



**Bund der Ingenieure
für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft
und Kulturbau (BWK) e.V.**

Mobile Hochwasserschutzsysteme

Grundlagen für Planung und Einsatz

Dezember 2005

Verantwortlicher
Herausgeber: Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft,
Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e.V.
Hintere Gasse 1
71063 Sindelfingen

Dieses Merkblatt wurde erarbeitet für das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Es dokumentiert den Stand der Technik mobiler Hochwasserschutzsysteme im planmäßigen Einsatz und wurde erarbeitet von der BWK-Arbeitsgruppe 3.2 "Mobile Hochwasserschutzsysteme" unter Mitwirkung von:

Prof. Dr.-Ing. habil. Bernhart	Technische Universität Karlsruhe
Dr.-Ing. Roland Boettcher	Björnsen Beratende Ingenieure GmbH, Koblenz
Prof. Dr.-Ing. Josef Brauns	Technische Universität Karlsruhe
Dipl.-Ing. Sylvia Briechle	Rheinisch-Westfälisch Technische Hochschule Aachen
Dr.-Ing. Oliver Buchholz	Hydrotec, Ingenieurgesellschaft, Aachen
Dipl.-Ing. Erik Buschhüter	Staatliches Umweltamt Krefeld
Dr.-Ing. Thomas Egli	Egli Engineering, St. Gallen, Schweiz
Dipl.-Ing. Timm Ruben Geissler	Technische Universität Hamburg-Harburg
Dipl.-Ing. Wilfried Hackenbroch	Ingenieurbüro DOMKE Nachf., Duisburg
Dipl.-Ing. Nils Peter Huber	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
Dr.-Ing. Karl Kast	Dr.-Ing. Karl Kast + Partner (GbR), Ettlingen
Herr Kossbiel	EKO-Systeme Kossbiel GmbH, Thaleschweiler-Fröschen
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Köngeter	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
Dipl.-Ing. Oliver Kraus	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
Dipl.-Ing. Andreas Kron	Technische Universität Karlsruhe
Dipl.-Ing. Andrea Langen	Staatliches Umweltamt Köln
Dipl.-Ing. Peter Oberle	Technische Universität Karlsruhe
Prof. Dr.-Ing. Erik Pasche (Vorsitzender)	Technische Universität Hamburg-Harburg
Dr. Armin Petrascheck	Bundesamt für Wasserwirtschaft, Biel, Schweiz
Dipl.-Ing. Hans-Bernd Schulze	Schulze-Ingenieur GmbH, Düsseldorf
Dr.-Ing. Konrad Thürmer	Bauhaus-Universität Weimar, Hydrolabor Schleusingen
Dipl.-Ing. Reinhard Vogt	Hochwasserschutzzentrale, Köln
Jun. Prof. Dr.-Ing. Nicole von Lieberman	Technische Universität Hamburg-Harburg
Frau Yvonne Wieczorrek	Hochwasserschutzzentrale, Köln
Herr Ulrich Wiemer	Freie und Hansestadt Hamburg

Das Merkblatt ist urheberrechtlich geschützt.

Jegliche anderweitige, auch auszugsweise, Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Zustimmung des Herausgebers unzulässig. Dies gilt insbesondere auch für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Vertrieb über: BWK-Bundesgeschäftsstelle
 Hintere Gasse 1
 71063 Sindelfingen
 Fax 0203 / 73 95 338
 bestellung@bwk-bund.de
 www.bwk-bund.de

ISBN 3-936015-19-8

1. Auflage im Dezember 2005 mit 1.000 Exemplaren

Die Schutzgebühr beträgt 30,- €, für BWK-Mitglieder 20,- €.

