

M a ß n a h m e n f ü r d e n W i e d e r a u f b a u n a c h H o c h w a s s e r k a t a s t r o p h e n

Lösungssammlung

Katastrophenschutz - Notfalllösungen

Sanierungslösungen

Präventionsmaßnahmen

Veranlassung: Hochwasserkatastrophe im Juli 2021

Auftraggeber: NAUE GmbH & Co. KG
Gewerbestraße 2
D-32339 Espelkamp

Verfasser: BBG Bauberatung Geokunststoffe GmbH & Co. KG
Gewerbestraße 2
D-32339 Espelkamp

Tel.: 05743 93205-60
Fax: 05743 93205-66

Espekkamp, den 1. September 2021


Dr.-Ing. Lars Vollmert


i. V. Dipl.-Ing. Janne Kristin Pries

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung.....	3
2	Schlammablagerungen und Räumung.....	3
2.1	Begehung von Schlammablagerungen.....	3
2.2	Befahren von schlecht tragfähigen Untergründen	4
2.3	Bewehrung von Lagerflächen über weichem Untergrund.....	5
2.4	Temporäre Durchfahrt durch Wasser	6
3	Sichern von kontaminierten Abfällen.....	7
3.1	Schlamm- und Schutthalden	7
3.2	Kontaminierte Böden und Schutt sichern / einkapseln	8
4	Ertüchtigung / Sanierung der Infrastruktur	9
4.1	Sanierungslösungen für durch Hochwasser und Erosion geschädigte Bahn- und Straßendämme oder -hänge	9
4.2	Sicherung der Befahrbarkeit durch Combigrid® gegen plötzlichen Verbruch (temporäre Erdfallsicherung)	10
4.3	Ertüchtigung von Straßen für schwere Lasten.....	11
5	Standsicherheit von Rückhaltedämmen und Deichen.....	11
5.1	Katastrophenschutz / Sofortmaßnahmen	11
5.2	Ertüchtigung von Dämmen und Deichen	12
5.3	Überströmungssicherung von Dämmen und Deichen	13
6	Kolkschutz an Brückenwiderlagern	17
7	Errichtung von Regenrückhaltebecken	18

1 Veranlassung

Die extremen und außergewöhnlichen Schäden der Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 zeigen die Grenzen baulicher Widerstandsfähigkeit auf. Die Zerstörungen, die sonst meist aus weiter entfernten Regionen gegenwärtig sind, zeigen die enorme Kraft und Gewalt auf, die Strömung, Wasserdruck und außergewöhnliche Erosion auf Flächen und in Strömungsrinnen erzeugen. So sehr diese aktuellen Ereignisse für die direkt Betroffenen und für die zerstörte Region ohne Maßstab sind, sind sie überregional und weltweit betrachtet doch bekannt.

Wiederkehrende Ereignisse in den asiatischen Regionen, außergewöhnliche Ereignisse in z. B. Norditalien und die Ereignisse an Mulde und Elbe weisen, aus technischer Perspektive, Ähnlichkeiten auf. Auch für diese Regionen mussten Lösungen erarbeitet werden, um lokal zu helfen, die Schäden zu sanieren, Schäden präventiv zu begrenzen und robuste Konstruktionen zu schaffen.

Die NAUE GmbH & Co. KG hat uns gebeten, die Erfahrungen aus der konstruktiven Bearbeitung unzähliger Projekte in den Bereichen Hochwasservorsorge, Hochwasserbewältigung und Sanierung in übersichtlicher Form zusammenzustellen. Die individuelle Ausgestaltung, Weiterentwicklung und Ergänzung wird eine Gemeinschaftsaufgabe der beteiligten Kommunen, Behörden, Planer und Baufirmen sein. Wir hoffen hiermit, Lösungsansätze aufzeigen und unkompliziert zur Verfügung stellen zu können.

2 Schlammablagerungen und Räumung

2.1 Begehung von Schlammablagerungen

Große Schlammablagerungen können den Zugang zu Ortslagen unmöglich machen. Die Geogitter-Vliesstoff-Kombination Combigrid® ermöglicht eine sofortige Begehung von Schlammablagerungen. Combigrid® trennt den Schlamm von der Verkehrslast und verteilt die durch Personenbegehungen verursachten punktuellen Lasten über eine größere Fläche. Diese Funktion wird auch als „Schneeschuheffekt“ bezeichnet.



Abb. 1: Schlammbegehung ohne
Sicherungsmaßnahmen



Abb. 2: Begehung eines Schlammteiches auf der
Geogitter-Vliesstoff-Kombination Combigrid®

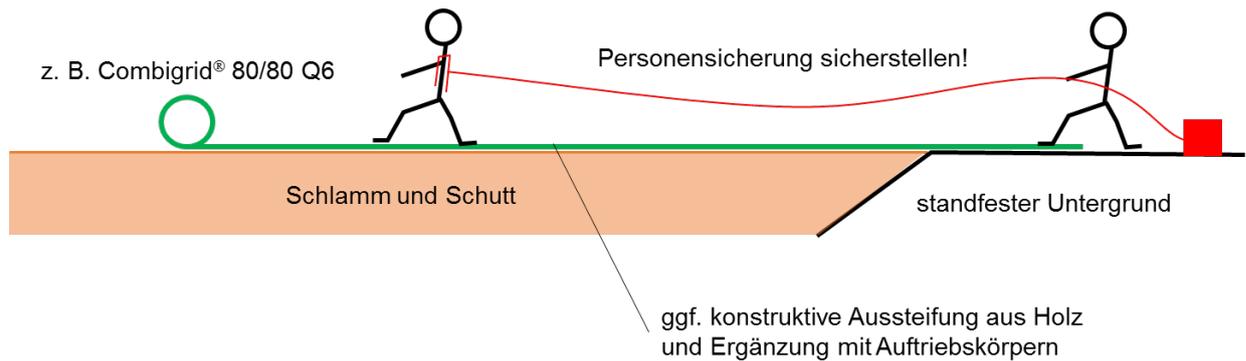


Abb. 3: Systemskizze, Begehung einer Schlammablagerung auf einer Geogitter-Vliesstoff-Kombination Combigrid® 80/80 Q6

2.2 Befahren von schlecht tragfähigen Untergründen

Eine Befahrung von wassergesättigten Böden nach starken Regenfällen oder ggf. sogar eine Befahrung von Schlamm birgt die Gefahr, sich festzufahren oder einzusinken (Abb. 4). Nach häufigeren Befahrungen können große Spurrillen entstehen, die die Gebrauchstauglichkeit der temporären Zuwegung reduzieren können. Die Geogitter-Vliesstoff-Kombination Combigrid® in Verbindung mit einer darüber angeordneten Schottertragschicht erhöht die Tragfähigkeit und Nutzungsdauer auch bei vielen Lastzyklen (Abb. 5).

