



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Schweizer Armee**

Broschüre für interessierte Stellen

# Hochwasserschutzsysteme

Auszug aus Dokumentation 62.070.07.1 «WELAB 7A»

Stand am 01.12.2015





Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Schweizer Armee**

Broschüre für interessierte Stellen

# Hochwasserschutzsysteme

Auszug aus Dokumentation 62.070.07.1 «WELAB 7A»

Stand am 01.12.2015

## **Bemerkungen**

Für den Bereich mobilen Hochwasserschutz durften unter verdankenswerter Weise Inhalte und Piktogramme der «Entscheidungshilfe Mobiler Hochwasserschutz», aus dem Jahre 2004, abgedruckt werden.

Namentlich sind dies:

- Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF)
- Egli Engineering, Herr Dr. Thomas Egli
- RDW Sportwerbung, Herr Reinhold Riedener

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1</b>	<b>Das Hochwasser..... 1</b>
1.1	Einleitung..... 1
1.1.1	Bedeutung des Hochwasserschutzes ..... 1
1.2	Gefährdung durch Hochwasser..... 2
1.2.1	In Senken und bei Hanglagen ..... 2
1.2.2	Bei Seen ..... 2
1.2.3	Bei Bächen und Flüssen ..... 3
1.2.4	Bei Wildbächen ..... 3
<b>2</b>	<b>Hochwasser-Schutzsysteme..... 4</b>
2.1	Allgemeines ..... 4
2.2	Planmässige Schutzsysteme ..... 4
2.3	Orstungebundene Schutzsysteme ..... 4
2.3.1	Personengefährdung bei Schutzsystemen ..... 4
2.3.2	Risikozonen ..... 5
<b>3</b>	<b>Einsatz von mobilen Hochwasser-Schutzsystemen .. 6</b>
3.1	Einsatzplanung / Erkundung ..... 6
3.2	Planung Aufbau von Wassersperren ..... 7
3.2.1	Unterstützungsmaterial und weitere Sortimente ..... 7
3.3	Einsatzszenarien ..... 8
3.3.1	Ableiten bei Hanglage ..... 8
3.3.2	Absperren von Abflüssen auf Strassen / Gelände ..... 9
3.3.3	Linienschutz von Flüssen ..... 10
3.3.4	Linienschutz bei Wildbächen..... 11
3.3.5	Linienschutz bei Seen ..... 12
3.3.6	Ringschutz bei Muldenlage ..... 13
3.4	Weitere Einsatzmöglichkeiten ..... 14
3.4.1	Stauen von Fliessgewässern ..... 14
3.4.2	Rückhalt von Flüssigkeiten..... 15
<b>4</b>	<b>Gefahren bei Systemeinsätzen ..... 16</b>
4.1	Allgemeines ..... 16
4.2	Systemversagen..... 16
4.3	Überströmung..... 17
4.4	Rückstau / Grundwasser / Qualmwasser..... 18
4.5	Verbleibende Risiken ..... 18

	Seite
<b>5</b>	<b>Allgemeine Hochwasser-Schutzsysteme ..... 19</b>
5.1	Sandsacksystem ..... 19
5.1.1	Beschreibung..... 19
5.1.2	Einsatzbereiche / Entsorgung ..... 20
5.1.3	Logistik ..... 20
5.2	Tafelsystem ..... 21
5.2.1	Beschreibung..... 21
5.2.2	Einsatzbereich ..... 22

# 1 Das Hochwasser

## 1.1 Einleitung

Die zunehmende Versiegelung der Böden in den Siedlungsgebieten hat zur Folge, dass heute bereits ein örtliches Gewitter zu Überschwemmungen führen kann.

Grosse Niederschlagsmengen, die nicht versickern können, fliessen in kurzer Zeit ab und führen zu Oberflächenabflüssen. Sie können die öffentliche Kanalisation überfordern und Strassen unter Wasser setzen, so dass Unter- und Erdgeschosse überflutet werden.

