

WASSER



ABFALL

REGELWERK

■ **ARBEITSBEHELFE**

des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes (ÖWAV)

ÖWAV-Arbeitsbehelf 42

Mobiler Hochwasserschutz

Wien 2013

Dieser Arbeitsbehelf ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher Gemeinschaftsarbeit.

Dieser Arbeitsbehelf ist eine wichtige, jedoch nicht die einzige Erkenntnisquelle für eine fachgerechte Lösung. Durch seine Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall. Eine etwaige Haftung der Urheber ist ausgeschlossen.

**Gedruckt mit freundlicher Unterstützung des
Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie.**

Impressum

Medieninhaber und Verleger: Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, Wien

Hersteller: RSA, Wien

Es wird darauf hingewiesen, dass sämtliche Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Autoren oder des Verlages ausgeschlossen ist.

Dieses Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung, Verbreitung, und Übersetzung werden ausdrücklich vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne vorherige schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Redaktion, Satz und Layout: Mag. Fritz Randl (ÖWAV)

© 2013 by Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband.

Vorwort

Österreich und ganz Europa wurden in den vergangenen Jahrzehnten immer wieder von schweren Hochwasserkatastrophen heimgesucht. Spätestens nach der Hochwasserkatastrophe von 2002 kam es dabei zu einem Paradigmenwechsel im Hochwasserschutz, wobei einerseits festgehalten wurde, dass die Flüsse wieder mehr Raum benötigen und gleichzeitig ein 100%iger Schutz wirtschaftlich nicht umsetzbar ist.

Hochwasserschutzprojekte tragen daher meist zu einer Verbesserung des ökologischen Zustands des Gewässers bei, da zusätzliche Retentionsräume (z. B. Altarme) erschlossen werden oder durch das Mehr an verfügbarem Raum auch die Morphologie des Flusses verbessert werden kann.

Nicht immer sind die benötigten Flächen ausreichend vorhanden, um diese hochgesteckten Ziele erreichen zu können. Gerade der urbane Raum verfügt nur über sehr geringe Möglichkeiten, Flächen zur Verfügung zu stellen. Zusätzlich spielen im urbanen Raum auch ästhetische Argumente eine relevante Rolle – einerseits ist die Aussicht auf einen Erddamm nicht besonders erbaulich, andererseits (denkt man z. B. daran, dass die Wachau UNESCO-Weltkulturerbe ist) ist für das Tourismusland Österreich ein Ausbau unserer Flüsse im städtischen Bereich mit hohen Betonmauern, die die Sicht versperren, keine ideale Lösung. Somit passen ortsgebundene mobile Hochwasserschutzsysteme sehr gut in die Systematik des Hochwasserschutzes und haben beim Hochwasser im Juni 2013 auch ihre Praxistauglichkeit beeindruckend unter Beweis gestellt.

Die Anwendungsmöglichkeiten der ortsgebundenen Systeme gehen aber über die eines klassischen longitudinalen Damms hinaus. An neuralgischen Punkten wie Kellertüren, Tiefgerageneinfahrten, Unterführungen usw. können Systeme eingebaut werden, die oft zu einem hohen Maße wartungsfrei sind, im Anlassfall entweder automatisch oder auf Knopfdruck in Betrieb genommen werden können und im Trockenfall optisch an die Umgebung anpasst sind.

Neben der Vielzahl an ortsgebundenen Systemen hat es auch in der Entwicklung der ortsungebundenen Systeme, der Notfall- oder Sandsackersatzsysteme, einige Fortschritte gegeben. Bei Einsatz dieses Systeme gilt es besonders die rechtlichen Rahmenbedingungen mitzubedenken, da durch diese Systeme das Hochwasser im Anlassfall umgeleitet wird und es so zu Schäden an andern Orten kommen kann, die ohne das System nicht aufgetreten wären.

All diese Systeme haben eines gemeinsam: Sie müssen regelmäßig gewartet bzw. gepflegt werden und im Anlassfall von geschultem Personal auf- und auch wieder abgebaut werden. Eine mobile Schutzwand, ortsgebunden oder ortsungebunden, ist nur so stark wie ihr schwächstes Glied, daher muss auf die regelmäßige Kontrolle dieser Systeme besonderes Augenmerk gelegt werden.

Als Plattform der Wasserwirtschaft hat sich der ÖWAV daher das Ziel gesetzt, im vorliegenden ÖWAV-Arbeitsbehelf 42 „Mobiler Hochwasserschutz“ den Stand der Technik im mobilen Hochwasserschutz zusammenzufassen und Gemeinden, PlanerInnen und Behörden zur Verfügung zu stellen.

Der Arbeitsbehelf 42 wurde unter anderem mit Unterstützung des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) und des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) erstellt und wird von beiden Ministerien zur Anwendung empfohlen.

Der ÖWAV dankt allen Mitgliedern des Arbeitsausschusses für ihre Arbeit und die interessanten Anregungen und Diskussionen!

ÖSTERREICHISCHER WASSER- UND ABFALLWIRTSCHAFTSVERBAND

Wien, im September 2013

An der Erstellung des Arbeitsbehelfs 42 haben mitgearbeitet:

Ausschussleiter:

Baurat h.c. DI Roland HOHENAUER, Büro Dr. Lengyel ZT GmbH, Wien

Univ.-Prof. DI Dr. Peter TSCHERNUTTER, Technische Universität Wien (Stellvertreter)

Ausschussmitglieder:

Univ.-Prof. DI Dr. Günter BLÖSCHL, Technische Universität Wien

KR LBD Josef BUCHTA, Österreichischer Bundesfeuerwehrverband, Wien

HR DI Gerhard FENZL, Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Linz

Mag. Horst FISCHER, Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, St. Pölten

Obm. Bgm. Rudolf FRIEWALD, Wasserverband Perschling-Unterlauf, Michelhausen

HR DI Franz GILLINGER, Gewässerbezirk Linz, Linz

MR DI Dr. Leo GRILL, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien

DI Christoph HACKEL, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien

DI Dr. Alfred HAMMER, Technische Universität Graz

DI Dr. Christoph HAUER, Universität für Bodenkultur Wien

Univ.-Ass. DI Irina KAMPEL, Technische Universität Wien

HR DI Norbert KNOPF, Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, St. Pölten

DI Heinz-Peter PAAR, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz

DI Alexandra PRAXL-ABEL, Technische Universität Graz

OBR Ing. Georg SCHICKER, Niederösterreichischer Landesfeuerwehrverband, Tulln

MR DI Dr. Heinz STIEFELMEYER, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien

Walter STRASSER, Freiwillige Feuerwehr Krems, Krems an der Donau

EOBI Josef WIESINGER, Niederösterreichischer Landesfeuerwehrverband, Tulln

Für den ÖWAV:

Andreas GAUL, Bereichsleiter Wasserwirtschaft im ÖWAV, Wien

Inhalt

Teil A	Theoretische und technische Grundlagen	9
1	Einleitung und Zielsetzung des Leitfadens	10
1.1	Ziel des Arbeitsbehelfs	11
2	Mobiler Hochwasserschutz im Rahmen des integrierten Hochwasserrisikomanagements	12
2.1	Der Risikokreislauf	12
2.2	Das Wissen um die Gefahr	12
2.3	Risikobetrachtung und Auswahlkriterien	13
2.4	Allgemeine Risiken mobiler Hochwasserschutzsysteme	14
2.4.1	Systemrisiko	14
2.4.2	Organisationsrisiko	15
2.4.3	Wasserbautechnisches/hydraulisches Risiko	15
2.5	Öffentlichkeitsarbeit	16
3	Hydrologische Grundlagen für die Anwendung	17
3.1	Hochwasservorhersagen und fernübertragene Daten	17
3.2	Modelle zur Beschreibung der Transformation des gefallenen Niederschlags in Abflüsse	18
3.3	Prognose und Vorwarnzeiten	19
3.4	Hochwasserwarnungen	21
4	Wasserbautechnische Grundlagen für die Dimensionierung	23
4.1	Bemessungsgrundlagen	23
4.1.1	Bemessungshochwasser	23
4.1.2	Schutzbedürfnis	23
4.1.3	Festlegung des Schutzgrades	23
4.1.4	Digitales Geländemodell	24
4.1.5	Anforderungen an Geländeaufnahme	24
4.1.6	Datenerfordernis für 1-D-Hydraulikmodelle	24
4.1.7	Datenerfordernis für 2-D-Hydraulikmodelle	25
4.2	Hydraulische Modellierung	25
4.2.1	Anwendung von 1-D-Modellen	25
4.2.2	Anwendung von 2-D-Modellen	25
4.2.3	Ein- oder zweidimensionale Strömungssimulation	25
4.2.4	Berücksichtigung von Feststoffen und gewässermorphologischer Prozessen	26
4.2.5	Wasserbautechnische Konstruktionshöhen	26
4.2.6	Freibord	26
4.2.7	Anmerkung zu ortsungebundenen mobilen Hochwasserschutzsystemen	27
4.2.8	Empfehlungen zur Auslegung ortsgebundener mobiler Hochwasserschutzsysteme	27

4.2.9	Überströmbarkeit bzw. -sicherheit	28
4.3	Quellen.....	28
5	Bemessungsgrundlagen für die statische Dimensionierung	29
5.1	Allgemeine Hinweise zur Bemessung	29
5.2	Lastannahmen.....	29
5.2.1	Ständige Einwirkungen.....	29
5.2.2	Veränderliche Einwirkungen	29
5.2.3	Weitere veränderliche Einwirkungen.....	31
5.2.4	Außergewöhnliche Einwirkungen	31
5.3	Nachweise für Systeme und Einzelbauteile	32
5.4	Grenzzustände der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit.....	32
5.4.1	Nachweis Grenzzustand der Tragfähigkeit	32
5.5	Nachweise der äußeren Standsicherheit.....	33
5.6	Dauerhaftigkeit	34
5.7	Herstellernachweise und Überprüfungen.....	35
5.8	Quellen.....	35
6	Behördliche Genehmigung	36
6.1	Bewilligungspflicht gem. § 41 WRG.....	36
6.2	Bewilligungspflicht gem. § 38 WRG.....	37
6.3	Betriebsvorschriften	38
Teil B	Technische Systeme	39
7	Technische Systeme und deren Einsatzmöglichkeiten.....	40
7.1	Allgemeines.....	40
7.1.1	Definition.....	40
7.1.2	Einteilung und Klassifizierung mobiler HW-Schutzsysteme.....	40
7.1.3	Anwendungsbereiche des mobilen HW-Schutzes.....	41
7.2	Planmäßige, ortsgebundene mobile HW-Schutzsysteme	41
7.2.1	Standardsysteme des planmäßigen, ortsgebundenen mobilen HW-Schutzes	42
7.2.2	Sondersysteme des planmäßigen, ortsgebundenen mobilen HW-Schutzes	46
7.3	Notfallmäßige, ortsungebundene mobile HW-Schutzsysteme	52
7.3.1	Konservative Systeme.....	53
7.3.2	Sandsackersatzsysteme	58
7.3.3	Einsatzmöglichkeiten.....	66
7.3.4	Strömunglenkung und das Ableiten des Hochwassers bei Hanglage.....	66
7.3.5	Sperrn von Abflüssen auf Straßen	66
7.3.6	Ringschutz bei einer Muldenlage.....	66
7.3.7	Linienschutz an Seen	67

7.3.8	Linienschutz bei Fließgewässern mit einem geringen bis mittleren Gefälle < 3%	67
7.3.9	Linienschutz bei Fließgewässern mit großem Gefälle > 3% (Wildbäche)	67
7.4	Literatur	67
Teil C Beispiele und Begriffe.....		69
8	Anhang: Beispiele für Hochwasseralarmpläne	70
8.1	Alarmierung der Einsatzkräfte – Allgemein.....	70
8.2	Beispiel Sonderalarmplan Hochwasser	70
8.3	Beispiel eines Inhaltsverzeichnisses einer Betriebsvorschrift	71
9	Begriffsbestimmungen und Definitionen	72
ÖWAV-Regelwerk.....		75

Teil A

Theoretische und technische Grundlagen

1 Einleitung und Zielsetzung des Leitfadens

Hochwässer sind Naturereignisse, die mit gewissen nicht vorhersagbaren Zeitintervallen auftreten. Durch die zunehmende Nutzung gewässernaher Bereiche durch den Menschen werden aus sogenannten natürlichen Ereignissen Naturkatastrophen, vor denen man sich unter anderem mit technischen Maßnahmen zu schützen versucht.

Auch wenn der Hochwasserschutz in den letzten Jahrzehnten verbessert worden ist, zeigen klein- oder großräumige Hochwasserkatastrophen immer wieder, dass es keinen hundertprozentigen Hochwasserschutz gibt. Ein gewisses Restrisiko bleibt selbst bei großen Anstrengungen immer bestehen.

Bei der Planung und Umsetzung eines integralen Hochwasserschutzes sind

- rechtliche Rahmenbedingungen,
- technische Möglichkeiten,
- ökologische und ökonomische Erfordernisse sowie
- gesellschaftspolitische Wünsche

zu berücksichtigen und dies unter Bedachtnahme immer knapper werdender Ressourcen.

Unter integralem Hochwasserschutz wird ein umfassendes Hochwasserrisikomanagement verstanden. Es wird daher auch das Land hinter den sogenannten Hochwasserschutzdämmen und -mauern nicht mehr als risikofrei betrachtet.

Ein Ziel ist die Schadensbegrenzung, die insbesondere nach einer Katastrophe eine möglichst rasche Regeneration ermöglicht.

Da man nun gemeinsam mit den Infrastrukturbetreibern und auch mit den betroffenen Bürgerinnen und Bürgern technische Lösungen wirtschaftlicher Art sucht, tritt der sogenannte mobile Hochwasserschutz neben dem klassischen Damm- und Mauerbau immer mehr in den Vordergrund.

Der vorliegende ÖWAV-Arbeitsbehelf 42 soll allen Interessierten die theoretischen Grundlagen des mobilen Hochwasserschutzes näherbringen, aber auch die „gängigen“ technischen Systeme, deren Einsatzmöglichkeiten und Grenzen aufzeigen.

Aufgrund der Tatsache, dass ein absoluter Hochwasserschutz nicht möglich ist (Kosten, Landschaftsästhetik, rechtliche Aspekte etc.), besteht in der Praxis die Notwendigkeit, die betroffene Bevölkerung in aktuellen Extremsituationen rechtzeitig zu warnen. Dafür benötigen die Verantwortlichen des Katastrophenschutzes eine rasche Übersicht, welche Bereiche im Siedlungsgebiet bzw. welche schützenswerten Objekte im Freiland betroffen sind. Für die Durchführung der Maßnahmen von Einsatzkräften gilt es, klare Zuständigkeiten und Abläufe gemäß den Überflutungsszenarien festzulegen und die erfolgreiche Umsetzung regelmäßig zu üben.

Unter dem Begriff „Katastrophenschutz“ sind im Allgemeinen Maßnahmen zu verstehen, die bei Elementarereignissen oder bei technischen Unfällen (z. B. Tankerunfälle) notwendig werden. Sie setzen sich aus der Vorbereitung von Hilfsmaßnahmen (organisatorische, personelle und materielle) und der Durchführung von Rettungs- und Hilfsmaßnahmen (Abwehr von Katastrophenschäden, Begrenzung von Auswirkungen und Beseitigung der Folgen) (Habersack et al., 2004) zusammen.

Somit ergibt sich eine Unterteilung in den vorbeugenden und den abwehrenden Katastrophenschutz. Dieser umfasst inhaltlich auch den Schutz der Bevölkerung durch Maßnahmen, die durch

das Zusammenwirken von Behörden, Einsatzorganisationen aber auch Privatpersonen getragen werden.

Im Rahmen der unmittelbaren Gefahrenabwehr bei einem Hochwasser sind vor allem die Einsatzkräfte vor Ort gefordert (Feuerwehr, Polizei, Rettung oder Bundesheer). Der Katastrophenschutz ist in Österreich gemäß Bundesverfassung den Ländern zugewiesen. Im Bundesland Niederösterreich beispielsweise bildet die Grundlage für die Katastrophenhilfe und die Katastrophenvorsorge das NÖ Katastrophenhilfegesetz (NÖ KHG). Auf Bundesebene stehen Einrichtungen des staatlichen Krisenmanagements und des staatlichen Katastrophenmanagements (z. B. Bundeswarnzentrale) als Unterstützung für die Bundesländer und zur Bewältigung bei länderübergreifenden Katastrophen zur Verfügung.

1.1 Ziel des Arbeitsbehelfs

Der **Arbeitsbehelf „Mobiler Hochwasserschutz“** gliedert sich in

- Teil A – Theoretische und technische Grundlagen,
- Teil B – Technische Systeme und
- Teil C – Beispiele

und hilft allen Interessierten, im Rahmen des integrierten Hochwasserrisikomanagements sehr rasch zu Lösungen zu kommen. Leserinnen und Leser müssen sich nicht durch die einzelnen Kapitel mühen, sondern können zum gesuchten Problem Antworten finden. Dies wird auch dadurch erleichtert, dass zu Beginn der einzelnen Kapitel der Inhalt der nachfolgenden Seiten durch Zusammenfassungen kurz und leicht verständlich umrissen wird.

Der vorliegende Arbeitsbehelf beinhaltet hydrologische Anforderungen und Voraussetzungen für mobile Hochwasserschutzsysteme, wasserbautechnische Grundlagen und deren Anforderungen sowie statische Anforderungen und Bemessungsgrundlagen und zeigt Einsatzfälle sowie Grenzfälle auf.

Weiters gibt der Arbeitsbehelf einen Überblick über die derzeit gängigsten mobilen Schutzsysteme und beschreibt Vor- und Nachteile bzw. auch Anwendungsbereiche und zeigt auch die notwendigen Arbeiten nach dem Einsatz auf (finanzieller und personeller Aufwand).

Dieser Arbeitsbehelf definiert den Stand der Technik und umfasst alle relevanten Grundlagen, die für die Planung und die Ausführung eines mobilen Systems benötigt werden. Es werden ortsgebundene und ortsungebundene Systeme beschrieben und zeigt deren wasserrechtliche bzw. rechtliche Grundlagen auf.

Im Anhang werden beispielhaft Alarmpläne angeführt.

2 Mobiler Hochwasserschutz im Rahmen des integrierten Hochwasserrisikomanagements

Der Paradigmenwechsel im Hochwasserschutz zu einem umfassenden Hochwasserrisikomanagement hat sich insbesondere unter dem Eindruck der großräumigen und zahlreichen Hochwasserereignisse der letzten fünfzehn Jahre in Österreich vollzogen. Dabei wird versucht, nicht nur allein durch technische Schutzmaßnahmen, sondern durch eine Kombination von Maßnahmen das Hochwasserrisiko auf ein akzeptiertes Risiko zu reduzieren. Maßnahmen der Vorbeugung, Bewältigung und der Regeneration müssen dabei ineinander greifen und an den Schnittstellen abgestimmt sein. Die Raumordnung hat mit den ihr zur Verfügung stehenden Maßnahmen die geeigneten Siedlungsräume auszuweisen, der Katastrophenschutz muss Notfallpläne erstellen und laufend anpassen und schließlich muss der technische Hochwasserschutz im Ereignisfall seine Funktion voll erfüllen. Technischer Hochwasserschutz wird auch in Zukunft Teil des Gesamtkonzeptes bleiben. Dazu zählt auch der Einsatz von mobilen Hochwasserschutzsystemen, dessen Bedeutung in den letzten Jahren immer mehr zugenommen hat. Gerade beim Einsatz derartiger Systeme sind aber gewisse Randbedingungen zu beachten und Risiken entsprechend abzuwägen.

2.1 Der Risikokreislauf

Die Rahmenbedingungen für ein integriertes Hochwasserrisikomanagement wurden durch die Wasserrahmenrichtlinie und die Hochwasserrichtlinie und in Folge auf der österreichischen Ebene mit der entsprechenden Umsetzung in österreichisches Recht, insbesondere durch die Novellierung des Wasserrechtgesetzes, geschaffen. Integriertes Hochwassermanagement soll sicherstellen, dass durch das koordinierte Zusammenwirken aller Betroffenen mit unterschiedlichen Mitteln in verschiedenen Phasen des Risikokreislaufes eine möglichst große Sicherheit (Minderung der Auswirkungen von Hochwasser) erreicht wird. Das Zusammenspiel zwischen Maßnahmen der öffentlichen Hand und privater Eigenvorsorge ist hierbei von großer Bedeutung. Der Risikokreislauf, bestehend aus Vorbeugung, Bewältigung und Regeneration bedarf stetiger Überprüfung und Verbesserung (siehe Abb. 2-1). Mobiler Hochwasserschutz kommt dabei sowohl in der Bewältigung (hier vor allem als ortsungebundenes System wie Sandsäcke etc.) und bei der Vorbeugung (als Teil eines technischen Hochwasserschutzes) zum Einsatz.

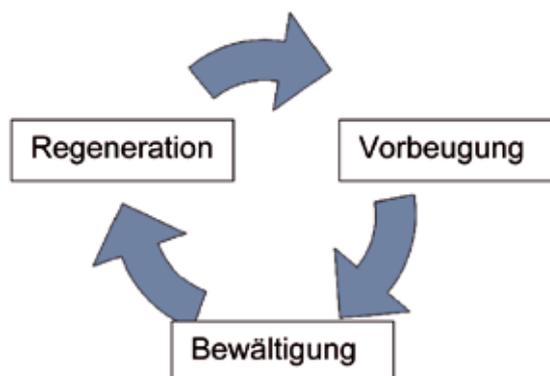


Abb. 2-1 Der Risikokreislauf

2.2 Das Wissen um die Gefahr

Der Hochwasserschutz in Österreich wird in Abhängigkeit vom Schutzbedürfnis eines Objekts auf ein Ereignis gewisser Jährlichkeit festgelegt. Darüber hinaus bestehen aber stets noch ein Rest- und ein Versagensrisiko. Für Siedlungen und bedeutende Wirtschafts- und Verkehrsanlagen ist im Allgemeinen die Gewährleistung eines Schutzes bis zu Hochwasserereignissen mit 100-jährlicher Wahrscheinlichkeit (HQ_{100}) anzustreben. Für hohe Lebens-, Kultur- und Wirtschaftswerte so-

wie Gebiete mit hohem Schadens- und Gefährdungspotenzial kann auch ein höherer Schutzgrad vorgesehen werden. In begründeten Fällen (Einzelanwesen, einzelne Wirtschaftsanlagen) ist eine Abminderung auf häufigere Ereignisse bis zu 30-jährlicher Eintrittswahrscheinlichkeit (HQ_{30}) zulässig. Sonstige örtliche Anlagen von geringerer Bedeutung (z. B. Straßen) sind im Allgemeinen vor Ereignissen bis zu einer 30-jährlichen Wahrscheinlichkeit (HQ_{30}) zu schützen. Land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen sind nicht gesondert zu schützen.

Durch die vorgegebenen Größenwerte des Schutzbedürfnisses wird nur jener Schutz angestrebt, der dem statistischen Wert des Bemessungsereignisses entspricht. Eine Überschreitung des Bemessungsereignisses hinsichtlich der Wassermengen ist jedoch stets möglich, sodass auch in geschützten Bereichen (beispielsweise hinter den Dämmen) mit Überflutungen gerechnet werden muss. Ein absoluter Hochwasserschutz vor einem theoretisch möglichen Hochwasser kann nicht erzielt werden. Man spricht in diesem Fall vom Restrisiko.

Hochwasserschutzsysteme bestehen aus zahlreichen Komponenten wie Hochwasserrückhalteräumen und technischen Maßnahmen, aber auch Handlungsabläufen und Vorgangsweisen, die zur Abwehr der Gefahren erarbeitet wurden. In diesem komplexen System kann ein (Teil-)Versagen niemals ausgeschlossen werden. Dammbürche, Verklausungen oder menschliches Versagen können dazu führen, dass auch bei Ereignissen, welche kleiner als das Bemessungsereignis sind, Überflutungen auftreten. Man spricht hierbei vom Versagensrisiko.

Die Kenntnis über die bestehende Hochwassergefahr ist zur Beurteilung der erforderlichen Maßnahmen einer zielgerichteten Hochwasservorsorge sowie zur Information der Bevölkerung unerlässlich. Aus entsprechenden Kartendarstellungen (Hochwassergefahrenkarten, Abflussuntersuchungen und Gefahrenzonenpläne, Risiko- und Restrisikountersuchungen etc.) und dem damit deutlich verbesserten Wissen um die Hochwassergefahr ergeben sich für die jeweiligen NutzerInnen Konsequenzen und Möglichkeiten für die Aufgabenbewältigung im Zusammenhang mit dem Hochwasserschutz. Die möglichen Betroffenen erhalten durch die Kartendarstellungen die entsprechenden Informationen, um ihrerseits Vorsorge bei der Planung, dem Gebäudeschutz sowie der Verhaltensvorsorge durchführen zu können. Hochwassergefahrenkarten sind somit Grundlage für die Verhaltensvorsorge, für die Bauvorsorge durch angepasste Nutzung und hochwasserangepasste Baumaterialien sowie für die Lagerung wassergefährdender Stoffe und Planungsgrundlage für den Gebäudeschutz (z. B. Abdichtung von Türen und Fenstern). Darüber hinaus bilden Hochwassergefahrenkarten eine wichtige Grundlage für die Steuerung der Siedlungsentwicklung durch die Raumplanung. Diese ist zentrales Instrument für die Koordination der Planungen im Rahmen der Vorbeugung. Die Raumordnung sowie die Bau- und Betriebsvorschriften von Anlagen müssen hierbei mit dem Hochwasserabflussraum in Abstimmung gebracht werden.

2.3 Risikobetrachtung und Auswahlkriterien

Mobile Systeme stellen im Vergleich zu dauerhaften Hochwasserschutzeinrichtungen 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. So kann es vorkommen, dass die Betriebsbereitschaft durch menschliches bzw. technisches Versagen nicht hergestellt werden kann (ein Hochwasserschutz ist dann nicht vorhanden) oder das System im aufgebautem Zustand versagt, wobei bereits ein lokales Versagen das schlagartige Versagen des kompletten Systems zur Folge haben kann. 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 oder binnenseitige Einwirkungen (z. B. Fahrzeuganprall) zurückführen.

Als planungsbegleitendes und später auch als kontrollierendes Instrument wird ein entsprechendes Risikomanagement empfohlen. Dabei werden mithilfe einer Risikoanalyse vorhandene Risiken erhoben und bewertet; entsprechend der Einstufung des Risikos aus der Risikobewertung sind dann erforderlichenfalls Risikominderungsmaßnahmen zu ergreifen. Ziel des Risikomanagements – neben der Erarbeitung, Umsetzung und Überwachung von Maßnahmen – ist es auch, 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.

Im staatlich geförderten Hochwasserschutz werden mobile Schutzsysteme in der Regel in ein übergeordnetes Hochwasserschutzmanagement integriert. Diese meist linearen Maßnahmen (z. B. Dammbalkensysteme) kommen hier vor allem aus landschafts- bzw. städtebaulich ästhetischen Gründen zur Anwendung.

Die Hauptkriterien für die Wahl des geeignetsten Systems sind

- die **Systemsicherheit** (Gleit- und Kippsicherheit, Überströmen),
- die **Systemcharakteristik** (Aufbauzeit, Schutzhöhe),
- eventuell notwendige **Spezialausrüstung** (Transport, Auf- und Abbau, Füllmaterial),
- die **Logistik** (erforderliches Personal, Bedienbarkeit, Lagerung),
- die **Kosten** (Ankauf, Personal, Ausrüstung, Lagerung) und
- die **generelle Sicherheit** (Diebstahl, Vandalismus).

Aufgrund des geplanten Einsatzes bzw. auch des Vorhandenseins von Alarmplänen, welche den Einsatz von Personen und Maschinen regeln, sind die Gewichtungen der drei letztgenannten Punkte geringer anzusetzen, da sowohl der Bedarf an Spezialausrüstung und generell der logistische Aufwand bei ausreichender Vorwarnzeit und die Anschaffungs-, Wartungs- und Lagerungskosten bekannt sind bzw. von der öffentlichen Hand getragen werden. Der Schwerpunkt (Gewichtung) bei der Kosten-Nutzen-Analyse für eine geeignete Produktwahl liegt vor allem auf der Systemsicherheit und der Systemcharakteristik, wobei hier vor allem die Schutzhöhe bzw. auch eine nachträgliche Erhöhung des Systems von besonderer Bedeutung ist. Mobile Hochwassersysteme stehen während des Hochwasserereignisses unter ständiger Beobachtung der Einsatzkräfte (Feuerwehr, Bundesheer).

2.4 Allgemeine Risiken mobiler Hochwasserschutzsysteme

Da mobile Hochwasserschutzsysteme erhöhte Sicherheitsanforderungen gegenüber anderen klassischen ortsgebundenen Systemen (Dämmen) aufweisen müssen, wird nachfolgend kurz auf die drei Hauptrisikogruppen (Systemrisiko, Organisationsrisiko, wasserbautechnisches/hydraulisches Risiko) eingegangen.

2.4.1 Systemrisiko

Systemversagen

Ein Systemversagen kann beispielsweise durch Gleiten, Kippen, Stabilitätsversagen und Undichtigkeit erfolgen. Gleiten kann insbesondere 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. Inkorrekt gebaut kann die Stabilität des Systems gefährden – z. B. können Undichtheiten zu einem Gesamtversagen des Systems führen.

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 und Grundwasser

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

Anprall

Bei einem Anprall durch Treibgut, Schiffe oder Fahrzeuge soll es nicht zu einem Versagen des Ge-samtsystems kommen. Durch Verkehrsregelungsmaßnahmen und die Berücksichtigung eines Treibgutanpralls bei der Bemessung können Schäden vermieden werden.

2.4.2 Organisationsrisiko

Vorwarnzeit (Auf- und Abbau)

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

Personalbedarf

Je kürzer die Vorwarnzeit, desto mehr Personal muss für den vollständigen Systemaufbau vor Beginn der Überflutungen zur Verfügung stehen.

Instandhaltung und Lagerung

Der Instandhaltungsaufwand bei eingelagerten Systemen ist allgemein gering. Systeme bzw. Sys-temteile sollten sicher und ortsnah gelagert werden. Ein einfacher und schneller Zugang für Last- und Transportfahrzeuge zum Lagerort und zum Einsatzort ist sicherzustellen. Besonderes Augen-merk muss auf die Wartung der nach einem Hochwasserereignis verschmutzten Systeme gelegt werden. Die Systeme müssen penibel gereinigt und auf ihre volle Einsatzfähigkeit geprüft werden (Gummidichtungen, Schraubverbindungen, verbogene Steher u. v. m.).

