



risikohochwasser
gemeinsam**handeln**

Deichverteidigung

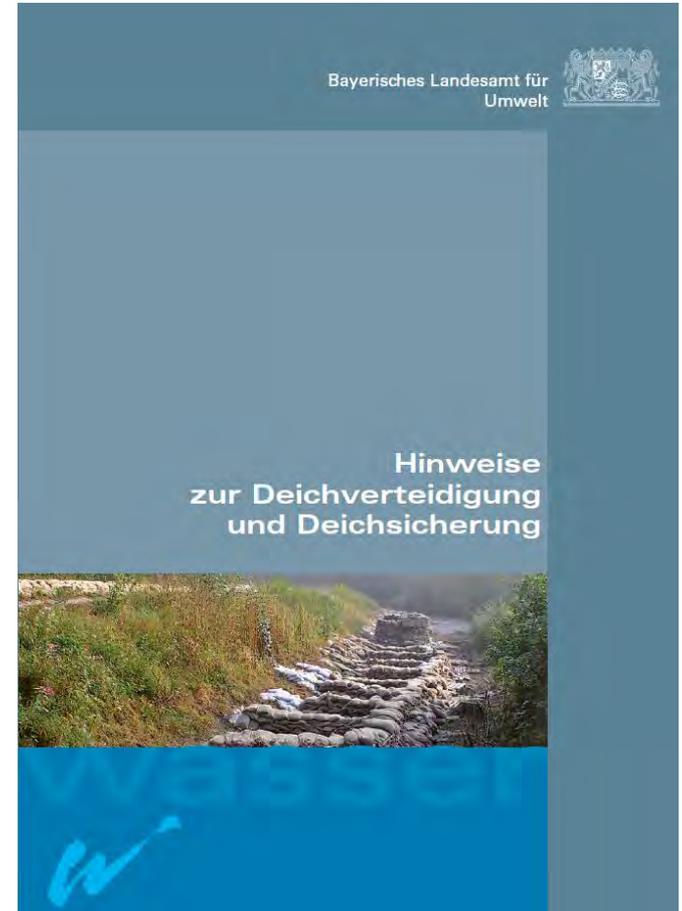


Grundlagen

LfU-Leitfaden:
Hinweise zur Deichverteidigung
und Deichsicherung
2. Auflage 2010

kostenloser download:
<http://www.bestellen.bayern.de>

Fachliche und rechtliche
Grundlagen





Organisation Deichverteidigung - Rechtliche Grundlagen

■ Wassergesetze (BayWG /WHG)

„**Gemeinden**, die erfahrungsgemäß von Überschwemmungen oder Muren bedroht sind, haben dafür zu sorgen, dass ein **Wach-und Hilfsdienst für Wassergefahr** (Wasserwehr, Dammwehr, Murenabwehr) eingerichtet wird; sie haben die hierfür erforderlichen Hilfsmittel (...) bereitzuhalten“

■ Feuerwehrgesetz (BayFwG)

Gemeinden haben als Pflichtaufgabe im eigenen Wirkungskreis dafür zu sorgen, dass [...] ausreichende **technische Hilfe bei sonstigen Unglücksfällen oder Notständen** im öffentlichen Interesse geleistet wird (technischer Hilfsdienst).

■ Einzelregelungen im Planfeststellungsbescheid





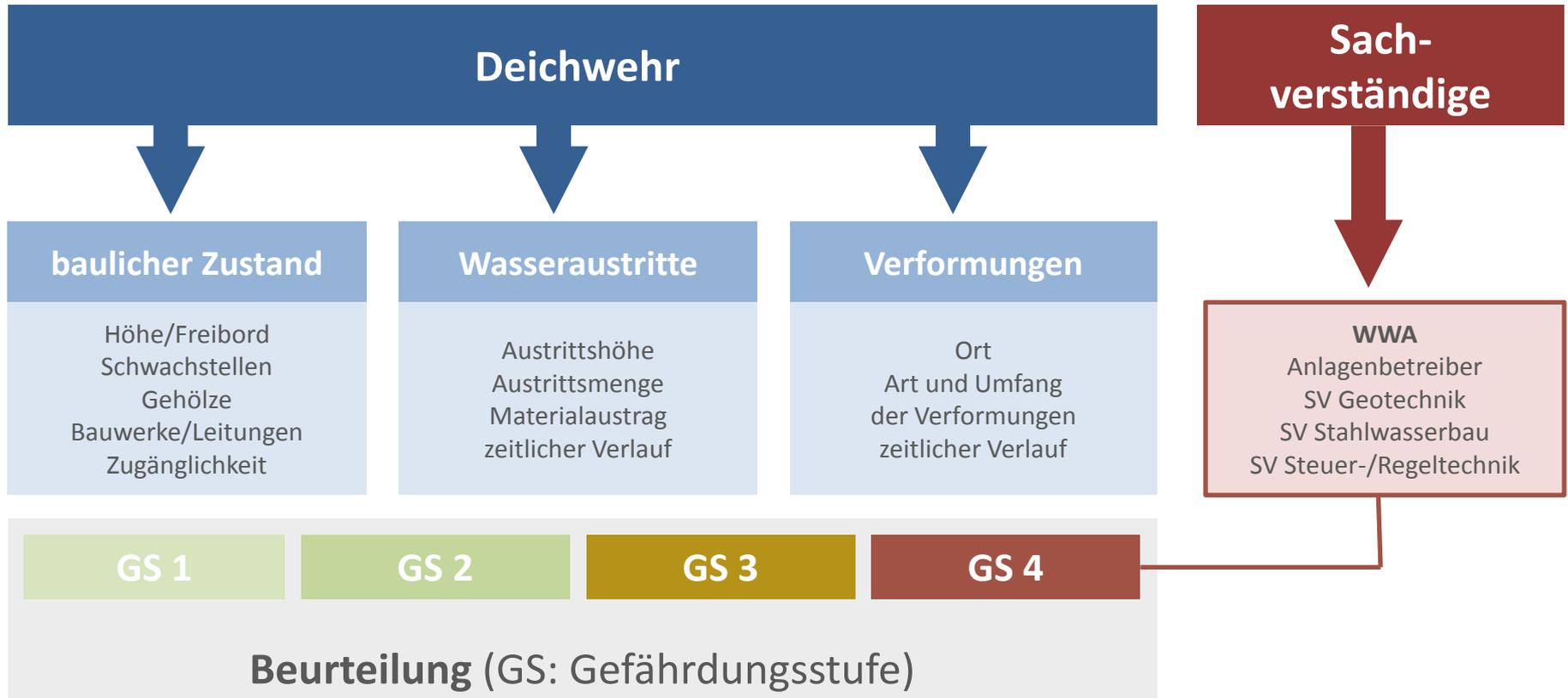
2.6.2013 vormittags



2.6.2013



Beobachtungs- und Entscheidungskriterien

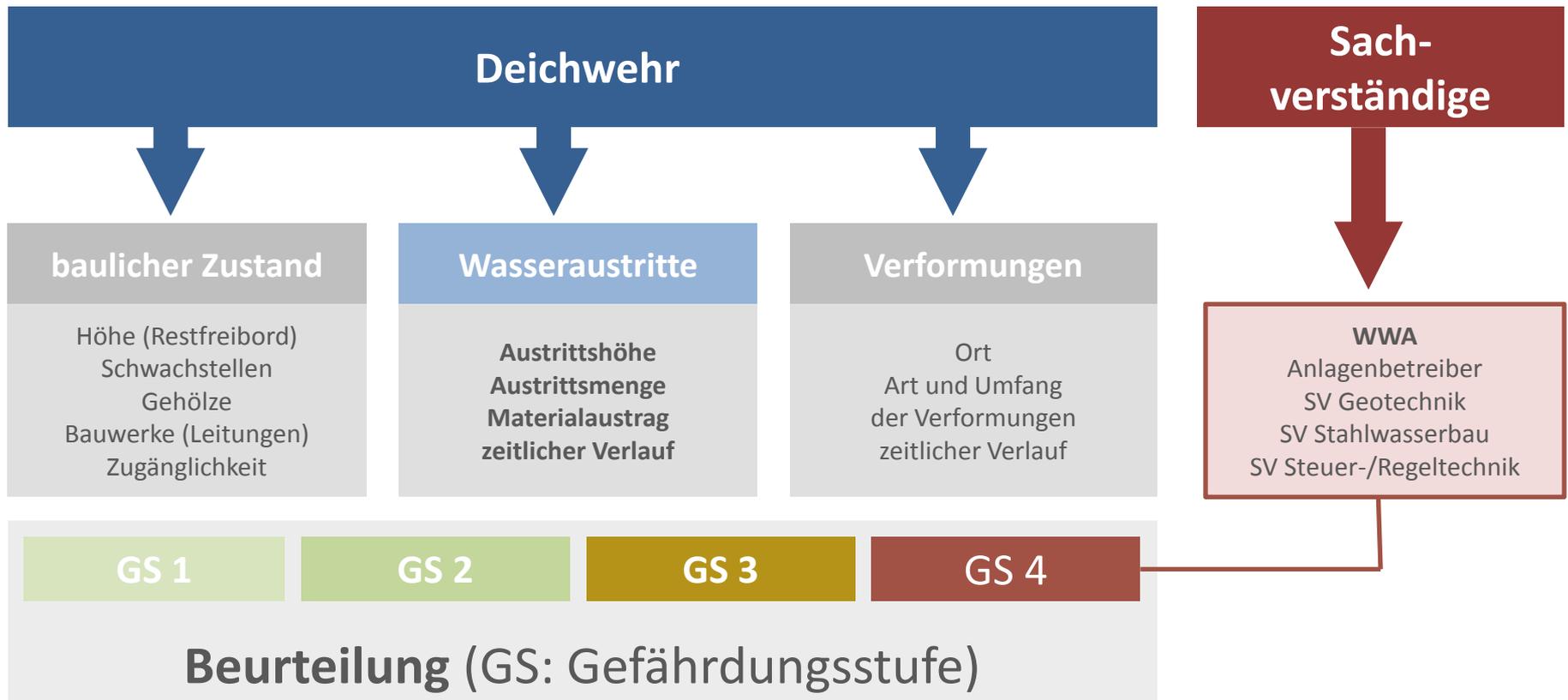


Gefährdungstufen (GS)

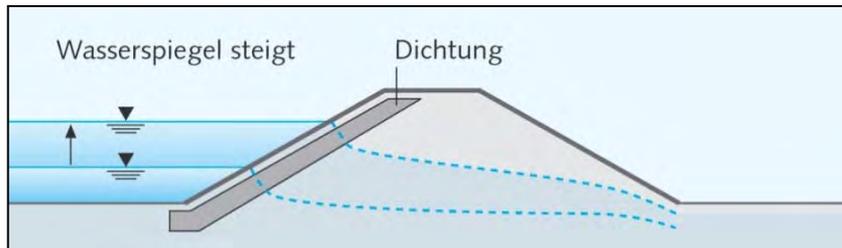
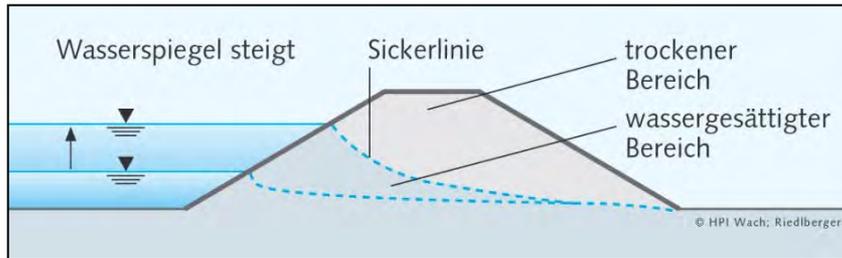
Definition		
GS 1	ungefährlich	Beobachtung in der Regel ausreichend
GS 2	problematisch	Verhaltensmaßregeln erforderlich
GS 3	gefährlich	Deichverteidigung erforderlich Evakuierung betroffener Gebiete prüfen Schutz der Einsatzkräfte (Rettungsgeräte)
GS 4	sehr gefährlich	massive Deichverteidigung erforderlich Evakuierung betroffener Gebiete Abzug nicht benötigter Einsatzkräfte