- 2005 Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e.V.,
Hintere Gasse 1, 71063 Sindelfingen

Mobile Hochwasserschutzsysteme

Grundlagen für Planung und Einsatz

INHALT	SEITE
1 VORWORT.....	9
2 EINLEITUNG	10
2.1 Veranlassung, Gegenstand	10
2.2 Definition mobiler Hochwasserschutzsysteme.....	10
2.3 Ziel des Merkblattes	12
I. ABSCHNITT	
1 GRUNDLAGEN ZUM MOBILEN HOCHWASSERSCHUTZ	13
1.1 Klassifizierung der planmäßigen mobilen HWS-Systeme.....	13
1.2 Einsatzbereiche planmäßiger mobiler HWS-Systeme	14
1.3 Empfehlungen zur Auslegung planmäßiger mobiler HWS-Systeme	15
1.3.1 Freibord und Überströmbarkeit	15
1.3.2 Konstruktionshöhe.....	16
1.3.3 Bereitstellungszeit	17
1.3.4 Konstruktion und Anordnung.....	18
1.4 Rechtliche Grundlagen	19
2 RAHMENBEDINGUNGEN.....	21
3 KONSTRUKTIONSTYPEN DES PLANMÄßIGEN MOBILEN HOCHWASSERSCHUTZES	25
3.1 Standardsysteme.....	25
3.1.1 Dammbalken-/Dammtafelsysteme.....	25
3.1.2 Torsysteme.....	37
3.2 Sondersysteme.....	43
3.2.1 Klappbare Systeme	43
3.2.2 Aufschwimbare Systeme	47
3.2.3 Aufschwimbare, klappbare Systeme.....	50

3.2.4	Schlauchwehrsysteme.....	52
3.2.5	Glaswandsysteme.....	55
4	STANDSICHERHEITSNACHWEISE	59
4.1	Nachweise am oberirdischen System	59
4.1.1	Einführung.....	59
4.1.2	Lastannahmen	59
4.1.3	Ständige Einwirkungen	59
4.1.4	Veränderliche Einwirkungen	59
4.1.5	Außergewöhnliche Lastfälle	67
4.1.6	Nachweisführung für Bauteile und Systeme	68
4.1.7	Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	68
4.1.8	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	69
4.1.9	Allgemeine Hinweise zur Bemessung.....	70
4.1.10	Erforderliche Herstellerqualifikationen.....	70
4.2	Geotechnische Nachweise	70
4.2.1	Einführung.....	70
4.2.2	Geotechnische Problemstellungen bei mobilen Hochwasserschutzsystemen.....	72
4.2.3	Sicherheitskonzept und Klassifizierung in geotechnische Kategorien.....	74
4.2.4	Allgemeines	74
4.2.5	Erforderliche Geotechnische Untersuchungen	74
4.3	Einwirkungen, Lastfälle, Teilsicherheitsbeiwerte	76
4.3.1	Einwirkungskombinationen und Lastfälle	76
4.3.2	Teilsicherheitsbeiwerte und zu betrachtende Grenzzustände	78
4.4	Hinweise über die zu führenden geotechnischen Nachweise	79
4.4.1	Nachweis der Gründung	79
4.4.2	Nachweis der Standsicherheit der Böschungen.....	80
4.4.3	Hydraulische Nachweise.....	81
4.4.4	Besondere Situationen und beachtenswerte Auswirkungen	83
4.5	Zusammenstellung aller geotechnischen Nachweise	84
5	LOGISTIK.....	87
5.1	Einleitung.....	87
5.2	Grundlagen der Logistik mobiler Hochwasserschutzsysteme.....	88
5.2.1	Einflussgrößen der Logistik – Überblick	88
5.2.2	Vorwarnzeit – Bereitstellungszeit.....	91
5.2.3	Informationswege und Meldewesen	96
5.2.4	Alarmplan.....	98
5.2.5	Einsatzplan.....	99
5.3	Spezielle Anforderungen	100

