

Hochwasserschutz mit Mobilelementen

Studie

IMPRESSUM

Medieninhaber und Herausgeber:

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien

Gesamtkoordination:

OR DI Dr. Konrad STANIA, BMLFUW, Sektion Wasserwirtschaft, Wien

Text und Redaktion:

O.Univ.-Prof. DI Dr. Hans-Peter NACHTNEBEL, IWHW, Universität für Bodenkultur, Wien

Univ.-Ass. DI Walter SEHER, IRUB, Universität für Bodenkultur, Wien

DI Dr. Georg HINTERLEITNER, WERNER CONSULT Ziviltechnikergemeinschaft, Wien

Gestaltung:

WERNER CONSULT Ziviltechnikergemeinschaft, Wien

Vervielfältigung:

Pavlu, 1040 Wien

Zusammenfassung

Hochwasserschutz mit Mobilelementen

Oft kann eine befriedigende Lösung bei Hochwasserproblemen nur durch den Einsatz von mobilen Hochwasserschutzsystemen gefunden werden, insbesondere bei ungünstigen Anlageverhältnissen wie bei geringem Platzangebot.

Die vorliegende Studie gibt einerseits einen Überblick über die verschiedenen mobilen Schutzsysteme und beinhaltet andererseits eine Gegenüberstellung von Vor- und Nachteilen. Weiters werden Aspekte aus hydrologischer Sicht sowie Auswirkungen auf Raumordnung und Siedlungsentwicklung behandelt.

Um die daraus gewonnenen Informationen vergleichen zu können, erfolgt eine Spezifizierung der einzelnen baulichen Lösungen anhand einer Parameterliste.

Eine abschließende Bewertung der beschriebenen Systeme wird mittels einer Matrix nach verschiedenen Teilzielen durchgeführt, um eine optimale Lösung für den Einzelfall finden zu können.

Summary

Flood protection with mobile barriers

Many times a satisfying solution for flood problems can only be found by using mobile protection systems, especially when adverse local conditions such as limited space are given.

The present study gives on the one hand an overview of the various mobile protection systems and offers on the other hand a list of advantages and disadvantages. Furthermore aspects from a hydrological point of view and impacts on regional planning and development of settlements are discussed.

For comparing the acquired information, a specification of the individual constructional solutions with a list of parameters was determined.

In order to find an optimal solution for every single case, a final evaluation of the described systems was carried out with the help of a matrix including various sub-ordinate targets.

Résumé

La protection contre la crue avec des éléments mobiles

Souvent, une solution satisfaisante peut seulement être trouvée en utilisant des systèmes protecteurs mobiles, surtout en cas des conditions locales défavorables comme de l'espace limité.

D'un côté, l'étude présente offre un bref aperçu des différents systèmes protecteurs mobiles, de l'autre elle contient une confrontation des avantages et désavantages. De plus, des aspects du point de vue hydrologique et des effets sur l'aménagement du territoire et sur le développement des colonies sont discutés.

Afin de pouvoir comparer les informations acquises une spécification des différentes solutions architectoniques est établie sur une liste de paramètres.

Pour pouvoir trouver une solution optimale de chaque cas individuel une évaluation finale des systèmes décrits est faite à l'aide d'une matrice concernant des différents buts partiels.

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines, Problemstellung.....	9
2.	Anforderungen aus wasserwirtschaftlicher Sicht.....	10
2.1	Zonierung der hochwassergefährdeten Gebiete	10
2.2	Angepasste Flächennutzung	11
2.3	Warnung bei Hochwassergefahren.....	11
3.	Hydrologische Anforderungen an mobile Schutzsysteme	13
3.1	Fernübertragene Daten	14
3.2	Hochwasserwarnungen	16
4.	Ziele und Vorgaben der Raumordnung in Bezug auf Hochwasserschutz.....	17
4.1	Beziehungsgefüge Raumplanung und Hochwasserschutz - ein Überblick	17
4.2	Örtliche Raumplanung und Hochwasserschutz.....	19
4.2.1	Flächenwidmungsplan	19
4.2.2	Bebauungsplan und Bauvorschriften	22
4.3	Gefahrenzonenpläne als Grundlage für die örtliche Raumplanung	23
5.	Schutz durch Mobilelemente nach Anwendungsbereich	24
5.1	Schutz bestehender Gebäudekomplexe durch Mobilelemente	25
5.1.1	Räumlicher Einsatzbereich	25
5.1.2	Beispiele aus Österreich und Deutschland	26
5.1.3	Bewertung aus Sicht der Raumplanung.....	28
5.2	Schutz von Einzelobjekten durch Mobilelemente	28
5.2	Schutz unbebauter Flächen durch Mobilelemente	29

6.	Charakterisierung der Mobilelementtypen mit Beispielen.....	31
6.1	Einleitung.....	31
6.2	Beispiele.....	32
A	Großelemente mit externer Lagerung.....	32
A1	In Dammbalkennuten einzusetzende Großtafeln.....	32
A1.1	Verschlüsse an Straßen (Beispiel: Verschlußbauwerke für die B3 entlang der Donau, z.B. Marbach, NÖ oder Saxen, OÖ).....	32
A1.2	Verschlüsse an Bahnen (Beispiel: Verschlußbauwerk am Polder Mogersdorf, Bgld.).....	35
A2	Großelemente mit Stehern (Beispiel: Verschluß im Bereich des Parkplatzes rechts der Traisen, nördlich der Bundesstraße B1a.....	38
B	Kleinelemente mit externer Lagerung.....	42
B1	Gänzlich mobile Kleinelemente mit Stehern.....	42
B1.1	Verschlüsse mit lotrechter Krafteinleitung in den Untergrund (Beispiel: Mobilelementwand in Krems/Stein an der Donau, Niederösterreich).....	42
B1.2	Verschlüsse mit lotrechter und schräger Krafteinleitung in den Untergrund (Beispiel: Hochwasserschutz Köln am Rhein).....	46
B2	Elemente mit Krafteinleitung in einen Rahmen (Beispiel: Plobel Umwelttechnik)....	52
B3	Gänzlich mobile Kleinelemente ohne Steher.....	55
B3.1	Verschlüsse mit linienhafter Krafteinleitung in den Untergrund (Beispiel: Ekosystem Winkelwand).....	55
B3.2	Dreieckswand aus mehreren Elementen.....	58
C	Elemente mit Lagerung vor Ort.....	61
C1	Vor Ort gelagerte einteilige Mobilelemente, aufklappbar.....	61
C1.1	Systeme mit punktueller Krafteinleitung (Beispiel: Hochwasserschutz Bruckneudorf Bgld.).....	61
C1.2	Hochklappbare Elemente mit linearer Lastabtragung (kein Beispiel).....	65

C2	Lotrecht verschiebliche Elemente (Beispiel: Waagner Biró).....	68
C3	Systeme mit automatischer (hydraulischer) Aufrichtung	72
C3.1	Aufklappbare Systeme (Beispiel: Hochwassersperre am Stour (?) England)	72
C3.2	Lotrecht verschiebliche Stauwand (Beispiel: Metallbau EYBEL)	76
C4	Mehrteilige Schutzwände, aufklappbar, Lagerung vor Ort (Beispiel: ETNA-Werke).....	79
C5	Mehrteilige Schutzwände, teleskopierbar, Lagerung vor Ort (kein Beispiel).....	83
D	Schlauchsysteme	86
D1	Einteilige Schlauchsysteme (Beispiel: Flocksmühle).....	86
D2	Mehrteilige Schlauchsysteme	90
D2.1	Nebeneinander liegendes Doppelschlauchsystem (Beispiel: Geochem Inc.)	90
D2.2	Mobilsysteme mit mehr als zwei Schläuchen (Beispiel: RAVESTEIN BV).....	94
E	Mobilsysteme für Notlösungen.....	97
E1	Sandsäcke und ähnliche Systeme	97
E1.1	Sandsäcke herkömmlicher Art	97
E1.2	Sandsack-Verbundkonstruktionen (Beispiel: Böck-Tandem Sandsack)	101
E1.3	Containersysteme (Beispiel: HESCO-GROUP)	104
E2	Erdwälle und dergleichen (ohne Beispiel)	107
6.3	Tabellarische Systembeschreibung	110
7.	Beurteilung der technischen Varianten	111
7.1	Bewertungsmethoden und Beurteilung von Alternativen	111
7.2	Grundprinzip der Nutzwertanalyse (NWA)	112
7.2.1	Bestimmung des Zielsystems	112
7.2.2	Ermittlung der zielrelevanten Wirkungen der Handlungsalternativen (Wirkungsanalyse).....	114

7.2.3	Theoretische Interpretation und praktische Anwendung von Skalierungen	114
7.2.4	Aggregation der Teilbewertung: Ermittlung der Gesamtnutzwerte	118
7.2.5	Allgemeines Schema von Bewertungsmatrizen	119
7.3	Multikriterielle Verfahren (Kompromiß-Lösungen).....	120
8.	Bewertung der Mobilelementtypen.....	121
9.	Zusammenfassung	129
10.	Abbildungsverzeichnis	132
11.	Quellenverzeichnis	133
11.1	Literatur	133
11.2	Internet Quellen	135
12.	Anhang	136
12.1	Anhang 1	136
12.2	Anhang 2	136

1. Allgemeines, Problemstellung

Die Verwirklichung von Hochwasserschutzmaßnahmen in Österreich hat mittlerweile insofern ein gewisses Reifestadium erreicht, als viele dringende Vorhaben umgesetzt sind. Die verbliebenen Fälle sind zunehmend jene komplizierten Projekte, die aus Gründen der ungünstigen Anlageverhältnisse bislang als kaum realisierbar angesehen wurden. Insbesondere bei sehr geringem Platzangebot (Verbauung durch Häuser bis ans Ufer), großen Überstauhöhen im Hochwasserfall, besonderen Bedingungen hinsichtlich des Ortsbildschutzes usw. konnten bisher vielfach keine befriedigenden Lösungen der Hochwasserprobleme gefunden werden.

Durch den Einsatz mobiler Schutzelemente könnte in manchen Fällen allerdings Hilfe geschaffen werden, unter Umständen in Kombination mit anderen Maßnahmen. Ausgeführte Beispiele zeigen dies.

Unter mobilem Hochwasserschutz sind solche Systeme zu verstehen, die nicht als feste Einrichtung aufgebaut oder erstellt werden. Mobile Hochwasserschutzsysteme werden nur im Hochwasserfall unter engen zeitlichen Vorgaben (Vorwarnzeit) aufgebaut und nach Rückgang des Hochwassers wieder entfernt. Sie werden meist in möglichst geringer Entfernung zum Einsatzort gelagert und im Bedarfsfall antransportiert und aufgestellt.

Mobile Schutzelemente sind in der Anschaffung relativ teuer und teilweise auch in der Wartung, weshalb bei der Auswahl der Systeme überlegt vorgegangen werden muß. Hierbei ergibt sich das Problem, daß die verschiedenen Systeme, soweit bekannt, erhebliche Unterschiede aufweisen und eine Klassifikation dieser Unterschiede nur teilweise besteht. Zudem sind vermutlich viele Systeme bei uns gar nicht bekannt, oder sie wurden noch nie angewandt.

Die vorliegende Studie, eine Kooperationsarbeit von WERNER CONSULT, dem INSTITUT FÜR WASSERWIRTSCHAFT, HYDROLOGIE UND KONSTRUKTIVEM WASSERBAU und dem INSTITUT FÜR RAUMPLANUNG UND LÄNDLICHE NEUORDNUNG, beide der UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR, gibt einerseits einen breiten Überblick über die verschiedenen mobilen Schutzsysteme, und beinhaltet andererseits sowohl eine Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile bzw. der Eigenschaften allgemein, als auch der Kosten. Darüber hinaus wurden auch verschiedene Aspekte aus Sicht der Hydrologie und der Siedlungsentwicklung behandelt, um das Thema "mobile Schutzbauwerke" umfassend darzustellen.

2. Anforderungen aus wasserwirtschaftlicher Sicht

Generell ist festzustellen, daß für die Verhinderung bzw. Reduktion von Hochwasserschäden eine Reihe von Maßnahmen nötig sind. Diese beinhalten:

- ♦ eine Zonierung der hochwassergefährdeten Gebiete
- ♦ eine dem HW-Schutz angepaßte Flächennutzung
- ♦ eine rechtzeitige Warnung bei Hochwassergefahren
- ♦ einen Alarm- und Handlungsplan für alle befaßten Institutionen.

2.1 Zonierung der hochwassergefährdeten Gebiete

Die Ausweisung von hochwassergefährdeten Gebieten erfolgt auf der Basis der Wasseranschlagslinie für HQ_{30} , bzw. HQ_{100} , wobei der Überflutungsbereich oft durch Hochwasserschutzdeiche eingegrenzt ist. Landeinwärts der Schutzbauten ist die Wahrscheinlichkeit einer Gefährdung lediglich reduziert, doch bleibt die Auftrittswahrscheinlichkeit für Katastrophenhochwässer größer als die Ausbauwassermenge ($HQ > HQ_A$) aber unverändert. Das Risiko, das mit dem Auftreten von Hochwässern verbunden ist, schließt immer eine Schadensfunktion $S(Q)$ mit ein. Drückt man das Risiko durch den jährlichen Erwartungswert des Schadens $E(S)$ aus, so gilt:

$$E(S) = \int_{Q_*}^{\infty} S(Q) \cdot f(Q) \cdot dQ$$

$f(Q)$ Dichtefunktion für Hochwässer

Q_* drückt hier das jeweilige Bemessungshochwasser aus

2.2 *Angepasste Flächennutzung*

Geht man davon aus, daß die Auftretswahrscheinlichkeit von Hochwässern $f(Q)$ weder durch Klimaänderungen noch durch direkte anthropogene Einwirkungen, wie Landnutzungsänderungen und den Wegfall von Retentionsräumen, verändert wird, so bleibt dennoch der Einfluß einer geänderten Schadensfunktion bestehen. Wird z.B. in einem Gebiet die Hochwassergefährdung durch Ausbau auf ein HQ_{100} reduziert, so würde der Erwartungswert des Schadens sinken. Bei geänderter Bebauungsdichte und/oder bei Erhöhung des Wertes einzelner Objekte erhöht sich aber die Schadensfunktion, so daß der Erwartungswert sogar steigen kann. Außerdem ist auch das Versagen von Schutzeinrichtungen zu berücksichtigen, wie einige Deichbrüche zum Beispiel an der Leitha zeigen.

Somit sollte ein integraler Hochwasserschutz immer auch die Nutzung im hochwasserfreigelegten Hinterland mit einbeziehen und trotz gesetzter Schutzmaßnahmen Restriktionen für die Nutzung klar aussprechen. Hier wird die Kompetenz der Gemeinden in der Ausarbeitung von Flächenwidmungsplänen als sehr weitgehend angesehen und es ist auf eine verstärkte Berücksichtigung von schutzwasserwirtschaftlichen Zielsetzungen in der Flächennutzung hinzuwirken.

2.3 *Warnung bei Hochwassergefahren*

Hochwasserwarneinrichtungen sollten flächendeckend für Österreich vorgesehen werden. Hier ist generell zwischen den Hochwasserwarnungen für die Unterläufe der größeren Gewässer und für die Oberläufe in den alpinen Lagen zu unterscheiden. Erstere können auf Messungen an Oberliegerpegeln aufbauen und mit Hilfe von Wellenablaufmodellen bei Überschreiten von kritischen Abflußwerten eine Warnung ausgeben. Für die kleinen Einzugsgebiete (kleiner als einige hundert km^2) könnten auf Grund von Niederschlagsprognosen, ergänzt durch Radarbilder, Frühwarnsysteme betrieben werden. Dennoch blieben die Vorwarnzeiten extrem kurz.

In bezug auf die mobilen Hochwasserschutzsysteme ist festzustellen, daß diese den lokalen Schutz verbessern können, aber damit auch den Bebauungsdruck auf bisher nur teilgenutzte Gebiete erhöhen können. Hier sollte generell zwischen Maßnahmen zum verbesserten Schutz von länger bestehenden Bebauungen (wie z.B. im Ortsbereich von Steyr, Passau, Schärding, Krems, Hainburg, Innsbruck, Ybbs, ...), von bereits bestehenden Einzelobjekten im Abflußgebiet und geplanten Erweiterungen des Siedlungsgebietes unterschieden werden. Die meisten der diskutierten mobilen Hochwasserschutzsysteme sind als Sondermaßnahmen in dicht verbauten Gebieten und Einzelobjekten und als Notmaßnahmen zu sehen und sollten ansonsten nicht als Alternative zu permanenten Schutzeinrichtungen betrachtet werden.

Tabelle 1: Übersicht über Direktinformationen zum Abflußgeschehen in Österreich
(aus Nobilis, 2000)

Vorarlberg: <http://www.vorarlberg.at/Landesregierung/lwba/lwba.htm>

Hydrografischer Dienst: Tel.: 05574-511-43610 oder 43616

Tirol: <http://www.tirol.gv.at/wasserstand>

Hydrografischer Dienst-Hochwassermelddienst: Tel.:0512-508-4262

Salzburg: <http://www.land-sbg.gv.at/wasserwirtschaft/hydrograph>

Hydrografischer Dienst-Hochwassermelddienst: Tel.: 0662-8042-4644

Oberösterreich: Hydrografischer Dienst-Hochwasserdienst. Tel.: 0732-654048 od. 6584-2724

Niederösterreich: Hydrografischer Dienst, Hochwasserwarnzentrale. Tel.: 02742-200-3178

Wasserstandsnachrichten-Tonbanddienst. Tel.: 01-1558

Wien: MA45, Gruppe Hydrologie-Tonbanddienst. Tel.: 01-1577

Burgenland: Hydrografischer Dienst. Tel.: 02682-600-2524

Steiermark: <http://www.stmk.gv.at/verwaltung/fa3a/REF1d.stm>

Hydrografischer Dienst. Tel.: 0316-877-2014

Fernmeldestationen: Tel.: 0316-877-3852

Kärnten: Hydrografischer Dienst. Tel.: 0463-536-31806 oder 31819

3. Hydrologische Anforderungen an mobile Schutzsysteme

Voraussetzung für den Einsatz von mobilen Hochwasserschutzanlagen ist die rechtzeitige Information über den bevorstehenden Einsatz. Bei den automatisch gesteuerten Systemen reicht eine kurze Vorwarnzeit. Bei einer Reihe von technischen Varianten, die erst mit manueller Unterstützung zu errichten sind, ist von einer Vorwarnzeit von einigen Stunden auszugehen.

Generell sind dabei zwei Arten von Warnsystemen zu unterscheiden:

- ♦ jene, die auf fernübertragenen Stationen,
- ♦ jene, die auf prognostizierten Niederschlagsdaten bzw. Temperaturdaten

beruhen.

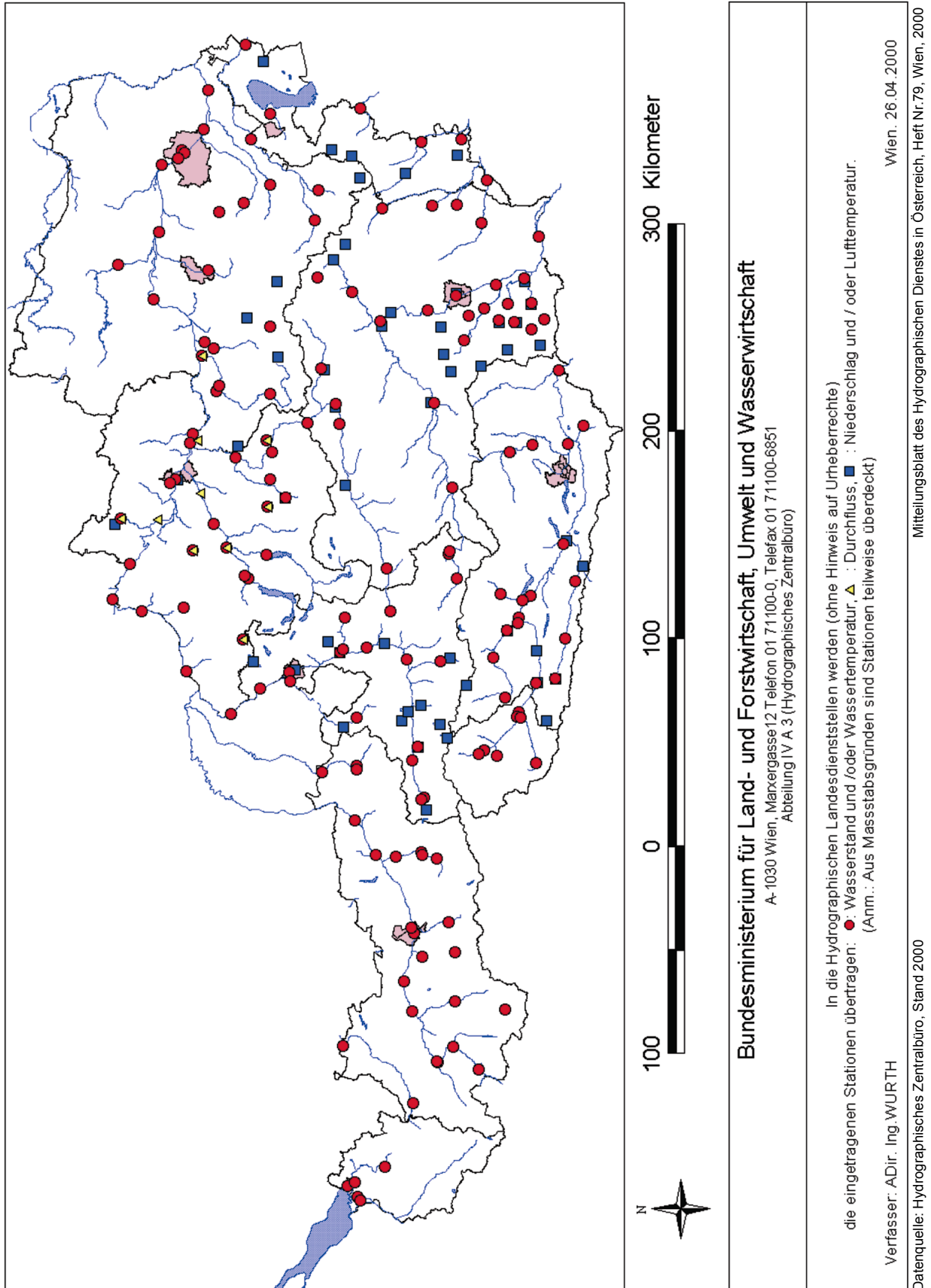
3.1 Fernübertragene Daten

Daten aus dem Oberliegerbereich des Einzugsgebietes können relativ zuverlässige Prognosen über einen der Fließzeit entsprechenden Zeitraum liefern. Dies setzt die direkte Zugänglichkeit (über das Internet oder Telefon) von Abflußdaten voraus und erfordert zusätzlich entweder die eigenverantwortliche Entscheidung über den Einsatz oder eine Hochwasserwarnung von amtlicher Seite.

Gemäß §7 des Hydrographiegesetzes ist der Landeshauptmann für die Verbreitung von derartigen Informationen zuständig, soweit dies für die Schifffahrt, die Wassernutzung und die Vermeidung (Reduktion) von Gefahren für Leben und Eigentum notwendig ist. In Abbildung 1 sind die derzeit fernübertragenen Meßstellen angeführt, die zu den hydrografischen Landesdienststellen übertragen werden. Einige dieser Meßstellen sind über Internet zugänglich. Insgesamt werden derzeit ca. 200 Stationsdaten, die sich auf Wasserstand, Abfluß, Wassertemperatur, Niederschlag und Temperatur beziehen, in die Landeszentralen übertragen (Nobilis, 2000). Wie aus der Abbildung 1 ersichtlich ist, werden fast ausschließlich Wasserstandsdaten übertragen, während die Abflußdaten sich überwiegend auf die Donaustrücke beziehen. Sieht man aber die einzelnen Homepages der Länder durch, so ist festzustellen, daß noch zusätzliche Stationen erfaßt werden und einige davon auch direkt zugänglich sind.

Um entsprechend Zeit für Schutzmaßnahmen zur Verfügung zu haben, eignen sich diese Informationen nur für die größeren Flüsse in Österreich, Inn, untere Salzach, mittlere und untere Enns, mittlere und untere Drau, Donau, die Mur und untere Leitha. Für kleinere Einzugsgebiete sind die Fließzeiten zu kurz bzw. liegen keine Oberliegerpegel vor, die zur Prognose bzw. Warnung dienen könnten.

Abbildung 1: Österreichübersicht aller fernübertragenen Meßstellen die zu den hydrografischen Landesdienststellen übertragen



3.2 Hochwasserwarnungen

Hochwasserwarndienste sind derzeit in Tirol, Vorarlberg und der Steiermark eingerichtet und Salzburg, Kärnten, Oberösterreich, Niederösterreich und Wien betreiben Hochwasservorhersagesysteme. Allerdings sind diese keinesfalls flächendeckend, sondern beziehen sich auf die Hauptflüsse. Die Steiermark ist gerade dabei für einige Testgebiete Vorhersagesysteme zu entwickeln. Diese Daten können bei den Hydrografischen Landesabteilungen, über Telefon oder Internet abgefragt werden (Tabelle 1). In den Homepages der Länder sind mit Anfang 2000 rund 80 Stationen an Oberflächengewässern und 20 Stationen für Niederschlags- und Temperaturdaten abrufbar. Die Bundesländer Oberösterreich, Niederösterreich und das Burgenland bereiten die Bereitstellung von ca. 30 weiteren Stationen derzeit vor. Das Hydrografische Zentralbüro überlegt eine vereinfachte Darstellung der Abflusssituation für das österreichische Bundesgebiet, wobei der Schwerpunkt auf den größeren Gewässern liegen wird.

Diverse Kraftwerksgesellschaften bzw. die Verbundgesellschaft haben bereits Abflußprognosemodelle für eine Reihe von Einzugsgebieten erstellt. Teilweise werden diese Berechnungen auch für die Hochwasserwarnungen der Länder herangezogen. Die Prognosemodelle basieren auf den Sondermeßnetzen der Gesellschaften und sind primär für den Kraftwerksbetrieb gedacht. Prognosen für längere Vorhersagezeiten (über 24h) gehen bereits über die Fließzeit der österr. Gewässer hinaus und benötigen daher die Vorhersage des meteorologischen Geschehens. Die derzeit verfügbaren Prognosemodelle der Verbundgesellschaft prognostizieren bis zu 4 Tagen das Abflußgeschehen an ca. 30 Pegeln Österreichs. Zu diesem Zweck werden die Wetterprognosen von Reading (UK) vom European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF-Prognosen, die unter <http://www.ecmwf.int/index.html> auch teilweise zugänglich sind) von der ZAMG räumlich besser aufgelöst und daraus die räumlich-zeitliche Verteilung von Niederschlag und Temperatur prognostiziert. Mit Hilfe dieser Daten wird ein kontinuierlich arbeitendes Niederschlags-Abflußmodell betrieben, das für ca. 30 Pegel in Österreich eine Abflußprognose bis zu 4 Tagen liefert. Die Prognosepegel beziehen sich auf den Inn, die Salzach, die bayerische Donau, die Traun, die Enns, das davon gelegene östliche Alpenvorland, die Donau und die Drau. Kleinere Flußgebiete werden nicht erfaßt.

Mit zunehmender Qualitätssteigerung der meso-skaligen Niederschlagsprognose sind mittelfristig aber durchaus auch Hochwasserwarnungen für kleinere Einzugsgebiete möglich. Speziell für Flachlandflüsse bzw. für die entsprechenden Gewässerabschnitte sollten Prognosezeiten von ca. 4-6 Stunden durchaus möglich sein, die einen Einsatz von mobilen Elementen rechtfertigen könnten. Methodisch wäre dies heute bereits möglich, doch fehlen in etlichen Gebieten die technischen Voraussetzungen, wie fern übertragene Stationen und Warnsysteme.

4. Ziele und Vorgaben der Raumordnung in Bezug auf Hochwasserschutz

4.1 Beziehungsgefüge Raumplanung und Hochwasserschutz - ein Überblick

Gegenstand der Raumplanung ist die vorausschauende Lösung „räumlicher Konflikte, die sich aus der Begrenztheit des Raumes und aus den vielseitigen und vielschichtigen Ansprüchen an den Lebensraum ergeben“.¹ In der Raumplanung geht es dementsprechend einerseits darum, die physischen Raumelemente vor dem Zugriff des Menschen zu schützen und andererseits um die Koordination der anthropogenen Nutzungsansprüche, sodaß sie möglichst ohne gegenseitige Beeinträchtigung wahrgenommen werden können.

Die **Grundfunktionen der Raumordnung** liegen demnach u.a.:²

- ♦ in einer räumlichen Verteilung der Nutzungen und Raumansprüche entsprechend den spezifischen Eignungen der jeweiligen Standorte und Gebiete
- ♦ in der vorsorglichen Vermeidung bzw. im Abbau von Konflikten zwischen einzelnen bestehenden und geplanten Nutzungen und Raumansprüchen.
- ♦ in der Erhaltung wertvoller natürlicher und kultureller Elemente der Raumausstattung
- ♦ in der Schonung naturgebundener Ressourcen

Zusammengefaßt läßt sich feststellen, daß die Aufgabe der Raumordnung darin besteht, zwischen den Raumansprüchen von Gesellschaft und Wirtschaft einerseits, und dem vorhandenen Raumpotential andererseits einen Ausgleich herbeizuführen.

