

Flussdeiche – Deichverteidigung im Hochwasserfall

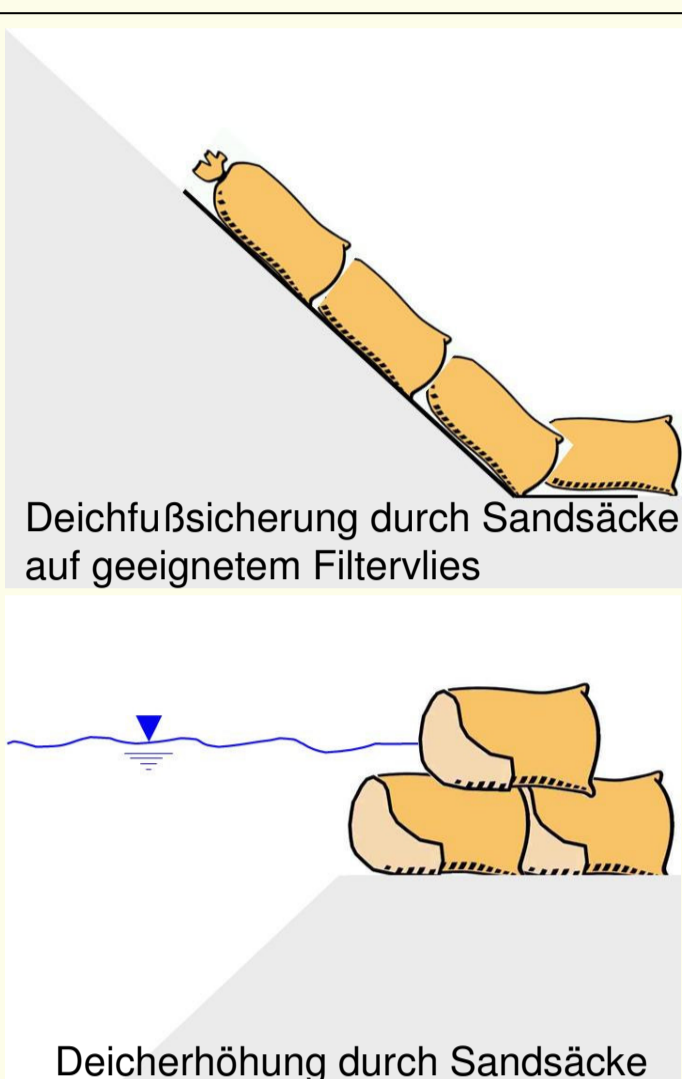
Grundsätze der Deichverteidigung

Die **Einsatzleitung** hat das „Handeln“ zu koordinieren. Die Beurteilung der Schadensstellen ist möglichst durch **Fachleute** durchzuführen. Jedes unbefugte Befahren und Betreten der Deiche ist zu unterbinden. Schaulustige sind von der Gefahrenstelle fern zu halten. Die vorgehaltenen Materialien und festgelegten Lagerplätze müssen aktiviert werden.

An einer Schadensstelle sollten mindestens **2 Hilfskräfte** arbeiten. Eine entsprechende **Schutzausrüstung** muss mitgeführt werden. Insbesondere bei Arbeiten im Wasser und im Bereich von steilen oder vereisten Böschungen sind Schutzvorkehrungen (Anseile, Schwimmwesten) zu treffen. Ein sorgsames und bedachtes Handeln ist erforderlich.

Bei der Deichverteidigung ist darauf zu achten, dass die Deiche nicht zusätzlich durch Erschütterungen und Befahren belastet werden. Verletzungen der Böschungsgrasnarbe sind zu vermeiden.

Der **Sandsack** ist weiterhin das wichtigste Deichverteidigungsmittel. Der Sandsack darf nur zu 2/3 mit Sand gefüllt werden, damit er sich beim Verlegen an die Unebenheiten anschmiegt und auf der Böschung nicht wegröllt. Das Füllmaterial muss trocken und frostfrei sein.