Zudem führen die klimatischen Veränderungen vermehrt zu ausserordentlichen Starkniederschlägen (bis zu 60 mm pro Stunde) und Dauerregen (bis zu 150 mm pro Tag).

Diese liegen oft weit über der Kapazität der Bäche und Flüsse und setzen ganze Gebiete unter Wasser.

Viele bauliche Massnahmen in Risikobereichen der Schweiz wurden bereits fertig gestellt. Dennoch können Hochwasser auch heute noch weite Gebiete überschwemmen. Die örtlichen Einsatzkräfte wie Feuerwehren und Zivilschutz haben Mittel für den abwehrenden Kampf gegen die Wasserfluten. Für Ereignisse grösseren Ausmasses aber sind sie rasch an ihren Grenzen und werden die Unterstützung der Armee benötigen.

Ein Ereignis kann innert Stunden oder gar Minuten ein völlig neues Schadenausmass annehmen.

Die Armee kann vor allem Schadensbegrenzung leisten.

### 1.1.1 Bedeutung des Hochwasserschutzes

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. Baumasnahmen 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.

## 1.2 Gefährdung durch Hochwasser

Wasser, Schlamm und Geröll überfluten Kulturland, zerstören Wege und Infrastrukturanlagen, füllen Tiefgaragen, Keller, Unter- und Erdgeschoss, gefährden Menschen und Tiere.

Gebäude und bauliche Einrichtungen erleiden durch Überschwemmungen, Unterspülungen und Rutschungen meist schwere Schäden. Betriebseinrichtungen und eingelagerte Güter werden beschädigt. Infrastrukturen und Gebäude können nicht genutzt werden, es entstehen Betriebsunterbrüche.

### 1.2.1 In Senken und bei Hanglagen

Oberflächenwasser überflutet Keller und Erdgeschosse.

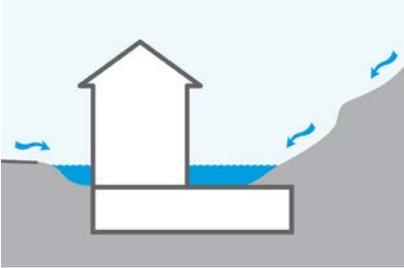


Abbildung 7 - Ansicht Hanglage

### 1.2.2 Bei Seen

Statische Überschwemmung ohne Strömung überflutet Keller und Erdgeschosse.

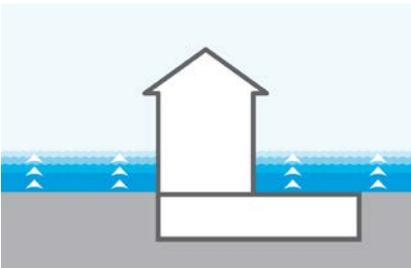


Abbildung 8 - Ansicht Seelage

### 1.2.3 Bei Bächen und Flüssen

Überschwemmung mit schwacher Strömung gefährdet Menschen, Tiere und Gebäude in erhöhtem Mass.

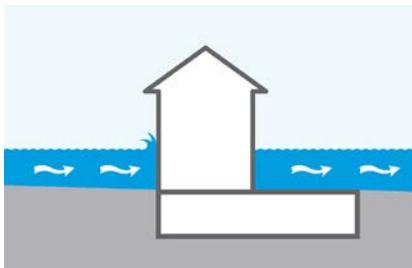


Abbildung 9 - Ansicht Bach- und Flusslage

### 1.2.4 Bei Wildbächen

Dynamische Überschwemmung mit starker Strömung sowie Schlamm- und Geröllverfrachtung oder Ufererosion gefährdet Menschen, Tiere und Gebäude erheblich.