Drängewasseraustritte



Drängewasseraustritte

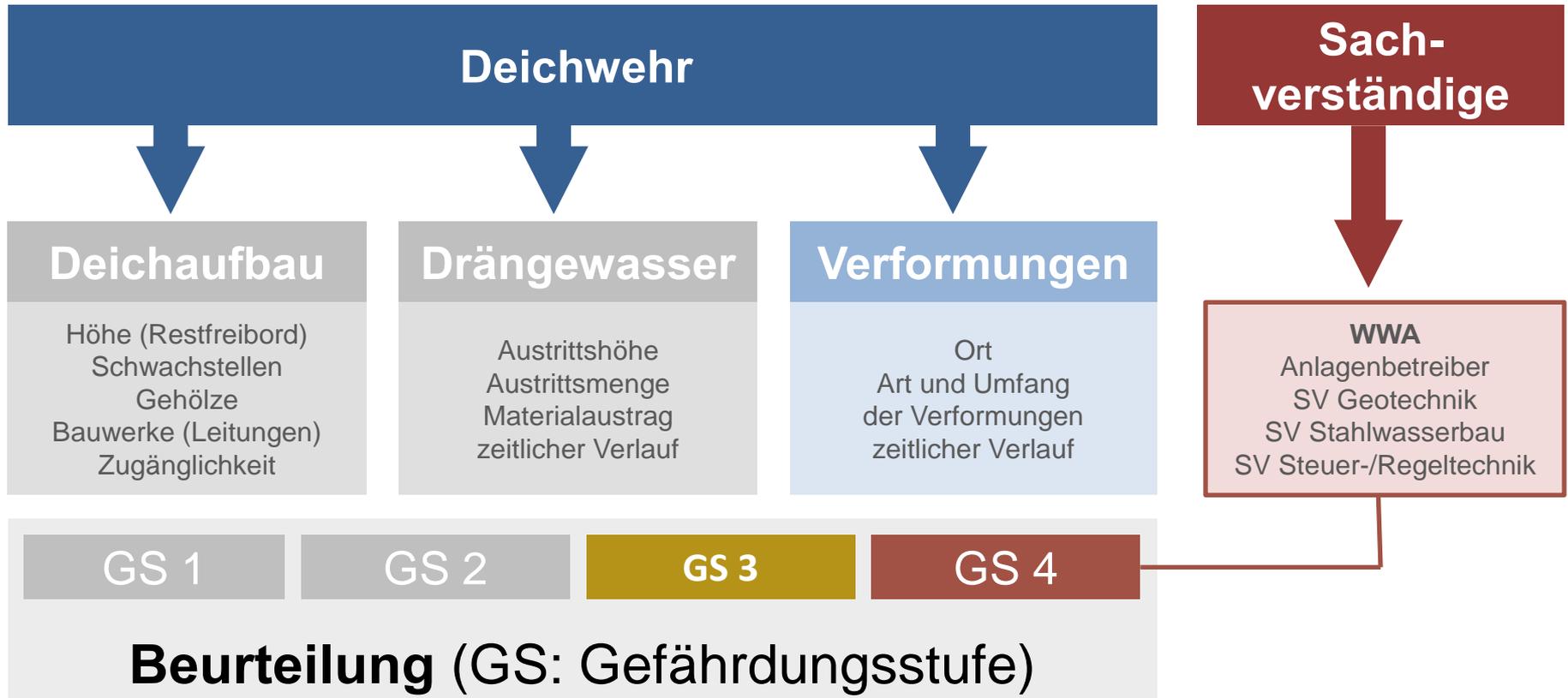


Durchströmung ist auch bei Deichen mit technischen Dichtungen ein natürlicher Vorgang und nicht unbedingt problematisch! Wasseraustritte auf der Binnenböschung ermöglichen eine Beurteilung der Lage der Sickerlinie und somit der Standsicherheit. Bei der Deichkontrolle sind **Ort, Menge und Art des Wasseraustrittes** zu beobachten.

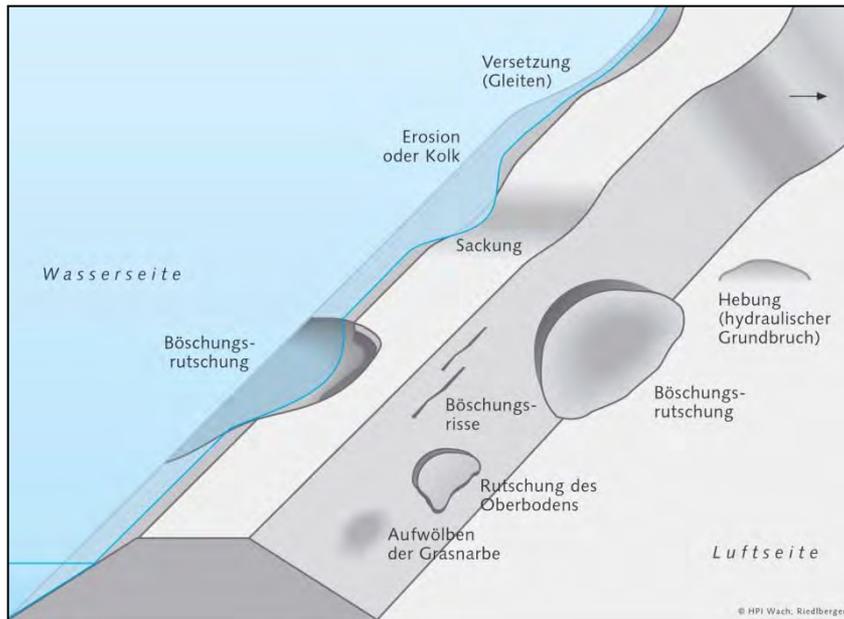
unkritisch: flächige Austritte von klarem Wasser im unteren Drittel der Böschungen

kritisch: Wasseraustritte in den oberen Dritteln der Böschungen, **punktuell stark zunehmende** sowie **getrübte** Wassermengen

Verformungen



Verformungen



Durchströmung verändert die Bodenparameter und beeinflusst die Standsicherheit von Deichen. Bei der Deichkontrolle sind **Ort, Umfang und Art der Verformungen** zu beobachten.

Eher unkritisch sind auf den Oberboden begrenzte Böschungsschäden („lokale Böschungssicherheit“)

Kritisch sind tiefreichende Böschungsrutschungen („allgemeine Böschungssicherheit“) und binnenseitige Hebungen („hydraulischer Grundbruch“). Sie schwächen den Deichquerschnitt und leiten das Deichversagen ein.

Besondere Gefährdungen

Besondere Gefährdungen der Deichsicherheit:

- Gehölze: Windwurf, Kontakt-/Oberflächenerosion
- Wühltiere: Erosionsröhren, Einbrüche („Biberkaverne“)
- Bauwerk/Leitungen: Kontaktersionen



Drängewasseraustritte

Besondere Gefährdungen der Deichsicherheit:

- **Gehölze:** Windwurf, Kontakt-/Oberflächenerosion
- **Wühltiere:** Erosionsröhren, Einbrüche („Biberkaverne“)
- **Bauwerk/Leitungen:** Kontakterosionen



Drängewasseraustritte

Besondere Gefährdungen der Deichsicherheit:

- Gehölze: Windwurf, Kontakt-/Oberflächenerosion
- **Wühltiere**: Erosionsröhren, Einbrüche („Biberkaverne“)
- Bauwerk/Leitungen: Kontakterosionen





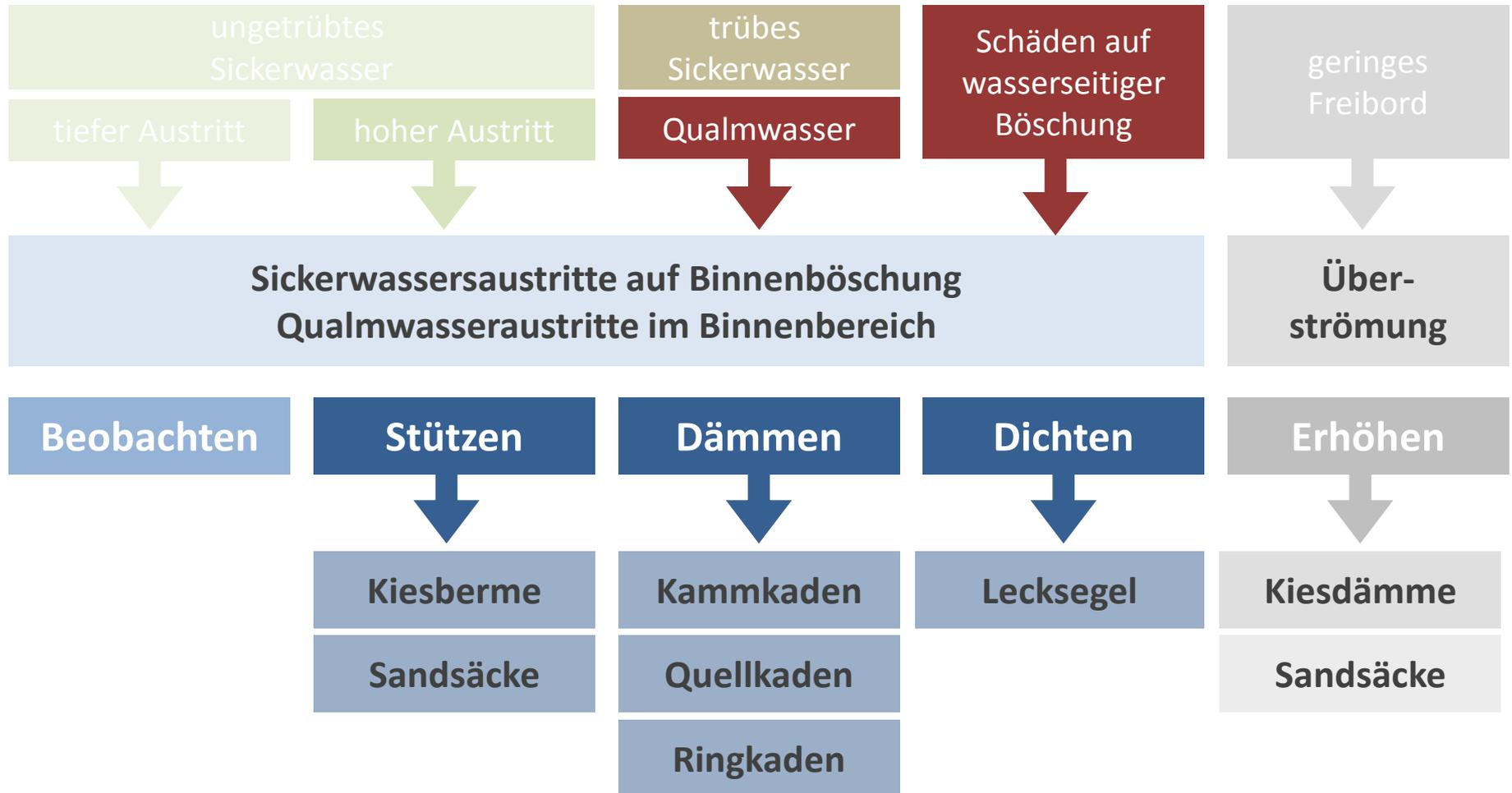
Drängewasseraustritte

Besondere Gefährdungen der Deichsicherheit:

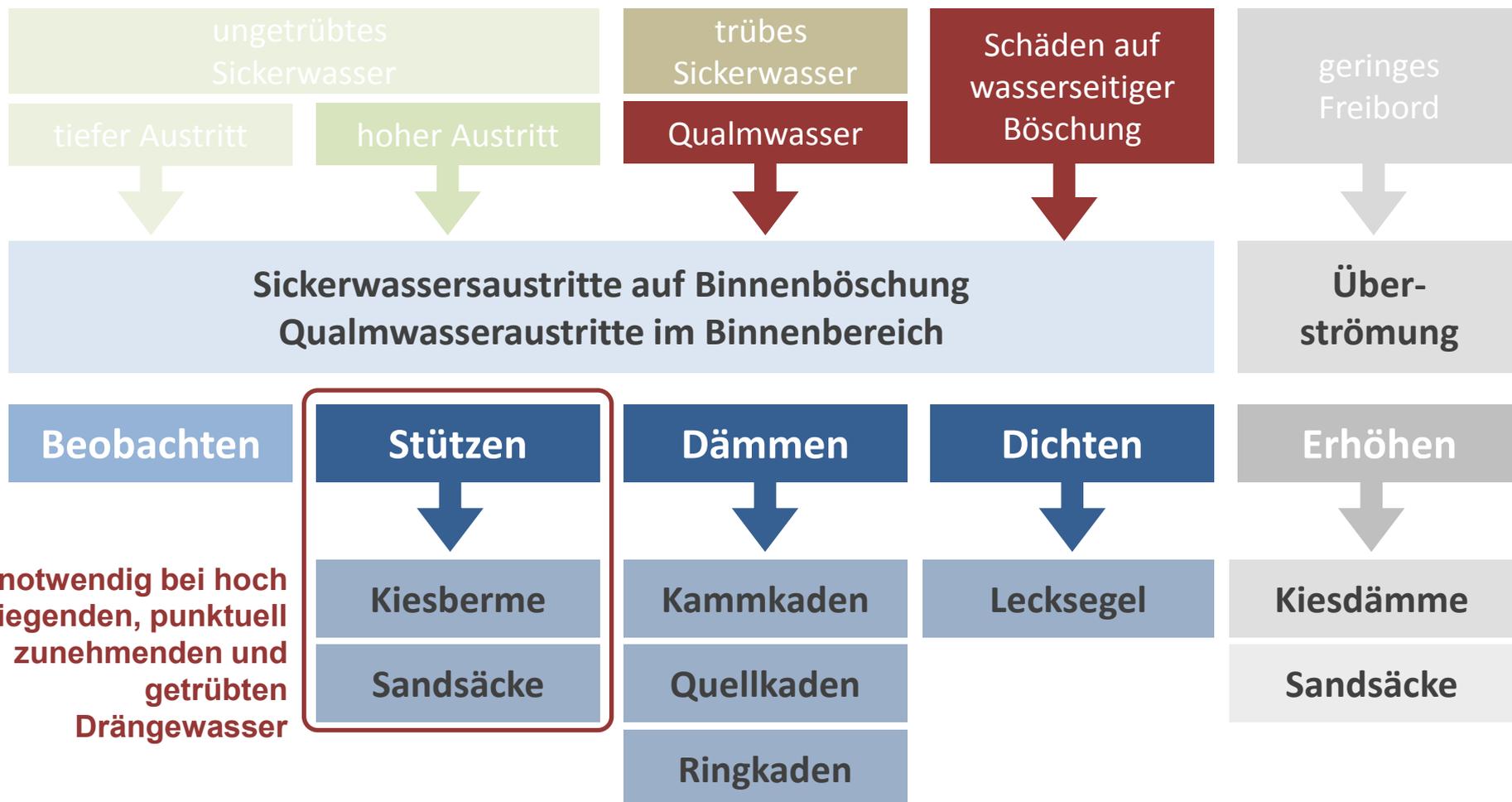
- Gehölze: Windwurf, Kontakt-/Oberflächenerosion
- Wühltiere: Erosionsröhren, Einbrüche („Biberkaverne“)
- Bauwerk/Leitungen: Kontakterosionen



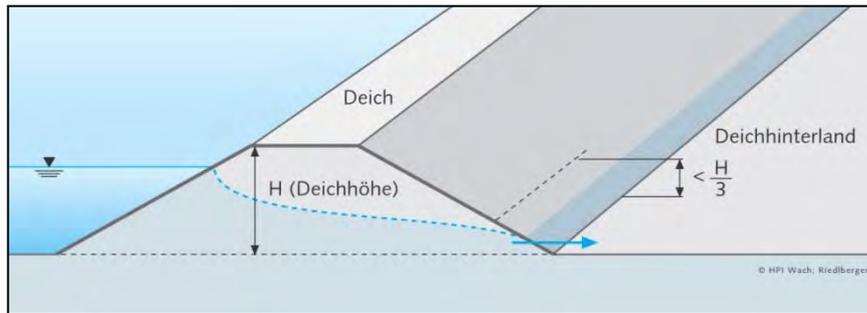
Maßnahmen bei Wasseraustritten



Maßnahmen bei Wasseraustritten

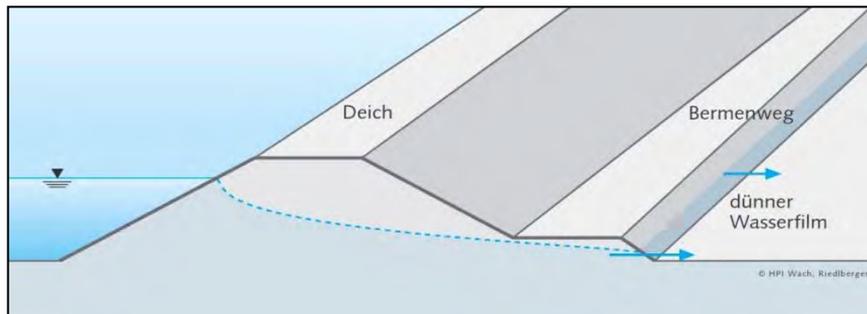


Beobachten



Flächige Austritte von klarem Wasser im unteren Drittel der Böschungen und im Bereich von Dränbermen sind überwiegend unkritisch.

