Entscheidungshilfe

Mobiler Hochwasserschutz

Systeme für den Notfall



März 2004

Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen, Bern

V K F A E A I

www.vkf.ch

Bundesamt für Wasser und Geologie, Biel

BWG
OFEG
UFAEG
UFAEG
FOWG

www.bwg.admin.ch

Impressum

© 2004 Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen
Bundesgasse 20
3011 Bern
www.vkf.ch

Bundesamt für Wasser und Geologie
Postfach
2501 Biel
www.bwg.admin.ch

Autor:
Dr. Thomas Egli
Egli Engineering
Lerchenfeldstrasse 5
9014 St. Gallen
www.naturgefahr.ch



Begleitende Arbeitsgruppe:
Kurt Steiner, Gebäudeversicherung Kanton Zürich (Vorsitz)
Dörte Aller, Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen, Bern
Renzo Bianchi, Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen, Bern
Alfons Jörger, Gemeindepräsident, Vals
Hugo Schranz, Feuerwehrinspektor, St. Stephan
Dr. Armin Petrascheck, Bundesamt für Wasser und Geologie, Biel

Review:
Schweizerischer Feuerwehrverband
Kantonale Gebäudeversicherungen
Kantonale Wasserbaufachstellen

Piktogramme:
Reinhold Riedener, RDW, Bachenbülach

Bildnachweis:
Aqua Barrier (S.10); ARC (S.12); Feuerwehr Vals (S.7; S.9); GVB (S.11); Lenoir Wassersperre (S.13); Quick Damm (S.8, S. 14).

Inhalt

Impressum **2**
Einleitung **4**
Ziele der Entscheidungshilfe *4*
Veranlassung *4*
Akteure *4*
Betrachtete Systeme *4*
Einsatzbereich und Einsatzgrenzen *4*
Einsatzarten *5*
Personenschutz *5*
Schutzziele und Freibord *5*
Erschwerende Umstände am Einsatzort *6*
Einsatzszenarien bei Hochwasser und Oberflächenwasser **7**
Szenario 1: Ableiten bei Hanglage *7*
Szenario 2: Ringschutz bei Muldenlage *8*
Szenario 3: Absperren von Abflüssen auf Strassen *9*
Szenario 4: Linienschutz bei Seen *10*
Szenario 5: Linienschutz bei Flüssen (Gefälle < 5 %) *11*
Szenario 6: Linienschutz bei Wildbächen (Gefälle > 5 %) *12*
Weitere Einsatzmöglichkeiten **13**
Szenario 7: Stauen von Fliessgewässern *13*
Szenario 8: Rückhalt von Flüssigkeiten *14*
Schadenbilder bei Systemeinsatz **15**
Systemversagen *15*
Überströmung *15*
Rückstau / Qualmwasser / Grundwasser *15*
Verbleibende Risiken *15*
Kriterien der Planung und Evaluation **16**
Vorwarnzeit *16*
Finanzieller Aufwand *16*
Systemlagerung und -einsatz *16*
Information der Betroffenen *17*
Personalaufwand *17*
Instruktion der Feuerwehr *17*
Risikozonen und Kontrollgänge *17*
Unterhalt und Lagerung *17*
Statische Nachweise für den geplanten Einsatz *17*
Systeme und ihre Beschreibung **18**
Sandsacksysteme *18*
Tafelsysteme *19*
Betonelementsysteme *20*
Schlauchsysteme (Behältersysteme) *21*
Beckensysteme *22*
Klappsysteme *23*
Bocksysteme *24*
Zusammenfassende Systemübersicht *26*
Eignung der Systeme nach Einsatzszenarien – Teil 1 ..... **27**
Eignung der Systeme nach Einsatzszenarien – Teil 2 ..... **28**
Eignung der Systeme nach Ausschlusskriterien – Teil 1 ..... **29**
Eignung der Systeme nach Ausschlusskriterien – Teil 2 ..... **30**
Systemanforderungen **31**
Einleitung *31*
Lastannahmen *31*
Nachweisführung für die Systeme *33*
Ergänzende Fragen zum Produkt *33*
Weitergehende Unterlagen **35**

Einleitung

Ziele der Entscheidungshilfe

Das Ziel dieses Dokumentes ist den mit der Planung von mobilen Hochwasserschutzsystemen betrauten Personen eine Entscheidungshilfe zur Verfügung zu stellen. Das Hauptanwendungsgebiet ist der Arealschutz durch die Feuerwehr.

Veranlassung

Der mobile Hochwasserschutz gewinnt an Bedeutung. So wie der beste Brandschutz nicht die Feuerwehr ersetzt, so muss der bauliche Hochwasserschutz durch eine Notfallorganisation ergänzt werden. Baumassnahmen können nicht alle Gefahren abdecken. Oft vergehen Jahre bis zur Vollendung der baulichen Massnahmen so dass die Gefahrensituation weiterhin besteht. Manchmal überschreiten die Ereignisse die Bemessungsgrössen, manchmal verursachen unvorhergesehene Prozesse (Auflandung, Schwemmholz) Überschwemmungen, die man glaubte zu vermeiden.

Akteure

Bei der Planung und Vorbereitung des mobilen Hochwasserschutzes können folgende Akteure beteiligt sein:

Akteur	Funktionen
Feuerwehr	Einsatzvorbereitung, Systemauf- und –abbau, Evakuationen
Polizei	Absperrungen, Umleitungen, Information
Gemeindebehörde	Schutzziele, Finanzierung, Systemauswahl, Information
Wasserbaubehörde	Gefährdungsbilder, Lastfälle, Schutzziele, Information
Gebäudeversicherung	Finanzierung, Elementarschadenprävention
Privatversicherung	Finanzierung
Bevölkerungsschutz	Einsatzunterstützung

Betrachtete Systeme

Neben den einfachen Mitteln wie Sandsäcken und Schalungsbrettern sind in den vergangenen Jahren viele neue mobile Hochwassersysteme entwickelt worden. Diese Systeme können unterschieden werden in:

- **Planmässige Systeme**: Es handelt sich hierbei um Systeme mit permanenten Vorkehrungen am Ort des Einsatzes. Beispiel Dammbalkensysteme, aufschwimmbare Systeme, aufklappbare Systeme, Schlauchsysteme, Glaswandsysteme, Torsysteme.

- **Ortsungebundene Systeme**: Es handelt sich hierbei um Systeme ohne permanente Vorkehrungen am Ort des Einsatzes. Beispiel Sandsacksysteme, Behältersysteme und dergleichen.

  Die vorliegende Entscheidungshilfe behandelt ausschliesslich diese Systeme!

Einsatzbereich und Einsatzgrenzen

Mit mobilen Systemen ohne permanente Vorkehrungen können sich ankündigende Ausuferungen geringer Intensität notfallmässig vermieden werden. Der Einsatz solcher Systeme ist eingeschränkt bei grossen Überschwemmungstiefen, bei hoher Intensität der Einwirkung (Wellenschlag, Fliessgeschwindigkeit, Treibgutanprall, Geschiebetrieb) und bei geringer Vorwarnzeit.

Einsatzarten

Systeme ohne permanente Vorkehrungen können notfallmässig oder geplant zum Einsatz gelangen. Beim notfallmässigen Einsatz sind keinerlei Randbedingungen zum Einsatzort und der zu beherrschenden Gefahren bekannt. Beim geplanten Einsatz ist der Einsatzort im Voraus bekannt und es werden im Sinne einer Notfallplanung verschiedene Abklärungen zur Systemwahl und dessen Einsatz durchgeführt. Die verbleibenden Unsicherheiten sind beim geplanten Einsatz daher wesentlich geringer als beim notfallmässigen Einsatz. Die **empfohlene max. Schutzhöhe** soll beim geplanten Einsatz auf 1.2 m und beim notfallmässigen Einsatz auf 0.6 m begrenzt bleiben.



Notfallmässiger Einsatz | Geplanter Einsatz

Kriterium	Notfallmässiger Einsatz	Geplanter Einsatz
Einsatzort	unbekannt	bekannt
Vorwarnzeit	Ausrücken bei Alarmierung	Vorwarnung oder Alarmierung
Systemauswahl	Verfügbarkeit bei Ereignis	Systemauswahl vor Ereignis
Bemessung / Lastfälle	keine Bemessung	Bemessung gemäss den Kriterien in diesem Merkblatt
Empfohlene max. Schutzhöhe	**0.6 m**	**1.2 m**
Systemaufbau	gemäss Einsatzleiter vor Ort	gemäss Notfallplan
Einbaukontrolle	empfohlen	notwendig
Risikozonen	empfohlen	notwendig
Kontrollgänge	notwendig	notwendig
Systemabbau	gemäss Einsatzleiter	gemäss Notfallplan

Personenschutz

Systeme des ortsungebundenen mobilen Hochwasserschutzes werden zur Verhinderung von Sachschäden eingesetzt. Der Personenschutz ist kein Ziel dieser Massnahmen und Systeme. Der notfallmässige Schutz von Personen muss mit den Mitteln der Alarmierung und der Evakuation angestrebt werden.

Schutzziele und Freibord

Das Schutzziel ist die Bemessungs-Schutzhöhe über Terrain, welche mit dem mobilen System beherrscht werden soll.
Beim notfallmässigen Einsatz wird mit dem verfügbaren mobilen System eine Schadenverhinderung oder zumindest eine Schadenminderung angestrebt. Dies erfolgt ohne vorgängige Abklärungen zu einem möglichen Schutzziel.
Beim geplanten Einsatz sind Überlegungen zum Schutzziel aus verschiedenen Gründen notwendig:

a) Wirtschaftlichkeit und Wahrscheinlichkeit
Die Investitions- und Unterhaltskosten eines mobilen Systems sollen mindestens um einen Faktor 2 bis 4 geringer sein als die verhinderten Schadenskosten im geschützten Gebiet. Eine Wirtschaftlichkeitsabschätzung für die geplante Nutzungsdauer des mobilen Systems soll dies nachweisen. Die Wahrscheinlichkeit eines Hochwasserereignisses während der Nutzungsdauer ist nach der Formel $p = (1 – (1/T))^n$ zu berücksichtigen. Dabei bedeuten n die betrachtete Nutzungsdauer, T die Wiederkehrperiode eines Ereignisses und p die Eintretenswahrscheinlichkeit innerhalb der Nutzungsdauer. Beispiel: Die Eintretenswahrscheinlichkeit p ist 61 % für ein Ereignis der Wiederkehrperiode von 100 Jahren innerhalb einer Nutzungsdauer von 50 Jahren.

Bei höherem Schutzziel steigen die Investitions- und Lagerkosten und gleichzeitig sinkt die Wahrscheinlichkeit, dass ein solch seltenes Ereignis während der Nutzungsdauer auftritt.

b) Personensicherheit
An Stellen wo die geforderte Schutzzonenbreite nicht eingehalten werden kann (vgl. Kapitel Kriterien der Planung und Evaluation) ist das Schutzziel entsprechend geringer zu wählen. Ist dies nicht erwünscht, so sind im Notfallplan die notwendigen Evakuationen einzuplanen.

c) Ressourcenknappheit
Personal- resp. Zeitknappheit: Das Schutzziel soll aufgrund des zur Verfügung stehenden Personals und in Bezug auf die geplante Systemlänge und Vorwarnzeit festgelegt werden. Allenfalls sind zwei verschiedene Schutzziele in Betracht zu ziehen:
Schutzziel 1: Begrenzte Aufbauhöhe bei nicht eingehaltener Vorwarnzeit gemäss Notfallplan
Schutzziel 2: Volle Aufbauhöhe bei Vorwarnzeit gemäss Notfallplan

Systemknappheit: Reichen die Systemelemente in ihrer Länge nicht aus um das betroffene Gebiet zu schützen, so ist zu prüfen, ob allenfalls durch eine Reduktion des Schutzziels die volle Schutzlänge erreicht wird.

d) Eigenverantwortung
Erreichte Schutzziele durch den geplanten Einsatz mobiler Systeme sind an die Betroffenen mitzuteilen. Ein weitergehender Schutz gegen seltenere Ereignisse liegt in der Verantwortung der Eigentümer und muss durch entsprechende Objektschutzmassnahmen erreicht werden.

e) Systembedingte Schutzhöhen
Bei jedem System steigt die Schutzhöhe in Stufen von mehreren Dezimetern an. Die Festlegung des Schutzziels kann sich nach einer solchen systembedingten Grenze richten.

Freibord
Bei der Festlegung der Schutzhöhe ist ein Freibord für den geplanten Einsatz vorzusehen. Dieses Freibord ist aufgrund der örtlichen Beanspruchungen durch Wellenschlag, Kurvenüberhöhungen und von Unsicherheiten festzulegen.