Die Verbesserung der Tragfähigkeit von Böden mit Geogittern beruht auf dem Grundprinzip, dass die in Analogie zur Plattentheorie durch Zug beanspruchten Bereiche der Tragschichten durch hochzugfeste Geogitter bewehrt werden. Als zweite Komponente der "geokunststoffbewehrten Platte" ist demnach auch eine Druckzone aus dem Korngerüst des Tragschichtmaterials erforderlich. Wird als Schüttmaterial ein gut abgestuftes Korngerüst mit reduziertem Feinkornanteil gewählt, kommt es bei dem gewählten Bewehrungselement zu einer Verzahnung des Korngerüsts mit der offenen Geogitterstruktur (Abb. 6). Das gewählte Bewehrungselement führt damit zu einer Verdichtbarkeit des Schüttmaterials auch auf weichem Untergrund und gewährleistet die langfristige Trennung der Böden.

Die maximale Bodenpressung aus Verkehrslast wird unter einem bewehrten Tragschichtsystem um ca. 30 % reduziert. Zudem werden lokale Kornumlagerungen infolge von Wechsellasten durch Spurverkehr durch die Einlage von geeigneten Geokunststoffen reduziert, sodass die Gebrauchstauglichkeit der Verkehrsflächen langfristig positiv beeinflusst wird.

Bei der Bewehrung von Tragschichten bzw. eines Teilbodenaustausches ist grundsätzlich zu berücksichtigen, dass Setzungen infolge von Auflast durch die Bewehrung nicht verhindert werden. Setzungen können jedoch vergleichmäßig und lokale Senkungsbereiche überbrückt werden. Mit dem Programm NAUE SecuCalc kann schnell ein projektbezogener Lösungsvorschlag erarbeitet werden.

Problem: Einsinken in weichen Untergrund



Abb. 4: Befahrung von gering tragfähigen Böden



Abb. 5: Temporäre Zuwegung mit Combigrid®



Abb. 6: Interaktion zwischen Schüttmaterial und Secugrid® Geogitter



Abb. 7: Anwendungsbeispiel Zufahrt zu einer Bahntrasse

2.3 Bewehrung von Lagerflächen über weichem Untergrund

Eine Anordnung von Lagerflächen auf nassem, weichem und gering tragfähigem Untergrund kann kurz- oder mittelfristig in Setzungen und einer möglichen Beeinträchtigung der gelagerten Materialien und Gegenstände resultieren. Durch die Anordnung einer geogitterbewehrten Tragschicht aus einer Geogitter-Vliesstoff-Kombination Combigrid® und einer Schottertragschicht darüber kann bei geringer Aufbauhöhe eine ausreichende Tragfähigkeit auf der Oberkante der Tragschicht erreicht werden. Des Weiteren werden mit dieser Lösung Setzungen vergleichmäßig.

Problem: Einsinken in weichen Untergrund



Abb. 8: Lagerfläche, unbewehrt

Lösung: Erhöhung der Tragfähigkeit mit Combigrid®

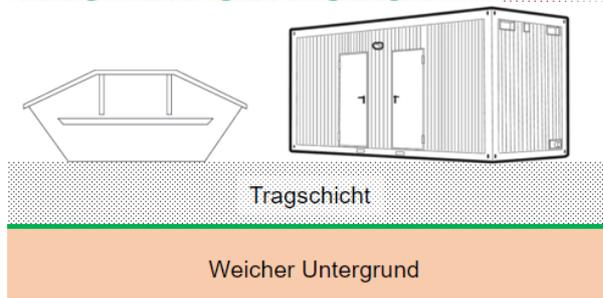


Abb. 9: Geogitterbewehrte Tragschicht im Bereich einer Lagerfläche

Das Funktionsprinzip ist bereits in Kapitel 2.2 erläutert. Mit dem Programm NAUE SecuCalc kann schnell ein projektbezogener Lösungsvorschlag erarbeitet werden.

2.4 Temporäre Durchfahrt durch Wasser

Sind Ortslagen überflutet oder Brücken über Fließgewässern nicht mehr befahrbar, bieten temporäre Dämme, hergestellt aus großen geotextilen Sandcontainern, die Möglichkeit, abgeschnittene Ortslagen wieder zu erreichen. Geotextile Sandcontainer sind sehr anpassungsfähig und erlauben damit eine Anordnung auf unebenem Untergrund und in diverser Geometrie. Nach der Erstellung des Dammkörpers wird zur Befahrung eine Ausgleichsschicht und eine Tragschicht benötigt (siehe Abb. 10). Der Damm kann vollständig aus Sandcontainern hergestellt werden, oder der Dammkern wird aus verfügbarem Schüttmaterial zwischen den Sandcontainern eingeschoben.

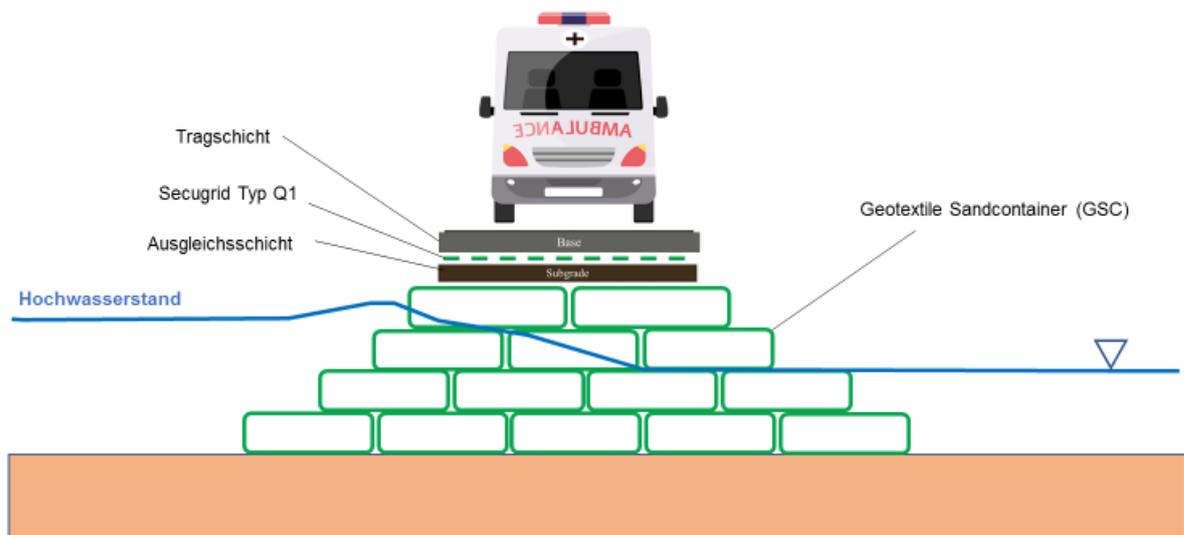


Abb. 10: Temporärer Damm durch ein überflutetes oder überflutungsgefährdetes Gebiet

3 Sichern von kontaminierten Abfällen

3.1 Schlamm- und Schutthalden

Schlämme, die sich bei Hochwasser in Gebäuden und dem umgebenden Gelände ablagern, können hochgradig kontaminiert sein. Sie bergen die Gefahr der Verbreitung von Krankheitserregern. Diese Schlämme werden im Rahmen der Aufräumarbeiten geräumt und ggf. in Schlammhalden deponiert.