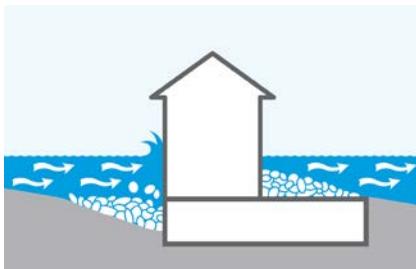


Abbildung 10 - Ansicht Wildbachlage

## **2 Hochwasser-Schutzsysteme**

### **2.1 Allgemeines**

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 Evakuierung angestrebt werden.

### **2.2 Planmässige Schutzsysteme**

Es handelt sich hierbei um Systeme mit permanenten Vorkehrungen am Ort des Einsatzes. Beispiel Dammbalkensysteme, aufschwimbare Systeme, aufklappbare Systeme, Schlauchsysteme, Glaswandsysteme und Torsysteme. Diese Schutzsysteme sind bauliche Massnahmen und bereits eingebaut, zur Funktionsübernahme vorbereitet (Aufklappen) oder zum Einbau am Einsatzort eingelagert.

Die Schutzhöhe ist in der Regel auf ca. 1,2 m begrenzt / empfohlen.

### **2.3 Orstungebundene Schutzsysteme**

Es handelt sich hierbei um Systeme ohne permanente Vorkehrungen am Ort des Einsatzes. Beispiel dafür sind Sandsacksysteme, Tafelsysteme, Schlauchsysteme, Klappsysteme und dergleichen. Hierbei wird von mobilen Schutzsystemen gesprochen.

Die Schutzhöhe ist in der Regel auf 0,6 m (Bevölkerungsschutz), resp 0,7 m (Armee) begrenzt / empfohlen.

#### **2.3.1 Personengefährdung bei Schutzsystemen**

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.

### 2.3.2 Risikozonen

Risikozonen dienen dem Auffangen von Flutwellen (Schutzsystemausfall). Unbefugten Personen ist der Zutritt in diesen Bereichen zu verwehren. Dies ist durch Barrikaden, Absperrbänder oder ähnliches sowie durch Kontrollpersonal zu gewährleisten.

Die Grösse der Risikozone soll in der Regel folgende Breiten 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, usw.

## 3 Einsatz von mobilen Hochwasser-Schutzsystemen

### 3.1 Einsatzplanung / Erkundung

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

<b>Kriterium</b>	<b>Beschreibung</b>
Topographie	Das Gefälle in Längsrichtung und in Querrichtung zur mobilen Sperre bestimmen die Gleit- und Kippsicherheit. Gefälle mit mehr als 10% in Längs- und Querrichtung werden für Schlauchsysteme (unter anderen auch «BEAVER») problematisch.
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 allenfalls Bodenverankerungen und Dichtungsfolien unter Wasser verlegt werden müssen.
Zufahrtsmöglichkeit	Ist die Zufahrt bis zum Einsatzort nicht gegeben, müssen die Systemelemente von tragbarem Gewicht sein.
Verfügbarkeit Hilfsmaterialien	Einzelne Systeme benötigen für den Systemaufbau Wasser und allenfalls Material für Objekt- oder Geländeanschlüsse (Sandsäcke, Bauplastik, etc). 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

## **3.2 Planung Aufbau von Wassersperren**

Die Erfolgsaussichten im Einsatz werden mit einer korrekten Einsatzplanung, welche das Erkunden einschliesst, wesentlich verbessert. Für die Einsatzplanung und Erkundung kann die Tabelle im Kapitel 3.1 wichtiges Hilfsmittel sein.

In der Regel benötigen die Wassersperren «BEAVER» und «LENOIR» Hilfsmittel wie Sandsäcke und Bauplastik für Anschlüsse an Objekte und Gelände. Bei glattem Untergrund (Grasflächen, Asphalt- und Betonstrassen / -plätze) müssen bei der Wassersperre «BEAVER» Sandsäcke als Rutschsicherungen zum Einsatz gelangen.