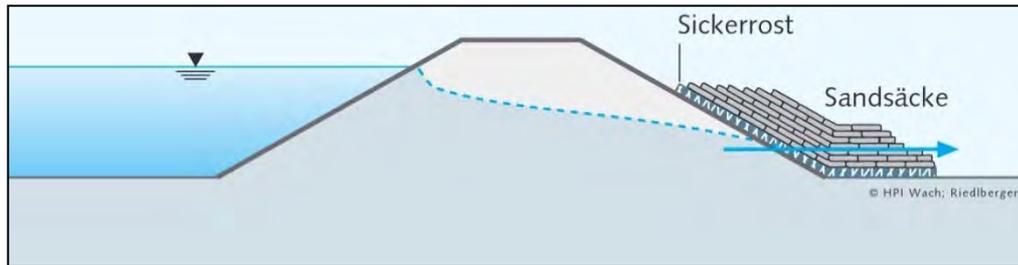
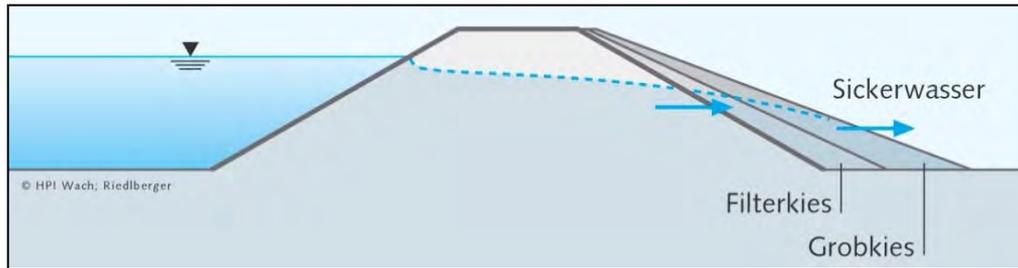
Beobachtung ist ausreichend!



Merke:
Nicht jede Durchströmung ist kritisch. Verbau unkritischer Drängewasseraustritte kann die Entwässerung des Deiches beeinträchtigen und die Sickerlinie ansteigen lassen. Damit kann die Standsicherheit des Deiches unter Umständen nachteilig beeinflusst werden.



Stützen



Technik

Bermen- oder Keilschüttung
bis Deichkrone (Kies)
Stützstreben (Sandsäcke)

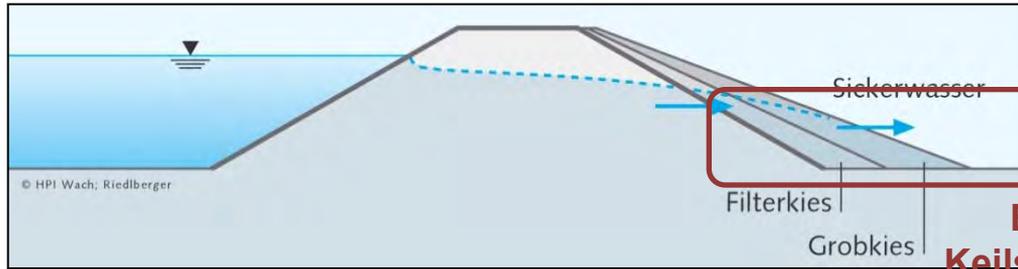
Probleme

Der Abfluss des
Drängewassers muss
uneingeschränkt
gewährleistet werden.

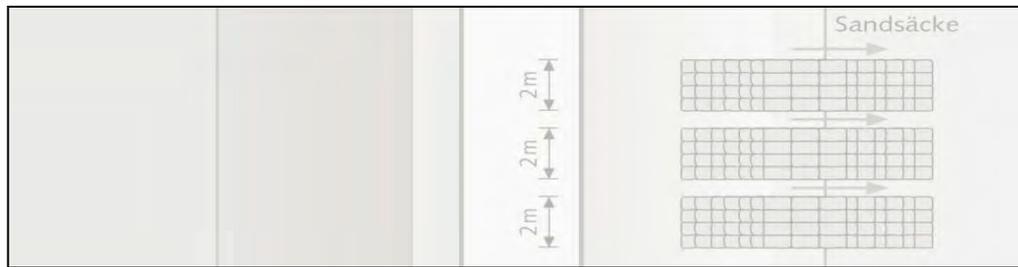




Stützen: Bermen- und Keilschüttung



**Bermen sind
Keilschüttungen
vorzuziehen!**



Technik

Bermen- oder **Keilschüttung**
bis Deichkrone (Kies)
Stützstreben (Sandsäcke)

Probleme

- Materialverfügbarkeit
- Materialeignung (Filterstabilität, Umweltverträglichkeit)
- Schwerlastverkehr muss gewährleistet sein
- Binnenentwässerung eventuell beeinträchtigt (Gräben)



Stützen: Bermen- und Keilschüttung



Technik

Bermen- oder **Keilschüttung**
bis Deichkrone (Kies)
Stützstreben (Sandsäcke)

Probleme

Materialverfügbarkeit
Materialeignung (Filter-
stabilität, Umwelt-
verträglichkeit)
Schwerlastverkehr muss
gewährleistet sein
Binnenentwässerung
eventuell beeinträchtigt
(Gräben)



Stützen: Bermen- und Keilschüttung



Technik

Bermen- oder **Keilschüttung**
bis Deichkrone (Kies)
Stützstreben (Sandsäcke)

Probleme

Materialverfügbarkeit
Materialeignung (Filter-
stabilität, Umwelt-
verträglichkeit)
Schwerlastverkehr muss
gewährleistet sein
Binnenentwässerung
eventuell beeinträchtigt
(Gräben)





Stützen: Bermen- und Keilschüttung



Technik

Bermen- oder **Keilschüttung**
bis Deichkrone (Kies)
Stützstreben (Sandsäcke)

Probleme

Materialverfügbarkeit
Materialleistung (Filter-
stabilität, Umwelt-
verträglichkeit)
Schwerlastverkehr muss
gewährleistet sein
Binnenentwässerung
eventuell beeinträchtigt
(Gräben)









Stützen: Bermen- und Keilschüttung



Technik

Bermen- oder **Keilschüttung**
bis Deichkrone (Kies)
Stützstreben (Sandsäcke)

Probleme

Materialverfügbarkeit
**Materialleistung (Filter-
stabilität, Umwelt-
verträglichkeit)**
Schwerlastverkehr muss
gewährleistet sein
Binnenentwässerung
eventuell beeinträchtigt
(Gräben)





Stützen: Stützstreben



Technik

Bermen- oder Keilschüttung
bis Deichkrone (Kies)

Stützstreben (Sandsäcke)

Probleme

extrem material- und
personalintensiv
Rückbau bei
Kunststoffgeweben
notwendig



Stützen: Stützstreben



Vorteil: flexible, einfache Lösung für lokale Schäden an eingeschränkt zugängliche Deichabschnitte!

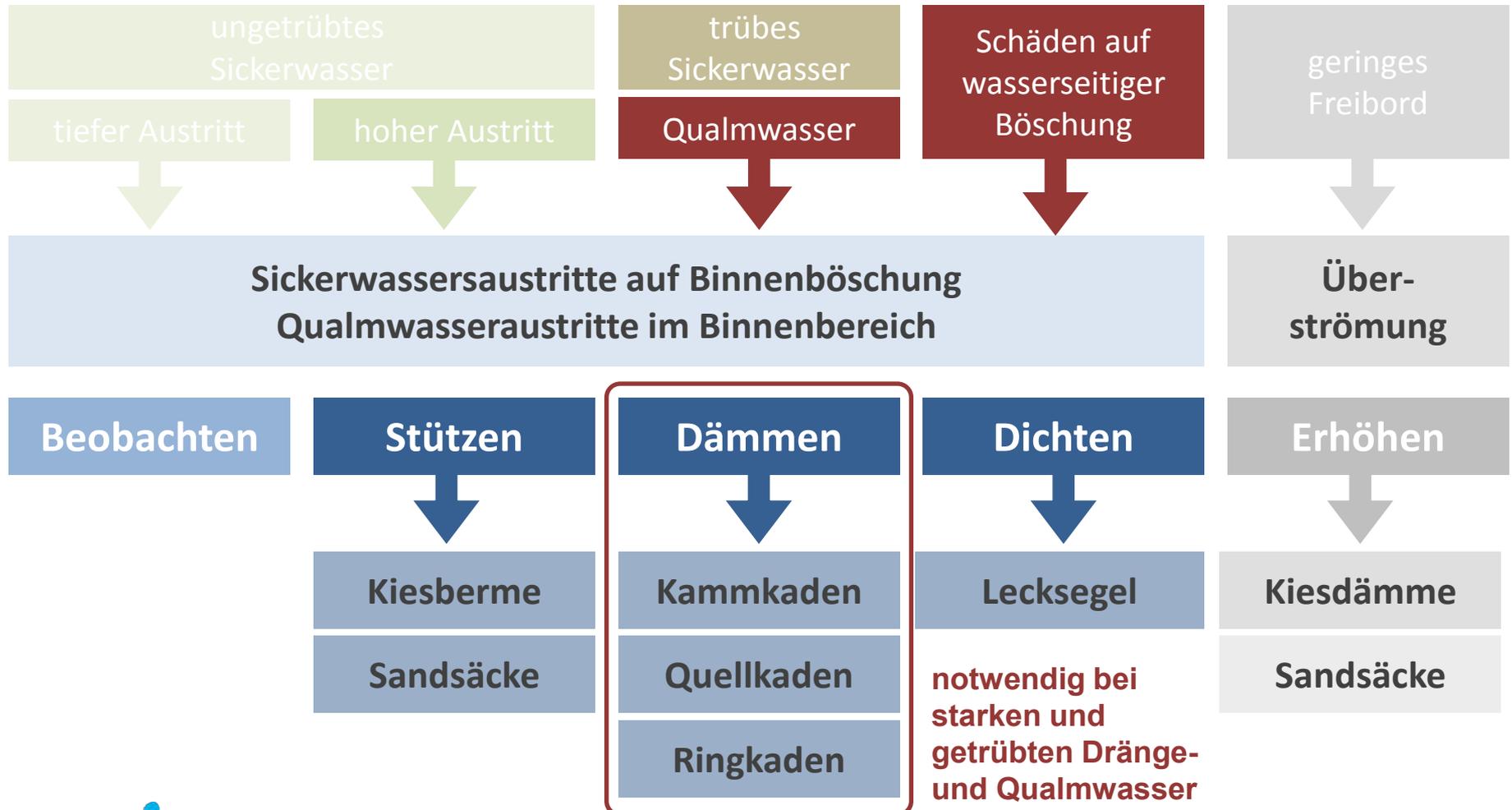
Technik

Bermen- oder Keilschüttung
bis Deichkrone (Kies)
Stützstreben (Sandsäcke)