Erschwerende Umstände am Einsatzort

Der erfolgreiche, notfallmässige Einsatz von ortsungebundenen Hochwasserschutzsystemen hängt in grossem Masse auch von lokalen Verhältnissen ab.

Kriterium	Beschreibung
Topographie	Das Gefälle in Längsrichtung und in Querrichtung zur mobilen Sperre bestimmen die Gleit- und Kippsicherheit.
Terrainbeschaffenheit (Art, Zustand)	Die Beschaffenheit der Oberfläche (Asphalt, Beton, Kies, Gras, Humus) und ihr aktueller Zustand (trocken, nass, beschneit, vereist) bestimmen die Gleitsicherheit des Systems
Flutung vor Aufbau	Der Systemaufbau kann in stehendem oder in strömendem Wasser erfolgen. Dies bedeutet, dass Bodenverankerungen und Dichtungsfolien unter Wasser verlegt werden müssen.
Zufahrtsmöglichkeit	Ist die Zufahrt bis zum Einsatzort nicht gegeben, müssen die Systemelemente von tragbarem Gewicht sein (max. 30 kg).
Verfügbarkeit Hilfsmaterialien	Einzelne Systeme benötigen für den Systemaufbau Wasser oder Sand. Sind diese Materialien vor Ort nicht verfügbar, so verursacht deren Beschaffung eine Zeitverzögerung.
Dunkelheit	Der Systemaufbau ist bei Dunkelheit erschwert, insbesondere wenn viele kleine Einzelteile eine Passgenauigkeit bei der Montage erfordern.
Kälte	Kälte behindert die Verlegung von Kunststoffprodukten und erschwert den Systemabbau bei wassergefüllten Systemen.

Einsatzszenarien bei Hochwasser und Oberflächenwasser

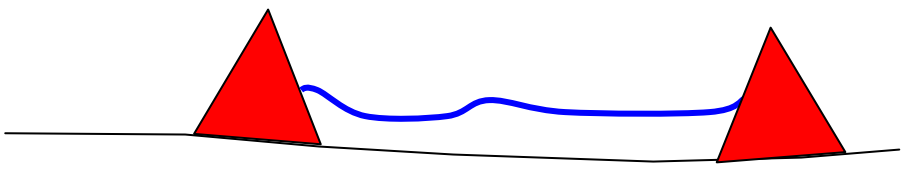
Szenario 1: Ableiten bei Hanglage



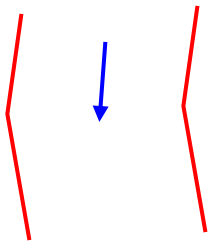


Beschreibung
Dieses Einsatzszenario tritt sowohl in Gebirgsräumen als auch bei flacherer Topographie auf. In städtischen Siedlungsräumen kann das Ableiten notwendig sein bei Hochwasser, Oberflächenwasser infolge von Starkniederschlag und bei einer Überlastung der Kanalisation. Mit dem mobilen System wird ein Abflusskorridor zu einem Vorfluter gebildet. Das System muss Bodenunebenheiten, Neigungen und Bordsteinübergänge bewältigen. Im weiteren müssen Krümmungen in Längsrichtung angeordnet werden können. Die Belastung des statischen und dynamischen Wasserdrucks erfolgt parallel bis angewinkelt. Die zu bewältigenden Stauhöhen sind eher gering.

Gefährdungsbild
Es wirken der hydrostatische und hydrodynamische Druck. Die Fliessgeschwindigkeit entlang der mobilen Schutzsysteme erreicht eine Grössenordnung von 0.5 – 3 m/s. An Kurvenaussenseiten ist eine Überhöhung miteinzuberechnen. Die Dichte des Wassers liegt bei ca. 1.1 t/m^3. Das Mitführen von Erdmaterial und Kies ist wahrscheinlich.
Anmerkung: Die Hangstabilität ist vorgängig zu begutachten. Mit dem Umleiten dürfen keine Hangmuren ausgelöst werden.



Ansicht



Draufsicht

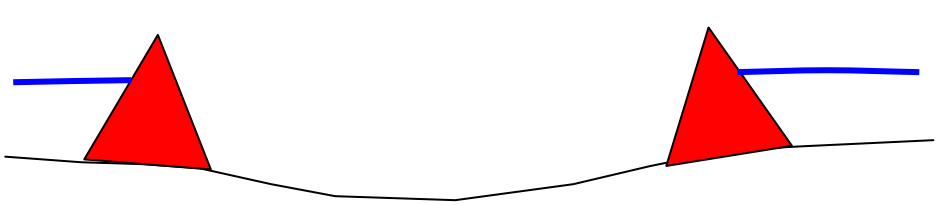
Szenario 2: Ringschutz bei Muldenlage



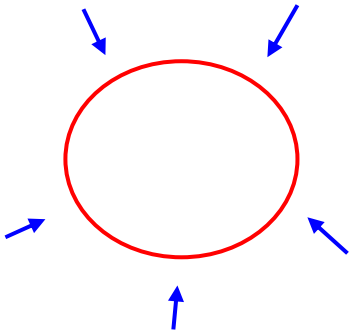


Beschreibung
Dieses Einsatzszenario tritt in flachen Überschwemmungsebenen und in Muldenlagen auf. Das zu schützende Objekt wird ringförmig vor Hochwasser geschützt. Leckwasser zwischen Bodenauflage und System, sowie Grundwasser und Qualmwasser können trotzdem zu einer inneren Überflutung führen. Mittels Pumpen kann das eindringende Wasser wieder ausserhalb des Ringes befördert werden. Bei langen Einstaudauern besteht ein Versagensrisiko infolge von Störungen im Pumpenbetrieb (Stromausfall, Verstopfung, ungenügende Pumpleistung, u.a.m.).

Gefährdungsbild
Es wirkt der hydrostatische Druck. Die Anströmung ist von geringer Intensität und in der Regel frontal auf das System gerichtet. Die Dichte des Wassers liegt bei ca. 1.1 t/m^3. Wellenschlag ist bei grösseren umgebenden Wasserflächen miteinzuberechnen. Die Gefahr eines statischen oder hydraulischen Grundbruchs ist zu überprüfen.



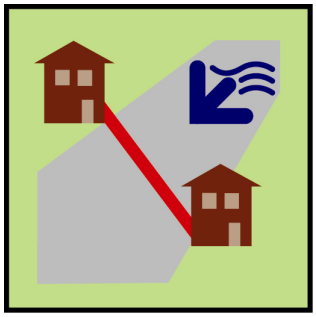
Ansicht



Draufsicht

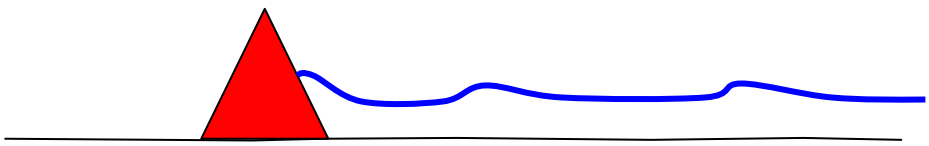
Szenario 3: Absperren von Abflüssen auf Strassen



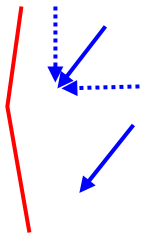


Beschreibung
Dieses Einsatzszenario tritt sowohl in städtischen, wie auch in ländlichen Räumen auf. Mit dem mobilen System soll eine Abschottung des Abflusses quer zu einer Strasse erreicht werden. Eine Hauptanforderung an das System ist somit der wasserdichte Anschluss an seitliche Begrenzungen (Mauern, Hausfassaden). Das System muss daher in seiner Länge flexibel angepasst werden können. In Gebirgsräumen ist der Anprall von Geschiebe und Treibholz als zusätzliche Belastung einzubeziehen.

Gefährdungsbild
Es wirken der hydrostatische und hydrodynamische Druck. Die Fliessgeschwindigkeit ist parallel bis frontal zum System einzuberechnen und erreicht eine Grössenordnung von 0.5 – 3 m/s. Die Dichte des Wassers liegt bei ca. 1.1 t/m^3.



Ansicht



Draufsicht

Szenario 4: Linienschutz bei Seen

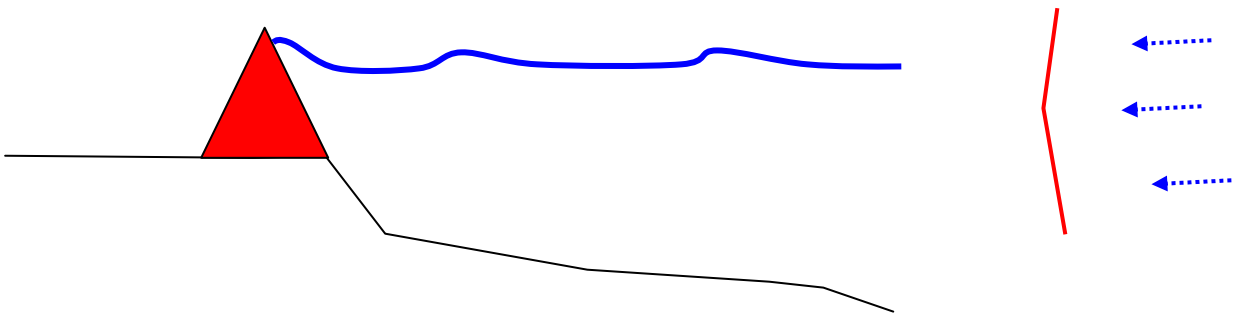




Fotos Hochwasser 1999 von Konstanz

Beschreibung
Dieses Einsatzszenario ist grundsätzlich bei allen Seen denkbar. Das mobile System wird als Linienschutz entlang des zu schützenden Ufers aufgebaut. Eine Dichtigkeit gegenüber verschiedenen Terrainbeschaffenheiten und Niveauübergängen ist notwendig. Leckwasser, Grundwasser, Qualmwasser und Rückstau aus der Kanalisation ist wie beim Szenario „Ringdamm“ in den See zurückzupumpen. Zum Aufbau des Linienschutzes steht in der Regel wesentlich mehr Zeit zur Verfügung, als dies bei Flüssen der Fall ist. Die Standzeit bis zum Abbau des Systems beträgt mehrere Tage bis Wochen. Dem Vandalismus als äussere Einwirkung ist aufgrund dieser langen Standzeit die notwendige Beachtung zu schenken.

Gefährdungsbild
Es wirkt der hydrostatische Druck. Die Fliessgeschwindigkeit frontal zur Sperre kann vernachlässigt werden. Die Dichte des Wassers liegt bei ca. 1.0 t/m^3. Dem Wellenschlag muss hier die höchste Aufmerksamkeit geschenkt werden. Es ist zu unterscheiden zwischen Wellen und zwischen Sturzbrechern. Letztere sind auch bei Seen im Falle von ausserordentlichen Sturmwindereignissen zu erwarten. Die Gefahr eines statischen oder hydraulischen Grundbruchs ist zu überprüfen.



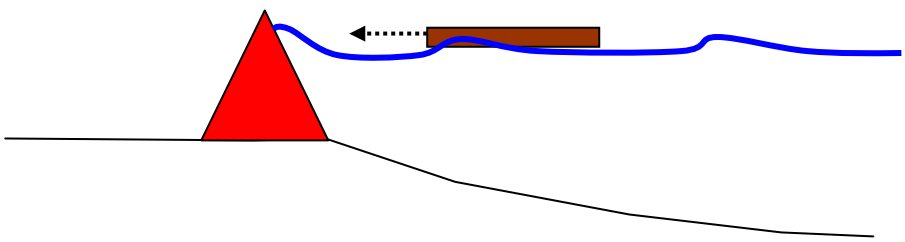
Szenario 5: Linienschutz bei Flüssen (Gefälle < 5 %)

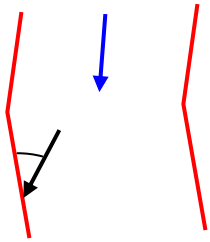




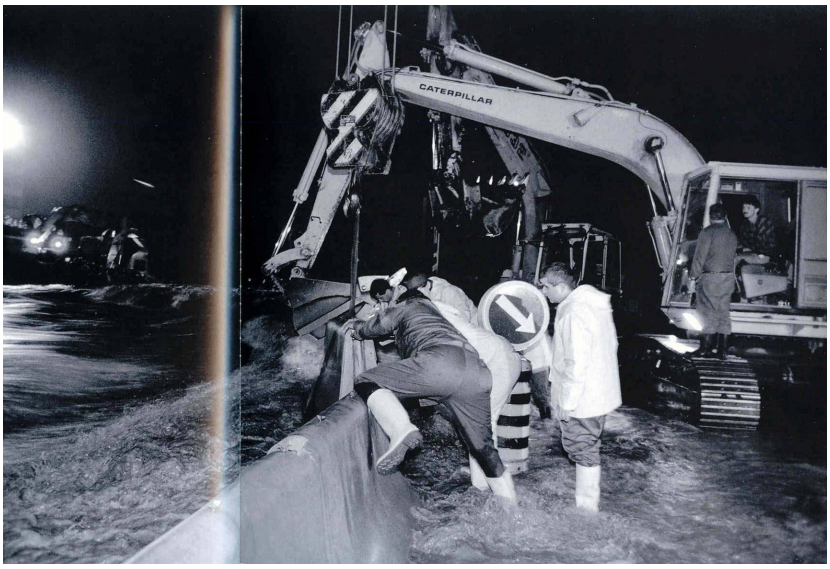
Beschreibung
Dieses Einsatzszenario tritt bei Bächen und Flüssen zum Schutz von Siedlungsräumen auf. Der Linienschutz muss innerhalb weniger Stunden einseitig oder doppelseitig aufgebaut werden. Wie beim Linienschutz entlang von Seen ist eine Dichtigkeit gegenüber verschiedenen Terrainbeschaffenheiten und Niveauübergängen notwendig. Die zu bewältigenden Stauhöhen sind wesentlich höher als beim Szenario „Ableiten von Hangwasser“ und überschreiten oft 1 m. Im städtischen Raum sind Systeme zu wählen, welche einfachen Angriffen von Vandalismus standhalten.