Um Schlämme zu lagern, werden Becken benötigt, deren Basis abgedichtet ist, um Grundwasserverunreinigungen zu vermeiden. Auf ebenem Gelände müssen Randdämme errichtet werden, um eine räumliche Ausbreitung zu verhindern (siehe Abb. 11 und 12). Dafür kann In-situ-Boden, bei Bedarf geokunststoffbewehrt, verwendet werden. Für eine beschleunigte Schlammentwässerung können vertikal oder horizontal geosynthetische Dränmatten oder -streifen ergänzt werden.

Im Rahmen der Planung sind Themen wie die geotechnische Standsicherheit, der Grundwasserschutz und die Schlammentwässerung, -fassung und -behandlung zu berücksichtigen.



weiche Schlamm- & Schuttablagerungen,
stark durchnässt, nicht formbar

Aufbau von Randdämmen mit Combigrid®-
Polsterböschungen aus Schutt, Einschleiben der
Schlämme, Einbau von stabilisierenden und
entwässernden, biologisch abbaubaren
Lagen Secutex® Green

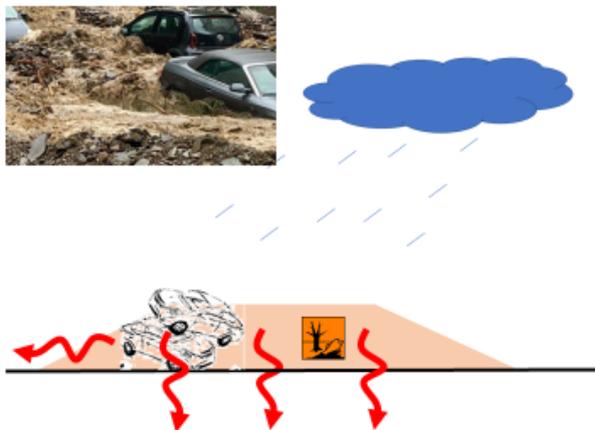
Abb. 11: Schlammhalde oder -teich,
unkontrolliert

Abb. 12: Schlammhalde oder -teich,
im Detail geplant

3.2 Kontaminierte Böden und Schutt sichern / einkapseln

Jegliche Abfälle, die im Rahmen von Hochwasserkatastrophen anfallen können (z. B. Autos, Möbel, Elektrogeräte, Holz, kontaminierte Böden etc.) müssen aus den betroffenen Gebieten entfernt, gesammelt und einer Entsorgung zugeführt werden. Um eine von den Sammelplätzen ausgehende Grundwasserverunreinigung zu vermeiden, ist die Basis dieser Sammelplätze abzudichten.

Als temporäre Abdichtungslösung können beschichtete geosynthetische Tondichtungsbahnen Bentofix® X oder Kunststoffdichtungsbahnen Carbofol® mit darüber angeordneter geosynthetischer Dränschicht zum Schutz der dünnlagigen Abdichtungen gewählt werden. Diese dienen der Sickerwassersammlung und ggf. als Basis einer Tragschicht zur Befahrung.



Böden / Ablagerungen mit umweltrelevanten Inhaltsstoffen (z. B. aus überfluteten Tank- / Industrieanlagen, havarierten Kraftfahrzeugen...)

Abb. 13: Konzentrierung von kontaminierten Abfällen ohne Grundwasserschutz



Abdichtung der Auflagerfläche oder vollständige Einkapselung mit Abdichtungssystemen aus Geokunststoffen, z. B. Bentofix® X, Carbofol®

Abb. 14: Temporäre Abdichtung als Grundwasserschutz

4 Ertüchtigung / Sanierung der Infrastruktur

4.1 Sanierungslösungen für durch Hochwasser und Erosion geschädigte Bahn- und Straßendämme oder -hänge

Beispiel: Hangsicherung bei Weesenstein - DB-Strecke Heidenau-Altenberg



Abb. 15: Bahntrasse Weesenstein, 2002, Schadensbild durch Erosion



Abb. 16: Sanierungslösung mittels Kunststoff-Bewehrte-Erde-Konstruktion

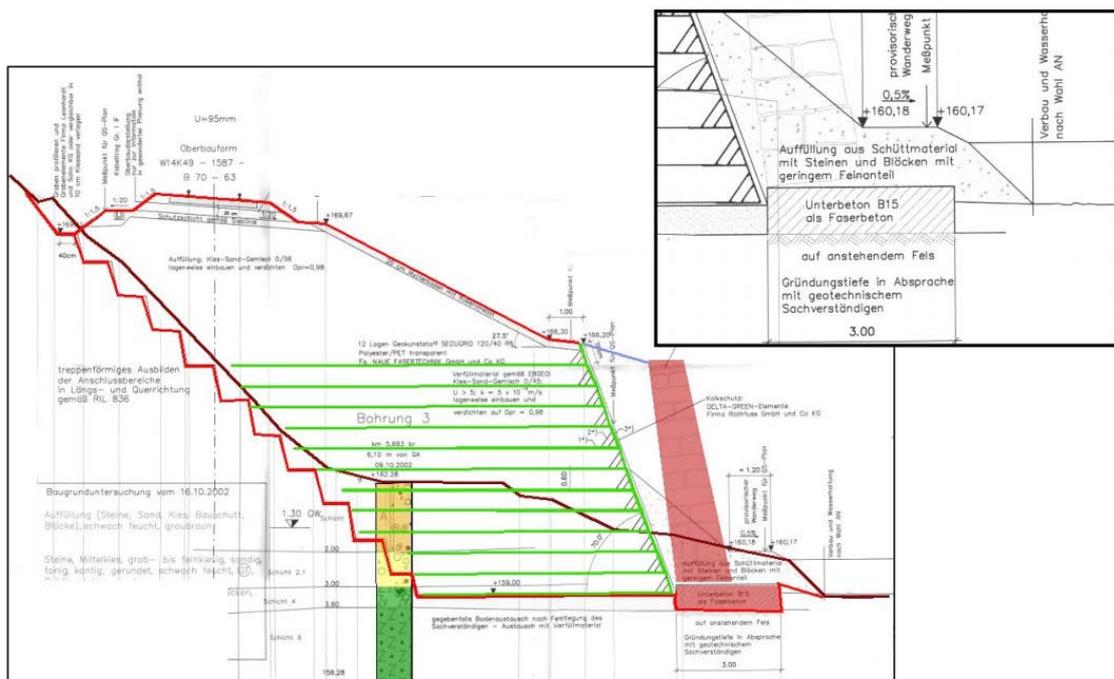


Abb. 17: Sanierungslösung mittels Secugrid® Geogitter-Bewehrte-Erde-Konstruktion

Infolge des verheerenden Hochwassers im Jahr 2002 wurden ca. 80 % der vorhandenen Infrastruktur im Müglitztal bei Dresden zerstört. Auch der Weesensteiner Abschnitt der Müglitz-Talbahn war betroffen. Das Hochwasser hat den vorhandenen Bahndamm bei Weesenstein einschließlich der kompletten Böschung in Richtung Müglitz weggespült (siehe Abb. 15).