Gelände- und Niveauübergänge wie zum Beispiel Gehsteige (Trottoirs) und Randsteine müssen, bei Wassersperren «BEAVER» und «LENOIR», mit Sandsäcken abgedichtet werden.

### **3.2.1 Unterstützungsmaterial und weitere Sortimente**

Die Wassersperre «BEAVER» benötigt Wasser für das Befüllen der Dämmelemente. Pro Dämmelement werden ca 15'000 Liter (7'500 Liter pro Kammer) benötigt.

Mit einer Einsatzdistanz von 270 m der Wassersperre «BEAVER» pro WELAB 7A, werden neben einer Wasserpumpe, auch Schlauchmaterial für Anschlüsse am Dämmelement Storz Ø 75 mm benötigt.

Weitere Materialien, wie Tauchpumpen für allfällig auftretendes Wasser hinter den Wassersperren (Leckwasser), sind in Betracht zu ziehen.

### 3.3 Einsatzszenarien

#### 3.3.1 Ableiten bei Hanglage



Abbildung 11 - Piktogramm Ableiten bei Hanglage

#### Beschreibung

Dieses Einsatzszenario tritt sowohl in Gebirgsräumen als auch bei flacherer Topographie auf. In städtischen Siedlungsräumen kann das Ableiten bei Hochwasser / Oberflächenwasser, infolge von Starkniederschlag und bei einer Überlastung der Kanalisation, notwendig werden. Mit einem mobilen Schutzsystem wird ein Abflusskorridor zu einem Vorfluter gebildet. Das System muss Bodenunebenheiten, Neigungen und zum Beispiel Trottoirübergänge 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 mit einzuberechnen. Die Dichte des Wassers liegt bei ca. 1,1 t/m<sup>3</sup>. Das Mitführen von Erdmaterial und Kies ist wahrscheinlich.

#### Hinweis:

Die Hangstabilität ist vorgängig zu begutachten. Mit dem Umleiten dürfen keine Hangmuren ausgelöst werden.

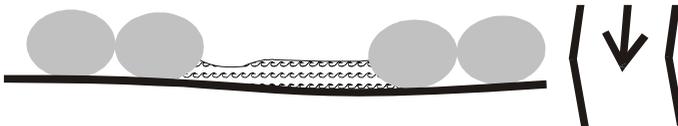


Abbildung 12 - Querschnitt Ableiten bei Hanglage mit Ansicht

### 3.3.2 Absperren von Abflüssen auf Strassen / Gelände



Abbildung 13 - Piktogramm Absperren von Abflüssen / Gelände

#### Beschreibung

Dieses Einsatzszenario tritt sowohl in städtischen, wie auch in ländlichen Räumen auf. Mit einem mobilen Schutzsystem 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<sup>3</sup>.



Abbildung 14 - Querschnitt Absperren von Strassen



mit Ansicht

### 3.3.3 Linienschutz von Flüssen



Abbildung 15 - Piktogramm Linienschutz von Flüssen

#### Beschreibung

Dieses Einsatzszenario tritt bei Bächen und Flüssen zum Schutz von Siedlungsräumen auf. Der Linienschutz muss innerhald 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 bei Hanglage».

#### 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<sup>3</sup> anzunehmen. Die Einwirkung von Wellen ist bei breiten Talflüssen einzubeziehen. Mit Ablagerungen wasserseitig ist zu rechnen, was in der laufenden Beurteilung der Lage zu berücksichtigen ist.

