



## **Merkblatt Nr. 5.2/4**

**Stand: 01. Dezember 2010**

Ansprechpartner: Referat 62

# **Einsatz von mobilen Elementen für den planmäßigen Hochwasserschutz**

## **Inhalt**

<b>1</b>	<b>Gültige Normen und Vorschriften</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Begriffe</b>	<b>4</b>
2.1	Planmäßiger Hochwasserschutz	4
2.2	Systemarten	4
2.3	Einsatzbereiche	5
<b>3</b>	<b>Grundsätze</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Wasserwirtschaftliche Vorgaben</b>	<b>7</b>
4.1	Hydrologie	7
4.2	Freibord	7
4.2.1	Nicht überströmbare Systeme	7
4.2.2	Überströmbare Systeme	9
<b>5</b>	<b>Anforderungen an ein mobiles System</b>	<b>10</b>
5.1	Bemessung des mobilen Systems	11
5.2	Konstruktionshinweise	11
5.3	Grundschatz	13
5.4	Einsatzhäufigkeit	13
5.5	Beschränkung auf ein Dammbalkensystem	13
<b>6</b>	<b>Logistik</b>	<b>14</b>
6.1	Personal	14
6.2	Lager	14
6.2.1	Ausführung	14
6.2.2	Lagerlogistik	15
6.3	Transport	16
6.4	Aufbau	16
6.5	Sicherung	17
6.6	Abbau	17

6.7	Wartung und Probeaufbau	18
6.8	Sonstiges	19
6.8.1	Deckung des Personalbedarfes	19
6.8.2	Arbeitsbedingungen	19
<b>7</b>	<b>Risikobetrachtung</b>	<b>20</b>
<b>8</b>	<b>Aufgaben des Betreibers</b>	<b>21</b>
<b>9</b>	<b>Aufgaben der tGewA</b>	<b>22</b>

## **1 Gültige Normen und Vorschriften**

Im BWK-Merkblatt 6/2005 „Mobile Hochwasserschutzsysteme – Grundlagen für Planung und Einsatz“ werden Stand der Technik und Einsatzkriterien für verschiedene Konstruktionstypen aufgezeigt. Darin enthalten sind auch Bemessungsgrundlagen für statische und geotechnische Sicherheitsnachweise. Fragen der Logistik und Verfahren zur Bewertung und Minimierung von systembedingten Restrisiken werden ebenfalls abgedeckt. Somit steht mit diesem Merkblatt eine allgemeine Bemessungs- und Entscheidungshilfe zur generellen Machbarkeit eines Hochwasserschutzes mit mobilen Elementen zur Verfügung.

In die derzeit noch im Entwurf befindliche neue DIN 19712 „Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern“ wurden Vorgaben für planmäßige mobile Hochwasserschutzsysteme aufgenommen.

Die Studie „Einsatz mobiler Hochwasserschutzsysteme“ (RMD1998) mit der Ergänzung durch einen Teil „Einsatz von Glaselementen“ als Arbeitsunterlage für die Wasserwirtschaftsverwaltung ist inzwischen überholt und wird nicht fortgeschrieben.

## 2 Begriffe

### 2.1 Planmäßiger Hochwasserschutz

Grundsätzlich muss bei mobilen Elementen zwischen einem planmäßigen und einem nicht planmäßigen (notfallmäßigen) Hochwasserschutz unterschieden werden. Dieses Merkblatt bezieht sich ausschließlich auf die ortsfesten, auf ein festes Bemessungshochwasser hin ausgelegten, genehmigungsbedürftigen planmäßigen Schutzeinrichtungen. Allerdings können die nachfolgenden Vorgaben des Merkblattes auch für notfallmäßige Hochwasserschutzsysteme herangezogen werden, insbesondere wenn diese stationär eingesetzt werden, um beispielsweise vor Errichtung eines planmäßigen oder stationären Systems bereits einen gewissen Schutz gewähren zu können.

### 2.2 Systemarten

Für den mobilen Hochwasserschutz gibt es derzeit mehrere Systemtypen. Grundsätzlich kann zwischen nicht selbständig gestellten und selbständig gestellten Systemen unterschieden werden. Erstere lassen sich wiederum unterteilen in:

- bewegliche Verschlusselemente (Hochwasserschutzttore)
- Stauwandsysteme (Dammtafeln, -balken)
- Sondersysteme (klappbare Systeme – vor Ort oder nicht vor Ort lagernd)

Die beweglichen und die Stauwandsysteme werden aufgrund des häufigen Einsatzes und der damit einhergehenden langjährigen Erfahrung auch als Standardsysteme bezeichnet.



Abb. 1: Standardsystem des mobilen Hochwasserschutzes - offenes Stemmtor in Wörth am Main



Abb. 2: Das gleiche Tor geschlossen und eingestaut beim Hochwasser im Januar 2003

Bei den selbständig gestellten Systemen handelt es sich ebenfalls um Sondersysteme (klappbare ~, aufschwimmbare ~, Glaswand- und Schlauchsysteme).

Aufgrund ihrer Materialeigenschaften werden auch die überwiegend ortsfesten Glaswandsysteme den mobilen Hochwasserschutzelementen zugeordnet.

Sondersysteme sind wenig bis gar nicht erprobt und müssen sich im Einsatz erst bewähren. Sollte der Einsatz von Sondersystemen in Erwägung gezogen werden, wird deshalb empfohlen, diese Systeme auf kurzen Abschnitten zu testen. Vor einem Einbau von Prototypen sollte ein 1:1-Modellversuch unter realistischen Bedingungen durchgeführt werden.

---

### 2.3 Einsatzbereiche

Beim Einsatz der mobilen Elemente kann unterschieden werden zwischen einem punktförmigen Einsatz (Lückenschluss) und einem linienförmigen Einsatz mit oder ohne ein stationäres System als Grundschutz. Die Anforderungen an die Systeme können je nach Einsatzbereich unterschiedlich sein.

### 3 Grundsätze

Beim Einsatz von mobilen Elementen muss vorab nachgewiesen werden, dass mangels anderer vertretbarer Alternativen nur durch diese Art der Maßnahme ein Hochwasserschutz erreicht werden kann!