2.4.3 Wasserbautechnisches/hydraulisches Risiko

Strömungsgeschwindigkeit

Die Fließgeschwindigkeit (Strömungsgeschwindigkeit) ist neben der Wassertiefe einer der beiden Parameter zur Gefahrenzonenausweisung. Für die Einsatzmöglichkeit von mobilen Hochwasser-schutzsystemen ist die Fließgeschwindigkeit in ihrer Bedeutung gegenüber der Wassertiefe jedoch höher einzustufen. Dies ergibt sich aus dem hydraulischen Zusammenhang, dass hohe Fließge-schwindigkeiten im Vorland (in Bereichen wo sich Schutzobjekte befinden) durch ein hohes bzw. erhöhtes Energieliniengefälle im Vergleich zu umliegenden Bereichen hervorgerufen werden. Da-mit erhöhen sich die tangentialen Scherkräfte an Objekten bzw. die Sohlschubspannung, welche im Bereich von Abflusshindernissen ein erhöhtes Erosionspotenzial bewirken. Der Austrag von Bodenteilchen aus dem Bodengefüge kann zu Hohlräumen im Baugrund führen und Gebäudeschäden infolge von Setzungen verursachen. Erosionen können daher die Standsicherheit von

Objekten gefährden bzw. auch den produktspezifischen Einsatz von mobilen Hochwasserschutzsystemen verhindern.

Sedimenttransport

Sedimenttransport in Form von Geschiebetrieb tritt auf, wenn durch die erhöhte Sohlschubspannung Schotter und Steine aus der Gewässersohle mobilisiert bzw. auch durch seitliche Erosion und den Transport aus den Zubringern eingetragen werden. Vor allem in den alpinen Bereichen tritt im Hochwasserfall erhöhter Geschiebetrieb auf, welcher zu tiefgreifenden und großflächigen Umlagerungen des Flussbettes führen kann. Diese Erosionen bzw. auch Umlagerungen beschränken die Einsatzmöglichkeiten von mobilen Hochwasserschutzsystemen deutlich. Schwebstofftransport beeinträchtigt den Einsatz von mobilen Systemen kaum, außer in Bereichen von beweglichen Elementen, wo sich Schwebstoffe akkumulieren können.

Treibgut

Treibgut während eines Hochwassers (meist in Form von Totholz) birgt vor allem in den Ober- und Mittelläufen erhöhtes Gefahrenpotenzial für den Einsatz von mobilen Hochwasserschutzsystemen. Durch die teils hohen Fließgeschwindigkeiten in diesen Gewässerabschnitten wird das Treibgut mit der abfließenden Welle beschleunigt und kann dadurch im Bereich von geschützten Objekten zu mechanischen Schäden am Schutzmaterial führen. Auch kann ein Verklausen bzw. Verlegen an den angebrachten oder errichteten Mobilelementen eine Erhöhung der Erosionskräfte um das Objekt bewirken. Es gilt daher, das Risiko von Treibgut im Vorfeld einer Auswahl möglicher mobiler Hochwasserschutzsysteme zu berücksichtigen.

2.5 Öffentlichkeitsarbeit

Kernstück einer erfolgreichen Schadensminderung bei Hochwasser ist eine aktive und umfassende Öffentlichkeitsarbeit. Ziel der Öffentlichkeitsarbeit ist neben der Stärkung des Hochwasserbewusstseins der Betroffenen eine gezielte Informationsvermittlung zur Hochwassergefahr und zur Schadensminderung.

Die Themen Hochwasser bzw. Hochwassergefahr betreffen den Einzelnen ebenso wie die Gemeinde selbst. Informationen, Ratschläge und Anweisungen werden meist von Seiten der Gemeinde als Hilfe für die Betroffenen angeboten; sie helfen Werte zu sichern und erlauben ein sicheres Wohnen. Interessengruppen der Betroffenen sollten in jedem Fall in die Öffentlichkeitsarbeit einbezogen werden. Dabei gilt: Je kürzer der Informationsweg zu den Menschen, desto effektiver und glaubwürdiger ist der Informationsaustausch. Gemeinsame Übungen können die Betroffenen ermutigen, Verhaltensvorsorge rechtzeitig vor dem nächsten Hochwasser zu üben. Durch bewusstseinsbildende Aktionen in verschiedenster Art und Weise lassen sich besonders Kinder und Jugendliche motivieren. Mit Teamgeist und sportlichem Ehrgeiz wird so z. B. ein Sandsackfüllwettbewerb schnell zum lehrreichen Erlebnis.

Als Informationsmedien auf kommunaler Ebene haben sich Hochwasserinformationsblätter mit fachlich aufbereiteten Inhalten (Ratschläge zum Verhalten vor, während und nach dem Hochwasser, Hochwasserkarten, Informationsquellen vor und während des Hochwasserereignisses, Informationsveranstaltungen in Verbindung mit Gefahrenabwehrübungen des örtlichen Katastrophenschutzes) etabliert. Darüber hinaus spielen die digitalen Medien eine wichtige Rolle bei der Vermittlung von Hochwassergefahren und Maßnahmen zur Minderung des Hochwasserrisikos.

3 Hydrologische Grundlagen für die Anwendung

Für die grundsätzliche Entscheidung, ob in einem Einzugsgebiet überhaupt ein mobiles Hochwasserschutzsystem verwendet werden kann ist die Kenntnis über die hydrologischen Verhältnisse eine Voraussetzung. Die Vorwarnzeit muss größer als die Summe der Alarmierungszeit, der Bereitstellungszeit und der Aufbauzeit sein. Es wird zwischen 3 Vorhersagemethoden unterschieden, wobei bei einer Zunahme der Vorhersagefrist die Genauigkeit im Allgemeinen abnimmt. Die genauesten Modelle sind **Wellenablaufmodelle**, die über Pegelmessungen im Oberlieger Pegelstände für den Unterlieger prognostizieren. Sollen die Vorhersagezeiten erhöht werden, müssen **Niederschlags-Abfluss-Modelle** verwendet werden, wobei hier die beobachteten Niederschläge (und die Lufttemperatur) die Basis der Prognose liefern. Maximale Vorhersagezeiten werden bei der Verwendung von **Niederschlags- und Lufttemperaturprognosen** erzielt, allerdings müssen hier die größten Unsicherheiten in Kauf genommen werden. Bei einem Wellenablaufmodell mit fernübertragenen Daten entspricht die Vorwarnzeit der Laufzeit der Hochwasserwelle im Gerinne. Neben einem entsprechenden Messnetz sind geeignete Alarmpläne Voraussetzung für den mobilen Hochwasserschutz.

3.1 Hochwasservorhersagen und fernübertragene Daten

Die Verfügbarkeit von genauen Hochwasservorhersagen, bis zu Prognosefristen von mehreren Tagen, wird in zunehmendem Maß auch für kleinere Einzugsgebiete gewünscht. Die Änderung des Anforderungsprofils macht die methodische Weiterentwicklung von Hochwasservorhersagesystemen zu einem wichtigen, interdisziplinären Betätigungsfeld in der Meteorologie und Hydrologie. Die Güte der Vorhersagen unterscheidet sich wesentlich je nach Vorhersagefrist und den damit zweckmäßig einzusetzenden Methoden. Die Zusammenführung der verschiedenen Methoden in einem Vorhersagesystem wird als gestufter Vorhersageansatz bezeichnet (Abb. 3-1). Die genauesten Vorhersagen sind mittels Wellenablaufmodellen möglich, bei denen die beobachteten Abflüsse am Oberliegerpegel als Eingangsdaten verwendet werden. Die damit erzielbare Vorhersagefrist entspricht den Laufzeiten im Gerinne. Um die Prognosefrist über diese Zeitspanne hinaus zu verlängern, werden Niederschlag-Abfluss-Modelle eingesetzt, welche beobachtete Niederschläge und Lufttemperaturen als Eingangsdaten verwenden. Eine weitere Verlängerung der Vorhersagefrist wird schließlich durch die Verwendung von Niederschlags- und Lufttemperaturprognosen ermöglicht. Allerdings sind in diesem Fall die Unsicherheiten am größten.

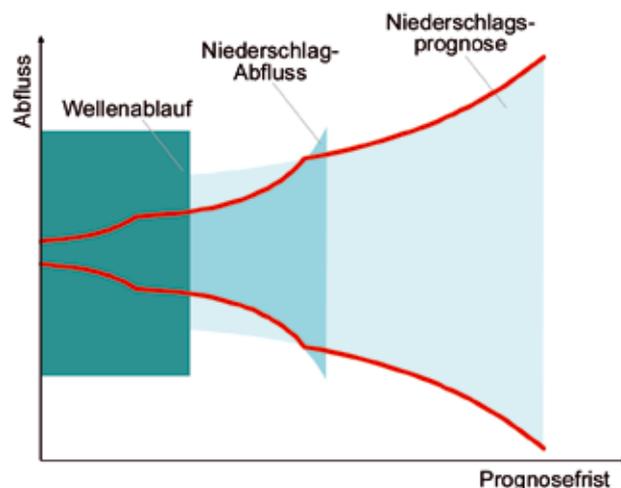


Abb. 3-1 Gestufter Vorhersageansatz (aus Blöschl et al., 2006).

Hochwasservorhersagen sind stets mit einer gewissen Unsicherheit behaftet. Die Größenordnung der Unsicherheiten wird dabei durch die vorherrschenden meteorologischen und hydrologischen Randbedingungen bestimmt. Im Rahmen der Entscheidungsfindung beim mobilen Hochwasser-

schutz stellt die Quantifizierung dieses Unsicherheitsbereiches eine wertvolle Zusatzinformation für die Risikoabschätzung dar. Eine Methode zur Bestimmung der Unsicherheit von mittel- bzw. langfristigen Niederschlagsvorhersagen ist die Verwendung von Ensemble-Vorhersagen. Dabei wird neben dem Hauptlauf ein Ensemble von zusätzlichen Niederschlagsprognosen auf Basis von veränderten Anfangsbedingungen des physikalischen Wettermodells generiert. Diese werden dem hydrologischen Niederschlag-Abfluss-Modell als Eingangsdaten zur Verfügung gestellt. Die Breite des resultierenden Ensemble-Streubereiches dient dann als Indikator für die Unsicherheit der Hochwasserprognose.

Im Rahmen der operationellen Hochwasservorhersage bilden aktuelle Beobachtungen von Niederschlägen und Lufttemperaturen wichtige Eingangsinformation für die Niederschlag-Abfluss-Modelle. Zur Verlängerung der Vorhersagefristen ist die Einbeziehung von Niederschlagsprognosen erforderlich. Eine Methode für die kurzfristige Prognose wird als Nowcasting bezeichnet. Basierend auf den gemessenen Niederschlagsmustern der letzten Stunden kann durch Extrapolation der Bewegungsvektoren auf die Verlagerung der Niederschlagsmuster für die unmittelbare Zukunft geschlossen werden. Die erzielbaren Vorhersagefristen hängen dabei von der Größe und Lebensdauer der meteorologischen Strukturen ab. Für kleine, konvektive Gewitterzellen ergeben sich kürzere Vorhersagefristen als für große advektive Wolkensysteme. Hohe Prognosegenauigkeiten lassen sich mit dieser Methode vor allem für die ersten Stunden der Vorhersage erzielen. Eine weitere Verlängerung der Vorhersagefrist ist durch den Einsatz von numerischen Wettermodellen möglich. Basierend auf dem Ist-Zustand der Atmosphäre werden mit numerischen Wettermodellen die globalen atmosphärischen Prozesse simuliert. Globale numerische Wettermodelle liefern Vorhersagen verschiedener Klimavariablen mit räumlichen Auflösungen im Bereich von 25 bis 50 km für Vorhersagefristen im Bereich von mehreren Tagen. Die Verfeinerung der räumlichen und zeitlichen Auflösung kann durch lokale numerische Wettermodelle realisiert werden. Dabei werden die Anfangs- und Randbedingungen für die räumlich hoch aufgelösten numerischen Wettermodelle aus den globalen Wettermodellen übernommen, wie z. B. das ALADIN (Aire Limitée Adaptation dynamique Développement InterNational)-Modell. Die detaillierte Vorhersage für das begrenzte Modellgebiet erfolgt dann aber unter Berücksichtigung der lokalen topografischen und klimatologischen Gegebenheiten. Für Vorhersagefristen bis zu 48 Stunden liefern lokale Modelle in der Regel bessere Vorhersagen als die globalen Modelle, vor allem für konvektive, kleinräumige Niederschlagsereignisse.

3.2 Modelle zur Beschreibung der Transformation des gefallenen Niederschlags in Abflüsse

Derzeit kommen meist kontinuierliche, flächendetaillierte Modelle zum Einsatz. Als Eingangsgrößen sind Messwerte bzw. Prognosen des Niederschlags und der Lufttemperatur erforderlich. Entsprechend den gebietsspezifischen Erfordernissen können diese Modelle Module zur Simulation der Schneeakkumulation und Schneeschmelze, des Bodenfeuchtehaushalts sowie der Abflusskonzentration im Gebiet und im Gerinne beinhalten. Der plausiblen Simulation der Bodenfeuchte kommt dabei eine besonders wichtige Rolle zu, da diese modellintern zur Bestimmung des Anteils an abflusswirksamem Niederschlag herangezogen wird. Abhängig von der Datenverfügbarkeit und der Größe der Modellgebiete erfolgt die räumliche Gliederung der Modelle in ganze Einzugsgebiete bis hin zu flächendetaillierten Strukturen mit Rasterweiten im Bereich von wenigen hundert Metern. Der Vorteil von flächendifferenzierten Abflussmodellen besteht darin, die räumlich unterschiedlichen Niederschlags- und Abflussbildungsverhältnisse berücksichtigen zu können. Allerdings benötigen solche Modelle für jedes Rechenelement eine große Zahl von Modellparametern. Werden die Modellparameter nicht passend gewählt, sondern etwa Standardwerte auf Basis von Boden-, Gelände- und Landnutzungskarten verwendet, so sind die Simulationen mit solchen Modellen in der Regel ungenauer als solche, die mit traditionellen ingenieurhydrologischen Systemansätzen erzielt werden können. Der Kernpunkt für die Eignung des Modells ist, ob die hydrologische Dynamik im jeweiligen Gebiet treffend beschrieben wird, und dafür sind Informationen über eben diese Dynamik im jeweiligen Gebiet notwendig (Blöschl et al., 2008).

Der Wellenablauf beschreibt die Veränderungen einer Zuflusswelle beim Ablauf in einem Gerinneabschnitt. In Abhängigkeit von Gerinnegeometrie und Gewässercharakter ändern sich die Form, die Größe und die Schnelligkeit der ablaufenden Welle. Basierend auf Beobachtungen von Wasserständen und Durchflüssen an einem definierten Gerinnequerschnitt kann durch Anwendung von Wellenablaufmodellen die Laufzeit und die Form der Welle für flussabwärts gelegene Gerinneprofile berechnet werden. Wellenablaufmodelle eignen sich somit ausgezeichnet für den Einsatz in der Hochwasservorhersage für den mobilen Hochwasserschutz. Für den operationellen Betrieb der Modelle ist die Verfügbarkeit von Abfluss- bzw. Wasserstandsmessungen in Echtzeit – d. h. fernübertragene Daten – erforderlich. Die erzielbaren Vorhersagefristen hängen dabei von der Charakteristik des betrachteten Gerinneabschnitts ab. Für große Flüsse mit geringen Fließgeschwindigkeiten können bedeutend längere Vorhersagefristen als für kleine, schnell fließende Gewässer realisiert werden. Generell sind mit Wellenablaufmodellen bessere Vorhersagegenauigkeiten zu erreichen als mit hydrologischen Niederschlag-Abfluss-Modellen. Bei der Messung von Wasserständen und Abflüssen ergeben sich deutlich geringere Unsicherheiten als dies durch die hohe räumliche und zeitliche Variabilität bei der Niederschlagsbestimmung der Fall ist. Weiters sind die maßgeblichen Prozesse beim Wellenablauf durch die Modelle einfacher zu erfassen, als dies – aufgrund von kleinräumigen Heterogenitäten – bei der Niederschlag-Abfluss-Modellierung möglich ist.

Um im Vorhersagefall die bestmögliche Genauigkeit der Hochwasserprognosen zu erreichen ist es sinnvoll, die aktuell verfügbaren Abflussmessungen zur Reduktion der hydrologischen Unsicherheiten zu verwenden. Bei der Echtzeit-Vorhersage ist eine – auch nur kurze – schlecht modellierte Periode (z. B. systematischer Fehler, Anstieg einer Hochwasserwelle um einige Stunden zu spät) für den Einsatz von Maßnahmen des mobilen Hochwasserschutzes nicht günstig. Es ist daher sinnvoll und Stand der Technik, die Echtzeit-Vorhersage mittels aktuell beobachteter und fernübertragener Abflussdaten nachzuführen. Dafür kommen verschiedene statistische Methoden, wie z. B. Ensemble-Kalmanfilter zum Einsatz (Komma et al., 2006).

3.3 Prognose und Vorwarnzeiten

Für den Einsatz mobiler Hochwasserschutzsysteme sind ausreichende Vorwarnzeiten von zentraler Bedeutung (Logistik/Aufbauzeit). Grundsätzlich nimmt die Genauigkeit der Prognosen mit der Vorwarnzeit ab (Abb. 3-2). Jedoch unterscheiden sich die möglichen Vorwarnzeiten sehr stark je nach Größe des Einzugsgebietes und der verwendeten Methode.

Bei Wellenablaufmodellen auf Basis fernübertragener Abflussdaten entspricht die mögliche Vorwarnzeit der Laufzeit der Hochwasserwelle im Gerinne. Bei Wellengeschwindigkeiten in der Größenordnung von 3 – 5 m/s sind also bei 50 km Fließlänge typische Vorwarnzeiten von 3 – 5 Stunden erzielbar. Allerdings ist dies nur der Fall, wenn der Einfluss der Zubringer im Vergleich zum Hauptgerinne gering ist.

Werden N/A-Modelle verwendet, erhöht sich die mögliche Vorwarnzeit. In diesem Fall entspricht die Vorwarnzeit der Dauer des Weges des Wassertropfens von der Erdoberfläche zum Gerinne plus der Laufzeit im Gerinne. Diese Laufzeiten hängen sehr stark von der Einzugsgebietsgröße und den naturräumlichen Gegebenheiten ab. Für kleinere Einzugsgebiete kann diese weniger als eine Stunde sein. Für größere Einzugsgebiete, wie z. B. das der Donau bei Wien, betragen die Laufzeiten mehrere Tage. Allerdings kommt auch hier wieder der Einfluss der Zubringer zum Tragen, die die möglichen Vorwarnzeiten bei entsprechend starker Überregnung reduzieren können.

Mittels N/A-Modellen können, insbesondere für große Flüsse und große Einzugsgebiete, Prognosen der Niederschlagsintensität bzw. der zu erwartenden Abflüsse bis zu 48 h prognostiziert werden. Anhand von Niederschlagsmessungen und Radardaten werden die Niederschlagsmengen in einem Gebiet abgeschätzt und durch N/A-Modelle berechnet, wo ein starker Anstieg des Wasserstands bzw. der Abflussmengen droht. Bisherige Vorwarnzeiten werden in Bezug auf den Wasser-

standsanstieg an Oberliegerpegeln errechnet. Anders als etwa im Falle von großen Flüssen (Rhein, Donau), wo mehrere Tage im Voraus vor der ankommenden Flutwelle gewarnt werden kann, ist bei kleineren Flüssen jedoch nur – wenn überhaupt – eine sehr kurze Vorwarnzeit von oftmals nur wenigen Minuten möglich. In Österreich sind Abflussprognosemodelle für eine Vielzahl von Flüssen vorhanden wobei einige dieser Prognosemodelle (z. B. Donau, Kamp) auch online abrufbar sind (z. B. www.noel.gv.at, www.oewav.at/bauen_und_wasser). Um den beschränkten Zeitraum der möglichen Vorwarnung optimal zu nutzen, wird am Rhein bereits mittels SMS vor drohenden Überschwemmungen gewarnt.

Abb. 3-2 zeigt Auswertungen der Prognoseunsicherheiten als Funktion der Vorwarnzeiten für 43 Donauzubringer in Österreich (Nester et al., 2012). Zum einem ist zu erkennen, dass die Prognosegüte mit der Gebietsfläche abnimmt. Das bedeutet, dass bei vorgegebener erforderlicher Güte die mögliche Vorwarnzeit mit der Fläche zunimmt. Zum andern ist zu erkennen, dass die Unsicherheit von der Vorhersagefrist abhängt. Je größer die Vorhersagefrist, desto größer die Unsicherheit. Dabei ist bei den kürzeren Vorhersagefristen ein großer Teil der Unsicherheiten auf die Niederschlagsmessung und das hydrologische Modell zurückzuführen. Bei zunehmender Prognosefrist nimmt der Anteil der Unsicherheit der Niederschlagsprognosen an der gesamten Unsicherheit der Hochwasservorhersagen zu. Diese ist auf die unterschiedlichen Laufzeiten im Gebiet und im Gerinne im Vergleich zur Prognosefrist zurückzuführen.

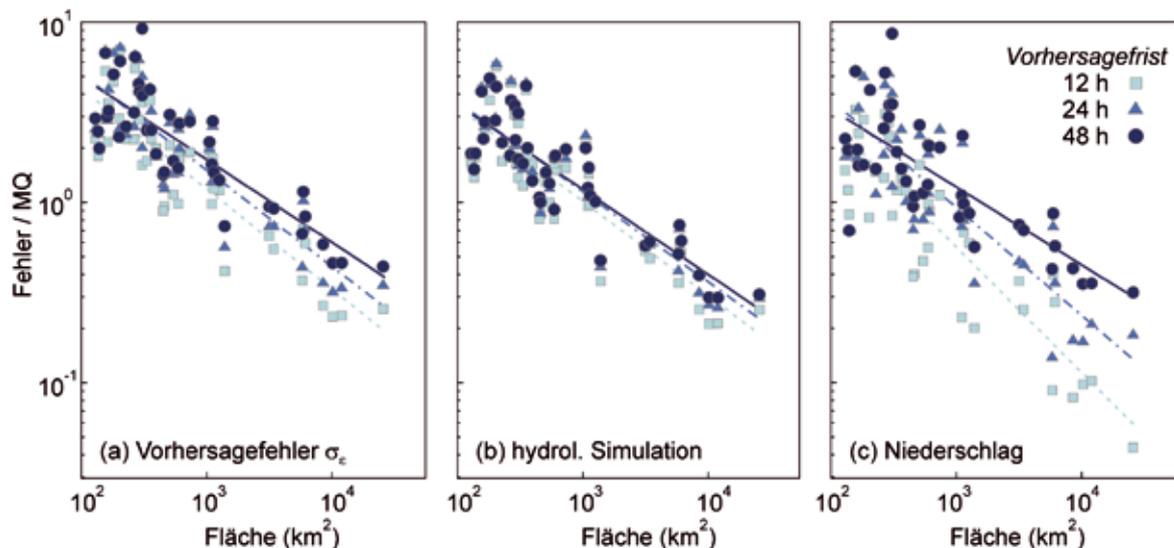


Abb. 3-2 Unsicherheit der Abflussprognosen bei Hochwässern geteilt durch den mittleren Jahresabfluss MQ für Donauzubringer in Österreich. (a) Gesamte Vorhersageunsicherheit, (b) Modellunsicherheit (c) Unsicherheit zufolge Niederschlagsprognose. Man erkennt, dass die Unsicherheit mit der Gebietsgröße abnimmt und mit der Vorwarnzeit zunimmt (aus Nester et al., 2012)

Hochwasserwellen besitzen in Abhängigkeit von den Niederschlagsereignissen bzw. auch jahreszeitlich bedingt unterschiedliche Ausprägungen (kurze steile Welle, lange flache Welle). Um eine möglichst umfassende Gefährdungseinschätzung von Hochwässern zu gewinnen gilt es, die unterschiedlichen Wellenformen, Ereignisgrößen und Jährlichkeiten zu berücksichtigen. Eine als Stand der Technik zu bezeichnende Methodik ist hierbei die hydrodynamisch-numerische Modellierung (Abb. 3-3 b). Mithilfe von instationären Berechnungen bzw. auch sogenannten Lamellenrechnungen können die Überflutungsgebiete und Strömungskräfte für eine Vielzahl von unterschiedlichen Ereignissen am Computer ermittelt werden. Diese Ergebnisse sind sowohl für die Ausweisung von Gefahrenzonen bzw. auch als Grundlage für wasserbautechnische Planungen (auch Objektschutz) unumgänglich.

Für die Umsetzung eines effizienten Vorwarnsystems kann ein Softwarepaket bei den Landesstellen eingerichtet werden, welches eine schnelle Übersicht über die wichtigsten Objekte und deren Gefährungsgrad bei der aktuellen und prognostizierten Hochwasserlage gibt. Im Einsatzfall selbst ist auf folgende Unterlagen zurückzugreifen bzw. sind die unterschiedlichen Eigenschaften des zu schützenden Objekts während des Ablaufs der Hochwasserwelle formal geregelt wie folgt zu charakterisieren (Beispiel March/Niederösterreich):

- Kennzeichnung HW-Schutzanlage (Koordinaten, Lagebeschreibung).
- Kategorie (Bebauung, Brücken, Deiche, Wehre, Baustellen, sonstige).
- Verantwortlich (z. B. Berufsfeuerwehr, FF der Ortsteile, Umweltamt, Tiefbauamt etc.).
- Durchfluss bezogen auf den Referenzpegel, bei dem eine Gefährdung beginnt bzw. Maßnahmen erforderlich werden.
- Betriebstagebuch je Hochwasserschutzanlage.
- Wartungsblatt je Hochwasserschutzanlage.
- Wartungs-/Instandhaltungsprotokolle für den Trockenwetterfall.
- Einsatztagebuch für den Hochwasserdienst.
- Kontroll-/Wachprotokolle für den Hochwasserdienst.

Im Allgemeinen sollte als Grundlage für ein Online-Vorwarnsystem die Verknüpfung des aktuellen Wasserstandes an Referenzpegeln mit den Daten von hochwassergefährdeten Objekten am Gewässer dienen. Dazu sind hydrologische und hydraulische Grundlagen erforderlich, die im Vorfeld erarbeitet werden müssen und noch Bestandteil des Informationssystems sind. Dies können einerseits Wasserspiegellagenberechnungen (Lamellenrechnung) sein, aber auch dokumentierte historische Hochwasserereignisse, bei denen ein Zusammenhang zwischen einer Durchflussgröße und dem Beginn der Gefährdung von einzelnen Objekten bzw. eines Siedlungsverbandes hergestellt werden kann.

In der Regel wird der Abfluss durch den eingegebenen Wasserstand mittels Pegelschlüssel umgerechnet. Nach Eingabe des Wasserstandes an ausgewählten Pegelstellen in einem vom Hochwasser betroffenen Einzugsgebiet können z. B. alle Objekte, die bei diesem Pegelstand gefährdet sind, auf einer topografischen Karte markiert werden. Neben den grafischen Informationen können weitere wichtige Daten für den Einsatz im Falle einer Alarmierung von besonderer Bedeutung sein. Auf Detailkarten können (und sollen) Zufahrtswege für den Hochwasserfall gekennzeichnet sein, wobei in textlicher Ausführung Angaben zu bestimmten erforderlichen Geräten oder Materialien gemacht werden sollten. Ebenso ist die Bereitstellung von Bauplänen oder Vorschriften zu Regeleinrichtungen (Schütze, Wehre etc.) im Einsatzfall notwendig.

3.4 Hochwasserwarnungen

Da die Zuverlässigkeit der Hochwasservorhersagen für den Einsatz mobiler Hochwasserschutzsysteme von zentraler Bedeutung ist, werden heute vielfach Ensembleprognosen des Abflusses durchgeführt. Dabei wird neben der wahrscheinlichsten Prognose ein Satz von zusätzlichen Niederschlagsprognosen, auf Basis von veränderten Anfangsbedingungen des physikalischen Wettermodells, generiert. Diese werden dann als Eingangsgrößen für das hydrologische N/A-Modell verwendet, womit ein Satz möglicher zukünftiger Abflüsse berechnet wird. Die Breite des resultierenden Ensemble-Streubereiches (Abb. 3-4) dient dann als Indikator für die Unsicherheit der Hochwasserprognose. Die Grenzen des Vertrauensbereichs werden als obere und untere Quantile der Ensembles definiert.

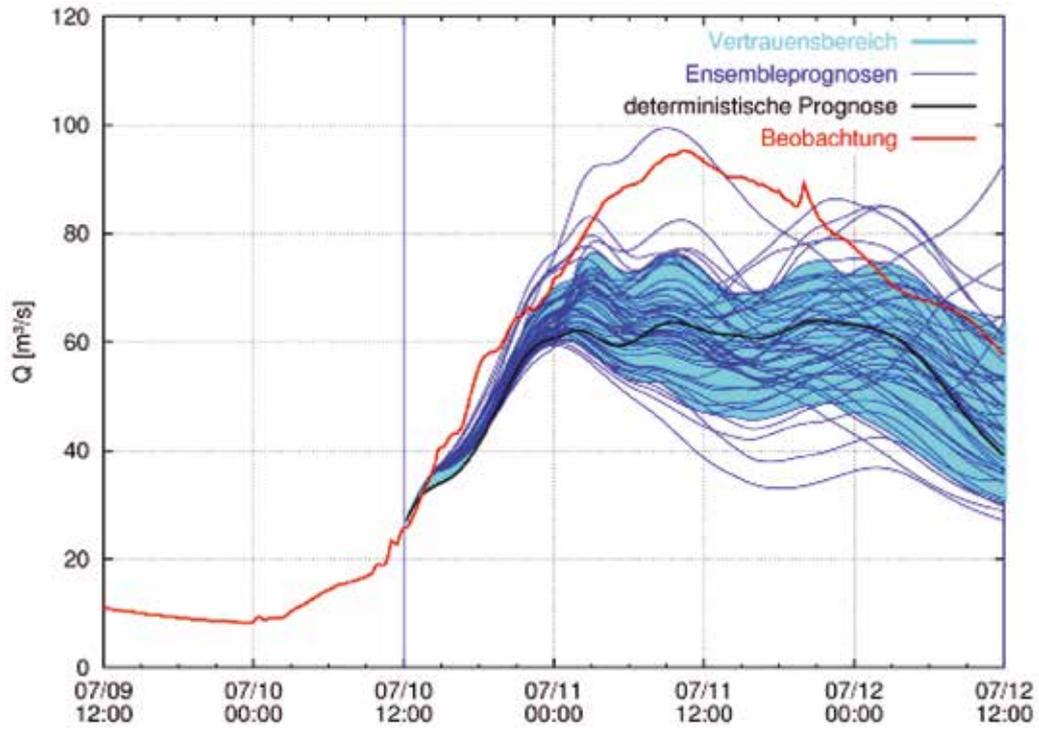


Abb. 3-3 Beispiel für Ensemblevorhersagen des Abflusses im Juli 2005 für den Pegel Zwettl am Kamp (622 km²) (aus Komma et al., 2009).