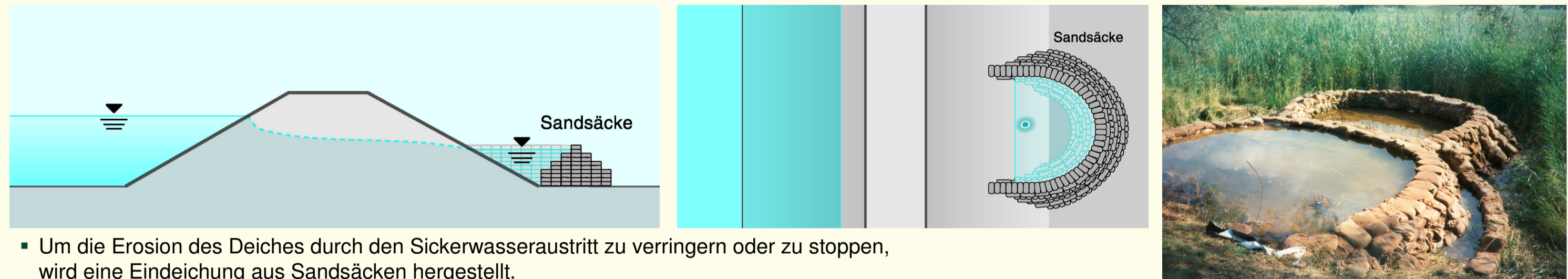
Sandsäcke werden gereicht und nicht geworfen. Das Bilden einer Kette zum Weiterreichen hat sich generell bewährt. Bildet man eine Sandsackkette, stehen zwei benachbarte Helfer immer 180° gedreht (Gesicht zu Gesicht) zueinander.



Eindeichung punktueller Wasseraustritte aus der Böschung

Problem: Es tritt lokal verstärkt Sickerwasser im unteren Bereich der luftseitigen Böschung aus.

Eindeichung aus Sandsäcken



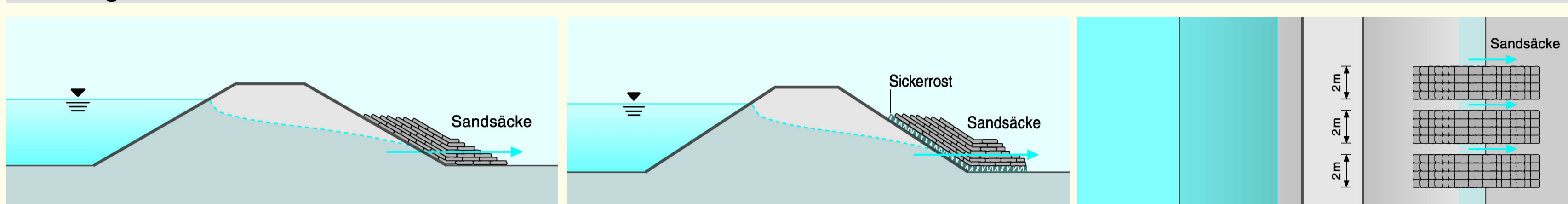
- Um die Erosion des Deiches durch den Sickerwasseraustritt zu verringern oder zu stoppen, wird eine Eindeichung aus Sandsäcken hergestellt.
- Die Austrittsstelle wird damit gefasst, so dass sich das austretende Wasser aufstaut und einen Gegendruck aufbaut.
- Es ist darauf zu achten, dass der größere Teil der Eindeichung vor dem Deichfuß aufgeschichtet wird und somit einem Grundbruch vorgebeugt wird.
- Die Eindeichung ist so hoch zu führen, bis das Nachströmen von trübem Sickerwasser aufgehört. Dabei ist auf eine ausreichende Stabilität der Eindeichung zu achten (pyramidenförmiger Querschnitt).

Achtung! Durch den Gegendruck steigt die Sickerlinie im Deich an. Es ist genau zu beobachten, ob sich weitere Sickerwasseraustrittsstellen in den benachbarten Bereichen der Böschung einstellen. Gegebenenfalls sind diese durch landseitige Stützung zu sichern.

Stützung des Deiches von der Landseite aus

- Problem:**
- Die luftseitige Deichböschung ist zu steil.
 - Die Deichkrone ist zu schmal.
 - Es erfolgt eine Deichdurchsickerung mit Materialaustrag.
 - Die Deichkrone hat sich gesetzt.
 - Die Sickerlinie im Deich ist hoch.
 - Rutschungen an der luftseitigen Böschung sind erfolgt.