Mobile Systeme bergen im Vergleich zu dauerhaften Hochwasserschutzeinrichtungen ein höheres Risiko: im Hochwasserfall muss die Anlage erst komplett aufgebaut werden, um die Schutzfunktion gewährleisten zu können. Zudem ist durch die Leichtigkeit der Konstruktion dieses System anfälliger für Schäden, beispielsweise durch Überströmen oder Treibgutprall. Deshalb gilt für den Einsatz dieser Anlagen ein Minimierungsgebot:

#### Minimierungsgebot

Wird eine mobile Hochwasserschutzanlage geplant, ist ihr Umfang auf ein Mindestmaß zu reduzieren. Die Wandhöhe ist gegebenenfalls unter Einbeziehung eines zusätzlichen Grundschutzes (Mauer, Deich) so zu wählen, dass minimale Stützhöhen erforderlich werden. Auch die Länge der Mobilwand ist auf den unmittelbar erforderlichen Umgriff zu begrenzen. Damit wird auch auf einen minimalen Ressourceneinsatz beim Aufbau hingearbeitet.

#### Entscheidung über den Einsatz eines mobilen Systems / Einsatzgrenzen

Folgende Kriterien sollten als Ausschlusskriterien für den Einsatz eines mobilen Systems gelten:

- Alternativlösungen vorhanden
- zu geringe Hochwasservorwarnzeiten
- nicht lösbare konstruktive Schwierigkeiten
- nur mit hohem personellen Aufwand und/oder engen Zeitvorgaben verbundene logistische Probleme
- verbleibendes erhebliche Restrisiko (siehe Abschnitt 7 Risikobetrachtung)

Der Fragenkatalog des BWK-Merkblattes zur Erhebung der Rahmenbedingungen für ein mobiles System (Tabellen 2.1 bis 2.3 „Rahmenbedingungen“) kann dazu als Leitfaden herangezogen werden.

Sind keine Ausschlusskriterien vorhanden, aber bestehen aufgrund der vorangegangenen Überprüfung Bedenken bei der Umsetzbarkeit des mobilen Systems, so wird empfohlen, vorab eine Machbarkeitsstudie durchzuführen.

## 4 Wasserwirtschaftliche Vorgaben

### 4.1 Hydrologie

Beim Einsatz mobiler Hochwasserschutzsysteme muss sichergestellt sein, dass im Hochwasserfall der Aufbau bzw. die Aktivierung der Anlage innerhalb der Vorwarnzeit umgesetzt werden kann. Die Vorwarnzeit stellt die verfügbare Zeitspanne von der Erkennung einer Hochwassergefahr bis zum Eintreffen der Hochwasserwelle am Einsatzort dar. Für die Planung eines mobilen Systems ist deshalb von großer Bedeutung, die Laufzeiten von Hochwasserwellen für das entsprechende Gewässer zu kennen.

Die größte Genauigkeit erreichen Abflussvorhersagen, die aufgrund gemessener Abflüsse oder Wasserstände im Oberlauf innerhalb der Laufzeiten der Hochwasserwelle liegen. Deutlich größer werden die Ungenauigkeiten, wenn die Vorhersage sich bei wachsendem Vorhersagezeitraum auf die gemessenen Niederschläge stützt oder sogar nur Niederschlagsvorhersagen in die Prognose einfließen.

Da Laufzeiten mit der Größe des Flussgebietes ebenfalls größer werden, können dort auch die genaueren Vorhersagen erzielt werden, während in den kleinen Einzugsgebieten brauchbare Vorhersagezeiten nur durch Einbeziehung der Niederschlagsvorhersagen zu erzielen sind.

Für einen Hochwasserschutz mit Dammbalkensystemen ist eine zuverlässige Prognose mit hoher Eintrittswahrscheinlichkeit wichtig, um die Aufbauhäufigkeit möglichst auf den tatsächlichen Bedarf zu reduzieren, d.h. wenig „Fehlalarme“ zu produzieren. Je kürzer der Vorhersagezeitraum, desto genauer ist in der Regel die Prognose.

Die tatsächlich erforderliche Vorwarnzeit ist somit jeweils abhängig von Art und Größe der Anlage und den Vorhersagemöglichkeiten. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass für einen linienförmigen mobilen Hochwasserschutz eine Zeit unter 4 Stunden als Ausschlusskriterium zu werten ist.

### 4.2 Freibord

Für mobile Hochwasserschutzsysteme ist nach derzeit gültigen a.a.R.d.T. ein Einzelnachweis der Freibordhöhe erforderlich. Die sich mit E DIN 19712 (Hochwasserschutzanlagen, 2010) für mobile Hochwasserschutzanlagen abzeichnenden Änderungen der Normung beinhalten Vorgaben für den Freibord, die in den folgenden Ausführungen berücksichtigt werden.

Bei der Festlegung der Freibordhöhe mobiler Hochwasserschutzsysteme sind grundsätzlich

- nicht planmäßig überströmbare Systeme und
- planmäßig überströmbare Systeme

zu unterscheiden.

#### 4.2.1 Nicht überströmbare Systeme

Nicht planmäßig überströmbare Systeme dürfen grundsätzlich nicht überströmt werden. Hierzu ist nach BWK-M 6 die Stauwandkrone mit Nachweis der wind- und strömungsinduzierten Freibordkomponenten (eventuell unter Ansatz von Zuschlägen infolge Eisgang oder Treibzeug) festzulegen. Nr. 5.3 E DIN 19712 definiert abweichend von den bisherigen Regelungen für nicht planmäßig überströmbare Systeme Mindestfreiborde abhängig von der Höhe der Stauwände und dem Schadenspotential (vgl. Tab. 3.2 und Tab. 3.3 E DIN 19712):

- 0,5 m für Bauwerksklasse II und III (mittleres und geringes Schadenspotential) unabhängig von der Stauwandhöhe

- 0,5 m für Bauwerksklasse I (hohes Schadenspotential) bis 0,75 m Stauwandhöhe
- 0,5 bis 1,0 m für Bauwerksklasse I (hohes Schadenspotential) bei linearer Interpolation zwischen 0,75 und 1,5 m Stauwandhöhe
- 1,0 m für Bauwerksklasse I (hohes Schadenspotential) über 1,5 m Stauwandhöhe

Unter Berücksichtigung der sich abzeichnenden Änderung der Normung wird empfohlen, diese Freibordhöhen nicht zu unterschreiten. Ein unter diesen Mindestwerten liegender Freibord erfordert in jedem Fall einen Nachweis der Freibordkomponenten nach DVWK-M 246.