Gefährdungsbild
Es wirken der hydrostatische und hydrodynamische Druck. Die Anströmung ist parallel bis angewinkelt zum System anzunehmen und erreicht eine Grössenordnung von 0.5 – 3 m/s. Mit dem Anprall von Treibholz (Anströmwinkel max. 45 °) ist zu rechnen. Die Dichte des Wassers ist mit ca. 1.1 t/m^3 anzunehmen. Die Einwirkung von Wellen ist bei breiten Talflüssen einzubeziehen. Die Gefahr eines statischen oder hydraulischen Grundbruchs ist zu überprüfen.





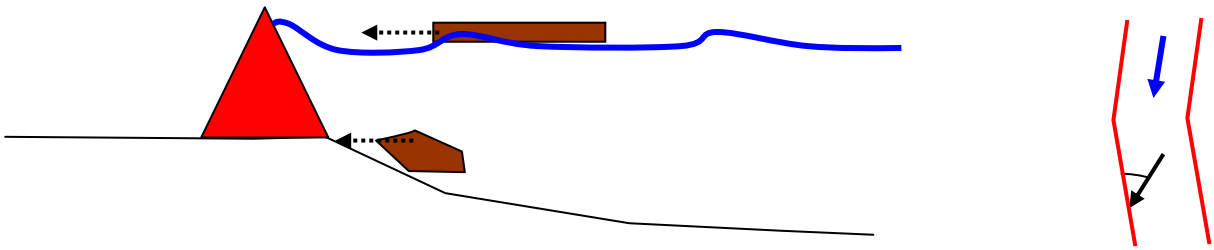
Szenario 6: Linienschutz bei Wildbächen (Gefälle > 5 %)





Beschreibung
Dieses Einsatzszenario stellt die härtesten Anforderungen an das mobile System wie auch an das Personal. Die Belastungen auf das System sind im Vergleich zum Szenario „Fluss“ durch die Dynamik der Einwirkung wesentlich verschärft. In Sonderfällen kann neben dem Treibholz die direkte Einwirkung mit Geschiebe möglich sein (z.B. Überströmung von Brückenplatten). Das mobile System muss in kurzer Zeit errichtet sein. Das Personal ist einer Gefährdung ausgesetzt, wenn es sich während des Hochwasserabflusses im Nahbereich des mobilen Systems aufhält. Nicht die Dichtigkeit des Systems ist entscheidend, sondern die Fähigkeit den dynamischen Einwirkungen bis zum Abklingen der Hochwasserwelle standzuhalten.

Gefährdungsbild
Es wirken der hydrostatische und hydrodynamische Druck. Die Anströmung erfolgt parallel bis angewinkelt analog zum Szenario „Flüsse“ allerdings mit einer höheren Fliessgeschwindigkeit von 2 – 4 m/s. Neben dem Treibholzanprall ist eine Belastung mit Geschiebe (Anströmwinkel max. 45°) möglich. Die Dichte des Wassers ist mit ca. 1.3 t/m^3 anzunehmen. Das Auftreten von Wellen ist bei der Festlegung der Stauhöhe zu berücksichtigen.



Weitere Einsatzmöglichkeiten

Szenario 7: Stauen von Fliessgewässern

Anwendungen: Baustellenabschottung, Ölsperre, …



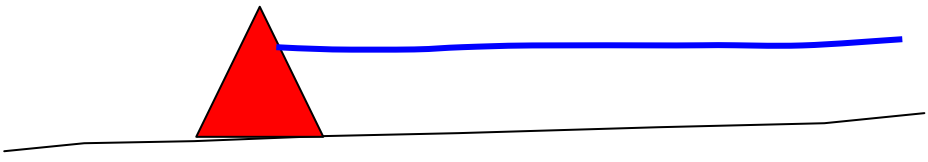


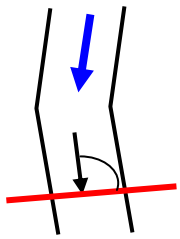
Beschreibung

Dieses Einsatzszenario bezieht sich nicht auf einen Hochwasserfall. Der Einsatz bezweckt einen Aufstau eines Fliessgewässers an einer definierten Stelle. Damit lässt sich zum Beispiel eine Gewässerverunreinigung mit Öl oder anderen wassergefährdenden Flüssigkeiten beheben. Dieser Aufstau kann auch Zwecken des Wasserbaus oder der Fischerei dienen. Das mobile System muss im Wasser bei strömendem Abfluss errichtet werden. Ähnlich wie beim Szenario „Absperren von Strassenabflüssen“ muss eine weitgehend dichte Verbindung zu seitlichen Begrenzungen geschaffen werden können.

Gefährdungsbild

Es wirken der hydrostatische und hydrodynamische Druck. Die Anströmung ist frontal mit einer Fliessgeschwindigkeit in der Grössenordnung von 0.5 – 2 m/s. Die Dichte des Wassers ist 1.0 t/m^3.





Szenario 8: Rückhalt von Flüssigkeiten

Anwendungen: Löschwasserrückhalt, Löschwasserbecken, Absetzbecken, Schwimmbecken.



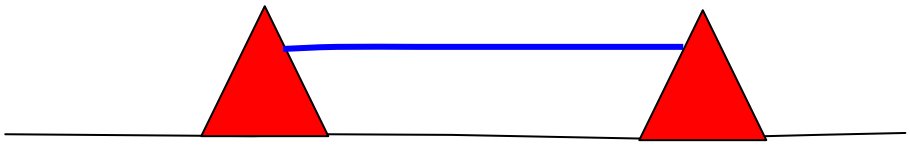


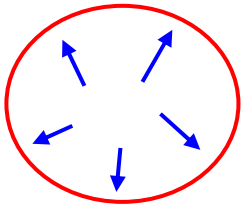
Beschreibung

Dieses Einsatzszenario entspricht von der Art der Systemaufstellung dem Szenario „Ringdamm“. Als Unterschied wirkt der Wasserdruck vom Kreisinnern. Die Anwendungen sind für diesen Fall sehr vielfältig und reichen vom Baubereich über den Feuerwehrbereich bis hin zur Landwirtschaft und zum einfachen Schwimmbecken.

Gefährdungsbild

Es wirkt der hydrostatische Druck. Die Anströmung ist abhängig von der Art des Zuflusses und dessen Richtung. Die Dichte des Wassers ist abhängig von der Art und Menge der Schwebstoffe. Die Gefahr eines statischen oder hydraulischen Grundbruchs ist zu überprüfen.



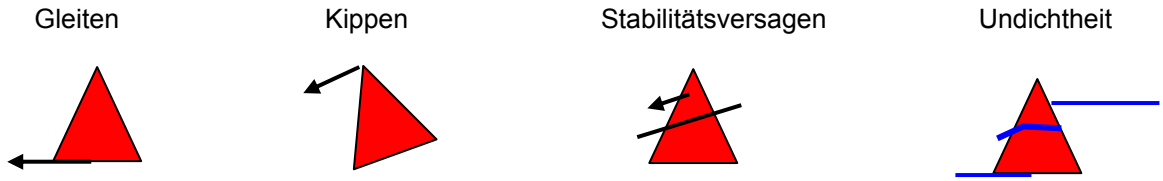


Schadenbilder bei Systemeinsatz

Die folgenden Schadenbilder zeigen die möglichen Versagensszenarien beim Systemeinsatz.

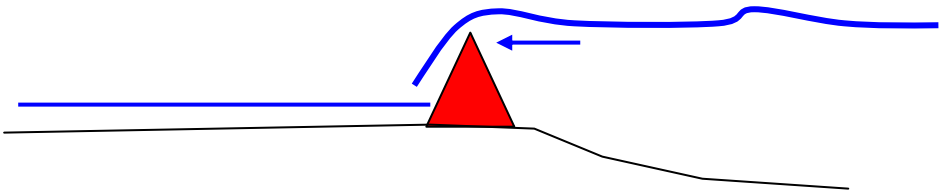
Systemversagen

Gleiten kann bei glatten Oberflächen zum Systemversagen führen. Als Gegenmassnahme ist je nach Produkt eine Bodenverankerung notwendig. Kippen kann bei geneigter Aufstandsfläche und dynamischer Beanspruchung (z.B. Wellenschlag) zum Versagen führen. Inkorrekter Aufbau kann die Stabilität des Systems gefährden. Notfallmässige mobile Systeme weisen im Bereich der Aufstandsfläche und seitlicher Anschlüsse meistens geringe Undichtheiten auf. Unsachgemässer Aufbau kann diese Undichtheiten erhöhen.



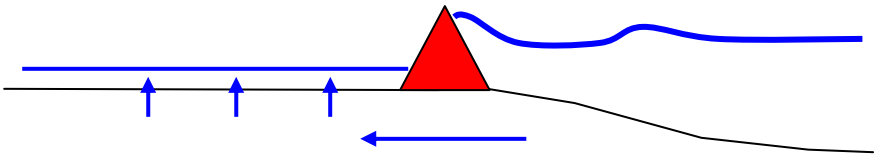
Überströmung

Bei Überströmung soll kein plötzlicher Systemkollaps eintreten. D.h. auch für diesen Fall sollen die Gleit- und Kippsicherheit sowie die Stabilität gegeben sein.



Rückstau / Qualmwasser / Grundwasser

Ein Einstau durch unterirdischen Ausfluss ist möglich insbesondere beim Szenario des Seeuferschutzes (lange Einstaudauer, flache Topographie). Eine solche Wasserzufuhr erfolgt durch Rückstau über das Kanalisationsnetz, durch Qualmwasseraufstieg im Nahbereich der Sperre bei durchlässigen Böden oder durch allgemeinen Grundwasseranstieg.



Verbleibende Risiken

Beim Einsatz von Schutzmassnahmen kann das verbleibende Risiko unterteilt werden in:

- Das akzeptierte Restrisiko
- Das Risiko einer ungeeigneten Massnahme
- Das Risiko der falsch angewandten Massnahme

Bei der Wahl des Schutzzieles wird das akzeptierte Restrisiko festgelegt. Das Risiko einer ungeeigneten Massnahme ist bei den hier betrachteten Systemen des mobilen Hochwasserschutzes erhöht. Als ungeeignet erweisen sich zudem in städtischen Gebieten mobile Massnahmen, welche dem Angriff durch Vandalismus nicht standhalten. Das Risiko der falschen Massnahmenanwendung ist ebenfalls gegeben, da vor Ort das mobile System den unterschiedlichsten topographischen Gegebenheiten angepasst werden muss.

Kriterien der Planung und Evaluation

Vorwarnzeit

Das Ereignis muss frühzeitig erkannt werden, um das Material an den Einsatzort zu transportieren und den Aufbau des mobilen Schutzsystems zu ermöglichen.
Die mögliche Vorwarnzeit beträgt:

Seen:	bis zu mehrere Tage
Talflüsse:	mehrere Stunden bis 1 Tag
Wildbäche:	eine halbe bis wenige Stunden
Kleingewässer:	wenige Minuten

Hieraus wird klar, dass Massnahmen des mobilen Hochwasserschutzes v.a. bei Seen und Talflüssen und in günstigen Fällen bei Wildbächen ergriffen werden können. Der Einsatz bei Kleingewässer beschränkt sich in der Regel auf die Schadenminderung, da bei Ankunft der Wehreinheit die Überschwemmung bereits eingetreten ist.