4 Wasserbautechnische Grundlagen für die Dimensionierung

Die Auslegung eines mobilen Hochwasserschutzsystems hängt im Wesentlichen von den standortspezifischen Gegebenheiten sowie der Größe des Bemessungsereignisses ab. Daher ist es unumgänglich, zur Planung des Hochwasserschutzes Geländedaten zu erfassen und in Folge hydraulische Berechnungen des Abflussvorganges durchzuführen. Hydraulische Modelle dienen der Ermittlung der Wasserstände im Ist-Zustand, zur Analyse des Gefahren- und Schadenspotenzials bzw. der lage- und höhenmäßigen Planung des mobilen Hochwasserschutzsystems. Grundlage für die hydraulische Modellbildung bilden der Schutzgrad bzw. das Bemessungshochwasser als Eingangsgröße und die Erhebung der Geländedaten im relevanten Gebiet zur Definition der Randbedingungen. Unsicherheiten und Effekte, die den Abflussvorgang beeinflussen, die im hydraulischen Modell jedoch nicht abgebildet werden, müssen durch einen entsprechenden Freibord berücksichtigt werden.

4.1 Bemessungsgrundlagen

Im Rahmen dieses Arbeitsbehelfs soll ein Überblick über die Bemessungsgrundlagen gegeben werden. Wichtige Informationen und weiterführende Details zur hydraulischen und gewässermorphologischen Modellierung sind in den Publikationen „*Fließgewässermodellierung – Arbeitsbehelf Hydrodynamik*“ (www.oewav.at/Page.aspx?target=65710&mode=form&app=134598&edit=0¤t=135370&view=134599&predefQuery=-1) sowie „*Fließgewässermodellierung – Arbeitsbehelf Feststofftransport und Flussmorphologie*“ (www.lebensministerium.at/wasser/wasser-oesterreich/foerderungen/foerd_hochwasserschutz/feststoff.html) enthalten, welche zum freien Download auf der Homepage des BMLFUW verfügbar sind.

4.1.1 Bemessungshochwasser

In den technischen Richtlinien der Wasserbauverwaltungen wird das Wiederkehrintervall des Bemessungshochwassers für die schutzwasserwirtschaftlichen Planungen und Projektierungen in Abhängigkeit von der Nutzung angegeben, die das Schutzbedürfnis bestimmt.

4.1.2 Schutzbedürfnis

Für übliche Anwendungsbereiche von mobilen Hochwasserschutzsystemen wie Siedlungen und bedeutende Wirtschafts- und Verkehrsanlagen ist im Allgemeinen ein Schutz bis zu einem Hochwasserereignis mit einem statistischen Wiederkehrintervall von 100 Jahren (HQ_{100}) zu gewährleisten. In begründeten Fällen kann ein höherer oder geringerer Schutzgrad (mindestens HQ_{30}) festgelegt werden. Eine Risikoanalyse bei erhöhtem Risiko bis zu HQ_{300} muss für alle Hochwasserschutzprojekte mit einem geringeren Ausbaugrad als HQ_{300} durchgeführt werden. Auf Basis der Analyse müssen Maßnahmen zur Risikovorsorge (z. B. gezielte Flutung von Poldern) geplant werden. [1] [2] [3]

4.1.3 Festlegung des Schutzgrades

Bereits vor jeder Bau- oder Sanierungsmaßnahme sollten – nicht zuletzt in Hinblick auf die Minimierung potenzieller Schäden durch Hochwasser oder z. B. durch ansteigendes Grundwasser – entsprechende Informationen über die möglichen auftretenden hohen und höchsten Wasserstände eingeholt werden. Neben den Gemeinden stehen hierfür die zuständigen wasserwirtschaftlichen Fachstellen für Informationen und Auskünfte zur Verfügung. Im Einzelfall kann es sich darüber hinaus als notwendig erweisen, eine Detailbegutachtung durchführen zu lassen. Jedenfalls ist es zumindest mittel- bis langfristig für Behörden und/oder EigentümerInnen in Risikogebieten kostengünstiger und einfacher, entsprechende Maßnahmen zum Schutz vor dem Wasser zu planen und umzusetzen, als im Schadensfall zu sanieren. Je nach Art der geplanten Gebäudenutzung und Umfang der zu erwartenden Hochwasserschäden liegt es in der Eigentumsverantwortlichkeit der EigentümerInnen, unter Beachtung der gesetzlichen Rahmenbedingungen ein höheres oder nied-

rigeres Sicherheitsniveau anzusetzen. Allerdings ist die Anwendung eines geringeren Sicherheitsanspruches nur dort zulässig, wo dies zu keiner Gefährdung Dritter bzw. öffentlicher Interessen (z. B. Grundwassergefährdung durch Ölaustritt) oder einer strukturellen Gefährdung des Gebäudes führt.

4.1.4 Digitales Geländemodell

Ein digitales Geländemodell (DGM) bildet einerseits die Grundlage für die Abflussberechnung bzw. für die genaue Lage der Anschlagslinien und andererseits die räumlichen Rahmenbedingungen/Einschränkungen für die Anwendung von mobilen Hochwasserschutz-Systemen. Das DGM soll alle topografischen Gegebenheiten des Geländes abbilden, welche das Abflussgeschehen beeinflussen. Je dichter die Aufnahmedaten und je höher ihre Genauigkeit in Lage und Höhe, desto besser ist die Abbildung. Grenzen werden hier allerdings durch die Leistungsfähigkeit der Rechenprogramme (z. B. Rechenzeit), aber auch durch die Kosten gesetzt.

4.1.5 Anforderungen an Geländeaufnahme

Bei der Geländeaufnahme ist zu unterscheiden, ob eine 1-D-Berechnung oder eine 2-D-Berechnung durchgeführt werden soll. Im ersten Fall werden Profile benötigt, im zweiten Fall zusätzlich eine flächenhafte Geländeaufnahme (Punktraster und Bruchkanten).

Eine Begehung durch eine fachkundige Person, die später die hydraulische Modellierung durchführt, ist unumgänglich, um ein realistisches Bild für Fließwiderstände und Rauheiten zu erhalten, alle hydraulisch relevanten bzw. zu schützenden Objekte und Gefahrenmomente für die Szenarienbildung zu erfassen und ggf. Korrekturen automatisierter Arbeitsschritte bei der Erstellung des Berechnungsnetzes durchführen zu können. Nutzungsgrenzen (in Hinblick auf Rauheiten und Bruchkanten), alle Nebengerinne und Altarme, bestehende Hochwasserschutzbauten und weitere hydraulisch relevante Objekte sind zu erfassen. Bei Gebäuden ist je nach Wassertiefe meist der Umriss ausreichend, aber auch Zäune, Sockelmauern usw. können von Bedeutung sein.

Zur Ermittlung der Standfestigkeit und Durchlässigkeit von an- und überströmten Eisenbahn- und Straßendämmen sowie zur Erhebung aller Durchlässe ist eine Abstimmung mit den zuständigen Dienststellen vorzunehmen. Ohne beobachtete Höhenmarken ist eine Eichung der Wasserstands-Abfluss-Beziehung sehr schwer möglich. Wenn solche Beobachtungen außerhalb des bearbeiteten Fließabschnitts vorliegen, ist es sinnvoll, die Berechnung und folglich auch die Geländeaufnahme dorthin auszudehnen. Eine Recherche von Hochwassermarken ist jedenfalls durchzuführen. Die genannten Punkte beeinflussen die Qualität der Modellierung maßgeblich – eine fallbezogene Beurteilung „im Feld“ erfordert daher profundes hydraulisches Verständnis.

4.1.6 Datenerfordernis für 1-D-Hydraulikmodelle

Dem Berechnungsprogramm liegt die Abbildung des Geländes in Form von Geländeprofilen und Profilabständen zugrunde, da 1-D-Modelle den Wasserspiegel auf Basis einer auf Profile rechtwinkligen Fließrichtung errechnen. Die Richtung der Strömung im Vorland ist daher schon bei einer terrestrischen Geländeaufnahme bei der Profilwahl abzuschätzen. Im Falle von gekrümmten Strömungen (Flusskrümmung und Ausuferung) sind die Profile geknickt und die Vorland-Profilabstände weichen von den Fluss-Profilabständen ab.

Weiters sind Angaben zu den Fließwiderständen der überströmten Geländeoberfläche (Rauheit) zu machen, wobei für die Bewertung der Profilrauheit zumindest zwischen Fluss und Vorland unterschieden wird, gegebenenfalls zwischen unterschiedlichen Vorlandbereichen und unterschiedlichen Flussbereichen.

4.1.7 Datenerfordernis für 2-D-Hydraulikmodelle

Für das zweidimensionale-tiefengemittelte Berechnungsprogramm wird das Geländemodell in Form eines 2,5-D-Berechnungsnetzes (pro Punkt nur ein z-Wert möglich) mit Knoten, definierten Kanten und mit flächenhafter Zuweisung von Fließwiderständen (Rauheiten) aufbereitet. Die Netzgenerierung hat nach dem Stand der Technik zu erfolgen. Für eine korrekte hydraulische Untersuchung sind neben dem Detailgrad des Netzes vor allem die Implementierung von Bruchkanten, eine optimale Abbildung von hydraulisch relevanten Objekten im Berechnungsnetz und eine realistische Zuweisung der Rauheiten nötig.

4.2 Hydraulische Modellierung

4.2.1 Anwendung von 1-D-Modellen

Da 1-D-Berechnungen den Wasserspiegel auf Basis einer rechtwinkligen Anströmung auf Profile errechnen, ist in jedem Fall eine interpolative Verdichtung zumindest der Vorlandprofile auf den Profilabstand im Fluss vorzunehmen. Darüber hinaus ist eine weitere rechnerische Verdichtung des Profilabstandes insgesamt empfehlenswert. Wenn die Lauflänge des Flusses von jener des Vorlandes (Flusskrümmung) abweicht, sind geknickte Profile erforderlich und eine Anpassung der Vorland-Profilabstände im Modell muss erfolgen oder es ist bei sonst gleichförmigen Bedingungen mit Teilströmen zu rechnen. Jedenfalls ist bei Überströmen von Dämmen (Deichen) etc. mit getrennten Teilströmen zu rechnen. Objekte (z. B. Gebäude) können nur in einer sehr vereinfachten Form in den 1-D-Modellen abgebildet werden. Die hydraulischen Beeinflussungen beziehen sich meist nur auf Änderungen des Wasserspiegels, da detaillierte Aussagen zu Änderungen der Fließprozesse (z. B. lokale Änderungen von Fließgeschwindigkeiten/Sohlschubspannung) aufgrund der Modelleigenschaften nicht ermöglicht werden.

4.2.2 Anwendung von 2-D-Modellen

Die am Markt befindlichen Rechenprogramme für 2-D-Berechnungen weisen nicht alle die gleiche Qualität auf. Damit treten zum Teil auch bei ihrer Anwendung unterschiedliche Probleme auf. Das eingesetzte Rechenprogramm muss die relevanten HW-Prozesse zufriedenstellend abbilden können und innerhalb des nicht unterbrochenen Rechenablaufes Fließwechsel und Inseln bzw. Wiederbenetzung berechnen können. Weiters sind Wehranlagen, überströmte Dämme und Bauwerke im Allgemeinen hydraulisch mitzurechnen. Dies gilt auch für Teilströme bzw. Abflussaufteilung im Vorland und Wiedervereinigungen der Fließwege bei Engstellen des Talraums. Vor allem gilt es, die Durch- und Überströmung von Brücken in der Anwendung zu überprüfen (Anwendung von unterschiedlichen Berechnungsansätzen). Weiters soll in den zweidimensionalen Strömungsmodellen die Möglichkeit zur Modellierung von Dammbrechtszenarien bestehen. Für die Qualitätssicherung der Ergebnisse sind Nachweise über mögliche instabile Rechenvorgänge (Oszillieren) zu erbringen bzw. wie die Berechnung bei örtlicher Unterbrechung fortgesetzt wird.

4.2.3 Ein- oder zweidimensionale Strömungssimulation

Für die Planung mobiler Hochwasserschutzsysteme bzw. Analyse von Hochwasserprozessen im Allgemeinen ist die Modellauswahl von entscheidender Bedeutung. Die Vorteile komplexerer Hydraulikmodelle (zweidimensional-tiefengemittelte Modelle) können nur dann genutzt werden und so bessere Ergebnisse erzielt werden, wenn

- die simulierten Strömungsvorgänge tatsächlich im relevanten Maße auftreten,
- die nötigen Eingangsdaten (Kalibrierung, Validierung!) vorhanden sind und
- das Modell korrekt angewendet wird.

Zur Entscheidung, welches Modell für die Analyse der relevanten HW-Prozesse herangezogen werden soll, sowie für eine korrekte Anwendung des gewählten hydraulischen Modells ist ein Verständnis der zugrundeliegenden Formelansätze unabdingbar.

Ein besseres Ergebnis ist bei einer 2-D-Berechnung nur dann zu erwarten, wenn ein nennenswerter Anteil des Abflusses im Vorland fließt oder die Abflussverhältnisse durch Querströmungen, Aus- und Einströmungen und abgetrennte Teilströme komplex sind. Auch Abfluss behindernde Objekte bzw. relevante Objekte für den mobilen HW-Schutz sind durch 2-D-Berechnungen oftmals besser erfassbar. 2-D-Berechnungen sind auch in der Lage, unterschiedliche Wasserspiegellagen im Querschnitt selbst, v. a. in Krümmungen, anzugeben. Die Wasserspiegellagendifferenz im Querschnitt kann erhebliche Größenordnungen erreichen. Dieses Phänomen trifft bei starken Kurven und hohen Fließgeschwindigkeiten oder bei abrupter Querschnittsänderung des Gesamtabflussquerschnittes im Fluss und eventuell im Vorland auf.

Bei komplexen Abflussverhältnissen (z. B. Planung des mobilen Hochwasserschutzes) ist damit zu rechnen, dass der Arbeitsaufwand und folglich die Kosten für eine 1-D-Strömungsmodellierung bei ordnungsgemäßer Anwendung (Berechnung der Aus- und Einströmungen, gesonderte Erfassung von Teilströmen, Abschätzung des Quergefälles und der Lauflängenunterschiede des Vorlandes zum Fluss sowie Adaptierung des Modells auf diese Gegebenheiten) ebenso hoch sind wie bei einer 2-D-Strömungsmodellierung.

4.2.4 Berücksichtigung von Feststoffen und gewässermorphologischer Prozessen

In Abstimmung mit dem Auftraggeber ist festzulegen, ob die Verwendung eines Modells mit beweglicher Sohle zweckmäßig ist. In vielen Fällen, vor allem im Flachland, kann es ausreichen, Geschiebetransport ausschließlich über prozentuelle Zuschläge zum Basis-Bemessungswert zu berücksichtigen. Eintiefungs- und Anlandungsprozesse sowie Geschiebeeinstöße von Zubringern können u. U. auch im Geländemodell berücksichtigt werden, wenn die Anwendung eines Modells mit beweglicher Sohle nicht zweckmäßig ist. Hierzu sind jedenfalls realistische Feststofffrachten bei den gewählten Szenarien bei den zuständigen Dienststellen zu erheben. (Wenn keine Angaben zur erwartenden Geschiebefracht möglich sind, kann trotzdem ein einfacher Hinweis „Geschiebeeinstoß“ als „Besondere Gefährdungen“ sinnvoll sein.) Wildholzführung (eventuell auch Eisstoß) ist vor allem über Verklausungsszenarien zu berücksichtigen, welche in Abstimmung mit dem Auftraggeber anzusetzen sind. Teilweise oder volle Verklausung kann im Geländemodell berücksichtigt werden. Unabhängig davon, ob gewisse Szenarien oder Gefahrenmomente im Hydraulikmodell simuliert werden, sind Problemstellen mit „Besonderer Gefährdung“ (z. B. Risiko für Verwerfungen im Hochwasserfall) zu kennzeichnen. Mögliche gewässermorphologische Veränderungen sind dem Stand der Technik entsprechend zu untersuchen. Problemstellen sind zu kennzeichnen, auch wenn die Simulation im Hydraulikmodell nicht sinnvoll oder nur eingeschränkt möglich ist.

4.2.5 Wasserbautechnische Konstruktionshöhen

Werden im hydraulischen Modell die Abflussquerschnitte entsprechend dem geplanten Hochwasserschutzsystem implementiert, kann auf Basis der ermittelten Wasserstände bzw. der Lage der Energielinie bei Bemessungshochwasser die grundlegende Höhe des Systems festgelegt werden. Um die Gesamtschutzhöhe ermitteln zu können, muss zusätzlich das Maß des Freibords berücksichtigt werden.

4.2.6 Freibord

Zur Berücksichtigung von hydraulischen Unsicherheiten bzw. rechnerisch nicht erfasster Einflüsse muss gemäß den technischen Richtlinien der Wasserbauverwaltungen ein Freibord als Abstand zwischen Schutzbauwerksoberkante und Bemessungswasserstand berücksichtigt werden. Je nach

Detailierungsgrad des hydraulischen Modells müssen zusätzlich unterschiedliche Effekte zur Definition des Freibords ermittelt werden.

4.2.7 Anmerkung zu ortsungebundenen mobilen Hochwasserschutzsystemen

Da es sich bei ortsungebundenen Systemen um Notfallsysteme handelt, die ohne Festsetzung eines Schutzgrades errichtet werden, wird für diese Systeme kein festes Maß für den Freibord definiert.

4.2.8 Empfehlungen zur Auslegung ortsgebundener mobiler Hochwasserschutzsysteme

Die Auslegung des Hochwasserschutzes basiert auf der Wahl des Bemessungshochwassers und der zugehörigen Lage des Wasserspiegels bzw. der Energielinie. In Abhängigkeit vom Einsatz des mobilen Systems ist allgemein ein Freibord einzuplanen.

Grundsätzlich ist bei der Ermittlung des Freibords der maximal mögliche Wasserspiegel aus der Strömungsenergie des Wassers (Lage der Energielinie in Längs- und Querrichtung) sowie die Einwirkung des Windes (Wellenauflauf, Windstau) zu berücksichtigen. In besonderen Fällen kann es notwendig sein zusätzlich Eisstau zu berücksichtigen.

Der Freibord f setzt sich folglich aus der Summe der Geschwindigkeitshöhe $v^2/2g'$, gegebenenfalls der Erhöhung an der Außenkrümmung $s_{A'}$, der Wellenauflaufhöhe h_{au} und des Windstaus h_{wi} zusammen.

Bei stark Geschiebe führenden Flüssen muss bei der Ermittlung der Lage der Energielinie auf mögliche Umlagerungsprozesse eingegangen werden, da vor allem bei hohen Fließgeschwindigkeiten strömungsinduzierte Wellen maßgeblich sind (siehe Kapitel 4.2).

Das Ausmaß der Erhöhung des Wasserspiegels an Außenkrümmungen wird entweder im hydraulischen Modell berücksichtigt (siehe Kapitel 4.2) oder nach folgender Formel berechnet:

r = Krümmungsradius [m]

$$s_A = 1,5 \cdot \frac{b \cdot v^2}{2g \cdot r}$$

b = Flussbreite [m]

v = mittlere Fließgeschwindigkeit [m/s]

g = Erdbeschleunigung [m/s^2]

Zur Ermittlung der Bemessungswindgeschwindigkeit sowie der Wellenkennwerte (mittlere Wellenhöhe, mittlere Wellenperiode, mittlere Wellenlänge) und der Freibordkomponenten (Wellenauflauf h_{au} , Windstau h_{wi}) darf die Vorgehensweise gemäß DVWK 246/1997 „Freibordbemessung an Stauanlagen“ angewendet werden. Die ermittelte Wellenhöhe ist in Folge auch für die horizontale Ersatzlast aus Wellendruck ausschlaggebend (siehe Kapitel 5 „Bemessungsgrundlagen für die statische Dimensionierung“).

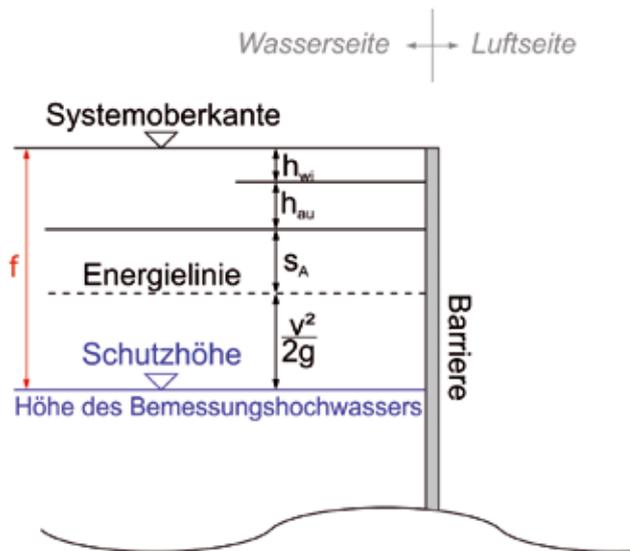


Abb. 4-1 Schematische Darstellung der Bestandteile des Freibords

Erreicht der Wasserspiegel die Systemoberkante, wird ein größeres Hochwasser als das Bemessungshochwasser abgeführt. Es ist daher darauf zu achten, dass die Höhe des Freibords im Projektierungsbereich auf den Bestand außerhalb des Projektierungsbereiches abgestimmt ist, da es sonst zu unerwünschten Überströmungen außerhalb des Projektierungsbereiches kommt. [3]

4.2.9 Überströmbarkeit bzw. -sicherheit

In Abhängigkeit vom gewählten System und den Randbedingungen der Konstruktion kann es durch die Überströmung zum Versagen des gesamten Systems kommen. Die Überströmbarkeit ist systemabhängig und prinzipiell zu verhindern oder – wenn nicht vollkommen auszuschließen – detailliert anhand eines Modellversuchs oder einer Pilotanlage nachzuweisen, um ein Versagen des gesamten Systems ausschließen zu können. Dementsprechend ist eine gezielte, rechtzeitige Flutung der geschützten Flächen einzuplanen, um dem Versagen entgegen zu wirken.

4.3 Quellen

- [1] Technische Richtlinien für die Bundeswasserstraßenverwaltung RIWA-T-BWS, Gem. § 3 Abs. 2 WBFG, Fassung 2010 (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie; Arbeitsgruppe Bundeswasserstraßenverwaltung; Ziv.-Ing. DI Dr. Georg Hinterleitner; Werner Consult).
- [2] Technische Richtlinien für die Bundeswasserbauverwaltung RIWA-T gemäß § 3 Abs. 2 WBFG, Fassung 2006 (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft).
- [3] Freibord – Überströmstrecken, Leitfaden zur Festlegung des erforderlichen Freibordes anhand projektspezifischer Rahmenbedingungen einschließlich der Kriterien für die Anordnung von Überströmstrecken, Fassung 2006 (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft; o.Univ.-Prof. DI Dr. Hans-Peter Nachtnebel – Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau, Klenkhart & Partner Consulting).

5 Bemessungsgrundlagen für die statische Dimensionierung

Für die statische Dimensionierung des mobilen Hochwasserschutzes werden nachfolgend Hinweise zur Ermittlung der entsprechenden Einwirkungen auf das System, zu den zu untersuchenden Lastfallkombinationen und den zu erfüllenden Nachweisen gegeben. Die Untersuchungen müssen von qualifizierten Fachleuten durchgeführt werden. Aufgrund der projektspezifischen Einwirkungen und Randbedingungen ist unbedingt von pauschalen Aussagen über die Anwendbarkeit eines mobilen Hochwasserschutzsystems abzusehen.

5.1 Allgemeine Hinweise zur Bemessung

Bei der Bemessung von mobilen Hochwasserschutzsystemen ist neben den eindeutigen hydrostatischen und hydrodynamischen Lasteinwirkungen grundsätzlich zu beachten, dass für spezielle Anwendungsfälle zusätzliche Randbedingungen zu erhöhten Lasteinwirkungen führen können. Daher muss zusätzlich zu den Regeleinwirkungen überprüft werden, ob spezielle Randbedingungen gegeben sind, die zu veränderten Ansätzen führen können. Allgemein gelten für die theoretischen Einwirkungen des Wassers auf mobile Systeme die Grundlagen der Hydrostatik und der Hydrodynamik.

5.2 Lastannahmen

Die Lastannahmen und der Ansatz von ständigen und veränderlichen Einwirkungen auf mobile Hochwasserschutzanlagen sind grundsätzlich unabhängig vom technischen Konzept und der Konstruktion des Systems zu wählen. In besonderen und begründbaren Fällen kann von den Vorgaben abgewichen werden.

5.2.1 Ständige Einwirkungen

Die ständigen Einwirkungen sind bezogen auf die verwendeten Materialien anhand der geltenden Richtlinien und Normen wie z. B. gemäß ÖNORM EN 1991-1-1 bzw. nationalem Anhang anzusetzen.

5.2.2 Veränderliche Einwirkungen

5.2.2.1 Hydrostatische Einwirkungen

Als veränderliche Einwirkung ist der hydrostatische Wasserdruck bei überwiegend schwebstoff- und geschiebefreiem Wasser mit einer Dichte von $1\,000\text{ kg/m}^3$ zu berücksichtigen. Bei stark Geschiebe führenden Gewässern ist die Wichte je nach örtlichen Gegebenheiten zu erhöhen ($1\,100$ bis $1\,300\text{ kg/m}^3$). Dabei gilt für die Ermittlung der hydrostatischen Einwirkung, dass die Einstauhöhe im Allgemeinen bis zur Oberkante der Schutzbauwerkes bzw. der einzelnen Bauteile anzusetzen ist. Gegebenenfalls kann ein gesichert vorhandener Freibord mit einem reduzierten Sicherheitsbeiwert berücksichtigt werden. Bei gekrümmten Stauwänden ist die vertikale Komponente des Wasserdruckes dann zu berücksichtigen, wenn sie geringere Sicherheiten ergibt.

5.2.2.2 Hydrodynamische Einwirkungen

Der Strömungsdruck hängt einerseits von der Anströmrichtung der mobilen Einrichtung und andererseits von der Strömungsgeschwindigkeit ab. Im Allgemeinen ermittelt sich der Strömungsdruck über den Impulssatz mit

$$p_{St} = \rho \cdot v^2$$

p_{St} = Strömungsdruck [N/m^2]

ρ = Dichte des Wassers [kg/m^3]

v = Strömungsgeschwindigkeit [m/s]

Der Strömungsdruck ist grundsätzlich bei der Ermittlung der Einwirkungen in Abhängigkeit von der Strömungsgeschwindigkeit zu berücksichtigen. Eine Ausnahme ist dann möglich, wenn die Strömungsrichtung zuverlässig parallel zur mobilen Schutzeinrichtung verläuft.

In Abhängigkeit vom Anströmwinkel δ (zwischen Wand und Strömungsrichtung) kann der Strömungsdruck in seine Komponenten parallel zur und normal auf die Wand zerlegt werden, wobei die Normalkomponente als Einwirkung zu berücksichtigen ist. Die Normalkomponente ergibt sich mit:

$$p_{st} = \rho \cdot (v \cdot \sin \delta)^2$$

Hat das mobile System aus der Wand herausragende bzw. vorstehende Konstruktionselemente, so sind zusätzlich die Strömungskräfte zu berücksichtigen.

Der Wellendruck kann über Regelwerke bestimmt werden, wobei allgemein bei mobilen Systemen im Binnenland bzw. bei Fließgewässern mit gebrochenen Wellen zu rechnen sein wird. Es reicht im Allgemeinen aus, den Wellendruck über Ersatzlasten zu berücksichtigen, wobei das DVWK-Merkblatt 246/1997 „Freibordbemessung an Stauanlagen“ für die Ermittlung der Wellenhöhe h_{we} an senkrechten oder geneigten Wänden anzuwenden ist. In Abhängigkeit von der Wellenhöhe kann aus Tab. 5.1 die horizontale Ersatzlast entnommen werden. Für die Angriffshöhe der Ersatzlast ist zusätzlich die Einstauhöhe relevant.

Tab. 5-1 Ersatzlasten für Wellendruck [1]

Wellenhöhe H_{we} [m]	Wellenersatzlast P [kN/m]	Einstauhöhe	
		$H \geq 2,0$ m	$H < 2,0$ m
		Angriffshöhe H_1 [m]	
$\leq 0,4$	20	1,00	0,4 H
$> 0,4$	30	1,00	0,4 H

Bei Ansatz einer Ersatzlast aus Wellendruck ist im konkreten Fall zu prüfen, ob die Wasseroberfläche eine ausreichende Länge zur Entwicklung von Wellen hat. Ist dies nicht der Fall, so kann der Ansatz bei ausreichender Begründung entfallen.

Ein Anprall von Treibgut oder Eiseinwirkungen im ortsüblichen Umfang sind bei den Berechnungen grundsätzlich zu berücksichtigen. Die Masse des Anprallgutes ist projektspezifisch zu erheben und festzulegen.

Im Merkblatt „Mobile Hochwasserschutzsysteme, Grundlagen für Planung und Einsatz“ des Bundes der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) in Deutschland wird als Mindestwert für die Treibgutmasse 0,4 t ($l = 5$ m, $d = 0,4$ m) angegeben. [1] Im Vergleich dazu wird in dem Dokument „Mobiler Hochwasserschutz, Systeme für den Notfall“ der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (Bern) ein Mindestwert für die Translationsenergie von 3 kJ angegeben. Das entspricht zum Beispiel einem Baumstamm mit 1 t ($l = 6$ m, $d = 0,5$ m) bei einer Fließgeschwindigkeit von 2,5 m/s. [2]

Auf Anprall großer Massen an Treibgut wie losgerissene Schiffe oder anderer Massenkörper sind mobile Schutzeinrichtungen in der Regel nicht zu bemessen. Entsprechende Lasten können daher nicht aufgenommen werden. Solche außergewöhnlichen Lastfälle gehören in den Bereich von verbleibenden, nicht abzudeckenden Restrisiken.