Zur Vermeidung eines globalen Versagens nicht planmäßig überströmbarer mobiler HWS-Systeme müssen die Polder bei Überschreiten der Bemessungswasserstände nach Nr. 1.3.1 BWK-M 6 und Nr. 8.2 E DIN 19712 geflutet werden. Dies kann in Wirkungskombination mit planmäßig überströmbareren Sektionen von HWS-Wänden oder durch Flutungsöffnungen in den mobilen Stauwänden erfolgen. Durch die im zeitlichen Verlauf einer natürlichen Überschwemmung angepasste kontrollierte Flutung der geschützten Bereiche (Polder) werden katastrophale Folgen bei schlagartigem Versagen mobiler Hochwasserschutzsysteme vermieden.

Die Lage und der Betrieb dieser Entlastungen sind im Hinblick auf die schadlose Ableitung des überströmenden oder abgeschlagenen Abflusses (Untergrundbefestigung, Schadens- bzw. Gefährdungspotential) zu wählen und wasserrechtlich planfestzustellen. Hinsichtlich der Binnenvorflut ist dabei zu berücksichtigen, dass bei überströmbareren Sektionen der HWS-Wände bereits vor Erreichen des BHW mit pulsierendem Überlaufen wind- und strömungsinduzierter Wellen gerechnet werden muss. Die Entlastungsbereiche müssen hydraulisch so dimensioniert sein, dass bei Abflüssen über BHQ durch kontrollierte Flutung des Binnenbereichs sich für die Standsicherheit des Gesamtsystems unkritische Wasserspiegeldifferenzen zwischen Fluss und Binnenseite einstellen können.



Abb. 3:  
Entlastungsstrecke in  
Miltenberg – die  
stationäre Mauer ist auf  
ein HQ<sub>100</sub> ohne  
Freibord bemessen

Zur Sicherstellung einer automatischen Funktionsweise werden Entlastungen in erster Linie durch Entlastungsstrecken an stationären HWS-Wänden realisiert. In Ausnahmefällen kann ein Teilbereich der mobilen HWS-Wand planmäßig überströmbar ausgeführt werden. Ein automatisches Anspringen wird in beiden Fällen durch Absenken der Wandkronen auf BHW bzw. einen definierten kritischen Wasserspiegel sichergestellt.

Dabei muss mit Betriebsanweisung zwingend sichergestellt sein, dass eventuell zum Vermeiden eines pulsierenden Wellenüberlaufes zeitweise aufgebrauchte Sandsäcke bei weiter steigenden Wasserständen rechtzeitig wieder vollständig entfernt werden, um die Funktion der Entlastungsstrecke und somit die Anlagensicherheit des Gesamtsystems zu gewährleisten.



Die Anlage von Flutungsöffnungen wird wegen der Unsicherheiten beim Betrieb der Verschlussorgane nicht empfohlen. Bei Anwendung von Verschlussorganen muss deren Bedienung mit Betriebsanweisungen zwingend vorgegeben werden.

Die Betriebsanweisung ist Gegenstand der wasserrechtlichen Planfeststellung.

#### 4.2.2 Überströmbare Systeme

Planmäßig überströmbare Systeme können mit deutlich reduzierten Freiborden realisiert und brauchen nicht grundsätzlich vorentlastet zu werden. Nr. 5.3 E DIN 19712 definiert unabhängig von der Stauwandhöhe und dem Schadenspotential einen Mindestfreibord von 0,2 m.

Praktisch ist eine Absenkung der Wandkronen auf BHW zulässig. Bei räumlich ausgedehnteren Schutzsystemen kann jedoch ein Mindestfreibord ein pulsierendes Überlaufen strömungs- und windinduzierter Wellen bis zum Erreichen des BHW verhindern. Höhere Freiborde sind bei wind- und strömungsexponierten Wandsektionen eventuell erforderlich.

Definierte Entlastungsstrecke mit einer lokal auf BHW abgesenkten Wandkrone sind auch bei planmäßig überströmbaren mobilen HWS-Systemen anzustreben, wenn dies aufgrund der Binnenvorflutverhältnisse (Schadens- und Gefährdungspotential) sinnvoll realisiert werden kann.

Unter Berücksichtigung der sich abzeichnenden Änderung der Normung wird empfohlen, diese Freibordhöhen nicht zu unterschreiten.

Die planmäßige Überströmbarkeit mobiler Hochwasserschutzsysteme ist rechnerisch und konstruktiv nachzuweisen (Herstellerangaben, Modellversuche). Während dies bei Einzelverschlüssen mit geringer Stauwandhöhe, Stützenweite und Stützenszahl (z.B. Deichverschlüsse und kurze Wandsektionen) möglich ist, dürfte der Nachweis der Überströmung von durchgehenden Wandsystemen generell schwierig sein. Er setzt neben der Berücksichtigung dynamischer Schwingungen auch die Erosionssicherheit des Binnenlandes und die Stabilität rückverankerter Stützen voraus und kann daher wohl nur in Ausnahmefällen erbracht werden.

Wird eine mobile Wand auf der gesamten Länge überströmbar ausgeführt, ist das Risiko eines schlagartigen Versagens der Wand bei Überschreiten der Bemessungsansätze deutlich erhöht. Um eine Gefahr für die Anwohner und Einsatzkräfte ausschließen zu können, sollte der durch eine eventuelle plötzliche Flutwelle gefährdete Bereich mit Erreichen des Bemessungshochwassers komplett evakuiert und durch Sicherheitskräfte abgesperrt sein

## 5 Anforderungen an ein mobiles System

Im BWK-Merkblatt sind die wesentlichen systemspezifischen Anforderungen ohne Anspruch auf Vollständigkeit zusammengefasst. Aus Sicht des LfU sollte die Liste noch um folgende Punkte ergänzt werden:

- Der komplette Aufbau eines linienförmigen mobilen Systems muss im Hochwasserfall grundsätzlich von der Binnenseite her erfolgen können
- Bei linienförmigen Systemen muss entlang der Schutzlinie ein befahrbarer und befestigter Schutzstreifen vorhanden sein
- Alle Bauteile (Stützen, Paletten, bei unterschiedlichen Längen auch Dammbalken) und der entsprechende Aufbau-/Einsatzort müssen genau und eindeutig gekennzeichnet werden
- Für den Transportweg von Lagerstelle zum Einsatzort sollte eine hochwasserfreie Alternativroute zur Verfügung stehen

Die Planungsgrundlagen müssen jeweils ortsbezogen erhoben werden. Die o. g. Punkte und die Anforderungen aus dem BWK-Merkblatt sind dabei zu erfüllen.