Stützung mit Sandsäcken

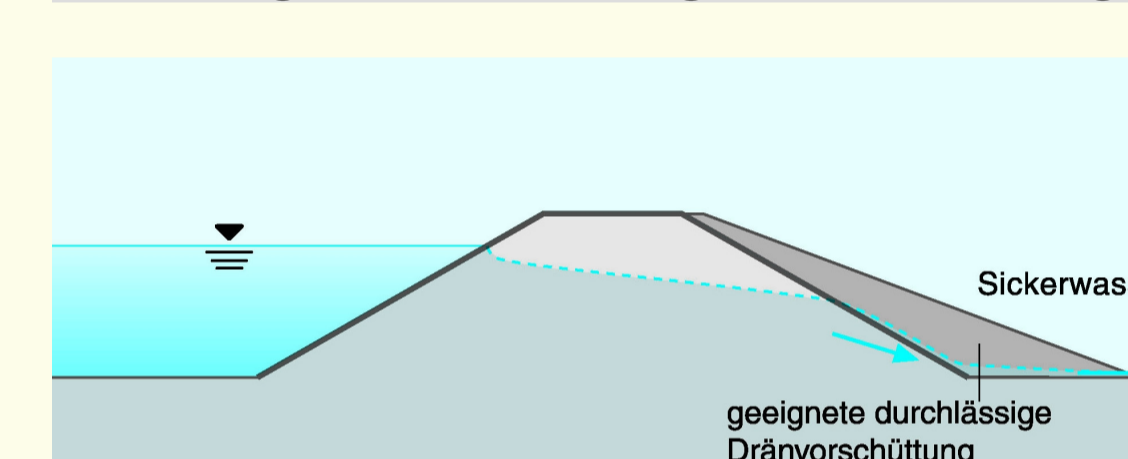


- Aufgrund des hohen Bedarfs von Sandsäcken eignet sich diese Sicherungsmethode besser für lokal begrenzte Einsatzbereiche.
- Zunächst ist ein Sickerrost auszubilden. Der Sickerrost soll am Deichfuß beginnend auf die Böschung gelegt werden, um die Ableitung des Sickerwassers sicherzustellen.
- Als Sickerrost bieten sich folgende Materialien an: Gekreuzte Stangen, Buschwerk (z. B. Faschinen), spezielle Filter- bzw. Dränmatten (Aufsicht und Freigabe durch Fachleute).
- Den Aufbau der Sandsackauflast von unten nach oben durchführen, beginnend vor dem Deichfuß.
- Wenn kein Material für die Ausbildung eines Sickerrosts zur Verfügung steht, muss der Auflastkörper in Deichlängsrichtung regelmäßig unterbrochen werden.



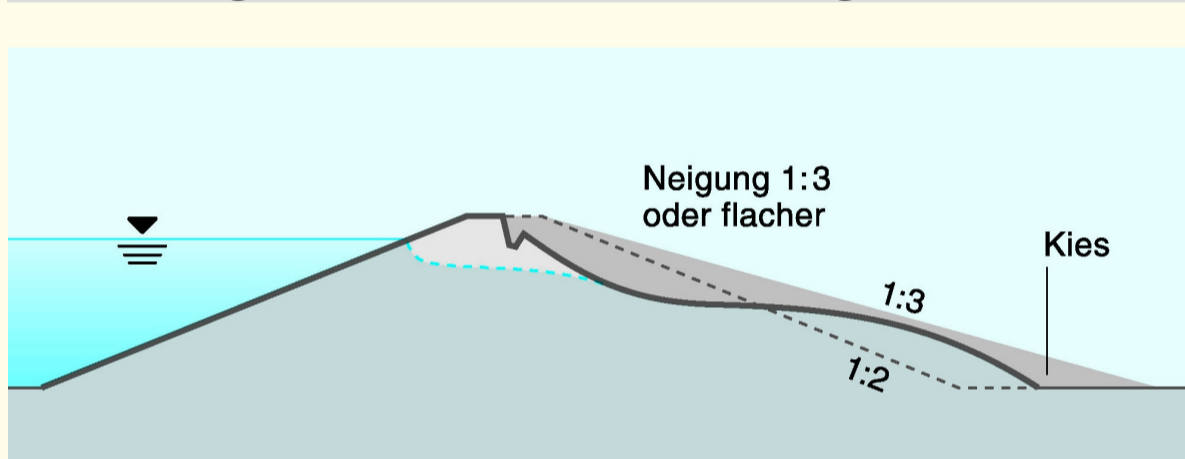
Bei längeren Deichabschnitten können Sandsack-Querriegel als Sofortmaßnahme in größeren Abständen errichtet werden. Sobald wie möglich wird dann zwischen den Riegeln eine durchlässige Vorschüttung ergänzt (Bilder: Deichverteidigung an der Oder).