Dieses vom Menschen nutzbare Raumpotential wird durch Naturgefahren, wie z.B. Hochwasser, eingeschränkt. Eine Nutzung dieser Bereiche zieht ein je nach Art und Ausmaß der Gefährdung unterschiedliches Risiko nach sich. Der planerische Umgang mit Risiken ist Gegenstand der **Sicherheitsplanung**. Sicherheitsplanung kann sich sowohl im Sinne einer Prävention, wie auch einer Korrektur vollziehen. Im ersten Fall erfolgt der Handlungsbeitrag vor der Risikoentstehung durch präventives Analysieren und Steuern des Risikos (**präventive Sicherheitsplanung** nach dem Vorsorge-Prinzip). Im zweiten Fall erfolgt der Handlungsbeitrag nach der Risikoentstehung im Sinne einer **korrektiven Sicherheitsplanung** zur Verminderung bereits eingegangener Risiken.³

¹ LENDI 1995, S. 6

² vgl. SCHINDEGGER 1999, S. 34

³ vgl. EGLI 1996 S. 24 f.

Die Raumplanung (in Bezug auf Naturgefahren) ist dabei dem Bereich der präventiven Sicherheitsplanung zuzurechnen. Raumplanerische Maßnahmen sind „Maßnahmen am gefährdeten Objekt“⁴, die auf eine Anpassung der menschlichen Nutzung an die Gefahr abzielen und damit das **Schadenspotential** reduzieren. Durch die Berücksichtigung besonders innerhalb der örtlichen Raumplanung (Raumplanung auf Gemeindeebene) können Gefahren und Nutzungsinteressen grundeigentümergebunden aufeinander abgestimmt werden. Dies geschieht insbesondere bei der Erarbeitung kommunaler Flächenwidmungspläne und der Erteilung von Baubewilligungen. Die Wirksamkeit ist gegeben, wenn geeignete gesetzliche Grundlagen bestehen und ausreichende Informationsgrundlagen über die Gefahrengebiete zur Verfügung stehen.

Maßnahmen des aktiven Hochwasserschutzes und dazu zählt auch der Hochwasserschutz durch mobile Elemente, fallen in die Kategorie korrektive Sicherheitsplanung. Solche Maßnahmen „an der Gefahrenquelle“⁵ passen die Gefahr der menschlichen Nutzung an und reduzieren das **Gefahrenpotential**. Aktive Hochwasserschutzmaßnahmen lassen sich in Einzugsgebietmaßnahmen zur Verringerung der Abflußbildung, Gewässermaßnahmen zur Verringerung der Abflußspitze bzw. zur Vergrößerung der Transportkapazität und **Notfallmaßnahmen** zur unmittelbaren Gefahrenbekämpfung unterteilen. Maßnahmen der **Ufererhöhung mittels beweglicher Elemente** sind dem letztgenannten Teilgebiet zuzuordnen. Der Einsatz solcher Maßnahmen bleibt örtlich begrenzt und beschränkt sich auf Ereignisse mit relativ langsamer Anstiegsgeschwindigkeit.

Raumplanung und aktive Hochwasserschutzmaßnahmen nähern sich demgemäß der Hochwasserproblematik von unterschiedlichen Seiten. Es bestehen aber dennoch große Wechselwirkungen zwischen beiden Bereichen. So können einerseits Standortentscheidungen der Raumplanung den Einsatz aktiver Hochwasserschutzmaßnahmen nach sich ziehen, andererseits können durch Hochwasserfreilegung neue Nutzungsmöglichkeiten insbesondere für die Siedlungserweiterung erschlossen werden. Der **Einsatzbereich mobiler Elemente** ist aus Kostengründen lokal begrenzt. Die Wechselwirkungen zur Raumplanung konzentrieren sich daher auf vergleichsweise **kleine räumliche Einheiten**.

Vom Einsatz mobiler Hochwasserschutzmaßnahmen wird besonders die **örtliche Raumplanung** tangiert. Die Landesraumordnungsgesetze verpflichten die Gemeinden u.a. örtliche Raumpläne (Örtliches Entwicklungskonzept, Flächenwidmungsplan, Bebauungsplan) zu erstellen. Für die gegenständliche Thematik sind insbesondere der Flächenwidmungsplan und der Bebauungsplan von Relevanz.

⁴ vgl. EGLI 1996 S. 27

⁵ vgl. EGLI 1996 S. 27

4.2 Örtliche Raumplanung und Hochwasserschutz

4.2.1 Flächenwidmungsplan

Der Flächenwidmungsplan zielt mittels verbindlicher Widmungszuweisung (Hauptwidmungskategorien: Bauland, Grünland, Verkehrsfläche) auf eine räumlich funktionelle Gliederung des Gemeindegebietes ab, wobei sich die Widmung an bestimmten **Grundsätzen für die Siedlungspolitik** orientiert. Themenbezogen seien die folgenden Grundsätze angeführt:⁶

- ♦ Vorrang für eine bodensparende Siedlungsentwicklung
- ♦ Begrenzung und Schwerpunktbildung
- ♦ Vorausschauende Sicherung geeigneter Flächen für konflikträchtige Nutzungen
- ♦ Sparsamkeit – Kostenwahrheit – Verursacherprinzip hinsichtlich der Finanzierung

In Bezug auf den **Hochwasserschutz** liegt der Schwerpunkt der Forderungen an die örtliche Raumplanung in einem **passiven Gefahrenschutz**, indem in bedrohten Gebieten keine Baulandwidmung erfolgen darf. Der diesbezügliche Auftrag an Gemeinden, Planer und Sachverständige ist in den Leitzielen und Planungsrichtlinien der einzelnen Raumordnungsgesetze formuliert.

Beispiel:

Niederösterreichisches Raumordnungsgesetz (NÖROG 1976, Novelle 95)

Sicherung bzw. Ausbau der Voraussetzungen für die Gesundheit der Bevölkerung insbesondere durch (...) Berücksichtigung vorhersehbarer Naturgewalten bei der Standortwahl für die Raumordnungsmaßnahmen (§ 1 Abs. 2 NÖROG)

⁶ vgl. SCHINDEGGER 1999, S. 35

In den Raumordnungsgesetzen aller Bundesländer finden sich ferner bei den Bestimmungen zur örtlichen Raumplanung Aussagen, die auf den **Hochwasserschutz bei der Baulandausweisung** abzielen. Die einzelnen Landesgesetze stimmen dahingehend überein, daß Grundflächen, die sich aufgrund ihrer natürlichen Gegebenheiten, z.B. der Hochwassergefährdung, nicht für eine Bebauung eignen, von einer Baulandwidmung ausgeschlossen sind. Derartige Flächen sind in den Flächenwidmungsplänen ersichtlich zu machen.

Beispiele:

Niederösterreichisches Raumordnungsgesetz (NÖROG 1976, Novelle 95):

Flächen, die aufgrund der Gegebenheiten ihres Standortes zur Bebauung ungeeignet sind, dürfen nicht als Bauland gewidmet werden, insbesondere:

1. *Flächen, die in Überflutungsgebieten liegen (ohne diese näher zu bezeichnen) (§ 15 Abs. 3 NÖROG)*

Tiroler Raumordnungsgesetz (TROG 1994, Novelle 95):⁷

Von der Widmung als Bauland sind insbesondere ausgeschlossen:

Grundflächen, soweit sie insbesondere unter Bedachtnahme auf Gefahrenzonenpläne wegen einer Gefährdung durch Lawinen, Hochwasser, Wildbäche, Steinschlag, Erdbeben oder andere Naturgefahren für eine widmungsgemäße Bebauung nicht geeignet sind; (§ 37 Abs. 1 TROG)

(2) Grundflächen, deren Eignung als Bauland insbesondere unter Bedachtnahme auf Gefahrenzonenpläne wegen einer Gefährdung durch Lawinen, Hochwasser, Wildbäche, Steinschlag, Erdbeben oder andere Naturgefahren nur unter der Voraussetzung einer bestimmten Anordnung oder baulichen Beschaffenheit von Gebäuden oder sonstiger baulicher Vorkehrungen im Bereich von Gebäuden gegeben ist, dürfen nur dann als Bauland gewidmet werden, wenn sie innerhalb eines bestehenden zusammenhängenden Siedlungsbereiches oder unmittelbar im Anschluß daran gelegen sind und das Bauland dadurch nicht in Richtung stärker gefährdeter Bereiche erweitert wird. (§ 37 Abs. 2 TROG)

⁷ Das Tiroler Raumplanungsgesetz verdient diesbezüglich besondere Beachtung, da erstmalig in einem Raumordnungsgesetz der Gefahrenzonenplan als zu beachtende Grundlage der Flächenwidmung gesetzlich verankert wird.

Kärntner Gemeindeplanungsgesetz (K-GplG 1982, Novelle 94)

Als Bauland sind nur Grundflächen festzulegen, die für die Bebauung geeignet sind. Nicht als Bauland festgelegt werden dürfen insbesondere Gebiete,

die im Gefährdungsbereich von Hochwasser, Steinschlag, Lawinen, Muren, Altlasten, Waldrändern u. ä. gelegen sind, sofern diese Gefahren nicht mit objektiv wirtschaftlich vertretbaren Aufwendungen durch entsprechende Maßnahmen abgewendet werden können; (§ 3 Abs. 1 K-GplG)

Zusätzlich wird die Errichtung von Baulichkeiten im Hochwasserabflußbereich auch durch das **Wasserrechtsgesetz (WRG)** limitiert, wobei hier im Gegensatz zu den Raumordnungsgesetzen der Hochwasserabflußbereich dezidiert bezeichnet wird:

Zur Errichtung und Abänderung von Bauten an Ufern und baulichen Anlagen innerhalb der Grenzen des Hochwasserabflusses fließender Gewässer ist eine wasserrechtliche Bewilligung einzuholen. Als Hochwasserabflußgebiet gilt das bei 30jährigen Hochwässern überflutete Gebiet. Die Grenzen der Hochwasserabflußgebiete sind im Wasserbuch in geeigneter Weise ersichtlich zu machen. (vgl. § 38 Abs. 3 WRG).

Die Hauptaufgabe der Raumplanung und besonders der örtlichen Raumplanung liegt punkto Hochwasserschutz also darin, **Flächenvorsorge** mittels eines schadensbegrenzenden Flächenmanagements zu betreiben, d.h. in enger Zusammenarbeit mit der Wasserbauverwaltung Vorsorge zu tragen, daß möglichst kein Bauland in hochwassergefährdeten Bereichen ausgewiesen wird und darüber hinaus potentielle Retentionsflächen benannt und vorsorglich mit einem entsprechenden Schutzstatus im Rahmen der Grünlandwidmung versehen werden. Grünlandwidmungen können also auch gezielt zur Ausweisung wichtiger Flächen mit Schutzwirkung oder zur Reservierung von Flächen für technisch-biologische Schutzmaßnahmen verwendet werden. Leider definieren die Raumordnungsgesetze Freiflächen noch immer als „Restflächen“. So werden im Widmungsvorgang zuerst jene Flächen abgegrenzt, die als Bauland oder Verkehrsflächen gewidmet werden, der Rest wird mit der Widmung Grünland versehen. Insbesondere im Zusammenhang mit dem Hochwasserschutz sollte sich vermehrt die Einsicht durchsetzen, daß zunächst jene Freiräume zu definieren sind, die aus Gründen der Hochwassergefahr oder ihrer Wirksamkeit als Retentionsflächen freigehalten werden müssen, und erst dann der Siedlungsraum in seiner Ausdehnung abzugrenzen wäre.

4.2.2 Bebauungsplan und Bauvorschriften

Für Bereiche, die im Flächenwidmungsplan als Bauland ausgewiesen werden, können Bebauungspläne erstellt werden. Dieses Instrument der örtlichen Raumplanung ist für den Hochwasserschutz dann von Bedeutung, wenn aufgrund vergleichsweise geringer Hochwassergefährdung eine künftige Bebauung im Flächenwidmungsplan nicht völlig ausgeschlossen wurde (z.B. Lage in der gelben Gefahrenzone). Der Bebauungsplan regelt die räumliche Verteilung und die Gestaltung der Bebauung und der Freiflächen im Bauland sowie Art und Verlauf der Erschließung. Durch gefahrenbezogene Bebauungsvorschriften können Hochwasserschäden hintangehalten werden. An Maßnahmen, die durch Festlegung der Gebäudeausrichtung für eine sinnvolle Gefahrenabwehr sorgen, sind beispielsweise zu nennen:

- ♦ Anordnung von Hauseingängen nur auf der gefahrenabgewandten Seite, um die Bildung von Einfallsschneisen zu verhindern
- ♦ Der Gefahrenseite zugewandt werden nur Nebengebäude mit untergeordneten Nutzungen zugelassen, die dahinterliegende Gebäude mit den Aufenthaltsräumen schützen.

Diese Mindestanforderungen können im Zuge der Bebauungsplanung prinzipiell für das gesamte Bauland vorgesehen werden, sind in der Praxis jedoch kaum anzutreffen. Eine Berücksichtigung von Hochwassergefahren erfolgt vielmehr in den Vorschriften der Landesbauordnungen. Diese auf den Hochwasserschutz ausgerichteten Bebauungsvorschriften enthalten u.a. Detailregelungen über die Mindesthöhenlage von Fußbodenoberkanten und Fenstern auf der gefahrenzugewandten Seite, die Verwendung von widerstandsfähigen Materialien, die Gestaltung von Einfriedungen, die Erhaltung von Grünflächen oder die Querschnittsgestaltung von Verkehrsflächen.

4.3 Gefahrenzonenpläne als Grundlage für die örtliche Raumplanung

Eine sorgfältige Beurteilung von Standorteignungen und damit eine adäquate Berücksichtigung der Hochwassergefahr in der Raumplanung setzt die Kenntnis der Intensität und des Umfangs von Hochwasserereignissen voraus. Die Raumplanung ist also zur Erfüllung ihrer Aufgabe auf **Informationen wasserbaulicher Fachdienste** angewiesen. Denn es sind gerade die Instrumente der Raumordnung, mit denen ausreichende Retentionsräume, Flächen zur schadlosen Ableitung von Hochwässern aber auch Bereiche für notwendige Schutzbauten gesichert bzw. freigehalten werden können. Eine wesentliche Entscheidungsgrundlage bieten Abflußpläne bzw. die Gefahrenzonenpläne der Bundeswasserbauverwaltung.

Die Aufgabe der Gefahrenzonenplanung besteht darin, Art und Ausmaß der bei einem 100jährigen Hochwasserabfluß auftretenden Gefahren für Siedlungs-, Industrie-, Verkehrs- und Erholungsflächen zu ermitteln und darzustellen. Dabei erfolgen die Abgrenzung und Bewertung nach dem Grad der Gefährdung in Form einer „Gelben“ und einer „Roten“ Gefahrenzone. Ferner wird in den Gefahrenzonenplänen auch der Abflußbereich des 30jährigen Hochwassers ausgewiesen.

Die „**Rote Zone**“ umfaßt jene Abflußbereiche und Uferzonen von Gewässern, in denen Zerstörungen oder schwere Beschädigungen von Bauobjekten und Verkehrsanlagen möglich sind. Diese Zone ist zur Benützung für ständige Siedlungs- und Verkehrszwecke nicht geeignet. Damit wird auch jede Baulandwidmung ausgeschlossen.

Die „**Gelbe Zone**“ weist jene Abflußbereiche aus, in denen für Gebäude und Verkehrsanlagen Gefahren geringeren Ausmaßes auftreten können. Die Nutzung für Siedlungs- und Verkehrszwecke ist nach Maßgabe der Gefährdung beeinträchtigt. Eine bauliche Nutzung ist demgemäß nicht prinzipiell ausgeschlossen, allerdings sind, neben einer vorliegenden rechtskräftigen Baulandwidmung (die bereits vor der Erstellung des Gefahrenzonenplans erfolgt ist), bestimmte Auflagen bautechnischer Natur zu erfüllen. Diese Auflagen dienen dazu, einerseits materielle Schäden an Gebäuden gering zu halten und andererseits einen möglichst ungehinderten Hochwasserabfluß oder eine ausreichende Retention zu gewährleisten. Eine Baulandwidmung in der gelben Zone ist nach den raumordnungsgesetzlichen Bestimmungen allerdings nicht zulässig. Da innerhalb gelber Gefahrenzonen der Sachverhalt einer ungenügenden Standorteignung als erwiesen anzusehen ist, ergibt sich, daß die raumordnungsrechtlichen Voraussetzungen für eine Baulandwidmung nicht gegeben sind.⁸ Die Intention des Gesetzgebers wird deutlich: in bestehende Rechte soll nicht eingegriffen, das Risiko bei der Widmung neu zu erschließender Flächen jedoch streng kalkuliert werden.

⁸ vgl. SCHWEIGHOFER 1997

5 Schutz durch Mobilelemente nach Anwendungsbereich

Die Auswirkungen des Einsatzes mobiler Hochwasserschutzelemente auf Raumordnung und Siedlungsentwicklung wurden hinsichtlich ihres jeweiligen **Anwendungsbereiches** differenziert. Je nach Nutzung der (lokal begrenzt) zu schützenden Flächen müssen aus Sicht der Raumordnung die drei nachfolgend angeführten Anwendungsbereiche unterschieden werden.

- ♦ Schutz bestehender Gebäudekomplexe
- ♦ Einzelobjektschutz
- ♦ Schutz unbebauter Flächen

Im Mittelpunkt der Betrachtung stehen dabei die **Nutzungsoptionen**, die infolge einer lokal begrenzten Hochwasserfreilegung durch Mobilelemente erschlossen werden können, sowie allfällige **Restriktionen** des Einsatzes von Mobilelementen, die sich aufgrund der Zielvorstellungen der Raumordnung ergeben.

5.1 **Schutz bestehender Gebäudekomplexe durch Mobilelemente**

5.1.1 **Räumlicher Einsatzbereich**

Zum **räumlichen Einsatzbereich** mobiler Elemente wurden im Wege telefonischer oder schriftlicher Anfragen bzw. über Internet Recherchen in Österreich, Deutschland und den USA durchgeführt.

Als Ergebnis der Recherchen in **Österreich** und **Deutschland** ist festzuhalten, daß sich der Einsatz mobiler Hochwasserschutzzelemente nahezu ausschließlich auf (städtische)⁹ **Siedlungsbereiche** (Wohn- und Geschäftsviertel) **mit hoher Bebauungsdichte** beschränkt, und zwar entweder als eigenständige Maßnahme (lokal begrenzt) oder als Ergänzung bestehender baulicher Anlagen (Sicherung von Durchlässen für Wege und Verkehrsanlagen bei Dämmen und Mauern, Aufbauelemente für Schutzmauern). Der Schutz durch Mobilelemente kommt dabei sowohl als **öffentlich finanzierte** Hochwasserschutzmaßnahme (kommunale Hochwasserschutzprojekte) als auch als **privat finanzierter** Objektschutz für Einzelgebäude (Verschluß von Gebäudeöffnungen durch Dammbalkensysteme) zur Anwendung. Geschützt werden insbesondere hochwassergefährdete, ufernahe Altstadtbereiche sowie jene Siedlungsteile, für die der Schutz vor einem 100-jährlichen Hochwasser nicht gewährleistet ist. Der Einsatz mobiler Elemente dient damit einer **nachträglichen** Gewährleistung der Hochwassersicherheit für solche Bereiche, die durch flußbauliche oder sonstige konstruktive Maßnahmen, entweder aus Gründen des verfügbaren Raumes oder wegen denkmalschützerischer Restriktionen nicht mehr gesichert werden können und für die der Einsatz präventiv wirkender, raumordnerischer Instrumente nicht mehr möglich ist.

In den **USA** spielen mobile Hochwasserschutzsysteme - meist in Form von Schlauchkonstruktionen - sehr häufig auch beim Schutz freistehender Einzelobjekte außerhalb geschlossener Siedlungsbereiche eine große Rolle.

⁹ Der Begriff "städtisch" wurde in Klammer gesetzt, um damit nicht zu implizieren, daß mobile Hochwasserschutzsysteme ausschließlich in urbanen Ballungszentren zum Einsatz kommen (können). Entscheidend für deren Einsatzbereich ist vielmehr die hohe Bebauungsdichte der zu schützenden Bereiche.

5.1.2 Beispiele aus Österreich und Deutschland

In **Krems/Stein** dient der Einsatz von Mobilelementen dem Schutz der historischen Altstadt. Insbesondere der donauzugewandte Stadtteil von Stein mit Geschäftsbereichen zu ebener Erde gilt als besonders hochwassergefährdet. Mobile Elemente kommen hier als Ergänzung zur (nach dem Hochwasser 1991 sanierten) Schutzmauer zum Einsatz. Dammbalkensysteme aus Metall mit lotrechten Ständern werden 1,64 m hoch auf die Schutzmauer aufgesetzt. Die Ständer bleiben während der Hochwasserperioden fix montiert, die Dammbalken werden nur bei akuter Hochwassergefahr eingeschoben. Ferner werden Dammbalken auch zum Verschluss von Durchlässen eingesetzt. Die gesetzliche Zuständigkeit für die Aufstellung liegt bei der Stadt Krems, die Umsetzung erfolgt durch die örtliche Feuerwehr. Durch den Einsatz von Mobilelementen ist der Hochwasserschutz des Stadtteils Stein nun auf ein 100-jährliches Hochwasser ausgebaut.¹⁰

In **Steyr** und **Schärding** kommen mobile Hochwasserschutzsysteme in Form lokaler Objektschutzmaßnahmen zum Verschluss von Öffnungen in Gebäuden sowie zur Sicherung von Baulücken durch gänzlich mobile Elemente mit kleinteiligen Dammbalken zum Einsatz.

Das Hochwasserschutzkonzept der Stadt **Köln** sieht den Einsatz mobiler Wände vor. Geschützt werden die hochwassergefährdete Altstadt sowie der Stadtteil Köln – Porz – Zündorf, bei beiden handelt es sich um dicht bebaute Bereiche. Zum Einsatz kommen gänzlich mobile Elemente mit kleinteiligen Dammbalken sowie in Dammbalkennuten einzusetzende Großtafeln. Im Zuge der weiteren Umsetzung des Hochwasserschutzkonzeptes Köln ist der Einsatz von mobilen Elementen als Ergänzung zu festen Anlagen für weitere Bereiche mit hoher Bebauungsdichte vorgesehen. Zuständig für Auf-, Abbau und Logistik ist das Amt für Brücken und Stadtbahnbau in Zusammenarbeit mit der Feuerwehr der Stadt Köln.¹¹

Mobile Elemente kommen auch beim Hochwasserschutz am Main in den Städten **Würzburg**, **Wörth** und **Miltenberg** (Unterfranken) ergänzend zum Einsatz, wobei auch in diesen Fällen ausschließlich dicht bebaute Kernstadtbereiche geschützt werden. Mobilelemente wurden deshalb vorgesehen, um für den Hochwasserschutz im städtischen Bereich Lösungen zu finden, die sowohl den Denkmalschutz als auch die städtebauliche Situation (Stadtplanung, Verkehrsplanung) mit einbeziehen.¹²

In **Miltenberg** setzt sich die in Bau befindliche Hochwasserschutzanlage aus einer festen Schutzwand, die bis zur Höhe eines 25-jährlichen Hochwassers ausgebaut ist, sowie darauf (im Bedarfsfall) aufbauend aus einem mobilen Schutzsystem bis zur Höhe eines 100-jährlichen Hochwassers zusammen.

¹⁰ mündliche Auskunft Ing. Neumayr, Tiefbauamt, Magistrat Stadt Krems

¹¹ mündliche Auskunft des zuständigen Referatsleiters

¹² www.bayern.de/STMLU/presse/1998/554.htm

Am Kranenkai in **Würzburg** bildet eine bastionsähnlich in der Höhe gegliederte Schutzmauer - der dahinterliegende Straßenkörper wurde zusätzlich angehoben - den festen Bestandteil des Hochwasserschutzsystems. Eine Stahlbetonmauer als zweite Höhenstufe ist in der Lage, die Stadt bis zu einem 50-jährlichen Hochwasser zu schützen. Diese Mauer kann durch ein Stahlstützensystem mit eingeschobenen Aluminiumdammbalken erhöht werden, sodaß die Hochwassersicherheit bis zu einem 100-jährlichen Ereignis einschließlich Freibord gewährleistet ist. Die Durchgänge werden mit bis zu 3m hohen Stahlstützen und Aluminiumdammbalken verschlossen.¹³ Durch den Einsatz von Mobilelementen gelingt es, die Mauer so niedrig zu halten, daß die **Sichtbeziehung** zwischen Main und Stadt nicht verloren geht. Eine Kombination von festen Mauern und beweglichem Schutzsystem war möglich, da am Main relativ sichere Prognosen für den in Würzburg zu erwartenden Hochwasserstand abgegeben werden können. Zur Installierung des mobilen Schutzsystems reicht die gegebene Vorwarnzeit von 30 bis 36 Stunden aus.¹⁴

Aspekte des **Denkmalschutzes** und dabei besonders die **Sichtbeziehungen zwischen Stadt und Fluß** sind auch für die Verwendung von Mobilelementen in Krems/Stein und Miltenberg entscheidend. Mit Hilfe der Mobilelemente, die ja nur im akuten Bedarfsfall zum Einsatz kommen, gelingt es, einerseits eine entsprechende Hochwassersicherheit zu gewährleisten, ohne andererseits das Ortsbild durch hohe Mauern zu beeinträchtigen. Die visuellen Beziehungen zwischen Uferbereichen und Fluß bleiben erhalten. Der Einsatz mobiler Elemente wirkt in diesen Fällen in Richtung des **Ortsbild- und Denkmalschutzes**, mit Ausnahme des akuten Hochwasserfalles, in dem aber die Frage des Ortsbildes gegenüber dem Hochwasserschutz wohl als zweitrangig einzustufen ist.

Historische Stadtteile in Uferbereichen sind besonders häufig von Hochwässern betroffen (wie beispielsweise die Altstadtkerne von Steyr und Krems/Stein). Das Risiko einer hohen Überflutungswahrscheinlichkeit schränkt die Attraktivität der betroffenen Gebäude für gewerbliche Nutzungen (Geschäfte und Kleingewerbe), die meist ebenerdig situiert und damit besonders hochwassergefährdet sind, erheblich ein. Damit sinkt in weiterer Folge auch der Anreiz, an diesen Gebäuden notwendige Sanierungs- und Renovierungsarbeiten vorzunehmen. Eine räumlich begrenzte Hochwasserfreilegung durch den Einsatz von Mobilelementen wirkt in Richtung einer verbesserten **Erneuerungsfähigkeit von Altstadtstrukturen**. Ein Beispiel dafür ist der Stadtteil Ehrenbreitenstein in **Koblenz**, wo durch Mobilelemente die Sicherheit vor einem 100-jährlichen Hochwasser gewährleistet werden konnte. Ehemals hochwassergefährdete und regelmäßig überflutete Altstadtbereiche konnten durch eine Fußgängerzone mit Ladengalerie sowie durch die Schaffung moderner Büroflächen in historischen Gebäuden entscheidend aufgewertet werden.¹⁵ Die Hochwassersicherheit hat dabei großen Anteil an der Attraktivität historischer Gebäude für neue Nutzungsformen.

Diese Aufzählung von Beispielen kann keineswegs den Anspruch auf Vollständigkeit erheben, vielmehr stellen die angeführten Beispiele typische und repräsentative Einsatzbereiche mobiler Elemente dar.

¹³ BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN 1998, S. 58

¹⁴ BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN 1998, S. 5

¹⁵ www.coensches.palais.de/standort.htm

5.1.3 Bewertung aus Sicht der Raumplanung

Der Einsatz mobiler Elemente zum Schutz dicht bebauter, meist denkmalschützerisch bedeutsamer, städtischer Bereiche als „Notfallmaßnahme“ wirft aus der Sicht der Raumplanung keinerlei Probleme auf. Standortentscheidungen hinsichtlich Bebauung sind hier längst getroffen und es erscheint weder aus ökonomischen noch aus sozialen oder kulturhistorischen Gründen sinnvoll, diese in Frage zu stellen oder gar zu revidieren. Vielmehr muß versucht werden, diese Standorte aus ökonomischen Gründen (hohe Attraktivität für Handel und Dienstleistungen) weitestgehend hochwasserfrei zu halten. Der Einsatz mobiler Elemente erweist sich für diese Bereiche vor allem aus Denkmalschutzaspekten als besonders gerechtfertigt. Ortsfeste Hochwasserschutzmaßnahmen können niedriger gehalten und die Hochwassersicherheit im Bedarfsfall durch mobile Elemente erhöht werden. Dadurch lassen sich einerseits optische Beeinträchtigungen historischer Bausubstanz vermeiden, andererseits bleiben durch entsprechend kleiner dimensionierte permanente Schutzbauten die visuellen Beziehungen zwischen Fluß und Ufer erhalten. Optische Beeinträchtigungen, die aus der für die Aufstellung der Mobilelemente erforderlichen fixen Infrastruktur resultieren, sind als vernachlässigbar gering einzustufen (vgl. Kap. 6 "Charakterisierung der Mobilelementtypen mit Beispielen" - Optik).