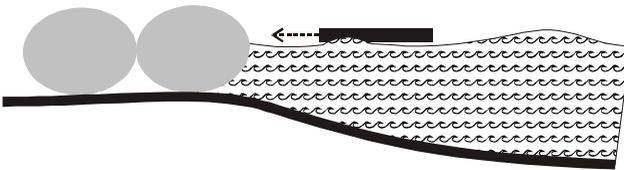
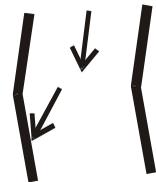


Abbildung 16 - Querschnitt Linienschutz von Flüssen



mit Ansicht

### 3.3.4 Linienschutz bei Wildbächen

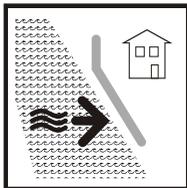


Abbildung 17 - Piktogramm Linienschutz bei Wildbächen

#### Beschreibung

Dieses Einsatzszenario stellt die härtesten Anforderungen an ein mobiles 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 Treibholzanzprall ist eine Belastung mit Geschiebe (Anströmwinkel max. 45°) möglich. Die Dichte des Wassers ist mit ca. 1,3 t/m<sup>3</sup> anzunehmen. Das Auftreten von Wellen ist bei der Festlegung der Stauhöhe zu berücksichtigen.

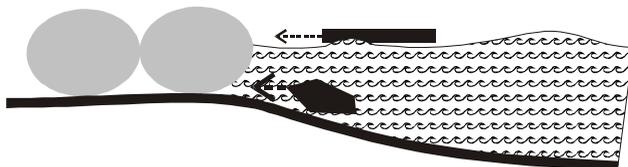
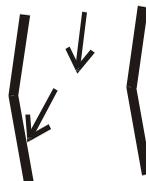


Abbildung 18 - Querschnitt Linienschutz bei Wildbächen



mit Ansicht

### 3.3.5 Linienschutz bei Seen

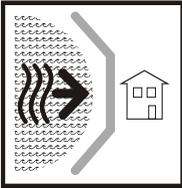


Abbildung 19 - Piktogramm Linienschutz bei Seen

#### Beschreibung

Dieses Einsatzszenario ist grundsätzlich bei allen Seen denkbar. Ein mobiles 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 (siehe auch Kap 8.6 und 9.6). 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.  $1,0 \text{ t/m}^3$ . Dem Wellenschlag muss hier die höchste Aufmerksamkeit geschenkt werden. Es ist zu unterscheiden zwischen Wellen und Sturzbrechern. Letztere sind auch bei Seen im Falle von ausserordentlichen Sturmwindereignissen zu erwarten. Die Gefahr eines statischen oder hydraulischen Grundbruchs ist zu überprüfen.

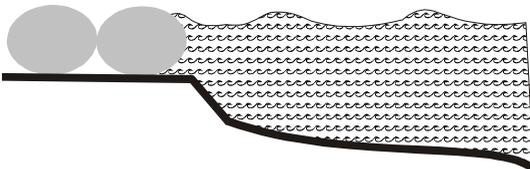


Abbildung 20 - Querschnitt Linienschutz bei Seen



mit Ansicht

### 3.3.6 Ringschutz bei Muldenlage



Abbildung 21 - Piktogramm 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 (siehe auch Kap 8.6 und 9.6). Bei langen Einstauzeiten besteht ein Versagensrisiko infolge von Störungen im Pumpenbetrieb (Stromausfall, Verstopfung, ungenügende Pumpleistung, etc).

#### 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.  $1,1 \text{ t/m}^3$ . Wellenschlag ist bei grösseren umgebenden Wasserflächen mit einzuberechnen. Die Gefahr eines statischen oder hydraulischen Grundbruchs ist zu überprüfen.