Stützung mit durchlässiger Vorschüttung



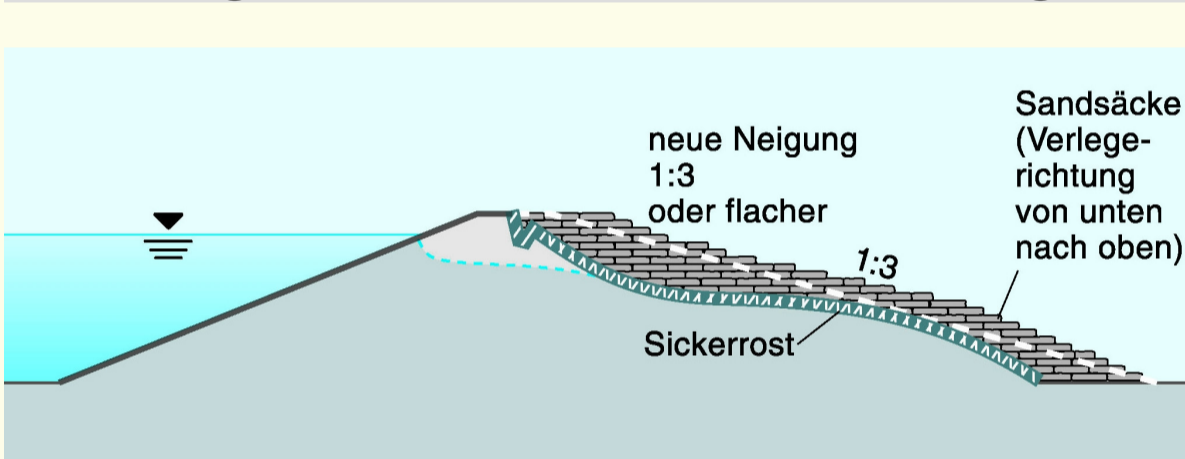
- Die Stützung mit durchlässiger Vorschüttung eignet sich für größere Deichabschnitte, wenn ausreichend Material und entsprechende Geräte für Transport und Einbau vorhanden sind.
- Der Aufbau der Anschüttung muss den Abfluss des Sickerwassers gewährleisten.
- Die Dränvorschüttung ist filterwirksam auszuführen, ggf. abgestuft.
- Die Schüttung muss luftseitig des Deichfußes beginnen, um die Sicherheit gegen Grundbruch zu verbessern (Aufbau von unten nach oben).
- Bei Einsatz von großem Gerät sollte vor Kopf geschüttet werden, wenn der Untergrund nicht tragfähig ist.

Stützung mit Kies bei Rutschung



- Achtung!**
- Folien dürfen landseitig auf keinen Fall eingesetzt werden, da diese einen Anstieg der Sickerlinie bewirken und den Deich schwächen!
 - Geotextilien (z. B. Vliese) dürfen nur bei Freigabe durch Fachleute eingesetzt werden. Wenn sich Feinteile aus dem Deich in den Vliesen festsetzen, wirken die Vliese wie Folien!
 - Die Belastung der Böschung vor Stützung des Deichfußes ist zu vermeiden.
 - Der Einbau von Kies darf nicht mit dynamischer Verdichtung erfolgen, da die Schwingungen den wassergesättigten Untergrund und den Deich destabilisieren können.

Stützung mit Sandsäcken bei Rutschung



Stützung mit Sandsäcken auf speziellem Geotextil



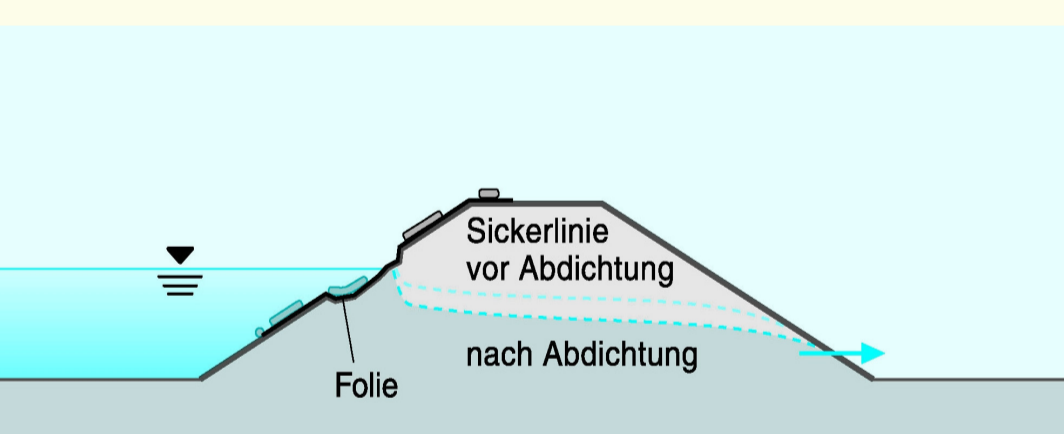
Deichfußsicherung mit Faschinen und Sandsäcken



Abdichten und Sichern von lokalen Wassereintrittsstellen und wasserseitigen Böschungsrutschungen

- Problem:**
- Die wasserseitige Böschung ist lokal beschädigt oder auf größerer Länge abgerutscht.
 - Die Sickerwasseraustritte auf der luftseitigen Böschung haben sich erhöht.
 - Durch Strömungsangriff kann die Schadensstelle vergrößert werden.