5.2 Schutz von Einzelobjekten durch Mobilelemente

Dieser Abschnitt stellt die Position der Raumplanung zur Verwendung mobiler Elemente für die **nachträgliche Sicherung von Einzelobjekten** dar. Unter Einzelobjekten sind in diesem Zusammenhang außerhalb geschlossener Siedlungsverbände situierte Gebäude zu verstehen, für die der für den geschlossenen Siedlungsbereich vorgesehene Hochwasserschutz nicht gewährleistet ist. Zu differenzieren ist in diesem Zusammenhang nach der Art der **Finanzierung** des Hochwasserschutzes.

Dieser Anwendungsbereich würde **bei öffentlicher Finanzierung** der Maßnahmen bedenkliche Präzedenzfälle schaffen. Im Falle einer Genehmigung zur weiteren Errichtung von Einzelobjekten im hochwassergefährdeten Bereich - eine Vorgangsweise, die einer geordneten Flächenwidmung und Siedlungsentwicklung prinzipiell entgegensteht - könnte der Bauwerber auf eine nachträgliche Hochwasserfreilegung, etwa mittels mobiler Elemente, „spekulieren“. Eine öffentliche Finanzierung mobiler Hochwasserschutz Elemente zur Sicherung von Einzelobjekten ist aus Sicht der Raumplanung, wenn überhaupt, nur bei kommunal bedeutsamen Objekten denkbar.

Unbedenklicher aus Sicht der Raumplanung erscheint der Einsatz von Mobilelementen zum **nachträglichen** Schutz von bestehenden Einzelobjekten lediglich bei ausschließlich **privater Finanzierung** seitens des Grund- bzw. Objekteigentümers. Signalwirkungen zur baulichen Nutzung hochwassergefährdeter Gebiete sind zwar auch in diesem Fall gegeben, Verantwortlichkeit und Kosten für den Hochwasserschutz werden allerdings „privatisiert“ und damit der Anreiz in hochwassergefährdeten Gebieten zu siedeln erheblich herabgesetzt. In den Vereinigten Staaten werden besonders Schlauchsysteme zum Schutz privater Einzelobjekte verwendet. Im Falle einer solchen privaten Schadensvorsorge kann eine Reduktion der Prämie für die von der nationalen Regierung subventionierte und nur für US-Gemeinden mit definierten (größtenteils passiven) Hochwasserschutzmaßnahmen vorgesehene Versicherung gegen Hochwasserschäden (NFIP: National Flood Insurance Program) in Anspruch genommen werden.¹⁶

5.3 Schutz un bebauter Flächen durch Mobilelemente

Die beiden vorangegangenen Kapitel behandeln den Einsatz mobiler Elemente zur nachträglichen Hochwassersicherung bereits baulich genutzter Bereiche. Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, Mobilelemente zum Schutz un bebauter Flächen zur Anwendung kommen zu lassen. Die Position der Raumplanung zu diesem Anwendungsfeld soll im folgenden dargelegt werden.

Zum Schutz un bebauter Flächen durch mobile Hochwasserschutzzelemente ist seitens der Raumplanung eine sehr **restriktive Positionierung** angebracht. Hochwassergefahr schränkt die Eignung eines Standortes für bestimmte Nutzungen, wie Bebauung für Wohn-, Gewerbe- und Industriezwecke sowie für Anlagen der Verkehrsinfrastruktur, erheblich ein. Die Raumordnungsgesetze der Bundesländer enthalten demgemäß Bestimmungen, die inhaltlich übereinstimmend die Baulandwidmung von der Hochwassersicherheit des Standortes abhängig machen (vgl. Kap.4.2.1).

Der Schutz un bebauter Flächen zieht durch die Gewährleistung der Hochwassersicherheit die Möglichkeit intensiverer Flächennutzung nach sich, wobei prinzipiell folgende Nutzungsoptionen erschlossen werden können:

- ♦ Baulandwidmung (Wohnbauland, Bauland für Industrie und Gewerbe)
- ♦ Widmung als Verkehrsfläche
- ♦ Spezielle Widmungskategorien im Grünland, die mit lockerer Bebauung verbunden sein können (Freizeit- und Erholungseinrichtungen, landwirtschaftlich genutzte Objekte, Friedhöfe, etc.)

¹⁶ zu den Modalitäten der Versicherung gegen Hochwasser in den USA vgl. u.a. www.fema.gov/nfip/crs.htm

Da Schutzbauten, feste ebenso wie mobile, aus Kosten- und Ortsbildgründen nur bis zu einem bestimmten Ausbaugrad bemessen werden, zieht die Realisierung dieser Nutzungsoptionen in hochwassergefährdeten Gebieten zwangsläufig ein **erhöhtes Schadenspotential** nach sich, d.h. wird das Bemessungshochwasser überschritten, fallen die Hochwasserschäden um so gravierender aus. Demgemäß sollte die Intention der Raumplanung darin bestehen, die Flächennutzung in potentiellen Überschwemmungsgebieten so zu lenken und zu gestalten, daß im Sinne eines passiven Hochwasserschutzes Schäden möglichst gering gehalten und die Überschwemmungsgebiete als **funktionsfähige Retentionsräume** erhalten werden. Dadurch kann sowohl das Schadenspotential der Anlieger als auch das Hochwasserrisiko der Unterlieger reduziert werden.

Diese Intentionen werden in der **Widmungspraxis** häufig konterkariert. Ausschlaggebend dafür sind falsche Standortentscheidungen der Gemeinden entweder aufgrund fehlender Informationsgrundlagen über das Hochwasserrisiko oder politischer Einflußnahme auf die Flächenwidmung, niedrige Bodenpreise in hochwassergefährdeten Gebieten, fehlender politischer Mut der Gemeindeverantwortlichen in Bezug auf Baulandrückwidmungen sowie das vielfach vorhandene Vertrauen auf nachträgliche Hochwasserschutzmaßnahmen, etwa durch Mobilelemente. Besonders häufig werden Industrie- und Gewerbegebiete in hochwassergefährdeten Zonen gewidmet.¹⁷ Gewerblich genutzte Flächen erfordern entsprechende Anschlüsse an die Verkehrsinfrastruktur, die besonders in Tallagen in hochwassergefährdeten Bereichen zu liegen kommt.

Der Einsatz von Mobilelementen zum Schutz unbebauter Flächen ist daher aus Sicht der Raumplanung kritisch zu beurteilen. Dem Ziel, potentielle Retentionsräume durch eine gefahrenorientierte Flächenwidmung zu erhalten, stehen die durch aktive Hochwasserschutzmaßnahmen jeglicher Art gegebenen Anreize gegenüber, Bauland oder Verkehrsflächen im (dann nicht mehr in dem Ausmaß) hochwassergefährdeten Bereich zu widmen und dadurch das Schadenspotential zu erhöhen.

Dennoch ist der Einsatz von Mobilelementen (in Kombination zu ortsfesten Anlagen) zum Schutz unbebauter Flächen in einigen **Ausnahmefällen** denkbar und aus der Sicht der Raumordnung zu befürworten, etwa zur:

- ♦ Lückenschließung zwischen bereits bebauten Gebieten
- ♦ Sicherung von Gewerbegebieten, falls keine anderen Standorte vom Infrastrukturanschluß her möglich sind (z.B. Anbindung an Wasserwege), allerdings unter Kostenbeteiligung des Projektbetreibers
- ♦ Sicherung von zukünftigen Verkehrsflächen in jenen Fällen, wo aufgrund der Topographie keine andere Trassenführung möglich erscheint

¹⁷ vgl. KÖCK, SEHER 1998, S. IV/50 ff.

6. Charakterisierung der Mobilelementtypen mit Beispielen

6.1 Einleitung

Ziel dieses Kapitels ist die Erstellung einer Übersicht von temporären Hochwasserschutz-einrichtungen. Auf Grund einer Internetrecherche, Anfragen bei Behörden, einschlägigen Firmen und Erzeugern, Wasser- und Hochwasserschutzverbänden und Genossenschaften, unterstützt durch Auswertung der einschlägigen Literatur wurden zahlreiche Varianten untersucht und angeführt.

Die Beispiele sind so ausgewählt, daß alle bekanntgewordenen Typen beschrieben sind und etwaige andere Produkte aus der gleichen Typologie sich nur in unwesentlichen Details von den beschriebenen unterscheiden. Die im Anhang folgenden Darstellungen bringt beispielhaft je eine Type von Mobilelementen entsprechend der systematischen Übersicht.

Es wurde eine einheitliche Gliederung gewählt, die für jeden technischen Typ

- ♦ eine technische Beschreibung,
- ♦ mögliche weitere Einsatzbereiche,
- ♦ die Voraussetzungen für die Aufstellung und den Betrieb,
- ♦ technische Abmessungen, sowie
- ♦ eine Kostenangabe

liefert.

Viele der mobilen Hochwasserschutzvarianten weisen in technischer Hinsicht eine große Ähnlichkeit auf. Prinzipiell kann nach der

- ♦ Art der Absperrung und
- ♦ nach dem Grad der Vorarbeiten vor Ort unterschieden werden.

6.2 **Beispiele**

A Großelemente mit externer Lagerung

A1 In Dammbalkennuten einzusetzende Großtafeln

Hierunter sind Elemente zu verstehen, die zu Folge ihrer Größe zumeist nicht händisch transportiert und eingesetzt werden können, sondern dazu einer Unterstützung durch einen Kran etc. bedürfen.

A1.1 Verschlüsse an Strassen (Beispiel: Verschlussbauwerke für die B 3 entlang der Donau, z.B. Marbach, NÖ, oder Saxen, OÖ)

Bei diesen Bauwerken handelt es sich um Verschlüsse, die Unterbrechungen in einem Dammsystem (Dammschart) im Hochwasserfall abschließen sollen. Wenn ein Polder von einer Straße gequert wird, und die Straße nicht über den Polderdamm geführt werden kann, verbleibt üblicherweise eine Öffnung, die im Hochwasserfall mit Mobilelementen zu schließen ist (Abbildung siehe Seite 34). Ein Unterströmen des Verschlusses verhindert bis zu einem gewissen Grad die vorhandene Straße. Jedoch sollte durch die geringe Aufstandsweite und bei schlechten Untergrundsverhältnissen eine Herdmauer errichtet werden.

Die Mobilelemente sind Dammbalken im Bereich des Wasserbaues gleichzuhalten. Das Aufnahmebauwerk besteht aus massiven Pfeilern links und rechts der Straße, die Dammbalkennuten aufweisen. Die extern gelagerten Tafeln haben durch ihre große Breite (sie überspannen die gesamte Straße) ein so hohes Gewicht, daß sie händisch nicht manipuliert werden können. Sie werden mit LKW herangeschafft und mit einem Kran versetzt. Die Höhe der Einzeltafeln ist unterschiedlich – es werden mehrere Tafeln übereinander angeordnet, um das Gewicht der Einzeltafel nicht zu groß werden zu lassen. Die Dichtung erfolgt einerseits gegen die Dammbalkennut, andererseits gegen die Straße (die durch ihre Ebenflächigkeit eine gute Abdichtung ermöglicht) und gegen die Tafeln untereinander. Die Dichtelemente sind weichdichtend. Die Lastabtragung erfolgt zur Gänze in die Dammbalkennuten, das heißt in die seitlichen Aufnahmebauwerke (diese Stahlbetonpfeiler binden in weiterer Folge in den Umfassungsdamm des Polders ein).

Das Material für die Großtafeln ist in der Regel Metall, wobei Ausführungen aus Stahl bekannt sind, aber auch aus Aluminium möglich wären. Bei sehr kleinen Öffnungen, wie etwa Wegdurchlässen udgl., wären auch Konstruktionen aus Holz denkbar.

Die Ausführung ist so robust, daß eine Beschädigung, welche zu einer massiven Undichtheit oder dem Ausfall eines Einzelelementes führt, schwer vorstellbar ist. Sollte jedoch ein Einzelelement soweit beschädigt, das heißt verbogen werden, daß es aus der Dammbalkennut herausgerissen wird, wäre es theoretisch möglich, dieses Element zu entfernen, die darüberliegenden nach unten nachzuschieben und oben ein weiteres Element aufzusetzen. Das heißt eine Reparatur unter Einsatz wäre bedingt möglich (eine theoretische Annahme!). Dementsprechend hätte das Versagen eines Einzelelementes auch nicht den Totalausfall des gesamten Systems zur Folge, sondern nur einen Teilausfall der Höhe nach, es sei denn, daß bei kleineren Verschlüssen der gesamte Verschuß nur aus einem einzigen Element besteht.

Die Integration solcher Verschußelemente in bestehende Öffnungen (z.B. Durchfahrten, Portale etc.) ist wegen der hohen auftretenden Kräfte zumeist nicht möglich, da es sich – wie gesagt – um Großelemente handelt. Hier müssen entsprechende seitliche Pfeiler für die Lastaufnahme neu errichtet und in den Bestand integriert werden.

Für die Optik stellen diese Großelemente zumeist kein besonderes Problem dar, da die Mobilelemente selbst nicht vor Ort gelagert, und daher nicht sichtbar sind. Die seitlichen Mauern (oder Dämme), die so hoch wie die Mobilelemente sein müssen, können zumeist in die Umgebung integriert werden.

Kosten Element laut Hersteller: Von ATS 12.500,-/m² bis ATS 18.000,-/m² (abhängig von der Breite und der Höhe)

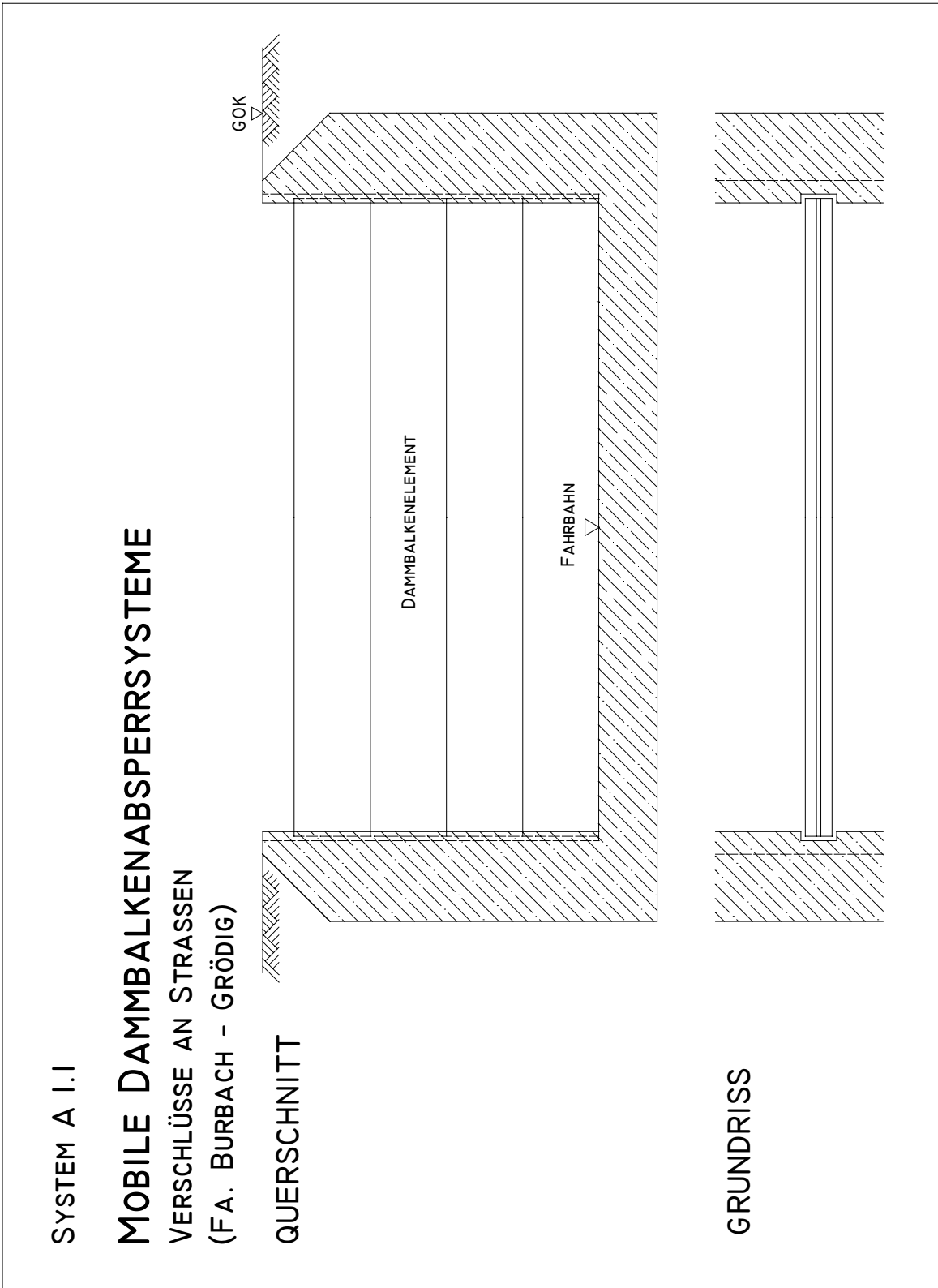
Kosten Unterbau, Rahmen, etc.: Ca. ATS 1.300,-/m² Hochwasserschutz

Kosten Instandhaltung: ATS 500,-/m² und 50 Jahre (Instandhaltungskosten; für die erstmalige Errichtung des Systems)

Zusammenfassende Beurteilung:

Eine relativ häufig angewandte Verschußmethode bei Durchlässen von Dämmen oder Mauern, unabhängig vom Bebauungsgrad der Umgebung.

Abbildung 2: System A 1.1



A1.2 Verschlüsse an Bahnen (Beispiel: Verschlussbauwerk am Polder Mogersdorf, Bgld.)

Das hier beschriebene Bauwerk unterscheidet sich von dem unter Punkt A1.1 beschriebenen Verschlussbauwerk für Straßendurchlässe dadurch, daß die Bahn für die horizontale Dichtung keine ebene Fläche zur Verfügung stellt. Abgesehen davon weist die Schotterbettung der Bahn eine Durchlässigkeit auf. Die Abdichtung wird daher so hergestellt, daß im Bereich des Verschlusses zwischen den seitlichen Pfeilern eine Unterbrechung des Schotterbettes durch eine Herdmauer, die entsprechend tief nach unten einbindet, durchgeführt wird und diese Herdmauer bis Schienenoberkante so weit hochgezogen wird, daß für die horizontale Dichtung eine Auflage zur Verfügung steht. Die verbleibenden geringen Fugen im Bereich der Schienen werden durch Einzeldichtungen verschlossen (Abbildung siehe nächste Seite). Eine Unterströmung des Verschlusses wird durch die Herdmauer verhindert.

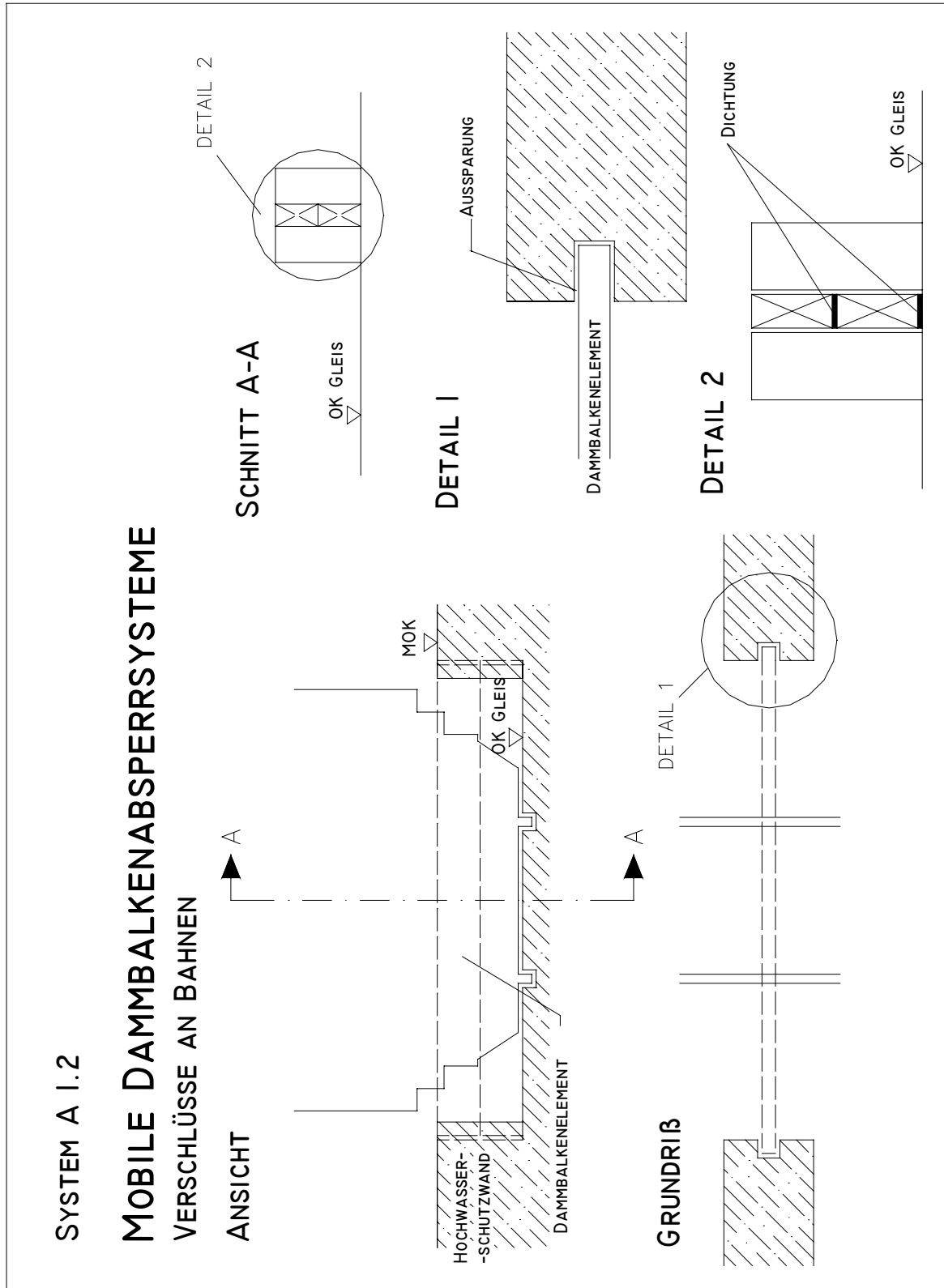
Das einzige bekanntgewordene Beispiel beinhaltet einen Verschluss mit einem Einzelelement, da die abzudichtende Höhe nicht sehr groß ist. Theoretisch wären aber auch große Höhen mit mehreren übereinanderliegenden Elementen ausführbar. Ansonsten unterscheidet sich der Typus A1.2 nicht weiter vom Typus A1.1

Kosten Element laut Hersteller: Von ATS 15.000,-/m² bis ATS 23.000,-/m² (abhängig von der Breite und der Höhe); höhere Kosten als A1.1 wegen Dichtung

Kosten Unterbau, Rahmen, etc.: Ca. ATS 3.300,-/m² Hochwasserschutz

Kosten Instandhaltung: ATS 500,-/m² und 50 Jahre (Instandhaltungskosten)

Abbildung 3: System A 1.2



Zusammenfassung:

SYSTEMBESCHREIBUNG A1.1 und A1.2

System mit Großelementen

Lagerung extern, Bauteile/Baustoffe gemeinsam gelagert

Manipulation mit Kran extern (Autokran etc.)

System für Höhen über 3 m geeignet

Höhenanpassung möglich

Wenig Einzelteile, geringer Manipulationsaufwand (Dauer)

Materialien alterungsbeständig

Gegen Beschädigung unempfindlich

Reparatur unter Einsatz möglich/beschränkt möglich

Zugänglichkeit, Wartung, Reparatur außerhalb Einsatz leicht

Einzelelement – Versagen bewirkt nur Teilausfall der Höhe nach

System dichtet praktisch völlig ab

Die Dichtung ist von den Mobilelementen trennbar/austauschbar

VERANKERUNG

Abstützung (Lastabtragung) seitlich

Seitliche Mauer erforderlich

Verankerung für Abstützung in Bestand schwer integrierbar

OPTIK

Mauer so hoch wie Mobilelemente

Mobilelemente nicht vor Ort gelagert (nicht sichtbar)

A2 Großelemente mit Stehern (Beispiel: Verschuß im Bereich des Parkplatzes rechts der Traisen, nördlich der Bundesstraße B 1a)

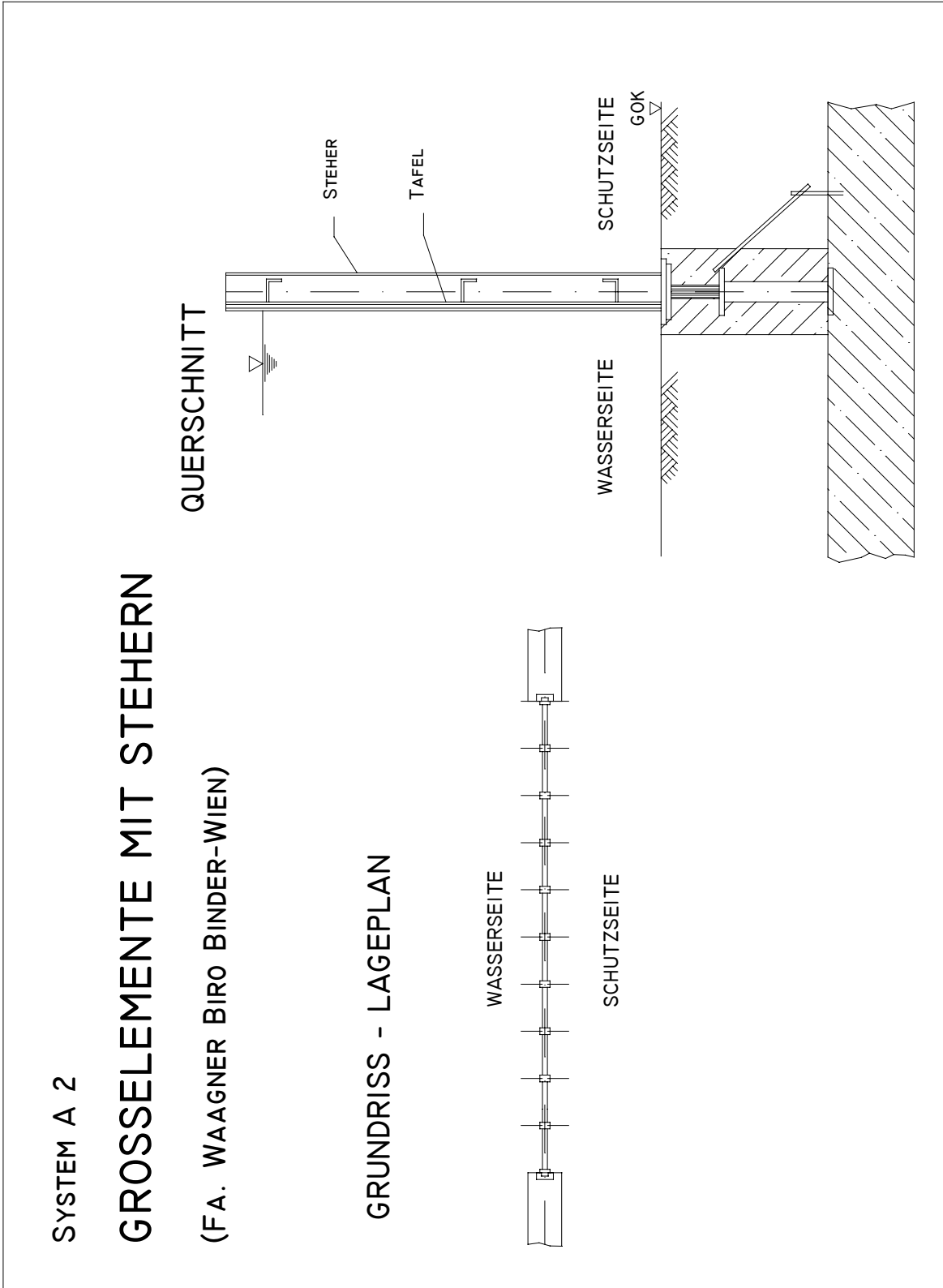
Sofern der zu verschließende Bereich so breit wird, daß er mit einem Einzelement nicht mehr zur Gänze überspannt werden kann, ergibt sich die Notwendigkeit der Auflösung in mehrere nebeneinander angeordnete Einzelemente. Das beschriebene System weist für die Aufnahme dieser Elemente Steher mit seitlichen Aufnahmen (in der Art von Dammbalkennuten) auf, die selbst mobil sind und im Bedarfsfall aufgestellt werden. Die Großtafeln, die wie auch die Steher extern gelagert sind, werden mit diesen durch LKW herangeschafft, zuerst die Steher in vorbereitete Aufnahmeöffnungen versetzt, und dann die Großtafeln zwischen die Steher eingeschoben. Die Manipulation erfolgt mittels Kran. Im beschriebenen Fall sind die Einzeltafeln so groß, daß zwischen zwei Stehern jeweils nur eine Tafel eingebracht wird, die die gesamte Fläche abdeckt. Theoretisch wäre aber auch eine Auflösung in mehrere Tafeln der Höhe nach möglich. Zuzufolge der hohen auftretenden Kräfte und der dann sehr massiven Bauwerke bzw. Steher ist dieses System in der Höhe aber sinnvoller Weise nur beschränkt ausführbar, und eignet sich wohl kaum für Höhen über 3 m (Abbildung siehe Seite 40).