5.3.1	Dammbalken-/ Dammtafelsysteme	101
5.3.2	Klappbare Systeme	102
5.3.3	Aufschwimbare Systeme	103
5.3.4	Aufschwimbare, klappbare Systeme.....	103
5.3.5	Schlauchwehrsysteme.....	104
6	STÄDTEBAULICHE ASPEKTE.....	105
7	RISIKO	109
7.1	Grundlagen der Risikobetrachtung.....	109
7.2	Gefährdungsanalyse	110
7.3	Versagen.....	112
7.3.1	Systemspezifische Vulnerabilitäten	112
7.3.2	Versagensmechanismen	118
7.3.3	Versagenswahrscheinlichkeiten	119
7.4	Schadenspotenziale.....	120
7.4.1	Allgemeine Grundlagen	120
7.4.2	Hydrodynamik.....	120
7.4.3	Schadensarten.....	121
7.5	Risikobestimmung und Akzeptanz	122
7.5.1	Bestimmung des Risikos	122
7.5.2	Risikoakzeptanz.....	123
7.6	Risikominderungsmaßnahmen	125
7.6.1	Grundsätzliche Risikominderungsmaßnahmen	125
7.6.2	Minderung der Schadenspotenziale	127
7.6.3	Minderung von Eintrittswahrscheinlichkeiten	129
7.6.4	Systemmodifikationen.....	129
7.7	Bewertung.....	131
7.7.1	Nutzenbetrachtung.....	131
7.7.2	Wahl geeigneter Risikominderungsmaßnahmen.....	131
7.7.3	Systemausschluss	131
7.8	Risikomanagement	131
7.8.1	Umsetzung und Kontrolle von Risikominderungsmaßnahmen	131
7.8.2	Öffentlichkeitsarbeit.....	131
7.8.3	Dokumentation	132
7.8.4	Überprüfung des Risikos	132

II. ABSCHNITT

1	SYSTEME DES NOTFALLMÄßIGEN MOBILEN HOCHWASSERSCHUTZES.....	133
1.1	Einsatzrandbedingungen	133

1.1.1	Einsatzszenarien.....	135
1.2	Systemübersicht	139
1.2.1	Sandsäcke und Tandemsandsäcke.....	139
1.2.2	Stellwandsysteme	141
1.2.3	Behältersysteme.....	142
1.2.4	Zusammenfassende Systemtypenübersicht	146
1.3	Standsicherheitsnachweise	146
1.4	Belastungsannahmen.....	147
1.4.1	Hydrostatische Einwirkung.....	147
1.4.2	Freibord.....	147
1.4.3	Hydrodynamische Einwirkung	147
1.4.4	Wellendruck für stehende Wellen	147
1.4.5	Personenlast.....	148
1.5	Schadenbilder bei Systemeinsatz	148
1.6	Logistik.....	149
1.7	Risiko	149

III. ABSCHNITT

1	BEISPIELE FÜR ALARM- UND EINSATZPLANUNG.....	151
1.1	Alarm- und Einsatzplanung, mobile Hochwasserschutzwand in Bad Friedrichshall.....	151
1.2	Musterhafte Gliederung eines Alarm- und Einsatzplan	155
2	GLOSSAR	156
2.1	Allgemeines.....	156
2.2	Logistik	156
2.3	Systeme.....	157
2.4	Risiko/Schaden.....	159
2.5	Statik	162
2.6	Geotechnik	163
3	LITERATUR	165
3.1	Literaturverzeichnis und maßgebliche Normen im Kapitel 4.1, Oberirdische Nachweise	165
3.2	Literaturverzeichnis und maßgebliche Normen im Kapitel 4.2, Geotechnische Nachweise	165
3.3	Literaturverzeichnis Kapitel 5, Logistik	166
3.4	Literaturverzeichnis Kapitel 7, Risiko	166
4	ABBILDUNGEN	169
4.1	Verzeichnis der Abbildungen	169
4.2	Bildnachweis.....	170