Finanzieller Aufwand

Der finanzielle Aufwand gliedert sich in folgende Positionen:

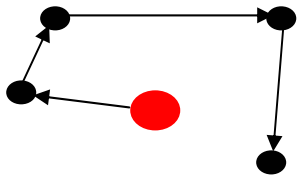
Evaluation:	Planungs- und Testaufwand
Anschaffung:	Produktinvestition inkl. Spezialgeräte (grobe Angaben vgl. Systembeschreibung)
Ausbildung:	Personalaufwand, Instruktionskosten
Einsatz:	Personalaufwand, Transportaufwand
Unterhalt:	Materialkontrolle, Materialersatz
Bereitstellung:	Lagerraummiete
Lebensdauer:	Abschreibung des Produktes

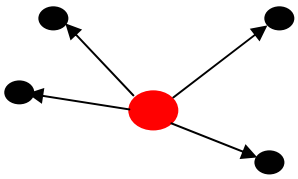
Systemlagerung und -einsatz

Die zentrale Lagerung für eine Region hat folgende Vorteile:

- Beschränkung der Aus- und Weiterbildung auf eine Spezialeinheit
- Einsatzmöglichkeit für alle Gemeinden in einer Region
- Regionale resp. kantonale Kostentragung

Der Materialtransport zum Einsatzort kann nach dem Ringnetzsystem oder dem Nabe-Speiche-System erfolgen:





Im Falle einer sich über mehrere Tage ankündigenden Seeuferüberschwemmung kann das Ringnetzsystem gewählt werden, da genügend Zeit zur Verfügung steht und kein Standort bevorzugt zu behandeln ist. Im Falle von örtlich begrenzt auftretenden Ereignissen mit geringer Vorwarnzeit erlaubt das Nabe-Speiche-System den effizienten Einsatz.

Achtung! Dieses Konzept der zentralen Lagerung kann nur gewählt werden, wenn die Vorwarnzeiten ausreichend sind. Im Falle von Wildbächen und Kleingewässern ist eine Lagerung vor Ort unumgänglich. Die Vorteile der zentralen Lagerung sind die kurze Mobilisierungszeit.

Information der Betroffenen

Dort wo ein mobiles System planbar eingesetzt wird (z.B. Seeuferschutz), ist die betroffene Bevölkerung vorgängig über das Notfallkonzept und das zu erreichende Hochwasserschutzziel zu informieren. Beim notfallmässigen Systemeinsatz vor Ort ist die Bevölkerung zu informieren, wenn das System für mehr als einen Tag stehen bleibt.

Personalaufwand

Der Personalaufwand für den Aufbau eines Sandsackdammes beträgt mindestens 40 Personen zur Errichtung von 100 m Länge und 50 cm Schutzhöhe in einer Stunde.
Bei der Verwendung von Stellwandsystemen und Behältersystemen reduziert sich dieser Aufwand auf rund 2 – 8 Personen zur Errichtung von 100 m Länge und 50 cm Schutzhöhe in einer Stunde.
Je kürzer die Vorwarnzeit desto mehr Personal muss für den vollständigen Systemaufbau vor Überschwemmungsbeginn zur Verfügung stehen.

Instruktion der Feuerwehr

Die Ausbildung und die Beübung des Systemauf- und -abbaus stellt eine Grundvoraussetzung des effizienten und richtig angewandten Massnahmeneinsatzes dar. Entsprechende Übungen bei unterschiedlichen Szenarien sind regelmässig durchzuführen.
In der Ausbildung muss auch das richtige Verhalten im Falle einer Systemüberströmung oder eines Systemversagens geübt werden.

Risikozonen und Kontrollgänge

Durch den Einsatz von mobilen Schutzsystemen darf sich das Personenrisiko nicht erhöhen. Um dies zu erreichen ist der Nahbereich des Systems für Passanten abzusperren. Diese Absperrung soll zudem den möglichen Vandalismus verhindern. Die folgenden Vorschläge für Risikozonenbreiten gewähren den notwendigen Abstand, so dass eine Flutwelle die kritische Intensität für Personen im Freien von 0.5 m^2/s unterschreitet. Unbefugten Personen ist der Zutritt in diesen Bereich zu verwehren. Dies wird durch Barrikaden, Absperrbänder oder ähnliches sowie durch Kontrollpersonal gewährleistet. Die Grösse der Risikozone soll in der Regel folgende Breite umfassen:

- Systemschutzhöhe bis 0.6 m: 3 m – 10 m Risikozonenbreite
- Systemschutzhöhe 0.6 m bis 1.2 m: 10 m – 20 m Risikozonenbreite
- Systemschutzhöhe 1.2 m bis 2.0 m: 20 m – 50 m Risikozonenbreite

Können diese Risikozonen nicht ausgeschieden werden, so besteht eine Gefährdung von Personen in diesen Bereichen.
Kontrollgänge zur Systemüberwachung sind ab Schutzhöhen von 0.6 m notwendig. Die Kontrollen ermöglichen das frühzeitige Erkennen von Relativverschiebungen (horizontal, vertikal), Beschädigungen, Verformungen, Undichtigkeiten, Qualmwasserbildungen u.a.m.

Unterhalt und Lagerung

Der Unterhalt der eingelagerten Systeme ist gemäss Herstellerangaben allgemein gering. Die Lagerung der Kunststoffprodukte muss trocken und vor Licht geschützt erfolgen. Keine genügende Trocknung von Kunststoffprodukte nach dem Einsatz führt zu Pilzbefall und schlussendlich zum Produktdefekt.

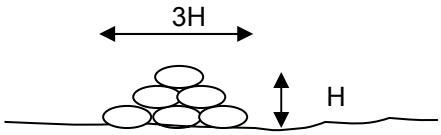
Statische Nachweise für den geplanten Einsatz

Die Nachweise der Tragfähigkeit des Systems, sowie dessen Sicherheit gegenüber Kippen und Gleiten bei unterschiedlichen Aufstandsflächen ist durch den Hersteller zu erbringen (vgl. Kap. Systemanforderungen).
Geotechnische Nachweise am Ort des geplanten Einsatzes sind durch die zuständigen Verantwortlichen des mobilen Systems abklären zu lassen (z.B. Grundbruchsicherheit, Standsicherheit von Böschungen u.a.m.).

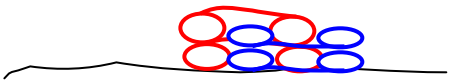
Systeme und ihre Beschreibung

Sandsacksysteme

Dieser Systemtyp ist weltweit bekannt und wird am häufigsten gegen Hochwasser eingesetzt aufgrund der Einfachheit der Anwendung, der Flexibilität der Einsatzmöglichkeiten und der Verfügbarkeit der Materialien (Sand, Split). Selbst Einkaufstragtaschen gefüllt mit Erde vermögen einen Damm zu bilden. Der wesentliche Unterschied zu den Schlauch- und Beckensystemen besteht darin, dass es sich immer um kleine von einer Person tragbare Behälter handelt. Sandsäcke werden in verschiedenen Grössen und in verschiedener Materialausführung (Kunststoff, Jutte) angeboten. Als Spezialausführung erlaubt der Tandem-Sandsack mit weniger Materialeinsatz den Bau von steileren Dämmen. Für Sandsackdämme liegen Anwendungserfahrungen bei allen Einsatzszenarien vor.



Dammbau aus normalen Sandsäcken



Tandem-Sandsack: verbesserte Stabilität durch Aufnahme von Zugkräften

Beschreibung

Im Bedarfsfall werden die Sandsäcke ohne weitere Hilfsmittel von Hand dammartig gestapelt. Zur Verbesserung der Stabilisierung werden die Säcke abwechselnd in Längs- und Querrichtung angeordnet. Hierdurch können Systemhöhen bis 1,00 m bzw. mit sehr großem Aufwand bis zu 2,0 m erreicht werden.
Eine Weiterentwicklung der Sandsäcke sind die Tandemsandsäcke. Diese bestehen aus zwei Polypropylen-Säcken, die durch eine zugfeste Kunststoffmembran miteinander verbunden sind. Durch den Verbund zweier Säcken können wesentlich stabilere (verbesserte Statik durch Aufnahme von Zugkräften) und Platz sparendere Schutzdämme realisiert werden, da die Tandemsandsäcke nur in Längsrichtung versetzt aufeinander geschichtet werden.
Ohne zusätzliche Abstützungen können Tandemsandsäcke bis auf eine Systemhöhe von max. rd. 2,00 m zusammengesetzt werden. Bei höheren Systemhöhen empfiehlt sich der Einsatz zusätzlicher Hilfsmittel, wie rückwärtige Abstützungen oder Verankerungen.

Einsatzbereiche

Sand- und Tandemsandsäcke sind sehr flexibel einsetzbar. Sie können sowohl für den örtlichen Objektschutz in kleineren Bereichen, wie beispielsweise Toreinfahrten, Kellerfenster- und Türöffnungen eingesetzt werden, als auch als beliebig langer Schutzdamm zum Schutz größerer Bereiche, wie Gebäudekomplexe oder ganze Straßenzüge.
Außerdem können Sandsäcke zur Aufstockung vorhandener Deiche, Dämme oder Mauern eingesetzt werden, soweit die Standsicherheit dieser Bauwerke dies zulässt.
Ein wichtiger Einsatzbereich von Sandsäcken ist die Sicherung von Hochwasserschutzanlagen vor dem Versagensfall, z.B. die Sicherung durchweichter Dämme und Deiche gegen Damm- und Deichbruch durch Auflegen von Sandsäcken auf der luftseitigen Deich- oder Dammböschung, bzw. durch Schließen von Deich- und Dammdurchbrüchen nach örtlichem Versagen der Schutzsysteme.
Sandsäcke werden zudem in Verbindung mit einigen der nachfolgend beschriebenen Systeme eingesetzt. Über das jeweilige System werden Kunststofffolien gelegt, die am wasserseitigen Systemfuß mittels Sandsäcken auf den Untergrund aufgepresst werden.
Probleme beim Einsatz von Sandsäcken ergeben sich aus der erforderlichen Anzahl an Personen zum Aufbau von Schutzwällen und aus der örtlichen Verfügbarkeit von Füllmaterial (Sand). Das aufwendige von Hand Befüllen der Sandsäcke kann durch spezielle Befüllungsmaschinen erleichtert werden, diese müssen dann jedoch im Einsatzfall vor Ort verfügbar sein. Im Einsatz gewesene Sandsäcke (Jutesack und Sand) sind i.d.R. nicht wiederverwendbar (z.B. Kontamination durch Öl) und müssen dementsprechend fachgerecht entsorgt werden.

Logistik
Zur Erstellung eines Sandsackdammes von 100 m Länge und **0.5 m Höhe** werden benötigt:

- Ca. 3500 Sandsäcke à 16 kg resp. 10 dm^3 Sand gefüllt und auf Paletten bereitgestellt*
- 12 LKW für den Transport (300 Sandsäcke resp. 5 Tonnen Nutzlast pro LKW)
- Ca. 4 Gabelstapler für das Be- und Entladen
- Ca. 40 Personen während einer Stunde für den Aufbau (die max. Distanz von der Palette zum Einbauort beträgt 10 m, ansonsten ist mit mehr Personal zu rechnen)

Zur Erstellung eines Sandsackdammes von 100 m Länge und **1 m Höhe** werden benötigt:

- Ca. 14'000 Sandsäcke à 16 kg resp. 10 dm^3 gefüllt und auf Paletten bereitgestellt*
- 48 LKW für den Transport (300 Sandsäcke resp. 5 Tonnen Nutzlast pro LKW)
- Ca. 8 Gabelstapler für das Be- und Entladen
- Ca. 50 Personen während **drei Stunden** für den Aufbau (die max. Distanz von der Palette zum Einbauort beträgt 10 m, ansonsten ist mit mehr Personal zu rechnen)

*: Es handelt sich um Erfahrungswerte des Elbehochwassers 2002. Für das Befüllen von 3000 Sandsäcken innerhalb einer Stunde werden rund 50 Personen benötigt!

Tafelsysteme

Dieses System gehört zu den Behelfssystemen, welche nicht auf dem Markt des mobilen Hochwasserschutzes angeboten werden. Die notwendigen Materialien wie Schalungsbretter, Armierungseisen und Pflöcke werden zum Zweck des Hochwasserschutzes notfallmässig von Baulagerplätzen herbeigeschafft. Dieser Systemtyp kommt häufig zur Anwendung, wenn Hochwasser abgeleitet oder am Ausbrechen aus dem Gerinne gehindert werden soll. Als Methode des Linienschutzes auf geneigtem Terrain können Schalungsbretter und Armierungseisen als Rückabstützung zu einem Tafelsystem aufgebaut werden. Dem System kommt hierbei v.a. die Funktion der Wasserab- und Umleitung zu und weniger die Funktion der Abdichtung.