Zur Aufnahme der Steher muß ein Unterbau hergestellt werden. Dies erfolgt durch eine in den Untergrund hinabreichende Herdmauer entsprechender Größe, die die Lastabtragung von den Stehern in den Untergrund gewährleistet (theoretisch wären auch Einzelgründungen für jeden einzelnen Steher möglich). Die Aufnahmen für die Steher sind röhrenförmige Aussparungen in der Herdmauer, die an der Oberfläche zum Schutz gegen das Eindringen von Schmutz, Sand oder Wasser mit einem tagwasserdichten Deckel verschlossen sind, der im Bedarfsfall mit einem Schlüssel geöffnet werden muß (sollte der Deckel nicht wasserdicht sein, muß eine Entwässerungsmöglichkeit zur Vermeidung des Auffrierens der Konstruktion geschaffen werden). Die Oberfläche der Herdmauer bildet gleichzeitig die horizontale Dichtungsfläche für die eingesetzten Tafeln (es wäre auch möglich, die Herdmauer nicht ganz bis zur Oberfläche hochzuziehen und mit dem Schwarzelag der Verkehrsfläche zwischen den Steher durchzugehen bzw. ist dies bei der Einzelgründung der Steher ohnedies der Fall). Eine Unterströmung des Verschlusses wird durch die oben erwähnte Herdmauer verhindert.

Die Mauer kann auch als Fußmauer, die über das Niveau aufragt, ausgeführt sein.

Die Ausführung ist so robust, daß eine Beschädigung, welche zu massiver Undichtheit oder dem Ausfall eines Einzelementes führt, schwer vorstellbar ist. Sollte jedoch ein Einzelement soweit beschädigt, das heißt verbogen werden, daß es aus der Dammbalkennut herausgerissen wird, hätte dies vermutlich ein Versagen des Gesamtsystems zur Folge, da die Öffnung so groß ist, daß sofort sehr viel Wasser eindringen würde und ein Ersetzen durch eine Ersatztafel praktisch kaum in Frage kommt. Ebenso wäre beim Knicken eines Stehers ein Ersatz kaum wirklich durchführbar.

Abbildung 4: System A 2



Zusammenfassung:

SYSTEMBESCHREIBUNG

System mit Großelementen

Lagerung extern, Bauteile/Baustoffe gemeinsam gelagert

Manipulation mit Kran extern (Autokran etc.)

System für Höhen bis 3 m geeignet

Wenig Einzelteile, geringer Manipulationsaufwand (Dauer)

Materialien alterungsbeständig

Gegen Beschädigung unempfindlich

Reparatur unter Einsatz nicht möglich

Zugänglichkeit, Wartung, Reparatur außerhalb Einsatz leicht

Einzelelement – Versagen bewirkt Systemzusammenbruch

System dichtet praktisch völlig ab

Die Dichtung ist von den Mobilelementen trennbar/austauschbar

VERANKERUNG

Abstützung (Lastabtragung) lotrecht punktuell

Unterbau nur für Verankerung und Dichtung lotrecht

Verankerung für Abstützung in Bestand schwer integrierbar

OPTIK

Unterbaukonstruktion	nicht/kaum sichtbar
	linear im Grundriß sichtbar

Mobilelemente nicht vor Ort gelagert (nicht sichtbar)

B Kleinelemente mit externer Lagerung

B1 Gänzlich mobile Kleinelemente mit Stehern

Hierunter sind Systeme zu verstehen, bei denen extern gelagerte Steher und dazwischen dammbalkenartige Elemente in einer Größenordnung Verwendung finden, die ein so geringes Gewicht aufweisen, daß sie händisch versetzt werden können.

B1.1 Verschlüsse mit lotrechter Krafteinleitung in den Untergrund (Beispiel: Mobilelementwand in Krems-Stein an der Donau, Niederösterreich)

Hierbei handelt es sich um Bauwerke, die über eine größere Länge meist in baulich intensiv genutzten Bereichen einen Hochwasserschutz herstellen sollen. Sie können entweder auf eine Mauer aufgesetzt werden, wie dies in Krems-Stein der Fall ist, oder auf eine in den Untergrund versenkte Herdmauer, oder aber direkt auf eine plane Bodenoberfläche wie z.B. Straßenrand, wobei dann für die Steher Einzelfundamente vorgesehen sind (über alle Ausführungsarbeiten gibt es Beispiele, vor allem in Deutschland). Die Bauwerke ähneln Großelementen mit Stehern, der Unterschied ist aber der, daß die Einzelemente händisch manipuliert werden können, und daß die dammbalkenartigen Verschlüsse, die in die Steher eingesetzt werden, relativ schmal sind, sodaß mehrere Verschlüsse übereinander angeordnet werden. Die Einzelemente sind extern gelagert, werden mit LKW herbeigeschafft. Die Steher werden händisch in die vorbereiteten Aufnahmen eingesetzt und dann die Dammbalkenelemente übereinander zwischen die Steher eingeschoben. Die Abdichtung erfolgt einerseits in den Nuten der Steher bzw. gegen das Auflager zu, bzw. durch die Dammbalkenelemente untereinander (Abbildung siehe Seite 44). Eine Unterströmung der Verschlüsse wird durch die Herdmauer oder Mauer verhindert.

Als Material ist hauptsächlich Metall in Verwendung, wobei Aluminium wegen des geringeren Gewichtes einen gewissen Vorzug gegenüber Stahl zu haben scheint. Andererseits sind die sehr leichten Elemente, die zum Teil auch Hohlkörper aufweisen, in ihrer Dichtwirkung offenbar nicht immer befriedigend, denn es gibt bei einigen Systemen eine Vorrichtung, um die eingesetzten Dammbalkenelemente niederzuspinnen. Nach Herstellerangaben ist diese Niederspannung aber keine Voraussetzung für die Funktion; sie dient nur der zusätzlichen Sicherheit. Sofern diese Niederspannung in Verwendung ist, kann eine höhenmäßige Anpassung der Gesamtmobilwand an den Wasserstand nicht vorgenommen werden, ohne diese Niederspannung ist es aber möglich, durch sukzessives Aufsetzen von einzelnen Dammbalken die Gesamtmobilwand in ihrer Höhe an den Wasserstand anzugleichen. Eine Ausführung der Dammbalken in Holz wäre auch möglich.

Die Aufnahmen für die Steher sind mit einem einfachen Deckel verschlossen, können aber auf Mauern, wo eine Verletzung durch Hineintreten mit Stöckelschuhe etc. nicht möglich ist, auch überhaupt offen bleiben (für eine Entwässerung ist zu sorgen). Da die Einzelemente nicht sehr breit sind, ist die durch den einzelnen Steher in den Untergrund einzuleitende Kraft nicht so groß wie bei Großelementen. Sofern also die Mobilwand auf einem planem Untergrund (der zugleich als Dichtungsunterlage dient) aufgestellt werden soll, wird der Einzelfundierung für die Steher der Mobilwand der Vorzug gegeben.

Zu Folge der geringen Größe und des geringen Gewichtes sind die Einzelemente, vor allem die Dammbalken, nicht so robust, wie dies bei Großtafeln der Fall ist. Insbesondere Tafeln aus Aluminium können durch Anprall verbogen oder beschädigt werden. Das gänzliche Herausreißen einer Tafel aus der Halterung ist allerdings höchst unwahrscheinlich. Sollte ein solcher Fall tatsächlich vorkommen, wäre es möglich, dieses beschädigte Element zu entfernen und die darüberliegenden nach unten nachzuschieben bzw. ein Ersatzelement oben anzufügen. Dies geht allerdings nur dann, wenn der Steher nicht auch beschädigt wird, und für den Fall, daß es sich um eine Ausführung handelt, wo die Dammbalken nicht niedergespannt werden. Jedenfalls hat das Versagen eines Einzelementes nicht das Versagen der gesamten Wand zur Folge, und es wäre eine Reparatur auch unter Einsatzbedingungen bedingt möglich.

Die Integration der Verschlüsselemente in bestehende Bauwerke ist teilweise möglich, vor allem können auf Straßen udgl. die Aufnahmen für die Steher als Einzelfundamente leicht ausgeführt werden. Eine Integration in bestehende Mauern ist wegen der Lastabtragung und der auftretenden Momente allerdings problematisch und wird in den meisten Fällen nicht durchführbar sein.

Für die Optik stellt diese Art der Mobilwand kein Problem dar. Durch die externe Lagerung sind die Element selbst nicht sichtbar, die Aufnahmen für die Steher sind unscheinbar und fallen praktisch nicht auf. Da eine Mauer, wie in Krems-Stein, zur Befestigung bei der Mobilwand nicht erforderlich ist, und das System auch ohne eine solche Mauer aufstellbar wäre, kann eine solche Mauer auch nicht in die Gesamtbetrachtung der Optik einbezogen werden.

Kosten Element laut Hersteller: ATS 8.250,-/m²

Kosten Unterbau, Rahmen, etc.: Ca. ATS 1.500,-/m² Hochwasserschutz (1,0 m Stauhöhe)

Kosten Instandhaltung: ATS 500,-/m² und 50 Jahre (Instandhaltungskosten; für die erstmalige Errichtung des Systems)

Beurteilung:

Diese Art der Mobilelemente scheint die in Deutschland am häufigsten verwendete zu sein, und es sind von den einschlägigen Firmen zahlreiche Referenzen bekannt.

ZUSAMMENFASSUNG:

SYSTEMBESCHREIBUNG

System mit Kleinelementen

Lagerung extern, Bauteile/Baustoffe gemeinsam gelagert

Manipulation händisch

System für Höhen bis 3 m geeignet

Höhenanpassung möglich

Viele Einzelteile, hoher Manipulationsaufwand (Dauer)

Materialien alterungsbeständig

Gegen Beschädigung unempfindlich

Reparatur unter Einsatz möglich/beschränkt möglich

Zugänglichkeit, Wartung, Reparatur außerhalb Einsatz leicht

Einzelelement – Versagen bewirkt nur Teilausfall der Länge nach

der Höhe nach

System dichtet praktisch völlig ab

Die Dichtung ist Bestandteil der Mobilelemente

VERANKERUNG

Abstützung (Lastabtragung) lotrecht punktuell

Unterbau nur für Verankerung und Dichtung lotrecht

Verankerung für Abstützung in Bestand schwer integrierbar

OPTIK

Unterbaukonstruktion nicht/kaum sichtbar

Mobilelemente nicht vor Ort gelagert (nicht sichtbar)

B1.2 Verschlüsse mit lotrechter und schräger Krafteinleitung in den Untergrund (Beispiel: Hochwasserschutz Köln am Rhein)

Diese Variante einer Mobilwand ist eigentlich eine Untervariante zu Punkt B1.1 und unterscheidet sich nur dadurch, daß die Steher durch eine Schrägabstützung luftseitig eine zusätzliche Versteifung zur Aufnahme der auftretenden Momente erhalten (Abbildungen siehe Seite 48, 49 und 50).

Mobilwände mit einer solchen Schrägabstützung können nur bodeneben oder auf sehr niedrigen Mauern von wenigen Zentimetern Höhe errichtet werden, da sich sonst für die Schrägabstützung nach hinten kein Auflager ergibt. Die Mobilwand selbst mit den lotrechten Stehern wird auf einer im Boden versenkten Unterkonstruktion aufgerichtet, die im Normalfall mit einer Riffelblechabdichtung verschlossen ist. In dieser Unterkonstruktion sind die Aufnahmen für die Steher enthalten. Soweit ist kein wesentlicher Unterschied zu der Lösung nach B1.1 gegeben. Die Schrägabstützung nach hinten hat keine besondere Aufnahme, sondern stützt sich gegen das Bodenniveau ab, wobei die auf dem Boden aufliegende Platte bzw. Platten mit Spindeln justiert werden können, und damit auch ein Ausgleich von gewissen Unebenheiten bzw. sehr niedrige Mauern möglich wird. Durch die geringe Aufstandsweite und bei schlechten Untergrundsverhältnissen sollte eine Herdmauer errichtet werden.

Ein Unterschied zu der Variante B1.1 ist vor allem darin gelegen, daß die Variante B1.2 durch die ausladenden Schrägabstützungen in der Horizontalen mehr Platz beansprucht.

Erwähnenswert ist, daß von dem genannten System zahlreiche abgeleitete Sonderlösungen im Einsatz sind. Vorgestellt werden nur zwei Sonderlösungen:

- Hochwasserschutz Wertheim am Main:

Der lotrechte Steher und die Schrägabstützung sind durch dreieckige Blechprofile zusammengefaßt, das heißt an den Steher mit den seitlichen Nuten zur Aufnahme der Dammbalken ist luftseitig ein stehendes Dreieck aus Blech befestigt, das auf seiner kürzeren (horizontalen) Kathete eine Blechplatte aufweist, die am Boden aufsteht. Diese Platte wird dem Foto nach mit Schrauben in einer Aufnahme am Boden befestigt.

- Hochwasserschutz Kreissparkasse Calw:

Die Hochwasserschutzwand ist hier auf einer höheren Mauer montiert, so daß eine Sonderlösung notwendig wird. Wie bei dem vorigen Projekt Wertheim am Main ist die Schrägabstützung als dreieckige Blechplatte ausgebildet, die luftseitig über die Mauer hinausragt. Die Abstützung auf den Boden erfolgt mittels einer lotrechten Stelze, die einen Fuß mit Justierspindel hat und auf diese Weise angepaßt werden kann.

Im übrigen gilt das unter B1.1 Gesagte auch für die Variante B1.2, mit der Anmerkung, daß die Schrägabstützung eine zusätzlich Versteifung für die Steher darstellt.

Kosten Element laut Hersteller: ATS 12.500,-/m² (von ATS 11.500,-/m² bis 14.500,-/m²)

Kosten Unterbau, Rahmen, etc.: Von ATS 0,- (Blockwände) bis ca. 1.500,-/m² HW-Schutz

Kosten Instandhaltung: ATS 500,-/m² und 50 Jahre (Instandhaltungskosten)

Abbildung 6: System B 1.2 - Dammbalkensperre

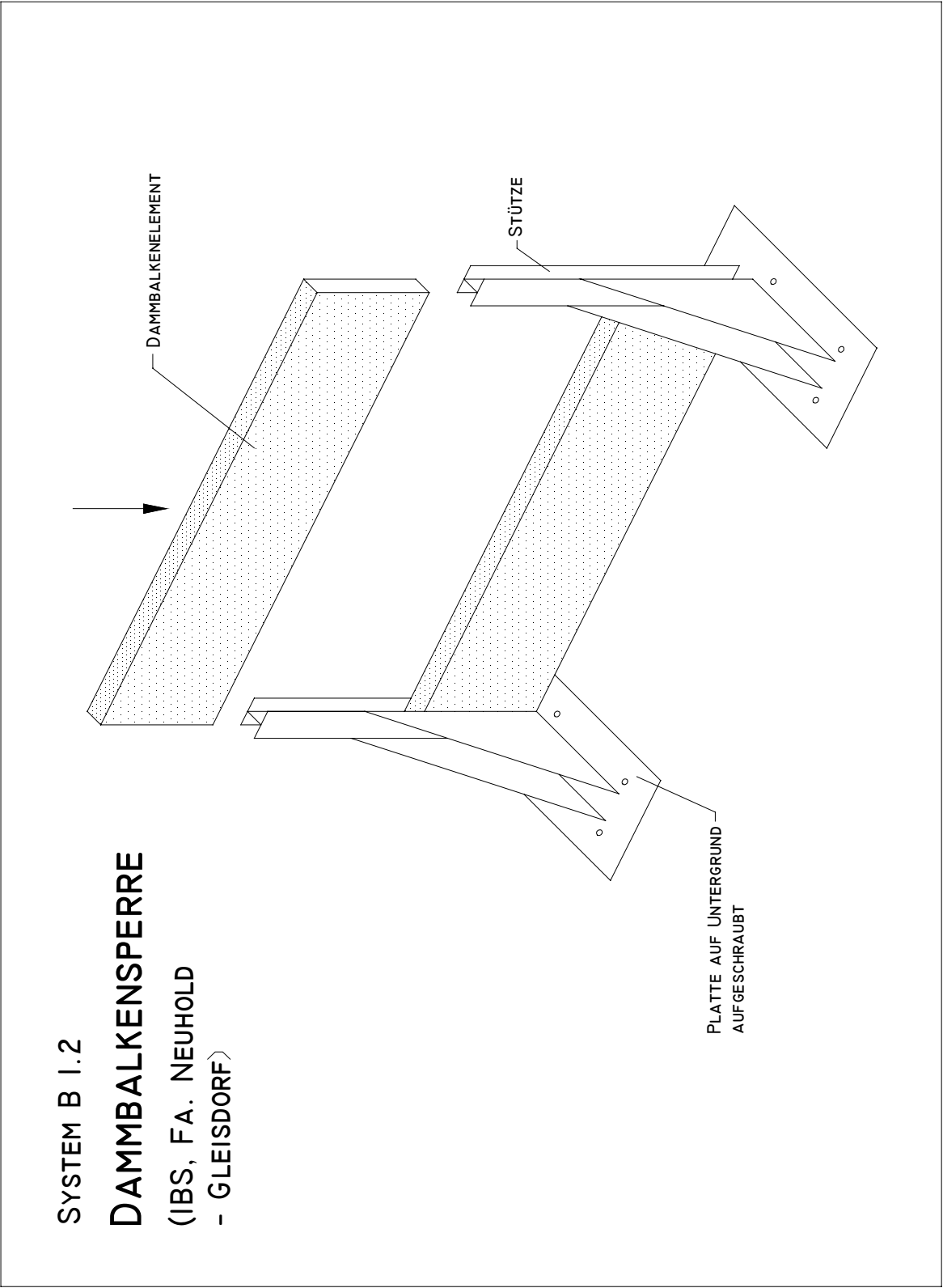


Abbildung 7: System B 1.2 - Dammbalkensystem mit Stützen

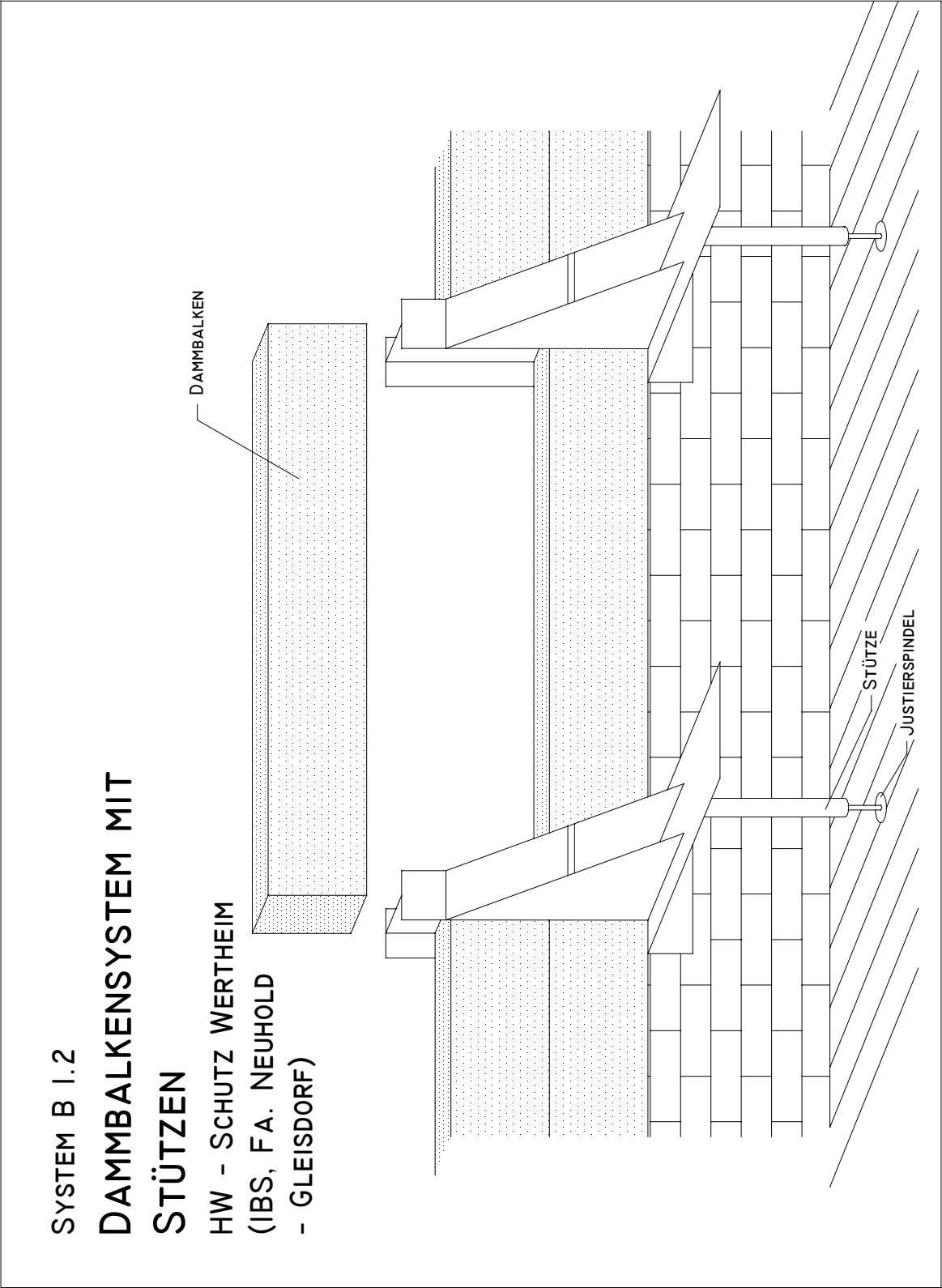
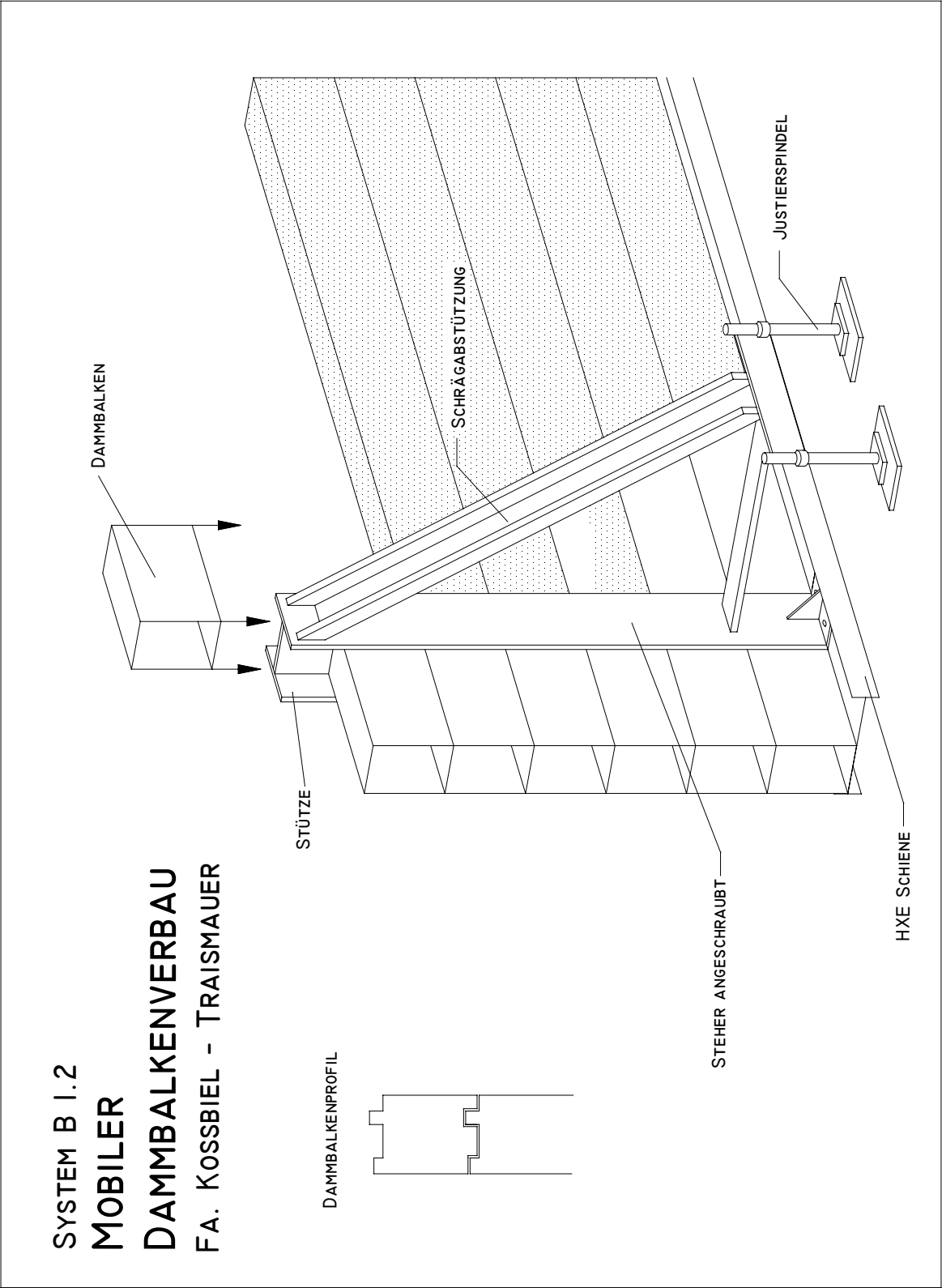


Abbildung 8: System B 1.2 - Dammbalkenverbau



B2 Elemente mit Krafeinleitung in einen Rahmen (Beispiel: Plobel Umwelttechnik)

Diese Art der Mobilelemente dient dazu, vorhandene Öffnungen wie Türen, Tore, Fenster, Einfahrten udgl. zu verschließen. Hierbei ist der Rahmen, gegen den sich die Verschußplatte oder die Verschußplatten als Mobilelemente abstützen, entweder fix mit dem vorhandenen Mauerwerk verbunden, oder er wird ebenso wie die Mobilelemente herbeigeschafft und im Bedarfsfall aufgestellt bzw. montiert. Die verschiedenen Ausbildungen stellen fast in jedem Fall Sonderanfertigungen dar, da eine Anpassung an bestehende Objekte erfolgen muß. Die Rahmen sind entweder nur durch seitliche Auflagen oder aber auch durch Auflagen in der Horizontalen nach unten oder umlaufend um eine Öffnung ausgebildet. Die Hersteller unterscheiden mobile Barrierensysteme steckbar, mobile Barrierensysteme stapelbar und mobile Sperrplatten für Fenster und Türen. Als Untervariante gibt es auch eine ortsfeste Ausführung der Sperrplatten für Fenster und Türen, die über eine Achse drehbar sind und mit einem Fensterflügel verglichen werden können. Die Verschlüsse gibt es in verschiedenen Formen, rechteckig, rund, aber auch für horizontale Öffnungen, beispielsweise als Schachtverschlüsse (Abbildung siehe nächste Seite).

Eine detaillierte Beschreibung ist zufolge der Tatsache, daß es sich hier praktisch um Einzelanfertigungen handelt, nicht sinnvoll, so daß nur die gemeinsamen Attribute genannt werden. Das Material ist beim vorgestellten System Metall (Stahl), es sind aber auch Ausführungen aus Holz bekannt. Die Befestigung des Rahmens am Mauerwerk ist unterschiedlich, kann aber so vorgenommen werden, daß eine völlige Abdichtung gegeben ist. Durch die geringe Größe sind die Einzelemente sehr stabil, sodaß eine Beschädigung und ein Systemausfall praktisch nicht vorstellbar sind.

Was die Integration in den Bestand anbelangt, wird es zumeist insofern zu keinen Problemen kommen, als die zu verschließenden Öffnungen, etwa beim Mauerwerk, ohnehin nur bei solchen Mauern in Frage kommen, die neben den Öffnungen ebenfalls den Wasserdruck aushalten müssen. Lediglich bei großen Öffnungen wie Toren etc. kann eine Verstärkung im Bereich des Rahmens zur besseren Kraftabtragung notwendig werden. Insgesamt ist die Integration in den Bestand aber die Voraussetzung für die Anwendung dieses Dichtelementesystems.

Was die Optik anbelangt, ist eine Beeinträchtigung durch die Elemente dann nicht gegeben, wenn diese gänzlich mobil sind. Sofern der Rahmen am Mauerwerk verbleibt, ist dieser Rahmen sichtbar (entweder auf der Front oder in der Leibung befestigt). Besonders bei denkmalgeschützten Gebäuden ist die sehr problematisch und nicht zulässig. Lediglich die ortsfeste Ausführung mit drehbaren Verschlüssen, die hier nur als Sonderfall genannt wird, würde ein optisch auffälliges Element in die Fassade des Bauwerkes einbringen.