Abb. 4: Markierung von Sonderbauteilen in Miltenberg an der Stütze und am Einsatzort (noch provisorisch gekennzeichnet)



Abb. 5: Genaue Kennzeichnung aller Bauteile – zur links abgebildeten Stütze gehörende Palette mit Ersatzstütze

## 5.1 Bemessung des mobilen Systems

Das BWK-Merkblatt gibt eine Übersicht über erforderliche geotechnische und statische Bemessungsnachweise. Beim Nachweis am oberirdischen System sind die Lastfälle aufgrund der bestehenden Randbedingungen und Risikofaktoren festzulegen. Dies ist erforderlich, um unwirtschaftliche Dimensionierungen zu vermeiden, die sich ergeben könnten, wenn alle denkbaren Belastungen angesetzt würden.

Die Lastannahmen für die Statik der mobilen Wand und die Nachweise der Bauteile sind entsprechend dem BWK-Merkblatt zu entnehmen bzw. zu führen. Das LfU empfiehlt, bei großen Wandlängen auch den Ausfall einer Rückabstützung bei der Bemessung anzusetzen.

Sollte ein planmäßiges Überströmen in Teilbereichen der mobilen Hochwasserschutzwand oder auf gesamter Länge erforderlich werden (z.B. durch das Vorsehen von definierten Entlastungsstrecken), muss ein rechnerischer und konstruktiver Nachweis erbracht werden.

Allerdings sind für einen funktionierenden Schutz nicht nur die mobilen Anlagenteile erforderlich, sondern es ist eine auf die jeweiligen Verhältnisse zugeschnittene Gesamtanlage zu planen und zu bemessen. Die Gründung der Anlage, Maßnahmen der Untergrundabdichtung, Binnenentwässerung und eventuell erforderliche weitergehende Maßnahmen im Einzugsgebiet sind genauso zu berücksichtigen wie bei einem stationären Schutz.

## 5.2 Konstruktionshinweise

Die konstruktive Ausführung einer mobilen Hochwasserschutzanlage sollte vom System her einheitlich und möglichst einfach gestaltet werden. Anzustreben ist ein System mit gleichen Abschnitten, symmetrischen Dammbalken und möglichst ohne Sonderprofile bei Längen oder Eckverbindungen, um:

- den Aufbau zu vereinfachen
- die Logistik zu vereinfachen
- die Fehlermöglichkeiten zu verringern

Bezüglich des Verlaufs der Hochwasserschutzlinie muss bei der Planung darauf geachtet werden, dass wenig Abweichungen von der Geraden und, wenn erforderlich, einheitliche Winkel bei Knicken (ideal: 90°) angestrebt werden. Die Stützweiten und damit die Länge der einzelnen Dammbalken sind im Idealfall einheitlich.

Nach den bisherigen Erfahrungen liegt die Grenze für eine zweckmäßige Aufbauhöhe von Dammbalkensystemen bei größeren Systemlängen bei maximal 3 Meter Höhe. Für kurze Abschnitte, insbesondere für einen Lückenschluss (z.B. Absperrung von Toren oder Straßendurchfahrten) sind deutlich größere Höhen (bis zu 5 m) möglich. Dabei ist aber zu beachten, dass die für diese Höhen notwendigen Stützen dann bei jedem noch so kleinen Ereignis immer komplett gestellt werden müssen. Hier kann sich im Einzelfall zusätzlich ein niedrigeres vorge-setztes (planmäßiges oder ggf. auch nicht planmäßiges) mobiles System als sinnvoll erweisen.

Weiter ist eine exakte vertikale Ausrichtung der Stützen erforderlich, um ein reibungsloses Einfügen der Dammbalken zu gewährleisten. Die Toleranz liegt hier bei wenigen Millimetern.



Abb. 6:  
Probeaufbau von  
Stützen in Miltenberg –  
aufgrund des großen  
Eigengewichtes der  
3,20 m hohen  
Stahlstütze kann diese  
nur mit Hilfe eines  
Kranes gestellt werden

Senkrechte Stützen können etwa bis zu einer Höhe von 1,50 m bis maximal 3,50 m (bei besonderen Anforderungen an die Stütze und das Fundament) frei auskragend, d.h. ohne Abstützung, geplant werden. In der Praxis werden derzeit ab einer Höhe von etwa zwei Metern aus statischen Gründen Rückabstützungen vorgesehen.

Ab einer Höhe von 2 Metern wird der Aufbau aufwändiger, da durch das hohe Gewicht die Stützen nur noch mit Hubgeräten aufgestellt und die Dammbalken nur noch mit Hilfe von Gerüsten, Leitern oder Hubwägen eingesetzt werden können.



Abb. 7: Einbau von Ankerplatten in Miltenberg – durch das Aufschauben einer Schablone kann der exakte Achsabstand von 2,50 m eingehalten werden



Abb. 8: Probeaufbau in Miltenberg – die ersten 8 Dammbalkenlagen können ohne Hilfsmittel gesetzt werden; für das sorgfältige Einsetzen sind mindestens 2 Personen nötig

Eine jeweils unterschiedliche Lochbildgeometrie an den Fuß- und Ankerplatten der verschiedenen Stützen kann eine Verwechslungsgefahr beim Stützenaufbau ausschließen und sicherstellen, dass sich die Befestigungsvorrichtungen für Rückabstützungen automatisch auf der Luftseite befinden.

Eine weitere Anforderung an das mobile System ist die Möglichkeit, die Anlage insbesondere bei großen Konstruktionshöhen während des Hochwassers stufenweise bis zum planmäßigen Schutzgrad erhöhen zu können. Damit kann ein bedarfsgerechter Teilaufbau in Abhängigkeit von dem zu erwartenden Wasserstand erfolgen. Dieser Anforderung werden derzeit alle gängigen auf dem Markt befindlichen Dammbalkensysteme gerecht.