Im Rahmen des Wiederaufbaus dieser Bahnstrecke wurde der Bahndamm als Geokunststoff-Bewehrte-Erde-Konstruktion wiederhergestellt.

Als Bewehrungselement wurde ein Geogitter Secugrid® 120/40 R6 gewählt (heute mit bahnspezifischer HPQ). Nach den durchgeführten Berechnungen wurde Secugrid® in horizontalen Lagen im Lagenabstand von ca. 0,50 m verlegt und mit dem Frontelement konstruktiv verbunden (siehe Abb. 17).

Analog ist der Aufbau von abgerutschten oder beschädigten Straßen in Hanglage möglich. Die Bewehrungslagen werden bis auf den tragfähigen Böschungsbereich geführt und bilden durch lagenweisen Aufbau ein stabiles Fundament für die neue (Teil-)Fahrbahn.

Secugrid® R6 Geogitter sind verstreckte, monolithische Polyesterstäbe mit verschweißten Knotenpunkten und einer Hauptzugrichtung. Ein besonderer Vorteil ist das besonders geringe Kriechdehnungsverhalten des verstreckten Polyesters sowie das Nichtvorhandensein einer produktionsbedingten Baudehnung. Dadurch werden Konstruktionssenkungen bzw. -dehnungen drastisch reduziert, was eine wichtige Voraussetzung für Schienen und Trassen ist.

Mittels dieser einfachen, schnellen und kostensparenden Bauweise konnte das gesamte Bauwerk innerhalb weniger Wochen umgebaut und der normale Bahnbetrieb wieder aufgenommen werden. Erst im Nachgang wurden die langfristigen konstruktiven und baulichen Maßnahmen vervollständigt.

4.2 Sicherung der Befahrbarkeit durch Combigrid® gegen plötzlichen Verbruch (temporäre Erdfallsicherung)

Bei vorliegenden Erosionsschäden im Bereich von Fahrbahnoberflächen und/oder deren Tragschicht kann ein nachträgliches Versagen der Fahrbahnoberfläche nicht immer ausgeschlossen werden.

Um die kurzfristige und sichere Befahrbarkeit der Strecken zu ermöglichen, wird die Anordnung einer Geogitter-Vliesstoff-Kombination und einer darüberliegenden temporären Schottertragschicht empfohlen. Das Geogitter ist in der Lage, plötzlich auftretende Hohlräume zu überbrücken bzw. zu überspannen.

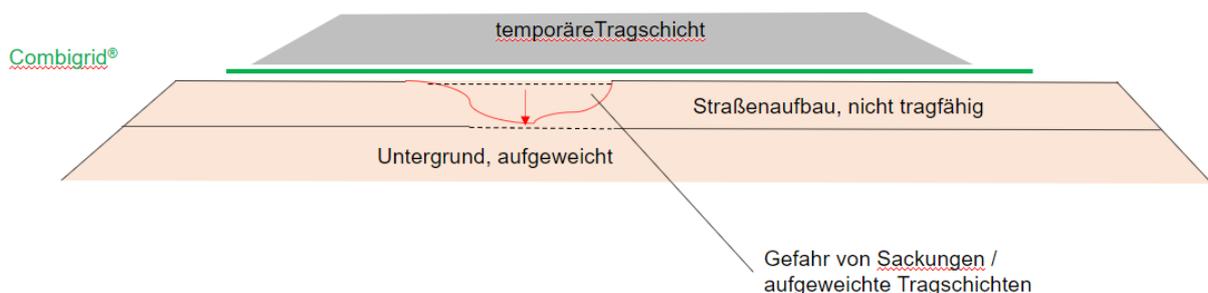


Abb. 18: Sicherung der Befahrbarkeit / Sicherung gegen plötzlich auftretenden kleinräumigen Verbruch und Sackungen durch lastverteilende Tragschicht

4.3 Ertüchtigung von Straßen für schwere Lasten

Befinden sich große Erosionsrinnen oder ausgespülte Krater im Straßenverlauf, sind die Strecken unbefahrbar. Werden diese Hohlräume lagenweise mit verdichtetem Erdbaustoff und horizontalen Geogitterlagen (z. B. Secugrid® Q1) aufgefüllt und ertüchtigt, sind diese für schwere Lasten befahrbar. Ein seitliches Ausweichen der Verfüllung wird verhindert, da sich das Füllmaterial mit den Bewehrungslagen als Verbundwerkstoff verspannt.

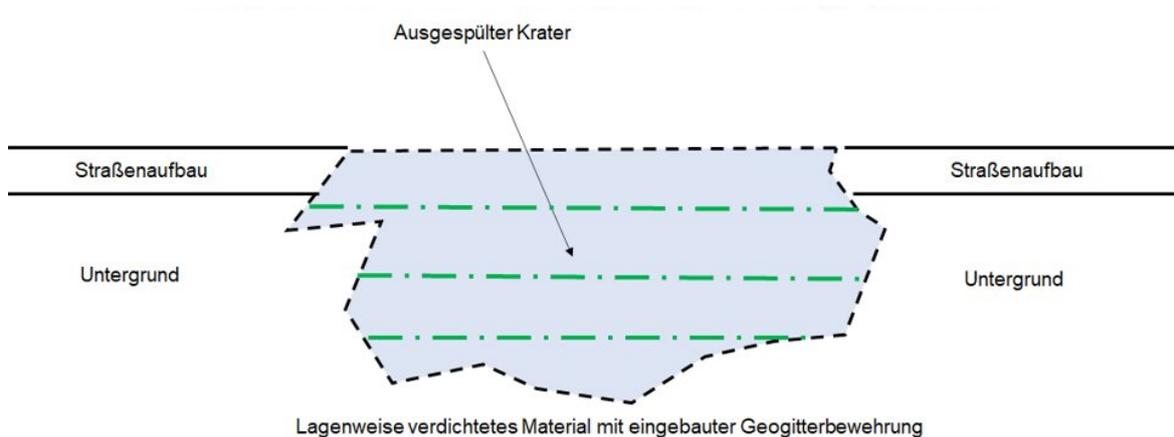


Abb. 19: Ertüchtigung von Straßenschäden für schwere Lasten, Bewehrung von Tragschichten mit Erosionsschäden

5 Standsicherheit von Rückhaltedämmen und Deichen

5.1 Katastrophenschutz / Sofortmaßnahmen

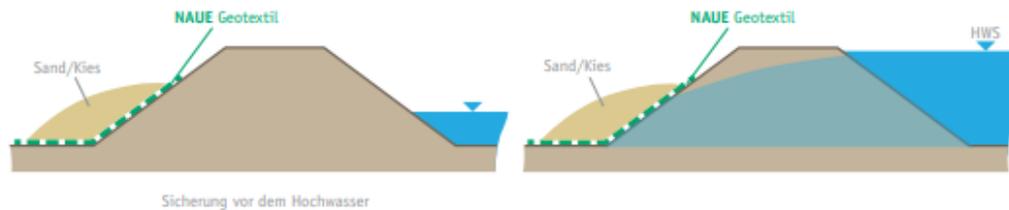
Abb. 20 zeigt mögliche Lösungsansätze für den Katastrophenschutz.