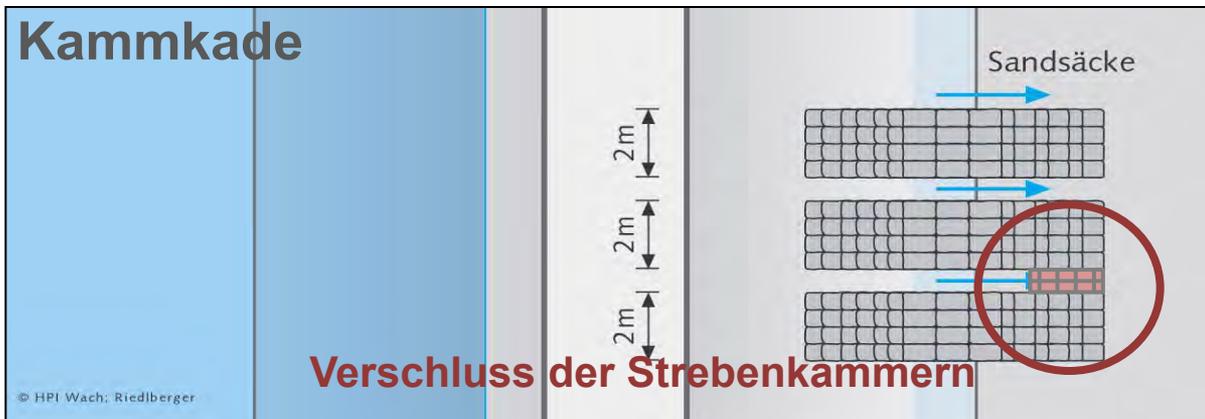
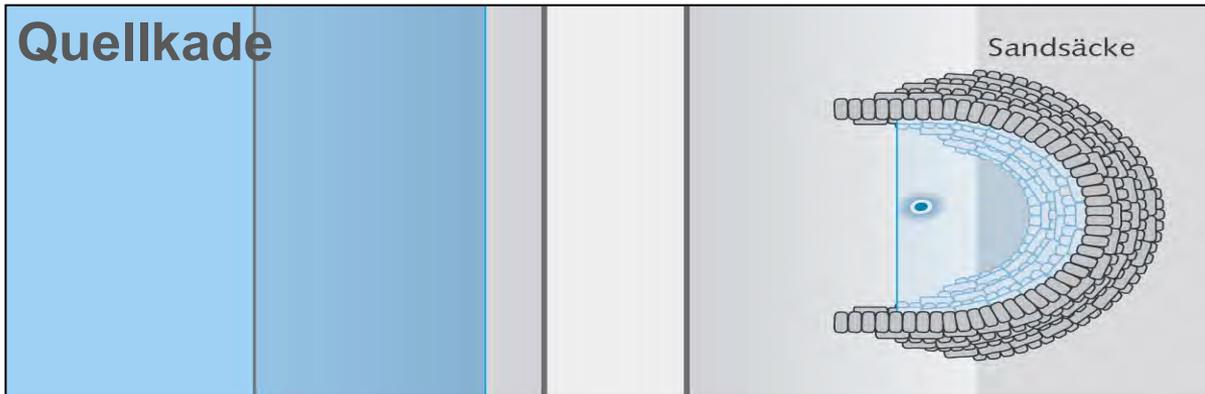
Probleme

**extrem material- und
personalintensiv
Rückbau bei
Kunststoffgeweben
notwendig**

Maßnahmen bei Wasseraustritten



Quell- und Kammkaden



Technik

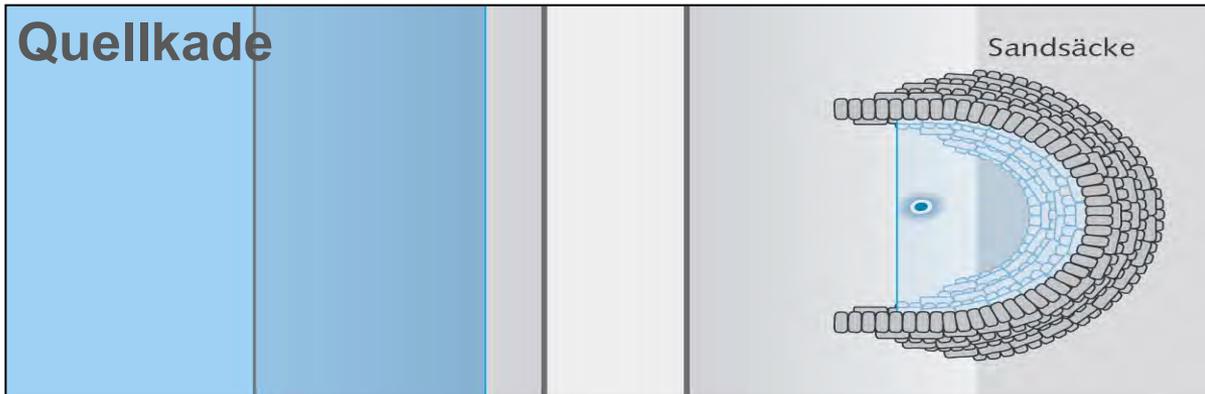
Quellkaden (punktuell)
Kammkaden (flächig) durch
Ausbau der Stützstreben

Probleme



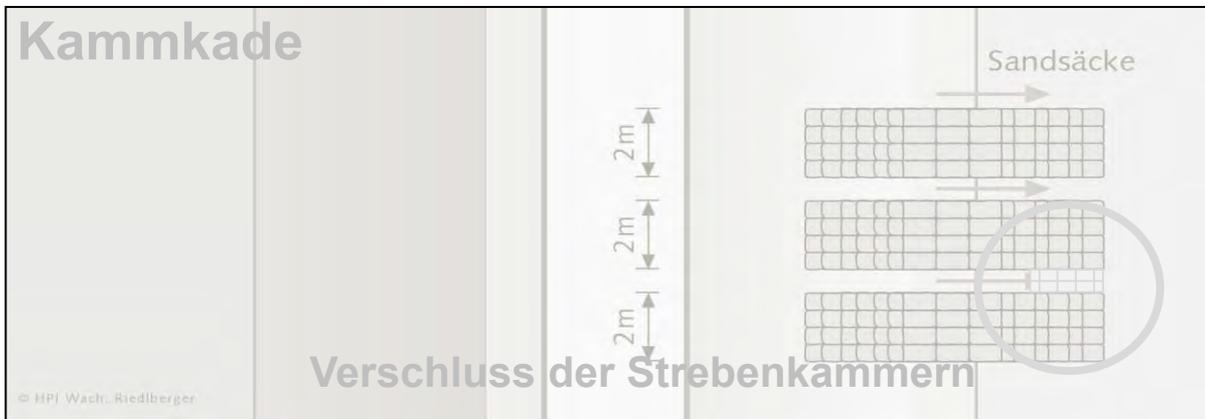


Quellkaden



Technik

Quellkaden (punktuell)
Kammkaden (flächig) durch
Ausbau der Stützstreben



Probleme

lokale Schwachstellen als
Auslöser rückschreitender
Erosion: Wühltierbauten
lokal hoher hydraulischer
Koeffizient („Kaskaden-
verbau“)





Quellkaden



Technik

Quellkaden (punktuell)
Kammkaden (flächig) durch
Ausbau der Stützstreben

Probleme

lokale Schwachstellen als
Auslöser rückschreitender
Erosion: **Wühltierbauten**
lokal hoher hydraulischer
Koeffizient („Kaskaden-
verbau“)





Quellkaden



Technik

Quellkaden (punktuell)
Kammkaden (flächig) durch
Ausbau der Stützstreben

Probleme

lokale Schwachstellen als
Auslöser rückschreitender
Erosion: **Wühltierbauten**
lokal hoher hydraulischer
Koeffizient („Kaskaden-
verbau“)



Quellkaden



Vorteil: flexible, einfache Lösung für lokale Schäden an eingeschränkt zugängliche Deichabschnitte!

Technik

Quellkaden (punktuell)
Kammkaden (flächig) durch
Ausbau der Stützstreben

Probleme

lokale Schwachstellen als
Auslöser rückschreitender
Erosion: Wühltierbauten
lokal hoher hydraulischer
Koeffizient („Kaskaden-
verbau“)



Quellkaden



Vorteil: flexible, **einfache Lösung** für lokale Schäden an eingeschränkt zugängliche Deichabschnitte!

Technik

Quellkaden (punktuell)
Kammkaden (flächig) durch Ausbau der Stützstreben

Probleme

lokale Schwachstellen als Auslöser rückschreitender Erosion: Wühltierbauten
lokal hoher hydraulischer Koeffizient („Kaskadenverbau“)



Quellkaden



Technik

Quellkaden (punktuell)
Kammkaden (flächig) durch
Ausbau der Stützstreben

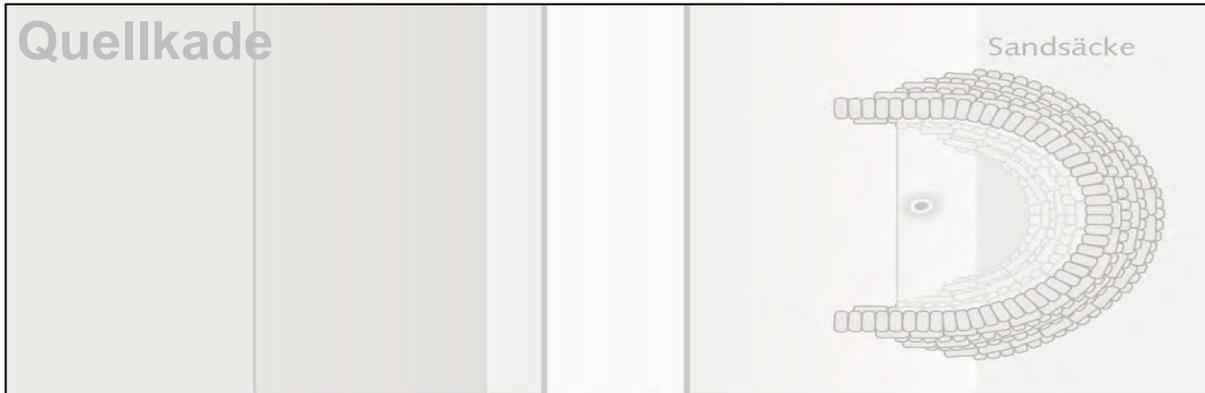
Probleme

lokale Schwachstellen als
Auslöser rückschreitender
Erosion: Wühltierbauten
**lokal hoher hydraulischer
Koeffizient** („Kaskaden-
verbau“)



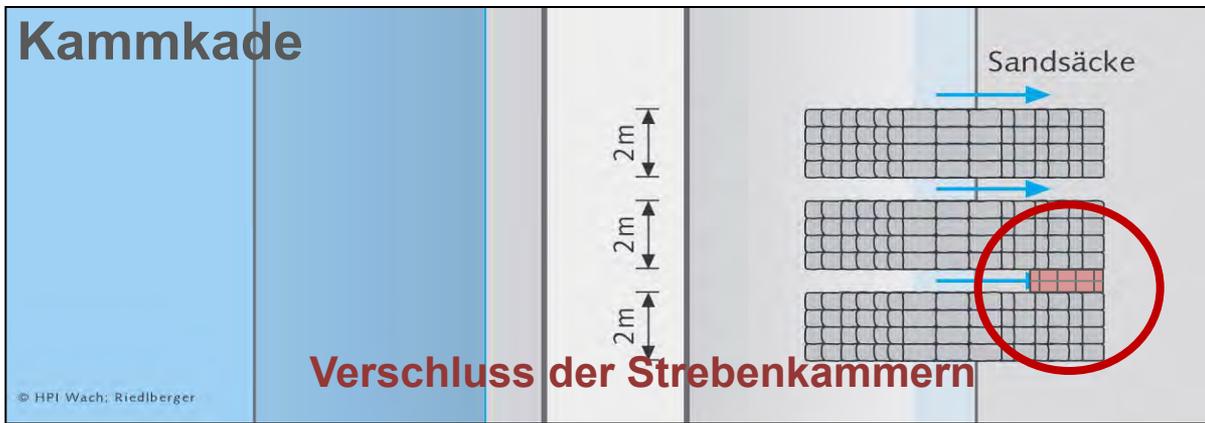


Kammkaden



Technik

Quellkaden (punktuell)
Kammkaden (flächig) durch
Ausbau der Stützstreben



Probleme

extrem material- und
personalintensiv
Rückbau bei
Kunststoffgeweben
notwendig





Kammkaden



Technik

Quellkaden (punktuell)
Kammkaden (flächig) durch
Ausbau der Stützstreben

Probleme

extrem material- und
personalintensiv
Rückbau bei
Kunststoffgeweben
notwendig



Kammkaden



Technik

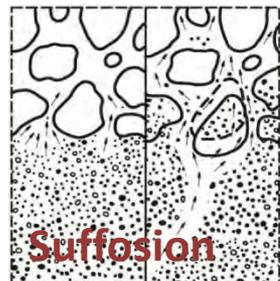
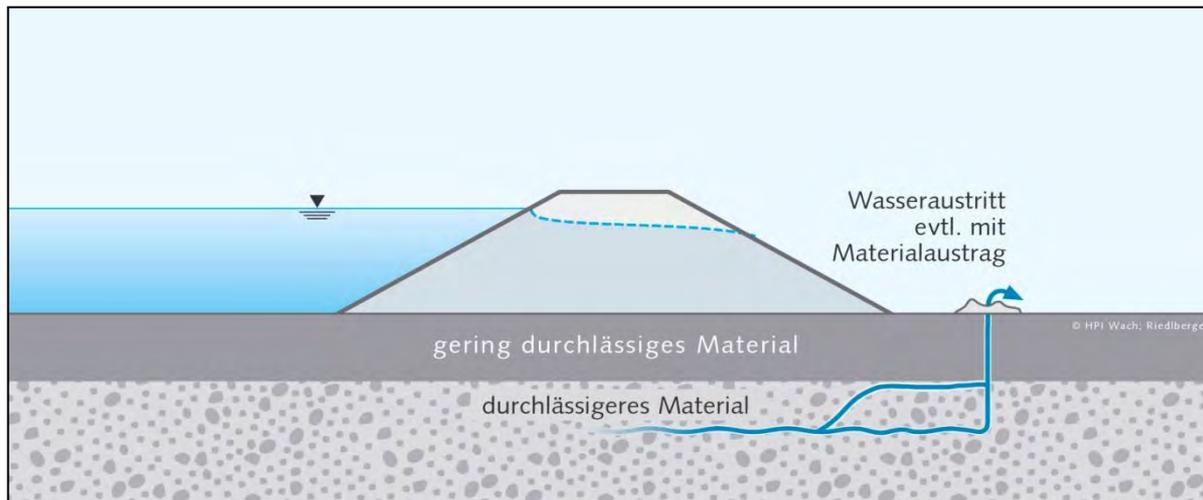
Quellkaden (punktuell)
Kammkaden (flächig) durch
Ausbau der Stützstreben