### 5.3 Grundschutz

Im linienförmigen Einsatz kann es bei einem mobilen System sinnvoll oder erforderlich sein, dieses durch ein stationäres System (z.B. Hochwasserschutzwand) zu ergänzen, beispielsweise um

- die Aufbauhöhe zu reduzieren
- Rückabstützungen zu vermeiden
- die Aufbauzeit zu verkürzen
- den Aufbau des mobilen Systems bei kleinen Hochwasserereignissen auf einen Lückenschluss zu beschränken

Bei Dammbalkensystemen wird häufig eine Mauerlösung als Grundschutz gewählt, auf die das mobile System aufgesetzt wird. Die Breite der Mauer sollte aus konstruktiven Gründen mindestens 60 cm betragen (besser 80 bis 100 cm), um ausreichend Raum für die Gründung des mobilen Systems zu haben.

### 5.4 Einsatzhäufigkeit

Aufgrund des hohen Aufwands beim Aufbau von mobilen Hochwasserschutzanlagen und den damit verbundenen Unterhalts- und Betriebskosten sollten diese grundsätzlich nur zum Schutz gegen große Hochwasserereignisse eingesetzt werden. Die Lage der Aufstellflächen ist daher so zu planen, dass sie topographisch oder ggf. mit Hilfe eines stationären Grundschatzes frühestens ab einem 5-jährlichen, besser erst ab einem 25-jährlichen Hochwasser eingestaut wird.



Abb. 9:  
Hochwasser in  
Miltenberg 2003  
während der Bauphase  
– der feste  
Grundschatz (HQ<sub>25</sub> +  
Freibord) verhindert  
bereits größere  
Überschwemmungen;  
im Hintergrund sind  
mobile Elemente für  
den Lückenschluss  
erkennbar

### 5.5 Beschränkung auf ein Dammbalkensystem

Wenn ein mobiles Hochwasserschutzsystem (ggf. auch in mehreren Bauabschnitten) realisiert werden soll, ist sicherzustellen, dass nur ein mobiles System zum Einsatz kommt. Bei Planung und Ausschreibung muss deshalb darauf hingearbeitet werden, dass auch bei abschnittsweiser Vergabe keine unterschiedlichen Dammbalkensysteme eingesetzt werden dürfen. Die Logistik für den mobilen Hochwasserschutz ist bereits sehr aufwändig. Eine zusätzliche Erschwernis durch verschiedene Systemtypen betrifft die Bereiche Lagerung, Wartung, Schulung, Auf- und Abbau und Wiederbeschaffung gleichermaßen und würde einen zeitlichen, personellen und finanziellen Mehraufwand verursachen, sowie ein erhöhtes Risiko bergen.

## 6 Logistik

Die Logistik bei den Transport- und Aufbauvorgängen spielt bei einem Einsatz von mobilen Elementen im Hochwasserschutz eine maßgebliche Rolle. Zur Abschätzung der Realisierbarkeit ist sie ein wesentlicher Bestandteil des Gesamtsystems und im Entwurfsstadium bereits konkret zu planen.

Über die Logistik werden sämtliche Ressourcen, Tätigkeiten und Abläufe, die für die Herstellung der Betriebsbereitschaft des mobilen Systems nötig sind, geordnet und aufeinander abgestimmt. Die wichtigste Aufgabe der Logistik ist es, die Bereitstellungszeit konkret nachzuweisen: das System muss innerhalb der durch die Hochwasservorhersage ermittelten Vorwarnzeit funktionsfähig aufgebaut werden können. Unvorhergesehenes und widrige Umstände inklusive einer Zeitreserve müssen einkalkuliert sein. Nur wenn die so ermittelte Bereitstellungszeit kleiner ist als die Vorwarnzeit, ist ein Projekt machbar.

Im BWK-Merkblatt werden die Grundlagen der Logistik und spezielle Anforderungen bei mobilen Systemen ausführlich erläutert. Darüber hinaus werden vom LfU folgende Empfehlungen gegeben:

### 6.1 Personal

Bei der Planung ist der

- Bedarf an Einsatzkräften im Hochwasserfall für Lager, Transport, Aufbau, Sicherung und Abbau
- deren Qualifikation (Fahrzeugführer, Fachkräfte)
- der erforderliche Bedarf an Ersatzkräften

zu ermitteln.

Die Wartung der Anlagenteile und die Fortschreibung und Aktualisierung von Lager-, Einsatz- und Hochwassermelde- und Alarmplänen ist dauerhaft zu gewährleisten.

### 6.2 Lager

#### 6.2.1 Ausführung

Eine Lagerung direkt vor Ort, z.B. in Containern oder Garagen, ist aufgrund des hohen Platzbedarfs nur bei kleinen Anlagen machbar.

In der Regel sind eigene Lagerhallen zu errichten, die möglichst in unmittelbarer Nähe zum Einsatzort gelegen sein sollen.

Bei der Planung ist zu prüfen, welche Gesamtgröße für die Lagerfläche anzusetzen ist. Neben der reinen Stellfläche für die mobilen Elemente ist Platz für Rangierbetrieb und ggf. auch für das Verladen in der Halle vorzusehen.

Weiterer Platzbedarf kann sich aus

- der Einrichtung einer Werkstatt
- einer Reinigungsfläche
- einem (beheizbaren) Aufenthaltsraum
- Abstellplätzen für Fahrzeuge

- einem Gerätelager

ergeben.



Abb. 10: Die Lagerhalle in Bad Kissingen bietet u. a. einen Waschplatz und Lagerungsflächen für Gerätschaften für den Hochwassereinsatz



Abb. 11: Die größte der 8 Lagerhallen in Köln hat eine Grundfläche von ca. 10.000 m<sup>2</sup>

Müssen mehrere Fahrzeuge gleichzeitig beladen werden, sind mehrere Stellflächen und Hubgeräte erforderlich. Die Zufahrt muss auf gleichzeitiges An- und Abfahren ausgelegt werden und die Lagerhalle entsprechend viele Zugänge aufweisen. Mehr als 2 Fahrzeuge gleichzeitig zu beladen erscheint nicht praktikabel.

### 6.2.2 Lagerlogistik

Ein stufenweiser Aufbau muss bei der Lagerung der Anlagenteile berücksichtigt werden. Verschiedene Aufbauszenarien (Lückenschluss, stufenweiser Aufbau) sind in den Lager- bzw. Einsatzplänen zu verankern.