Im Allgemeinen wird eine Ersatzlast P , die in Höhe des maximalen Wasserspiegels einwirkt und die über den Energieerhaltungssatz ermittelt wird, angesetzt. Zu berücksichtigende Parameter sind die Treibgutmasse m , die Fließgeschwindigkeit v und der Anprallwinkel δ . Vereinfachend kann das elastische Verhalten des Schutzsystems mit einer Ersatzsteifigkeit von $c = 497.78 \text{ kN/m}$ unter einem Trägheitsmoment des Profils von 400 cm^4 abgeschätzt werden. Die Abminderung der Anpralllast ist durch die Berücksichtigung des elastischen Verhaltens z. B. über eine Federsteifigkeit zu begründen. [1]

$$P = v \cdot \sqrt{m \cdot c}$$

$$P = v \cdot \sin \delta \cdot \sqrt{m \cdot c}$$

P = Anpralleinwirkung [kN]

v = Fließgeschwindigkeit [m/s]

m = Treibgutmasse [t]

c = Federsteifigkeit des mobilen Systems [kN/m]

δ = Anprallwinkel [°]

Ausnahmen von diesen Ansätzen können für mobile Schutzeinrichtungen gemacht werden, wenn sie an einer Krümmungsinneiseite eines Gewässers angeordnet werden.

Der Wasserspiegel an Außenkrümmungen von Fließgewässern ist im Vergleich zur Flussmitte oder der Innenkrümmung in Abhängigkeit vom Krümmungsradius deutlich höher. Daher muss bei mobilen Einrichtungen an Außenkrümmungen der Wasserdruck erhöht werden. Als Richtwert ist gemäß gängigen hydraulischen Berechnungen eine Erhöhung des Wasserspiegels gegenüber dem mittleren Fließgewässerspiegel ermittelbar mit folgender Formel [3]:

$$s_A = 1,5 \cdot \frac{b \cdot v^2}{2g \cdot r}$$

r = Krümmungsradius in m

b = Flussbreite m

v = mittlere Fließgeschwindigkeit in m/s

g = Erdbeschleunigung in m/s^2

5.2.3 Weitere veränderliche Einwirkungen

Ist fallspezifisch eine Verlandung nicht auszuschließen, muss durch spezielle Untersuchungen eine Verlandungshöhe und die resultierende Einwirkung ermittelt werden (z. B. numerische Berechnung mit einem 2-D-Modell).

Die Windlasten sind gemäß der Eurocode ÖNORM EN 1991-1-4 bzw. nationalem Anhang anzusetzen.

Können Einwirkungen durch Personen an der Oberkante der mobilen Schutzeinrichtung nicht ausgeschlossen werden, sind diese als horizontale Lasten zu berücksichtigen. Zumindest empfiehlt sich ein Ansatz von Wartungspersonal durch eine Ersatzlast von $\pm 0,5 \text{ kN/m}$ an der Oberkante der Schutzeinrichtung.

Ein Fahrzeuganprall an mobilen Schutzeinrichtungen ist dann zu berücksichtigen, wenn am Aufstellungsort entsprechende Randbedingungen durch eine Straße mit öffentlichem Verkehr gegeben sind. In diesen Fällen ist eine Ersatzlast von zumindest $5,0 \text{ kN/m}$ in einer Höhe von $1,2 \text{ m}$ anzusetzen.

5.2.4 Außergewöhnliche Einwirkungen

Eine Überlagerung von verschiedenen Extrem- und Katastrophenereignissen wie Extremhochwasser (z. B. HQ_{100}) und Bemessungserdbeben sind für mobile Schutzeinrichtungen, die nur kurzzeitig im Einsatz sind, im Allgemeinen auszuschließen.

Eine Überlagerung von Ereignissen wie ein Bemessungshochwasser und ein Teileinstau der mobilen Einrichtungen von der dem Fließgewässer abgewandten Seite (z. B. Polderwirkung etc.) ist jedoch dann anzusetzen, wenn diese durch die örtlichen Randbedingungen nicht explizit auszuschließen sind.

Als weitere außergewöhnliche Einwirkung ist ein Überströmen der mobilen Einrichtung zu berücksichtigen, wobei das Maß einer möglichen Überströmung projektspezifisch und standortbezogen zu beurteilen ist. [1]

5.3 Nachweise für Systeme und Einzelbauteile

Für mobile Hochwasserschutzanlagen sind die einschlägigen Nachweise sowohl für die Einzelelemente, die Systembestandteile und das montierte Gesamtsystem zu erbringen. In Abhängigkeit von den eingesetzten Materialien und den Systemelementen sind die fachbezogenen Normen und Richtlinien sowie die Herstellerbedingungen anzuwenden sowie zu berücksichtigen. Kommen Bauteile oder Materialien zum Einsatz, die nicht den Regelwerken entsprechen, so sind Einzelfallbeurteilungen unter Anschluss von autorisierten Prüfzeugnissen vorzulegen.

Es sind Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise für ständige und veränderliche Einwirkungen ohne Versagen von Einzelbauteilen und/oder des Gesamtsystems zu erbringen. Für außergewöhnliche Ereignisse (Poldereinstau, beschränktes Überströmen) ist der Nachweis der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit des Systems, allerdings mit möglichen lokalen Teilschäden, welche die Gesamtstandsicherheit nicht gefährden, nachzuweisen. [1]

5.4 Grenzzustände der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit

Der Grenzzustand der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit gemäß den einschlägigen Normen und Regelwerken ist zunächst für die Zulassungsphase des Systems und später in der Planungs-, Betriebs- und Einsatzphase im spezifischen Fall zu erbringen.

5.4.1 Nachweis Grenzzustand der Tragfähigkeit

Die Tragfähigkeit wird durch Gegenüberstellung des Widerstandes und der Einwirkungen unter Berücksichtigung der entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerte beurteilt.

$$R_k / \gamma_M \geq G_k \times \gamma_F + \gamma_F \times \Psi \times \sum Q_k$$

R_k = charakteristischer Wert des Bauteilwiderstandes

G_k = charakteristischer Wert der Beanspruchung infolge der ständigen Last

Q_k = charakteristischer Wert der Beanspruchung infolge der veränderlichen Last

γ_M = Teilsicherheitsbeiwert auf der Widerstandsseite

γ_F = Teilsicherheitsbeiwert für Einwirkungen

Ψ = Kombinationsbeiwert

Für die Tragwerksberechnung sind mögliche Lastfallkombinationen mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten anzusetzen.

In Tab. 5.2 sind die zu untersuchenden Kombinationen mit zugehörigen Sicherheits- und Kombinationsbeiwerten für ungünstig wirkende Einwirkungen angeführt. Für günstig wirkende Lasten muss $\gamma_F = 1,0$ für ständige und $\gamma_F = 0$ für veränderliche Einwirkungen gesetzt werden.

Tab. 5-2 Sicherheits- und Kombinationsbeiwerte für ungünstig wirkende Einwirkungen [1]

	Lastfall (Bezeichnung für Baugrundberechnung)	ständige Last	Hydrostatik		Hydrodynamik		polderseitiger Wasserdruck	Treibgut und Eisstoß	Windlast	Personenlast	Fahrzeuganpralllast
			BHW	Volleinstau	BHW	Volleinstau					
Grundlastfälle	1	$\gamma=1.35$	$\gamma=1.35$		$\gamma=1.35$						
	1	$\gamma=1.35$	$\gamma=1.35$		$\gamma=1.35$				$\gamma=1.35$		
	1	$\gamma=1.35$							$\gamma=1.35$		
	1	$\gamma=1.35$						$\Psi=0.9*1.35$	$\Psi=0.9*1.35$		
	2	$\gamma=1.35$		$\Psi=0.9*1.35$		$\Psi=0.9*1.35$	$\Psi=0.9*1.35$				
	2	$\gamma=1.35$	$\gamma=1.35$		$\gamma=1.35$		$\gamma=1.35$				
	2	$\gamma=1.35$	$\gamma=1.35$		$\gamma=1.35$					$\gamma=1.35$	
	2	$\gamma=1.35$								$\gamma=1.35$	
	2	$\gamma=1.35$						$\Psi=0.9*1.35$		$\Psi=0.9*1.35$	
außer-gewöhnlich	3	$\gamma=1$					$\gamma=1$	$\gamma=1$			

5.4.2 Nachweis Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Es ist der Nachweis zu erbringen, dass die Verformungen Δx unter planmäßigen ständigen und veränderlichen Einwirkungen ein Mindestkriterium von $\Delta x/l$ erfüllen.

Das Mindestkriterium $\Delta x/l$ ist von den eingesetzten Bausystemen insofern abhängig, als die Gebrauchstauglichkeit nach einem Einsatz auch für eine Wiederverwendung systemunterschiedlich sein kann. Dies gilt beispielsweise für Dammbalkensysteme mit Nut- und Federsystem etc. Als Mindestanforderung kann im Allgemeinen $\Delta x/l \leq 1/150$ gelten. Für systembedingte höhere Anforderungen wird $\Delta x/l \leq 1/300$ empfohlen.

Die Teilsicherheitsbeiwerte γ_M und γ_F sowie der Kombinationsbeiwert Ψ für die Lastfallkombinationen sind mit 1,0 anzusetzen. Für günstig wirkende veränderliche Einwirkungen ist $\gamma_F = 0$ anzusetzen.

Außergewöhnliche Einwirkungen erfordern keinen Gebrauchstauglichkeitsnachweis. [1]

5.5 Nachweise der äußeren Standsicherheit

Die gewissenhafte Planung und Überprüfung der äußeren Standsicherheit, stellt eine wesentliche Bedingung für die Funktionsfähigkeit des Schutzsystems dar. Die Ausführung der Fundierung hängt von den jeweiligen geotechnischen Randbedingungen ab. Diese variieren sowohl von Standort zu Standort als auch innerhalb eines Projektes wesentlich. Eine projektspezifische Betrachtung ist daher unumgänglich.

Im Rahmen der geotechnischen Untergrunderkundungen sind je nach Komplexität der Verhältnisse nachfolgende Untersuchungen zu planen:

- direkte Aufschlüsse (Schürfe, Schlitze, Sondierungen etc.),
- Bestimmung der bodenphysikalischen Kennwerte im Labor.

Durch die Untersuchungen muss ausreichend repräsentative Information zur Verfügung stehen, um die geotechnische Stand- und Erosionssicherheit für das System nachzuweisen zu können:

Standsicherheitsnachweise bezüglich der Gründung:

- Grundbruch,
- Kippen,
- Gleiten.

Gebrauchstauglichkeitsnachweise bezüglich der Gründung:

- Verschiebung in der Sohlfläche,
- verträgliche Setzung.

Böschungsstandsicherheit (falls nahegelegene Böschungen vorhanden):

- lokale Standsicherheit,
- globale Standsicherheit.

Im Speziellen ist das Versagen durch Porenwasserdruck oder Sickerwasserströmung zu untersuchen. Es sind folgende Versagensarten zu berücksichtigen:

- Aufschwimmen,
- hydraulischer Grundbruch,
- innere Erosion,
- Erosionsgrundbruch (Piping).

Bei der Planung und Bemessung ist die Beeinflussung bestehender Infrastruktur (Straßen, Rohrleitungen, Kanäle etc.) zu untersuchen.

Detaillierte Informationen zu Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik sind der ÖNORM EN 1997 bzw. ÖNORM B 1997 zu entnehmen.

Die Planung der erforderlichen Untergrunderkundungen sowie die Auslegung der Fundierung sind ausschließlich von Fachleuten durchzuführen.

5.6 Dauerhaftigkeit

Im Rahmen des Nachweises der Dauerhaftigkeit wird sichergestellt, dass Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit während des gesamten Nutzungszeitraumes mit angemessenem Unterhaltungsaufwand gegeben sind. Die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit werden in Abhängigkeit vom Material, von den Einwirkungen, den Umweltbedingungen und der Nutzungsdauer in der jeweiligen Norm für das Ausführungsmaterial definiert. Prinzipiell gilt es, das Tragwerk vor schädlichen Umwelteinflüssen sowie Ermüdungseinwirkungen zu schützen oder auf diese zu bemessen.

- Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken (ÖNORM EN 1992, ÖNORM B 1992).
- Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten (ÖNORM EN 1993, ÖNORM B 1993).
- Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton (ÖNORM EN 1994, ÖNORM B 1994).

- Bemessung und Konstruktion von Holzbauten (ÖNORM EN 1995, ÖNORM B 1995).
- Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken (ÖNORM EN 1999, ÖNORM B 1999 [in Bearbeitung]).

5.7 Herstellernachweise und Überprüfungen

Die normgemäße Bemessung und Herstellung der einzelnen Bauteile müssen vom Hersteller gewährleistet sein. Hinweise zu maximalen Tragfähigkeiten oder erforderlichen geotechnischen Randbedingungen können eventuell durch den Hersteller gegeben werden. Die projektspezifische Anwendbarkeit sowie Nachweise der inneren und äußeren Standfestigkeit müssen von Fachleuten (StatikerInnen, GeotechnikerInnen) erbracht werden. Es wird empfohlen, bei der Herstellung der Bauteile eine objektbezogene Fremdüberwachung durchzuführen.

5.8 Quellen

- [1] Mobile Hochwasserschutzsysteme – Grundlagen für Planung und Einsatz, Merkblatt 6/BWK, Nachdruck, Januar 2011; Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau.
- [2] Mobiler Hochwasserschutz – Systeme für den Notfall, Entscheidungshilfe, März 2004; Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, Bern, Bundesamt für Wasser und Geologie, Biel (Dr. Thomas Egli, Egli Engineering).
- [3] Press, H., Schröder, R.: Hydromechanik im Wasserbau. Ernst W. und Sohn-Verlag, 1992.

6 Behördliche Genehmigung

In diesem Kapitel werden die Bewilligungskriterien erläutert.

In Kapitel 7 „Technische Systeme und deren Einsatzmöglichkeiten“ wird zwischen

- „planmäßigen, ortsgebundenen mobilen Hochwasserschutzsystemen“ und
- „notfallmäßigen, ortsungebundenen mobilen Hochwasserschutzsystemen“

unterschieden.

Diese Abgrenzung ist auch für die wasserrechtliche Beurteilung der Bewilligungspflicht weichenstellend.

Als Bewilligungstatbestände kommen entweder § 41 WRG (Schutz- und Regulierungswasserbauten) oder § 38 WRG (Besondere bauliche Herstellungen) in Betracht.

6.1 Bewilligungspflicht gem. § 41 WRG

§ 41 WRG erklärt alle Schutz- und Regulierungswasserbauten in öffentlichen Gewässern als bewilligungspflichtig.

Unter derlei Bauten sind alle wasserbaulichen Maßnahmen zu verstehen, deren ausschließliche oder hauptsächliche Aufgabe (Zweck) es ist, das Gerinne eines Gewässers zur Abwehr seiner schädlichen Wirkungen zu beeinflussen, die Ufer zu befestigen und das anliegende Gelände vor Überflutungen zu bewahren.

In Rechtsprechung und Lehre wird „in ... Gewässern“ weit ausgelegt; d. h., auch vom Gewässer weiter entfernte Bauten (insbes. auch sogenannte „Sekundärbauten“, also z. B. eine 2. Verteidigungseinrichtung hinter einem Hochwasserschutzdamm) werden von der Bewilligungspflicht umfasst.

Bauten sind „von Menschenhand unter Aufwendung von einem wesentlichen Maß an bautechnischen Fachkenntnissen hergestellte Anlagen, die mit dem Boden in eine gewisse Verbindung gebracht sind“.

Für die Beurteilung der Bewilligungspflicht gem. § 41 WRG ist (neben dem Zweck) demnach diese Voraussetzung besonders bedeutsam.

Zu den einzelnen in Kapitel 7 genannten Systemen, die einer Bewilligungspflicht gem. § 41 WRG unterliegen:

Allgemein umschrieben zählen dazu alle Bauten, die im Boden fixe „Grundelemente“ vorsehen (z. B. Pfeiler/Steher/Einbauten, die im Bedarfsfall mit mobilen Elementen versehen werden oder mobile Elemente aktivieren).

Konkret sind dies folgende Systeme (*siehe Kapitel 7.2*):

- Dammbalken- und Dammtafelsystem,
- Klappsystem,
- aufschwimbare Systeme,
- aufschwimbare, klappbare Systeme,
- Schlauchwehrsysteme und
- Glaswandsysteme.

Beim Torsystem ist zu unterscheiden:

- Ist das Tor direkt in oder an einem Gebäude bzw. in unmittelbarer Nähe eines Gebäudes situiert (Einzelobjektschutz), ist keine Bewilligungspflicht gem. § 41 WRG gegeben.
- Befindet sich das Gebäude allerdings innerhalb des 30-jährlichen HW-Abflussbereiches, ist das Gebäude selbst gem. § 38 WRG bewilligungspflichtig.
- Ist das Tor hingegen in eine von einem Gebäude unabhängige fixe oder mobile HW-Schutzanlage integriert (z. B. Tor zum Passieren einer HW-Schutzmauer), ist das Tor als Bestandteil der gesamten Anlage zu sehen und deshalb gem. § 41 WRG bewilligungspflichtig.

Zu den einzelnen in *Kapitel 7* genannten Systemen, die keiner Bewilligungspflicht gem. § 41 WRG unterliegen:

Bei sämtlichen in *Kapitel 7.3* genannten Bauten fehlt es entweder überhaupt an einer „gewissen Verbindung mit dem Boden“ (z. B. Sandsäcke, Betonkörper, Winkelwandsystem, offene Behälter, Klappsystem), oder es kann davon ausgegangen werden, dass die Verbindung mit dem Boden „kein wesentliches Maß an bautechnischen Fachkenntnissen“ erfordert (z. B. einfaches Tafelsystem, Stellwandsystem, geschlossene Behälter).

Auch beim Erdwall – lediglich allerdings v. a. als Sofortmaßnahme bzw. Notlösung – wird eine Bewilligungspflicht mangels des Erfordernisses von wesentlichen bautechnischen Kenntnissen zu verneinen sein.

Herstellung von Rechtssicherheit

Um Rechtssicherheit im Einzelfall zu erlangen, wird empfohlen, stets bereits in der Planungsphase sämtlicher Vorhaben bzw. in vorausschauenden Betrachtungsszenarien (z. B. bei Erstellung von sogenannten Alarmplänen) die Bewilligungspflicht mit der Wasserrechtsbehörde abzuklären.

Zuständigkeit

Zuständige Wasserrechtsbehörde ist stets die Bezirksverwaltungsbehörde; nur bei Grenzgewässern gegen das Ausland der Landeshauptmann (§§ 98, 99 Abs. 1 lit. a WRG) bzw. bei Eisenbahnbauten die Eisenbahnbehörde (§ 127 WRG).

6.2 Bewilligungspflicht gem. § 38 WRG

Bei allen Maßnahmen, bei denen eine Bewilligungspflicht gem. § 41 WRG nicht gegeben ist (*Kapitel 7.3*), muss (subsidiär) allerdings § 38 WRG beachtet werden.

Nach dieser Bestimmung sind sämtliche Anlagen innerhalb des 30-jährlichen Hochwasserabflussgebietes – unabhängig von ihrem Zweck – bewilligungspflichtig.

Bei einer Bewilligungspflicht gem. § 41 WRG entfällt eine Bewilligungspflicht gem. § 38 WRG.

Der Anlagenbegriff knüpft im Gegensatz zu den Hochwasserschutzbauten nicht am Bauwerksbegriff an (vgl. die Ausführungen in *Kapitel 6.1* zu § 41 WRG), ist also weiter auszulegen.

Bei strenger Auslegung dieser Bestimmung wären sämtliche konservative Systeme und die Sandsackersatzsysteme (*Kapitel 7.3*) bewilligungspflichtig.

Dies kann allerdings im Hinblick auf notfallmäßige Maßnahmen nicht in dieser Bandbreite zutreffen bzw. im Sinne des Wasserrechtsgesetzgebers gelegen sein.

Kriterien für das Vorliegen einer Bewilligungspflicht

Ausschlaggebend für eine Bewilligungspflicht werden daher hier folgende Kriterien sein:

- Ist vorgesehen, das notfallmäßige mobile Hochwasserschutzsystem stets an der gleichen Stelle (z. B. auf einem Weg) und in einem bestimmten Ausmaß (Länge, Höhe) im Hochwasserfall zu errichten (planmäßig, „Projektcharakter“), wird eine Bewilligungspflicht anzunehmen sein.
- Diese Bewilligungspflicht wird zusätzlich dann noch untermauert werden müssen, wenn durch diese konkreten Maßnahmen eine Beeinträchtigung fremder Rechte (z. B. merkliche bzw. messbare Erhöhung der Hochwasserspiegellage) zu erwarten ist.

Rechtssicherheit

Auch hier gilt das bereits in *Kapitel 6.1* zu § 41 WRG Ausgeführte.

Um Rechtssicherheit im Einzelfall zu erlangen, ist stets bereits in der Planungsphase derartiger Vorhaben bzw. in vorausschauenden Betrachtungsszenarien eine Abklärung mit der Wasserrechtsbehörde ratsam.

6.3 Betriebsvorschriften

In allen bewilligungspflichtigen Fällen wird die Ausarbeitung einer entsprechenden Betriebsvorschrift – „Handhabung der konkreten(!) mobilen HW-Schutzmaßnahme“ – Bestandteil des Einreichprojektes selbst bzw. im Bewilligungsbescheid als Vorschreibung gefordert sein.

Auch bei den bewilligungsfreien Fällen ist es ratsam, eine Betriebsvorschrift zu erstellen.

Teil B

Technische Systeme

7 Technische Systeme und deren Einsatzmöglichkeiten

In von Hochwasser betroffenen Regionen, wo natürliche Rückhaltungsmöglichkeiten nicht oder nur in geringem Maße vorhanden sind, kommen technische Hochwasserschutzsysteme wie z. B. Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken zum Einsatz. Besonders kritisch hinsichtlich Hochwasserschutz sind jedoch dicht besiedelte und genutzte Uferzonen im städtischen Bereich und in Industriegebieten zu betrachten, da in diesen Regionen Systeme des technischen Hochwasserschutzes aufgrund ihrer Form und Größe nur bedingt eingesetzt werden können. In diesem Fall kommen vor allem mobile Hochwasserschutzsysteme, teilweise in Kombination mit stationären Systemen, zum Einsatz.

Das folgende Kapitel soll eine Übersicht über die im mobilen Hochwasserschutz verwendeten Systeme, ihre Einsetzbarkeit in verschiedenen Szenarien und die zugrunde liegende Logistik geben.

7.1 Allgemeines

7.1.1 Definition

Mobile Hochwasserschutzsysteme umfassen Konstruktionen aus Stahl, Leichtmetall, Holz und Kunststoff, mit denen temporär wasserdichte Konstruktionen hergestellt werden können, durch die sich Bereiche eines Überschwemmungsgebietes von einem definierten Hochwasser freihalten lassen. Sie werden nur für die Dauer des Hochwasserereignisses aufgestellt. Damit unterscheiden sie sich grundlegend von konventionellen Hochwasserschutzanlagen wie Deiche und Mauern, die fest in die Umgebung integriert sind und daher ihre Schutzfunktion dauerhaft erfüllen.

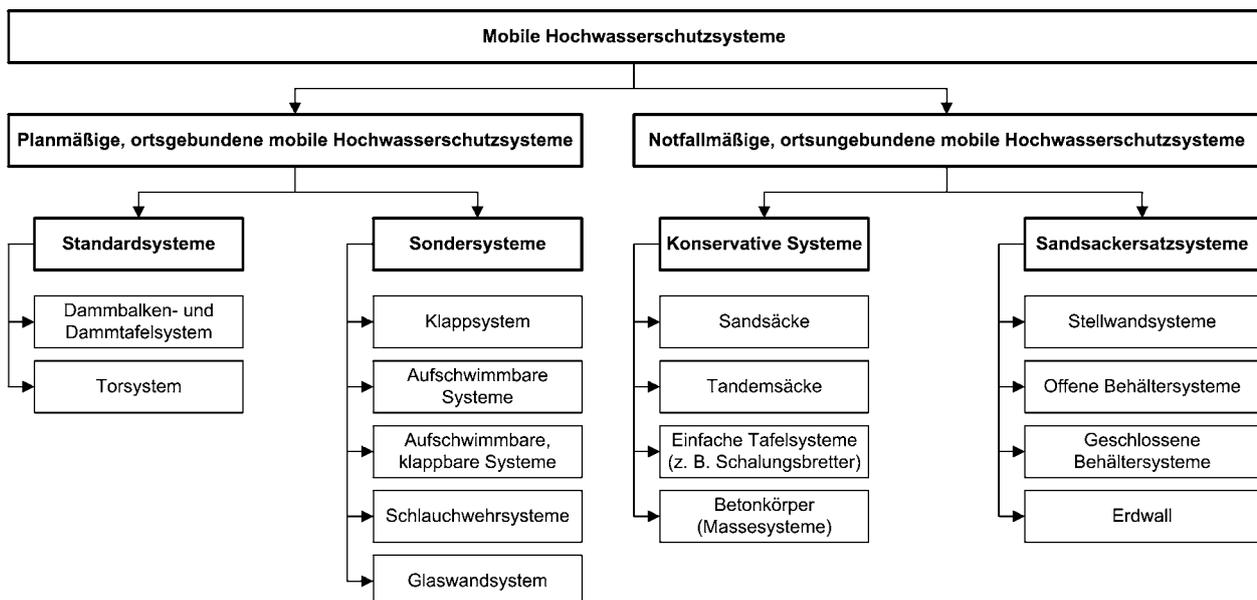


Abb. 7-1 Schematische Darstellung der mobilen HW-Schutzsysteme (in Anlehnung an BWK-Merkblatt 6)

7.1.2 Einteilung und Klassifizierung mobiler HW-Schutzsysteme

Mobile Hochwasserschutzsysteme lassen sich in planmäßige, ortsgebundene und notfallmäßige, ortsungebundene mobile Schutzsysteme unterteilen:

Planmäßige, ortsgebundene mobile Schutzsysteme sind jene Konstruktionen, die für Einsätze an einem bestimmten Ort vorgesehen sind. Sie werden für ihren Einsatzort bemessen und geplant und können somit im Katastrophenfall nicht anderwärtig eingesetzt werden. Obwohl es sich hier

um mobile Bestandteile des Hochwasserschutzes handelt, erfordern sie vor Ort dauerhafte Maßnahmen, um eine kraftschlüssige Verbindung mit dem Untergrund zu sichern.

Notfallmäßige, ortsungebundene mobile Schutzsysteme sind im Gegensatz zu planmäßigen nicht auf diese dauerhaften Vorkehrungen angewiesen und somit auch nicht ortsbezogen. Sie kommen hauptsächlich dann zum Einsatz, wenn das Bemessungshochwasser den vorhandenen Hochwasserschutz übersteigt. Sie sind somit außerplanmäßige Maßnahmen. Ihr Einsatzbereich befindet sich folglich überwiegend im Katastrophenschutz. Teilweise werden sie auch zur Überbrückung während der Planungs- und Genehmigungsdauer für planmäßige Hochwasserschutzsysteme verwendet.

7.1.3 Anwendungsbereiche des mobilen HW-Schutzes

Man unterscheidet aus der Sicht der Raumordnung je nach Nutzung der zu schützenden Flächen folgende Anwendungsbereiche:

- Schutz bestehender Gebäudekomplexe,
- Einzelobjektschutz und
- Schutz unbebauter Flächen.

7.2 Planmäßige, ortsgebundene mobile HW-Schutzsysteme

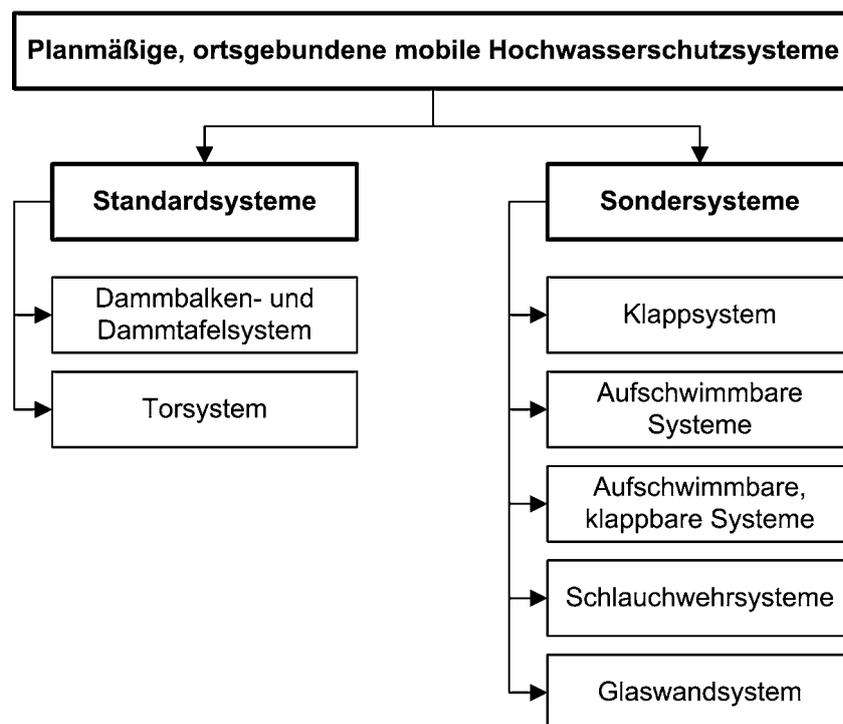


Abb. 7-2 Einteilung der planmäßigen, ortsgebundenen mobilen HW-Schutzsysteme (in Anlehnung an BWK-Merkblatt 6)

Planmäßige, ortsgebundene mobile Hochwasserschutzsysteme sind immer Bestandteil einer Gesamtanlage des technischen Hochwasserschutzes. Diese umfasst neben den oberirdischen Schutzeinrichtungen (stationär und mobil) auch Maßnahmen der Untergrundabdichtung, der Hinterlandentwässerung und Begleitdrainagen.