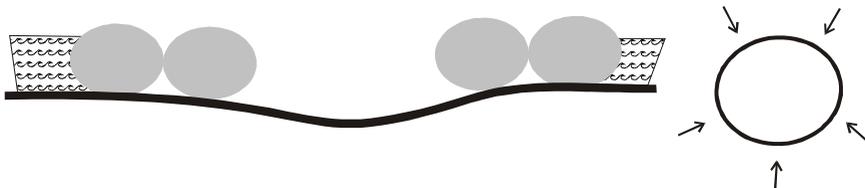


Abbildung 22 - Querschnitt Ringschutz bei Muldenlage

mit Ansicht

### 3.4 Weitere Einsatzmöglichkeiten

#### 3.4.1 Stauen von Fließgewässern

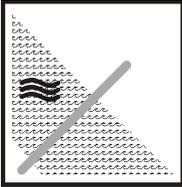


Abbildung 23 - Piktogramm Stauen von Fließgewässern

#### Beschreibung

Dieses Einsatzszenario bezieht sich nicht auf einen Hochwasserfall. Der Einsatz bezweckt einen Aufstau eines Fließgewässers an einer definierten Stelle. Dieser Aufstau kann für Wasserbezugsorte dienen. Das mobile System muss im Wasser bei strömendem Abfluss errichtet werden. Ähnlich wie beim Szenario «Absperren von Abflüssen auf Strassen» muss eine weitgehend dichte Verbindung zu seitlichen Begrenzungen geschaffen werden können.

Die Armee verfügt über Wassersperren, welche Wasser stauen können. Die Sperre wird in diesem Fall überlaufen. Aus diesem Grund kann die Armee keine Wassersperren für Umweltschäden (Öl oder Dergleichen) einsetzen. Der zwingend unter Wasser liegende Abfluss besteht beim Armeemodell der Wassersperre «LENOIR» nicht.

#### 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  $1,0 \text{ t/m}^3$ .

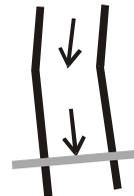


Abbildung 24: Querschnitt Stauen von Fließgewässern

mit Ansicht

### 3.4.2 Rückhalt von Flüssigkeiten

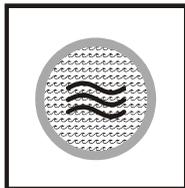


Abbildung 25 - Piktogramm Rückhalt von Flüssigkeiten

#### 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.

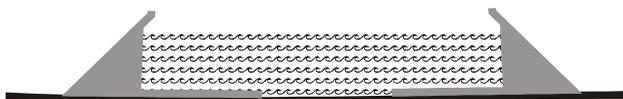
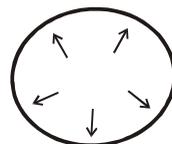


Abbildung 26 - Querschnitt Rückhalt von Flüssigkeiten



mit Ansicht

## 4 Gefahren bei Systemeinsätzen

### 4.1 Allgemeines

Beim Einsatz von Hochwasser-Schutzsystemen können Systemversagen vorkommen. Systemversagen können in den meisten Fällen verhindert werden indem

- eine gründliche Erkundung stattfindet;
- die richtige Wahl des Schutzsystems erfolgt;
- der korrekte Aufbau überwacht wird und
- die je nach Schutzsystem vorgesehene Überwachung situationsgerecht erfolgt.

### 4.2 Systemversagen

Gleiten kann bei glatten Oberflächen zum Systemversagen führen. Als Gegenmassnahme sind je nach Produkt Bodenverankerungen, idealerweise durch den Einsatz von Sandsäcken notwendig.



Abbildung 27 - Weggleiten des Schutzsystems

Kippen kann bei geneigter Aufstandsfläche und dynamischer Beanspruchung (z.B. Wellenschlag) zum Versagen führen.

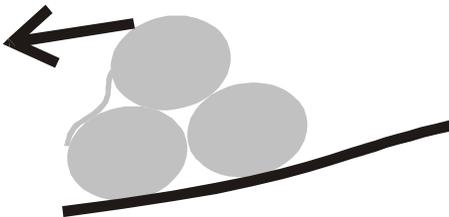


Abbildung 28 - Kippen des Schutzsystems

Unkorrekter Aufbau (zum Beispiel Sandsackdamm) kann die Stabilität des Systems gefährden.