1. Sicherung gegen rückschreitende Erosion
Hier wird am landseitigen Damm- oder Deichfuß ein Filtervliesstoff Secutex® H (z. B. Secutex® H 751) verlegt und ein gut durchlässiger Boden als Auflast und Fußsicherung angeordnet. Dadurch wird das Risiko eines landseitigen Versagens des Bauwerks reduziert.
2. Sicherung gegen Durchsickerung
Um die Durchsickerung durch einen Damm oder Deich im Moment des Wassereinstaus zu reduzieren, besteht die Möglichkeit, eine Dichtung unter Wasser einzubauen. Die Bentonit-Sandmatten-Kombination ist die einzige Abdichtung, die in kurzer Zeit unter Wasser eingebaut werden kann und eine sofortige Dichtungsfunktion bietet.
3. Sicherung gegen Überströmung
Besteht eine Überströmungsgefahr eines Damm- oder Deichkörpers, kann der Damm oder Deich mit einem in Geokunststoff verpackten Erdbaustoff temporär erhöht werden.

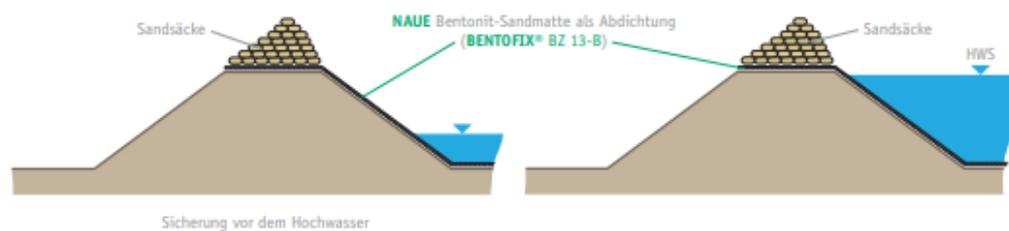
Dafür stehen Lösungen aus geotextilen Sandcontainern Secutex® Soft Rock oder verpackte Erdkörper in Schläuchen oder Umschlägen aus geotextilen Filtervliesstoffen Secutex® H zur Verfügung.

PRÄVENTION - Deich und Deichfuß sind vor dem Eintreffen des Hochwassers noch befahrbar

Sicherung gegen rückschreitende Erosion



Sicherung gegen Durchsickerung



AKUTFALL - Hochwasser ist eingetroffen - Deich und Deichfuß sind NICHT mehr befahrbar

Sicherung gegen Überströmung

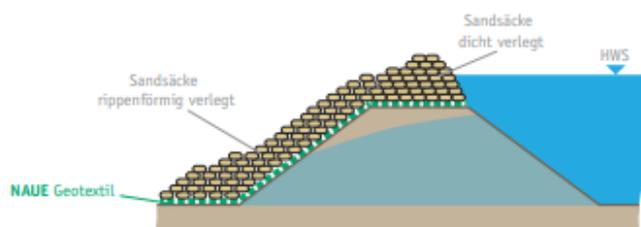


Abb. 20: Notsicherungsmaßnahmen an Dämmen und Deichen

5.2 Ertüchtigung von Dämmen und Deichen

Ist ein Damm oder Deich lokal gebrochen, kann dieser erosionssicher aus in geotextilen Umschlägen verpacktem und verdichtetem Erdbaustoff wiederaufgebaut werden. Das Geotextil verhindert die Erosion des darin verpackten Bodens und bietet eine erosionssichere Lösung für das nächste Hochwasser.

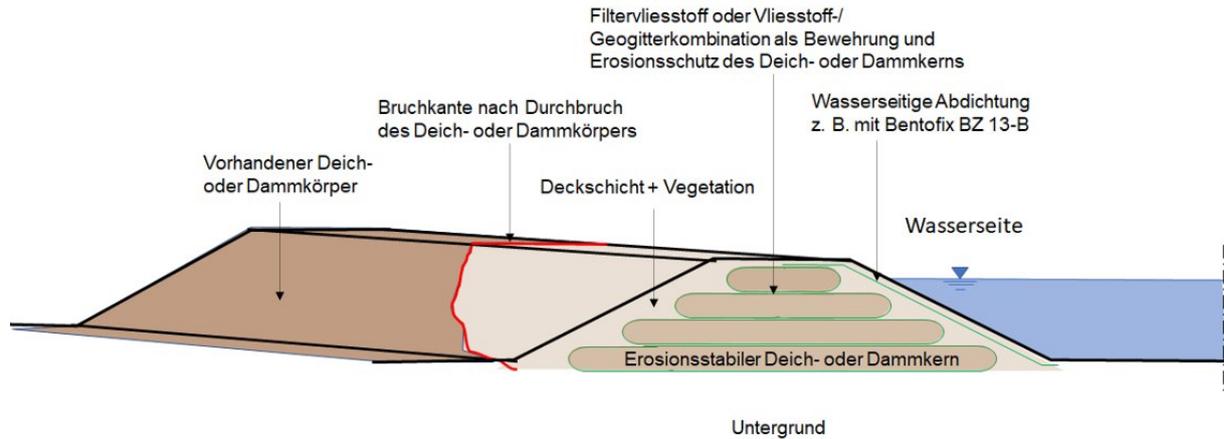


Abb. 21: Ertüchtigung von Dämmen und Deichen nach Durchbruch mit geotextilen Umschlägen

5.3 Überströmungssicherung von Dämmen und Deichen

Deichbrüche infolge unplanmäßiger Überströmung stellen bei nicht gesicherten Dämmen und Deichen eine zwangsläufige Versagensform dar. Es folgen

- ein hohes Risiko für die Einsatzkräfte, da ein schlagartiges Versagen des Deiches angenommen werden muss,
- ein ungesteuerter plötzlicher Zustrom in das Hinterland,
- eine weitere rückschreitende Erosion im Breschenbereich.