Lokale Abdichtung mit Folie (Lecksegel)



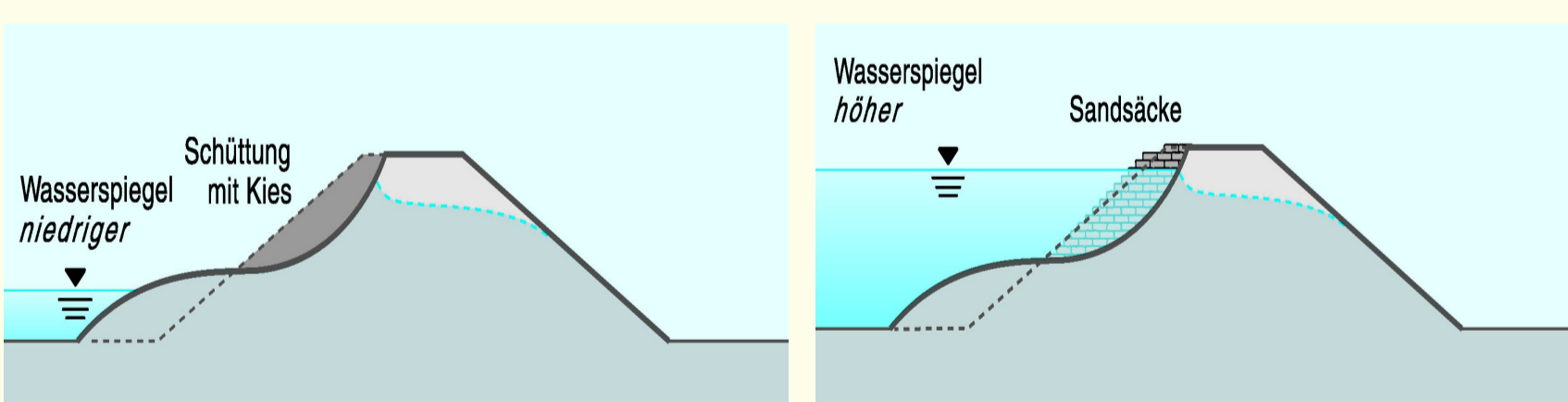
- Zur Sicherung gegen weitere Beschädigung der Schadensstelle kann diese mit Buschwerk z. B. Faschinen, Jutebahnen oder Geotextilien abgedeckt und mit Sandsäcken beschwert werden.
- Eine örtlich begrenzte Schadensstelle kann mit Folien (Lecksegel) abgedichtet werden.
- Hierzu wird die Folie zunächst mit dem Ende an ein Stahlrohr oder eine Eisenstange befestigt und aufgerollt. Das freie Ende wird auf die Böschung gelegt und mit Sandsäcken beschwert.
- Die Folie kann auch durch Einschlagen von Holzpfählen auf der Deichkrone fixiert werden, sofern dies dem Deich nicht schadet. Anschließend wird die Folie auf der Böschung abgerollt und die Seiten auch unter Wasser mit Sandsäcken oder ähnlichem Ballast beschwert. Je stärker die Strömung, desto schwieriger ist das Einbringen einer Folie.
- Sofern die Strömung eine Folienabdichtung nicht zulässt, können schlaff gefüllte Sandsäcke aufgelegt oder eingeworfen werden, bis die ursprüngliche Deichgeometrie wiederhergestellt ist.

Hinweis: An bekannten Schwachstellen sollten die Folien bereits im Trockenem, also vor dem Hochwasser angebracht werden.

Achtung!

- Für den Fall, dass die Wassereintrittsstelle nicht geortet werden kann, führt auch das Abdichten mit Folien auf der wasserseitigen Böschung von längeren Deichabschnitten nicht zu dem gewünschten Erfolg. Auch in Modellversuchen im Maßstab 1:1 unter idealen Einbaubedingungen konnte keine Verringerung der Durchsickerung erzielt werden [Brauns et al. 2003].
- Das Einwerfen von Sandsäcken auf die wasserseitige, gesättigte Böschung sollte aus möglichst niedriger Höhe erfolgen, um Erschütterungen gering zu halten.

Auffüllen von wasserseitigen Rutschungen



- Personal, welches im direkten Bereich der wasserseitigen Böschung und der Deichkrone arbeitet, ist mit Rettungswesten und Halteleinen zu sichern.
- Grundsätzlich ist eine lokale Rutschung schnellstmöglich gegen weitere Erosion zu schützen und die Schadensstelle aufzufüllen.
- Soweit möglich, können beschwerte Faschinen (Senkfascinen), Sandsäcke und Steinschüttungen eingebracht werden.
- Um einen abgerutschten Bereich vor weiterer Erosion zu sichern, können Senkbäume nach eingebaut werden, sie sind entgegen der Strömungsrichtung zu verlegen.
- Wasserseitige Rutschungen auf großer Deichlänge sind analog zu sichern, jedoch grundsätzlich ohne Abdichtung. Sofern kein unmittelbarer Wiederanstieg des Wasserspiegels zu befürchten ist (Hochwasserwellen sind abgelaufen, keine Niederschläge im Einzugsgebiet des Oberlaufes), sollte eine grundlegende Sanierung erst im Anschluss an das abgelaufene Hochwasserereignis erfolgen. Der Deich sollte zunächst entwässern können, bevor neues Erdbaumaterial aufgeschüttet wird.
- Wenn dennoch eine Sicherung auf großer Länge erforderlich wird, sind Maßnahmen mit hohem Personal- und Materialbedarf sowie Geräteeinsatz zu organisieren. Wichtig ist die Erreichbarkeit der wasserseitigen Böschung, ohne die verbliebene Deichgeometrie (Deichkrone und luftseitige Böschung) zu beschädigen und zu schwächen.