Schalungsbretter (rot), Armierungseisen (braun) und Folie (blau) mit Sandsack

Beschreibung
Mit Hilfe von Schalungsbrettern und wechselseitig angeordneten Armierungseisen kann eine wenig hohe Linienstruktur zur Ableitung von Hochwasser gebildet werden. Die Vorteile dieses Behelfsystems liegen in der Einfachheit der Konstruktion und in der Verfügbarkeit der Materialien vor Ort. Auf Baulagerplätzen des Hochbaus stehen die notwendigen Hilfsmittel bereit. Der Aufbau der Konstruktion kann auf befestigten Flächen (Strassen, Trottoirs, Plätze) oder im Wies- und Ackerland erfolgen. Probleme ergeben sich bei undurchdringbaren Untergrundverhältnissen (Beton, Fels) oder bei sehr weichen Bodenverhältnissen. Im letzteren Fall können anstelle der Armierungseisen Holzpflöcke verwendet werden. Mit Hilfe von Sandsäcken können lokale Bodenunebenheiten ausgeglichen werden, so dass der Sickerwasseranteil unter dem Schalungsbrett begrenzt bleibt. Mit Hilfe einer Folie kann die Abdichtung verbessert werden.

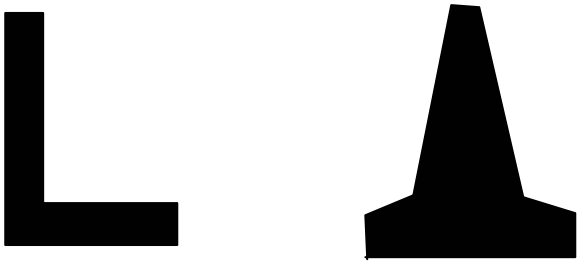
Einsatzbereiche
Der Einsatzbereich beschränkt sich auf geringe Wassertiefen bis ca. 0.4 m. Die Hauptanwendung liegt in der Ableitung von Wasser, welches über die Strasse abfliesst. Erfolgreiche Anwendungen zur Ableitung in Wiesland sind ebenfalls bekannt. Meistens handelt es sich um Einsatzgebiete mit schwach bis mittel steil geneigtem Terrain. Die spezifische Wasserfracht ist gering, so dass der Druck auf die Schalungsbretter ebenfalls begrenzt bleibt. Bei allein stehenden Einzelobjekten wird dieses System zur Abweisung von Wasser angewandt. Bei Gebäuden in Siedlungsgebieten werden Garageneinfahrten und Gebäudezugänge auf diese Weise geschützt. Tafelsysteme sind vor Angriffen durch einfachen Vandalismus durch Bewachung zu schützen.

Logistik
Zur Erstellung eines Linienschutzes im Tafelsystem von 100 m Länge und **0.5 m Höhe** werden benötigt:

- 1 LKW für Transport
- 50 Schalungsbretter
- Ca. 100 Rundstahlarmierungseisen (∅ ca. 10 mm, Länge 1 m) oder Holzpflöcke
- Ca. 150 Sandsäcke gefüllt à 16 kg
- Ca. 250 m^2 Folie
- Ca. 4 – 8 Personen während einer Stunde für den Aufbau

Betonelementsysteme

Betonelementsysteme werden v.a. für den Linienschutz bei Wildbächen eingesetzt. Es handelt sich um Elemente, welche z.B. für temporäre Strassenabsperrungen eingesetzt werden. Die Elemente sind rund 2 m lang und von der Form einer Winkelstützmauer. Sie übernehmen die hohen dynamischen Kräfte entlang eines Wildbaches.



Beschreibung
Wie beim Tafelsystem handelt es sich beim Massesystem um ein Behelfssystem mit Material aus dem Bereich des Tiefbaus. Geeignete Fertigbetonelemente werden für Bauabsperrungen auf Autobahnen eingesetzt. Die Lagerung solcher Elemente erfolgt in Werkhöfen der Strassenverwaltung oder entlang von Autobahnen auf speziell hierfür erstellten Lagerplätzen. Weitere geeignete Elementformen werden zum Beispiel für Perronabschlüsse bei Bahnlinien erstellt.
Die Elemente müssen eine hohe Sicherheit gegenüber Kippen aufweisen und mit Befestigungsmöglichkeiten für das Verladen mit Hebemittel ausgerüstet sein.

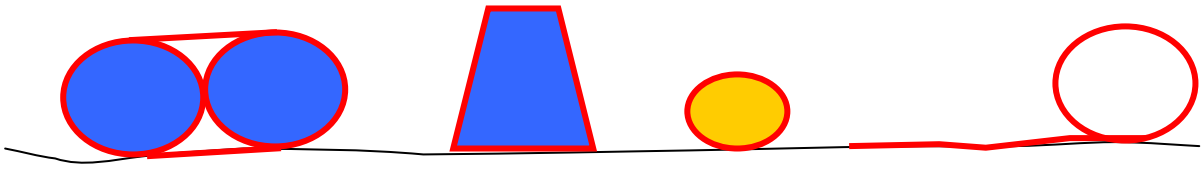
Einsatzbereiche
Der Einsatz konzentriert sich auf Anwendungen mit sehr hoher dynamischer Einwirkung des Wassers. Bei Wildbächen kann dies der Fall sein, wenn lokal das Ausbrechen des Hochwassers verhindert werden soll. Zum Beispiel im Bereich von Kurvenaussenseiten, bei Brücken, im Bereich von einsturzgefährdeten Ufermauern u.a.m.
Bei Seen können Massesysteme bei hoher Wellenbeanspruchung eingesetzt werden. Hinter ihrem Schutz kann zum Beispiel ein Bock- oder Dammsystem als Überflutungsschutz aufgebaut werden.

Logistik
Zur Erstellung eines Linienschutzes im Massesystem von 100 m Länge und **1 m Höhe** werden benötigt:

- 13 LKW für den Transport (4 Stück resp. 6.5 Tonnen Nutzlast pro LKW)
- 50 Betonelemente à 2 m (Stückgewicht ca. 1600 kg)
- Ca. 2 Hebemittel (Bagger oder Kranfahrzeug oder Gabelstapler)
- Ca. 4 Personen während einer Stunde für den Aufbau

Schlauchsysteme (Behältersysteme)

Zu diesem Systemtyp werden auf dem Markt sehr viele Ausführungsvarianten desselben Grundprinzips angeboten. Die Behälterhüllen bestehen aus Kunststoff und werden mit Wasser, Sand oder Luft gefüllt. Die Füllung der Behälter erfolgt mit Maschineneinsatz.
Die Vielfalt an Systemformen ist im Bereich der Schlauchsysteme am grössten. Es werden Formen als Schlauch oder als stehendes oder liegengendes Trapezoid angeboten. Die Füllung der Systeme erfolgt mit Wasser, Sand oder Luft. Für die Füllung, Entleerung und Reinigung sind teilweise Spezialgeräte erforderlich. Bei den Systemen mit Wasser- und Luftfüllung wird als Material ein PVC beschichtetes Gewebe verwendet, wärenddem Systeme mit Sandfüllung ohne diese dichtende Beschichtung auskommen.



Beschreibung
Die Schlauchsysteme werden zusammengefaltet bzw. –gerollt angeliefert und am Einsatzort ausgelegt. Anschließend werden die Systeme mit Druckluft aufgeblasen. Hierzu ist ein Gebläse erforderlich. Die luftgefüllten Systeme weisen nur diesen ersten Arbeitsschritt auf. Die wassergefüllten Systeme werden über Feuerwehrschläuche und mobile Pumpen mit Wasser aus einem nahe liegenden Gewässer oder aus einem Hydranten bei gleichzeitiger Entlüftung gefüllt. Das Schlauchsystem mit Sandfüllung wird über eine spezielle Kartusche in Kombination mit einem Betonmischer oder mit einem Schüttguttransporter gefüllt.
Bei wassergefüllten Systemen in Schlauchform müssen immer zwei Schläuche parallel nebeneinander verlegt werden, da nur bei einem Schlauch in Folge des Wasserdruckes der Fluten der Schlauch weg rollen würde. Je nach Durchmesser sind die beiden Schläuche fest miteinander über eine Lasche verbunden oder müssen mit Gurten zu einem Doppelelement verbunden werden. Zusätzliche Systemhöhe gewinnt man, indem ein dritter Schlauch auf den beiden bereits mit Wasser gefüllten Schläuchen aufgesetzt und mit zusätzlichen Gurten fixiert wird. Die Trapezsysteme sind zur Stabilisierung in mehrere Innenkammern unterteilt. Die luftgefüllten Schlauchsysteme werden durch eine wasserseitige Bodenplane stabilisiert.

Einsatzbereiche
Durch die flexiblen Außenwände können die oben beschriebenen Schlauchsysteme überall eingesetzt werden. Die Systeme passen sich den topographischen Gegebenheiten sehr gut an. Sie können auch bei weichen Untergrundverhältnissen eingesetzt werden.
Durch das Ankoppeln bzw. Aneinandersetzen der Einzelelemente kann ein beliebig langer Schutzdamm hergestellt werden. Richtungsänderungen können bei den Schlauchsystemen durch einfaches Abknicken, bei den Trapezsystemen durch spezielle Eckelemente realisiert werden.
Die Schlauchsysteme eignen sich als Schutzwand im Sinne einer zweiten Hochwasserverteidigungslinie oder als Hauptverteidigungslinie bei fehlendem Hochwasserschutz. Durch die flexible Außenhülle können relativ dichte Anschlüsse an Mauern oder Wänden erreicht werden und auch Toreinfahrten, Treppenabgänge bzw. Eingänge geschützt werden.
Weiterhin können vorhandene Hochwasserschutzdeiche oder Hochwasserschutzmauern, ausreichende Standsicherheit vorausgesetzt, durch Schlauchsysteme erhöht werden.
Problematisch kann der Einsatz von wassergefüllten Systemen bei Frost werden. Wenn der Wasserkörper zu Eis gefriert wird er leichter als Wasser (u.U. Standsicherheitsprobleme) und es verlängert sich die Entleerungszeit. Zudem ergibt sich durch das Gefrieren eine Ausdehnung des Füllstoffes, womit das Problem der Reißfestigkeit bzw. der Stabilität des gesamten Behältersystems auftritt. Behältersysteme mit Wasser- oder Luftfüllung sind vor Vandalismus durch Bewachung zu schützen.

Logistik
Zur Erstellung eines Linienschutzes im Schlauchsystem mit **Wasserfüllung** von 100 m Länge und **0.6 m Höhe** werden benötigt:

- 1 LKW für Transport
- 10 Schlauchdoppelelemente à 10 m (Stückgewicht ca. 50 kg)
- 1 – 2 Gebläse zur Füllung des Systems mit Luft
- 1 Pumpe inkl. Schläuche zur Füllung des Systems mit Wasser
- ca. 60 m^3 Wasser
- ca. 4 Personen während einer Stunde für den Aufbau

Zur Erstellung eines Linienschutzes im Schlauchsystem mit **Wasserfüllung** von 100 m Länge und **1 m Höhe** werden benötigt:

- 1 LKW für Transport
- 10 Schlauchdoppelelemente à 10 m (Stückgewicht ca. 60 kg)
- 2 Gebläse zur Füllung des Systems mit Luft
- 2 Pumpen inkl. Schläuche zur Füllung des Systems mit Wasser
- ca. 145 m^3 Wasser
- ca. 6 Personen während einer Stunde für den Aufbau

Zur Erstellung eines Linienschutzes im Schlauchsystem mit **Sandfüllung** von 100 m Länge und **0.5 m** Höhe werden benötigt:

- 10 LKW für Transport von Sand (5 Tonnen Nutzlast pro LKW)
- 1 LKW für Transport von Schläuchen und Hilfsmaterial
- 50 Schlauchelemente à 10 m (Stückgewicht ca. 3 kg)
- 1 Betonmischer (evtl. inkl. Förderband) zur Füllung des Systems mit Sand
- 20 Kartuschenrohre bei Vorhandensein der Kartuschieranlage
- 1 Adapter, 1 Zulaufrohr, 1 Bremsvorrichtung, 1 Kartuschieranlage
- ca. 30 m^3 Sand
- ca. 4 Personen während einer Stunde für den Aufbau

Zur Erstellung eines Linienschutzes im Schlauchsystem mit **Luftfüllung** von 100 m Länge und **0.75 m** Höhe werden benötigt:

- 1 LKW für Transport
- 10 Schlauchelemente à 10 m (Stückgewicht ca. 50 kg)
- 1 – 2 Gebläse zur Füllung des Systems mit Luft
- ca. 50 Sandsäcke für die Fixierung gegen Wind vor der Flutung
- ca. 4 Personen während einer Stunde für den Aufbau

Beckensysteme

Beckensysteme existieren für Wasser- oder Erdfüllung. Die Beckenwände werden mittels eines Metallrahmens fixiert.