Die Lagerung erfolgt in der Regel auf Paletten, die vom Hersteller mitgeliefert werden. Die Bauteile müssen ausreichend gegen Verrutschen gesichert sein.

Wichtig sind die eindeutigen Kennzeichnungen von Paletten und zugehörigen Bauteilen, deren Positionierung im Lager und die entsprechende Darstellung in Lager- und Einsatzplan.

Die Aufbewahrung von Kleinteilen (Schrauben, Verspannschlitten, etc.) muss praktikabel gelöst werden, so dass Verluste vermieden werden und die Handhabung vor Ort problemlos funktioniert.

Im Lager muss eine ausreichende Anzahl von Reserveelementen vorgehalten werden. Bei den Stützen, den ortsfesten Abdeckungen und bei Sonderkonstruktionen ist pro Bauteilart mindestens ein Ersatzstück vorzusehen, ansonsten wird empfohlen, pro Bauteil etwa 5 % Reservematerial vorrätig zu haben.



Abb. 12: In der 650 m<sup>2</sup> großen Halle in Miltenberg werden ca. 1000 m<sup>2</sup> mobile Wand gelagert



Abb. 13: Miltenberg - das Beladen der Transportfahrzeuge erfolgt vor der Halle

### 6.3 Transport

Die Transportzeit hängt u.a. von Art und Anzahl der vorhandenen Fahrzeuge ab. Bei einer hohen Zahl an Bauteilen kann eine Lagerung der Paletten auf Abrollböden die Lade- und Transportzeiten erheblich verkürzen.

Die Anfahrtswege müssen hochwasserfrei und für die eingesetzten Fahrzeuge geeignet sein (befestigter Untergrund). Die Zugänglichkeit der Aufstellbereiche und die Passierbarkeit der Zufahrtswege müssen ab Beginn des Einsatzes und während der gesamten Standzeit des mobilen Systems gegeben sein.

Das Verteilen der Bauteile vor Ort muss vor dem Aufbaubeginn abgeschlossen sein, um eine gegenseitige Behinderung von Transport und Aufbau zu vermeiden. Bei stufenweisem Aufbau sind ggf. mehrere Transport- und Aufbauvorgänge erforderlich.

Die Kennzeichnung der Bauteile und ihrer jeweiligen Einsatzbereiche an den ortsfesten Anlagenteilen mit der entsprechenden Darstellung im Einsatzplan müssen garantieren können, dass die Bauteile richtig vor Ort verteilt werden.

### 6.4 Aufbau

Im Idealfall ist ein Aufbauabschnitt so zu planen, dass er von einem Einsatzteam von 4 bis 7 Personen komplett aufgebaut werden kann. Als Arbeitsschritte fallen an:

- Vorbereiten und Reinigen der Aufstellflächen samt Anschlusskonstruktionen
- Stellen der Stützen
- Setzen der Dammbalken
- ggf. Anbringen der Rückabstützungen
- abschließende Kontrolle der Anlage auf Vollständigkeit (Kleinteile) und Beschädigungen

Der Aufbau hat mit der entsprechenden Sorgfalt (geschultes Personal) zu erfolgen, da insbesondere die empfindlichen Aluhohlprofile der Dammbalken auch schon bei geringer Stoßbelastung sofort beschädigt werden und nicht mehr zum Einsatz kommen dürfen. Auch die Dichtungen zwischen den Dammbalken sind beim Einbau durch schräges Aufsetzen des nächsten Balkens immer gefährdet.





Abb. 14: Probeaufbau eines Durchgangs in Köln – die Schraublöcher der Ankerplatte werden mit Druckluft gereinigt



Abb. 15: Probeaufbau eines Durchgangs in Köln – nach dem manuellen Setzen der Stütze wird die Aufstandsfläche gesäubert



Abb. 16: Probeaufbau eines Durchgangs in Köln – Einsetzen der ersten Dammbalkenlage mit Fußdichtung

Aufbauschwierigkeiten sind zu erwarten, wenn

- große Wandhöhen errichtet werden müssen, da Gerüste und Hebegeräte erforderlich werden
- die wasserseitige Wandseite sehr früh eingestaut wird und nicht mehr zugänglich ist (Werkzeugverlust, Kontrolle erschwert)
- beengte Verhältnisse herrschen oder hoher Zeitdruck besteht und auf die Empfindlichkeit der Bauteile keine Rücksicht genommen werden kann
- das Personal nicht ausreichend qualifiziert ist (→ jährlicher Probeaufbau erforderlich)
- Wartungsmängel zu technischen Problemen führen
- überwiegend mit Winterhochwässern gerechnet werden muss (Vereisungsgefahr)

## 6.5 Sicherung

Vor dem Aufbau müssen sämtliche Zufahrtswege gesichert und alle Aufstellfläche zugänglich gemacht werden. Ggf. müssen geparkte Autos abgeschleppt und Straßensperren errichtet werden. Der Aufbaubereich sollte von öffentlichem Verkehr und/oder Schaulustigen freigehalten werden.

Nach dem Aufbau muss während der gesamten Standzeit die Anlage (auch nachts) in regelmäßigen Zeitabständen kontrolliert werden.

Zuvor offene Durchfahrten müssen besonders gekennzeichnet und gegen Fahrzeuganprall gesichert werden.

## 6.6 Abbau

Für den Abbau ist selbst bei gleichem Personaleinsatz mit einem deutlich größeren Zeitbedarf zu rechnen als beim Aufbau. Die Reinigung, Kontrolle und richtige Wiedereinlagerung aller Bauteile muss mit ausreichender Sorgfalt durchgeführt werden.

Kritisch können der Abbau und die Reinigung der Bauteile und des Vorlandes von Ablagerungen im Winter sein, wenn Frostgefahr besteht.



Abb. 17: Lagerhalle in Köln - alle Bauteile müssen rutschfest auf den vorgesehenen Paletten gelagert werden; die Einlagerung in der Halle erfolgt nach den Vorgaben des Lagerplanes

## 6.7 **Wartung und Probeaufbau**

Um beispielsweise die Zuverlässigkeit der Dichtungen, eine ausreichende Vorhaltung von Ersatzteilen und die Unversehrtheit von Stützen und Dammbalken zu gewährleisten, sind alle Wartungs- und Pflegemaßnahmen entsprechend den Herstellervorgaben zu erfüllen. Weiterhin sind Lager- und Einsatzpläne regelmäßig fortzuschreiben und zu aktualisieren.