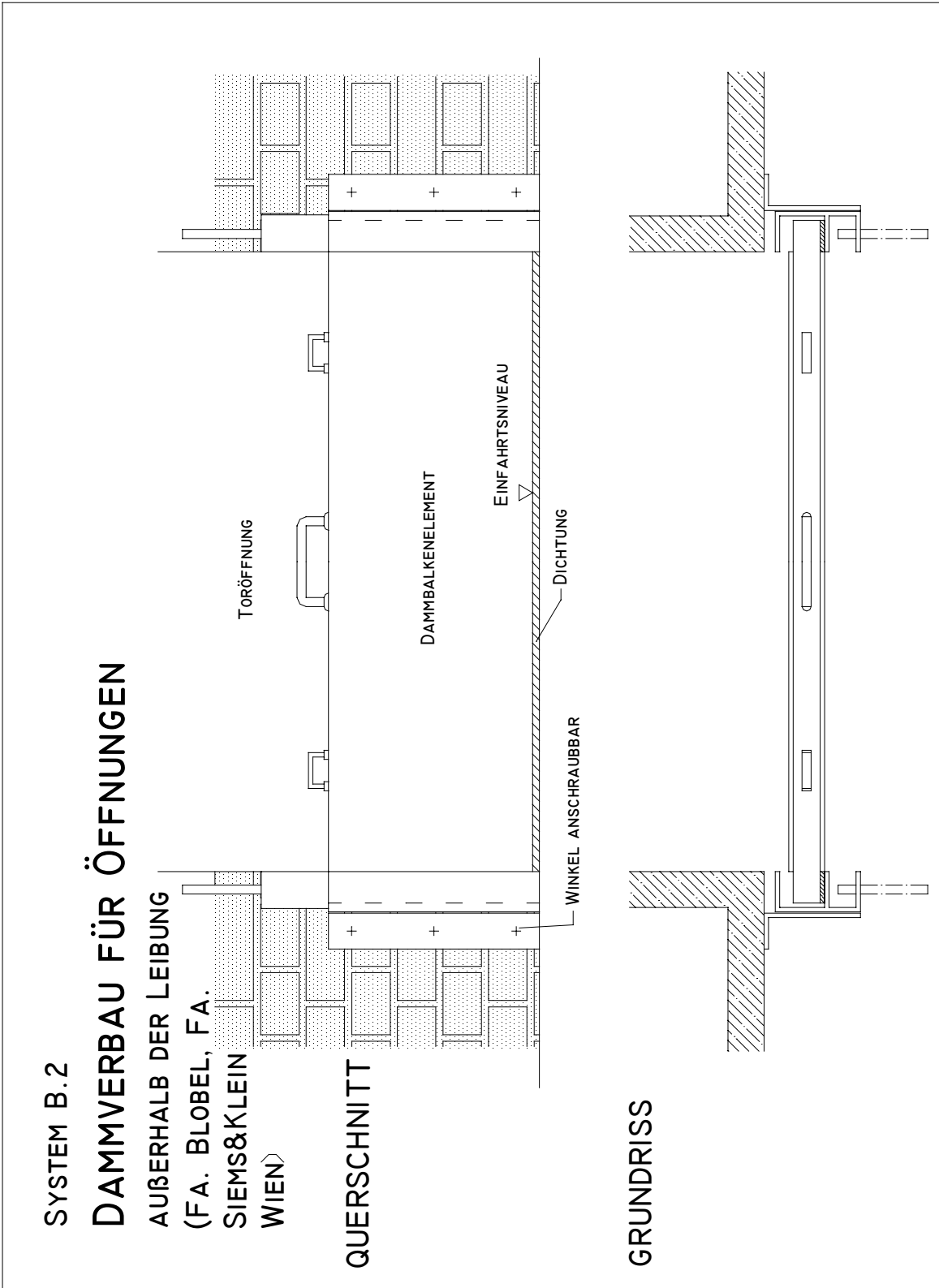
Kosten Element laut Hersteller: Von ATS 10.000,-/m² bis ATS 17.000,-/m² (abhängig von der Breite und der Höhe)

Kosten Unterbau, Rahmen, etc.: Ca. ATS 1.000,-/m² Hochwasserschutz

Kosten Instandhaltung: ATS 500,-/m² und 50 Jahre (Instandhaltungskosten)

Abbildung 9:

System B 2



ZUSAMMENFASSUNG:

SYSTEMBESCHREIBUNG

System mit Kleinelementen

Lagerung extern, Bauteile/Baustoffe gemeinsam gelagert; (Lagerung vor Ort)

Manipulation händisch

System für Höhen bis 3m geeignet

(Höhenanpassung möglich)

Wenig Einzelteile, geringer Manipulationsaufwand (Dauer)

Material alterungsbeständig; (altern deutlich)

Gegen Beschädigung unempfindlich

Reparatur unter Einsatz nicht möglich

Zugänglichkeit, Wartung, Reparatur außerhalb Einsatz leicht

Einzelelement – Versagen bewirkt Systemzusammenbruch

System dichtet praktisch völlig ab

Die Dichtung ist Bestandteil der Mobilelemente

(von den Mobilelementen trennbar/austauschbar)

VERANKERUNG

Abstützung (Lastabtragung) (seitlich); rundumlaufend

(Seitliche Mauer erforderlich); Mauer mit Öffnung erforderlich

Verankerung für Abstützung in Bestand leicht integrierbar

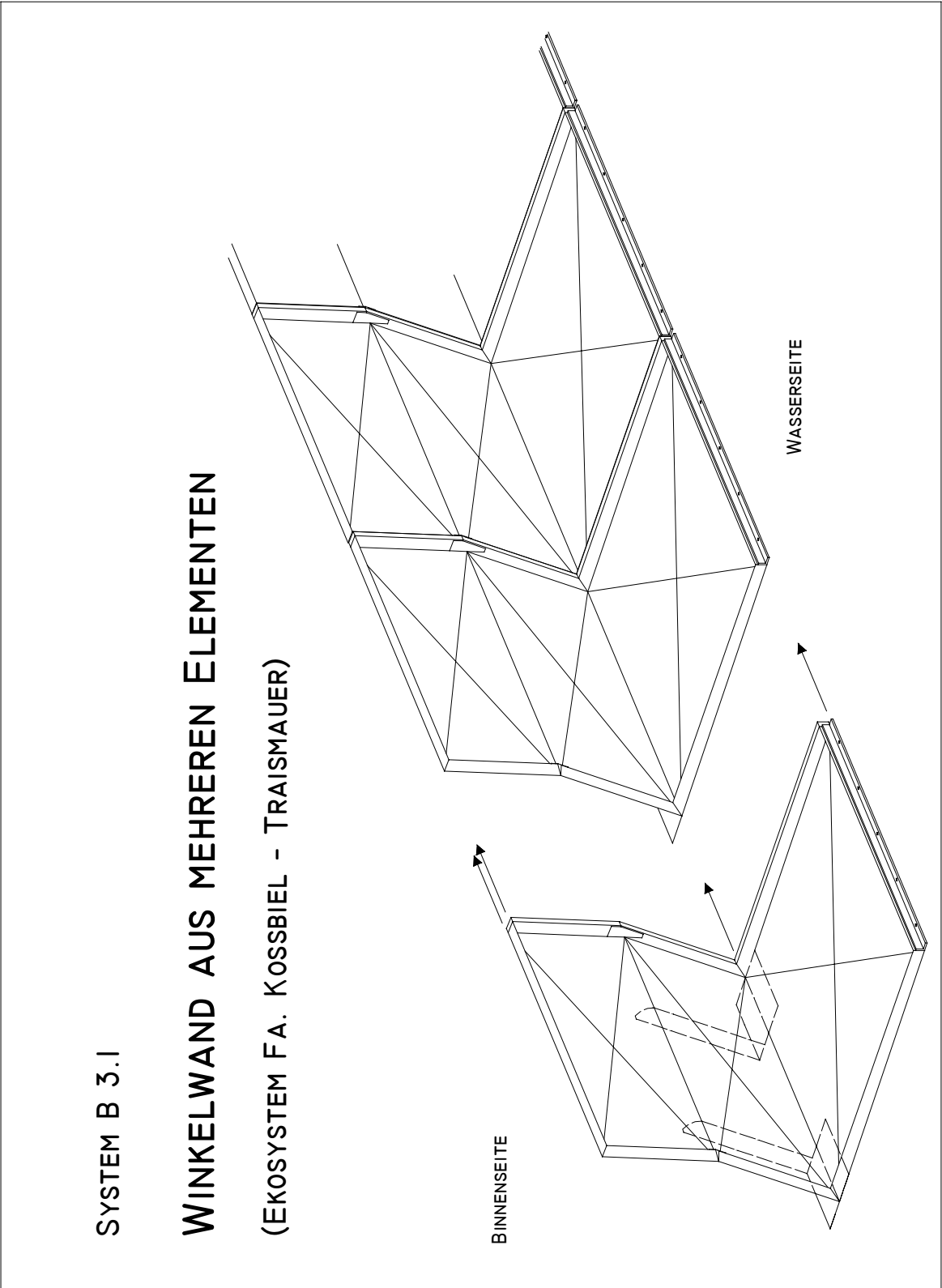
OPTIK

Unterbaukonstruktion aufragend, allseits sichtbar

(Vor Ort gelagerte Teile allseitig sichtbar)

Mobilelemente nicht vor Ort gelagert (nicht sichtbar)

Abbildung 10: System B 3.1



ZUSAMMENFASSUNG:

SYSTEMBESCHREIBUNG

System mit Kleinelementen

Lagerung extern, Bauteile/Baustoffe gemeinsam gelagert

Manipulation händisch

System für Höhen bis 1m geeignet

Wenig Einzelteile, geringer Manipulationsaufwand (Dauer)

Materialien alterungsbeständig

Gegen Beschädigung unempfindlich (empfindlich)

Reparatur unter Einsatz möglich/beschränkt möglich

Zugänglichkeit, Wartung, Reparatur außerhalb Einsatz leicht

Einzelelement – Versagen bewirkt nur Teilausfall der Länge nach

System dichtet nur unvollkommen ab

Die Dichtung ist Bestandteil der Mobilelemente

VERANKERUNG

Abstützung (Lastabtragung) lotrecht linienhaft

Kein spezieller Unterbau erforderlich

Verankerung für Abstützung in Bestand leicht integrierbar

OPTIK

Unterbaukonstruktion nicht/kaum sichtbar

Mobilelemente nicht vor Ort gelagert (nicht sichtbar)

B3.2 Dreieckswand aus mehreren Elementen

Vom vorgestellten System ist keine Ausführung bekannt, es liegen nur Prinzipskizzen vor. Das auf der nächste Seite dargestellte System besteht aus zusammenfaltbaren Elementen, welche als Basis eine wasserseitige Bordsteinkante und landseitig eine anschließende befestigte Aufstellfläche mit einer Mindestbreite gleich der Wallhöhe benötigt.

Die Basis kann zum Beispiel aus in frostfreie Tiefe führende Fertigteil-Stahlbetonschürzen bestehen, welche an Ihrer Oberkante den Horizontalschub des Schutzwalles aufnehmen. Die dahinter liegende Aufstellfläche kann als zementstabilisiertes Schotterplanum, als Bitukiesdecke oder als Plastersteinplanum mit darunterliegendem Frostkoffer etc. ausgeführt werden. Bei schlechten Untergrundsverhältnissen sollte aufgrund der relativ geringen Aufstandsweite eine Herdmauer errichtet werden.

Auf diesem Planum wird unter Zwischenlage eines Quellbandes oder eines bitumengetränkten Schaumstoffbandes an der Bordsteinkante der auffaltbare Schutzwall, bestehend aus einer wasserseitigen Frontplatte welche wasserdurchlässig ist und nur der Stabilisierung des Systems und der Abweisung von Treibgut dient, einer landseitigen, dichten Druckplatte und einer zusammenfaltbaren, dichten Bodenplatte, aufgestellt. Alle Platten sind zueinander mit Scharnieren verbunden. Zueinander sind die Druck- und Bodenplatte mit einer Dichtungsschürze abgedichtet. Die Dichtheit der 2,5 bis 5,0m langen Elemente zueinander übernehmen Dichtlippen welche bei Wasserdruck angepreßt werden. Alle Dichtungen sind Bestandteil der Mobilelemente, aber austauschbar.

Die Standsicherheit wird durch die auf die Basis wirkende Wassersäule und durch das Eigengewicht der Konstruktion gewährleistet. Die bis zu 2,5m hohen Elementen können laut Consulting-Büro aus verschiedenste Materialien wie bitumenbeschichtetem Stahlblech, Aluminium, Stahl-Holz Verbund, Kunststoff etc. hergestellt werden. Die Konstruktion kann als Ersatz für Sandsäcke verwendet werden.

Die Montage des Schutzwalls erfolgt vom LKW mit Ladekran und mit 4 Arbeitskräften in relativer kurzer Zeit.

Dadurch, daß keine fixe Montage auf dem Untergrund besteht, ist wie schon im Kapitel B 3.1, bei einem Anprall auch eine Verschiebung eines Einzelelementes möglich, das Zurückschieben in die ursprüngliche Lage mit einer Baumaschine ist aber voraussichtlich möglich. Das heißt, eine Reparatur im Einsatzfall ist vorstellbar.

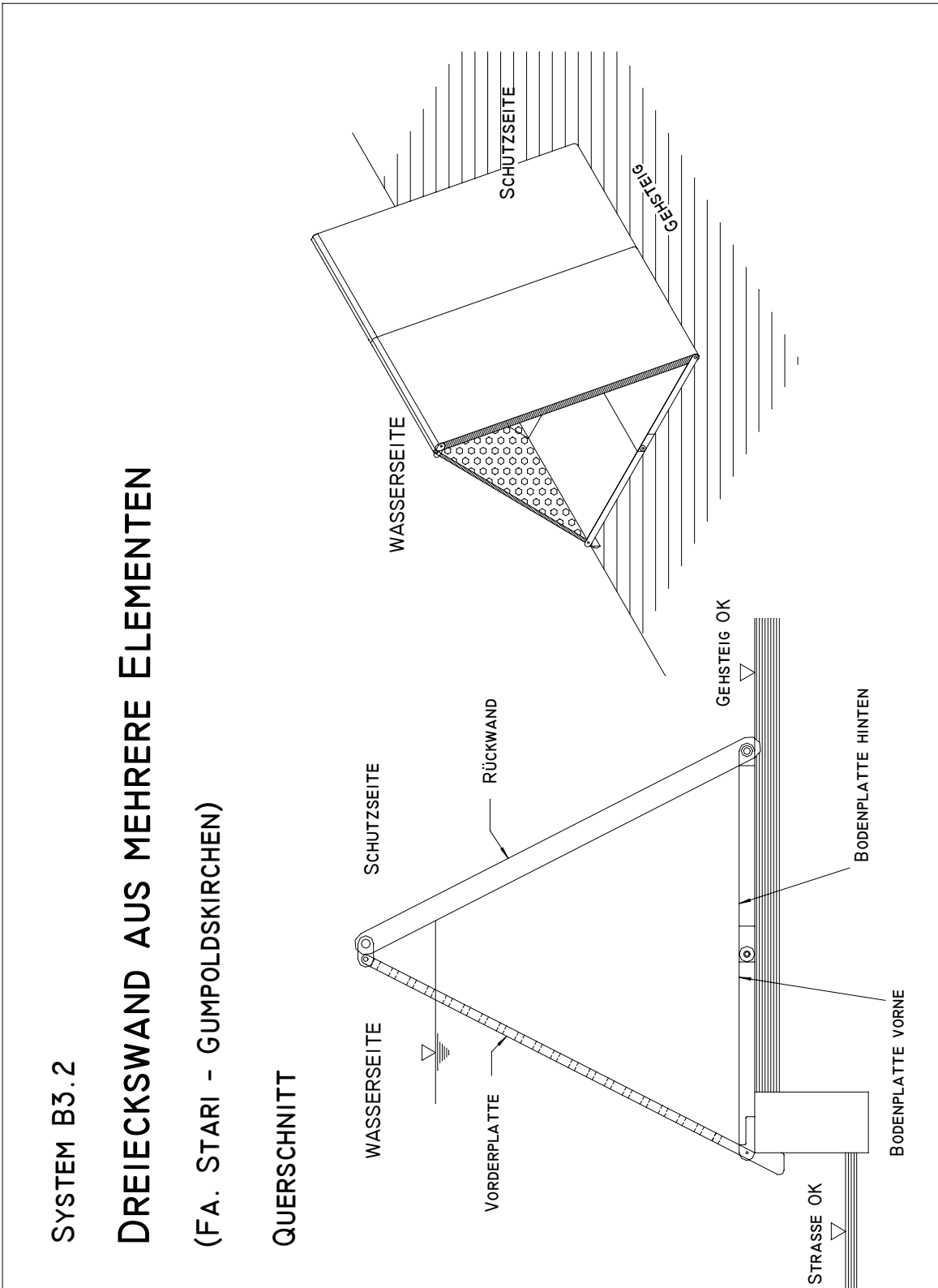
Hinsichtlich der Optik ist das System vollkommen problemlos, da die Teile extern gelagert werden und keine Untergrundkonstruktion vorhanden ist.

Kosten Element laut Hersteller: ATS 3.800,-/m²

Kosten Unterbau, Rahmen, etc.: Kein spezieller Unterbau erforderlich

Kosten Instandhaltung: ATS 500,-/m² und 50 Jahre (Instandhaltungskosten)

Abbildung 11: System B 3.2



ZUSAMMENFASSUNG:

SYSTEMBESCHREIBUNG

System mit Kleinelementen

Lagerung extern, Bauteile/Baustoffe gemeinsam gelagert

Manipulation mit Kran extern (Autokran etc.)

System für Höhen bis 3m geeignet

Wenig Einzelteile, geringer Manipulationsaufwand (Dauer)

Materialien alterungsbeständig

Gegen Beschädigung unempfindlich

Reparatur unter Einsatz nicht möglich

Zugänglichkeit, Wartung, Reparatur außerhalb Einsatz leicht

Einzelelement – Versagen bewirkt nur Teilausfall der Länge nach

System dichtet praktisch völlig ab

Die Dichtung ist von den Mobilelementen trennbar/austauschbar

VERANKERUNG

Abstützung (Lastabtragung) lotrecht linienhaft

Unterbau nur für Verankerung und Dichtung

Verankerung für Abstützung in Bestand leicht integrierbar

OPTIK

Unterbaukonstruktion nicht/kaum sichtbar

Mobilelemente nicht vor Ort gelagert (nicht sichtbar)

C Elemente mit Lagerung vor Ort

C1 Vor Ort gelagerte einteilige Mobilelemente, aufklappbar

Hier handelt es sich um zumeist an einer Mauer entlang der Längsachse drehbar gelagerte Elemente in Form von Klappen, die im Hochwasserfall hochgeklappt und arretiert werden.

C1.1 Systeme mit punktueller Krafteinleitung (Beispiel: Hochwasserschutz Bruckneudorf Bgld.)

Die Trägerkonstruktion für die Mobilelemente wird durch eine Mauer gebildet, die so hoch wie die Mobilelemente selbst ausgeführt ist. Da die Krafteinleitung in die Mauer erfolgt, ist diese in den Untergrund entsprechend massiv verankert (Abbildung siehe übernächste Seite). Ein Unterströmen des Systems wird durch diese Mauer verringert.

Die Mobilkonstruktion besteht aus Stehern und dazwischenliegenden dammbalkenartigen Elementen, die beide mittels Gelenken an der wasserseitigen Mauerkrone drehbar befestigt sind. Hierzu ist in der Mauerkrone eine Schiene für die Aufnahme der Gelenke eingelassen. Im Normalfall, ohne Hochwasser, hängt die gesamte Konstruktion an der wasserseitigen Fläche der Mauer herunter, in welcher Lage sie durch ihr Eigengewicht hinreichend stabil verhardt. Bei Hochwasser werden zuerst die Steher hochgeklappt, und an der Mauerkrone an der oben erwähnten Schiene verriegelt, und daraufhin werden auch die Dammbalken hochgeklappt und gegen die Steher verriegelt. Die Konstruktion ähnelt somit in gewisser Weise der Konstruktion A2 oder B1.1, nur mit dem wesentlichen Unterschied, daß sämtliche mobile Teile vor Ort an der Mauerkrone drehbar befestigt gelagert sind.

Grundsätzlich ist die Aufrichtung der Steher händisch möglich, die Aufrichtung der Dammbalken ist mittels Autokran vorgesehen. Allerdings können, wie Versuche gezeigt haben, die Dammbalkenelemente auch durch mehrere Personen händisch hochgeklappt werden. Im Prinzip ist aber die Zufahrt mittels eines Fahrzeuges, auf dem der Kran montiert ist, zumindest zweckmäßig, wenn auch nicht unbedingt Voraussetzung. An beengten Stellen, wo eine solche Zugangsmöglichkeit nicht gegeben ist, wurde bei dem beispielhaft beschriebenen System ein händisch zu bedienender Kran vorgesehen, der auf der Mauerkrone fix montiert und entlang dieser verschieblich ist. Mittels dieses Kranes können die Dammbalkenelemente auch von einer Person durch eine Kurbel sehr rasch hochgezogen werden.

Das Material für Steher und für Dammbalken ist Stahl. Es lag aber auch ein Angebot für die Ausführung in Aluminium vor.

Die Ausführung ist so robust, daß eine Beschädigung, die zu massiven Undichtheiten oder dem Ausfall eines Einzelelementes führt, praktisch nicht vorstellbar ist. Durch die Art der Verriegelung können auch bei einem Anprall o.ä. Einzelelemente nicht herausgerissen werden. Eine Verschiebung von Elementteilen ist praktisch unmöglich, und ein Bruch der Steher oder der Dammbalken kann bei richtiger Bemessung ausgeschlossen werden. Die Frage einer Reparatur stellt sich damit nicht. Allenfalls wäre bei Aluminium ein Verbiegen von einzelnen Teilen möglich, wodurch eine Verminderung der Konstruktion der Höhe nach im beschädigten Abschnitt eintreten könnte. Ein Systemausfall zur Gänze ist aber nicht möglich.

Für das beispielhaft angeführte System ist eine Mauer, an deren wasserseitigen Flanke die Mobilkonstruktion aufbewahrt wird, Voraussetzung. Allenfalls vorstellbar wäre auch, daß die Mauer als Unterkonstruktion in den Untergrund eingelassen wird und die Mobilelemente horizontal auf dem Boden aufliegen. Diese Ausgestaltung wäre aber optisch weniger befriedigend und hätte auch den Nachteil, daß die Auflagefläche der Elemente anderweitig nur genutzt werden kann, sofern sie eine entsprechende Ausgestaltung erhalten, was andererseits wieder aufwendig wäre. Eine solche Konstruktion („hochklappbarer Gehsteig“) wurde in Stuttgart vorgestellt und im Juni 1999 im österreichischen Fernsehen gebracht (siehe Punkt C1.2)

Bei dem für Bruckneudorf vorgestellten System sind die Elemente in Ruhelage von der Luftseite nicht sichtbar, jedoch von der Wasserseite aus. Die Mauer wirkt wie eine Brüstungsmauer, die Breite der Mauerkrone ist nicht sehr groß, da die Steher zwar auch eine Schrägabstützung zur Luftseite hin aufweisen, diese aber nicht ausladend ist.

Eine Integration dieses Mobilsystems in bestehende Öffnungen ist wegen des Erfordernisses der Mauer praktisch kaum möglich.

Kosten Element laut Hersteller: ATS 11.000,-/m² (und lfm) bei 1,0 m Stauhöhe (Angebot Bruckneudorf-Wilfleinsdorf, 2. BA (230lfm)) – Ohne Unterkonstruktion

Kosten Unterbau, Rahmen, etc.: ATS 30.000,-/m² Hochwasserschutz (Brüstungsmauer) bei 0,8 m Stauhöhe (aus Faltblatt: Leitha Hochwasserschutz; Planung: Ziv.-Ing.-Gem. H. Werner und Partner)

Kosten Instandhaltung: ATS 500,-/m² und 50 Jahre (Instandhaltungskosten; für die erstmalige Errichtung des Systems)

Beurteilung:

Der Vorteil dieses Mobilsystems liegt darin, daß es außerordentlich rasch aufstellbar ist, und damit die Einsatzbereitschaft in der kürzestmöglichen Zeit gegeben ist.

ZUSAMMENFASSUNG:

SYSTEMBESCHREIBUNG

System mit Kleinelementen

Lagerung vor Ort

Manipulation mit Kran extern (Autokran etc.); (mit Kran vor Ort); (händisch)

System für Höhen bis 3m geeignet

Wenig Einzelteile, geringer Manipulationsaufwand (Dauer)

Materialien alterungsbeständig

Gegen Beschädigung unempfindlich

Reparatur unter Einsatz nicht möglich

Zugänglichkeit, Wartung, Reparatur außerhalb Einsatz leicht

Einzelelement – Versagen bewirkt nur Teilausfall der Höhe nach

System dichtet praktisch völlig ab

Die Dichtung ist von den Mobilelementen trennbar/austauschbar

VERANKERUNG

Abstützung (Lastabtragung) (lotrecht punktuell) lotrecht und schräg, punktuell; (linienhaft)

Unterbau als Mauer über Niveau, in Höhe der Mobilelemente;
(Unterbau nur für Verankerung und Dichtung und seitliche Ablage)

Verankerung für Abstützung in Bestand schwer integrierbar

OPTIK

Unterbaukonstruktion (linear im Grundriß sichtbar); aufragend, allseits sichtbar

Mauerkrone schmal

Mauer so hoch wie Mobilelemente (fakultativ)

Vor Ort gelagerte Teile wasserseitig sichtbar (allseitig sichtbar)

C1.2 Hochklappbare Elemente mit linearer Lastabtragung (kein Beispiel)

Für dieses hier beschriebene System, bei dem die Elemente auf einer Mauer aufgerichtet werden, ist weder eine Ausführung in der Praxis bekannt, noch Konstruktionsunterlagen oder sonstige Zeichnungen. Die Ausführung wurde nur einer Diskussion zwischen Vertretern von WERNER CONSULT, als Planer, und den ETNA-Werken, als Stahlbauer, besprochen. Weiterverfolgt wurde das System nicht (Abbildung siehe nächste Seite). Eine Unterströmung des Systems wird durch die oben erwähnte Mauer erschwert.

Es handelt sich hierbei um die Weiterentwicklung des unter Punkt C 1.1 vorgestellten Systems, mit dem Unterschied, daß keine Steher verwendet werden, gegen die sich die dammbalkenartigen Platten abstützen, sondern daß nur die Dammbalkenplatten hochgeklappt werden, und diese (z.B. mit einem geringen Übergriff) gegeneinander abdichten. Die Lastabtragung erfolgt im wesentlichen linear über das Scharnier an der Befestigung der Platten auf der Mauerkrone; zusätzlich haben die Platten eine Schrägabstützung auf der Mauerkrone, die der Verriegelung und der zusätzlichen Stabilität dient.

Die Aufrichtung der Platten wäre mittels Autokran vorgesehen, die Ausführung war in Stahl gedacht. Nähere Details können nicht bekanntgegeben werden, da wie gesagt über dieses Abdichtungssystem keine Unterlagen vorliegen.

Es sei aber auf das System „aufklappbare Gehsteige“ aus Deutschland verwiesen, das im Juni 1999 im österreichischen Fernsehen gebracht wurde. Hier sind die Stauwände, die plan auf dem Boden aufliegen, mit einem Scharnier mit der Unterkonstruktion verbunden, die in den Untergrund hinabreicht. Die Stauwände sind um ihre Dicke in den Boden versenkt, so daß in Ruhelage eine durchgehend ebene Fläche gegeben ist, die auch begehbar ist. Im Hochwasserfall werden die Stauwände hochgeklappt.