Beschreibung

Beckensysteme bestehen aus eine Stahlrahmenkonstruktion mit einer Außenhülle. Bei Systemen mit Sandfüllung besteht diese Hülle aus einem reissfesten Geotextil. Bei Systemen mit Wasserfüllung wird als Hülle ein verstärktes PVC Gewebe eingesetzt. Die Becken mit Sand- oder Erdfüllung werden mit gängigen Erdbaugeräten gefüllt. Mit Wasser gefüllte Becken werden mittels Pumpen gefüllt.
Die Becken können zu beliebig langen Schutzdämmen zusammengesetzt werden. Die Dichtigkeit in den Stoßfugen der einzelnen Becken wird durch den Anpressdruck der gefüllten Becken gewährleistet. Zusätzliche Dichtungsfolien sind in der Regel nicht erforderlich.
Das Zusammensetzen der einzelnen Behälter zu einem Damm, bzw. die Demontage erfolgt mit üblichem Hebezeug. Hierzu sind die Behälter an allen vier Ecken mit Kranösen ausgestattet.
Das Entleeren der Behälter mit Sand- oder Erdfüllung erfolgt durch Aufschneiden der Hülle. Die aufgeschnittene Hülle wird anschließend durch ein Ersatzvlies ersetzt, so dass das Rahmengestell danach wieder für den Einsatz zur Verfügung steht.
Als notfallmässige Improvisation kann diese Systemvariante mit Geotextil und Schüttmaterial ohne die Rahmenkonstruktion erstellt werden.

Einsatzbereiche

Analog zu den Schlauchsystemen (vgl. oben).

Logistik
Zur Erstellung eines Linienschutzes im Beckensystem mit **Wasserfüllung** von 100 m Länge und **0.5 m Höhe** werden benötigt:

- 1 LKW für Transport der Becken
- 17 Beckenelemente à 6 m (Stückgewicht ca. 30 kg)
- 2 Pumpen inkl. Schläuche zur Füllung des Systems mit Wasser
- ca. 100 m^3 Wasser
- ca. 8 Personen während einer Stunde für den Aufbau

Zur Erstellung eines Linienschutzes im Beckensystem mit **Sandfüllung** von 100 m Länge und **1 m Höhe** werden benötigt:

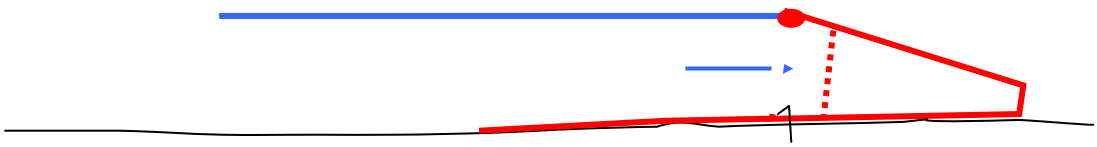
- 26 LKW für Transport von Sand (5 Tonnen Nutzlast pro LKW)
- 1 LKW für Transport der Becken
- 50 Beckenelemente à 2 m (Stückgewicht ca. 40 kg)
- 2 Pneulader zur Füllung des Systems mit Sand
- ca. 80 m^3 Sand
- ca. 4 Personen während einer Stunde für den Aufbau

Zur Erstellung eines Linienschutzes im Beckensystem mit **Sandfüllung** von 100 m Länge und **2 m Höhe** werden benötigt:

- 48 LKW für Transport von Sand (5 Tonnen Nutzlast pro LKW)
- 1 LKW für Transport der Becken
- 100 Beckenelemente à 2 m (Stückgewicht ca. 40 kg)
- 4 Pneulader zur Füllung des Systems mit Sand
- ca. 150 m^3 Sand
- ca. 8 Personen während einer Stunde für den Aufbau

Klappsysteme

Klappsysteme aus Kunststoff befüllen sich selbständig mit Wasser. Sie werden v.a. für die Sperrung von frontal zufliessendem Wasser eingesetzt. Auf glatten Oberflächen ist die Gleitsicherheit durch das Anbringen von Bodenverankerungen oder Sandsäcken zu gewährleisten.



Beschreibung
Eine Sonderform der Becken ist das **Klappsystem**, ein praktisch um 90 Grad gegen den Wasserdruck gekippter Behälter. Das Klappsystem besteht aus einer starken, außermittig gefalteten Kunststoffplane, deren längere Seite auf den Boden gelegt wird und dessen kürzere Seite sich mit anströmendem Wasser selbständig aufrichtet, soweit es die zwischen den beiden Seiten eingeschweißten Kunststoffwände (Kammern) zulassen. In der Frontkante des oberen Lappens ist ein geschlossenporiges Schwimmermaterial eingearbeitet, das mit dem Wasser nach oben schwimmt und so die Wassersperre öffnet.

Einsatzbereiche
Das Klappsystem wird vor allem für die Sperrung von frontal zufließendem Wasser eingesetzt. Auf glatten Oberflächen wird die Gleitsicherheit auch hier durch das Anbringen von Bodenverankerungen erreicht. Klappsysteme sind vor Angriffen durch einfachen Vandalismus durch Bewachung zu schützen.

Logistik
Das Klappsystem kann sehr schnell und notfalls von einer einzigen Person errichtet werden!
Zur Erstellung eines Linienschutzes im Klappsystem von 100 m Länge und **0.5 m Höhe** werden benötigt:

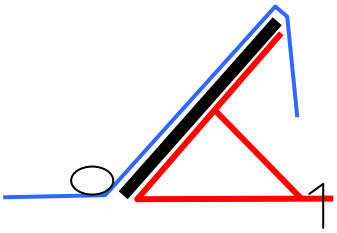
- 1 PW für den Transport
- 7 Klappelemente à 15 m (Stückgewicht ca. 34 kg)
- Ca. 200 Bodenanker, Pflöcke oder Armierungseisen (bei Bedarf je nach Untergrund)
- ca. 2 – 4 Personen während einer halben Stunde für den Aufbau

Zur Erstellung eines Linienschutzes im Klappsystem von 100 m Länge und **0.7 m Höhe** werden benötigt:

- 1 Pickup für den Transport
- 10 Klappelemente à 10 m (Stückgewicht ca. 35 kg)
- Ca. 200 Bodenanker, Pflöcke oder Armierungseisen (bei Bedarf je nach Untergrund)
- ca. 2 – 4 Personen während einer halben Stunde für den Aufbau

Bocksysteme

Bei den Bocksystemen wird zunächst ein System von Stützelementen errichtet, welche im zweiten Arbeitsschritt mit Wandelementen verbunden werden. Der dritte Arbeitsschritt ist die Abdichtung mit Folie. Diese Systeme sind allgemein sehr flexibel einsetzbar.
Bocksysteme werden u.a. für den Linien-, den Ringschutz und das Stauen von Fliessgewässern eingesetzt. Es handelt sich um eine Stützkonstruktion in Form eines Bockes. Die Abdichtung erfolgt mit einer Folie, welche am Fuss mit Sandsäcken beschwert wird. Die Sicherheit gegen Gleiten wird mit Bodenverankerungen gewährleistet.



Variante mit Metallstützen (rot), Tafel oder Palette (Schwarz) und Dichtungsfolie (blau)

Beschreibung
Bocksysteme werden von verschiedenen Anbietern angeboten. Die Systeme unterscheiden sich nicht grundsätzlich voneinander. Die Systeme setzen sich im Wesentlichen aus folgenden Bauteilen zusammen:

- Stützenkonstruktion
- Wandelement
- Dichtungsfolie

Der Aufbau der Bocksysteme erfolgt wie folgt:
Die Stützenelemente aus Metall (Klappstützen, Bockelemente) werden in einem Abstand von etwa 1,2 bis 1,5 m aufgestellt und mit Erdnägeln oder Ankerbolzen gegen Schub gesichert. Eine Aufstellung auf festem Untergrund (Asphalt, Pflaster) ist wegen der Standsicherheit zu empfehlen. Über Querstreben oder Querstützen werden die Stützenkonstruktionen zu einem Tragwerk verbunden.
Auf das Tragwerk werden Wandelemente (Stahlplatten, Europaletten) und anschließend eine Dichtungsfolie aufgelegt. Die Dichtungsfolie sollte wasserseitig am Boden mit Sandsäcken oder einer Stahlkette als Auflast fixiert werden.
Mit Stellwandsystemen auf Europalettenbasis sind Stauhöhen bis 1,0 m bei einer Palettenreihe standardmäßig zu erzielen. Mittels Adapter für die Stützenkonstruktionen kann die Stauhöhe durch eine zweite Palettenreihe auf max. 1,8 m angehoben werden.
Bei Wandelementen aus Metall sind je nach Anbieter Stauhöhen von 1,5 bis zu 3,0 m möglich.

Einsatzbereiche
Mit den Bocksystemen können Hochwasserschutzwände mit beliebiger Länge hergestellt werden. Durch spezielle Stützenkonstruktionen (Eckelemente) können Richtungsänderungen in der Linienführung der Schutzwand realisiert werden.

Der Untergrund muss tragfähig sein, damit die Bocksysteme standsicher aufgestellt werden können. Ein Einsatz bei weichen Böden ist nicht anzuraten.
Bei Verwendung von Europaletten als Wandelement ist durch die Einheitsbreite und Einheitshöhe der Paletten ein Einsatz auf Strecken mit einer mehrfachen Länge der Einheitsbreite beschränkt (problematisch z.B. in Toreinfahrten) bzw. bei stark variierenden Höhendifferenzen des Untergrundes nicht möglich. Flexibler sind hier Bocksysteme mit Wandelementen aus Stahl oder anderen Metallen mit variablen Stützenabständen und damit stufenlos einstellbaren Wandbreiten.
Ein Anschluss eines Bocksystems an Bauwerke ist mit speziellen Wandanschlusselementen oder durch die zusätzliche Verwendung von Sandsäcken durchführbar.
Bocksysteme eignen sich für den Objektschutz sowie als Schutzwand im Sinne einer zweiten Hochwasserverteidigungslinie im Versagensfall der ersten Verteidigungslinie (Deich, Hochwasserschutzmauer), bzw. als Schutzwand bei – noch - fehlenden Hochwasserschutzsystemen. Bocksysteme sind vor Angriffen durch einfachen Vandalismus durch Bewachung zu schützen.

Logistik
Zur Erstellung eines Linienschutzes im Bocksystem **in Stahlblech 1.5 mm** von 100 m Länge und **0.6 m Höhe** werden benötigt:

- 1 LKW für Transport
- 85 Stützenelemente (Stückgewicht ca. 8 kg)
- 85 Platten (Stückgewicht ca. 10 kg) oder Europaletten (Stückgewicht ca. 22 kg)
- Ca. 250 m^2 Folie
- Ca. 150 Sandsäcke gefüllt à 16 kg oder Stahlkette
- Ca. 100 Bodenanker (bei Bedarf je nach Untergrund)
- ca. 4 Personen während einer Stunde für den Aufbau

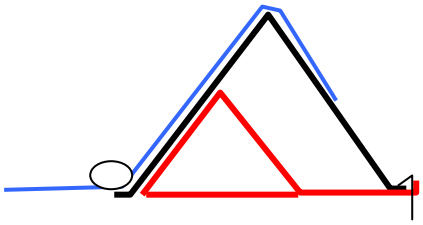
Zur Erstellung eines Linienschutzes im Bocksystem **in Stahlblech 1.5 mm** von 100 m Länge und **1.25 m Höhe** werden benötigt:

- 1 LKW für Transport
- 85 Stützenelemente (Stückgewicht ca. 8 kg)
- 170 Platten (Stückgewicht ca. 10 kg)
- Ca. 400 m^2 Folie
- Ca. 150 Sandsäcke gefüllt à 16 kg oder Stahlkette
- Ca. 100 Bodenanker (bei Bedarf je nach Untergrund)
- ca. 6 Personen während einer Stunde für den Aufbau

Zur Erstellung eines Linienschutzes im Bocksystem **in Stahlblech 3mm** von 100 m Länge und **1.5 m Höhe** werden benötigt:

- 1 LKW für Transport
- 85 Stützenelemente (Stückgewicht ca. 60 kg)
- 255 Platten (Stückgewicht ca. 30 kg)
- Ca. 400 m^2 Folie
- Ca. 150 Sandsäcke gefüllt à 16 kg
- Ca. 100 Bodenanker
- ca. 8 Personen während einer Stunde für den Aufbau

Dammsysteme



Variante mit Kunststoffstütze (schwarz), Spreizbremse aus Metall (rot) und Dichtungsfolie (blau)

Beschreibung
Das Dammsystem unterscheidet sich vom Bocksystem indem die Stütze hier zugleich das Tragelement bildet. Zugkräfte am Fuss der Stütze werden durch eine Spreizbremse aufgenommen. Die Konstruktion erhält ihre Dichtigkeit durch eine Folie mit Sandsäcken, wie dies bei den Bocksystemen der Fall ist. Die Kunststoffstütze wird aus Glasfaserverstärktem Kunststoff (GfK) angeboten. Die Elemente weisen eine Länge von 2 m und eine Höhe von 1 m auf. Ihr Gewicht beträgt lediglich 17 kg, wodurch das Verlegen sehr schnell vor sich geht. Beim Verlegen werden im ersten Arbeitsgang die Spreizbremsen mit den Bodenanker verlegt. Im zweiten Arbeitsgang werden die Kunststoffstützen über den Spreizbremsen positioniert. Im dritten Arbeitsgang wird die Folie mit den Sandsäcken über die Dammkonstruktion gelegt.