1 VORWORT

Auf Initiative des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz des Landes Nordrhein-Westfalen richtete der BWK im Jahre 2000 die technisch-wissenschaftliche Arbeitsgruppe „Mobile Hochwasserschutzsysteme“ ein. Vorausgegangen waren zahlreiche Planungsverfahren in Nordrhein-Westfalen, in denen in großem Umfang mobile Hochwasserschutzwände in das Hochwasserschutzkonzept einbezogen wurden. Aufgrund fehlender Standards divergierten Auslegung und Konstruktion erheblich und die wasserwirtschaftlichen Aufsichtsbehörden sahen sich vor die Schwierigkeit gestellt, die Planungen ohne verbindliche und einheitliche Bemessungskriterien zu prüfen und die Genehmigung zu erteilen.

Die Arbeitsgruppe hatte daher den Auftrag, den Stand der Technik und Einsatzkriterien für mobile Hochwasserschutzsysteme aufzuzeigen, einheitliche Lastansätze zu entwickeln und praxistaugliche Verfahren zur Bewertung und Minimierung der systembedingten Restrisiken zusammenzustellen. In ca. 3-jähriger Arbeit konnten die entsprechenden Unterlagen zusammengetragen und in ein BWK-Merkblatt eingebracht werden. Dieses wurde im März 2004 als Gelbdruck von der BWK-Geschäftsstelle herausgegeben. Bereits in dieser Form wurde das Merkblatt von der Fachwelt intensiv angefragt. Während des 6-monatigen Anhörungsverfahrens gingen zahlreiche bestätigende Stellungnahmen ein und es wurden wertvolle Anregungen und Hinweise vorgetragen. Diese wurden zunächst durch den Arbeitskreis sorgfältig geprüft und bewertet und schließlich wurde im Rahmen einer Arbeitsgruppensitzung über die Berücksichtigung im Merkblatt entschieden. Sämtliche am Verfahren Beteiligte wurden hierüber informiert und es wurde ihnen die Möglichkeit des direkten Dialogs mit den Mitgliedern der Arbeitsgruppe im Rahmen eines Anhörungstermines am 17. Juli 2005 gegeben.

Nach Ausräumung sämtlicher Einwände und Überarbeitung des Merkblattes gemäß den Ergebnissen des Anhörungsverfahrens schätzen sich die BWK-Geschäftsstelle und die Arbeitsgruppe „Mobile Hochwasserschutzsysteme“ glücklich, der Fachwelt jetzt den Weißdruck des von ihr so intensiv nachgefragten Merkblattes bereitstellen zu können.

Den Ausschussmitgliedern sei an dieser Stelle für die engagierte und äußerst konstruktive Mitarbeit gedankt. Erst hierdurch wurde der Erfolg dieses Werkes möglich. In vielen Stunden wurde gemeinsam debattiert, miteinander gerungen und zurückgezogen am Schreibtisch formuliert. Darüber hinaus kam es zu persönlichen Begegnungen, aus denen sich wertvolle Verbindungen entwickelten, die sicherlich die Ausschussarbeit überdauern werden. Gerade heute, wo die Bereitschaft zu einem aktiven Mitwirken in Fachverbänden immer stärker zurückgeht, haben sie ein wichtiges Zeichen gesetzt, wie durch Eigeninitiative und uneigennütziges Einbringen von Wissen und Erfahrung unserem Berufsverband Ansehen verliehen und das Zusammenleben in dieser Gesellschaft besser wird.

Wir hoffen, dass dieses Merkblatt die hohen Erwartungen erfüllt und für Planungsbüros, Baufirmen und Verwaltung eine wichtige Handreichung und Orientierung in dem Bestreben wird, mobile Hochwasserschutzsysteme gezielt und sicher einzusetzen.



Prof. Dr.-Ing. U. Rott
Präsident des BWK

Prof. Dr.-Ing. E. Pasche
Vorsitzender der technisch-wissenschaftlichen Arbeitsgruppe 3.2 "Mobile Hochwasserschutzsysteme"