Die ortsfesten Anschlusskonstruktionen müssen ebenfalls einer regelmäßigen Inspektion und Wartung unterzogen werden. Auch die für den Aufbau erforderliche Geräte und Werkzeuge (z.B. Druckluftgeräte) müssen gewartet und in funktionsfähigem Zustand gehalten werden.

Ein jährlicher Probeaufbau mit allen vorgesehenen Einsatzkräften ist für Schulungszwecke, zur Überprüfung der Logistik und zur Sichtung der Bauteile zwingend erforderlich. Der Umfang des Probeaufbaus richtet sich nach der Größe der Anlage und ist im Einzelfall festzulegen.

Der erste Probeaufbau muss zwingend bei der Abnahme erfolgen, um die Passgenauigkeit der Bauteile überprüfen zu können.

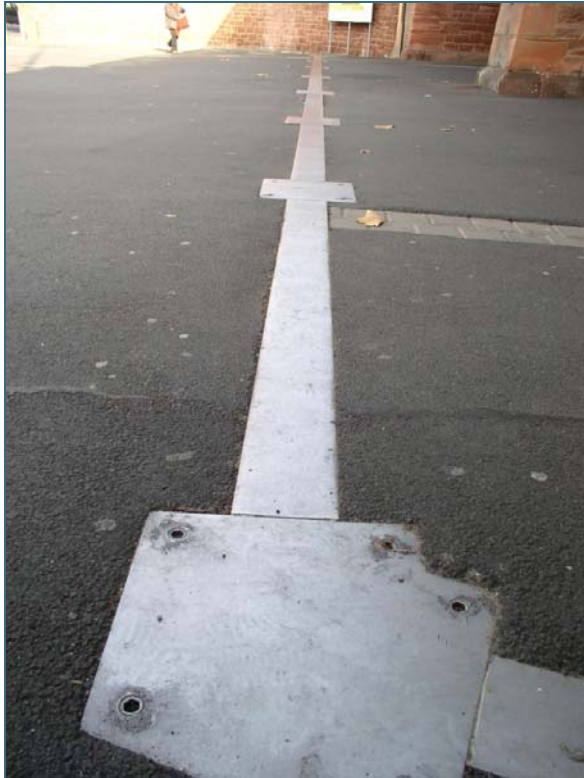


Abb. 18: Bodenplatten in Miltenberg (Zwillingsbogen) - ortsfeste Anlagenteile müssen ebenfalls regelmäßig überprüft und gewartet werden



Abb. 19: Durchgang in Bad Kissingen – Split setzt sich schnell in den Schraubköpfen fest; Abdeckkappen helfen nur bedingt (leicht entfernbare)

## 6.8 Sonstiges

### 6.8.1 Deckung des Personalbedarfes

Hier gibt es je nach Betreiber unterschiedliche Ansätze. Bei den bayerischen Anlagen wird das Personal überwiegend durch städtische bzw. kommunale Bedienstete gestellt, oder eine Zusammenarbeit mit Feuerwehr und THW angestrebt.

In Köln werden Fremdfirmen eingesetzt, die aufgrund einer Ausschreibung auf Stundenlohnbasis vertraglich gebunden sind. Diese Firmen stellen Personal, Werkzeug und Fahrzeuge.

### 6.8.2 Arbeitsbedingungen

Bereits bei der Planung der Hochwasserschutzmaßnahme sollte auch auf die Arbeitsbedingungen geachtet werden. Es ist davon auszugehen, dass der Aufbau des mobilen Systems unter äußerst widrigen Umständen (nachts, Starkregen, Kälte) stattfinden kann. Bei großen Höhen eines mobilen Systems sind auch sehr schwere Bauteile (Stützen, Rückabstützungen) zu bewegen. Insbesondere ist zu beachten:

- Das Heben von schweren Lasten ist auf ein Minimum zu reduzieren
- Bei der Logistik ist mit ausreichend Reservepersonal zu kalkulieren, damit eine Arbeitszeit von 8 - 9 Stunden pro Einsatz nicht überschritten wird und zwischen den Einsätzen ausreichende Pausen eingehalten werden können
- Bei der Planung des Einsatzes von Fahrzeugen und Geräten ist auf eine Minimierung der Abgasbelastungen insbesondere im Hinblick auf den Arbeitsschutz zu achten

Je nach örtlichen Gegebenheiten können weitere Aspekte hinzukommen, die im Rahmen einer Detailplanung zu erheben und umzusetzen wären.

## 7 Risikobetrachtung

Mobile Systeme stellen im Vergleich zu dauerhaften Hochwasserschutzanlagen keinen gleichwertigen Schutz dar. Unabhängig von den Risiken, die mit dem Eintritt eines größeren Hochwassers als des Bemessungshochwassers immer verbunden sind, bergen mobile Hochwasserschutzsysteme systembedingt eigene zusätzliche Risiken:

1. die Betriebsbereitschaft kann durch menschliches oder technisches Versagen nicht hergestellt werden; ein Hochwasserschutz ist dann nicht vorhanden!
2. das System versagt in aufgebautem Zustand: bereits ein lokales Versagen hat das schlagartige Versagen des kompletten Systems zur Folge. Geschützte Bereiche werden ohne Vorwarnung von einer Bruchwelle geflutet!

Die Ursachen für ein erhöhtes Risiko lassen sich im Wesentlichen auf

- die Leichtigkeit der Konstruktion
- Schwächen in der Logistik
- Fremdeinwirkungen (z.B. Diebstahl, Sabotage)
- technisch begründetes systembedingtes Versagen (z.B. mangelhafte Wartung, Unterströmung)
- hydraulische Überlastung aufgrund ungenauer Bemessungsgrundlagen
- wasserseitige Anprallbelastung
- binnenseitige Einwirkungen (z.B. Fahrzeuganprall)

zurückführen.

Als planungsbegleitendes und später auch als kontrollierendes Instrument empfiehlt das BWK-Merkblatt das sogenannte Risikomanagement: mit Hilfe einer Risikoanalyse werden vorhandene Risiken erhoben und bewertet; entsprechend der Einstufung des Risikos aus der Risikobewertung sind dann ggf. Risikominderungsmaßnahmen zu ergreifen. Ziel des Risikomanagements ist neben der Erarbeitung, Umsetzung und Überwachung von Maßnahmen auch, eine Transparenz in der Planung herzustellen, die Öffentlichkeit zu informieren und damit die Risikoakzeptanz bei den Betroffenen zu fördern und diese für das weiterhin bei einer mobilen Anlage besonders bestehende Risiko zu sensibilisieren.