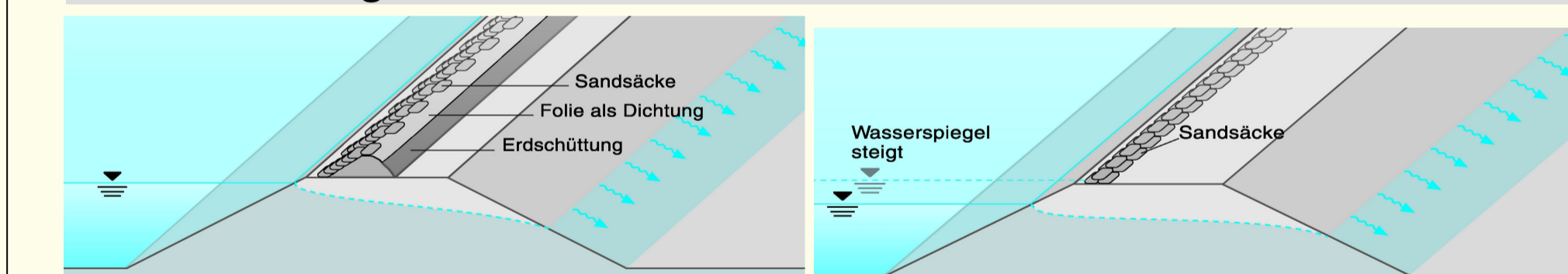
Achtung!

- Die Rutschung der wasserseitigen Böschung führt bei gleich hohem Wasserspiegel (im Vergleich zum intakten Deichquerschnitt) zu einer Zunahme der Durchsickerung des Restquerschnittes des Deiches.

Deicherhöhung

- Problem:** Nur noch geringer Freibord bei weiter steigendem Wasserstand, ein weiterer Anstieg bis über die Deichkrone droht.

Deicherhöhung mit Sandsäcken



- Zunächst sind nach Entscheidung durch den Katastrophenschutz Evakuierungsmaßnahmen einzuleiten, wenn ein Überströmen nicht mehr ausgeschlossen werden kann. Eine Deicherhöhung kann die Gefahr eines Deichbruchs nicht ausschließen.
- Es sind Fachleute hinzuziehen.
- Überzähliges Personal ist aus dem Gefahrengebiet abzuführen.
- Verbleibendes Personal ist zu sichern, Rückzugsweg sind festzulegen.
- Der Deich kann mit Kies oder Sandsäcken erhöht werden. Bei schmaler Kronenbreite wird die Anlieferung des Materials deutlich erschwert.
- Die Erhöhung muss immer auf der Wasserseite der Deichkrone errichtet werden.
- Eine Kiesschüttung kann mit Folien abgedichtet werden. Zur Lagesicherung der Folien sind Sandsäcke aufzulegen.
- Eine Erhöhung aus Sandsäcken kann mit vertretbarem Aufwand bis auf maximal ca. 0,5 m errichtet werden.
- Vor einer Erhöhung sollte die Geometrie des vorhandenen Deiches überprüft werden. Gegebenenfalls ist zur Verbesserung der Standsicherheit eine Deichfuß-Auflast durchzuführen. Insbesondere bei luftseitigen Neigungen steiler als 1:2 oder Kronenbreiten kleiner als 3,0 m sollte der Deich landseitig gestützt werden.
- In Ausnahmefällen können auch Bretterwände mit Pfählen errichtet werden. Diese Methode ist jedoch nur zulässig, wenn eine Gefährdung des Deiches durch das Einschlagen der Pfähle (Holzpflocke) sicher ausgeschlossen werden kann.
- In Sonderfällen können anstelle von Sandsäcken auch andere Materialien, wie Grassoden oder Lehm für die Deicherhöhung verwendet werden.

Achtung!