Eine Unterscheidung nach Art der Verwendung erfolgt prinzipiell nach folgenden Gesichtspunkten:

- punktförmig (verriegeln von Deich- und Mauerscharten),
- linienförmig (z. B. direkt auf der GOK),
- linienförmig auf einem stationären Hochwasserschutzsystem.

Diese Systeme bergen ein höheres Risiko als stationäre Schutzsysteme, da für sie erst die Betriebsbereitschaft hergestellt werden muss, ehe ihre Schutzfunktion wirksam wird. Deshalb sollte hier das Minimierungsgebot zur Anwendung kommen, d. h., dass der Anteil an planmäßigen mobilen Schutzsystemen zu stationären Schutzsystemen minimal gehalten werden soll. Meist existieren Möglichkeiten, sie auf festen Bauteilen im Landschaftsbild mit einzubinden. Planmäßige mobile Hochwasserschutzsysteme übernehmen hier dann bestimmte Funktionen wie Sockel- oder Brüstungsmauern oder werden bewusst als Trennelemente eingesetzt.

7.2.1 Standardsysteme des planmäßigen, ortsgebundenen mobilen HW-Schutzes

7.2.1.1 Dammbalken- und Dammtafelsystem

Diese beiden Dammsysteme unterscheiden sich lediglich durch den unterschiedlichen Aufbau ihrer mobilen Wände. Ihre Fundamente, das Konstruktionsprinzip und auch die Art und der Aufbau ihrer Abstützungen sind hingegen ident. Beim Dammbalkensystem bilden übereinander gesetzte Balken die mobile Hochwasserschutzwand. Die senkrechten bzw. schrägen Wände werden seitlich an Wandstützen (Halterungen od. Wandanschlussprofile) und zwischen festen oder mobilen Mittel- und Eckstützen eingesetzt. Mittel- und Eckstützen werden mittels Ankerplatten mit dem Untergrund verbunden. Beim Dammtafelsystem werden anstelle von einzelnen Dammbalken Flächenelemente – sogenannte Dammtafeln oder Dammplatten – verwendet. Diese Tafeln bzw. Platten besitzen bereits die volle Schutzhöhe. Sie werden nicht wie die Dammbalken übereinander geordnet, sondern einfach nebeneinander gereiht und durch eine Hinterstützung gehalten. Als tragende Elemente dieser Stützen, Balken oder Tafeln kommen vor allem Aluminium, Stahl und Edelstahl zum Einsatz. Als Dichtungen werden in der Regel Kunststoffe verwendet.



Abb. 7-3 Dammbalkensystem im Hochwasserfall (Fotos: Amt der NÖ Landesregierung)

Dammbalken- und Dammtafelsysteme werden bis zu einer Wandhöhe von 5 m eingesetzt. Die Stützweite ist vor allem von der Systemhöhe und der Durchbiegung abhängig. Am häufigsten werden Stützweiten zwischen 3 und 4 m verwendet, es sind aber Stützweiten bis maximal 6 m möglich. Ab einer Höhe von etwa 1,50 m beanspruchen diese mobilen Hochwasserschutzsysteme eine zusätzliche Rückabstützung, als Ausnahmefall sind hier schräge Dammbalkensysteme zu nennen.



Abb. 7-4 Dammbalkensystem (Foto: Wernerconsult)

Ab einer Höhe von 3 m sind jedoch auch bei schrägen Dammbalkensystemen zusätzliche Maßnahmen (verstärkter Anker, Bodenplatte, Stützen mit Knotenblechverstärkungen) erforderlich. Für die Rückabstützung wird oft eine Strebe mit der Stütze verschweißt oder über eine Bolzenverbindung befestigt. Der Fuß der Abstützung kann verstellbar mit einer Spindelplatte oder als starre Bolzenverbindung zum Fundament hin hergestellt sein.

Das System wird komplett auf- und abgebaut. Das Gewicht hängt neben der Materialwahl vor allem von der Systemhöhe ab.



Abb. 7-5 Aufbau eines Dammbalkensystems in Linz (Fotos: Magistrat der Stadt Linz)

7.2.1.2 Torsystem

Torsysteme dienen als Absperrvorrichtungen für Öffnungen in Wänden oder Straßendämmen und werden – ein- oder mehrteilig – wasserseitig vor bzw. in der Öffnung montiert. Man unterscheidet gemäß ihrer Bauweise zwischen:

- Schutztoren aus Dammbalken bzw. Dammtafeln,
- klappbaren Schutztoren und
- aufschwimbaren Schutztoren.

Aufgrund ihrer Funktionsweise werden sie wie folgt unterteilt:

- Schiebetor,
- Schwenk- bzw. Stemmtor,
- Hubschwenktor,
- Senktor und
- Klapptor.

Für Schutztore kommen hauptsächlich verzinkter Stahl oder Edelstahl zur Anwendung, bei kleineren Schutztoren wird Aluminium verwendet. Beim Torblatt handelt es sich meist um eine doppelwandige Stahlschweißkonstruktion. Die innere Aussteifung und die Blechstärke sind gemäß dem jeweiligen Bemessungshochwasserdruck auszulegen. Als Dichtung kommen Kunststoffe zum Einsatz. Der Einsatzbereich dieses mobilen Hochwasserschutzsystems ist in erster Linie der Verschluss von Öffnungen, z. B. bei Brücken, Dämmen, in Gebäuden oder bei stationären Hochwasserschutzeinrichtungen. Die Stauhöhen der Schutztore ergeben sich aus der lokalen Lage. Torsysteme können jedoch nicht für einen linienhaften Hochwasserschutz verwendet werden.

Je nach Ausführung des Schutztores kann es innerhalb einer Öffnung als

- allseitig wasserdichtes Tor,
- auf der Wasserseite des Bauwerkes als allseitig oder dreiseitig dichtend
- oder, falls auf der Wasserseite zu wenig Platz vorhanden ist, auf der Binnenseite des Bauwerkes

hergestellt bzw. angeordnet werden.

Man unterscheidet je nach Konstruktion zwischen folgenden Schutztortypen:

Schiebetor

Ein Schiebetor wird in der Regel auf schienengeführten Rollen gelagert, in seltenen Fällen verwendet man Boden- und Wandschienen. Sie werden entweder manuell oder mechanisch vor die Verschlussöffnung gerollt und befestigt. Der vorhandene Wasserdruck wird über die Schienen im Boden und der Wand an die Fundamente weitergeleitet.

Schwenk- bzw. Stemmtor

Im Notfall kann das einflügelige Schwenktor bis zu 180° geöffnet werden. Es wird nach Bedarf vor die zu verschließende Öffnung geschwenkt und abgeriegelt. Im Gegensatz dazu besitzt das Stemmtor zwei Torflügel, die beim Schließen zueinander geschwenkt werden. Im Bodenbereich wird für die Dichtung eine Schwelle oder Anschlagschiene angebracht. Der durch Hochwasser steigende Wasserdruck wirkt sich positiv auf die Dichtwirkung aus, da durch ihn der Anpressdruck erhöht wird. Die Wasserdruckableitung erfolgt über die zwei Torflügel auf die vorhandene Tragkonstruktion. Stemmtore können im Normalfall bis zu 90° geöffnet werden.



Abb. 7-6 Schwenktor (Fotos: DHK)

Hubschwenktor

Dieser Tortypus kommt zum Einsatz, wenn beim Wunsch nach allseitiger Dichtung keine Schwelle in den Boden eingearbeitet werden kann. Es besteht aus einem Torflügel und kann im Normalfall bis zu 180° geöffnet und ein wenig angehoben werden. Im Hochwassereinsatz wird das Tor in die zu verschließende Öffnung geschwenkt und durch eine Hubvorrichtung in eine Bodenrinne herabgesetzt. Außerhalb eines Hochwassereinsatzes ist die Bodenrinne durch eine Metallabdeckung verschlossen. Nachdem das Schutztor herabgesenkt wurde, wird es mit Gewindespindeln an der Torzarge verriegelt, dadurch wird die an dem Tor befestigte Gummiprofildichtung angepresst.



Abb. 7-7 Hubschwenktor (Fotos: Blobel Umwelttechnik GmbH)

Senktor

Außerhalb eines Hochwasserereignisses wird das Tor oberhalb der Toröffnung befestigt. Im Einsatzfall wird dieses Senktor in vertikal eingelassenen Führungsschienen heruntergelassen.

Klapptor

Das Klapptor ist wie ein Garagentor oberhalb der Öffnung befestigt und wird mit einem hydraulischen Gestänge oder einer Gasdruckfeder bei einem Öffnungswinkel von 90° gehalten. Im Hochwasserfall wird es hydraulisch bzw. manuell abgesenkt und verriegelt. Auch hier wird wie beim Hubschwenktor eine Gummiprofildichtung verwendet.

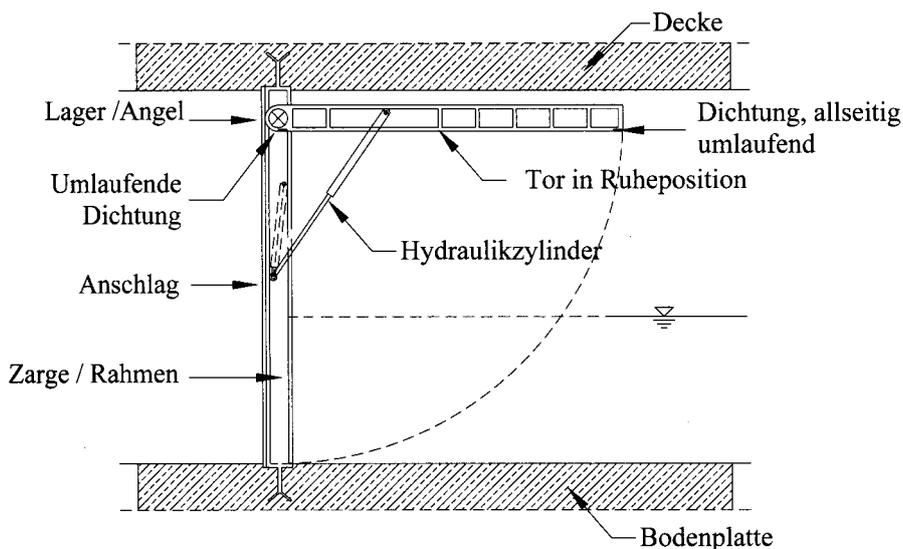


Abb. 7-8 Geöffnetes Klapptor (Quelle: BWK-Merkblatt 6)

7.2.2 Sondersysteme des planmäßigen, ortsgebundenen mobilen HW-Schutzes

7.2.2.1 Klappsystem

Generell sind klappbare Systeme im Untergrund fix eingebaut. Kommen diese Systeme nicht zum Einsatz, liegen sie in vertieften Auflagebrettern im Untergrund, sodass ein planer Übergang zwischen Gelände und Wandrückseite gegeben ist. Dank zusätzlicher Verstärkungen können diese Wände auch mit Fahrzeugen befahren werden. Im Einsatzfall werden sie entweder manuell oder maschinell in die Vertikale geklappt, wobei sie mit Wandauflagern bei angrenzenden Bauwerken abschließen.



Abb. 7-9 Klappwand (Foto: Amt der NÖ Landesregierung)

Als Material wird vorwiegend Aluminium und Edelstahl, aber auch Stahlbeton mit Oberflächengestaltung verwendet. Als Dichtung werden chemisch beständige Kunststoffe und Gummimischungen verwendet. Klappbare Wände können aus unbegrenzt aneinander gereihten Elementen in unterschiedlichen Längen bestehen. Es gibt hier keine maximale Stützweite. Wird das Klappenelement manuell hochgeklappt, ergibt sich hier eine maximale Systemhöhe zwischen 1,0 und 1,5 m. Dieses Maß ergibt sich aus der Vorgabe, dass die Elemente im Einsatzfall noch von Personen manuell be-

wältigt werden können. Aus demselben Grund pendeln sich die Systemlängen ebenfalls zwischen 1,0 und 1,5 m ein. Erfolgt das Aufklappen maschinell, können die Systemhöhe bis 5 m und die Systemlänge bis zu 10 m betragen. Um bei diesem mobilen Hochwasserschutzsystem die Gefahr eines Gesamtsystemversagens („Dominoeffekt“) zu minimieren, versucht man jedoch, längere Systemabschnitte zu vermeiden. In der Regel erfolgt bei langen Abschnitten eine Kombination mit stationären Hochwasserwänden.



Abb. 7-10 Klappwand im Einsatz und in Normalposition, Oberfläche der Umgebung angepasst (Fotos: Blobel Umwelttechnik GmbH)

7.2.2.2 Aufschwimbare Systeme

Bei dieser Systemart werden wasserdichte, selbst aufschwimmende Hohlkörper, die mit der Pontontechnik im Schiffsbau vergleichbar sind, als Wandelemente verwendet. Die Wandelemente werden in einer kanalähnlichen Bodenkammer im Untergrund gruppiert. Im Ruhezustand schließt die Oberkante des aufschwimmenden Systems mit der Geländeoberkante eben ab. Sie wird mit einer Kopfplatte geschützt. Im Einsatzfall füllt sich der Hohlkörper, der mit einem Füllrohr verbunden ist, mit dem ansteigenden Wasser. An der Kammerwand sind Schienen befestigt, an denen sich die mobile Hochwasserschutzwand ähnlich einem Ponton aufrichtet. Ist die volle Stauhöhe erreicht, wird durch eine horizontale Dichtbahn am oberen Kammerrand abgedichtet. Mit steigendem Wasserdruck steigt somit auch der Anpressdruck der Dichtung. Die Erstellung der erforderlichen Bodenkammer macht bei diesem mobilen Schutzsystem aufwendige Tiefbauarbeiten erforderlich. Für die Hohlkörper werden meist korrosionsgeschützter Stahl und Kunststoffe verwendet. Alternativ gibt es Systeme aus gelemtem Holz. Die Bodenkammer wird entweder aus Stahlbeton vor Ort gebaut oder es werden Stahlbetonfertigteile bzw. korrosionsgeschützter Stahl verwendet. Als Dichtung kommen verschiedene Kunststoffe oder Spezialgummimischungen zur Verwendung.

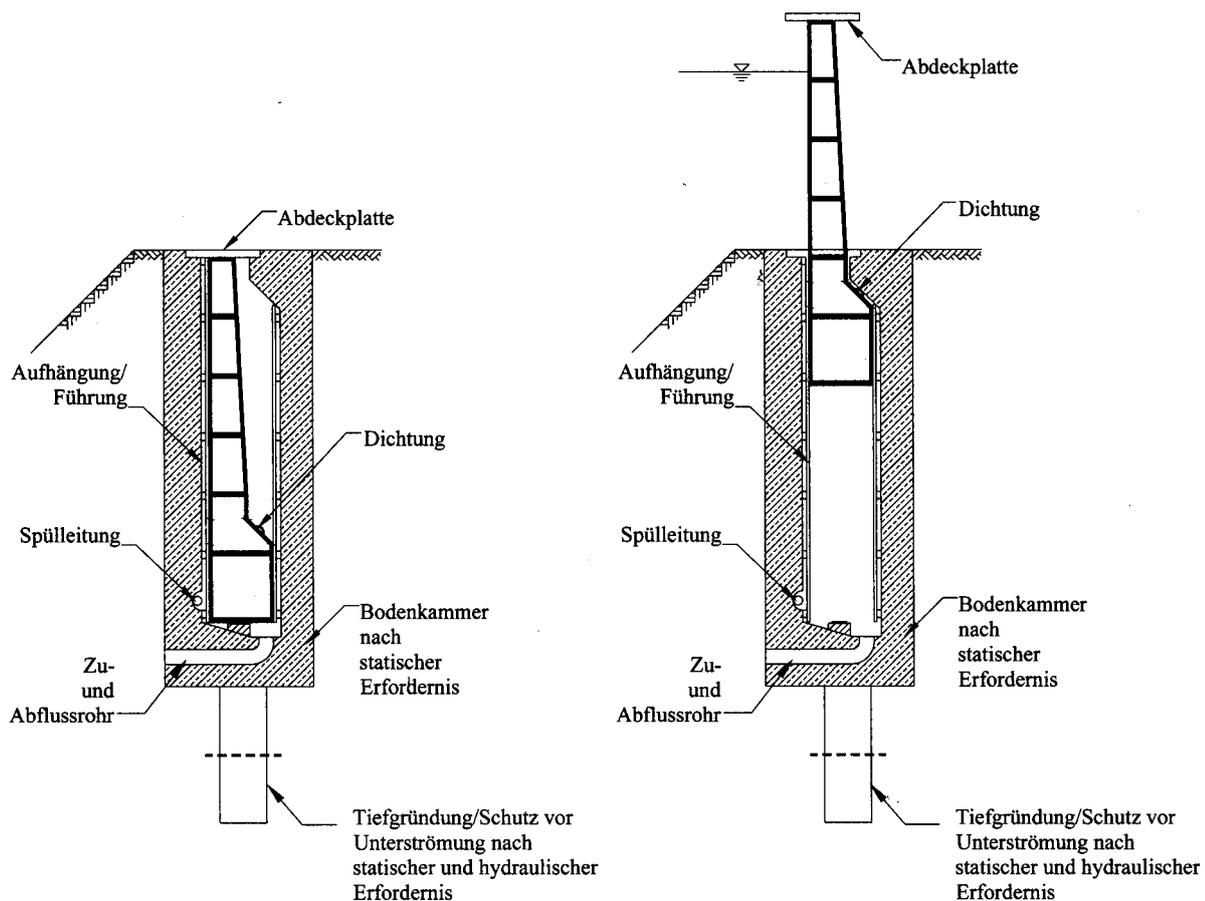


Abb. 7-11 Ruhe- und Einsatzzustand eines aufschwimmenden Systems (Quelle: BWK-Merkblatt 6)

Ein aufschwimmendes Wandsystem kann sich aus mehreren aneinander reihbaren, aufschwimmenden Wandelementen zusammensetzen. Es gibt sie in unterschiedlichen Längen und Stauhöhen. Die Längen der Einzelwandelemente gehen von 1,0 – 18,0 m. Systemhöhen bis 5,0 m sind möglich. Die einzelnen Wandteile werden miteinander verkoppelt und an Auflagern angeschlossen und abgedichtet.

Problematisch kann der Einsatz bei Vereisung, Versandung oder Verschlammung werden. Bei diesem Hochwasserschutzsystem ist zudem mit einem großen Unterhaltsaufwand zu rechnen

7.2.2.3 Aufschwimbare, klappbare Systeme

Aufschwimbare, klappbare Schutzsysteme sind analog zu Klappsystemen vor Ort im Untergrund befestigt. Im Normalfall, also außerhalb eines Hochwasserereignisses, liegt dieser Schutzwandtyp auf hierfür gefertigten Auflagebrettern. Die Rückseite der Wand und das umgebende Gelände liegen somit auf einer Ebene. Dank einer konstruktiven Verstärkung kann die oben liegende Wandseite mit Fahrzeugen befahren werden. Die einzelnen Wandelemente sind entweder vollständig oder teilweise als aufschwimbare Hohlkörper ausgeführt. Kommt es zu einem Hochwasserfall, wird durch eine unterirdische Leitung Wasser in das Bodenbett geleitet. Die aufschwimbare Klappwand beginnt nun zu steigen, bis sie in der Senkrechten steht. Nach Sinken des Hochwassers kehren die Wandelemente von allein in ihre Ausgangssituation zurück. Als Material wird hier korrosionsfester Stahl und Kunststoff verwendet. Das Auflagerbett wird entweder aus Ortbeton oder Stahlbetonfertigteilen hergestellt.

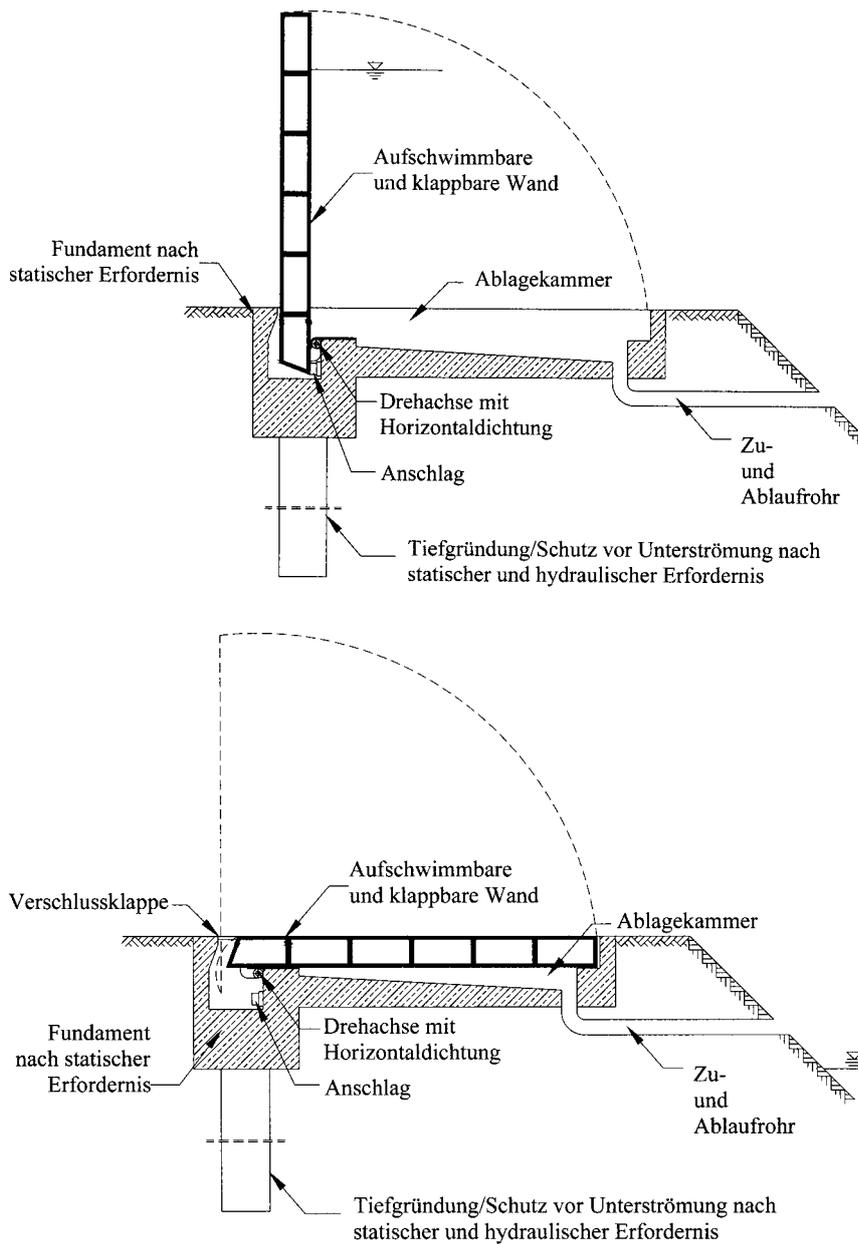


Abb. 7-12 Aufschwimmendes, klappbares Wandsystem, im Einsatz und Ruhezustand (Quelle: BWK-Merkblatt 6)

7.2.2.4 Schlauchwehrsysteme

Vereinfacht dargestellt wird bei Schlauchwehrsystemen ein Gummischlauch als planmäßiger mobiler Hochwasserschutz verwendet. Er wird bei einem Hochwasserereignis entweder mit Luft oder Wasser befüllt. Im Ruhezustand ist der Schlauch in einer speziellen Bodenkammer mit einer befahrbaren Abdeckung fest eingebaut. Im Hochwasserfall wird die Abdeckung entfernt und der Schlauch durch eine unterirdische Leitung befüllt. Der Schlauch ist am Kammerboden mittels Schienen befestigt. Ist der Schlauch aufgefüllt, werden die Seitenteile mittels Schienen an Wandauflagern (Mauer, Gebäude etc.) befestigt.

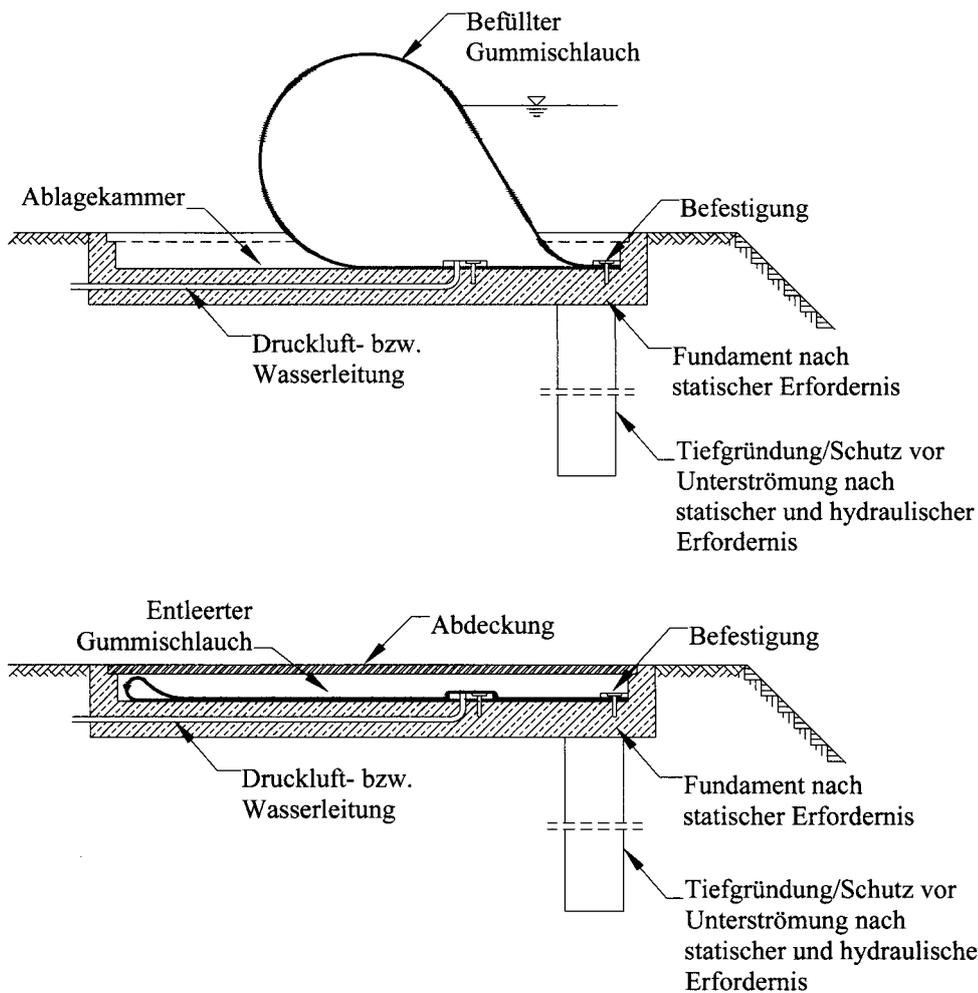


Abb. 7-13 Schlauchwehrsystem im Hochwasser- und Normalfall (Quelle: BWK-Merkblatt 6)

Für das Befüllen, Entleeren und die ständige Druckkontrolle der Schläuche im Einsatz ist ein Schaltschrank mit einem speziellen Regulierungssystem erforderlich. Dieses mobile Hochwasserschutzsystem eignet sich vor allem bei kurzen Vorwarnzeiten und einer häufigen Wiederkehrrate.

Als Schlauchmaterial wird ein robustes Gummigewebe, für die Halteschienen und Schrauben korrosionsgeschützter Stahl verwendet. Die Fundamente werden aus Stahlbeton hergestellt.

Der Einsatzbereich dieses Systems liegt zwischen 0,4 m und 6 m Stauhöhe. Die Gesamtbreite eines einteiligen Schlauchsystems kann bis zu 150 m betragen.

7.2.2.5 Schlauchsystem mit mehr als zwei Schläuchen: Kofferwehr

Bei diesem System kommen mehrere kleine Schläuche zum Einsatz, die pyramidenartig neben- und übereinander angeordnet werden. Die Schläuche sind ortsfest und werden mittels Wasser befüllt. Die Kunststoffschläuche sind mit dem Untergrund verbunden. Sie dichten gegen diesen ab. Es muss eine Vertiefung vorhanden sein, die die entleerten Schläuche aufnehmen kann. Das pyramidenartige Schlauchsystem ist mit einem Kunststofftextil ummantelt, in das ein Stahlgewebe integriert ist. Dadurch sollen Beschädigungen minimiert werden. Auf der Spitze des Schlauchsystems befindet sich die Abdeckung, die das Schlauchsystem schützt, wenn es in der Bodenkammer zusammengefasst verstaut wird. Die Befüllung des Schutzsystems erfolgt wie bereits erwähnt mit Wasser. Durch eine Mauer wird das Unterströmen des Schlauchsystems weitgehend verhindert. Der Vorteil dieses Systems liegt darin, dass es – falls ein Schlauch beschädigt wird – zu keinem

Totalversagen der gesamten Schutzanlage kommt. Es kann nur zu einer Verringerung der Höhe und infolgedessen zu einer geringeren Stauleistung kommen. Ein Gesamtversagen tritt nur dann auf, wenn sämtliche Schläuche beschädigt sind und in sich zusammenfallen. Bei diesem System ist eine Reparatur im Einsatzfall nicht möglich. Für diese Art der mobilen Hochwasserschutzelemente ist keine Reinigung nach einem Einsatzfall notwendig, es werden jedoch große Wassermassen für die Befüllung benötigt.

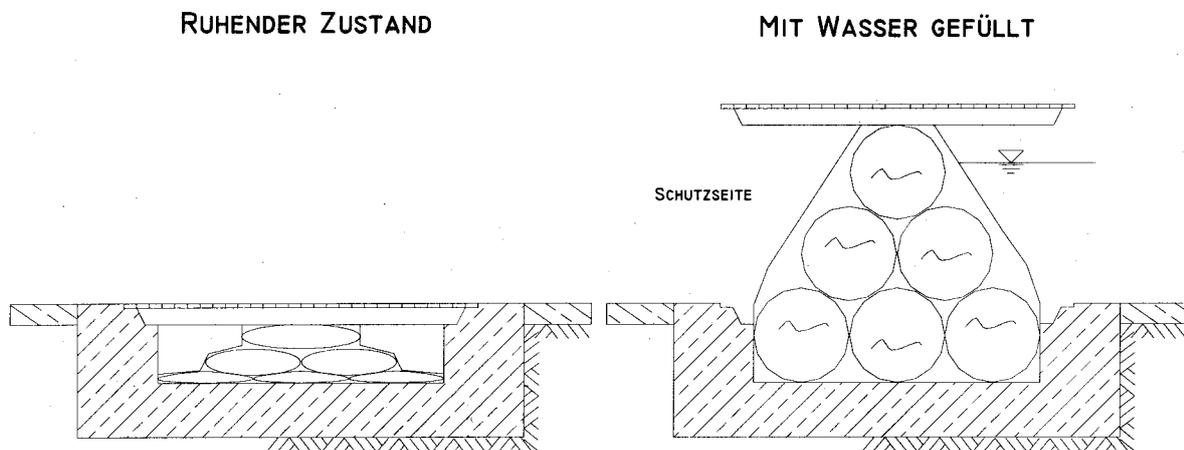


Abb. 7-14 Darstellung eines Kofferwehrs (Quelle: BMLFUW, Hochwasserschutz mit Mobilelementen – Studie)

7.2.2.6 Glaswandsysteme

Bei diesem Hochwasserschutzsystem handelt es sich im Gegensatz zu den anderen Systemen um ein stationäres Schutzsystem, das vor allem wegen seiner Optik eingesetzt wird. Zusätzlich erfüllt das Glaswandsystem noch die Funktionen des Wind- und Lärmschutzes.