## 8 Aufgaben des Betreibers

Der Betreiber einer mobilen Hochwasserschutzanlage hat eine Betriebsvorschrift zu erstellen und einen Verantwortlichen für den Betrieb zu bestimmen. Dieser Betriebsbeauftragte ist für die Umsetzung der betrieblichen Vorgaben und der wasserrechtlichen Vorschriften verantwortlich.

Aus Sicht des LfU sollten in der Betriebsvorschrift insbesondere Festlegungen in Bezug auf

- Bereitschaftsdienst
- Vertretungsregelung
- Meldewege im Hochwasserfall
- Schulung des Personals
- Wartung und Pflege
- Probeaufbau

getroffen werden.

Für die Eigenüberwachung ist das Führen und regelmäßige Fortschreiben eines Anlagenbuches mit folgenden Unterlagen erforderlich:

- Lagerplan
- Einsatzplan / Betriebsplan
- Hochwassermelde- und Alarmplan
- Katastrophenplan (wenn Bemessungswasserstand überschritten wird)

Die Ergebnisse der Eigenüberwachung sind in einem jährlich zu erstellenden Sicherheitsbericht zu dokumentieren.

## **9 Aufgaben der tGewA**

Die Fremdüberwachung wird über das zuständige WWA sichergestellt.

Die Überwachung erfolgt nach den Vorgaben des Handbuchs tGewA maximal ein Mal jährlich, jedoch spätestens alle 3 Jahre.

Die Überwachungstiefe der tGewA kann sich dabei auch an der Qualität der vom Betreiber durchgeführten und dokumentierten Eigenüberwachung orientieren.

In Teil 2 (2.2 Oberirdische Gewässer, Anlagen in und an Gewässern) des Handbuchs steht mit der Anlage 6 eine Checkliste für die Überwachung mobiler Hochwasserschutzsysteme zur Verfügung.

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Standardsystem des mobilen Hochwasserschutzes - offenes Stemmtor in Würth am Main	4
Abb. 2: Das gleiche Tor geschlossen und eingestaut beim Hochwasser im Januar 2003	4
Abb. 3: Entlastungsstrecke in Miltenberg – die stationäre Mauer ist auf ein HQ <sub>100</sub> ohne Freibord bemessen	8
Abb. 4: Markierung von Sonderbauteilen in Miltenberg an der Stütze und am Einsatzort (noch provisorisch gekennzeichnet)	10
Abb. 5: Genaue Kennzeichnung aller Bauteile – zur links abgebildeten Stütze gehörende Palette mit Ersatzstütze	10
Abb. 6: Probeaufbau von Stützen in Miltenberg – aufgrund des großen Eigengewichtes der 3,20 m hohen Stahlstütze kann diese nur mit Hilfe eines Kranes gestellt werden	12
Abb. 7: Einbau von Ankerplatten in Miltenberg – durch das Aufschrauben einer Schablone kann der exakte Achsabstand von 2,50 m eingehalten werden	12
Abb. 8: Probeaufbau in Miltenberg – die ersten 8 Dammbalkenlagen können ohne Hilfsmittel gesetzt werden; für das sorgfältige Einsetzen sind mindestens 2 Personen nötig	12
Abb. 9: Hochwasser in Miltenberg 2003 während der Bauphase – der feste Grundschutz (HQ <sub>25</sub> + Freibord) verhindert bereits größere Überschwemmungen; im Hintergrund sind mobile Elemente für den Lückenschluss erkennbar	13
Abb. 10: Die Lagerhalle in Bad Kissingen bietet u. a. einen Waschplatz und Lagerungsflächen für Gerätschaften für den Hochwassereinsatz	15
Abb. 11: Die größte der 8 Lagerhallen in Köln hat eine Grundfläche von ca. 10.000 m <sup>2</sup>	15
Abb. 12: In der 650 m <sup>2</sup> großen Halle in Miltenberg werden ca. 1000 m <sup>2</sup> mobile Wand gelagert	16
Abb. 13: Miltenberg - das Beladen der Transportfahrzeuge erfolgt vor der Halle	16
Abb. 14: Probeaufbau eines Durchgangs in Köln – die Schraublöcher der Ankerplatte werden mit Druckluft gereinigt	17
Abb. 15: Probeaufbau eines Durchgangs in Köln – nach dem manuellen Setzen der Stütze wird die Aufstandsfläche gesäubert	17
Abb. 16: Probeaufbau eines Durchgangs in Köln – Einsetzen der ersten Dammbalkenlage mit Fußdichtung	17
Abb. 17: Lagerhalle in Köln - alle Bauteile müssen rutschfest auf den vorgesehenen Paletten gelagert werden; die Einlagerung in der Halle erfolgt nach den Vorgaben des Lagerplanes	18
Abb. 18: Bodenplatten in Miltenberg (Zwillingsbogen) - ortsfeste Anlagenteile müssen ebenfalls regelmäßig überprüft und gewartet werden	19
Abb. 19: Durchgang in Bad Kissingen – Split setzt sich schnell in den Schraubköpfen fest, insbesondere wenn die Abdeckkappen fehlen	19

**Impressum:**

Herausgeber:  
Bayerisches Landesamt für Umwelt  
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160  
86179 Augsburg

Telefon: (08 21) 90 71-0  
Telefax: (08 21) 90 71-55 56  
E-Mail: [poststelle@ifu.bayern.de](mailto:poststelle@ifu.bayern.de)  
Internet: <http://www.ifu.bayern.de>

Postanschrift:  
Bayerisches Landesamt für Umwelt  
86177 Augsburg

Bearbeitung:  
Ref. 62 / Lohmeyer, Kleber-  
Lerchbaumer  
Stand:  
Dezember 2010

Bildnachweis:  
LfU (Abb. 3, 4, 5, 10, 11, 12, 14, 15, 16,  
18, 19)  
WWA Aschaffenburg ( Abb. 2, 6, 7, 8, 9,  
13)  
Michel, Neu Isenburg (Abb. 1)