Kosten Element laut Hersteller: Von ATS 10.500,-/m² (und lfm) bei 1,0 m Stauhöhe (aus „Praktische Planungshilfen“); ATS 32.000,- bis 46.000,- pro m² inkl. Einbaurahmen, etc. bei 1,0 m Stauhöhe

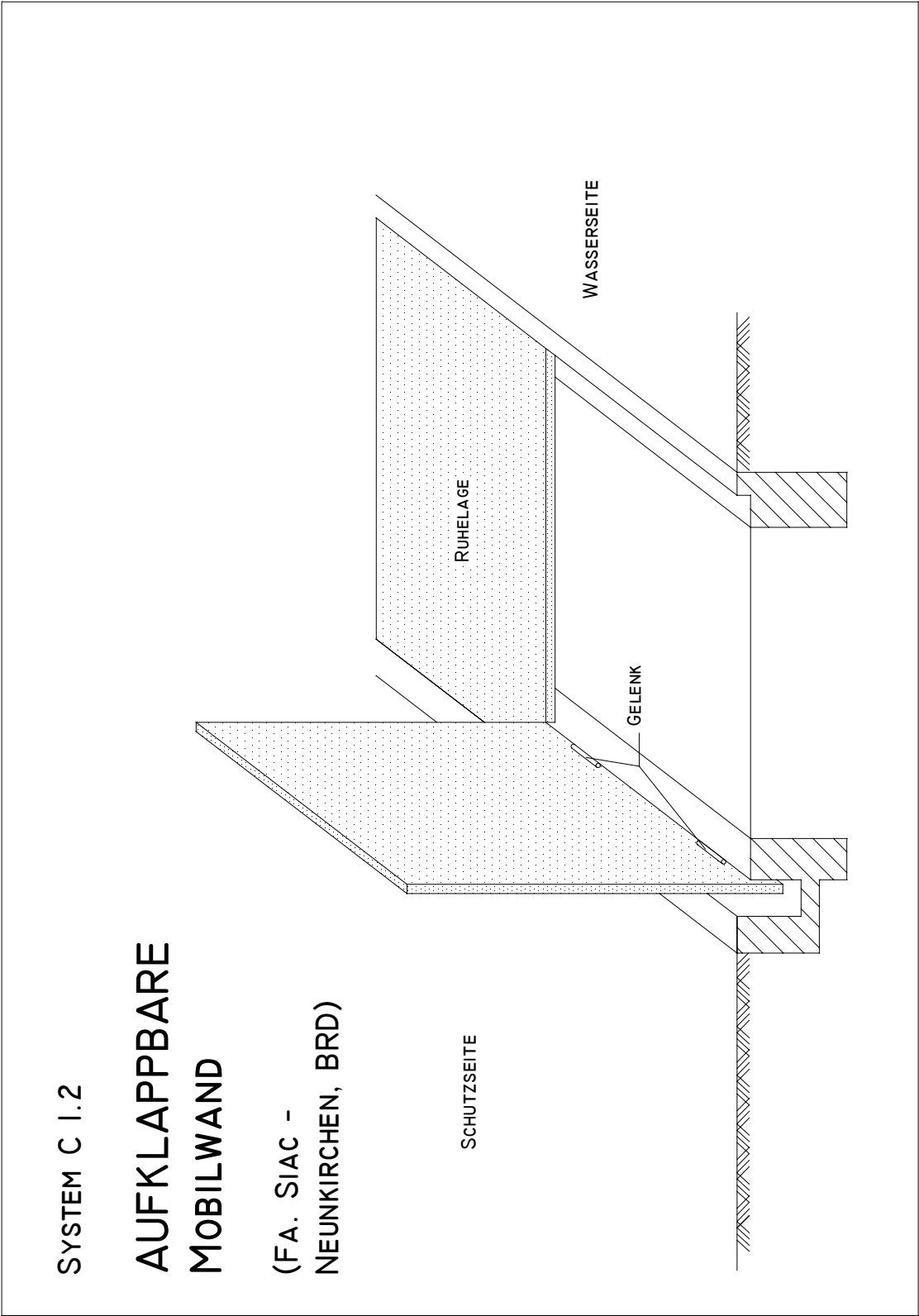
Kosten Unterbau, Rahmen, etc.: ATS 21.500,- bis 35.500,- pro lfm und m² (HW-Schutz bei 1,0 m Stauhöhe).

Kosten Instandhaltung: ATS 500,-/m² und 50 Jahre (Instandhaltungskosten)

Beurteilung:

Der Vorteil dieses Mobilsystems liegt darin, daß es außerordentlich rasch aufstellbar ist, und damit die Einsatzbereitschaft in der kürzestmöglichen Zeit gegeben ist.

Abbildung 13: System C 1.2



ZUSAMMENFASSUNG:

SYSTEMBESCHREIBUNG

System mit Kleinelementen

Lagerung vor Ort

Manipulation mit Kran extern (Autokran etc.); (mit Kran vor Ort); händisch

System für Höhen bis 3 m geeignet (Höhenanpassung möglich)

Wenig Einzelteile, geringer Manipulationsaufwand (Dauer)

Materialien alterungsbeständig

Gegen Beschädigung unempfindlich

Reparatur unter Einsatz nicht möglich

Zugänglichkeit, Wartung, Reparatur außerhalb Einsatz leicht

Einzelelement – Versagen bewirkt nur Teilausfall der Länge nach

System dichtet praktisch völlig ab

Die Dichtung ist von den Mobilelementen trennbar/austauschbar

VERANKERUNG

Abstützung (Lastabtragung) (lotrecht linienhaft); lotrecht und schräg, punktuell und linienhaft

Unterbau als Mauer über oder unter Niveau, in Höhe der Mobilelemente

Verankerung für Abstützung in Bestand schwer integrierbar; (leicht integrierbar)

OPTIK

Unterbaukonstruktion aufragend, allseits sichtbar; (nicht/kaum sichtbar)

Mauerkrone schmal

Mauer so hoch wie Mobilelemente (fakultativ)

Vor Ort gelagerte Teile wasserseitig sichtbar; (im Grundriß sichtbar)

C2 Lotrecht verschiebliche Elemente (Beispiel: Waagner Biró)

Das hier beispielhaft beschriebene System wurde noch nicht praktisch ausgeführt, es bestehen hierfür allerdings recht detaillierte Konstruktionszeichnungen, so daß an der praktischen Ausführbarkeit kein Zweifel gegeben ist (Abbildung siehe nächste Seite).

Das Mobilsystem besteht aus dammbalkenartigen Platten, die in einer Mauer bzw. Unterkonstruktion in einem Schlitz versenkt sind. Bei Hochwasser werden die Platten aus der Mauer herausgezogen und an der Mauerkrone verriegelt. Die Platten dichten gegeneinander ab, oder es sind herausziehbare Steher zwischen den Platten angeordnet. Eine Unterströmung des Systems wird durch diese Mauer bzw. Unterkonstruktion fast unmöglich.

Die Aufnahme der Kräfte ist bei dem vorliegenden System so gedacht, daß die Platten länger sind als es für die Bewältigung der Differenzhöhe zwischen der Mauerkrone und dem Hochwasserspiegel erforderlich wäre, so daß ein Teil der Platte in der Mauer verbleibt. Dieser Teil ist in der Mauer eingespannt und gegen den luftseitigen Teil des Schlitzes abgedichtet und bewirkt auf diese Weise eine Lastabtragung in die Mauer. Durch diese Einspannung wird allerdings ein erhebliches Moment auf den oberen Mauerteil übertragen, und da die vor bzw. hinter dem Schlitz gelegenen Mauerteile nicht miteinander verbunden werden können, da dies das Herausziehen der Mobilteile behindern würde, muß die gesamte Mauer sehr massiv ausgeführt werden. Andererseits ist es nicht erforderlich, daß die Mauer über das Bodenniveau aufragt, es kann auch die gesamte Unterkonstruktion unter der Erdoberfläche untergebracht werden, reicht dann allerdings wesentlich tiefer hinunter, als es der Höhe der freistehenden Mobilelemente entspräche.

Um die Krafteinleitung in die Mauer günstiger zu verteilen, wurde auch überlegt, die Verriegelung an der Mauerkrone so vorzunehmen, daß diese zugleich eine horizontale Verankerung für die Mobilwand darstellt. Durch ein Rückhängen der Mobilwand am wasserseitigen Mauerteil wäre der luftseitige Mauerteil weitgehend belastungsfrei, insbesondere wenn auch die Dichtung gegen den wasserseitigen Mauerteil erfolgen würde. Diese Überlegungen wurden zwar diskutiert, eine Umsetzung oder Konstruktionspläne sind darüber allerdings nicht bekannt.

Das Hochziehen der einzelnen Elemente ist mittels eines Autokranes vorgesehen, wobei die Elemente so breit ausgeführt werden können, daß sie bereits den Übergang zu Großelementen darstellen. Die Zufahrt mit einem LKW ist für dieses System daher Voraussetzung. Für den Schutz der Mobilelemente und zur Verbesserung der Optik ist daran gedacht, den Schlitz mit einer Metallabdeckung gegen das Eindringen von Schmutz udgl. zu versehen, wobei diese Abdeckung an der Oberkante der Mobilelemente befestigt wäre.

Die Ausführung der Konstruktion ist in Stahl vorgesehen, wobei die Konstruktion selbst relativ massiv ausgebildet wäre, und daher nicht leicht zu beschädigen ist. Für die Dichtungen der Elemente untereinander gibt es auch den Vorschlag, diese Dichtung nicht an den Elementen selbst zu befestigen, sondern erst nachträglich zwischen die herausgezogenen Einzelelemente einzusetzen, wobei diese Dichtung dann extern gelagert wäre.

Eine Beschädigung der Mobilelemente selbst ist zufolge der massiven Ausführung in hohem Grade unwahrscheinlich. Falls es zu einem Verbiegen oder dergleichen kommen sollte, würde eine Undichtigkeit zwischen den Einzelelementen eintreten, die dann allerdings nicht sehr leicht behoben werden könnte. Für die Funktion des Gesamtsystems ist die ausreichende Stabilität der Unterkonstruktion von ganz besonderer Bedeutung, weshalb diese sehr massiv ausgeführt sein muß und daher auch hier eine Beschädigung praktisch ausgeschlossen werden kann. Andererseits liegt ein gewisser Nachteil im System darin, daß für eine Wartung die Mobilelemente komplett ausgebaut werden müssen, und daß eine Wartung des Schlitzes, z.B. eine Reinigung, eher kompliziert durchzuführen ist.

Eine Integration in bestehende Bauwerke ist zufolge der benötigten Unterkonstruktion verhältnismäßig schwierig. Auch stellt die sehr massive Mauer, sofern sie über Gelände aufragt, ein optisch sehr markantes Bauwerk dar, andererseits ist aber eine Mauer, wie schon vorhin gesagt, nicht unbedingt erforderlich und kann die gesamte Unterkonstruktion unterhalb des Bodenniveaus untergebracht werden.

Kosten Element laut Hersteller: Von ATS 10.000,-/m² (oder ATS 16.000,- bei H = 1,2 m (Angebotsprüfung Leitha Hochwasserschutz Seite 5; Ziv.-Ing.-Gem. H. Werner und Partner GZ 9525)

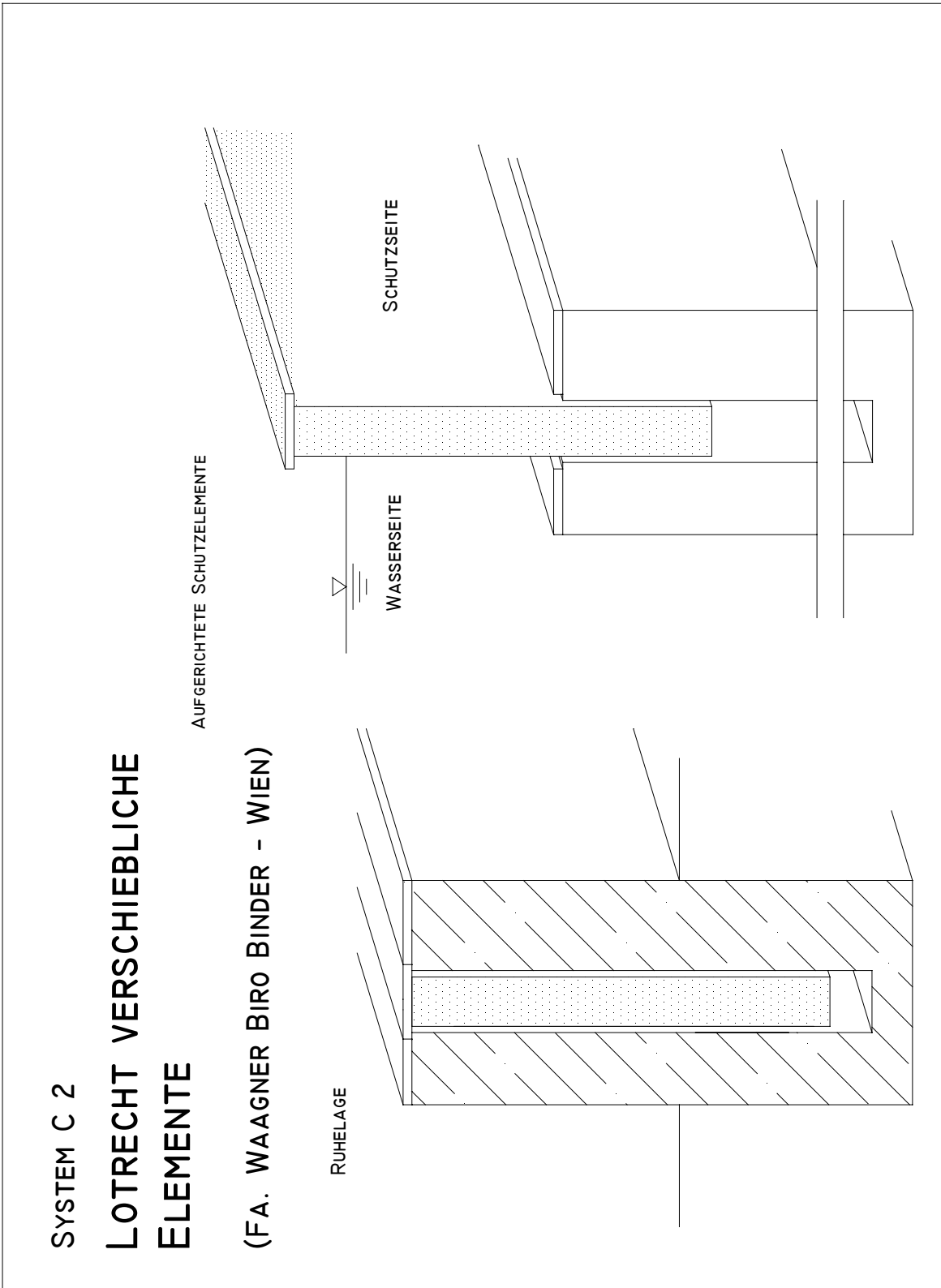
Kosten Unterbau, Rahmen, etc.: Ca. ATS 20.000,-/m² Hochwasserschutz

Kosten Instandhaltung: ATS 2.000,-/m² und 50 Jahre (Instandhaltungskosten)

Beurteilung:

Der Vorteil dieses Mobilsystems liegt darin, daß es außerordentlich rasch aufstellbar ist, und damit die Einsatzbereitschaft in der kürzestmöglichen Zeit gegeben ist.

Abbildung 14: System C 2



ZUSAMMENFASSUNG:

SYSTEMBESCHREIBUNG

System (mit Großelementen); mit Kleinsystemen

Lagerung vor Ort

Manipulation mit Kran extern (Autokran etc.); motorische Aufstellung möglich

System für Höhen bis 3 m geeignet

Wenig Einzelteile, geringer Manipulationsaufwand (Dauer)

Materialien alterungsbeständig

Gegen Beschädigung unempfindlich

Reparatur unter Einsatz nicht möglich

Zugänglichkeit, Wartung, Reparatur außerhalb Einsatz kompliziert

Einzelelement – Versagen bewirkt nur Teilausfall der Höhe nach

System dichtet praktisch völlig ab

Die Dichtung ist von den Mobilelementen trennbar/austauschbar

VERANKERUNG

Abstützung (Lastabtragung) lotrecht linienhaft

Unterbau nur für Verankerung und Dichtung und Schlitz

Unterbau als Mauer über oder unter Niveau, höher als Mobilelemente

Verankerung für Abstützung in Bestand schwer integrierbar

OPTIK

Unterbaukonstruktion (nicht/kaum sichtbar); aufragend, allseits sichtbar

Mauerkrone breit und massiv

Mauer niedriger als Mobilelemente/fakultativ

Vor Ort gelagerte Teile nur im Grundriß sichtbar

C3 Systeme mit automatischer (hydraulischer) Aufrichtung

Hierbei handelt es sich um Systeme, bei denen die vor Ort gelagerten Mobilelemente im Hochwasserfall selbsttätig aufgerichtet werden. Im wesentlichen sind dies Elemente, die der Gruppe C1 oder C2 entsprechen, der Unterschied besteht darin, daß jegliche Manipulation wegfällt.

C3.1 Aufklappbare Systeme (Beispiel: Hochwassersperre am Stour (?) England)

Das genannte Beispiel wurde vor mehreren Jahren im Zuge der Besichtigung von Stahlwasserbauten an englischen Flüssen gesehen. Die genaue Situierung ist nicht bekannt und es existieren auch keine Fotos oder Zeichnungen bzw. konnten diese auch nicht erhoben werden. Bei dem Bauwerk handelt es sich um eine Hochwassersperre, um das Ausfließen von Hochwasser aus dem Fluß in einen seitlich gelegenen Kanal zu verhindern, doch wäre dieses System ebensogut als Hochwasserschutz für eine Ortschaft oder für sonst schützenswerte Landesteile vorstellbar. Bei dem genannten Beispiel waren die Mobilelemente auf einem Streichwehr, das als Mauerkonstruktion ausgebildet war, aufgesetzt (Abbildung siehe Seite 56). Eine Unterströmung des Systems wird durch diese Mauer auf ein Minimum reduziert.

Allgemein gesprochen handelt es sich um eine klappenartige Konstruktion, die mit Scharnieren auf einer Mauerkrone befestigt ist. In die Mauerkrone ist eine Stahlleiste eingelassen, die einerseits die Scharniere mauerseitig trägt, und gegen die andererseits die Klappe verriegelt wird. Die Klappe selbst ist einteilig, und solange die Mauerkrone horizontal und geradlinig, das heißt nicht gekrümmt ist, ist die Länge der Klappe auch nicht begrenzt. Andererseits ist eine mehrteilige Ausführung der Klappe vorstellbar, wobei die Teile gegeneinander dichten. An der Klappe ist wasserseitig ein Schwimmkörper befestigt, so daß eine entfernte Ähnlichkeit mit einer Fischbauchklappe gegeben ist.

Im Normalfall, das heißt ohne Hochwasser, schwimmt die Klappe mit ihrem Schwimmkörper auf dem Wasserspiegel des Flusses, der etwas tiefer als die Mauerkrone gelegen ist. Sollte der Wasserspiegel noch tiefer absinken, hängt die Klappe schräg an der Mauer herunter. Bei Hochwasser wird der Schwimmkörper und damit die Klappe in dem Maße angehoben, als der Wasserspiegel steigt, bis zu einer lotrechten Klappenstellung, die nicht überschritten werden kann, da sich die Klappe dann durch Winkel gegen die Mauerkrone abspreizt. Bei sinkendem Wasserspiegel sinkt die Klappe wieder in ihre Ausgangslage zurück.

Die Konstruktion ist aus Stahl und jedenfalls so massiv, daß eine Beschädigung ausgeschlossen werden kann. Zufolge der Länge der Klappe und dem damit verbundenen Gewicht führt ein Anprall, z.B. von einem Baumstamm, zu keiner Veränderung der Klappenlage oder zu keiner Vibration. In wieweit starke Wellenbewegungen eine Unruhe in der Lage der halbaufgerichteten Klappe verursachen können, kann aus der Erinnerung nicht mehr beurteilt werden.

Wegen des verhältnismäßig großen Schwimmkörpers ist es nicht möglich, daß die Klappe an der wasserseitigen Flanke der Mauer lotrecht herunterhängt. Sie nimmt deswegen stets eine schräge Lage ein. Eine Lösung wäre nur dadurch zu finden, daß die Mauer eine Ausnehmung auf der wasserseitigen Flanke bekommt, die den Schwimmkörper aufzunehmen vermag – dann könnte eine lotrechte Lage der Klappe erreicht werden. Andererseits würde dies zu einer beträchtlichen Mauerbreite führen. Sofern die Lage der Klappe keine Rolle spielt, und diese beispielsweise auf einer Böschung odgl. aufliegen kann, wäre auch keine aufragende Mauer erforderlich, sondern könnte diese mit der Bodenoberfläche abschließen und nur als Unterkonstruktion dienen.

Das gesamte System ist außerordentlich einfach und funktionssicher und bedarf keinerlei Manipulation. Was die Optik anbelangt, ist von der Luftseite her eventuell eine Mauer, oder bei einer versenkten Unterkonstruktion, nichts zu sehen (sofern die Klappe an der Böschung aufliegt), von der Wasserseite her sind die Systemelemente allerdings voll sichtbar und stellen durch ihre schräge Lage einen markanten optischen Eindruck dar. Die Integration in bestehende Bauwerke kann als nur bedingt möglich bezeichnet werden.

Kosten Element laut Hersteller: ATS 18.000,-/m²

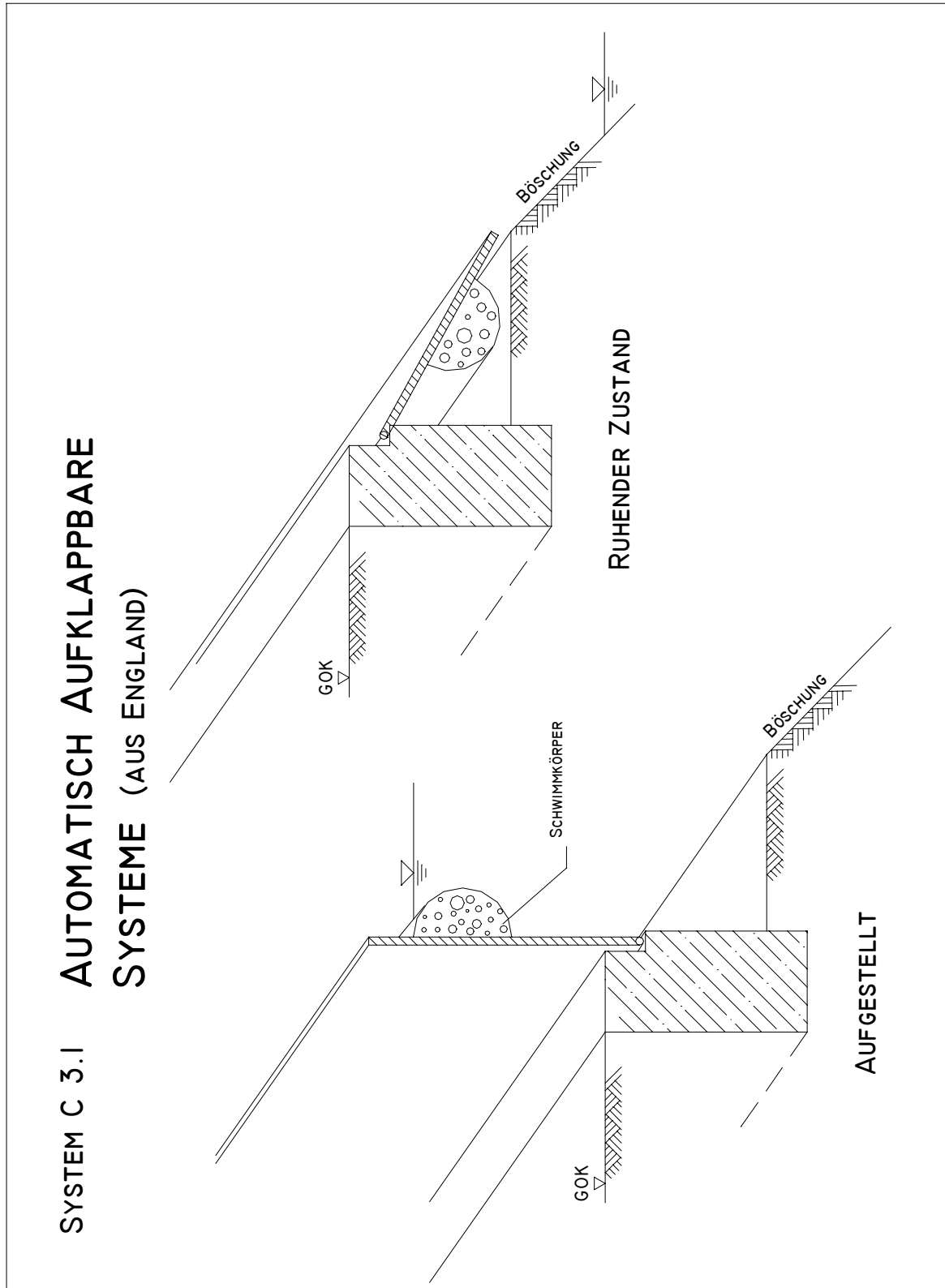
Kosten Unterbau, Rahmen, etc.: Ca. ATS 20.000,-/m² Hochwasserschutz

Kosten Instandhaltung: ATS 700,-/m² und 50 Jahre (Instandhaltungskosten)

Beurteilung:

Der Vorteil dieses Mobilsystems liegt darin, daß es sich selbst rasch aufstellt, und damit die Einsatzbereitschaft in der kürzestmöglichen Zeit ohne Manipulation gegeben ist.

Abbildung 15: System C 3.1



ZUSAMMENFASSUNG:

SYSTEMBESCHREIBUNG

System mit Groelementen; (mit Kleinelementen)

Lagerung vor Ort

Keine Manipulation (Automatik)

System für Höhen bis 3m geeignet

Wenig Einzelteile, geringer Manipulationsaufwand (Dauer)

Materialien alterungsbeständig

Gegen Beschädigung unempfindlich

Reparatur unter Einsatz nicht möglich

Zugänglichkeit, Wartung, Reparatur außerhalb Einsatz leicht

Einzelelement – Versagen bewirkt nur Teilausfall der Höhe nach

System dichtet praktisch völlig ab

Die Dichtung ist von den Mobilelementen trennbar/austauschbar

VERANKERUNG

Abstützung (Lastabtragung) lotrecht linienhaft

Unterbau als Mauer über oder unter Niveau, niedriger als Mobilelemente

Verankerung für Abstützung in Bestand schwer integrierbar

OPTIK

Unterbaukonstruktion (nicht/kaum sichtbar)

aufragend, allseits sichtbar

Mauerkrone schmal

Mauer niedriger als Mobilelemente/fakultativ

Vor Ort gelagerte Teile wasserseitig sichtbar

C3.2 Lotrecht verschiebliche Stauwand (Beispiel: Metallbau EYBEL)

Vom vorgestellten System ist keine Ausführung bekannt, es liegt nur eine Prinzipskizze vor. Diese ist allerdings nicht im Detail durchgearbeitet und läßt einige Fragen offen (Abbildung siehe nächste Seite).

Das System besteht im wesentlichen aus einer Stauwand, die einem Schwimmkörper aufsitzt. Diese Stauwand mit Schwimmkörper ist entweder in einem unterirdischen Hohlraum unterbracht, oder aber im oberen Böschungsteil eines Gewässers in der Art, daß der Hohlraum gegen den Fluß hin offen ist (soweit dies aus den Unterlagen erkennbar ist, dürfte bei dem angeführten Beispiel eine gegen den Fluß hin offene Konstruktion vorgeschlagen sein, das heißt ein halbseitiger Hohlraum, oder doch ein Hohlraum, der sehr große Öffnungen gegenüber dem Fluß aufweist; genau läßt sich dies aus den Unterlagen nicht erkennen). Die Stauwand ist einteilig dargestellt und fährt aus einem Schlitz in der Unterkonstruktion hoch. Die Dichtung ist unklar, es könnte sein, daß die Stauwand gegen die luftseitige Kante des Schlitzes abdichtet. Vorgeschlagen wurde eine Konstruktion in Stahl. Eine Unterströmung der Stauwand wird durch die Unterkonstruktion fast ausgeschlossen.

Zufolge der mangelhaften Durchbildung ist eine genaue Beurteilung des Systems sehr schwer, im wesentlichen wurde nur die Idee dargestellt. Die Abtragung der Kraft erfolgt von der Stauwand gegen die Kante des Schlitzes hin, doch da sich der Punkt dieser Lastabtragung auf der Stauwand beständig verschiebt, und somit auch das dort wirkende Moment sich vergrößert oder verkleinert bzw. seine Drehrichtung ändert, kann die Stabilität der Konstruktion nicht eindeutig beurteilt werden.