Probleme

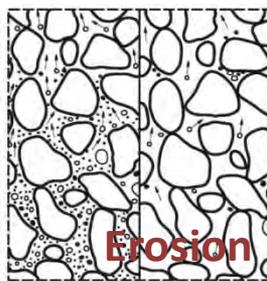
**extrem material- und
personalintensiv**
Rückbau bei
Kunststoffgeweben
notwendig



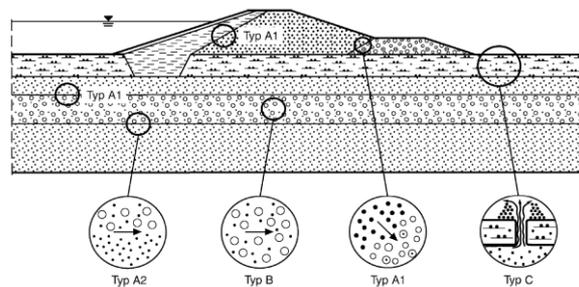
Qualmwasseraustritte



Suffosion



Erosion



Technik

Quell-/Ringkaden

Auflastschüttungen (Kies)
bei flächigen Austritten

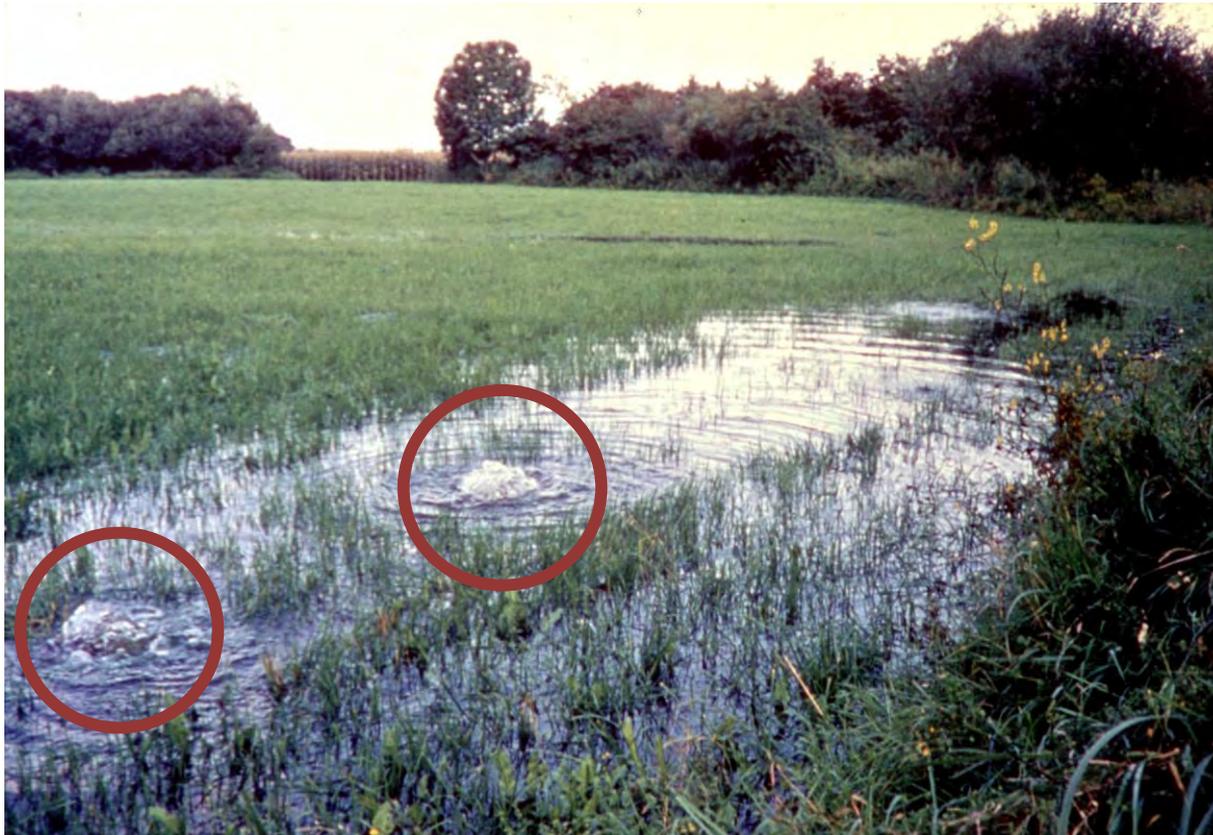
Probleme

kumulativer Prozess mit
schlagartigem Versagen
möglich

kritischer Bereich hinter
den Deichen häufig
schlecht einsehbar



Qualmwasseraustritte



Technik

Quell-/Ringkaden

Auflastschüttungen (Kies)
bei flächigen Austritten

Probleme

**kumulativer Prozess mit
schlagartigem Versagen
möglich**

**kritischer Bereich hinter
den Deichen häufig
schlecht einsehbar**

Qualmwasseraustritte



Technik

Quell-/Ringkaden

Auflastschüttungen (Kies)
bei flächigen Austritten

Probleme

**kumulativer Prozess mit
schlagartigem Versagen
möglich**

**kritischer Bereich hinter
den Deichen häufig
schlecht einsehbar**



Qualmwasseraustritte



... signifikanter Materialtransport

Technik

Quell-/Ringkaden

Auflastschüttungen (Kies)
bei flächigen Austritten

Probleme

kumulativer Prozess mit
schlagartigem Versagen
möglich

kritischer Bereich hinter
den Deichen häufig
schlecht einsehbar



Qualmwasseraustritte



Technik

Quell-/Ringkaden

Auflastschüttungen (Kies)
bei flächigen Austritten

Probleme

kumulativer Prozess mit
schlagartigem Versagen
möglich

kritischer Bereich hinter
den Deichen **häufig**
schlecht einsehbar



Durchgehende Erosionsröhre zur Wasserseite





Alternative zum Sandsackverbau: Aufsatzrohre



bewährt bei Sicherung von Austritten in
Gräben und wassergefüllten Senken

Technik

Quell-/Ringkaden

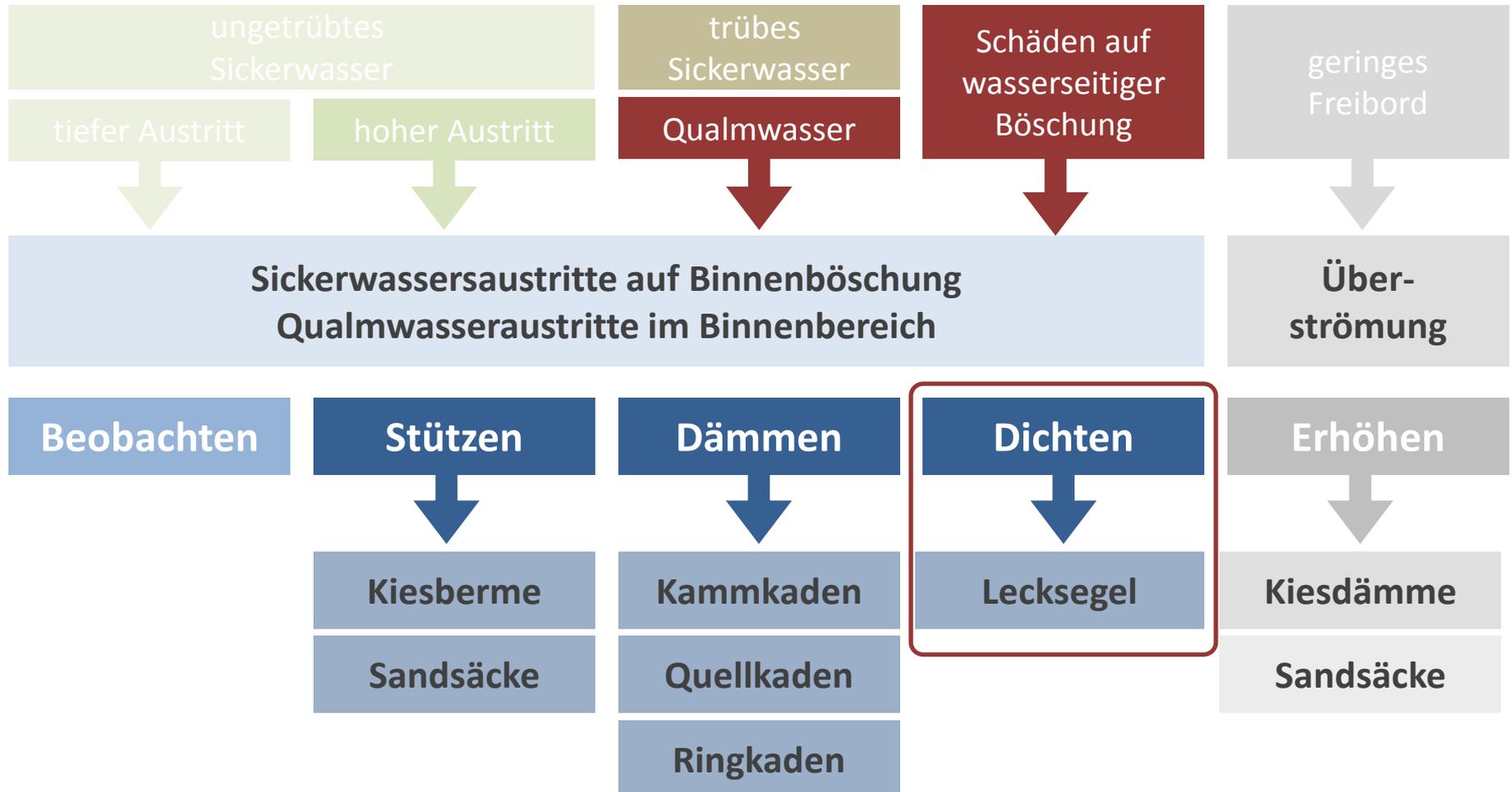
Auflastschüttungen (Kies)
bei flächigen Austritten

Probleme

**kumulativer Prozess mit
schlagartigem Versagen
möglich**

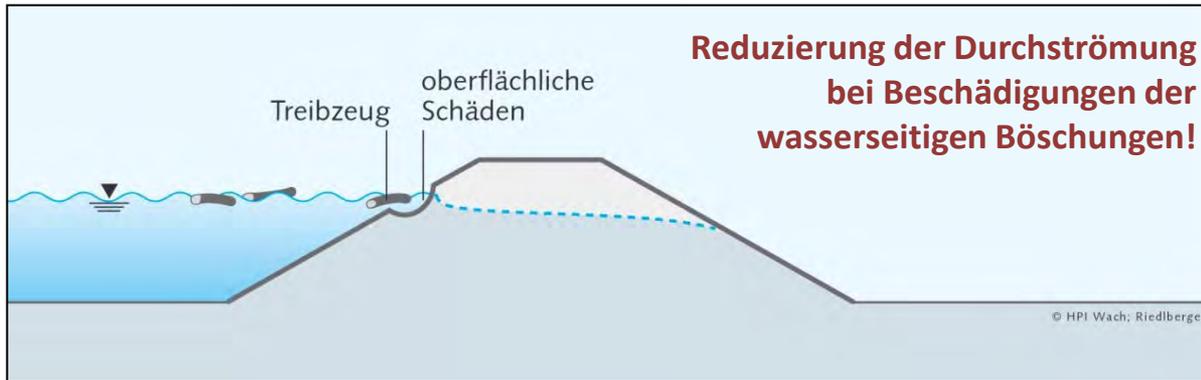
**kritischer Bereich hinter
den Deichen häufig
schlecht einsehbar**

Maßnahmen bei Wasseraustritten





Dichten



Technik

- Leckagesegel (lokal)
- KDB-Dichtung (flächig)

Probleme

- Feststoffe: Treibzeug, Eis**
- Einbau unter Wasser,
Dichtungswirkung fraglich
(Schutz gegen weitere
Erosion vorrangig)**
- bei flächigen Lösungen
erhebliche Vorlaufzeit
erforderlich**



Treibzeug



Technik

- Leckagesegel (lokal)
- KDB-Dichtung (flächig)

Probleme

- Feststoffe: **Treibzeug**, Eis
- Einbau unter Wasser,
Dichtungswirkung fraglich
(Schutz gegen weitere
Erosion vorrangig)
- bei flächigen Lösungen
erhebliche Vorlaufzeit
erforderlich



Eisversatz



Technik

- Leckagesegel (lokal)
- KDB-Dichtung (flächig)

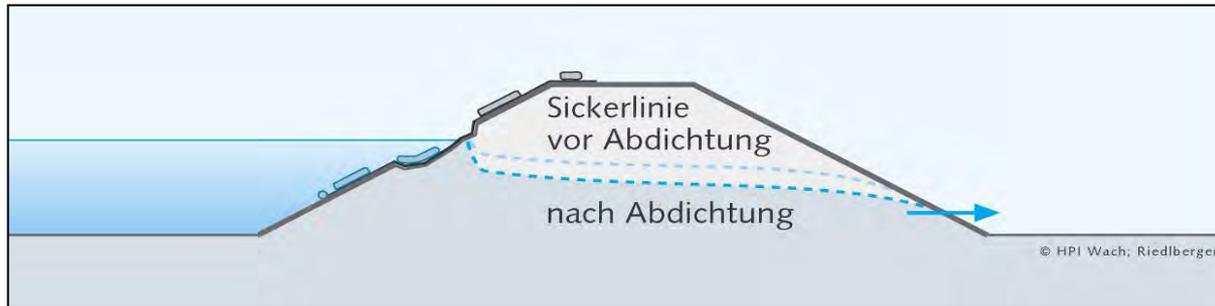
Probleme

- Feststoffe: Treibzeug, **Eis**
- Einbau unter Wasser,
Dichtungswirkung fraglich
(Schutz gegen weitere
Erosion vorrangig)
- bei flächigen Lösungen
erhebliche Vorlaufzeit
erforderlich