Einsatzbereiche
Der Einsatzbereich der Dammsysteme entspricht weitgehend demjenigen der Bocksysteme. Das Dammsystem weist gegenüber den Bocksystemen einen technisch einfacheren und schnelleren Aufbau auf. Als Nachteile sind die beschränkte Flexibilität in Bezug auf die Schutzhöhe und in Bezug auf unebenes Terrain zu werten. Als geeignet erweisen sich Anwendungen auf Strassen und allgemein auf ebenem Terrain insbesondere, wenn in kurzer Zeit mit wenig Personal ein rascher Schutz erzielt werden soll. Dammsysteme sind vor Angriffen durch einfachen Vandalismus durch Bewachung zu schützen.

Logistik
Zur Erstellung eines Linienschutzes im Dammsystem von 100 m Länge und **1 m Höhe** werden benötigt:

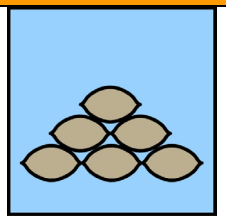
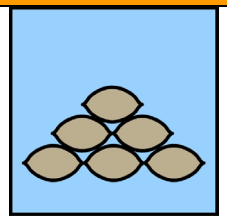
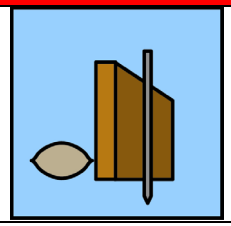
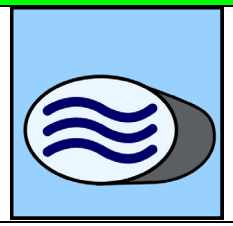
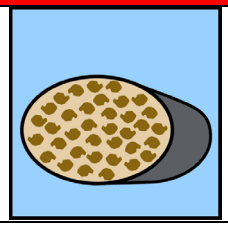
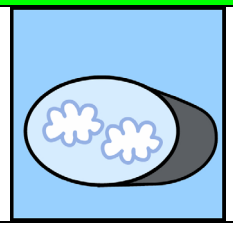
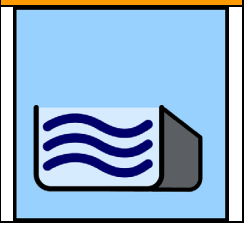
- 1 LKW für Transport
- 50 Dammelemente à 2 m (Stückgewicht ca. 17 kg)
- 50 Stützelemente (Stückgewicht ca. 8 kg)
- Ca. 250 m^2 Folie
- Ca. 150 Sandsäcke gefüllt à 16 kg
- 50 - 100 Bodenanker
- ca. 4 Personen während einer Stunde für den Aufbau

Zusammenfassende Systemübersicht

Systemtyp	Max. Stauhöhe (Herstellerangabe)	Personalbedarf / 100 m/ h* für den Aufbau	Investition Fr. / m'*
Sandsacksysteme	2 m	40 Personen	100 - 150.- **
Tafelsysteme	0.5 m	4 – 8 Personen	50.- - 100.-
Schlauchsysteme	1.2 m	4 Personen	250 – 500.-**
Beckensysteme	1.5 m	4 – 8 Personen	400 – 450.-**
Klappsysteme	2 m	2 Personen	350 – 400.-
Bocksysteme	2 m	4 – 8 Personen	500 – 600.-
Dammsysteme	1 m	4 Personen	550 – 600.-
Betonelementsysteme	1 m	4 Personen	250.-

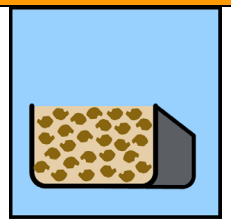
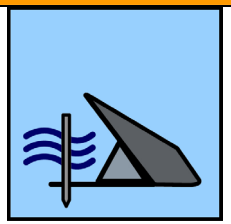
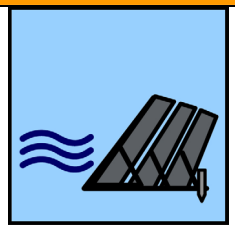
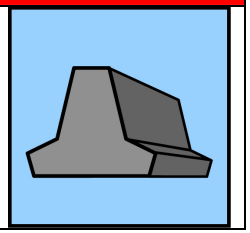
* bezogen auf eine Stauhöhe von 0.5 m
** exkl. Kosten für den Erwerb und den Transport von Sand

Eignung der Systeme nach Einsatzszenarien – Teil 1

Systemtyp	Sack	Sack	Tafel	Schlauch/Behälter	Schlauch	Schlauch	Becken
Spezifizierung	Sandsack	Tandemsack	Schaltafel	Wasserfüllung	Sandfüllung	Luftfüllung	Wasserfüllung
1. Ableiten Hanglage							
2. Ringschutz Muldenlage							
3. Absperren Strassenabfluss							
4. Linienschutz See							
5. Linienschutz Fluss							
6. Linienschutz Wildbach							
7. Stauen Fluss							
8. Rückhalt Flüssigkeiten							
Bild							

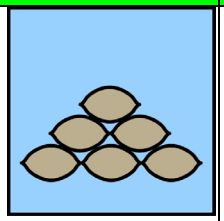
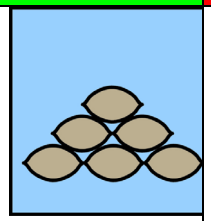
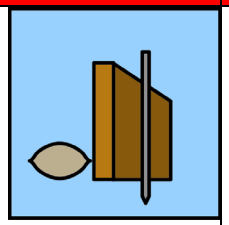
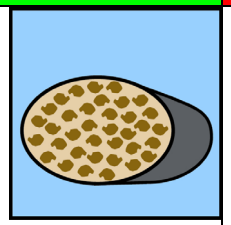
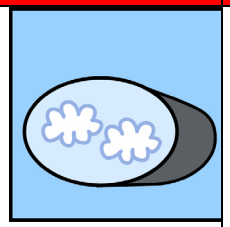
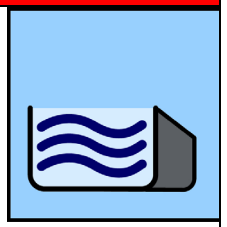
Einsatz-Empfehlung: (bezogen auf die 8 typischen Einsatzszenarien vgl. S. 6 ff.)
Empfohlen: Das System eignet sich zur Bewältigung des Einsatzszenarios
Geeignet: Das System kann mit Einschränkungen zur Bewältigung des Einsatzszenarios verwendet werden
Ungeeignet: Das System ist nicht geeignet zur Bewältigung des Einsatzszenarios

Eignung der Systeme nach Einsatzszenarien – Teil 2

Systemtyp	Becken	Klappe	Bock	Bock	Damm	Masse
Spezifizierung	Sandfüllung	Kunststoffmembrane	leichte Variante	schwere Variante	Kunststoffelement	Betonelement
1. Ableiten Hanglage						
2. Ringschutz Muldenlage						
3. Absperren Strassenabfluss						
4. Linienschutz See						
5. Linienschutz Fluss						
6. Linienschutz Wildbach						
7. Stauen Fluss						
8. Rückhalt Flüssigkeiten						
Bild						

Einsatz-Empfehlung: (bezogen auf die 8 typischen Einsatzszenarien vgl. S. 6 ff.)
Empfohlen: **Das System eignet sich zur Bewältigung des Einsatzszenarios**
Geeignet: **Das System kann mit Einschränkungen zur Bewältigung des Einsatzszenarios verwendet werden**
Ungeeignet: **Das System ist nicht geeignet zur Bewältigung des Einsatzszenarios**

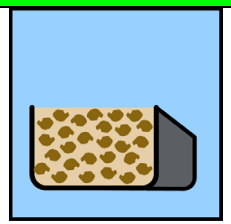
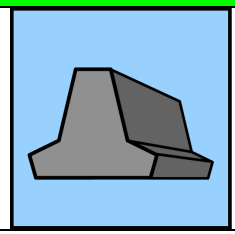
Eignung der Systeme nach Ausschlusskriterien – Teil 1

Systemtyp	Sack	Sack	Tafel	Schlauch/Behälter	Schlauch	Schlauch	Becken
Spezifizierung	Sandsack	Tandemsack	Schaltafel	Wasserfüllung	Sandfüllung	Luftfüllung	Wasserfüllung
1. Schutzhöhe > 0.5 m							
2. Geringer Personalbedarf							
3. Zufahrt zum Aufbauort nicht notwendig							
4. Allseitige Anströmung des Systems möglich							
5. Unebenheit des Terrains zulässig							
6. Sicherheit bei einfachem Vandalismus							
Bild							

Ausschlusskriterium:
Erfüllt: **Das System erfüllt das betreffende Kriterium**
Nicht erfüllt: **Das System erfüllt das betreffende Kriterium nicht**

Erläuterung der Kriterien:
1. Schutzhöhe > 0.5 m: Es sind Anwendungen möglich mit Schutzhöhe > 0.5 m.
2. Geringer Personalbedarf: Der Personalbedarf ist geringer als 10 Personen zur Erstellung von 100 m Systemlänge in 1 Stunde bei Schutzhöhe 0.5 m.
3. Zufahrt zum Aufbauort nicht notwendig: Weder für die Systemelemente noch für die Füllstoffe sind Transportmittel bis zum Aufbauort notwendig.
4. Allseitige Anströmung des Systems möglich: Das System bleibt stabil bei seitlicher, frontaler und rückseitiger Anströmung.
5. Unebenheit des Terrains zulässig: Das System erfüllt seine Funktionstüchtigkeit auch bei unebenem und treppenartigen Terrainverhältnissen.
6. Sicherheit bei einfachem Vandalismus: Das System kann durch einfachen Vandalismus (z.B. mit Messer, Entfernung von Verbindungsmittel, etc.) in seiner Funktionstüchtigkeit nicht beeinträchtigt werden.

Eignung der Systeme nach Ausschlusskriterien – Teil 2

Systemtyp	Becken	Klappe	Bock	Bock	Damm	Masse
Spezifizierung	Sandfüllung	Kunststoff	leichte Variante	schwere Variante	Kunststoffelement	Betonelement
1. Schutzhöhe > 0.5 m						
2. Geringer Personalbedarf						
3. Zufahrt zum Aufbauort nicht notwendig						
4. Allseitige Anströmung des Systems möglich						
5. Unebenheit des Terrains zulässig						
6. Sicherheit bei einfachem Vandalismus						
Bild						

Ausschlusskriterium:
Erfüllt: **Das System erfüllt das betreffende Kriterium**
Nicht erfüllt: **Das System erfüllt das betreffende Kriterium nicht**

Erläuterung der Kriterien:
1. Schutzhöhe > 0.5 m: Es sind Anwendungen möglich mit Schutzhöhe > 0.5 m.
2. Geringer Personalbedarf: Der Personalbedarf ist geringer als 10 Personen zur Erstellung von 100 m Systemlänge in 1 Stunde bei Schutzhöhe 0.5 m.
3. Zufahrt zum Aufbauort nicht notwendig: Weder für die Systemelemente noch für die Füllstoffe sind Transportmittel bis zum Aufbauort notwendig.
4. Allseitige Anströmung des Systems möglich: Das System bleibt stabil bei seitlicher, frontaler und rückseitiger Anströmung.
5. Unebenheit des Terrains zulässig: Das System erfüllt seine Funktionstüchtigkeit auch bei unebenem und treppenartigen Terrainverhältnissen.
6. Sicherheit bei einfachem Vandalismus: Das System kann durch einfachen Vandalismus (z.B. mit Messer, Entfernung von Verbindungsmittel, etc.) in seiner Funktionstüchtigkeit nicht beeinträchtigt werden.