Kosten Element laut Hersteller: Von ATS 12.000,-/m² (aus „Praktische Planungshilfen“); laut Fa. SIAC sind 2 Varianten erst im Entwicklungsstadium; ATS 50.000,-/m² inkl. Unterbau oder ATS 60.000,- (H = 1,2 m); Angebotsprüfung Leitha Hochwasserschutz Seite 5; Ziv.-Ing.-Gem. H. Werner und Partner GZ 9525)

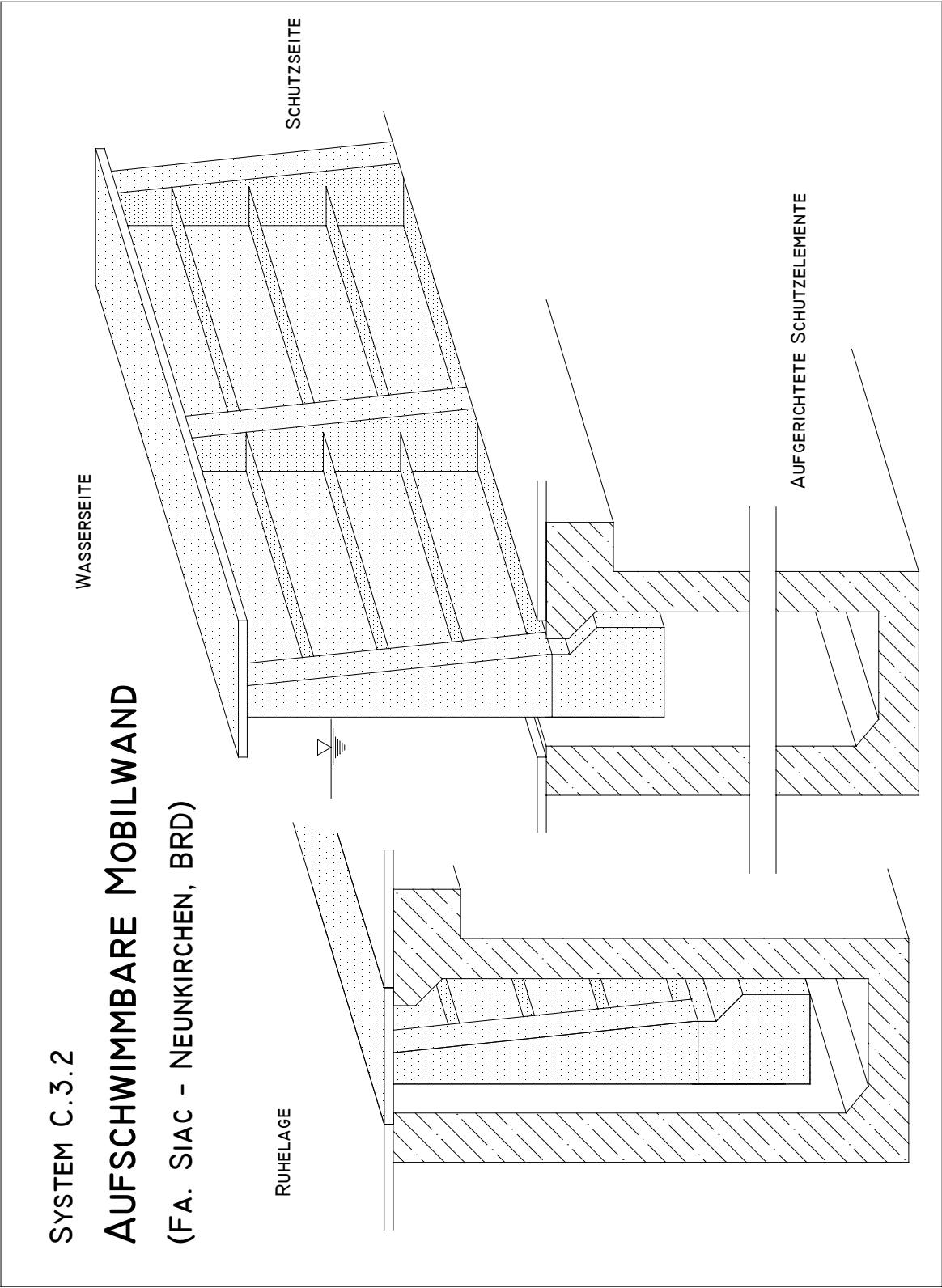
Kosten Unterbau, Rahmen, etc.: Ca. ATS 21.000,-/m² Hochwasserschutz bei 2 m Stauhöhe (aus „Praktische Planungshilfen“); laut Fa. SIAC sind 2 Varianten derzeit im Entwicklungsstadium

Kosten Instandhaltung: ATS 2.000,-/m² und 50 Jahre (Instandhaltungskosten; für die erstmalige Errichtung des Systems)

Beurteilung:

Der Vorteil dieses Mobilsystems liegt darin, daß es sich selbst rasch aufstellt, und damit die Einsatzbereitschaft in der kürzestmöglichen Zeit ohne Manipulation gegeben ist.

Abbildung 16: System C 3.2



ZUSAMMENFASSUNG:

SYSTEMBESCHREIBUNG

System mit Groelementen

Lagerung vor Ort

Keine Manipulation (Automatik)

System für Höhen bis 3 m geeignet

Höhenanpassung möglich

Wenig Einzelteile, geringer Manipulationsaufwand (Dauer)

Materialien alterungsbeständig; (altern deutlich)

Gegen Beschädigung unempfindlich

Reparatur unter Einsatz nicht möglich

Zugänglichkeit, Wartung, Reparatur außerhalb Einsatz kompliziert

Einzelelement – Versagen bewirkt Systemzusammenbruch

System dichtet praktisch völlig ab

Die Dichtung ist von den Mobilelementen trennbar/austauschbar

VERANKERUNG

Abstützung (Lastabtragung) lotrecht linienhaft

Unterbau nur für Verankerung und Dichtung und Schlitz

Unterbau als Mauer über oder unter Niveau, höher als Mobilelemente

Verankerung für Abstützung in Bestand schwer integrierbar

OPTIK

Unterbaukonstruktion linear im Grundriß sichtbar (auftragend, allseits sichtbar)

Mauerkrone breit und massiv

Mauer niedriger als Mobilelemente/fakultativ

Vor Ort gelagerte Teile nur im Grundriß sichtbar

C4 Mehrteilige Schutzwände, aufklappbar, Lagerung vor Ort Beispiel: ETNA-Werke)

Bei dem vorgestellten Beispiel handelt es sich um eine Weiterentwicklung des in Bruckneudorf zum Einsatz gebrachten Hochwasserschutzsystems. Eine Ausführung in der Praxis ist nicht bekannt, es existieren aber Zeichnungen (Abbildung siehe übernächste Seite).

Das Mobilsystem besteht aus Stehern und aus Dammtafeln, die mit Scharnieren an der Mauerkrone befestigt sind. Sowohl die Steher wie auch die Dammtafeln weisen in der Mitte ein Gelenk auf und können auf diese Weise zusammengefaltet werden. In der heruntergeklappten Ruhestellung liegt die zusammengefaltete Mobilwand an der wasserseitigen Flanke der Stützmauer an. Im Hochwasserfall werden zuerst die Steher hochgeklappt und gegen die Mauerkrone verriegelt, und dann um ihr in der Mitte befindliches Scharnier noch einmal weiteraufgeklappt, und auch hier verriegelt. Dann werden die Dammbalkenelemente in der gleichen Weise hochgeklappt bzw. aufgefaltet und gegen die Steher verriegelt. Eine Unterströmung des Systems wird durch die Mauer erschwert.

Das System unterscheidet sich von dem unter C1.1 vorgestellten nur dadurch, daß die Mobilwand durch die Möglichkeit des Auseinanderfaltens weiter erhöht werden kann, ohne daß gleichzeitig auch die Mauer entsprechend erhöht werden muß. Die Mauer, die die Mobilwand trägt, muß daher nur etwa die halbe Höhe der Mobilwand aufweisen. Eine gewisse Schwäche des Systems liegt darin, daß auch die Steher gefaltet werden müssen, und daher die Verriegelung der Steher in deren Gelenk eine außerordentlich massive sein muß, um die entsprechenden Kräfte aufnehmen zu können. Aus diesem Grund war auch der Gedanke im Gespräch, die Steher nicht gegen die Wasserseite an der wasserseitigen Flanke der Mauer hinunterzuklappen (wo sie dann ein Gelenk haben müßten, um sie zusammenzufalten), sondern die Steher in ihrer gesamten Länge, das heißt ohne Mittelgelenk, seitlich auf die Mauerkrone umzulegen. Dies würde der Stabilität sehr entgegenkommen, zumal die aufgerichteten Steher entsprechend verriegelt oder sogar angeschraubt werden könnten, andererseits ergäbe sich damit ein deutlich anderer optischer Eindruck, da die auf der Mauerkrone liegenden Steher stets allseits sichtbar wären. Im übrigen wäre diese Lösung nur anwendbar, wenn die Steher einen größeren Abstand untereinander aufweisen als ihre Höhe beträgt.

Zufolge der Ähnlichkeit mit dem System C1.1 braucht auf dieses vorgestellte System nicht näher eingegangen zu werden. Da es sich um einen Sonderfall für niedrige Brüstungsmauern handelt, ist eine Einsatzmöglichkeit nur dort zu sehen, da sonst eine beträchtliche Komplikation gegenüber allen Systemen gegeben wäre.

Kosten Element laut Hersteller: ATS 17.500,-/m² (bei 2,5 m Höhe, Elemente ohne Verankerung)

Kosten Unterbau, Rahmen, etc.: Ca. ATS 27.000,-/m² Hochwasserschutz (Brüstungsmauer h≈1m)

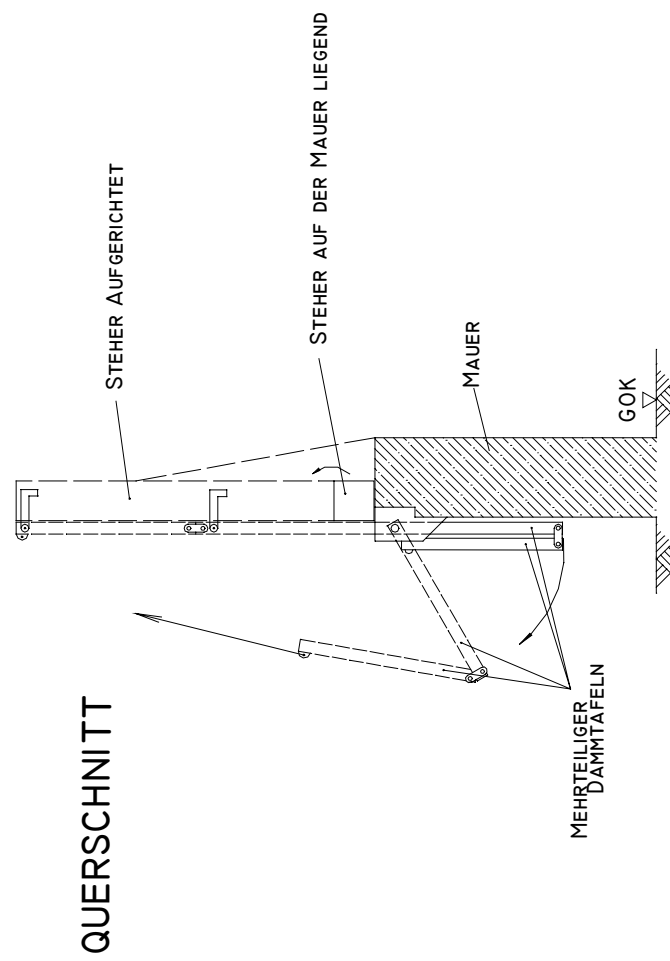
Kosten Instandhaltung: ATS 1.000,-/m² und 50 Jahre (Instandhaltungskosten)

Beurteilung:

Der Vorteil dieses Mobilsystems liegt darin, daß es außerordentlich rasch aufstellbar ist, und damit die Einsatzbereitschaft in der kürzestmöglichen Zeit gegeben ist.

Abbildung 17: System C 4

SYSTEM C 4
MEHRTEILIGE SCHUTZWÄNDE
AUFKLAPPBAR, LAGERUNG VOR ORT
(FA. ETNA WERKE WIEN)



ZUSAMMENFASSUNG:

SYSTEMBESCHREIBUNG

System mit Kleinelementen

Lagerung vor Ort

Manipulation mit Kran extern (Autokran etc.) (händisch)

System für Höhen bis 3 m geeignet

(Höhenanpassung möglich)

Wenig Einzelteile, geringer Manipulationsaufwand (Dauer)

Materialien alterungsbeständig

Gegen Beschädigung unempfindlich

Reparatur unter Einsatz möglich/beschränkt möglich

Zugänglichkeit, Wartung, Reparatur außerhalb Einsatz leicht

Einzelelement – Versagen bewirkt nur Teilausfall der Höhe nach

System dichtet praktisch völlig ab

Die Dichtung ist von den Mobilelementen trennbar/austauschbar

VERANKERUNG

Abstützung (Lastabtragung) lotrecht und schräg, punktuell

Unterbau nur für Verankerung und Dichtung und seitliche Ablage

Unterbau als Mauer über oder unter Niveau, niedriger als Mobilelemente

Verankerung für Abstützung in Bestand schwer integrierbar

OPTIK

Unterbaukonstruktion aufragend, allseits sichtbar

Mauerkrone schmal

Mauer niedriger als Mobilelemente/fakultativ

Vor Ort gelagerte Teile wasserseitig sichtbar

C5 Mehrteilige Schutzwände, teleskopierbar, Lagerung vor Ort (kein Beispiel)

Die teleskopierbare Wand wurde nur in einem Gespräch mit der Firma Waagner Biró diskutiert, es existieren davon keine Zeichnungen und auch keine Ausführung in der Natur (Abbildung siehe nächste Seite). Es handelt sich dabei um eine Weiterentwicklung des Systems C2 und ist sonst mit diesem weitgehend ident. Eine Unterströmung des Systems wird durch die Mauer bzw. Unterkonstruktion fast unmöglich.

Im einzelnen handelt es sich um zwei hintereinander liegende plattenförmige Schutzwände, die gemeinsam hochgefahren werden, wobei die eine Wand in der Art eines Doppelschützes über die andere Wand hinaus weiter hochgefahren wird.

Da es über diese vorgelegte Idee weder Pläne noch Konstruktionszeichnungen gibt, ist eine detaillierte Beurteilung nicht möglich. Gedacht war die Konstruktion, um die Höhe des Unterbaues geringer zu halten, wenn dies, aus welchen Gründen auch immer, nötig sein sollte. Da an der Überlappung der beiden Tafeln erhebliche Momente auftreten, und auch die Führung der Tafeln für das Teleskopieren nicht einfach sein dürfte, steht zu vermuten, daß das Gesamtsystem relativ kompliziert wäre. Außerdem muß die Verringerung des Unterbaues der Höhe nach in einer Verbreiterung wettgemacht werden.

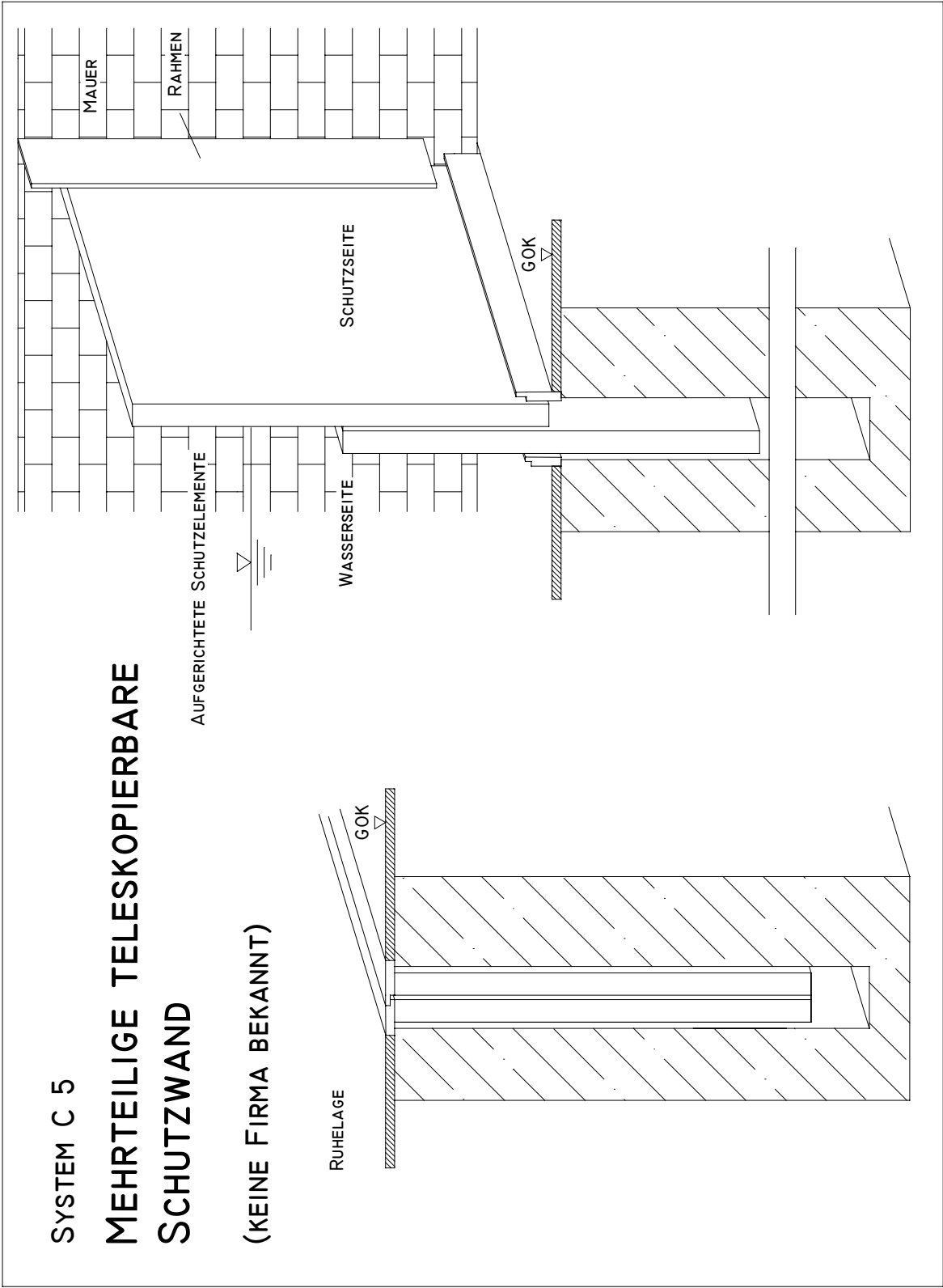
Das System ist für kleinere Höhen durchaus vorstellbar, bei großen Höhen müßten die einzelnen Bauteile sehr massiv, und dadurch relativ schwer werden. Ein sinnvoller Einsatz wäre wohl nur in Spezialfällen möglich.

Kosten Element laut Hersteller: Ca. ATS 20.000,-/m²

Kosten Unterbau, Rahmen, etc.: Ca. ATS 30.000,-/m² Hochwasserschutz

Kosten Instandhaltung: ATS 1.000,-/m² und 50 Jahre (Instandhaltungskosten)

Abbildung 18: System C 5



ZUSAMMENFASSUNG:

SYSTEMBESCHREIBUNG

System mit Groelementen

Lagerung vor Ort

Manipulation mit Kran extern (Autokran etc.); motorische Aufstellung möglich

System für Höhen bis 3 m geeignet

Höhenanpassung möglich

Wenig Einzelteile, geringer Manipulationsaufwand (Dauer)

Materialien alterungsbeständig

Gegen Beschädigung unempfindlich

Reparatur unter Einsatz nicht möglich

Zugänglichkeit, Wartung, Reparatur außerhalb Einsatz kompliziert

Einzelelement – Versagen bewirkt nur Teilausfall der Höhe nach

System dichtet praktisch völlig ab

Die Dichtung ist von den Mobilelementen trennbar/austauschbar

VERANKERUNG

Abstützung (Lastabtragung) lotrecht linienhaft

Unterbau nur für Verankerung und Dichtung und Schlitz

Unterbau als Mauer über oder unter Niveau, niedriger als Mobilelemente

Verankerung für Abstützung in Bestand schwer integrierbar

OPTIK

Unterbaukonstruktion nicht/kaum sichtbar (auftragend, allseits sichtbar)

Mauerkrone breit und massiv

Mauer niedriger als Mobilelemente/fakultativ

Vor Ort gelagerte Teile nur im Grundriß sichtbar

D Schlauchsysteme

D1 Einteilige Schlauchsysteme (Beispiel: Flocksmühle)

Die einteiligen Schlauchkonstruktionen sind mehr oder weniger Schlauchwehren gleichzuhalten, die sich statt auf einer Wehrkrone auf dem Trockenen befinden. Im Ruhefall liegt der Schlauch zusammengelegt in einer Vertiefung der Unterkonstruktion, wobei diese auch eine Mauer sein kann, und ist gegen Beschädigungen abgedeckt. Im Hochwasserfall wird der Schlauch mit Luft oder mit Wasser befüllt und auf diese Art aufgepumpt. Für den Betrieb ist somit eine Pumpe unbedingt erforderlich, und es ist für den Einsatzfall die Funktionsfähigkeit dieser Pumpe entsprechend zu besorgen (Reservepumpe, Notstromaggregat odgl.) (Abbildung siehe Seite 88).

Das System ist durch die geringe Aufstandsbreite und bei schlechten Untergrundsverhältnissen gefährdet unterströmt zu werden.

Da der Schlauch linear auf dem Unterbau befestigt ist, ist hierfür entweder eine in den Boden eingelassene Herdmauer (bei Auflage des Dammes bodeneben) notwendig, oder aber eine Mauer, die eine entsprechende Vertiefung aufweisen muß, und die in die Höhe ragt. Der Schlauch kann einteilig ausgeführt werden, wobei Krümmungen oder auch Ecken in der Grundrißlage mitgemacht werden können, oder aber mehrteilig mit einer Unterteilung in der Länge. Sofern eine höhenmäßig Abstufung der Mobilwand nötig ist, muß zwangsläufig eine mehrteilige Ausführung zum Einsatz kommen. Die Schläuche sind bei Mehrteiligkeit miteinander verbunden und müssen gemeinsam befüllt werden, damit sie sich auch gemeinsam aufrichten. Der Anschluß an seitliche Mauern müßte durch Sonderkonstruktionen in der Art, wie sie bei Schlauchwehren durchgeführt werden, bewerkstelligt werden.

Das Material, aus dem die Schläuche bestehen, ist im wesentlichen Kunststoff – es wäre auch eine Ausführung mit Naturkautschuk oder ähnlichem vorstellbar. Die Dicke des Schlauchmantels ist unterschiedlich. Üblicherweise ist eine Art Karkasse in den Schlauch eingearbeitet, wodurch er nicht nur Stabilität gewinnt, sondern auch widerstandsfähiger gegen Beschädigungen wird. Die diesbezüglichen Ausführungen sind firmenabhängig unterschiedlich. Trotzdem ist die Beschädigungssicherheit von Schlauchkonstruktionen nicht mit der von Stahlkonstruktionen vergleichbar, und durch das Eindringen von spitzen Gegenständen kann es zu einer Perforation des Schlauches kommen. Sobald die ausfließende Wassermenge größer als jene ist, die die Pumpe fördern kann, fällt der Schlauch in sich zusammen, was bei einteiligen Schläuchen zu einem Versagen des Gesamtsystems führen muß, da eine Reparatur auf der Wasserseite praktisch unmöglich ist. Auch was die Dauerhaftigkeit der Schlauchsysteme anbelangt, ist hier ein deutlicher Unterschied gegenüber Stahlkonstruktionen gegeben. Genaue Unterlagen über die Dauerhaftigkeit und Beständigkeit der Materialien konnten nicht erhoben werden, doch wurden von den japanischen Herstellern Zeiträume von 30 Jahren genannt, über die die Materialien beständig sein sollen.

Die Integration eines Schlauchsystems in den Bestand wäre im Prinzip bei geringeren Stauhöhen insofern leicht zu bewerkstelligen, als die Formanpassung der Schläuche an einen Bestand gut vorgenommen werden kann, und nur für die Lastabtragung vorgesorgt werden muß. Da der Schlauch aber in irgendeiner Form abgedeckt werden sollte oder in eine Vertiefung hineingefaltet, müßte doch eine spezielle Unterkonstruktion hergestellt werden, um eine geschützte Lagerung des Schlauches zu erreichen. Dadurch ergibt sich eine gewisse Komplikation bei manchen Bestandsobjekten. Bei größeren Stauhöhen (Schlauchkonstruktionen wurden bis zu einer Höhe von 7 m ausgeführt) ergibt sich natürlich das Problem der Lasten und Momente, die auf den Schlauch einwirken.

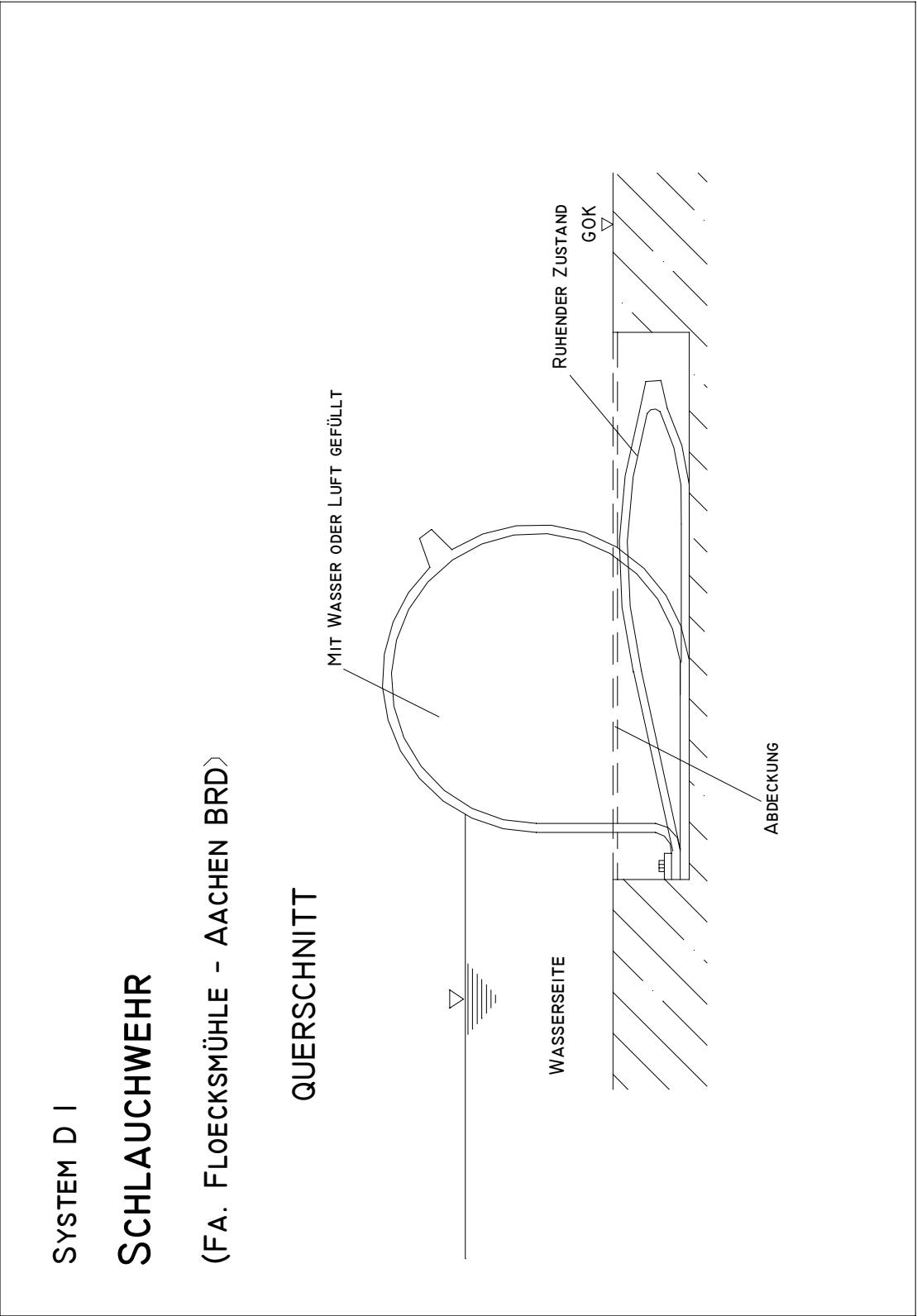
Für die Optik stellen die Schläuche, die vor Ort gelagert werden, dann kein Problem dar, wenn sie in eine schützende Vertiefung hineingefaltet und abgedeckt werden. Es ist dann nur die Abdeckung sichtbar. Sofern eine Mauer als Unterkonstruktion gegeben ist, bedingt allerdings diese Nische eine große Mauerbreite und damit ein sehr markantes Objekt.

Für diesen Art der Mobilelemente ist keine Reinigung erforderlich, aber große Wassermengen für die Befüllung.

Einteilige Schlauchsysteme, die nicht vor Ort gelagert werden, sondern erst herangebracht und vor Ort aufgestellt werden, wurden im übrigen nicht bekannt.

Kosten Element laut Hersteller:	ATS 9.000,-/m ² (nur der Schlauch, bei 2 m Stauhöhe und 50 lfm)
Kosten Unterbau, Rahmen, etc.:	ATS 17.000,-/m ² Hochwasserschutz oder lfm (Verdichter, Befestigung, etc. bei 2 m Stauhöhe und 50 lfm; exkl. Verschlussklappe (+ 2.500,-/lfm))
Kosten Instandhaltung:	ATS 10.000,-/m ² und 50 Jahre (ca. 1 mal die Schlauchanschaffung + Instandhaltung; für die erstmalige Errichtung des Systems)

Abbildung 19: System D 1



ZUSAMMENFASSUNG:

SYSTEMBESCHREIBUNG

System mit Großelementen

Lagerung vor Ort

Manipulation motorische Aufstellung möglich

System für Höhen über 3 m geeignet

Wenig Einzelteile, geringer Manipulationsaufwand (Dauer)

Materialien altern deutlich

Gegen Beschädigung empfindlich, doch zusätzliche Schutzvorkehrungen

Reparatur unter Einsatz nicht möglich

Zugänglichkeit, Wartung, Reparatur außerhalb Einsatz leicht

Einzelelement – Versagen bewirkt Systemzusammenbruch

System dichtet praktisch völlig ab

Die Dichtung ist Bestandteil der Mobilelemente

VERANKERUNG

Abstützung (Lastabtragung) lotrecht linienhaft

Unterbau nur für Verankerung und Dichtung und Schlitz

Unterbau als Mauer über oder unter Niveau, niedriger als Mobilelemente

Verankerung für Abstützung in Bestand (leicht integrierbar) schwer integrierbar

OPTIK

Unterbaukonstruktion linear im Grundriß sichtbar; (aufragend, allseits sichtbar)

Mauerkrone breit und massiv

Mauer niedriger als Mobilelemente/fakultativ

Vor Ort gelagerte Teile nur im Grundriß sichtbar

D2 Mehrteilige Schlauchsysteme

Im Gegensatz zu 0, wo die Ausführung der Mobilwand auch mit einem einzigen Schlauch hergestellt werden kann, sind hier Systeme gemeint, wo im Querschnitt mehrere Schläuche vorliegen. Der Länge nach kann hier, genauso wie bei 0, entweder der Einzelschlauch über die gesamte Länge durchgehen, oder aber eine längenmäßige Unterteilung vorgenommen werden.

