütteten Erddamm und den in der Regel glatten Anschlussflächen von gemauerten und betonierte Deichbauwerken wie Siele, Schöpfwerke und Deichscharten stellt eine potentielle Gefahrenstelle dar. Durch unterschiedliche Setzungsmaße von Erddamm und Massivbauwerk kann der innige Verbund an der Kontaktfläche unterbrochen werden und es entsteht bei anstehendem Hochwasser eine Sickerfläche, an der Bodenbestandteile ausgetragen und im ungünstigsten Fall zu einem Deichbruch führen kann.

Maßnahmen zum Schließen der Deichbreschen

Deichbreschen werden bei noch anstehendem Hochwasser mit großer Geschwindigkeit durchflossen, so dass die Bruchränder weiter abbrechen können und damit für die Einsatzkräfte eine akute Gefährdung besteht. Es ist also notwendig, die Kräfte von der unmittelbaren Bruchstelle abzuziehen. Die starke Strömung verursacht eine hohe Schleppspannung und eine starke Tiefenerosion. Erst nach gefallenem Wasserständen wird man erfolgreich die Deichbruchstelle sichern können. Erfolgchancen zur Schließung sind erst gegeben, wenn keine Wasserspiegeldifferenzen vorhanden sind und die Tiefe der Bresche bekannt und schließbar ist. Da die hierzu erforderlichen Sicherungsmaßnahmen nicht Aufgabe der Wasserwehren sind, wird hier darauf nicht weiter eingegangen.

Platz für persönliche Eintragungen