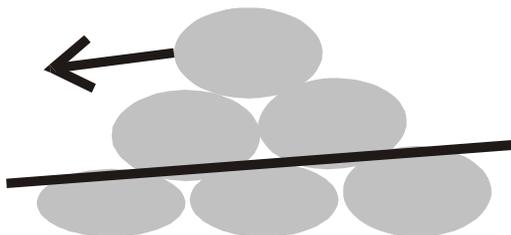


Abbildung 29 - Stabilitätsversagen des Schutzsystems

Notfallmässige mobile Systeme weisen im Bereich der Aufstandsfläche und den seitlichen Anschlüssen meistens geringe Undichtheiten auf. Unsachgemässer Aufbau kann diese Undichtheiten erhöhen.

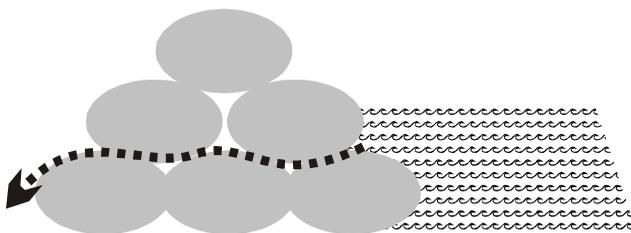


Abbildung 30 - Undichtigkeit des Schutzsystems

### 4.3 Überströmung

Bei Überströmung soll kein plötzlicher Systemkollaps eintreten. Das heisst, auch für diesen Fall sollen die Gleit- und Kippsicherheit sowie die Stabilität gegeben sein. Die richtige Wahl des Schutzsystems bei Überströmrisiko ist wichtig.

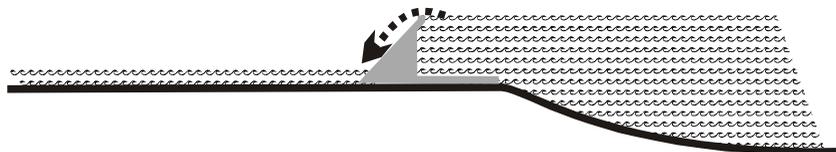


Abbildung 31 - Überströmung des Schutzsystems

#### 4.4 Rückstau / Grundwasser / Qualmwasser

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

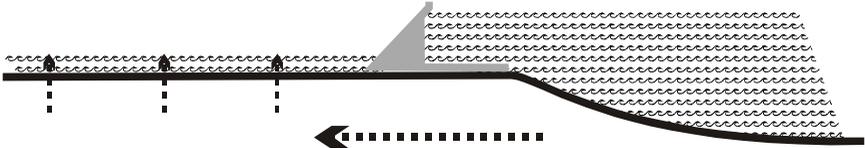


Abbildung 32 - Unterirdischer Ausfluss des Schutzsystems

#### 4.5 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;
- das Risiko von Vandalismus.

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.

## 5 Allgemeine Hochwasser-Schutzsysteme

### 5.1 Sandsacksystem

Dieser Systemtyp ist weltweit bekannt und wird aufgrund der Einfachheit der Anwendung, der Flexibilität der Einsatzmöglichkeiten und der Verfügbarkeit der Materialien (Sand, Split), am häufigsten gegen Hochwasser eingesetzt. 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.

#### 5.1.1 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 m bzw. mit sehr grossem Aufwand bis zu 2 m erreicht werden.

Zusätzlich wird wasserseitig eine Plastikfolie (Bauplastik) angebracht. Diese wird durch Sandsäcke am Systemboden und unter die oberste Sandsackschicht fixiert. Dadurch wird die Dichtigkeit erhöht, das Risiko eines Systemversagens wird weiter minimiert.