Planmäßig überströmbare Deichstrecken bieten den Vorteil,

- das Retentionsvolumen von hinter den Deichen befindlichen Poldern nutzbar zu machen,
- durch diesen Rückhalt eine Verbesserung der Hochwassersituation im Unterwasser zu schaffen,
- Breschenbildung zu verhindern, sodass der Deich im Überlastfall im Querschnitt erhalten bleibt,
- und damit den Wasserzustrom weiter steuert.

Mögliche (kombinierbare) Sicherungsmethoden mit einem Boden-Geokunststoff-Verbundsystem sind:

- (I) Oberflächen-Erosionsschutz in Kombination mit intakter Grasdecke
- (II) Oberflächennaher Erosionsschutz (bei Verlust der Grasdecke)
- (III) Integrierter Erosionsschutz (Sicherung des Deichquerschnittes)

Bei Methode (I) wird die Binnenböschung mit einer bewehrten Grasdecke verstärkt. In der oberen Lage der Oberbodenschicht werden dreidimensionale Erosionsschutzsysteme aus

extrudierten Kunststoffdraht-Wirrlagen (z. B. Secumat®) flächig angeordnet und anschließend Oberboden mit Ansaatmischungen in die Wirrlagen eingearbeitet. Die anwachsenden Feinwurzeln der Grasdecke verzahnen sich in der Wirrlage und führen somit zu einer Stabilisierung der für den Erosionsschutz wichtigen Grasdecke. Der Realisierungsaufwand ist sehr gering, da der Erosionsschutz im Zuge von Vegetationsmaßnahmen durchgeführt werden kann. Mit in 1987 in Großbritannien durchgeführten Modellversuchen zur Wirksamkeit dieser bewehrten Grasdecken an überströmten Dammböschungen konnte eine gute Funktionalität für die dreidimensionalen Wirrlagen dokumentiert werden.

Methode (II) stellt ebenfalls eine böschungsparallele Sicherung dar, die unterhalb der Oberbodenschicht (ca. 20 cm) an der Binnenböschung auch bei Verlust der Grasdecke eine hohe Schutzwirksamkeit aufweist. Dabei werden zugfeste Geogitter-Vliesstoff-Kombinationen (2-dimensional) an der Oberfläche des Deichkerns flächig angeordnet und mit Bodennägeln fixiert (Abb. 22 und 23). Bei Verlust der Grasdecke verbleibt ein stabilisiertes Überströmbett. Mit einem geringen Realisierungsaufwand kann eine hohe Schutzwirksamkeit bei Überströmung erreicht werden (Abtrag der Oberbodenschicht).

Methode (III) bietet als in den Deich integrierte Sicherungsmaßnahme die höchste Schutzfunktion, ein Bruchversagen wie bei klassischen unbewehrten Deichkörpern kann ausgeschlossen werden. Das lagenweise Verpacken von Boden mit Vliesstoffen oder vorzugsweise Geogittern in Umschlagmethode gilt im Erdbau des Straßenbaus als Standardbauweise bei Ausbildung von bewehrten Steilböschungen und Stützkonstruktionen (Neigungen 45° bis 90°). Bei Deichen mit vergleichsweise geringerer Böschungsneigung können mit dieser Bauweise hydraulische Überlastfälle auch bei Böschungsneigungen von ca. 33° beherrscht werden.

Zudem wird bei Ausführung der Binnenböschung entsprechend Abb. 24 – 26 ein Kaskadenabfluss und damit eine Reduktion der Strömungsgeschwindigkeit gefördert. Die Schutzwirksamkeit dieser Bauweise kann als außerordentlich hoch eingestuft werden. Die Ausführung ist einfach, bedarf aber aufgrund der zu dimensionierenden horizontalen Einbindelänge im Bereich des Deichkerns einen im Vergleich zu (I) und (II) höheren Realisierungsaufwand.

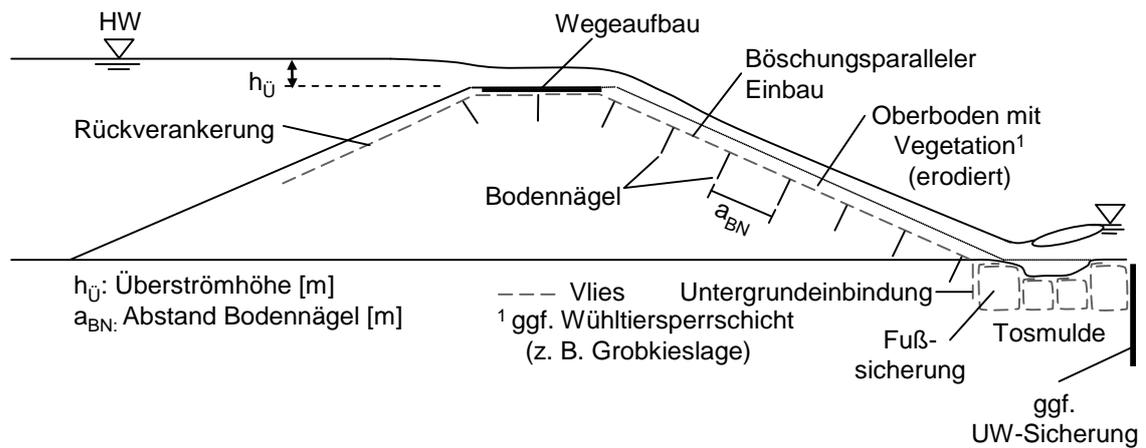


Abb. 22: Überströmsicherung nach (II), böschungsparell mit Geogitter-Vliesstoff-Kombinationen und Bodennägeln (aus Haselsteiner et al., 2007)



Abb. 23: Versuche am 1:1 Modelldeich der TU München zur Überströmung der Binnenböschung nach Methode (II). Links: vor Überströmung, rechts: im überströmten Zustand (aus: Haselsteiner et al., 2007)

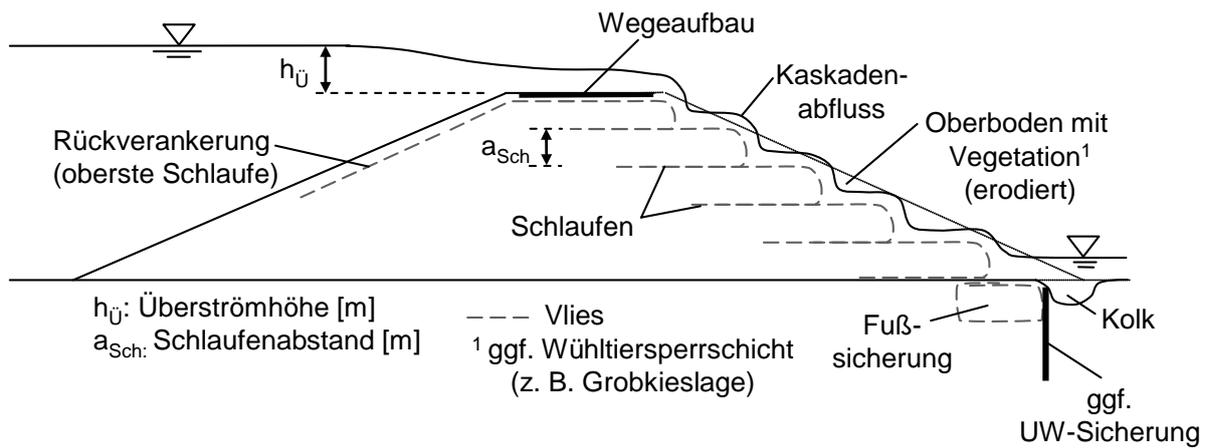


Abb. 24: Integrierte Überströmsicherung nach (III) in Umschlagmethode (aus: Haselsteiner et al., 2007)