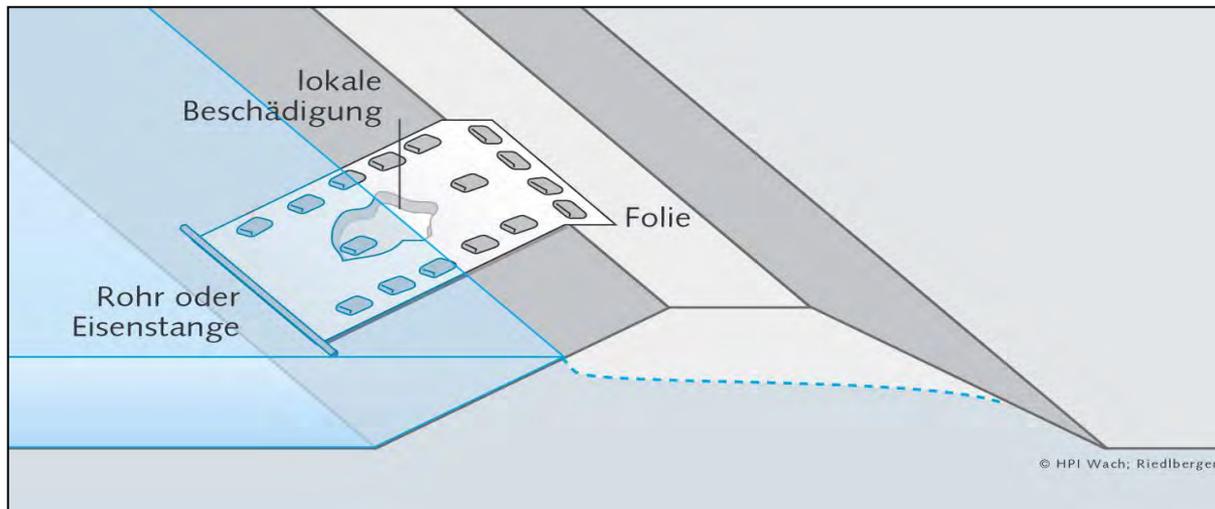
Leckagesegel



Technik

Leckagesegel (lokal)

KDB-Dichtung (flächig)



Probleme

Feststoffe: Treibzeug, Eis

**Einbau unter Wasser,
Dichtungswirkung fraglich
(Schutz gegen weitere
Erosion vorrangig)**

**bei flächigen Lösungen
erhebliche Vorlaufzeit
erforderlich**





Leckagesiegel



Technik

Leckagesiegel (lokal)

KDB-Dichtung (flächig)

Probleme

Feststoffe: Treibzeug, Eis

**Einbau unter Wasser,
Dichtungswirkung fraglich**
(Schutz gegen weitere
Erosion vorrangig)

bei flächigen Lösungen
erhebliche Vorlaufzeit
erforderlich

KDB-Dichtungen



Technik

Leckagesegel (lokal)
KDB-Dichtung (flächig)

Probleme

Feststoffe: Treibzeug, Eis
Einbau unter Wasser,
Dichtungswirkung fraglich
(Schutz gegen weitere
Erosion vorrangig)
bei flächigen Lösungen
erhebliche Vorlaufzeit
erforderlich



KDB-Dichtungen



Technik

Leckagesegel (lokal)

KDB-Dichtung (flächig)

Probleme

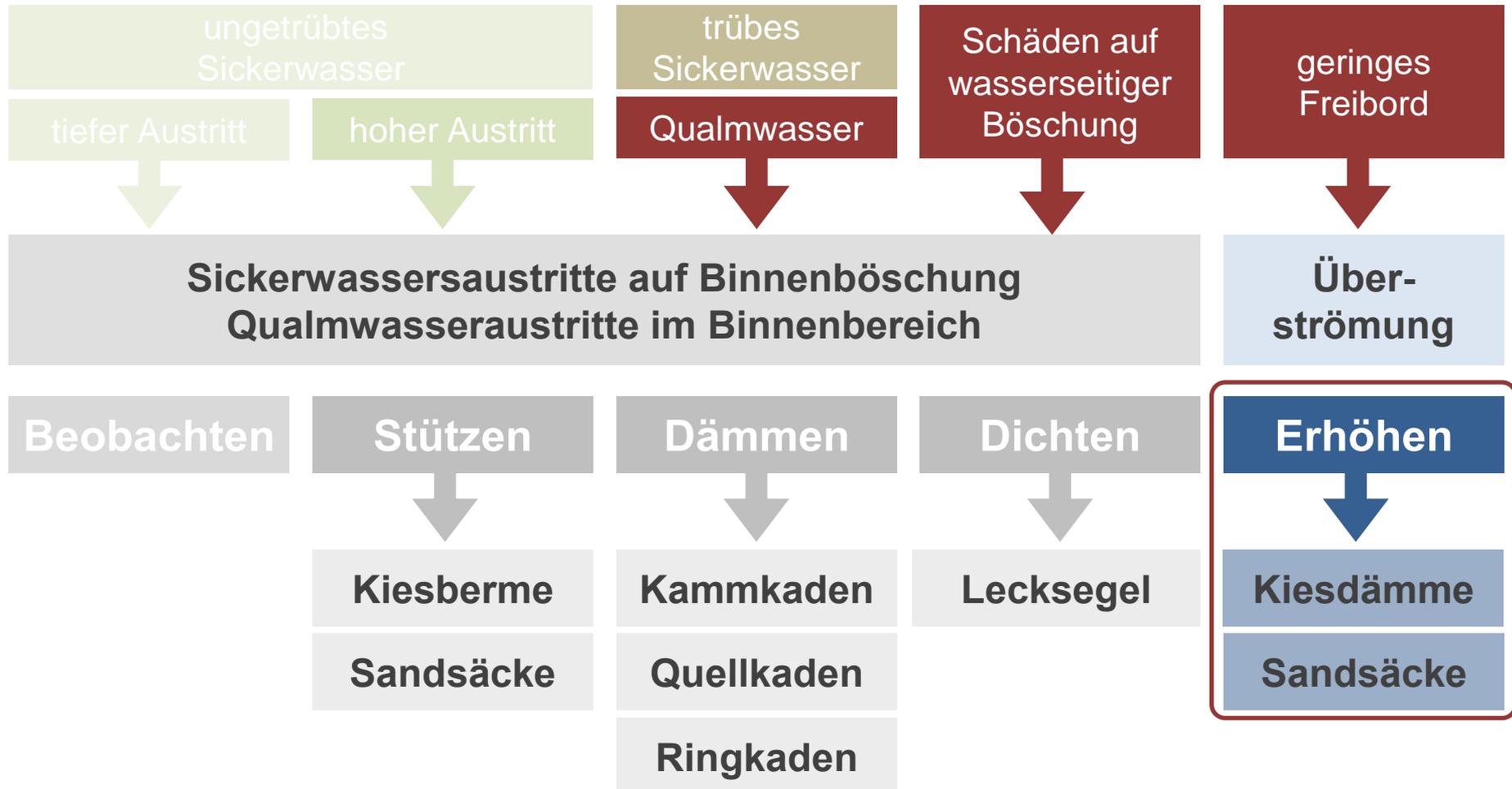
Feststoffe: Treibzeug, Eis

Einbau unter Wasser,
Dichtungswirkung fraglich
(Schutz gegen weitere
Erosion vorrangig)

bei flächigen Lösungen
erhebliche Vorlaufzeit
erforderlich



Maßnahmen bei Überströmung



Versagen durch Kappenbruch



Durchströmung verändert die Bodenparameter und beeinflusst die Standsicherheit von Deichen. Bei der Deichkontrolle sind **Ort, Umfang und Art der Verformungen** zu beobachten.

Eher unkritisch sind auf den Oberboden begrenzte Böschungsschäden („lokale Böschungssicherheit“)

Kritisch sind tiefreichende Böschungsrutschungen („allgemeine Böschungssicherheit“) und binnenseitige Hebungen („hydraulischer Grundbruch“). Sie schwächen den Deichquerschnitt und leiten das Deichversagen ein.



Versagen durch Böschungfußkolk



Durchströmung verändert die Bodenparameter und beeinflusst die Standsicherheit von Deichen. Bei der Deichkontrolle sind **Ort**, **Umfang** und **Art der Verformungen** zu beobachten.

Eher unkritisch sind auf den Oberboden begrenzte Böschungsschäden („lokale Böschungssicherheit“)

Kritisch sind tiefreichende Böschungsrutschungen („allgemeine Böschungssicherheit“) und binnenseitige Hebungen („hydraulischer Grundbruch“). Sie schwächen den Deichquerschnitt und leiten das Deichversagen ein.



Maßnahmen bei Überströmung



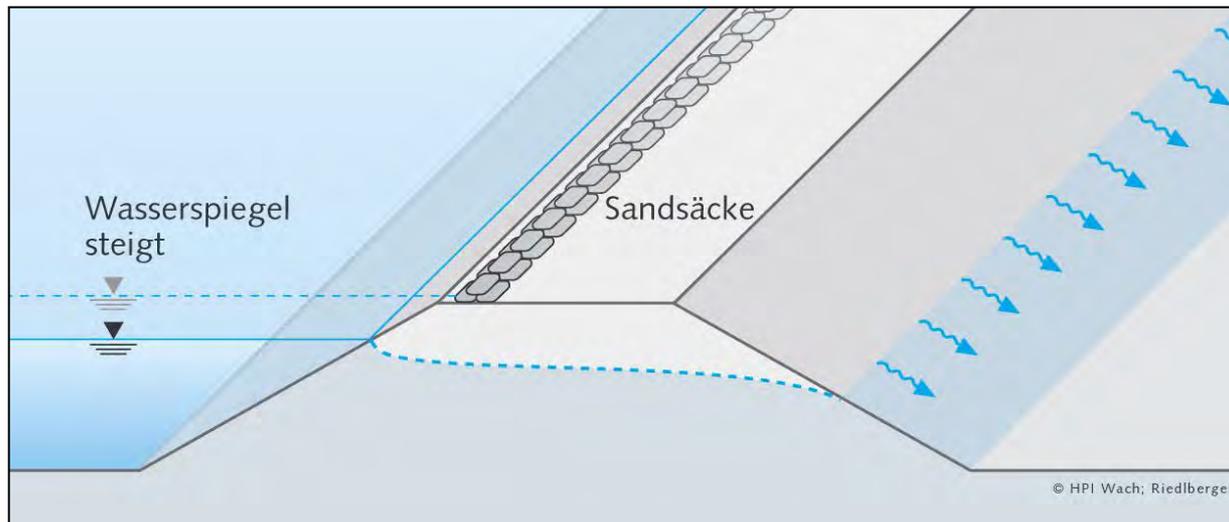
Technik

Aufkantung
(Sandsackverbau, Kies)

**Ausgleich lokaler
Schwachstellen**

Probleme

Aufkantung



Technik

Aufkantung
(Sandsackverbau, Kies)

**Ausgleich lokaler
Schwachstellen**

Probleme

Achtung:
Aufkantung erhöhen die
Einwirkungen auf Deiche
und können schlagartiges
geotechnisches Versagen
provozieren!



Aufkantung



Technik

Aufkantung
(Sandsackverbau, Kies)

**Ausgleich lokaler
Schwachstellen**

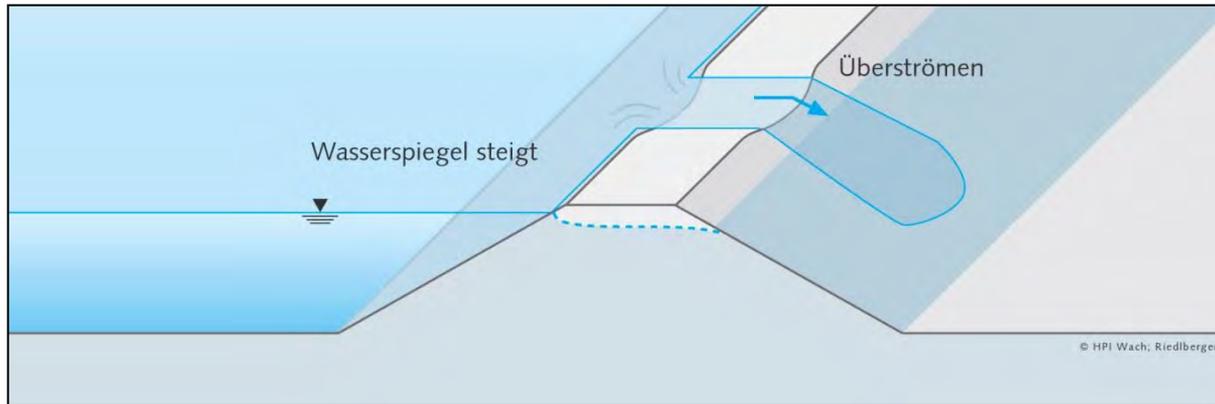
Probleme

Achtung:
Aufkantung erhöhen die
Einwirkungen auf Deiche
und können schlagartiges
geotechnisches Versagen
provozieren!