Da Glaswandsysteme – wie normale Fensterscheiben – verschmutzen, bedürfen sie einer regelmäßigen Pflege und Wartung und bei ungünstiger Sonneneinstrahlung können sie zu Blendungen im Straßenverkehr führen. Glaswandsysteme sollten dann verwendet werden, wenn aus logistischen Gründen kein planmäßig mobiles Hochwasserschutzsystem angewendet werden kann.

Die Ausführung dieser Schutzwand kann entweder senkrecht oder schräg erfolgen. Es besteht aus Flachglaselementen, die linienförmig zwischen Stützen angeordnet sind. Als Material kommt ein mehrschichtiges Verbundglas zur Anwendung. Das Glaswandsystem kann bis zu einer Stauhöhe von 1,20 m zum Einsatz kommen, die Stützweiten sind mit max. 3 m begrenzt.



Abb. 7-15 Aufstockung einer Schwergewichtsmauer mit einem 40-cm-Glaswandsystem in Köln-Westhoven am Rhein, um den geforderten Schutzgrad zu erreichen (Fotos: Stadtentwässerungsbetriebe Köln/Peter Jost)

7.3 Notfallmäßige, ortsungebundene mobile HW-Schutzsysteme

Der notfallmäßige, ortsungebundene mobile Hochwasserschutz wird als Ergänzung zum planmäßigen, ortsgebundenen mobilen Hochwasserschutz eingesetzt. Bisher wurden für einen Linienschutz oder zum Schließen von Lücken in der Hochwasserschutzlinie hauptsächlich Sandsäcke verwendet. Der Einsatz von Sandsäcken bringt aber auch Nachteile mit sich, nämlich:

- hoher Personalaufwand und hoher Materialverbrauch,
- lange Aufbauzeiten,
- sehr beschränkte Stauhöhen,
- meist nicht wiederverwendbar,
- hohe Entsorgungskosten bei Kontaminationen.

Daher wurden Alternativsysteme entwickelt, die ebenso wie der Sandsack ortsungebunden sind und auch im Katastrophenfall provisorischen Schutz für Menschen und Güter sicherstellen können. Mit den notfallmäßigen, ortsungebundenen mobilen HW-Schutzsystemen lassen sich Ausuferungen geringer Intensität meist vermeiden. Der Einsatz dieser mobilen Hochwasserschutzsysteme bietet sich vor allem bei einer kurzen Vorwarnzeit an. Bei großen Überflutungstiefen, bei hoher Intensität (Wellenschlag, große Treibgutdichte, Geschiebebetrieb, Fließgeschwindigkeit) ist ihr Einsatz jedoch beschränkt.

Im Katastrophenfall werden die Systeme des Katastrophen-HW-Schutzes notfallmäßig ohne umfassende Kenntnisse über den Einsatzort an den jeweiligen Ort der Katastrophe zum Einsatz gebracht.

Teilweise werden sie auch geplant eingesetzt, d. h., die Einsatzleitung kennt den Einsatzort und besitzt umfassende Kenntnisse über seine lokalen Gegebenheiten. Hier bilden sie dann eine sogenannte zweite Verteidigungslinie, z. B. wenn die planmäßige Hochwasserschutzanlage droht überströmt zu werden oder auch als Übergangslösung, bis die planmäßige HW-Schutzanlage vor Ort fertig gestellt ist.

Das Risiko des Versagens durch z. B. Montage- oder Aufstellfehler und somit eine eingeschränkte Funktionalität sind beim notfallmäßigen Einsatz generell wesentlich größer als bei planmäßigen Einsätzen. Man versucht, dieses Risiko mit dem Einführen maximaler Schutzhöhen zu reduzieren, d. h., ab einer gewissen Schutzhöhe wird ein notfallmäßiger Einsatz nicht mehr empfohlen. Darüber hinausgehende Schutzhöhen sind je nach Hersteller möglich, sollten aber in jedem Fall einer expliziten Risikobetrachtung unterzogen werden.

Um dieses Risiko zu minimieren, werden in der Fachliteratur [1] Schutzhöhen bei notfallmäßigen mobilen Hochwasserschutzsystemen von 0,60 bis max. 1,20 m empfohlen. Höhere Schutzgrade sollten mit einem städtebaulich verträglichen, stationären Hochwasserschutz und einem wirtschaftlich vertretbaren planmäßigen mobilen Hochwasserschutz erreicht werden.

Tab. 7-1 Unterschiede zwischen einem notfallmäßigen und einem geplanten notfallmäßigen Einsatz (nach BWK-Merkblatt 6)

	notfallmäßiger Einsatz	geplanter, notfallmäßiger Einsatz
Einsatzort	unbekannt	bekannt
Vorwarnzeit	ausrücken bei Alarmierung	Vorwarnung od. Alarmierung
Systemauswahl	verfügbares System	Systemauswahl vor Einsatz
Bemessung/Lastfälle	keine Bemessung	Bemessung
Systemaufbau	durch Einsatzleiter vor Ort	lt. Notfallplan
Einbaukontrolle	empfohlen	notwendig
Schutzzonen	empfohlen	notwendig
Kontrollgänge	notwendig	notwendig
Systemabbau	lt. Einsatzleiter	lt. Notfallplan
Empfohlene max. Schutzhöhe	0,6 m	1,2 m

Grundsätzlich werden beim notfallmäßigen, ortsungebundenen mobilen Hochwasserschutz zwei Gruppen von Schutzsystemen unterschieden. Die konservativen Systeme (Sandsäcke, Tandemsack, einfache Tafelsysteme und Betonkörper) sowie die neu entwickelten Sandsackersatzsysteme, die man in Stellwandsysteme, sowie offene und geschlossene Behältersysteme und Erdwälle unterteilen kann.

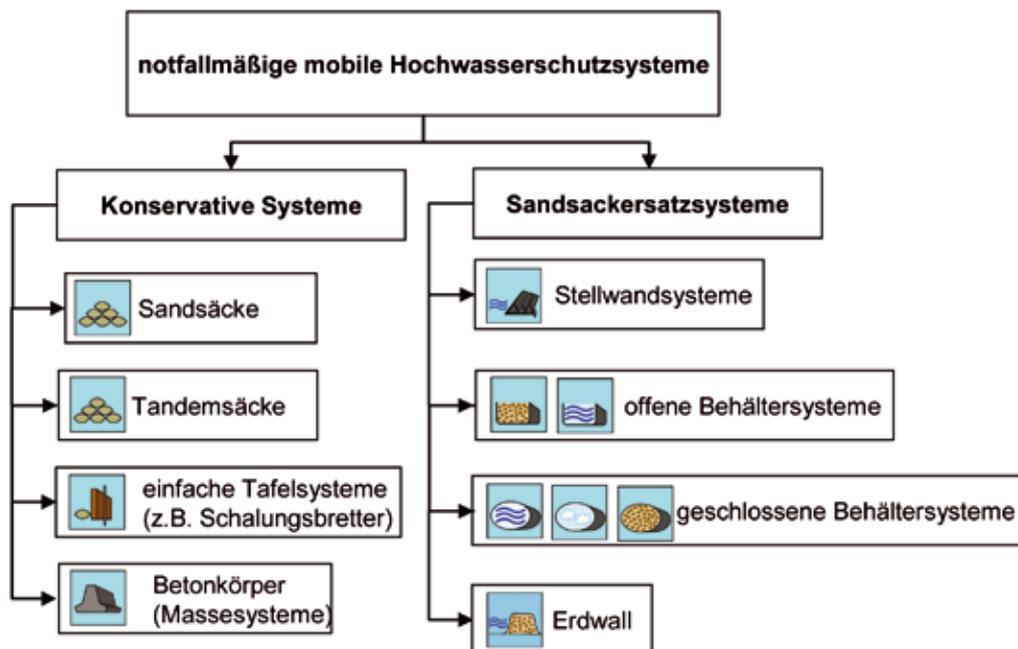


Abb. 7-16 Systeme des notfallmäßigen, ortsungebundenen mobilen HW-Schutzes

7.3.1 Konservative Systeme

7.3.1.1 Sandsäcke



Das gängigste in den letzten Jahrzehnten zum Einsatz gekommene notfallmäßige, ortsungebundene mobile Hochwasserschutzsystem ist der Sandsack.

Die für ihn verwendeten Materialien sind meist Jute, aber auch Kunststoffe (Polypropylen). Sie sind mit Sand befüllt und werden am Einsatzort zu einem Damm aufgestapelt. Durch ihr Eigengewicht

entsteht eine annähernd dichte Wand. Die Dichtheit kann zudem durch Ein- bzw. Darüberlegen zusätzlicher Kunststofffolien erhöht werden.

Die Sandsäcke werden im Hochwasserfall einfach manuell dammartig aufgeschichtet. Um ihre Standsicherheit zu erhöhen, werden die Sandsäcke abwechselnd in Längs- bzw. Querrichtung gestapelt. Durch sorgfältiges Aufschichten kann eine Schutzhöhe von 1,0 m, mit sehr großem Aufwand auch bis zu 2,0 m erreicht werden.



Abb. 7-17 Aufbau eines Sandsackwalls (Fotos: BFKDO Gänserndorf)

Sandsäcke sind sehr flexibel einsetzbar. Sie werden ebenso beim örtlichen Objektschutz in kleinen Ausmaßen (Toreinfahrten, Kellerfenster, Türöffnungen), aber auch als beliebig langer Schutzdamm zum Schutz größerer Bereiche, wie bei einem Gebäudekomplex oder ganzen Straßenzügen eingesetzt. Zusätzlich kann ein bestehender stationärer Hochwasserschutz wie Deiche, Dämme und Mauern durch Aufstockung mit Sandsäcken erhöht werden. Hier ist jedoch auf die Standsicherheit des stationären Schutzsystems zu achten.

Zudem können Sandsäcke auch verwendet werden, um das Versagen eines bestehenden Hochwasserschutzsystems zu vermeiden:

- Sicherung durchweichter Dämme und Deiche.
- Aufschichten von Sandsäcken auf der luftseitigen Böschung, um Damm- bzw. Deichbruch zu verhindern.
- Schließen von Damm- und Deichbrüchen nach Systemversagen.

Sandsäcke werden auch gemeinsam mit nachfolgend beschriebenen Systemen verwendet. Über die Systeme werden zudem Kunststofffolien gelegt, die dann auf der Wasserseite durch Sandsäcke am Systemfuß beschwert werden.

Ein Hauptproblem bei der Verwendung von Sandsäcken ist – wie bereits erwähnt – die hohe Zahl an erforderlichen Einsatzkräften.

Für das Befüllen von 3 000 Sandsäcken innerhalb einer Stunde (ohne maschinelle Hilfe) werden rund 50 Personen benötigt.

Die manuelle Befüllung kann durch spezielle Befüllungsmaschinen beschleunigt werden.



Abb. 7-18 Sandsackbefüllmaschine der Donauhochwasserschutzkonkurrenz (DHK) (Fotos: DHK)

Verwendete Sandsäcke sind z. B. wegen Kontamination (Öl, Beschädigung) selten wiederverwendbar und müssen gegebenenfalls fachgerecht entsorgt werden.

Tab. 7-2 Notwendige Anzahl an Sandsäcken zur Erstellung eines Linienschutzes auf 100 Laufmetern mit unterschiedlichen Höhen (nach BWK-Merkblatt 6)

Höhe	Lage zur Fließrichtung	Größe der Sandsäcke	
		30 x 60	40 x 70
10 cm	quer	500	400
20 cm	quer	1500	1200
	quer	1000	800
30 cm	quer/längs	750	600
	quer	3000	2400
	quer/längs	1250	1000

7.3.1.2 Tandemsandsäcke



Bei den Tandemsäcken handelt es sich um eine Weiterentwicklung des Sandsackes.

Sie bestehen aus zwei Polypropylen-Säcken, die mit einer zugfesten Kunststoffmembran miteinander verbunden sind. Durch den Verbund zweier Säcke, kann eine größere Standsicherheit des Dammes erreicht werden. Er ist gleichzeitig auch Platz sparend, da hier die Säcke nur in der Sacklängsrichtung aufgeschichtet werden. Die Säcke werden manuell mit Sand befüllt. Manche Erzeuger bieten auch eine Befüllung mit Hochleistungsquellmittel an. Diese Mittel quellen bei Kontakt mit Wasser minutenschnell auf das Volumen einer Sandbefüllung an. Um die gefüllten Tandemsäcke tragen zu können, sind an der Außenhaut Tragegurte befestigt.

Tandemsäcke können ohne zusätzliche Abstützung eine Höhe von maximal 2,0 m erreichen. Werden größere Schutzhöhe verlangt, kann dies durch eine rückwärtige Abstützung oder eine Verankerung ermöglicht werden.



Abb. 7-19 Tandemsack leer, befüllt (Fotos: Alois Bamert, alba Feuerwehrtechnik)

Die Einsatzmöglichkeiten sind analog wie bei Sandsäcken.

Bei der Befüllung von Tandemsandsäcken gibt es spezielle Vorrichtungen, mit denen bis zu 300 Tandemsandsäcke (600 Einzelsäcke) pro Stunde befüllt werden können. Die Befüllung wird unter anderem auch mit Betonmischern vorgenommen.

7.3.1.3 Einfache Tafelsysteme



Einfache Tafelsysteme sind Behelfssysteme, welche nicht (bzw. nur vereinzelt) auf dem Markt angeboten werden.

Einfache Tafelsysteme sind Schalungsbretter, die an in den Untergrund eingeschlagenen Armierungseisen aufgestellt und von diesen gehalten werden. Mit darübergelegten Kunststofffolien, die mit Sandsäcken wasserseitig befestigt sind kann man notfallmäßiges Schutzsystem mit einer Schutzhöhe von ungefähr 0,50 bis 0,80 m errichtet werden.

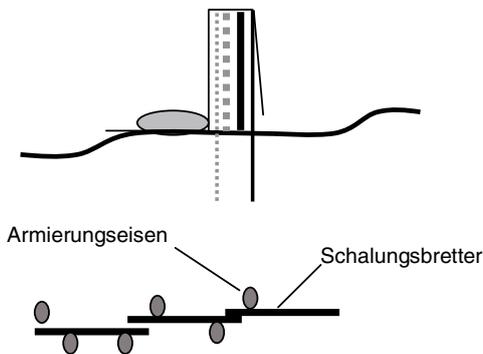


Abb. 7-20 Systemskizze Schalungsbretter, gehalten mit Armierungseisen (Quelle: Habersack/Hauer, 2010)

Sie werden für den Einzelobjektschutz oder zur Strömungsumleitung bzw. Wasserableitung verwendet. Die Einsatzgebiete befinden sich meist in schwach bis mittel steil geneigtem Terrain. Bei Gebäuden in Siedlungsgebieten werden Garageneinfahrten und Gebäudezugänge auf diese Weise geschützt.

Vor allem bei undurchdringbaren Untergrundverhältnisse (Beton, Fels) oder bei sehr weichen Böden kommt es zu Einsatzproblemen. Bei weichen Böden können anstelle der Armierungseisen Holzpflocke verwendet werden. Ebenso können mithilfe von Sandsäcken lokale Bodenunebenheiten ausgeglichen werden, sodass der Sickerwasseranteil unter dem Schalungsbrett begrenzt bleibt.

Zur Erstellung eines Linienschutzes im Tafelsystem von 100 m Länge und 0,8 m Höhe werden

- 1 LKW für Transport,
- 50 Schalungsbretter 1 000 x 2 000 mm oder
- 200 Paletten,
- ca. 150 Rundstahlarmerungseisen oder Holzpflocke,
- ca. 600 gefüllte Sandsäcke,
- ca. 300 m² Folie (mind. 1 mm stark) und
- ca. 4 – 8 Personen während einer Stunde für den Aufbau

benötigt.

7.3.1.4 Betonkörper



Wie bei den einfachen Tafelsystemen handelt es sich bei den Betonkörpern (Massesystemen) ebenfalls um Behelfssysteme.

Betonelementsysteme werden hauptsächlich für den Linienschutz an Wildbächen und auch zur Verhinderung des Ausbrechens aus einem Gerinne zum Einsatz gebracht.

Die Systemelemente sind rund 2 m lang und besitzen das Aussehen einer Winkelstützmauer. Die Lagerung solcher Betonteile erfolgt oft in Werkhöfen der Straßenverwaltung oder auf extra dafür errichteten Lagerplätzen entlang der Autobahnen. Die Masselemente müssen eine hohe Sicherheit gegen Kippen aufweisen und mit Vorrichtungen für das Verladen mit Hebemitteln ausgerüstet sein.



Abb. 7-21 Konstruktionsformen von Masselementen (nach Egli, 2004]

Als Einsatzbereiche gelten:

- Wildbäche, bei denen das Ausbrechen von Hochwasser verhindert werden soll,
- bei Bogenaußenseiten von Gewässern,
- bei Brücken oder einsturzgefährdeten Ufermauern,
- bei hoher Wellenbeanspruchung an Seen, dahinter erfolgt dann ein Überflutungsschutz z. B. mit einem Dammbalkensystem.

Zur Erstellung eines Linienschutzes mithilfe eines Massesystems von 100 m Länge und 1 m Höhe werden

- 13 LKW für den Transport,
- 50 Betonelemente à 2 m Länge (Stückgewicht ungefähr 1 600 kg),
- 2 Hebemittel (z. B. Bagger, Kran) und
- 4 Personen während einer Stunde Aufbau

benötigt.

Diese Nothilfesysteme kommen jedoch nur dann zum Einsatz, wenn keine andere Möglichkeit besteht.

7.3.2 Sandsackersatzsysteme

7.3.2.1 Stellwandsysteme



Mit dem Stellwandsystem können Hochwasserschutzlinien nahezu beliebig lang hergestellt werden. Durch spezielle Elemente können auch Richtungsänderungen in der Schutzlinie durchgeführt werden. Der Untergrund muss tragfähig und plan sein, damit die Systemstandsicherheit nicht beeinträchtigt wird. Der Einsatz von Stellwandsystemen ist bei weichen Böden daher nicht zu empfehlen.

Bei Stellwandsystemen werden entweder Europaletten oder metallische Wandtafeln verwendet.



Abb. 7-22 Stellwandsystem mit Europaletten, Dichtfolie erforderlich (Fotos: BFKDO Gänserndorf)

Stellwandsysteme setzen sich aus folgenden Konstruktionselementen zusammen:

Stützenkonstruktion:

Die Stützelemente (Klappstützen, Blockelemente) sind entweder aus Metall oder Kunststoff. Sie werden in 1,2 – 1,5 m Abstand zueinander aufgestellt. Die Sicherung gegen Schub erfolgt mittels Erdnägeln oder Ankerbolzen. Um die Standsicherheit gewährleisten zu können, müssen die Elemente auf festem Untergrund, z. B. Pflaster oder Asphalt aufgestellt werden. Mittels Querstreben oder -stützen wird die Stützenkonstruktion zu einem Tragwerk verbunden. Auf dieses Tragwerk werden nun die Wandelemente und eine Dichtungsfolie befestigt. Die Folie wird wasserseitig am Systemfuß durch Sandsäcke gehalten.

Wandelement:

Als Wandelemente werden Stahl- oder Europaletten verwendet. Bei der Benützung von Europaletten kann eine Stauhöhe von 1,0 m erreicht werden. Durch einen Stützenkonstruktionsadapter kann die Stauhöhe mittels einer zweiten Palettenreihe auf maximal 1,80 m erhöht werden. Bei metallischen Wandelementen sind Stauhöhen von 1,5 – 3,0 m möglich.

Dichtungsfolie:

Die Dichtungsfolie wird immer wasserseitig angebracht und mit Sandsäcken am Untergrund fixiert.

Stellwandsysteme, bei denen Europaletten verwendet werden, können bei stark wechselnden Höhendifferenzen durch ihre Einheitshöhe nicht sinnvoll eingesetzt werden. Auch durch ihre Einheitsbreite sind sie im Einsatz eingeschränkt (unterschiedlich breite Toreinfahrten, Durchfahrten etc.). Hier werden vor allem metallische Wandelemente verwendet, die in unterschiedlichen Höhen und Breiten angefertigt werden können.

Der Anschluss dieser Schutzelemente an Bauwerke erfolgt mittels spezieller Wandanschlusselemente oder es werden Sandsäcke verwendet, um die Lücke zwischen Stellwandsystem und Bauwerk zu schließen.

Diese Systemart eignet sich vor allem für den Objektschutz und als zweite Verteidigungslinie bei Versagen einer ersten Schutzlinie (Deich, Hochwasserschutzmauer). Oft wird sie auch als Schutzwand eingesetzt, wenn noch ein Hochwasserschutzsystem fehlt.

Zur Erstellung eines Linienschutzes mittels Stellwandsystem von 100 m Länge und 1 m Höhe werden

- 1 LKW für den Transport,
- 50 Elemente à 2 m (Stückgewicht ca. 17 kg),
- 50 Stützelemente (Stückgewicht ca. 8 kg),
- ca. 250 m² Folie,
- ca. 150 Sandsäcke gefüllt à 16 kg,
- 50 – 100 Bodenanker und
- ca. 4 Personen während einer Stunde für den Aufbau

benötigt.

7.3.2.2 Winkelwandsystem, Sonderform der Stellwandsysteme



Die Winkelwand gehört ebenfalls zur Gruppe der Stellwandsysteme und ist als Ersatz für Sandsäcke gedacht.

Sie besteht aus einer lotrechten Tafel, die mit einer waagrechten Tafel verbunden ist und dem Untergrund winkelförmig aufliegt. Der Winkel ist entweder starr ausgebildet oder die beiden Tafeln sind zusammen- oder aufklappbar miteinander verbunden und können mittels Schrägstützen verriegelt werden. Die Systemelemente werden manuell verlegt und sind daher nur für geringe Stauhöhen bis max. 1 m einsetzbar. Die Winkelwand benötigt keinen Unterbau und wird direkt auf dem ebenen Untergrund aufgestellt. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die waagrechte Auflagertafel auf der Wasserseite angeordnet ist. Die Haftung am Untergrund ist durch Reibung gewährleistet.

Als Materialien kommt vor allem Metall, sowohl Stahl als auch Aluminium, zum Einsatz.

Da es keine fixe Verbindung mit dem Untergrund gibt, ist besonders auf Anprall z. B. durch Verkehr zu achten. Ein Zurückschieben durch Baumaschinen in die Ausgangslage ist aber gegebenenfalls möglich. Dieses System kommt dort zum Einsatz, wo der Einsatzort von vornherein nicht bekannt ist.

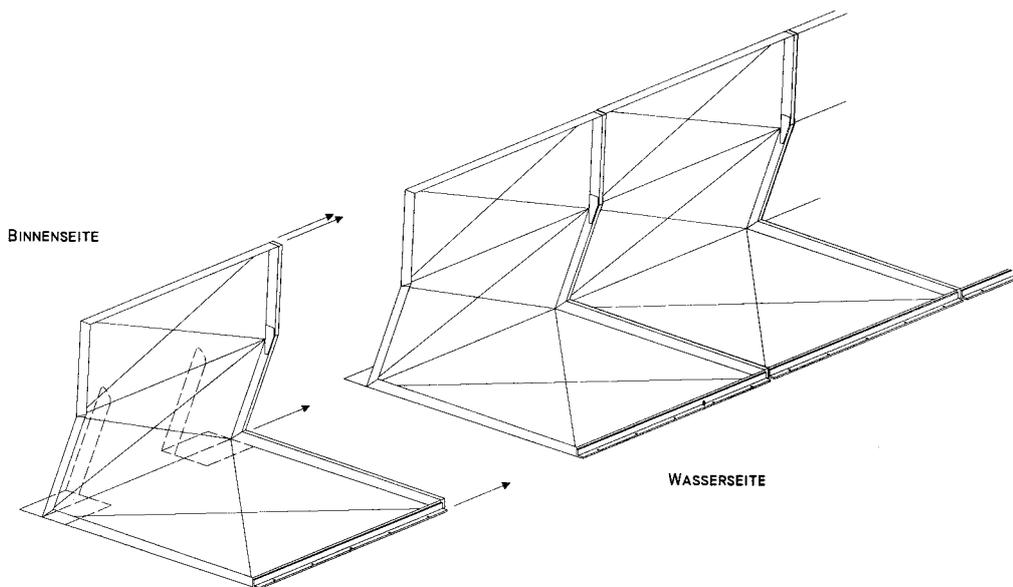


Abb. 7-23 Winkelwand (Quelle: BMLFUW, Hochwasserschutz mit Mobilelementen – Studie)

7.3.2.3 Offene Behälter



Offene Behältersysteme (Big Bag) bestehen aus einem Stahlrahmen mit einer Außenhülle. Für die Außenhülle wird ein reißfestes Geotextil verwendet. Derzeit sind offene Behältersysteme in einer Höhe von 1,0 m, 2,0 m und 3,0 m erhältlich. Befüllt werden diese Behältersysteme entweder mit Kies, Sand oder Erde. Es gibt zudem eine offene Behältervariante, die mittels Pumpen mit Wasser befüllt werden. Diese hat sich jedoch in der Praxis nicht bewährt. Zur Befüllung der derzeit verwendeten Behältersysteme werden die gängigen Erdbaugeräte verwendet.

Aus diesem System können mannigfaltig lange Schutzlinien errichtet werden. Da durch den Anpressdruck der einzelnen Behälter untereinander in der Stoßfuge Dichtheit erreicht wird, kann von zusätzlichen Dichtungsfolien absehen werden.

Der Bau der Schutzwand erfolgt mit Hebwerkzeugen, daher sind an den Behältern an allen Ecken Kranösen angebracht. Die Entleerung erfolgt durch Aufschneiden der Außenhülle. Um den Behälter wieder einsetzen zu können, wird die Hülle durch ein Vlies ersetzt.

Richtungsänderungen können mit entsprechender Längs- oder Querordnung der Behälter überwunden werden.



Abb. 7-24 Offenes Behältersystem (Fotos: BFKDO Gänserndorf)

Zur Erstellung eines Linienschutzes mittels offener Behälter mit **Wasserfüllung** von 100 m Länge und 0,50 m Höhe werden

- 1 LKW für den Transport der Behälter,
- 100 Behälterelemente,
- 2 Pumpen inkl. Schläuche zur Füllung des Systems mit Wasser,
- ca. 100 m³ Wasser und
- ca. 8 Personen während einer Stunde Aufbau

benötigt.

Zur Erstellung eines Linienschutzes mittels offener Behälter mit **Sandfüllung** von 100 m Länge und 0,50 m Höhe werden

- 26 LKW für den Transport von Sand (5 Tonnen Nutzlast/LKW),
- 1 LKW für den Transport der Behälter,
- 100 Behälterelemente,
- 2 Pneu-lader zur Füllung des Systems mit Sand,
- ca. 100 m³ Sand und
- ca. 8 Personen während einer Stunde Aufbau

benötigt.

7.3.2.4 Klappsystem, Sonderform des offenen Behälters



Eine Sonderform der offenen Behälter ist das Klappsystem. Hier handelt es sich um einen Behälter, der um 90° gegen den Wasserdruck gekippt ist. Das System besteht aus einer starken, außermittig gefalteten Kunststoffplane. Ihre längere Seite wird auf den Untergrund gelegt und durch das anströmende Wasser stellt sich die kürzere Seite dieses Systems automatisch auf. Sie werden hauptsächlich als Sperren frontal zur Wasserströmung eingesetzt.



Abb. 7-25 Klappsystem (Foto: Alois Bamert, alba Feuerwehrtechnik AG)

Auf glatten Oberflächen ist die Gleitsicherheit durch das Anbringen von Bodenverankerungen oder Sandsäcken zu gewährleisten.

Klappsysteme sind im Einsatz durch Bewachung vor Vandalismus zu schützen.

Das Klappsystem kann sehr schnell, notfalls von einer Person aufgestellt werden.

Zur Erstellung eines Linienschutzes mithilfe des Klappsystems von 100 m Länge und 0,50 m Höhe werden

- 1 LKW für den Transport,
- 7 Klappenelemente à 15 m (Stückgewicht ca. 34 kg),
- ca. 200 Bodenanker, Pflöcke oder Armierungseisen (ja nach Art des Untergrundes) und
- ca. 2 – 4 Personen während einer halben Stunde für den Aufbau

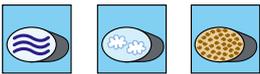
benötigt.

Zur Erstellung eines Linienschutzes mithilfe des Klappsystems von 100 m Länge und 0,70 m Höhe werden

- 1 LKW für den Transport,
- 10 Klappenelemente à 10 m (Stückgewicht ca. 35 kg),
- ca. 200 Bodenanker, Pflöcke oder Armierungseisen (ja nach Art des Untergrundes) und
- ca. 2 – 4 Personen während einer halben Stunde für den Aufbau

benötigt.

7.3.2.5 Geschlossene Behälter



Dieses mobile Hochwasserschutzsystem ist in Schlauch- und Trapezform erhältlich. Als Material wird beschichtetes Polyester verwendet, wobei die Befüllung hier nur mittels Wasser bzw. Luft erfolgt.



Abb. 7-26 Geschlossenes Behältersystem, schlauchförmig (Foto: BFKDO Gänserndorf)

Bei der Befüllung mittels Sand kommt das System ohne Beschichtung aus.