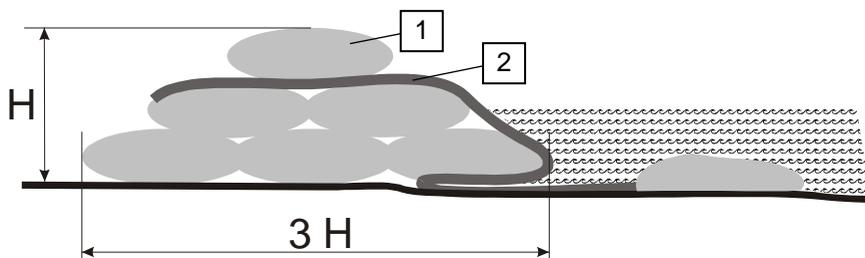


Abbildung 33 - Variante Sandsackdamm mit Plastikfolie

- 1 Oberste Sandsackschicht
- 2 Bauplastik

### 5.1.2 Einsatzbereiche / Entsorgung

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 für beliebig lange Schutzdämme 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.

Sandsäcke werden auch bei den meisten handelsüblichen Hochwasserschutzsystemen wie «BEAVER» und «LENOIR» für Gelände-, Gebäudeanschlüsse und zur Gleitsicherung verwendet.

Probleme beim Einsatz von Sandsäcken ergeben sich aus der erforderlichen Anzahl Personen zum Aufbau von Schutzwällen und aus der örtlichen Verfügbarkeit von Füllmaterial (Sand). Das Befüllen der Sandsäcke kann durch Sandsackabfüllanlagen oder improvisierte Abfüllrampen mit Schalungsbrettern erleichtert werden. Diese müssen dann jedoch im Einsatzfall vor Ort verfügbar sein.

Im Einsatz gewesene Sandsäcke (Jutesack und Sand) sind in der Regel nicht wieder verwendbar (Kontamination zum Beispiel durch Öl oder andere chemische- und/oder umweltgefährdende Stoffe) und müssen dementsprechend fachgerecht entsorgt werden.

### 5.1.3 Logistik

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

- ca. 3500 Sandsäcke mit je 16 kg resp 10 dm<sup>3</sup> Sand gefüllt
- 12 LKW für den Transport (300 Sandsäcke resp. 5 Tonnen Nutzlast pro LKW)
- ca. 40 AdA während einer Stunde für den Aufbau (die max. Distanz vom LKW zum Einbauort beträgt 10 m, ansonsten ist mit mehr Personal oder mehr Zeit zu rechnen)

Die Angaben beziehen sich auf Richtwerte des Hochwassers an der Elbe (D).

Zur Erstellung eines Sandsackdammes von 100 m Länge und 0,75 m Höhe werden ca 8'500 Sandsäcke benötigt.

## 5.2 Tafelsystem

### 5.2.1 Beschreibung

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. Zusätzlich kann das System mit Bauplastik abgedichtet werden. Dem System kommt hierbei die Funktion der Wasserab- und Umleitung zu und weniger die Funktion der Abdichtung.

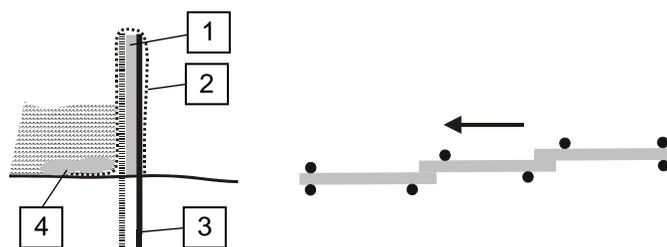


Abbildung 34 - Querschnitt und Ansicht Tafelsystem

- |                  |                             |
|------------------|-----------------------------|
| 1 Schalungstafel | 3 Eisenstange / Holzpfosten |
| 2 Bauplastik     | 4 Sandsäcke                 |

### **5.2.2 Einsatzbereich**

Der Einsatzbereich liegt 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 Garagen-einfahrten und Gebäudezugänge auf diese Weise geschützt. Tafel-systeme sind vor Vandalismus durch Überwachung zu schützen.

## **Notizen**

**Impressum**

**Herausgeber**

Schweizer Armee

**Verfasser**

Heer LVb G/Rttg

**Copyright**

Eidgenössisches Departement für Verteidigung,  
Bevölkerungsschutz und Sport