Ausgleich von Schwachstellen



Technik

Aufkantung
(Sandsackverbau, Kies)

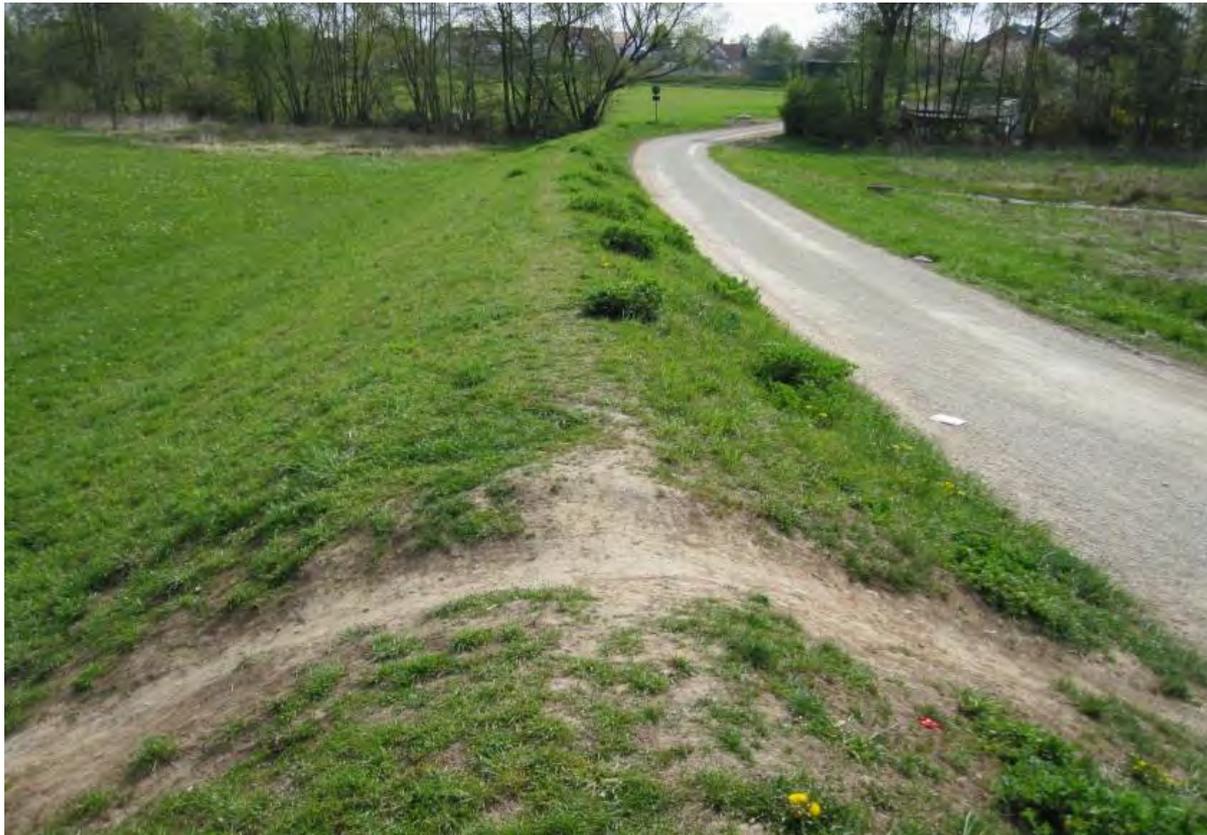
**Ausgleich lokaler
Schwachstellen**

Probleme





Ausgleich von Schwachstellen



Technik

Aufkantung
(Sandsackverbau, Kies)

**Ausgleich lokaler
Schwachstellen**

Probleme

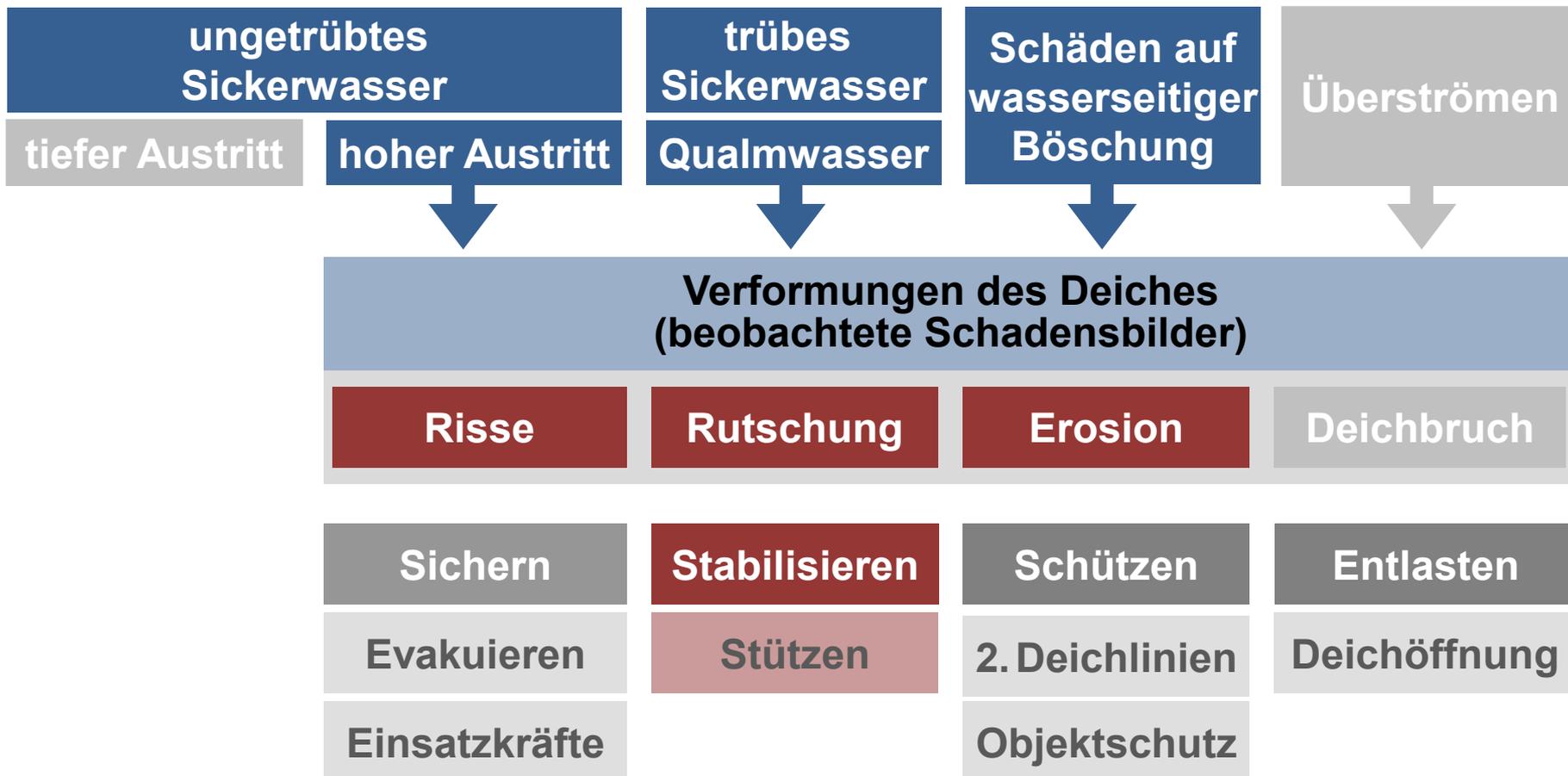




Resiliente Bauweisen

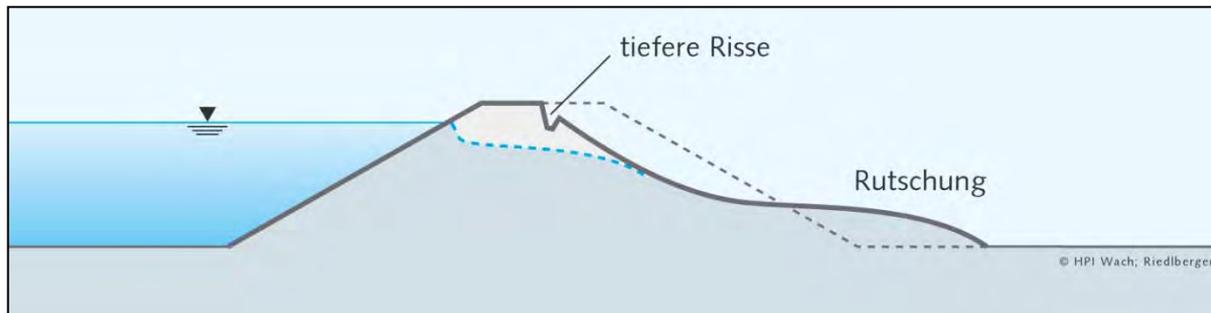
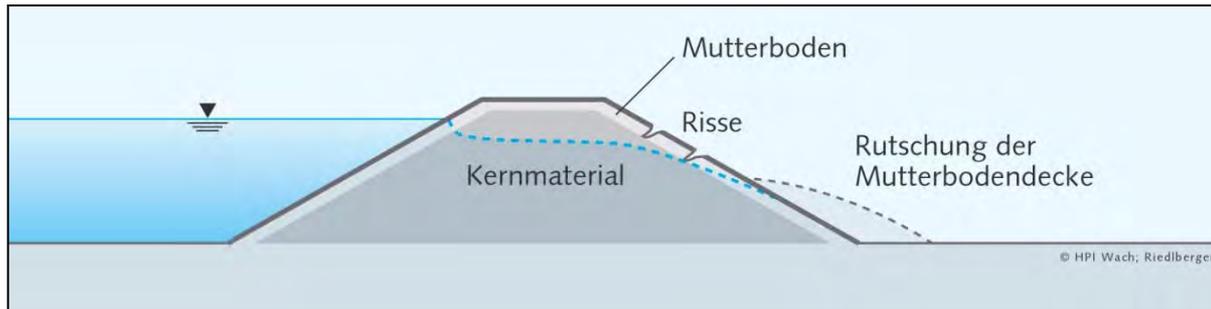


Maßnahmen bei Verformungen





Böschungsbruchformen



Technik

Initialrisse

Böschungsbruch: lokal

Böschungsbruch: global





Böschungsbruchformen



Technik

Initialrisse

Böschungsbruch: lokal

Böschungsbruch: global



Böschungsbruchformen



Technik

Initialrisse

Böschungsbruch: lokal

Böschungsbruch: global





Böschungsbruchformen



Technik

Initialrisse

Böschungsbruch: lokal

Böschungsbruch: **global**





2.6.2013, 6:49



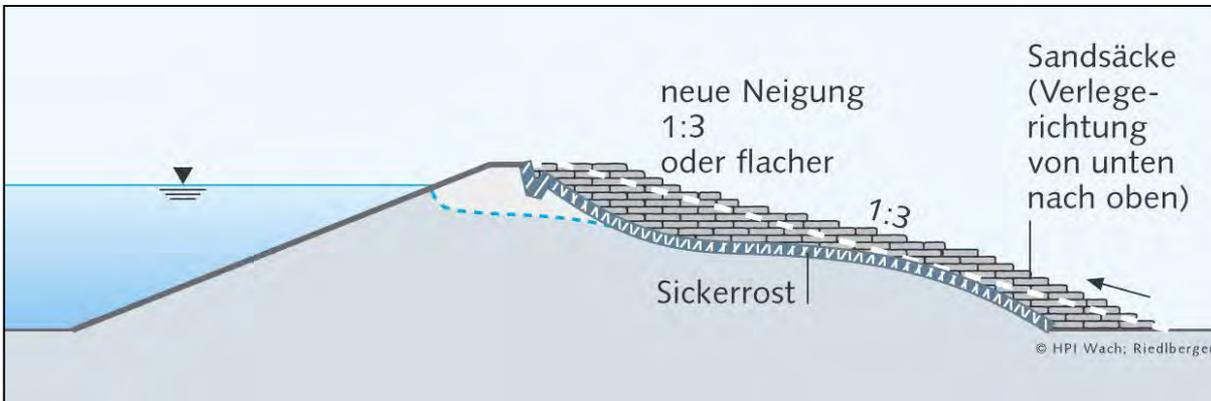
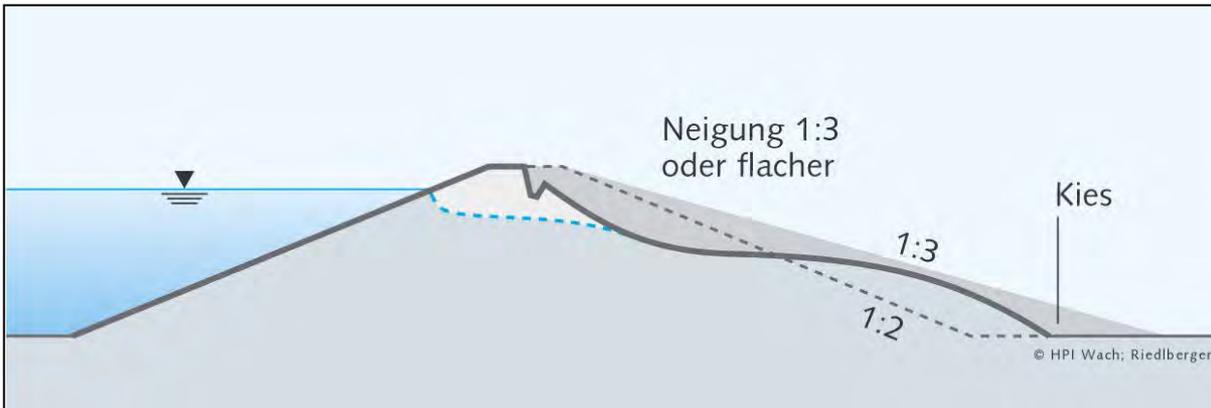
06/06/2013 18:57