Das geschlossene Behältersystem wird zusammengefaltet bzw. gerollt geliefert und muss dann am Einsatzort entfaltet oder ausgerollt werden. Danach wird das Behältersystem mit Druckluft aufgeblasen. Daher ist für ein Gebläse vor Ort zu sorgen. Die luftgefüllten Systeme weisen nur diesen einen Arbeitsschritt auf. Die einzelnen aufgeblasenen Elemente werden manuell (geringes Eigengewicht) mittels Manschetten dicht zu einem Schutzdamm verbunden. Nach der Errichtung des Dammes wird das System nun bei gleichzeitiger Entlüftung mit Wasser über z. B. mobile Pumpen oder mit einem Feuerwehrschauch befüllt. Sind Schutzhöhen über einen halben Meter erforderlich, werden zwei Schläuche nebeneinander verlegt, ansonsten würde der erste Schlauch durch den Wasserdruck wegrollen. Entweder sind die Schläuche bereits fest miteinander verbunden, oder sie müssen durch Gurte miteinander verbunden werden. Mit dieser Systemart können Stauhöhen zwischen 0,20 m und 1,20 m erreicht werden. Die Stauhöhe kann zudem durch Verwendung eines

dritten Schlauches weiter erhöht werden. Der unterste Schlauch wird mittels Erdnägeln gesichert. Bei einer Sandfüllung wird das System über eine spezielle Kartusche in Kombination mit einem Betonmischer oder mit einem Schüttguttransporter gefüllt.

Die luftgefüllten Behältersysteme werden durch eine wasserseitige Bodenplane stabilisiert. Bei geschlossenen Behältersystemen in Trapezform wird die Stabilität durch mehrere Innenkammern zusätzlich gesichert.



Abb. 7-27 Trapezförmig geschlossenes Behältersystem, System im Einsatz (Fotos: BFKDO Gänserndorf)

Dank ihrer flexiblen Wände können sowohl Schlauch- als auch Trapezbehältersysteme beinahe überall eingesetzt werden. Sie passen sich im Gegensatz zu den Stellwandsystemen topografischen Gegebenheiten sehr gut an und können auch bei weichen Böden eingesetzt werden. Es ist zudem möglich, eine beliebig lange Schutzwand herzustellen. Richtungsänderungen kann man bei Schlauchsystemen durch Abknicken des Schlauches, bei Trapezsystemen durch Eckelemente erreichen.

Durch ihre Außenhülle dichten sie Anschlüsse zu Bauwerken gut ab, und kommen daher auch bei Treppenabgängen und Toreinfahrten zum Einsatz.

Probleme kann ihr Einsatz bei tiefen Temperaturen (Frost) mit sich bringen, da die Wasserfüllung gefrieren kann: Eis ist leichter als Wasser und Wasser dehnt sich beim Gefrieren aus- diese Eigenschaften können die Standsicherheit beeinflussen bzw. zum Reißen der Außenhülle führen.

Behältersysteme, ob offen oder geschlossen, eignen sich vor allem als Objektschutz, für eine zweite Verteidigungslinie, aber auch als erste Schutzlinie bei einem fehlenden stationären Schutz. Bei glatten Oberflächen ist bei allen Behältersystemen eine Bodenverankerung notwendig, um ein Abgleiten zu verhindern. Weiterhin können vorhandene Hochwasserschutzdeiche oder Hochwasserschutzmauern, die eine ausreichende Standsicherheit aufweisen, durch die geschlossenen Behältersysteme erhöht werden.

Zur Erstellung eines Linienschutzes mit geschlossenen Behältern mit **Wasserfüllung** von 100 m Länge und 0,60 m Höhe werden

- 1 LKW für den Transport,
- 10 Schlauchdoppelemente à 10 m (Stückgewicht ca. 50 kg),
- 1 – 2 Gebläse zur Füllung des Systems mit Luft,
- 1 Pumpe inkl. Schläuche zur Befüllung mit Wasser,
- ca. 60 m³ Wasser und
- ca. 4 Personen während einer Stunde für den Aufbau

benötigt.

Zur Erstellung eines Linienschutzes mit geschlossenen Behältern mit **Sandfüllung** von 100 m Länge und 0,50 m Höhe werden

- 1 LKW für den Transport von Schläuchen und Hilfsmitteln,
- 10 LKW für den Transport von Sand (5 Tonnen Nutzlast/LKW),
- 50 Schlauchelemente à 2 m (Stückgewicht ca. 3 kg),
- 1 Betonmischer zur Füllung mittels Sand,
- 20 Kartuschenrohre bei Vorhandensein der Kartuschieranlage,
- 1 Adapter, 1 Zulaufrohr, 1 Bremsvorrichtung, 1 Kartuschieranlage,
- ca. 30 m³ Sand und
- ca. 4 Personen während einer Stunde für den Aufbau

benötigt.

Zur Erstellung eines Linienschutzes mit geschlossenen Behältern mit **Luftfüllung** von 100 m Länge und 0,75 m Höhe werden

- 1 LKW für den Transport,
- 10 Schlauchdoppelemente 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 und
- ca. 4 Personen während einer Stunde für den Aufbau

benötigt.

7.3.2.6 Erdwall



Wenn sich die benötigten Baumaschinen und entsprechendes Material am Einsatzort befinden oder schnell und einfach zum Einsatzort gebracht werden können, ist es möglich, einen Erdwall bzw. einen Erddeich als Sofortmaßnahme zu errichten. Diese „Notlösung“ ist deshalb den Sandsacksystemen vorzuziehen, da hier in kurzer Zeit durch den Einsatz von Baumaschinen größere Massen bewegt werden können als mit einzelnen Sandsäcken. Bei höheren Erdwällen kann jedoch die Gefahr bestehen, dass sie den Wassermassen bei einem Hochwasserereignis nicht standhalten. Bei Überströmung des Erdwalls oder auch bei der Durchströmung mit Grundbruch kommt es zu meist zu einem vollständigen Systemzusammenbruch. Im Gegensatz dazu tritt dies bei Sandsackkonstruktionen äußerst selten ein. Um den Wellenschlag und den Aufprall von Treibgut gering zu halten wird auf der Wasserseite des Erdwalls durch das Auflegen von Kunststoffdichtungsbahnen und gegebenenfalls Geotextilien ein zusätzlicher Schutz mit Dichtfunktion hergestellt. Abgedichtete Erdwälle sind auch für Stauhöhen über 3 m geeignet.

Grundsätzlich werden bei diesem Hochwasserschutzsystem keinerlei Anforderungen an den Untergrund und auch nur geringe Anforderungen an das Erdmaterial gestellt.

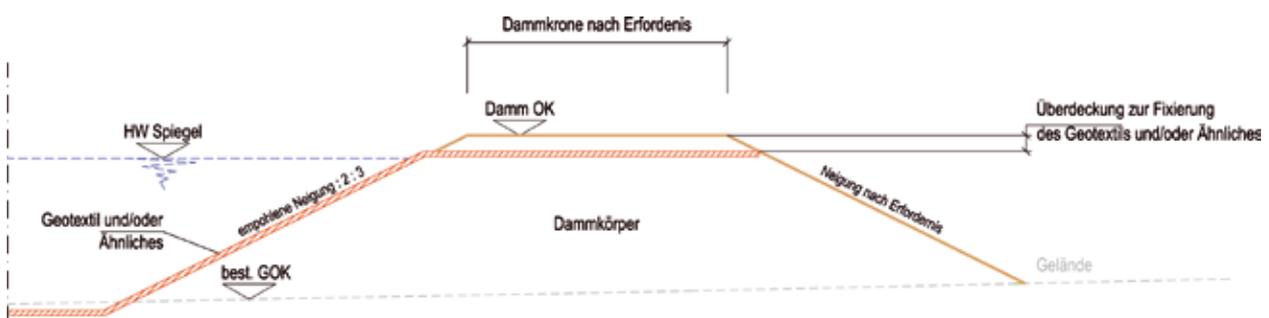


Abb. 7-28 Darstellung eines Erdwallaufbaus (Grafik: BDL Büro Dr. Lengyel ZT GmbH/Gerd Pober)

Tab. 7-3 Notfallmäßige, ortsungebundene mobile Hochwasserschutzsysteme

	Konservative Systeme					Sandsackersatzsysteme				
	Sandsacksystem	Behelfssysteme		Bocksystem	offene Behältersysteme		geschlossenen Behältersyst.		Erdwall	
	Sandsäcke	Tafelsystem	Betonleitssystem	Stellwandsystem	Beckensystem	Klappsystem	Schlauchsystem			
Einsatzbereich (max.Stauhöhe,m)	2	0.8	1	3	3	1	1,2	>3		
Personalaufwand										
Transportmittelbedarf										
Kosten										
Vorteile	hohe Flexibilität	einfache Konstruktion; örtl. Verfügbarkeit	hohe dynam. Belastbarkeit	hohe Flexibilität	hohe Flexibilität	hohe Flexibilität	hohe Flexibilität; gute Anpassung an Untergrund	hohe Flexibilität		
Systemanforderungen	örtl. Verfügbarkeit von Sand; Einwegsäcke; spez. Befüllmaschinen reduzieren Personalaufwand	durchdringbarer Untergrund; Gefährdung durch Vandalismus	müssen hohe Sicherheit gegen kippen aufweisen	Untergrund; muss eben und tragfähig sein; Gefährdung durch Vandalismus	tragfähiger Untergrund; Gefährdung durch Frost (Standicherheit, Risse) u. Vandalismus	Untergrund muss eben sein; Gleitsicherheit durch Bodenverankerungen erhöhen; Gefährdung durch Vandalismus	Verfügbarkeit Spezialgeräte (Befüllung, Entleerung, Reinigung); Gefährdung durch Frost (Standicherheit, Risse) u. Vandalismus	Verfügbarkeit des Materials und der Maschinen; nicht überströmsicher		
Schutzfunktion/Einsatzmöglichkeit										
Strömunglenkung, Ableitung bei Hanglage	X	X	X				X			
Sperren auf Straßen	X	X	X	X	X	X	X	X		
Ringschutz bei Muldenlage	X		X	X	X		X			
Linienchutz an Seen				X	X		X	X		
Linienchutz bei Flüssen, geringes-mittleres Gefälle	X	X	X	X	X		X	X		
Linienchutz bei Wildbächen, großes Gefälle			X							

Legende: gering mittel hoch

7.3.3 Einsatzmöglichkeiten

Die notfallmäßigen, ortsungebundenen mobilen HW-Schutzsysteme sind nach den jeweiligen Einsatzmöglichkeiten unterschiedlichen Gefährdungsbildern ausgesetzt:

- hydrostatischer und hydrodynamischer Wasserdruck,
- verschiedene Fließgeschwindigkeiten,
- Dichte des Wassers/Sediment-Verhältnis.

Die mobilen Systeme müssen verschiedene Systemanforderungen erfüllen, die folgendermaßen zusammengefasst werden können:

- Flexibilität gegenüber Bodenunebenheiten,
- Neigungen,
- Höhensprünge,
- Änderung und Krümmung der Linienführung,
- Winkel der Einwirkungen (parallel bzw. angewinkelt),
- Fließtiefen,
- wasserdichter Anschluss an seitlichen Lagern,
- hohe Widerstandsfähigkeit des Systems gegen Vandalismus,
- im Gebirgsraum ist der Anprall von Geschiebe und Treibgut zu beachten,
- teilweise Binnenwasser, wie Leck-, Grundwasser oder ein Rückstau in die Kanalisation,
- der Linienschutz muss innerhalb weniger Stunden Vorwarnzeit aufgebaut werden können.

7.3.4 Strömungslenkung und das Ableiten des Hochwassers bei Hanglage



Das Szenario „Strömungslenkung und Ableiten des Hochwassers bei Hanglage“ kommt im Gebirge, aber auch in flachen Tälern vor. In Ortslagen wird es vor allem bei Hochwasser, Kanalüberlastung und Oberflächenwasser eingesetzt. Es wird hier durch das gewählte System der Abfluss zum nächsten Vorfluter gewährleistet. Hier ist eine Überhöhung im Außenbogen von Kurven zu berücksichtigen.

7.3.5 Sperren von Abflüssen auf Straßen



Dieser Einsatzfall tritt in städtischen und auch ländlichen Gegenden auf. Durch dieses System wird eine Absperrung quer zur Straße erreicht. Hier treten meist geringe Fließgeschwindigkeiten auf und in Gebirgsräumen ist Geschiebe bzw. Treibgut zu beachten.

7.3.6 Ringschutz bei einer Muldenlage



Dieses Szenario kommt vor allem bei weiten Flusstälern und in Muldenlagen zum Einsatz. Dabei wird das Objekt ring- oder auch kreisförmig geschützt. Bei dieser Variante können Sickerwässer zwischen dem System und der Aufstandsfläche, Grundwasser oder Qualmwasser auftreten. Diese werden gefasst und mittels mobiler Pumpen abgeleitet. Fällt diese Binnenentwässerung bei länger andauerndem Einstau aus, versagt der Objektschutz. Als zusätzliches Gefährdungsbild sind hier Wellenschlag und die Gefahr eines statischen oder hydraulischen Grundbruchs zu nennen.

7.3.7 Linienschutz an Seen



Der Linienschutz kann bei allen natürlichen Seen zum Einsatz kommen. Die Schutzlinie wird hier entlang des Seeufers gezogen. Auch hier ist mit großen Belastungen aus dem Wellenschlag bzw. mit der Gefahr eines statischen oder hydraulischen Grundbruches zu rechnen.

7.3.8 Linienschutz bei Fließgewässern mit einem geringen bis mittleren Gefälle < 3%



Der Linienschutz bei Fließgewässern mit einem geringen bis mittleren Gefälle kleiner 3 % wird hauptsächlich zum Schutz von Siedlungsräumen bei Bächen, Flüssen und Strömen in Talniederungen angewendet. Bei weiten Flusstälern ist hier auf den Wellenschlag zu achten.

7.3.9 Linienschutz bei Fließgewässern mit großem Gefälle > 3% (Wildbäche)



Das Szenario „Linienschutz bei Fließgewässern mit großem Gefälle über 3%“ kommt vor allem an Bächen und Flüssen im Mittel- und Hochgebirge vor. Die Belastungen, vor allem Treibgut und Geschiebetrieb, die bei diesem Szenario auftreten, sind wesentlich größer als beim Linienschutz bei Fließgewässern mit kleinen bzw. mittleren Gefälle.

7.4 Literatur

Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) (2011, Nachdruck): Merkblatt 6 / BWK: Mobile Hochwasserschutzsysteme – Grundlagen für Planung und Einsatz. Sindelfingen.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (o. J.): Hochwasserschutz mit Mobilelementen – Studie. Wien.

Egli, Th. (2004): Entscheidungshilfe Mobiler Hochwasserschutz – Systeme für den Notfall. Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, Bern / Bundesamt für Wasser und Geologie, Biel.

Egli, Th. (2004): Mobiler Hochwasserschutz. Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, Bern / Bundesamt für Wasser und Geologie, Biel.

Habersack, H., Hauer, Ch. (2010): Vorstellung unterschiedlicher mobiler Hochwasserschutz-Systeme. Wien.

Praxl-Abel, A. Ch. (2012): Hochwasserschutz mit Schwerpunkt Mobiler Hochwasserschutz. Diplomarbeit, Technische Universität Graz.

Teil C

Beispiele und Begriffe

8 Anhang: Beispiele für Hochwasseralarmpläne

Katastropheneinsatz- und Alarmpläne bilden wesentliche Voraussetzungen für den operativen Ablauf während eines außergewöhnlichen Hochwasserereignisses. Neben der Definition der Vorwarn- und Bereitstellungszeiten, die für die Errichtung der mobilen Elemente und somit das Erreichen des Schutzgrades notwendig sind, bilden sogenannte Lamellenprognosen, gemessen an Referenzpegeln, wichtige Informationen über den jeweiligen Gefährdungsgrad bestimmter Objekte im Überflutungsgebiet. Optimiert wird der Einsatz im Hochwasserfall durch koordinierte Alarmierung und Einteilung der Blaulichtorganisationen unter Zuhilfenahme von moderner Informationstechnologie.

8.1 Alarmierung der Einsatzkräfte – Allgemein

Im Einsatzfall werden die Beobachtungen, Warnungen und Vorhersagen in definierten Sammelstellen (operative Einrichtungen) zusammengetragen, von denen diese im Bedarfsfall an die zuständigen Feuerwehr- und Rettungsstellen des betroffenen Bezirks weitergeleitet werden. Sollte eine Leitstelle nicht sofort erreichbar sein, wird die Hochwassermeldung der zuständigen Polizeistation mitgeteilt.

Die eingegangenen Meldungen sollten in der Regel folgende Angaben enthalten:

- a) Name der meldenden Stelle,
- b) Beobachtungszeit,
- c) Name der Pegelstation,
- d) Wasserstände an den Pegeln,
- e) erläuternde Angaben über Steigen des Wasserstandes, Witterungsangaben, Eisverhältnisse etc.

8.2 Beispiel Sonderalarmplan Hochwasser

Für Gemeinden mit einem signifikanten Hochwasserrisiko empfiehlt es sich, einen Sonderalarm für Hochwasser zu erstellen. Darin sollten klar festgelegte Meldewege und Maßnahmenlisten für die zuständigen Behörden, Wasserverbände und Einsatzorganisationen auf allen Ebenen (Landes-, Bezirks- und Gemeindeebene) für den Hochwasserfall enthalten sein. Zusätzlich können Pläne spezielle Handlungsvorgaben und -empfehlungen für den Hochwasserfall enthalten. Kernstücke sollten die Maßnahmenlisten für die Verständigung, die laufende Lagebeurteilung, die Dammverteidigung, die Ortsverteidigung und die Evakuierungsmaßnahmen im Falle eines Dammbrechens sein. Ein Sonderalarmplan wurde von der Firma Riocom im Rahmen eines EU-geförderten Projektes (MONITOR) ausgearbeitet und 2009 für den Österreichischen Staatspreis nominiert. Folgender inhaltlicher Aufbau wird darin vorgeschlagen:

Sonderalarmplan Hochwasser

1. Ablaufschema des Alarmplans,
2. Grundlagen des Alarmplans,
3. Organisation des Alarmplans,
4. Maßnahmenkataloge der behördlichen Einsatzleitung und der Einsatzorganisation.

Weitere Anlagen:

Die Maßnahmenlisten/Checklisten sind durch Anlagen (Einsatzblätter und Kartenmaterial) zu ergänzen. Dazu zählen:

- A. Rufnummernverzeichnis (alphabetische Auflistung von wichtigen Personen und Stellen und deren Erreichbarkeiten),

- B. Einsatzblätter zur Dammüberwachung und Dammverteidigung,
- C. Datenblätter zum Maßnahmenplan der örtlichen Gefahrenabwehr,
- D. Evakuierungspläne (Evakuierungszonen A, B, C, D),
- E. Übersichtsplan zur operativen Dammverteidigung (Empfehlung M 1:10.000),
- F. Längenschnitt HW-Schutzdamm (Empfehlung M 1:10.000/50),
- H. Maßnahmenplan zur Gefahrenvermeidung und Gefahrenabwehr (Empfehlung M 1:5.000).

8.3 Beispiel eines Inhaltsverzeichnisses einer Betriebsvorschrift

Betriebsvorschriften beziehen sich direkt auf die Anlagen. Beispielhaft wird hier das Inhaltsverzeichnis der Betriebsvorschrift für die Hochwasserschutzanlage an der March vorgestellt:

- 1 Allgemeines
 - 1.1 Zweck
 - 1.2 Sachlicher Geltungsbereich
 - 1.3 Örtlicher Geltungsbereich
 - 1.4 Zuständigkeit
 - 1.5 Bescheide
 - 1.6 Der Betrieb
- 2 Technische Beschreibung des Hochwasserschutzsystems
 - 2.1 Beschreibung der Hochwasserschutzanlage
 - 2.1.1 Längsbauwerk
 - 2.1.2 Objekte der Hochwasserschutzanlage
 - 2.2 Fremde Objekte
 - 2.3 Fremde Anlagen mit Einfluss auf den Hochwasserabfluss
 - 2.4 Hydrologische Grundlagen
 - 2.5 Ausbauziel
- 3 Definition der Betriebsfälle und zugehörige Wasserstände
 - 3.1 Bezugspegel und Warnwerte
 - 3.2 Trockenwetterfall
 - 3.2.1 Ordentliche Erhaltungsarbeiten
 - 3.2.2 Außerordentliche Erhaltungsarbeiten/Nachbereitung
 - 3.3 Hochwasserbetrieb
 - 3.3.1 Hochwasserdienst
 - 3.4 Überlastfall
 - 3.4.1 Überlastfall – erhöhtes Risiko
 - 3.4.2 Überlastfall – Restrisiko
- 4 Einsatzorganisation – Trockenwetterfall
 - 4.1 Betriebsleitung (BL)
 - 4.1.1 Anforderungsprofil an die Betriebsleitung
 - 4.1.2 Aufgaben/Tätigkeiten der Betriebsleitung
 - 4.2 Mannschaften (M)
 - 4.2.1 Aufgaben/Tätigkeiten der Mannschaften
- 5 Einsatzorganisation – Hochwasserbetrieb/Überlastfall
 - 5.1 Betriebsleitung (BL)
 - 5.1.1 Anforderungsprofil an die Betriebsleitung
 - 5.1.2 Aufgaben/Tätigkeiten der Betriebsleitung
 - 5.2 Mannschaften (M)
 - 5.2.1 Aufgaben/Tätigkeiten der Mannschaften
- 6 Sonstige Bestimmungen
 - 6.1 Betriebs- und Einsatztagebücher
 - 6.2 Kommunikationswege
- 7 Literatur

9 Begriffsbestimmungen und Definitionen

Abbauzeit

Zeitdauer, die mit dem Beginn der Abbauarbeiten vor Ort bis zur vollständigen Entfernung aller Schutzelemente benötigt wird. Reinigungsarbeiten und Abtransport sind hier nicht inbegriffen.

Alarmplan

Regelt die rechtzeitige Einberufung des Hochwasser-Einsatzstabes sowie die Einleitung aller erforderlichen Maßnahmen.

Aufbauzeit

Zeitdauer, die mit dem Beginn der Arbeiten vor Ort (z. B. am zu schützenden Objekt) bis zum Zeitpunkt der vollen Funktionsfähigkeit des mobilen Hochwasserschutzes benötigt wird.

Bemessungshochwasser (BHQ)

Hochwasser, das der Auslegung einer Schutzmaßnahme zugrunde gelegt wird und bis zu dem der Schutzgrad reicht. Das Bemessungshochwasser wird entweder absolut, z. B. in m^3/s Abfluss, oder in Entsprechung eines tatsächlich abgelaufenen Hochwassers oder als statistischer Wert, z. B. HQ_{100} angegeben. Im letzten Fall wäre der Ausgangswert bei einer Veränderung der Statistik ebenfalls veränderlich.

Bereitstellungszeit

Zeitdauer, welche in Abhängigkeit von den Transport- bzw. Personalkapazitäten benötigt wird, um sämtliche erforderlichen Schutzelemente (planmäßiger und notfallmäßiger Einsatz) vom Ort der Lagerung zum bestimmten Einsatzpunkt zu transportieren.

Gefahrenzone, gelbe

Als Gelbe Zone werden die verbleibenden Abflussbereiche von Gewässern zwischen der Abgrenzung der Roten bzw. Rot-Gelben Zone und der Anschlaglinie des Bemessungsereignisses ausgewiesen, in denen unterschiedliche Gefahren geringeren Ausmaßes auftreten können. Beschädigungen von Bauobjekten und Verkehrsanlagen sowie die Behinderung des Verkehrs sind möglich. Die ständige Benützung für Siedlungs- und Verkehrszwecke ist in Folge dieser Gefährdung beeinträchtigt.

Gefahrenzone, rote

Als Rote Zone werden Flächen ausgewiesen, die zur ständigen Benutzung für Siedlungs- und Verkehrszwecke wegen der voraussichtlichen Schadenswirkungen des Bemessungsereignisses nicht geeignet sind. Das sind Abflussbereiche und Uferzonen von Gewässern, in denen Zerstörungen oder schwere Beschädigungen von Bauobjekten, von Verkehrsanlagen sowie von beweglichen und unbeweglichen Gütern möglich sind und vor allem das Leben von Personen bedroht ist.

Häufigkeit

Maß der Wahrscheinlichkeit, ausgedrückt als die Anzahl der Vorfälle eines Ereignisses in einem bestimmten Zeitraum.

Jährlichkeit

Reziprokwert der Überschreitungswahrscheinlichkeit bzw. Unterschreitungswahrscheinlichkeit von extremen Merkmalswerten. Beispiel bei Hochwasser $T_n = 1/P_n$ (T_n ... Jährlichkeit, P_n ... Überschreitungswahrscheinlichkeit)

n-jährliches Hochwasser

Hochwasser, dessen Überschreitungswahrscheinlichkeit gleich ist dem Reziprokwert von n. Beispiel: Die Überschreitungswahrscheinlichkeit eines 100-jährlichen Hochwassers = $1/100 = 0,01 = 1\%$. (Anmerkung: In einer unendlich lang gedachten Reihe von Beobachtungsjahren wird das n-jährli-

che Hochwasser im Durchschnitt alle n Jahre erreicht oder überschritten. Aus dieser Angabe ist der Zeitpunkt, wann dieses Ereignis eintritt, nicht bestimmbar. Aus ÖNORM B 2400.)

Jährlichkeit – HQ_{30}

30-jährliches Hochwasser: Hochwasser, dessen Überschreitungswahrscheinlichkeit gleich ist dem Reziprokwert von 30. Gemäß § 38 Abs. 3 WRG ist die Anschlaglinie des HQ_{30} auszuweisen. Bauten innerhalb des HQ_{30} unterliegen der wasserrechtlichen Bewilligungspflicht.

Jährlichkeit – HQ_{100}

100-jährliches Hochwasser: Hochwasser, dessen Überschreitungswahrscheinlichkeit gleich ist dem Reziprokwert von 100. Für Siedlungen und bedeutende Wirtschafts- und Verkehrsanlagen ist im Allgemeinen die Gewährleistung eines Schutzes bis zu Hochwasserereignissen mit 100-jährlicher Häufigkeit anzustreben (HQ_{100}).

Jährlichkeit HQ_{300}

300-jährliches Hochwasser: Hochwasser, dessen Überschreitungswahrscheinlichkeit gleich ist dem Reziprokwert von 300. Bei allen Hochwasserschutzprojekten mit einer Ausbauwassermenge unter HQ_{300} wird eine Betrachtung für erhöhtes Risiko (Abflüsse über der Ausbauwassermenge) sowie für Restrisiko (Versagen von Hochwasserschutzbauwerken und -anlagen) durchgeführt. Die Untersuchungen erstrecken sich bis auf ein HQ_{300} . Entsprechend den Untersuchungsergebnissen sind Maßnahmen der Risikovorsorge einzuplanen, insbesondere Entlastungseinrichtungen bei Deichen und Dämmen und zur gezielten Flutung und Leerung von Poldern. Risiko- und Restrisikobetrachtungen sind auch im Zuge von Gefahrenzonenplanungen und bei Grundsatzkonzepten anzustellen.

Restrisiko

Ergebniswert der Risikobetrachtung. Das Restrisiko ist das nach Einbinden von Risikominderungsmaßnahmen verbleibende Risiko, welches akzeptierbar ist und in den Betrieb eingebunden wird oder als Ergebnis einer Risikobetrachtung als inakzeptabel eingestuft wird.

Risiko, akzeptierbares

Ein Risiko ist akzeptierbar, wenn es in seiner ermittelten Form von allen Beteiligten als gerechtfertigt und vertretbar angenommen wird. Eine weitere Reduzierung des Risikos wird normalerweise als nicht notwendig und zum Beispiel als zu teuer empfunden.

Risiko, erhöhtes

Risiko bei Auftreten eines Überlastfalles, d. h. eines Hochwasserereignisses, das über das Bemessungshochwasser (in der Regel HQ_{100}) hinausgeht. Das erhöhte Risiko wird im Wasserbau bis HQ_{300} untersucht.

Risikomanagement

Umfasst sämtliche Maßnahmen zur systematischen Erkennung, Analyse, Bewertung, Überwachung und Kontrolle von Risiken und der Einbindung der in der Risikobewertung erarbeiteten Maßnahmen in den Ablauf.

Schadenspotenzial

Gesamtheit des in einem Versagensfall möglichen Schadens, aufgeteilt in die Bereiche Mensch, Umwelt und Wirtschaft.

Überschreitungswahrscheinlichkeit

Wahrscheinlichkeit, dass ein Ereignis von einer bestimmten Größenordnung statistisch in jedem Jahr im gleichen Ausmaß eintreten wird oder das Ausmaß überschreiten wird.

Versagen

Unkontrollierter Ausfall der Schutzwirkung eines mobilen Hochwasserschutzsystems durch eine völlige oder teilweise Zerstörung des Systems.

Vorwarnzeit

Summe aus Aufbauzeit und Bereitstellungszeit. Sie umfasst jene Zeitspanne, die mindestens benötigt wird, um ein mobiles System vollfunktionsfähig aufzubauen (Bereitstellung im Lager bis zum fertigen Aufbau).

Vulnerabilität

Verletzbarkeit/Verwundbarkeit eines technischen Bauteils oder Systems gegenüber Einwirkungen bzw. Gefährdungen. Grundlage der Versagenswahrscheinlichkeitsbestimmungen.

ÖWAV-REGELWERK

Die nachstehend angeführten Preise gelten für **gedruckte (Print)** bzw. **digitale Ausgaben (Download)**, ab Erscheinungsjahr 1999 erhältlich) der angeführten Titel und verstehen sich exkl. USt. zuzügl. Versandkosten. ÖWAV-Mitglieder erhalten im Einzelverkauf 15 % Rabatt auf den Listenpreis, im Abonnement 20 % (**gilt nur für Printversion!**).

(Die Preisliste ist **gültig bis 31. Dezember 2013**. Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten.)