- Grundsätzlich wird die Standsicherheit eines Deiches durch Erhöhung verschlechtert.
- Die Erhöhung des Deiches und die Belastung bei Wasserständen oberhalb der ursprünglichen Deichkrone können zu einer statischen Überlastung des Deiches führen. Dies kann sich in langsamen oder schlagartigen Verformungen mit nachfolgendem Deichbruch äußern.
- Außerdem steigt die Sickerlinie weiter bis zur Deichkrone an. Auf Höhe des Kronenweges kann eine verstärkte Durchströmung mit Materialtransport einsetzen. Die Grundbruchgefahr steigt bei Deicherhöhung an.

Schutz der wasserseitigen Böschung gegen Erosion

- Problem:** Auf der wasserseitigen Böschung sind lokal begrenzte, oberflächliche Schäden gegen weitere Erosion zu schützen.

Sandsäcke, Holzpfähle und Faschinen gegen Erosion



- Zur Sicherung gegen weitere Beschädigung der Schadensstelle kann diese mit Buschwerk z. B. Faschinen, Jutebahnen oder Geotextilien abgedeckt und mit Sandsäcken beschwert werden.
- Eine örtlich begrenzte Schadensstelle kann mit Folien (Lecksegel) abgedichtet werden.
- Hierzu wird die Folie zunächst mit dem Ende an ein Stahlrohr oder eine Eisenstange befestigt und aufgerollt. Das freie Ende wird auf die Böschung gelegt und mit Sandsäcken beschwert.
- Die Folie kann auch durch Einschlagen von Holzpfählen auf der Deichkrone fixiert werden, sofern dies dem Deich nicht schadet. Anschließend wird die Folie auf der Böschung abgerollt und die Seiten auch unter Wasser mit Sandsäcken oder ähnlichem Ballast beschwert. Je stärker die Strömung, desto schwieriger ist das Einbringen einer Folie.
- Sofern die Strömung eine Folienabdichtung nicht zulässt, können schlaff gefüllte Sandsäcke aufgelegt oder eingeworfen werden, bis die ursprüngliche Deichgeometrie wiederhergestellt ist.

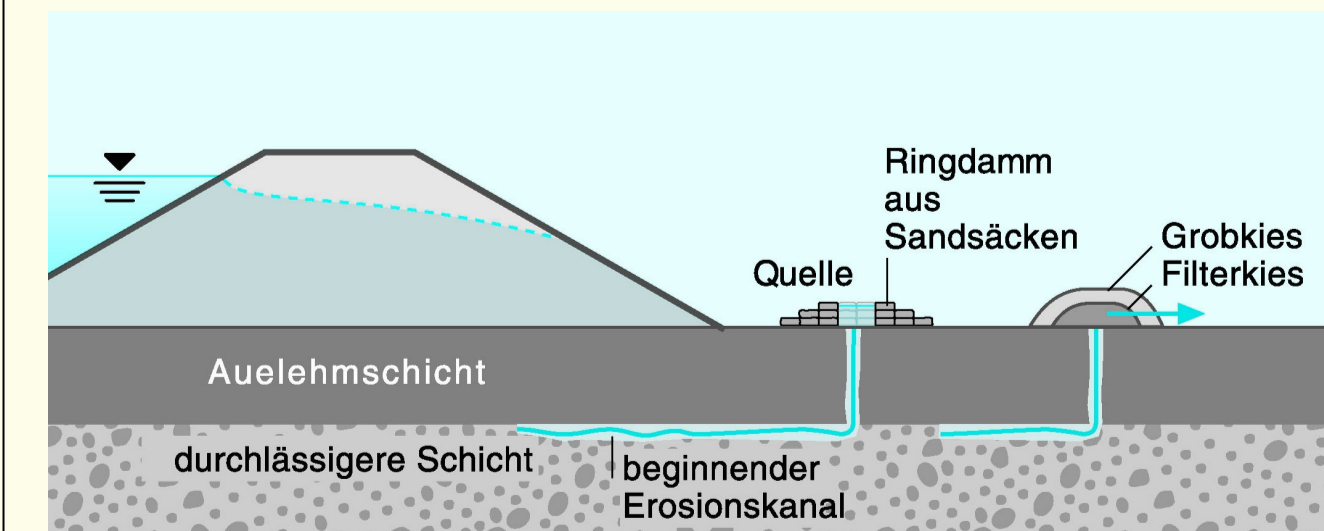
Achtung!

- Für den Fall, dass die Wassereintrittsstelle nicht geortet werden kann, führt auch das Abdichten mit Folien auf der wasserseitigen Böschung von längeren Deichabschnitten nicht zu dem gewünschten Erfolg. Auch in Modellversuchen im Maßstab 1:1 unter idealen Einbaubedingungen konnte keine Verringerung der Durchsickerung erzielt werden [Brauns et al. 2003].
- Das Einwerfen von Sandsäcken auf die wasserseitige, gesättigte Böschung sollte aus möglichst niedriger Höhe erfolgen, um Erschütterungen gering zu halten.