6.6.2013, 18:57



Verbau von Binnenböschungen



Technik

Stützverbau : Kies

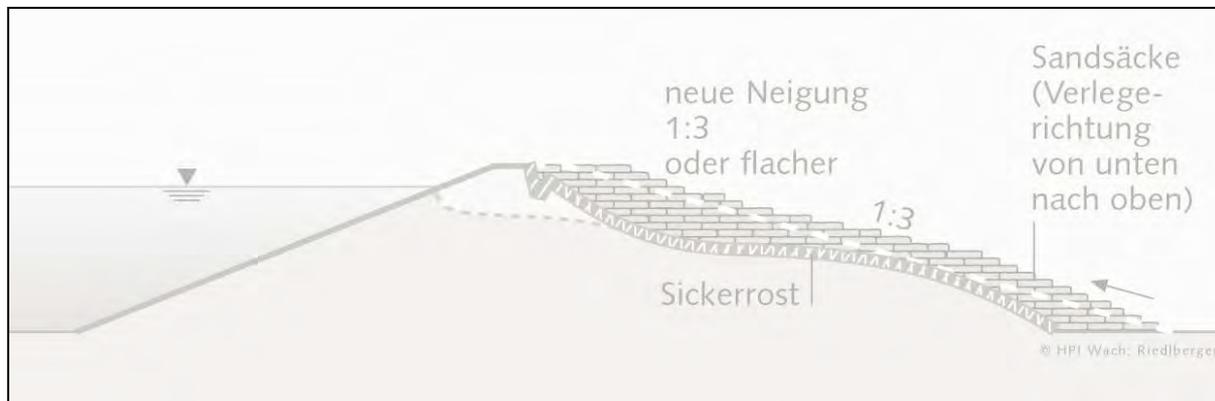
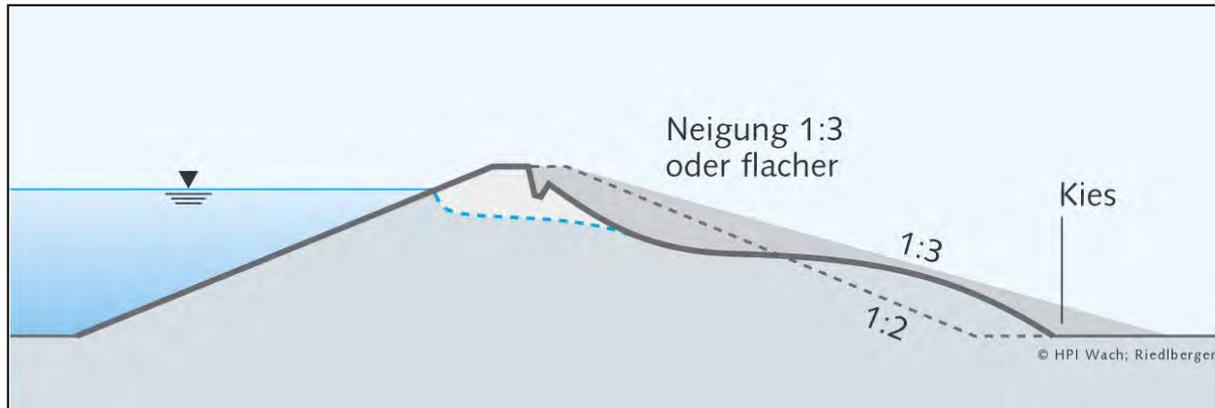
Stützverbau: Sandsäcke

Probleme





Verbau von Binnenböschungen



Technik

Stützverbau: **Kies**

Stützverbau: **Sandsäcke**

Probleme

Materialverfügbarkeit

Materialeignung (Filterstabilität, Umweltverträglichkeit)

Schwerlastverkehr muss gewährleistet sein

Binnenentwässerung eventuell beeinträchtigt (Gräben)



Auflastschüttung



Technik

Stützverbau: **Kies**

Stützverbau: **Sandsäcke**

Probleme

Materialverfügbarkeit

Materialeignung (Filterstabilität, Umweltverträglichkeit)

Schwerlastverkehr muss gewährleistet sein

Binnenentwässerung eventuell beeinträchtigt (Gräben)



Auflastschüttung



Technik

Stützverbau: **Kies**

Stützverbau: Sandsäcke

Probleme

Materialverfügbarkeit

Materialeignung (Filterstabilität, Umweltverträglichkeit)

Schwerlastverkehr muss gewährleistet sein

Binnenentwässerung eventuell beeinträchtigt (Gräben)





Auflastschüttung



Technik

Stützverbau: **Kies**

Stützverbau: **Sandsäcke**

Probleme

Materialverfügbarkeit

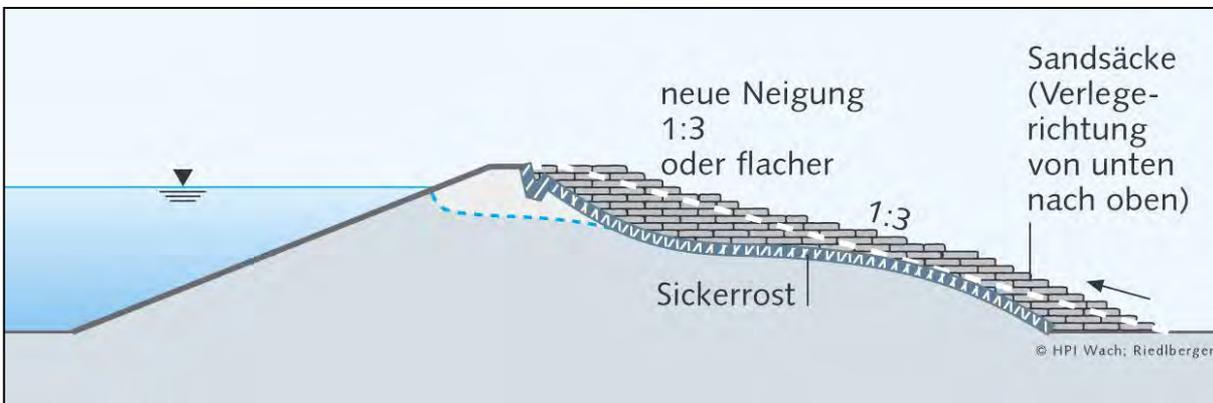
Materialeignung (Filterstabilität, Umweltverträglichkeit)

Schwerlastverkehr muss gewährleistet sein

Binnenentwässerung eventuell beeinträchtigt (Gräben)



Sandsackverbau



Technik

Stützverbau: Kies

Stützverbau: **Sandsäcke**

Probleme

extrem material- und
personalintensiv
Rückbau bei
Kunststoffgeweben
notwendig





Sandsackverbau



Technik

Stützverbau: Kies

Stützverbau: **Sandsäcke**

Probleme

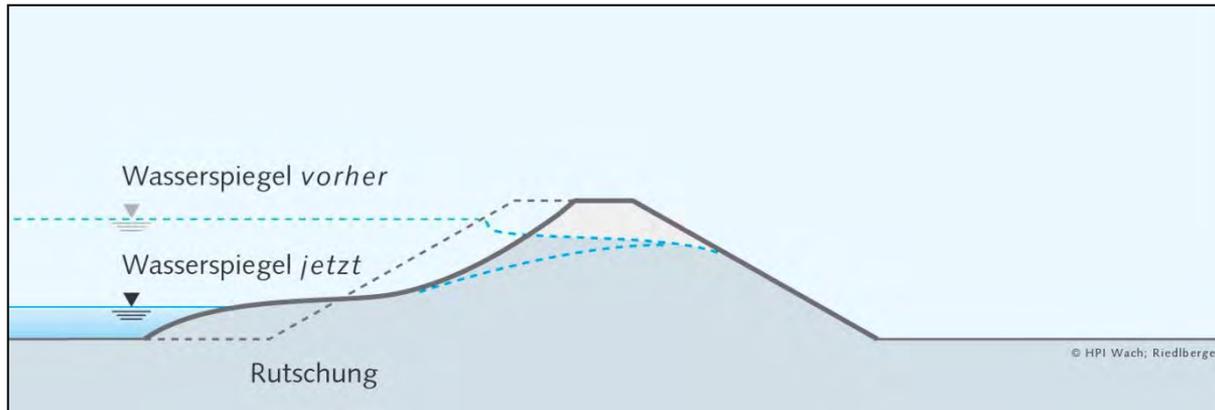


Sandsackverbau: Aufbau eines Dränfilters





wasserseitiger Böschungsbruch



Technik

Versagen wasserseitiger Böschungen bei fallender Welle oder infolge schneller Wasserspiegelsenkungen

Probleme

Kritisch bei mehrschieitigen Hochwasserwellen oder prognostizierten Folgeereignissen





wasserseitiger Böschungsbruch



Technik

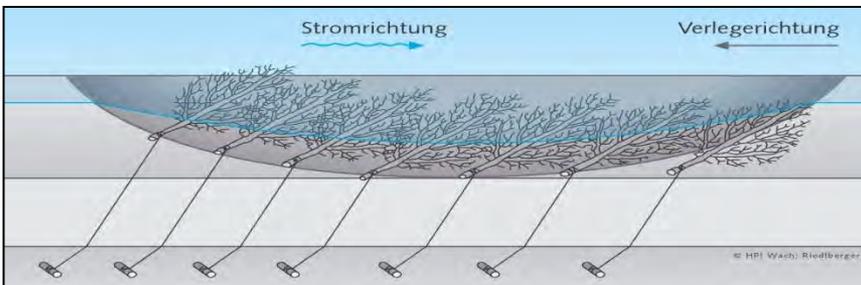
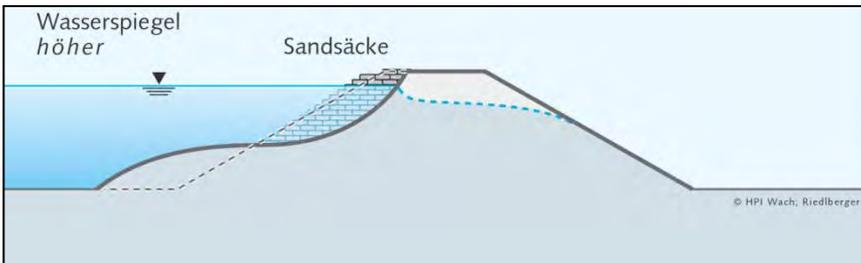
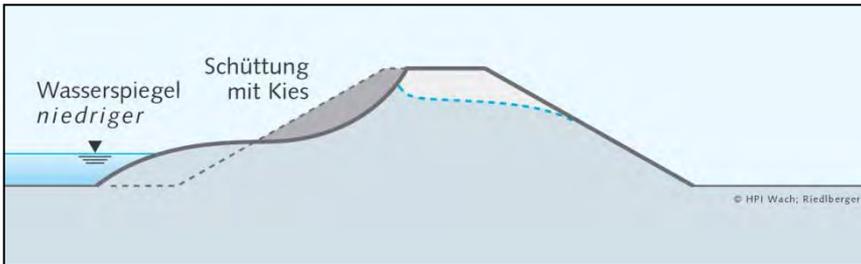
Versagen wasserseitiger Böschungen bei fallender Welle oder infolge schneller Wasserspiegelsenkungen

Probleme

Kritisch bei
mehrscheiteligen
Hochwasserwellen oder
prognostizierten
Folgeereignissen



wasserseitiger Böschungsbruch



Technik

Einwurf von Kies und/oder Sandsäcken

Einsatz von Raubäumen

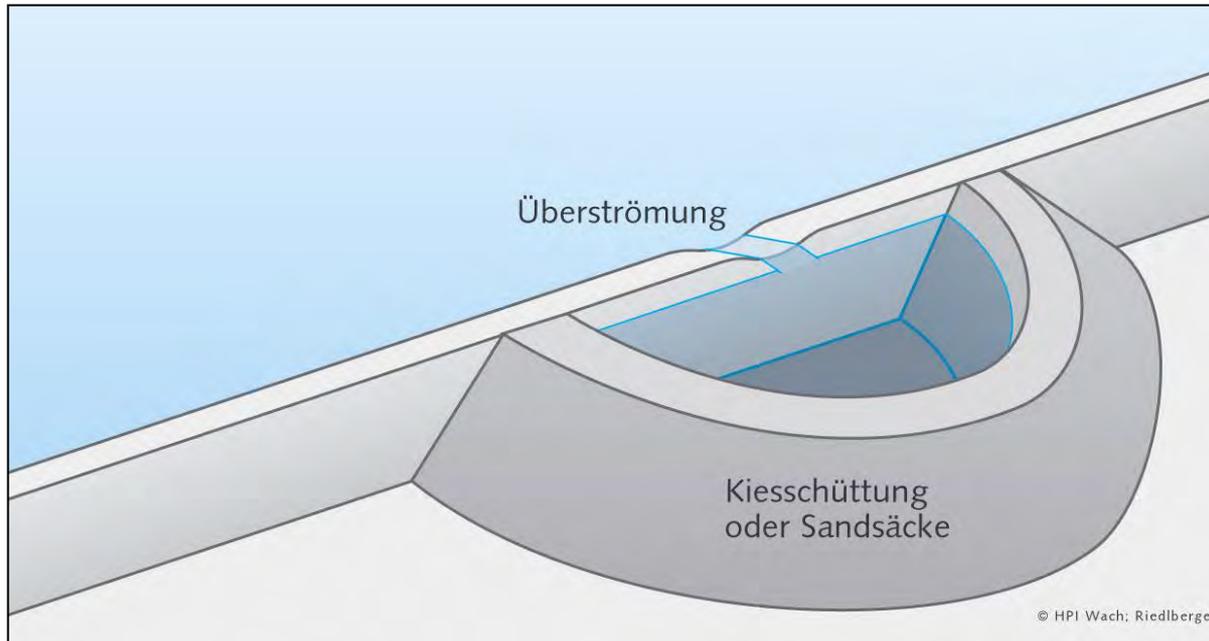
Probleme

Einwurf von Kies und/oder Sandsäcken

Einsatz von Raubäumen



Koffer- und Kammerdeiche (2. Deichlinien)



Technik

Umschließung einer potentiellen Bruchstelle durch Koffer- oder Kammerdeiche (Notdeiche)

Probleme

komplexe Baumaßnahme
Material- und Geräteeinsatz erfordert angemessene Vorwarnzeiten (als klassischer Hochwassereinsatz eher ungeeignet)





Betriebseinrichtungen: Binnenentwässerungsanlagen



Betriebseinrichtungen: Verschlüsse