A) Regelblätter des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes

(Bis August 1992 als ÖWWV-Regelblätter erschienen)

Abwassertechnik und Gewässerschutz

- ÖWAV-Regelblatt 1 Abwasserentsorgung im Gebirge. 3., vollständig überarbeitete Auflage. 2000. (*Printversion vergriffen, nur mehr digital erhältlich*) Download: Euro 22,32
- ÖWWV-Regelblatt 2 Das Fachpersonal auf Abwasserreinigungsanlagen – Merksätze für Gemeinden und Abwasserverbände. 1978. (*vergriffen*)
- ÖWWV-Regelblatt 3 Hinweise für das Ableiten von Abwasser aus Schlachthanlagen und fleischverarbeitenden Betrieben in eine öffentliche Abwasseranlage. Überarb. Neuausgabe 1992. Print: Euro 22,60
- ÖWAV-Regelblatt 4 Hinweise für das Einleiten von Abwasser aus Betrieben in eine öffentliche Kanalisationsanlage. 2., vollständige überarbeitete Auflage. 2001. Print: Euro 30,10 / Download: Euro 27,09
- ÖWWV-Regelblatt 5 Richtlinien für die hydraulische Berechnung von Abwasserkanälen. 1980. (*zurückgezogen*)
- ÖWAV-Regelblatt 6 Fremdüberwachung von biologischen Abwasserreinigungsanlagen. Teil 1: Fremdüberwachung gemäß 1. AEV für kommunales Abwasser. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 1998. Print: Euro 19,60
Teil 2: Gesamtprüfung. 2000. Print: Euro 18,80 / Download: Euro 16,92
- ÖWAV-Regelblatt 7 Mindestausrüstung für die Eigen- und Betriebsüberwachung biologischer Abwasserreinigungsanlagen (inkl. Indirekteinleiterüberwachung). 4., vollständig überarbeitete Auflage. 2003. Print: Euro 24,80 / Download: Euro 22,32
- ÖWAV-Regelblatt 8 Hinweise für das Einleiten von Abwasser aus oberflächenbehandelnden Betrieben in eine öffentliche Abwasseranlage oder einen Vorfluter. Neuausgabe 1993. Print: Euro 26,70
- ÖWAV-Regelblatt 9 Richtlinien für die Anwendung der Entwässerungsverfahren. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2008. Print: Euro 21,60 / Download: Euro 19,44
- ÖWWV-Regelblatt 10*) Richtlinien für die Ausführung von Abwassermeßschächten. 1981. (*vergriffen*)
- ÖWAV-Regelblatt 11 Richtlinien für die abwassertechnische Berechnung und Dimensionierung von Abwasserkanälen. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2009. Print: Euro 36,20 / Download: Euro 32,58
- ÖWWV-Regelblatt 12 Hinweise für das Einleiten von Abwasser aus milchbe- und -verarbeitenden Betrieben in eine Abwasseranlage. 1982. (*vergriffen*)
- ÖWAV-Regelblatt 13 Betriebsdaten von Abwasserreinigungsanlagen – Erfassung, Protokollierung und Auswertung. 3., vollständig überarbeitete Auflage. 2013. Print: Euro 15,50 / Download: Euro 13,95
- ÖWAV-Regelblatt 14 Sicherheit auf Abwasserreinigungsanlagen (Kläranlagen) – Errichtung – Anforderungen an Bau und Ausrüstung. 3., vollständig überarbeitete Auflage. 2010. Print: Euro 18,80 / Download: Euro 16,92
- ÖWAV-Regelblatt 15 Der Klärfacharbeiter – Berufsbild, Ausbildungsplan und Prüfungsordnung. 3., vollständig überarbeitete Auflage. 2013. Print: Euro 15,50 / Download: Euro 13,95

*) vom Bundesministerium für Bauten und Technik zur Anwendung empfohlen.

ÖWAV-Regelblatt 16	Einleitung von Abwasser aus der Betankung, Reparatur und Reinigung von Fahrzeugen in öffentliche Abwasseranlagen oder in Gewässer. 4., vollständig überarbeitete Auflage. 2010. <i>Print: Euro 24,80 / Download: Euro 22,32</i>
ÖWAV-Regelblatt 17	Landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2004 (<i>Printversion vergriffen, nur mehr digital erhältlich</i>). <i>Download: Euro 25,92</i>
ÖWAV-Regelblatt 18	Sicherheit auf Abwasserreinigungsanlagen (Kläranlagen) – Ausrüstung und Betrieb. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2000 (<i>Printversion vergriffen, nur mehr digital erhältlich</i>). <i>Download: Euro 13,95</i>
ÖWAV-Regelblatt 19	Richtlinien für die Bemessung von Mischwasserentlastungen. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2007. <i>Print: Euro 24,80 / Download: Euro 22,32</i>
ÖWWV-Regelblatt 20	Musterbetriebsordnung für Abwasserreinigungsanlagen. 1988. <i>(zurückgezogen)</i>
ÖWAV-Regelblatt 21	Kanalkataster. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 1998. <i>(vergriffen, ersetzt durch ÖWAV-Regelblatt 40)</i>
ÖWWV-Regelblatt 22	Kanalwartung und Kanalerhaltung. 1989. <i>(vergriffen)</i>
ÖWWV-Regelblatt 23	Geruchsemissionen aus Abwasseranlagen. 1991. <i>Print: Euro 16,50</i>
ÖWAV-Regelblatt 24	EDV-Einsatz auf Abwasseranlagen. Prozessleittechnik – Prozessdatenverarbeitung. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2008. <i>Print: Euro 20,60 / Download: Euro 18,54</i>
ÖWAV-Regelblatt 25	Abwasserentsorgung in dünn besiedelten Gebieten. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2010. <i>Print: Euro 20,60 / Download: Euro 18,54</i>
ÖWAV-Regelblatt 26	Hinweise für das Einleiten von Abwässern aus Weinbau- und Kellereibetrieben in eine Abwasseranlage. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2006. <i>Print: Euro 24,80 / Download: Euro 22,32</i>
ÖWAV-Regelblatt 27	Möglichkeiten der Entsorgung von Senkgrubenhaltungen und Schlämmen aus Kleinkläranlagen. 1992. <i>(vergriffen)</i>
ÖWAV-Regelblatt 28	Unterirdische Kanalsanierung. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2007. <i>Print: Euro 24,80 / Download: Euro 22,32</i>
ÖWAV-Regelblatt 29	Entsorgung von Räumgut aus kommunalen Abwasseranlagen. 1994. <i>Print: Euro 23,80</i>
ÖWAV-Regelblatt 30	Sicherheitsrichtlinien für den Bau und Betrieb von Faulgasbehältern auf Abwasserreinigungsanlagen. 3., vollständig überarbeitete Auflage. 2007. <i>Print: Euro 24,80 / Download: Euro 22,32</i>
ÖWAV-Regelblatt 31	Deponiesickerwasser. Reaktordeponie. 2000. <i>Print: Euro 28,80 / Download: Euro 25,92</i>
ÖWAV-Regelblatt 32	Sicherheit auf Abwasserableitungsanlagen (Kanalisationsanlagen) – Bau und Einrichtung, Ausrüstung und Betrieb. 2000. <i>Print: Euro 20,60 / Download: Euro 18,54</i>
ÖWAV-Regelblatt 33	Überwachung wasserrechtlich nicht bewilligungspflichtiger Indirekteinleiter. 2002. <i>Print: Euro 18,80 / Download: Euro 16,92</i>
ÖWAV-Regelblatt 34	Hochdruckreinigung von Kanälen. 2003. <i>Print: Euro 27,70 / Download: Euro 24,93</i>
ÖWAV-Regelblatt 35	Behandlung von Niederschlagswässern. 2003 (<i>Printversion vergriffen, nur mehr digital erhältlich</i>). <i>Download: Euro 25,92</i>
ÖWAV-Regelblatt 36	Dienstanweisung für das Betriebspersonal von Abwasserbehandlungsanlagen. Inkl. CD-ROM. 2003. <i>Print: Euro 27,70 / Download: Euro 24,93</i>
ÖWAV-Regelblatt 38	Überprüfung stationärer Durchflussmessenrichtungen auf Abwasserreinigungsanlagen. 2007. <i>Print: Euro 24,80 / Download: Euro 22,32</i>
ÖWAV-Regelblatt 39	Einleitung von fetthaltigen Betriebsabwässern aus Gastronomie, Küchen und Lebensmittelverarbeitung in öffentliche Abwasseranlagen. 2008 (<i>Printversion vergriffen, nur mehr digital erhältlich</i>). <i>Download: Euro 19,44</i>
ÖWAV-Regelblatt 40	Leitungsinformationssystem – Wasser und Abwasser (gemeinsam mit ÖVGW, = ÖVGW-Richtlinie W 104). 2010 (<i>Printversion vergriffen, nur mehr digital erhältlich</i>). <i>Download: Euro 33,84</i>
ÖWAV-Regelblatt 42	Unterirdische Kanalsanierung – Hauskanäle. 2011. <i>Print: Euro 24,80 / Download: Euro 22,32</i>

- ÖWAV-Regelblatt 43 Optische Kanalinspektion. 2013. *Print: Euro 24,80 / Download: Euro 22,32*
 ÖWAV-Regelblatt 44 Der Kanalfacharbeiter – Berufsbild, Ausbildungsplan und Prüfungsordnung. 2012. *Print: Euro 15,50 / Download: Euro 13,95*

Wasserhaushalt und Wasservorsorge

- ÖWAV-Regelblatt 201 Praktische Anleitung für die Nutzung und den Schutz von Karstwasservorkommen. 2., überarbeitete Auflage. 2007. *Print: Euro 36,20 / Download: Euro 32,58*
- ÖWWV-Regelblatt 202*) Tiefengrundwässer und Trinkwasserversorgung. 1986. *(zurückgezogen)*
 ÖWWV-Regelblatt 203¹⁾ Trinkwassernotversorgung. 1989. *(zurückgezogen)*
 ÖWWV-Regelblatt 204 Richtlinien für die Wasserversorgung im alpinen Bereich. 1990. *(zurückgezogen)*
- ÖWWV-Regelblatt 205*) Nutzung und Schutz von Quellen aus nicht verkarsteten Bereichen. 1990. *(zurückgezogen)*
- ÖWAV-Regelblatt 206 Klein- und Einzeltrinkwasserversorgungsanlagen (gemeinsam mit ÖVGW). 1993. *(zurückgezogen)*
- ÖWAV-Regelblatt 207 Thermische Nutzung des Grundwassers und des Untergrunds – Heizen und Kühlen. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2009. *Print: Euro 27,70 / Download: Euro 24,93*
- ÖWAV-Regelblatt 208 Bohrungen zur Grundwassererkundung. 1993. *(zurückgezogen)*
 ÖWAV-Regelblatt 209 Entscheidungshilfen für Planung, Anlage, Bau und Betrieb von Golfplätzen aus wasserwirtschaftlicher Sicht. 1993. *(vergriffen)*
- ÖWAV-Regelblatt 210 Beschneiungsanlagen. 2., überarbeitete Auflage. 2007. *Print: Euro 24,80 / Download: Euro 22,32*
- ÖWAV-Regelblatt 211 Nutzung artesischer und gespannter Grundwässer. 2000. *Print: Euro 28,80 / Download: Euro 25,92*
- ÖWAV-Regelblatt 212 Skipisten. 1999. *Print: Euro 32,90 / Download: Euro 29,61*
 ÖWAV-Regelblatt 213 Tiefbohrungen zur Wassergewinnung. 2002. *Print: Euro 36,20 / Download: Euro 32,58*
- ÖWAV-Regelblatt 214 Markierungsversuche in der Hydrologie und Hydrogeologie. 2007. *Print: Euro 32,90 / Download: Euro 29,61*
- ÖWAV-Regelblatt 215 Nutzung und Schutz von Thermalwasservorkommen. 2010. *Print: Euro 36,20 / Download: Euro 32,58*
- ÖWAV-Regelblatt 216 Die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) von Golfplätzen aus wasserwirtschaftlicher Sicht. 2009. *Print: Euro 24,80 / Download: Euro 22,32*

Wasserbau und Ökologie

- ÖWWV-Regelblatt 301*) Leitfaden für den natur- und landschaftsbezogenen Schutzwasserbau an Fließgewässern. 2. Auflage 1985. *(zurückgezogen)*
 ÖWAV-Regelblatt 302 Expertenliste Biologie des ÖWAV. 2., überarbeitete Auflage 1999. *(zurückgezogen)*

Qualität und Hygiene

- ÖWAV-Regelblatt 401 Grundwasseruntersuchungen zur Beurteilung von altlastenverdächtigen Altablagerungen. 1992. *(zurückgezogen)*
 ÖWAV-Regelblatt 402 Einfache Analysenverfahren auf Abfallbehandlungsanlagen. Teil 2: Eingangs-, Verfahrens- und Endproduktkontrolle auf Kompostierungsanlagen. 1999. *Print: Euro 20,60*
- ÖWAV-Regelblatt 403²⁾ Nutzwasserverwendung. Mitteilung über die Verwendung von Nutzwasser in Gebäuden, ausgenommen Industrielle Anwendungen. 1998. *(zurückgezogen)*

*)... vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft zur Anwendung empfohlen.

¹⁾ ... Erschienen als ÖVGW-Regelblatt W 74 (1989). Ersetzt durch Neuauflage 2006. Bezug: Austrian Standards plus Publishing, 1020 Wien, Heinestraße 38, Tel. 01/21300-444, sales@as-plus.at, www.as-plus.at.

²⁾ ... Erschienen als ÖVGW-Mitteilung W 86 (1998). Ersetzt durch Neuauflage 2005. Bezug: Austrian Standards plus Publishing, 1020 Wien, Heinestraße 38, Tel. 01/21300-444, sales@as-plus.at, www.as-plus.at.

- ÖWAV-Regelblatt 404 Sicherheit, Gesundheitsschutz und Arbeitshygiene für Beschäftigte in der Abfallwirtschaft. 2001. *Print: Euro 31,10 / Download: Euro 27,99*
- ÖWAV-Regelblatt 405 Arbeitshygienische und arbeitsmedizinische Richtlinien für Abwasseranlagen. 2004. *(zurückgezogen)*
- ÖWAV-Regelblatt 406 Begriffe der Membrantechnologie. 2002. *Print: Euro 28,80 / Download: Euro 25,92*

Abfallwirtschaft

- ÖWAV-Regelblatt 501 Ermittlung des Kapazitätsbedarfs für Kompostanlagen zur Verarbeitung getrennt erfaßter biogener Abfälle. 1996. *(vergriffen)*
- ÖWAV-Regelblatt 502 Entgasung von Deponiekörpern. 1997. *Print: Euro 28,80*
- ÖWAV-Regelblatt 503 Allgemeine Ausführungsrichtlinien für stationäre Problemstoffsammelstellen. 1997. *(zurückgezogen)*
- ÖWAV-Regelblatt 504 Deponieeingangskontrolle. Anforderungsprofil für Leiter der Eingangskontrolle und Kontrollpersonal, Ausbildungsplan. 1997. *(zurückgezogen)*
- ÖWAV-Regelblatt 505 Einfache Analysenverfahren auf Abfallbehandlungsanlagen. Teil 1: Eingangskontrolle auf Deponien. 1997. *Print: Euro 27,70*
- ÖWAV-Regelblatt 506 Das Fachpersonal für Problemstoffsammelstellen. Anforderungsprofil und Ausbildungsplan. 1997. *(zurückgezogen)*
- ÖWAV-Regelblatt 507 Fachkraft Abfallwirtschaft. Anforderungen an die Ausbildung des Betriebspersonals von Abfallbehandlungsanlagen. 1998. *(zurückgezogen)*
- ÖWAV-Regelblatt 508 Musterbetriebsprotokoll für Bioabfallkompostierungsanlagen. 1998. *Print: Euro 30,80*
- ÖWAV-Regelblatt 509 Abfallminimierung. Begriffe – Evaluierung – Berechnungsbeispiele. 2000. *Print: Euro 28,80 / Download: Euro 25,92*
- ÖWAV-Regelblatt 510 Problemstoff-Ausbildungslehrgänge. Ausbildung zum Befugten für die Problemstoffsammlung bzw. zum Abfallrechtlichen Geschäftsführer für kommunale Problemstoffsammlung. 1999. *Print: Euro 20,60*
- ÖWAV-Regelblatt 511 Durchführung der Eingangskontrolle auf Deponien. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2010. *Print: Euro 28,80 / Download: Euro 25,92*
- ÖWAV-Regelblatt 512 Abfallrechtlicher Geschäftsführer gemäß § 26 AWG 2002. Anforderungen und Ausbildungsinhalte für abfallrechtliche Geschäftsführer und Erlaubniswerber. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2008. *Print: Euro 28,80 / Download: Euro 25,92*
- ÖWAV-Regelblatt 513 Betrieb von Biofiltern. 2002. *Print: Euro 27,70 / Download: Euro 24,93*
- ÖWAV-Regelblatt 514 Die Anwendung der Stoffflussanalyse in der Abfallwirtschaft. 2003. **(Gratis-download von www.oewav.at > Service > Download > Regelblätter)**
- ÖWAV-Regelblatt 515 Anaerobe Abfallbehandlung. 2005. *Print: Euro 36,20 / Download: Euro 32,58*
- ÖWAV-Regelblatt 516 Ausbildungskurs für das Betriebspersonal von Biogasanlagen. Anforderungen und Ausbildungsinhalte. 2006. *Print: Euro 26,70 / Download: Euro 24,03*
- ÖWAV-Regelblatt 517 Anforderungen an die Ausstattung und den Betrieb von Zwischenlagern für gefährliche Abfälle bei Abfallsammlern nach § 25 AWG 2002. 2008. *Print: Euro 32,90 / Download: Euro 29,61*
- ÖWAV-Regelblatt 518 Anforderungen an den Betrieb von Kompostierungsanlagen. 2009. *Print: Euro 28,80 / Download: Euro 25,92*
- ÖWAV-Regelblatt 519 Energetische Wirkungsgrade von Abfallverbrennungsanlagen. 2., überarbeitete Auflage. 2013. *Print: Euro 24,80 / Download: Euro 22,32*
- ÖWAV-Regelblatt 520 Durchführung der Eingangskontrolle auf Bodenaushubdeponien. Auszug aus ÖWAV-Regelblatt 511 (2. Auflage, 2010). 2011. *Print: Euro 20,60 / Download: Euro 18,54*

Recht und Wirtschaft

- ÖWAV-Regelblatt 601 Ermittlung der Nachsorgekosten-Rückstellung bei Deponieanlagen. 1998. *Print: Euro 41,10*
- Rechenmodell auf CD-ROM *(auf Anfrage)*

B) Arbeitsbehelfe des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes

(Bis August 1992 als ÖWWV-Arbeitsbehelfe erschienen)

Abwassertechnik und Gewässerschutz

- ÖWWV-Arbeitsbehelf Nr. 1 Die Ausbildung von Klärwärtern auf Lehrkläranlagen. 1981. *(vergriffen)*
- ÖWWV-Arbeitsbehelf Nr. 8 Kläranlagennachbarschaften in Österreich – Ein Beitrag zur Reinhaltung der Gewässer. 1991. *Print: Euro 13,50*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 9 Kennzahlen für Abwasserreinigungsanlagen. Teil 1: Ablaufqualität – Bewertung und Beurteilung. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2000. *Print: Euro 12,40 / Download: Euro 11,16*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf 14 Eigen- und Betriebsüberwachung von biologischen Abwasserreinigungsanlagen (> 50 EW). 3., vollständig überarbeitete Auflage. 2010. *Print: Euro 18,80 / Download: Euro 16,92*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 22 Kläranlagenzustandsbericht. 1999. *Print: Euro 22,60*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 24 Evaluierung von Arbeitsplätzen in Abwasseranlagen und deren Dokumentation. 2000. *Print: Euro 25,80 / Download: Euro 23,22*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 25 Indirekteinleiterkataster. 1999. *Print: Euro 16,50 / Download: Euro 14,85*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 27 Praktikum auf Lehrkanalanlagen (Ausbildungskanalbetrieben). 2000. *Print: Euro 15,50 / Download: Euro 13,95*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 29 Öffentlichkeitsarbeit auf Kläranlagen (inkl. Arbeitsmaterialien für Pflichtschulen). 2004. *Print: Euro 28,80 / Download: Euro 25,92*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 31 Membrantechnologie – Verfahren zur Abwasserbehandlung. 2003. *Print: Euro 32,90 / Download: Euro 29,61*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf 34 Leitfaden für die Ausschreibung der Hochdruckreinigung von Kanälen. 2005. *Print: Euro 28,80 / Download: Euro 25,92*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf 36 Praxishilfe zum Erstellen des Explosionsschutzdokuments (ExSD) für abwassertechnische Anlagen (Kanal- und Kläranlagen). 2006. *Print: Euro 28,80 / Download: Euro 25,92*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf 37 Überprüfung des Betriebszustandes von Abwasserreinigungsanlagen (> 50 EW) Teil A: Fremdüberprüfung. Teil B: Eigenüberprüfungen. 2010. *Print: Euro 18,80 / Download: Euro 16,92*

Wasserhaushalt und Wasservorsorge

- ÖWWV-Arbeitsbehelf Nr. 2 Grundwasser-Schongebiete. 1984. *(zurückgezogen)*
- ÖWWV-Arbeitsbehelf Nr. 3 Wasserwirtschaftliche Gesichtspunkte für die Projektierung von Grundwasserwärmepumpenanlagen (GWPA). 1986. *(vergriffen)*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 19 Leitfaden für die Bearbeitung von Grundwassersanierungsgebieten. 1996. *(zurückgezogen)*

Wasserbau und Ökologie

- ÖWWV-Arbeitsbehelf Nr. 4 Grundsätze der Gewässerinstandhaltung. 1987. *(zurückgezogen)*

Qualität und Hygiene

- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 11 Empfehlungen für Bewässerungswasser. 2., überarbeitete Auflage. 2003. *Print: Euro 28,80 / Download: Euro 25,92*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 30 Informationen zum Membranbelebungsverfahren. 2002. *Print: Euro 31,10 / Download: Euro 27,99*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf 32 Anwendung von Membranverfahren in der Reinwassertechnologie. 2005. *Print: Euro 28,80 / Download: Euro 25,92*
- ÖWAV-Arbeitsbehelf 38 Bestimmung der Oberflächenspannung in gereinigten Abwässern. 2012. *(Gratisdownload von www.oewav.at > Service > Download > Arbeitsbehelfe)*

ÖWAV-Arbeitsbehelf 39 Korrosion im Wasser- und Abwasserfach. 2010. (**Gratisdownload** von www.oewav.at > Service > Download > Arbeitsbehelfe)

Recht und Wirtschaft

ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 5 Mustersatzungen für Hochwasserschutzverbände. 3., überarb. Auflage. 2003. (**Gratisdownload** von www.oewav.at > Service > Download > Arbeitsbehelfe)

ÖWWV-Arbeitsbehelf Nr. 6 Grundlagen und Organisation des Rechnungswesens von Abwasserverbänden. 1988. (zurückgezogen)

ÖWWV-Arbeitsbehelf Nr. 7 Grundsätze für die Versicherung von Abwasserentsorgungsanlagen. 1988. *Print: Euro 13,50*
Ergänzungsblatt: Grundsätze für Versicherungsfragen in der Siedlungswasserwirtschaft. 1991. *Print: Euro 4,30*

ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 10 Interkommunale Zusammenarbeit – Betriebs- und Betreuungsgemeinschaften in der Abwasserentsorgung. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2011. *Print: Euro 18,30 / Download: Euro 16,47*

ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 12 Grundlagen und Organisation des Rechnungswesens von Wasserversorgungs- und Abfallverbänden. Ergänzungsband zum Arbeitsbehelf Nr. 6. 1993. (zurückgezogen)

ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 13 Mustersatzungen für Wasserversorgungs- und Reinhaltverbände. 2., überarbeitete Auflage. 2003. (**Gratisdownload** von www.oewav.at > Service > Download >> Arbeitsbehelfe)

ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 15 Mustersatzungen für Abfallwirtschaftsverbände. 1996. *Print: Euro 24,80*

ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 16 Grundsätze der Gebührenkalkulation in der Siedlungswasser- und Abfallwirtschaft. 1996. (zurückgezogen)

ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 18 Musterbetriebskostenrechnung am Beispiel der Abwasserentsorgung. 1996. (zurückgezogen)

ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 20 Anwendung des UVP-Gesetzes. 1996. (zurückgezogen)

ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 21 Abfallgebührenkalkulation und Abfallgebührenmodelle. Ein Arbeitsbehelf für Gemeinden. 1997. (vergriffen)

ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 23 Geschäftsbedingungen für die Indirekteinleitung in öffentliche Kanalisationsanlagen. 2., überarbeitete Auflage. 2002. *Print: Euro 31,10 / Download: Euro 27,99*

ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 28 Grundlagen und Organisation des Rechnungswesens von Ver- und Entsorgungsverbänden. 2000. (zurückgezogen)

ÖWAV-Arbeitsbehelf 33 Leitfaden für die Vorgangsweise bei der Auftragsvergabe in der Wasser-, Abwasser- und Abfallwirtschaft. 2004. *Print: Euro 36,20 / Download: Euro 32,58*

ÖWAV-Arbeitsbehelf 35 Aktuelle Finanzierungs- und Veranlagungsmöglichkeiten für die Wasser-, Abwasser- und Abfallwirtschaft. 2., vollständig überarbeitete Auflage. 2011. *Print: Euro 36,20 / Download: Euro 32,58*

ÖWAV-Arbeitsbehelf 40 Grundlagen und Aufbau des Rechnungswesens in der Abwasserentsorgung. Buchführung und Jahresabschluss. 2010. *Print: Euro 36,20 / Download: Euro 32,58*

Abfallwirtschaft

ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 17 Logistik in der Abfallwirtschaft. 1996. *Print: Euro 24,80*

Wasserbau, Ökologie

ÖWAV-Arbeitsbehelf 42 Mobiler Hochwasserschutz. 2013. (**Gratisdownload** von www.oewav.at > Service > Download >> Arbeitsbehelfe)

Umweltschutz allgemein

ÖWAV-Arbeitsbehelf Nr. 26 Anwendung EDV-gestützter Modellrechnung im Umweltschutz. 2000. *Print: Euro 28,80 / Download: Euro 25,92*

Informationsreihe Betriebspersonal Abwasseranlagen

1. Folge: „Kläranlagen-Nachbarschaften 1992/93“. 1993. (vergriffen)
2. Folge: „Kläranlagen-Nachbarschaften 1994/95“. 1995. (vergriffen)
3. Folge: „Kläranlagen-Nachbarschaften 1996“. 1996. (vergriffen)
4. Folge: „Kläranlagen-Nachbarschaften 1997“. 1997. *Print: Euro 61,10*
5. Folge: „Kläranlagen-Nachbarschaften 1998“. 1998. *Print: Euro 57,20*
6. Folge: „Grundkurs für das Betriebspersonal von Kanalisationsanlagen“. 1998. (vergriffen)
7. Folge: „Kläranlagen-Nachbarschaften 1999“. 1999. (vergriffen)
8. Folge: „Kläranlagen-Nachbarschaften 2000“. 2000. (vergriffen)
9. Folge: „Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2001“. 2001. *Print: Euro 62,20*
10. Folge: „Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2002“. 2002. (vergriffen)
11. Folge: „Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2003“. 2003. *Print: Euro 62,20*
12. Folge: „Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2004“. 2004. *Print: Euro 64,10*
13. Folge: „Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2005“. 2005. *Print: Euro 64,10*
14. Folge: „Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2006“. 2006. (vergriffen)
15. Folge: „Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2007“. 2007. (vergriffen)
16. Folge: „Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2008“. 2008. *Print: Euro 64,10*
17. Folge: „Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2009“. 2009. *Print: Euro 62,10*
18. Folge: „Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2010“. 2010. *Print: Euro 54,40*
19. Folge: „Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2011“. 2011. (vergriffen)
20. Folge: „Kanal- und Kläranlagen-Nachbarschaften 2012“. 2012. *Print: Euro 54,40*

Merkblätter des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes

(Bis August 1992 als ÖWWV-Merkblätter erschienen)

- ÖWAV-Merkblatt ÖPUL – Landwirtschaftliche Klärschlammverwertung. Merkblatt für Landwirte und Kläranlagenbetreiber. 2000. *Print: Euro 0,80*
- ÖWAV-Merkblatt Hygiene-Merkblatt für das Betriebspersonal von Abwasseranlagen. 2004. (**Gratisdownload** von www.oewav.at > Service > Download > Merkblätter)
- ÖWAV-Merkblatt Mindestanforderung für die Sicherheitsausrüstung im Kanalbetrieb. 2005. (**Gratisdownload** von www.oewav.at > Service > Download > Merkblätter)
- ÖWAV-Merkblatt Zivil- und strafrechtliche Haftung und Verantwortung in Wasser-, Abwasser- und Abfallverbänden. 2006. (**Gratisdownload** von www.oewav.at > Service > Download > Merkblätter)
- ÖWAV-Merkblatt Private Hallen- und Freischwimmbäder – Ableitung von Spül-, Reinigungs- und Beckenwasser. 2008. (**Gratisdownload** von www.oewav.at > Service > Download > Merkblätter)
- ÖWAV-Merkblatt Personalbedarf für den Betrieb kommunaler biologischer Kläranlagen. 2008. (**Gratisdownload** von www.oewav.at > Service > Download > Merkblätter)

Arbeitsbehelfe, Regelblätter sowie Publikationen der Informationsreihe Betriebspersonal Abwasseranlagen sind zu beziehen über: Austrian Standards plus Publishing, 1020 Wien, Heinestraße 38, Tel. 01/21300-444, Fax DW 818, sales@as-plus.at, www.as-plus.at.

ÖWAV-Umweltmerkblätter

(zuvor als ÖWAV-WIFI-Umweltmerkblätter erschienen)

- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Autobus-, Taxi- und Mietwagenunternehmen. 2004.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Autoverwertungsbetriebe. 2004.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Betreiber von Campingplätzen. 2005.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Frächter. 2004.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Gastronomie- und Beherbergungsbetriebe. 2009.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Holz bearbeitende Betriebe. 2005.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Kfz-Freivaschplätze und Waschanlagen. 2004.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Kfz-Werkstätten. 2004.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für kleine Molkereien und Käsereien. 2004.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für kleine Schlachtbetriebe und Fleischer. 2005.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für die Lagerung von Chemikalien in Betrieben. 2004.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Lkw-Waschplätze. 2004.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Malerbetriebe. 2008
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Metall verarbeitende Betriebe. 2011.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Sägewerke. 2005.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Tankstellen. 2004.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt Umweltschutz im Bürobetrieb. 2010.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt für Weinbau und Weinkellereien. 2004.
- ÖWAV-Umweltmerkblatt Wasserwirtschaft und Gewässerschutz auf Baustellen. 2008.

ÖWAV-Umweltmerkblätter können kostenlos von der Website des ÖWAV (www.oewav.at > Service > Download > Merkblätter) heruntergeladen werden.