Abb. 25: Versuche am 1:1 Modelldeich der TU München zur Überströmung der Binnenböschung nach Methode (III). Links: vor Überströmung, rechts: im überströmten Zustand (aus: Haselsteiner et al., 2007)

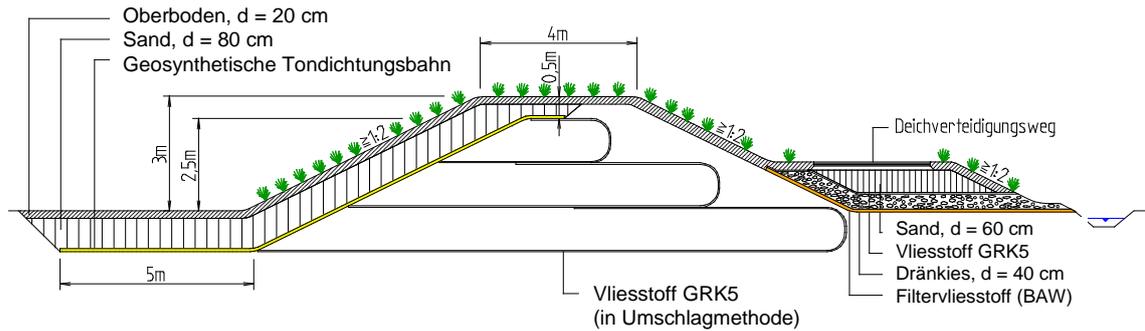


Abb. 26: Querschnitt eines sanierten Oderdeiches (aus: Heerten, 1999)

6 Kolkenschutz an Brückenwiderlagern

Erosions- und Kolk Schäden können durch schnell fließendes Wasser und sich dadurch bewegende Bodenpartikel verursacht werden. Kolk Schäden an Bauwerksgründungen können Ausmaße annehmen, die für Bauwerke standsicherheitsgefährdend sind (siehe Abb. 27 und 28).



Abb. 27 und 28: Kolk Schäden an Brückenwiderlagern an einem Fließgewässer in Rumänien

Eine Lösung gegen Kolk oder fortschreitende Erosion an der Gewässerböschung und -sohle bietet die Anordnung eines vollflächigen Filters und einer Ballastschicht (z. B. Wasserbausteine) zur Lagesicherung des Filters. Der vollflächige Filter, z. B. ein geotextiler Filtervliesstoff Secutex® H, dient dem Boderrückhalt des Bodens unterhalb des Filtervliesstoffs (mechanische Filterwirksamkeit) und muss gleichzeitig eine ausreichende, langfristige Wasserdurchlässigkeit gewährleisten, um der Entstehung eines Wasserdrucks hinter dem Filter vorzubeugen (hydraulische Filterwirksamkeit).

Alternativ zu einem derartigen Deckwerksaufbau aus Filter- und Ballastschicht können geotextile Sandcontainer Secutex® Soft Rock eingesetzt werden. Geotextile Sandcontainer sind aus robustem Filtervliesstoff hergestellte Verpackungseinheiten, die Sand erosions sicher einkapseln und die Funktion eines vollflächigen Filters sowie der Ballastschicht bei zweilagiger Verlegung übernehmen können (siehe Abb. 29). Sie bieten damit, ohne die Erfordernis weiterer Baustoffe, einen sicheren Kolkschutz.

Sind bereits große Kolkschäden in Form von Vertiefungen und Bodenauswaschungen an Fundamenten vorhanden, dienen geotextile Sandcontainer auch zur erosions sicheren Auffüllung von Kolkschäden.

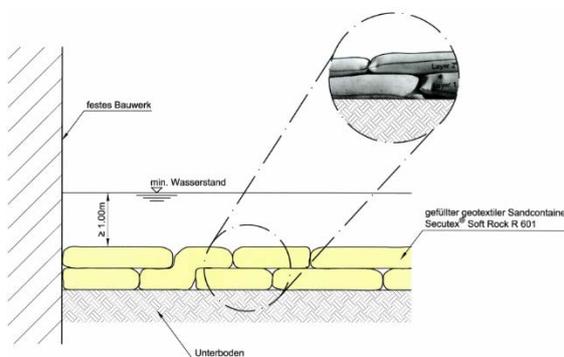


Abb. 29: Systemskizze einer Kolkschutzlösung mit geotextilen Sandcontainern bzw. Einbau robuster Sandcontainereinheiten (für temporäre Anwendungen auch aus biologisch abbaubaren Vliesstoffen)

7 Errichtung von Regenrückhaltebecken

Für die Errichtung oder die Ertüchtigung von Regenrückhaltebecken werden häufig Abdichtungslösungen benötigt. Folgende Abdichtungslösungen aus Geokunststoffen für Regenrückhaltebecken werden im Folgenden vorgestellt.

- Kunststoffdichtungsbahnen Carbofol®, Mindestdicke: 2 mm, Oberflächenbeschaffenheit: glatt oder strukturiert, Dichtungs Aufbau: mit und ohne Deckschicht
- geosynthetische Tondichtungsbahn Bentofix® mit Deckschicht und
- beschichtete geosynthetische Tondichtungsbahnen mit Deckschicht

In Verbindung mit der Auswahl des Abdichtungsmaterials ist ergänzend der Gesamtaufbau (Deckschichtmaterial und -mächtigkeit) der Abdichtung zu planen. Je nach Abdichtungsmaterial kann sich die Mindestdeckschichtmächtigkeit unterscheiden. Wird bei Kunststoffdichtungsbahnen zur Erfüllung der Abdichtungsfunktion nicht zwingend eine Deckschicht erforderlich, sind bei der Anwendung von geosynthetischen Tondichtungsbahnen

Mindestdeckschichtmächtigkeiten zu berücksichtigen. Für geosynthetische Tondichtungsbahnen wird hier der Bereich unter Wasser mit einer Mindestdeckschichtmächtigkeit von 30 cm und der Bereich der Wasserwechselzone und darüber mit mindestens 60 cm Deckschicht unterschieden. Werden beschichtete geosynthetische Tondichtungsbahnen verwendet, kann die Deckschichtmächtigkeit von der Sohle bis zur Böschungskrone mit 30 cm als Mindestdeckschichtmächtigkeit ausgeführt werden. Die Beschichtung dient bei einer Ausrichtung zur Oberseite als Austrocknungsschutz.