Systemanforderungen

Einleitung

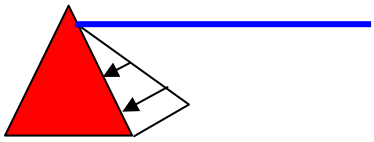
Die Hersteller von ortsungebundenen mobilen Systemen sollen für den geplanten Einsatz nachweisen, dass ihre Systeme den Belastungen aus Hochwasser und den Einsatzrandbedingungen standhalten. Die folgenden Regelungen bezüglich der zu wählenden Lastannahmen sind für die Nachweise verbindlich.
Des weiteren soll darauf hingewiesen werden, dass in Ergänzung zu den hier definierten Produktanforderungen die einschlägigen gültigen Normen und Richtlinien hinzuziehen sind.

Lastannahmen

Hydrostatische Einwirkung

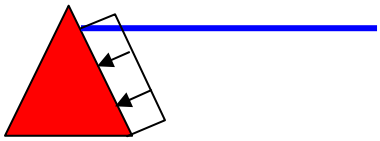
Der Druck infolge hydrostatischer Beanspruchung ist: $P_s = H \times \rho \times g$ [kN/m^2]
Die Dichte ρ ist:

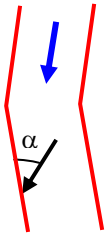
- bei Seen: 1.0 t/m^3
- bei hochwasserführenden Flüssen: 1.1 t/m^3
- bei hochwasserführenden Wildbächen: 1.3 t/m^3



Hydrodynamische Einwirkung

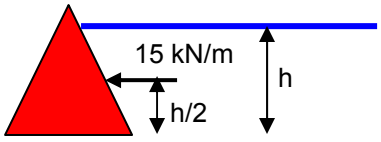
Der Druck infolge hydrodynamischer Beanspruchung ist: $P_d = \rho \times (v \times \sin\alpha)^2$ [kN/m^2]
Der Anströmwinkel α berücksichtigt die Anströmung zum System.



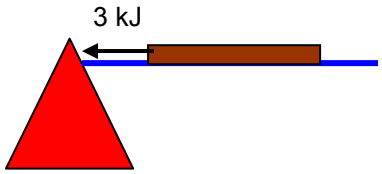


Wellendruck

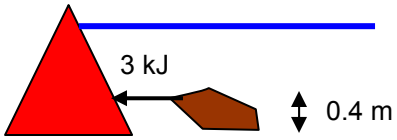
Für den Einsatz der mobilen Systeme bei Seen ist der Wellendruck zu berücksichtigen. Es ist mit einer Wellenersatzlast von 20 kN/m zu rechnen auf der halben Höhe der maximalen Wassertiefe. Diese Belastung entspricht einer max. Wellenhöhe von 40 cm.



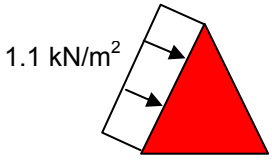
Anprall infolge Treibgut / Treibholz
Für den Anprall von Treibgut und Treibholz ist mit einer wirkenden Translationsenergie von 3 kJ in der Höhe des maximalen Wasserspiegels zu rechnen. Dies entspricht einem Baumstamm der Masse von 1 t (Stammlänge 6 m, Stammdicke 0.5 m) und einer Geschwindigkeit von 2.5 m/s. Bei schräger Anströmung ist die Belastung entsprechend zu reduzieren (vgl. Anströmwinkel weiter oben).



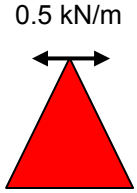
Anprall infolge Geschiebetrieb
Können Blöcke oder andere Feststoffe den Fussbereich des mobilen Systems beanspruchen, so ist zusätzlich zum Druck aus hydrostatischer und hydrodynamischer Beanspruchung eine Anprallkraft solcher Einzelkomponenten zu berücksichtigen.
Es ist mit einer einwirkenden Translationsenergie des Blockes von 3 kJ in der Höhe von 0.4 m zu rechnen. Dies entspricht einem Block der Masse von 1 t (Kugeldurchmesser 0.9 m) und einer Geschwindigkeit von 2.5 m/s. Bei schräger Anströmung ist die Belastung entsprechend zu reduzieren.



Windlast
Der Nachweis der Windlast ist für das nicht eingestaute System zu erbringen. Die Windlast kann überschlagsmässig mit 1.2 x 0.9 kN/m^2 = 1.08 kN/m^2 berücksichtigt werden. Detaillierte Angaben zur Bemessung sind der Norm SIA 261 (Einwirkungen auf Tragwerke) zu entnehmen.



Personenlast
Zur Berücksichtigung von Zug oder Druck an der Oberkante des Systems durch Schaulustige oder Wartungspersonal ist eine horizontal wirkende Gleichstreckenlast an Wandoberkante von 0.5 kN/m anzusetzen.



Nachweisführung für die Systeme

Die Nachweisführung für die Systeme erfolgt zweistufig gemäss der Unterscheidung in den notfallmässigen und den geplanten Einsatz:

Notfallmässiger Einsatz:
Beim notfallmässigen Einsatz mit Schutzhöhen bis 0.6 m sind folgende Nachweise durch den Hersteller zu erbringen:

- Nachweis der Tragfähigkeit des Systems bei hydrostatischer Einwirkung und bei Windeinwirkung
- Nachweis der Sicherheit gegenüber Kippen in Bezug auf eine horizontale Aufstandsfläche und in Bezug zu geneigter Aufstandsfläche. Es sind die max. zulässigen Neigungen der Aufstandsfläche anzugeben.
- Nachweis der Gleitsicherheit auf horizontaler und geneigter Aufstandsfläche bei trockenem, nassem, vereistem und schneebedecktem Terrain auf Bitumen- und Grasoberflächen. Es sind die max. zulässigen Neigungen der Aufstandsfläche anzugeben.

Geplanter Einsatz:
Beim geplanten Einsatz mit Schutzhöhen bis 1.2 m oder mehr sind folgende Nachweise durch den Hersteller zu erbringen:

- Nachweis der Tragfähigkeit des Systems bei hydrostatischer Einwirkung, bei hydrodynamischer Einwirkung, bei Einwirkung durch Anprall infolge Treibgut oder Geschiebe, bei Einwirkung durch Wellenschlag, bei Einwirkung durch Personenlast und bei Windeinwirkung
- Nachweis der Sicherheit gegenüber Kippen in Bezug auf eine horizontale Aufstandsfläche und in Bezug zu geneigter Aufstandsfläche. Es sind die max. zulässigen Neigungen der Aufstandsfläche anzugeben für die verschiedenen Lastannahmen.
- Nachweis der Gleitsicherheit auf horizontaler und geneigter Aufstandsfläche bei trockenem, nassem, vereistem und schneebedecktem Terrain auf Bitumen- und Grasoberflächen. Es sind die max. zulässigen Neigungen der Aufstandsfläche anzugeben für die verschiedenen Lastannahmen.
- Nachweis der Tragfähigkeit bei Ausfall eines Systemelementes

Ergänzende Fragen zum Produkt

Der folgende Fragebogen zu mobilen Systemen wird von der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF) periodisch allen interessierten Marktanbietern zur Beantwortung zugestellt. Die aktuellen Antworten zu den gestellten Fragen sind auf der Homepage der VKF www.vkf.ch einsehbar und können heruntergeladen werden.

Fragen zur Produkteart

1.1 Materialien
Aus welchen Materialien besteht das Produkt?

1.2 Garantie
Welche Garantien bestehen auf Material und Funktionstüchtigkeit?

1.3 Abriebfestigkeit
Ist das Material beständig gegenüber dem Abrieb von Geschiebe? Wenn ja wie lange?

1.4 UV – Beständigkeit
Auf welche Dauer erstreckt sich die UV Beständigkeit?

1.5 Beständigkeit gegenüber verschmutztem Wasser (Öl, Salz, Fäkalien)
Liegt ein Nachweis gegenüber der Beständigkeit von kontaminiertem Wasser vor?

1.6 Reinigung / Entsorgung
Welche Produktteile können gereinigt und welche müssen entsorgt werden?

1.7 Reparaturmöglichkeit
Welche Produktteile können bei Defekt repariert werden und welche sind zu ersetzen?

1.8 Temperaturbereich des Einsatzes
In welchem Temperaturbereich ist ein Produkteinsatz möglich?

1.9 Wartung / Pflege (Wartungs- und Unterhaltsplan)
Wie und wie oft muss das Produkt gewartet werden? Existiert ein Unterhaltsplan?

1.10 Verpackung / Lagerung (Anforderungen an Lagerort, Stapelfähigkeit)
Wie wird das Produkt gelagert? Muss der Lagerort gewisse klimatische Bedingungen erfüllen? Ist das Produkt stapelfähig? Wird eine lagerfähige Verpackung mitgeliefert?

Fragen zur Produktestatik

2.1 Stauhöhe
Welche Bandbreite von Wasserstauhöhen wird abgedeckt?

2.2 Fliessgeschwindigkeit parallel zum System
Welche Fliessgeschwindigkeit wird parallel zum System toleriert?

2.3 Tragfähigkeit
Kann die Tragfähigkeit des Systems für die definierten Lastannahmen nachgewiesen werden?

2.4 Kippsicherheit
Bis zu welcher Neigung der Aufstandsfläche ist die Kippsicherheit für die definierten Lastannahmen nachgewiesen?

2.5 Gleitsicherheit
Gegenüber welcher Terrainbeschaffenheit und in Bezug auf welche Neigung der Aufstandsfläche ist die Gleitsicherheit für die definierten Lastannahmen nachgewiesen?

2.6 Auftriebssicherheit
Sind zur Auftriebssicherheit spezielle Vorkehrungen notwendig?

2.7 Dichtigkeit (am Boden, zwischen den Systemelementen, bei Anschluss an Wand)
Gegenüber welchem Untergrund kann die Dichtigkeit hergestellt werden? Wie wird die Dichtigkeit zwischen den Systemelementen gewährleistet? Wie wird ein dichter Anschluss an eine Wand hergestellt?

2.8 Ausgleich von Bodenunebenheiten
Bis zu welchen Bodenunebenheiten kann das Produkt eingesetzt werden?

2.8 Minimale horizontale Krümmungsradien
Welcher minimaler horizontaler Krümmungsradius lässt sich erreichen?

2.10 Überströmung
Wie verhält sich das System im Falle einer Überströmung?

2.11 Nachweis durch Feldversuche
Existieren Feldversuche zur statischen Belastbarkeit? (nach Möglichkeit bitte beilegen)

Fragen zur Produktelogistik

3.1 Lagerung/Platzbedarf
Welches Volumen wird für die Lagerung von 100 m Verbaulänge / 0.5 m Verbauhöhe benötigt?

3.2 Transport
Welche Mittel sind für den Transport notwendig? Welches Gewicht haben die Einzelteile?

3.3 Aufbau (Spezialgeräte, Zeitbedarf, Aufbau im Wasser)
Welche Mittel sind für den Aufbau notwendig? Welcher Zeitbedarf benötigen 4 Personen für den Aufbau von 100 m Verbaulänge / 0.5 m Verbauhöhe? Bis zu welcher Wassertiefe vor dem Aufbau ist ein Produkteeinsatz möglich?

3.4 Abbau (Zeit, Reinigung)
Wie lange dauert der Abbau bei 100 m Verbaulänge / 0.5 m Verbauhöhe mit 4 Personen? Wie erfolgt die Reinigung?

Fragen zu den Produktekosten

4.1 Produktekosten
Welche Produktekosten entstehen für 10 m / 100 m / 1000 m Verbaulänge bei 0.5 m Verbauhöhe?

4.2 Kosten für Spezialgeräte
Welches sind die Kosten für die Anschaffung von notwendigen Spezialgeräten?

4.3 Kosten für die Personalschulung
Welche Kosten fallen an für die Schulung von 20 Personen?

Weitere Unterlagen

5.1 Detailzeichnungen
Existieren Detailzeichnungen zum Produkt und dessen Abmessungen? (bitte beilegen)

5.2 Prüfberichte
Liegen Prüfberichte zum Produkt von Prüfinstituten vor? (bitte beilegen)

5.3 Weitere Unterlagen
Existieren weitere Detailnachweise zum Produkt? (nach Bedarf bitte beilegen)

Bemerkungen

Allgemeine Bemerkungen zum Produkt und ergänzende wichtige Detailinformationen

Weitergehende Unterlagen

Auf der Homepage der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen wird eine aktuelle **Liste mit Produkteherstellern** und mit **beantworteten Fragen zu Produkten** zum mobilen Hochwasserschutz bereitgestellt:
www.vkf.ch/ …

Der Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) hat ein Merkblatt zu den **Systemen des planmässigen mobilen Hochwasserschutzes** erarbeitet. Dieses Merkblatt „Mobile Hochwasserschutzsysteme“ ist beim BWK zu beziehen: www.bwk-bund.de