Sicherung im Deichhinterland

- Problem:**
- Im Deichhinterland sind Wasseraustritte mit erosivem Materialtransport sichtbar, was zu Setzungen des Deichkörpers führen kann. Der Materialaustrag muss folglich gestoppt werden.
 - Eine nahe am Deichfuß liegende Austrittsstelle kann, durch rückschreitende Erosion, einen Böschungs- und Grundbruch ankündigen.

Ringdamm aus Sandsäcken oder Auflastdrän



- Ein Ringdamm aus Sandsäcken kann errichtet werden. Es ist jedoch sorgfältig zu beobachten, ob weitere Quellen auftreten oder am Deich Rutschungen oder Einsenkungen eintreten.
- Alternativ als Sofortmaßnahme ist die Austrittsstelle mit Filterkies und anschließend mit Grobkies abzudecken. Somit soll der Sickerwasseraustritt weiterhin ermöglicht werden, während der Austrag von Material unterbunden wird.

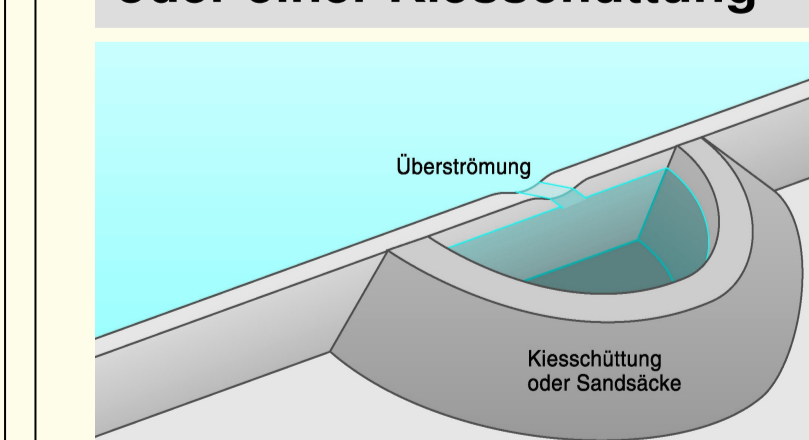
Achtung!

- Die Austrittsstelle darf nicht abgedichtet werden, da sich sonst im Untergrund ein erhöhter Wasserdruck ausbilden kann, welcher die Gefahr eines hydraulischen Grundbruchs erhöht.

Notdeiche

- Problem:** Eine lokale Schadensstelle im Deich kann nicht mehr direkt behoben werden.

Notdeich aus Sandsäcken oder einer Kiesschüttung



- Es wird ein lokaler Notdeich geschüttet oder mit Sandsäcken bis zur Deichkronenhöhe errichtet. Bei durchlässigem Schüttmaterial ist der Einsatz von Folien zur Dichtung des Schlosseiches erforderlich.
- Ist ein Deichbruch nicht zu verhindern, kann im Hinterland ein Notdeich errichtet bzw. Schlafdeiche reaktiviert werden.

Achtung!

- Die Herstellung eines Notdeiches über größere Längen erfordert einen hohen personellen und materiellen Einsatz und nimmt viel Zeit in Anspruch. Die Entscheidung ist grundsätzlich mit der Katastrophenschutzbehörde auf übergeordnete Planungen abzustimmen.

Deichbruch

- Problem:** Bricht eine Deich, strömt Wasser unkontrolliert in das Deichhinterland. Die Deichbrüche werden mit hoher Geschwindigkeit durchflossen. Da die Bruchstelle weiter abbrechen können, ist erhöhte Vorsicht bei der Deichverteidigung notwendig. I. d. R. ist der Rückzug der Deichverteidigung erforderlich.

Bruchstelle schließen mit Sandsäcken, Pfählen und Faschinen

- Ist der Wasserspiegel gefallen, kann durch Schüttungen versucht werden die Bruchstelle zu schließen. Bei niedrigen Deichen (niedriger als 2,5 m) kann als erstes mittels Sandsäcken, Pfählen und Faschinen ein weiteres Abspülen der Bruchränder verhindert werden. Zum Schließen der Lücke wird gleichzeitig von beiden Seiten der Verbau bei der Wasserseite begonnen. Die Pfähle werden in engen Abständen eingeschlagen und mit Sandsäcken hinterfüllt. Die Bruchstelle wird mit Erdstoff verfüllt und die landseitige Böschung mit Sandsäcken gesichert (belastet). Bei größeren Deichen kann die Bruchstelle durch mit Sandsäcken gefüllte Netzcontainer per Hubschrauber geschlossen werden. Die Netzcontainer müssen vorsichtig abgesetzt werden, um Erschütterungen zu vermeiden.