Als geosynthetische Tondichtungsbahn empfehlen wir die Verwendung von Bentofix® BFG 5000 mit werksseitig vollflächig mit Bentonitpulver eingestreutem Deckvliesstoff und einem Trärgewebe. Durch die Deckvliesstoffeinstreuung besteht eine hohe Verlegesicherheit. Die Einkapselung des Bentonits in einem vollflächig vernadelten Produkt gewährleistet die gleichmäßige Massenverteilung und Schichtdicke des Produkts. Für das Produkt Bentofix® BFG 5000 liegen langjährige Erfahrungen und umfangreiche Versuchsergebnisse zur Funktionstüchtigkeit unter den hier relevanten Randbedingungen vor.

Für eine beschichtete geosynthetische Tondichtungsbahn wird die Anwendung einer Bentofix® BFG 5000 mit einer gewebeseitigen Beschichtung X2 (glatt), X5F (leicht strukturiert) oder X10F (ausgeprägte Struktur) empfohlen. Die Oberflächenstruktur ist in Abhängigkeit vom Standsicherheitsnachweis gegen böschungsparalleles Gleiten zu wählen. In Abb. 30 wird exemplarisch eine Abdichtungslösung für Regenrückhaltebecken vorgestellt.

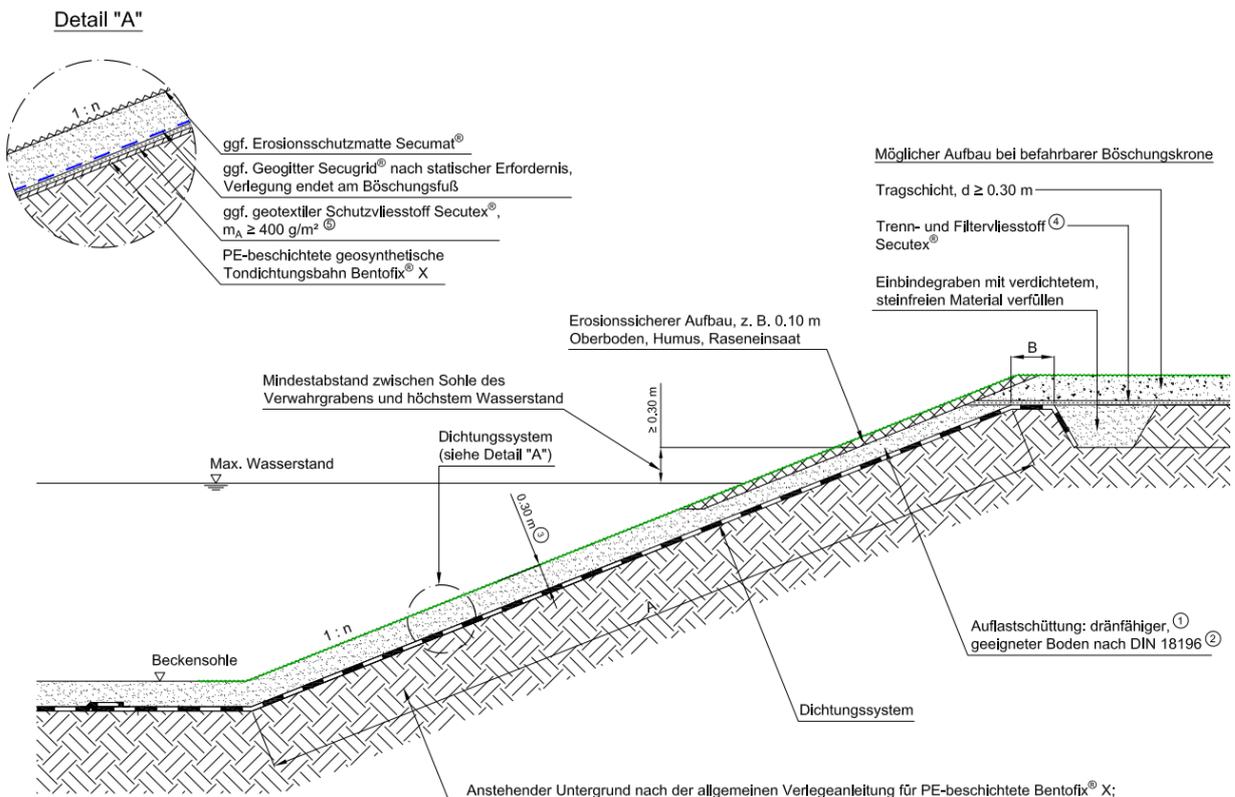


Abb. 30: Regelaufbau für die Abdichtung mit geosynthetischer Tondichtungsbahn Bentofix® bzw. beschichteter geosynthetischer Tondichtungsbahn Bentofix® X (exemplarisch)



Abb. 31: Ausführung eines Rückhalteraumes infolge der Hochwasser 2002 an der Schlema, Zulauf zur Zwickauer Mulde, Abdichtung mit beschichteter geosynthetischer Tondichtungsbahn Bentofix® BFG 5000 und Überspannung von einbruchgefährdeten Bereichen durch Secugrid®

8 Literatur

Haselsteiner, R.; Mett, M.; Strobl, Th. (2007): Überströmungssicherung von Deichen mit Geokunststoffen. 5. NAUE-Geokunststoffkolloquium, 25./26.01.2007, Bad Lauterberg

Heerten, G. (1999): Erhöhung der Deichsicherheit mit Geokunststoffen. 6. Informations- und Vortragstagung über Kunststoffe in der Geotechnik, Fachsektion Kunststoffe in der Geotechnik der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e. V. (DGGT), München

Die in diesem technischen Dokument enthaltenen Informationen, Annahmen und Ergebnisse entsprechen dem neusten technischen Wissen des Herausgebers; diese sind nicht auf andere Geokunststoffe übertragbar. Alle Rechte dieses technischen Dokumentes vorbehalten. Die spezialgrundbaulich / erdstatisch richtige Weiterverwendung bzw. die Überprüfung auf Vollständigkeit obliegt dem vor Ort zuständigen Sachverständigen unter richtiger Würdigung und Interpretation aller Belange des Bauwerks und des Untergrundes. Soweit die hier getroffenen technischen Empfehlungen außerhalb des Standes der Technik liegen (Erprobungsklausel), erklärt sich der Anwender mit dem hiermit erklärten Haftungsausschluss einverstanden. Anderenfalls ist dieses technische Dokument ohne weitere Nutzung an uns zurückzusenden. Das Copyright® liegt bei der BBG Bauberatung Geokunststoffe GmbH & Co. KG, Espelkamp.

Q:\Pries\PM Wasserbau\Hochwasserschutz\STELLUNGNAHME HOCHWASSERSCHUTZ SANIERUNGSLÖSUNGEN.docx