D2.1 Nebeneinander liegendes Doppelschlauchsystem (Beispiel: Geochem Inc.)

Das hier vorgestellte System ist kein fix installiertes, sondern beruht auf einer externen Lagerung der Doppelschläuche, die im Bedarfsfall herangeschafft und zu einer Mobilwand aufgerichtet werden (Abbildung siehe Seite 92). Es handelt sich dabei um zwei nebeneinanderliegende Kunststoffschläuche (beim vorgestellten Beispiel Polyethylen), die mit einer gemeinsamen Hülle aus Kunststofftextil (beim vorgestellten Beispiel Polypropylen) umhüllt sind, und daher optisch gar nicht als Doppelschläuche in Erscheinung treten.

Im Normalfall, ohne Hochwasser, das heißt im Falle der externen Lagerung, sind die entleerten Schläuche der Länge nach auf einem Kernrohr aufgewickelt und bilden solcher Art eine große Rolle. Im Bedarfsfall wird diese Rolle mit LKW an den Ort der Verwendung herbeigeschafft, auf dem Boden aufgelegt und ausgerollt, woraufhin die Schläuche befüllt, das heißt mit Wasser aufgepumpt werden. Eine spezielle Dichtung gegen den Untergrund gibt es nicht, die Schläuche können eigentlich auf jedem einigermaßen ebenen Untergrund aufgelegt werden, und verharren dort durch ihr Eigengewicht bzw. durch Reibung. Demgemäß muß die Stauhöhe des Wassers geringer sein als die Schlauchhöhe, und sind die Konstruktionen in der Höhe überhaupt begrenzt (und offenbar nur bis etwa 1,5 m Höhe im Einsatz). Die Gefahr einer Unterströmung des Systems ist im Vergleich zum System D1 durch die relativ breite Aufstandsfläche der nebeneinanderliegenden Schläuche sehr gering.

Das gesamte System ist mehr oder weniger als Ersatz für Sandsäcke gedacht. Eine gewisse Undichtigkeit wird offenbar in Kauf genommen. Um dem System eine größere Standfestigkeit gegenüber horizontalen Verschiebungen zu verleihen, können auch zwei Schlauchpakete nebeneinander verlegt werden, wobei der Zwischenraum mit Wasser gefüllt wird. Es scheint auch spezielle Konstruktionen zu geben, wo die parallel zueinander befindlichen Schlauchsysteme durch Querschläuche verbunden sind, und solcher Art Kassetten gebildet werden.

Bei Anprall von spitzen Gegenständen kann es selbstverständlich zu einer Beschädigung kommen, wodurch zumindest ein Schlauch ausfließen und in sich zusammenfallen kann. Es steht zu vermuten, daß dann der andere Schlauch nicht mehr in der Lage ist, horizontalen Kräften entsprechend entgegenzuwirken und durch den Wasserdruck weggeschoben würde. Es heißt dies, daß eine Beschädigung zu einem Gesamtzusammenbruch des Systems führen kann. Bei der doppelten Ausführung von Schlauchsystemen, oder bei den angegebenen Kassetten ist die Sicherheit natürlich entsprechend höher. Da die gesamte Maßnahme, wie bereits gesagt, als Ersatz für Sandsäcke gedacht ist, und daher einen eher provisorischen Charakter hat, spielt diese Sicherheit offenbar keine so große Rolle. Auch ist es so, daß die Dauerhaftigkeit des Materials, die selbstverständlich geringer ist als bei Stahl oder bei Aluminium, keine so große Rolle spielen dürfte. Da diese Systeme extern gelagert an jeden beliebigen Einsatzpunkt herangeschafft werden können, da ihre Aufrichtung mehr oder weniger überall möglich ist, bietet sich auch ein entsprechend breiter Einsatzbereich, insbesondere bei unvorhergesehenen auftretenden Schäden wie unvorhersehbaren Überflutungen, Damnbrüchen und ähnlichem.

Ein spezieller Unterbau ist, wie schon gesagt, nicht erforderlich. Für die Optik ergibt sich überhaupt kein Problem, da die Schläuche extern gelagert werden. Mit den Schläuchen werden auch die Pumpen extern vorgehalten, wobei diese mit Stromersatzaggregaten betrieben werden können. Für das Aufstellen der Schläuche ist lediglich eine Planie in ausreichender Breite erforderlich, da die Konstruktion doch mehr als doppelt so breit als hoch ist.

Für diesen Art der Mobilelemente ist keine Reinigung erforderlich, aber große Wassermengen für die Befüllung.

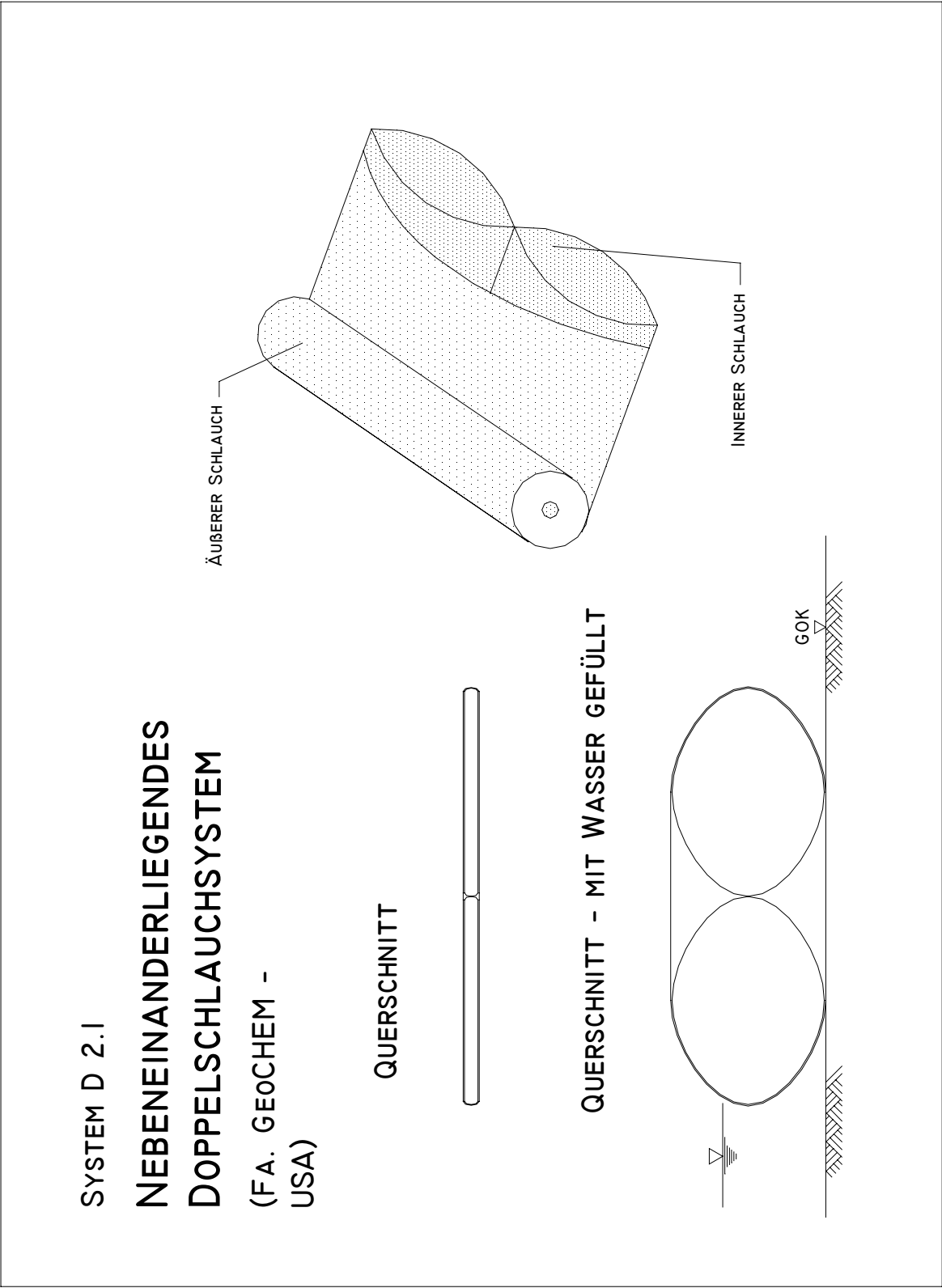
Zusammenfassung: Der Vorteil dieses Systems, das in den Vereinigten Staaten und in Dritte-Welt-Ländern ziemlich verbreitet sein dürfte, liegt darin, daß es nicht ortsfest ist und praktisch überall hin leicht transportiert werden kann, keine speziellen Untergrund benötigt und sehr schnell aufzurichten ist. Es läuft auch unter dem Namen „instant dam“.

Kosten Element laut Hersteller: ATS 820,-/m² bis ATS 1.000,-/m² laut US-Angaben

Kosten Unterbau, Rahmen, etc.: Kein spezieller Unterbau erforderlich

Kosten Instandhaltung: ATS 4.000,-/m² und 50 Jahre (ca. 3 mal die Errichtungskosten + Instandhaltung)

Abbildung 20: System D 2.1



ZUSAMMENFASSUNG:

SYSTEMBESCHREIBUNG

System mit Kleinelementen

Lagerung extern, Bauteile/Baustoffe gemeinsam gelagert

Manipulation (mit Kran extern (Autokran etc.))

händisch

(motorische Aufstellung möglich)

System für Höhen bis 3 m geeignet

Wenig Einzelteile, geringer Manipulationsaufwand (Dauer)

Materialien alterungsbeständig

Gegen Beschädigung empfindlich

Reparatur unter Einsatz nicht möglich

Zugänglichkeit, Wartung, Reparatur außerhalb Einsatz leicht

Einzelelement – Versagen bewirkt Systemzusammenbruch

System dichtet nur unvollkommen ab

Die Dichtung ist Bestandteil der Mobilelemente

VERANKERUNG

Abstützung (Lastabtragung) lotrecht linienhaft

Kein spezieller Unterbau erforderlich

Verankerung für Abstützung in Bestand leicht integrierbar

OPTIK

Unterbaukonstruktion nicht/kaum sichtbar

Mobilelemente nicht vor Ort gelagert (nicht sichtbar)

D2.2 Mobilsysteme mit mehr als zwei Schläuchen (Beispiel: RAVESTEIN BV)

Bei dem vorgestellten Beispiel handelt es sich um kleinere Schläuche in größerer Anzahl, die pyramidenartig neben- und übereinander angeordnet sind (Abbildung siehe nächste Seite). Die Schläuche sind ortsfest und ähneln damit dem System D1. Der Unterschied besteht lediglich darin, daß statt eines Einzelschlauches im Querschnitt eine pyramidenförmiges Schlauchpaket zum Einsatz kommt. Die Kunststoffschläuche sind mit der Unterlage verbunden und dichten gegen diese ab, wobei das entweder eine in den Boden eingelassene Mauer oder eine aufragende Mauer sein kann. Eine entsprechende Vertiefung, um die entleerten Schläuche aufzunehmen, ist zweckmäßig. Das gesamte Schlauchpaket ist von einem Mantel aus Kunststofftextil umhüllt, in das ein weitmaschiges Stahlgewebe integriert ist, um solcher Art Beschädigungen zu minimieren. Auf der Spitze der Schlauchpyramide befindet sich die dort montierte Abdeckung, die das Schlauchpaket schützt, wenn es in die Vertiefung zusammengefaltet untergebracht wird. Das Aufpumpen dieses Schlauchpaketes erfolgt mit Wasser. Eine Unterströmung des Systems wird durch die Mauer weiterstehend unterbunden.

Das System ähnelt sonst sehr weitgehend dem System D1, weist jedoch gegenüber diesem den Vorteil auf, daß bei einer Beschädigung nur ein Einzelschlauch betroffen ist und ein Zusammenfallen dieses Einzelschlauches entweder überhaupt keine Auswirkungen hat, oder aber nur eine Verringerung der Stauleistung der Höhe nach. Ein Gesamtversagen des Systems wäre also nur dann gegeben, wenn sämtliche Schläuche zusammenfallen würden, was so unwahrscheinlich ist, daß es ausgeschlossen werden kann. Eine Reparatur der Schläuche im Einsatzfall selbst ist allerdings nicht möglich.

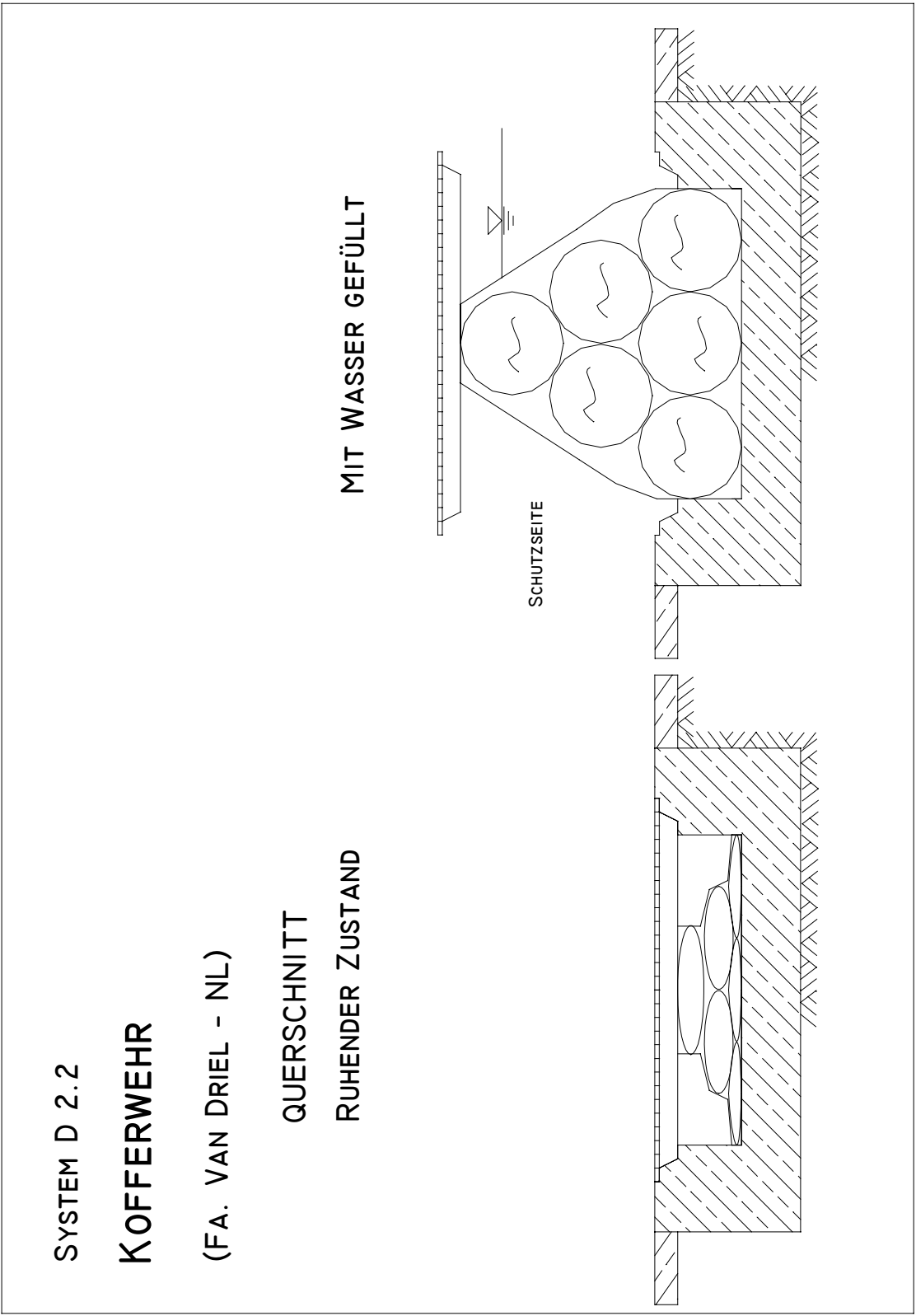
Über die Höhe, in welcher diese Schlauchpakete ausgeführt werden können, ist nichts bekannt, es scheint aber, daß die bei Schlauchwehren erreichten Höhen durch das vorgestellte System nicht zu bewerkstelligen sind. Für diesen Art der Mobilelemente ist keine Reinigung erforderlich, aber große Wassermengen für die Befüllung.

Kosten Element laut Hersteller: ATS 11.500,-/m² (oder ATS 19.000,-/m² bei H = 1,2 m ohne Unterbau; Angebotsprüfung Leitha Hochwasserschutz Seite 5; Ziv.-Ing.-Gem. H. Werner und Partner GZ 9525)

Kosten Unterbau, Rahmen, etc.: Ca. ATS 25.000,-/m² Hochwasserschutz

Kosten Instandhaltung: ATS 10.000,-/m² und 50 Jahre (ca. 1 mal die Erneuerung aller Schläuche + Instandhaltung)

Abbildung 21: System D 2.2



ZUSAMMENFASSUNG:

SYSTEMBESCHREIBUNG

System mit Kleinelementen

Lagerung vor Ort

Manipulation motorische Aufstellung möglich

System für Höhen bis 3m geeignet

Wenig Einzelteile, geringer Manipulationsaufwand (Dauer)

Materialien altern deutlich

Gegen Beschädigung empfindlich, doch zusätzliche Schutzvorkehrungen

Reparatur unter Einsatz nicht möglich

Zugänglichkeit, Wartung, Reparatur außerhalb Einsatz kompliziert

Einzelelement – Versagen bewirkt nur Teilausfall der Höhe nach

System dichtet praktisch völlig ab

Die Dichtung ist Bestandteil der Mobilelemente

VERANKERUNG

Abstützung (Lastabtragung) lotrecht linienhaft

Unterbau nur für Verankerung und Dichtung und Schlitz

Unterbau als Mauer über oder unter Niveau, niedriger als Mobilelemente

Verankerung für Abstützung in Bestand (leicht integrierbar) schwer integrierbar

OPTIK

Unterbaukonstruktion nicht/kaum sichtbar (auftragend, allseits sichtbar)

Mauerkrone breit und massiv

Mauer niedriger als Mobilelemente/fakultativ

Vor Ort gelagerte Teile nur im Grundriß sichtbar

E Mobilsysteme für Notlösungen

E1 Sandsäcke und ähnliche Systeme

Sandsäcke sind sackähnliche Behältnisse, die mit Sand, Erdmaterial oder ähnlichem befüllt werden und nebeneinandergelegt bzw. aufeinandergeschichtet eine mobile Schutzwand ergeben. Sandsäcke werden fast ausschließlich in Notfällen und bei unvorhergesehenen Ereignissen verwendet, und haben einen provisorischen Charakter, das heißt sie sind keine auf Dauer berechneten Mobilwände.

E1.1 Sandsäcke herkömmlicher Art

Die Sandsäcke herkömmlicher Art (ohne Beispiel) haben eine derart weite Verbreitung auf der ganzen Welt, daß hierfür keine gesonderten Beispiele gebracht werden müssen (Abbildung siehe Seite 99). Es handelt sich dabei um sackartige Behältnisse aus Naturfaser oder Kunststoff, die entweder für den angegebenen Zweck eigens hergestellt worden sind, oder die eigentlich einem anderen Zweck dienen sollten (Emballagen für den verschiedensten Verwendungszweck), aber auch ersatzweise als Sandsäcke zum Einsatz kommen können.

Die leeren Sandsäcke werden herangeschafft und an Ort und Stelle, zumeist mittels Schaufel, mit vor Ort befindlichem Material befüllt. Dann werden die Säcke nebeneinander und aufeinander gestapelt. In Ausnahmefällen muß auch das Füllmaterial herangeschafft werden, wenn solches vor Ort nicht in ausreichender Menge angetroffen wird. Dadurch, daß die Säcke nachgiebig sind und eine beliebige Form annehmen können, ist eine Anpassung an den Untergrund bzw. gegeneinander im hohen Maße gegeben.

Sandsäcke werden bei uns hauptsächlich zur Dammverteidigung oder bei niedrigen Überflutungen zum Einsatz gebracht. Sie dienen nicht nur als mobile Hochwasserschutzwände, sondern auch als Gewichtsauflage z.B. bei Durchsickerung von Dämmen. Zuzufolge ihrer einfachen Konstruktion sind Mobilelemente aus Sandsäcken in der Höhe nur begrenzt anwendbar und oft auch nicht vollkommen dicht (eine Verbesserung der Dichtigkeit kann durch Einbringen von Erdmaterial und Sand zwischen den Sandsäcken erzielt werden).

Die Dauerhaftigkeit und Verletzlichkeit der Sandsäcke spielt eine gänzlich untergeordnete Rolle, da es sich hier nicht um auf Dauer berechnete Mobilsysteme handelt. Ebenso ist die Unterkonstruktion, auf die die Sandsäcke aufgelegt werden, ohne Bedeutung, da sich diese, wie gesagt, in ihrer Form anpassen und zudem durch ihr Gewicht und die Reibung am Untergrund liegen. Da es sich bei den Sandsäcken um extern gelagerte Mobilteile handelt, ist auch der optische Eindruck ohne Bedeutung, da sie optisch nur im Hochwasserfall zum Ausdruck kommen.

Kosten Element laut Hersteller: ATS 600,-/m² (bis ATS 4.350,-/m²); (ATS 5,-/Sack Lagerhaus oder ATS 40,-/Sack US Army Corps of Engineers, d.h. ATS 17.000,- bis 130.000,- bei H = 1,0 m, 30lfm, 3400 Säcke)

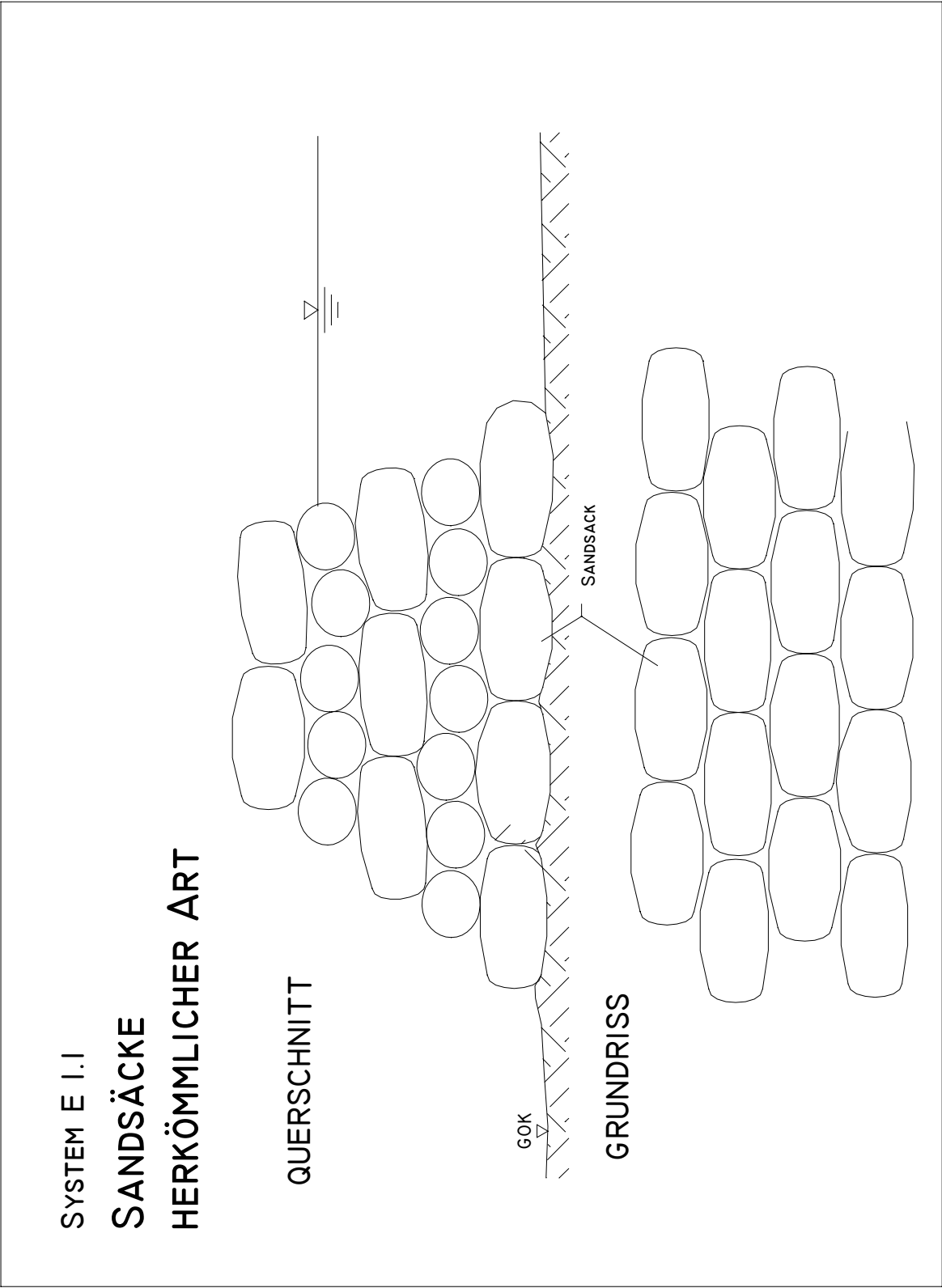
Kosten Unterbau, Rahmen, etc.: Kein spezieller Unterbau erforderlich

Kosten Instandhaltung: ATS 2.500,-/m² und 50 Jahre (bis 18.000,-/m² und 50 Jahre) (4 mal die Errichtungskosten; für die erstmalige Errichtung des Systems)

Beurteilung:

Durch die universelle Verwendbarkeit an verschiedenen Orten und die relativ einfache Herstellung, selbst in Dritte-Welt-Ländern, haben Sandsäcke eine außerordentlich weite Verbreitung. Sicherlich sind Sandsäcke das am weitesten verbreitete Mobilelement überhaupt. Zum Vorteil einer leichten Herstellung kommt hinzu, daß durch die sackartigen Hüllen doch ein gewisser Zusammenhalt des Materials und eine minimale Formbeständigkeit gegeben ist, die bei reinen Schüttungen, die nur aus Erdmaterial bestehen, nicht vorhanden ist.

Abbildung 22: System E 1.1



ZUSAMMENFASSUNG:

SYSTEMBESCHREIBUNG

System mit Kleinelementen

Lagerung extern, Bauteile/Baustoffe getrennt gelagert

Manipulation händisch

System für Höhen bis 3 m geeignet

Viele Einzelteile, hoher Manipulationsaufwand (Dauer)

Materialien altern deutlich

Gegen Beschädigung empfindlich

Reparatur unter Einsatz möglich/beschränkt möglich

Zugänglichkeit, Wartung, Reparatur außerhalb Einsatz leicht

Einzelelement – Versagen bewirkt nur Teilausfall der Höhe nach

System dichtet nur unvollkommen ab

Die Dichtung ist Bestandteil der Mobilelemente

VERANKERUNG

Abstützung (Lastabtragung) lotrecht linienhaft

Kein spezieller Unterbau erforderlich

Verankerung für Abstützung in Bestand leicht integrierbar

OPTIK

Unterbaukonstruktion nicht/kaum sichtbar

Mobilelemente nicht vor Ort gelagert (nicht sichtbar)

E1.2 Sandsack-Verbundkonstruktionen (Beispiel: Böck-Tandem Sandsack)

Bei dem angeführten Beispiel handelt es sich um Sandsäcke aus Kunststoff, bei der jeweils zwei längliche Säcke durch eine Lasche verbunden sind, sodaß sie gegeneinander versetzt im Verbund verlegt werden können (Abbildung siehe nächste Seite). Gemäß einer Beschreibung über ihren Einsatz werden damit äußerst stabile Deiche von bisher nicht erreichter Druckbeständigkeit bei verhältnismäßig geringen Abmessungen des Deiches insgesamt erzielt.

Die Tandemsäcke sind Kunststoffsäcke, die sich von normalen Sandsäcken weiter nicht unterscheiden. Durch die Verbindung mit der Lasche kann eine gewisse Verbundwirkung und Unverschieblichkeit der Säcke gegeneinander erreicht werden. Damit ist auch die Höhe der solcher Art ausgeführten Konstruktionen nicht so begrenzt wie bei Einzelsandsäcken, und auch die Aufstandsbreite der Gesamtkonstruktion kann geringer gehalten werden. Die Lebensdauer der Tandemsandsäcke wird mit 5 – 10 Jahren angegeben und ist damit höher als bei Naturmaterialien wie Jute oder dergleichen.

Im übrigen sind die Tandemsandsäcke den Einzelsandsäcken gleichzuhalten, und es gilt das dort Gesagte. Bemerkenswert ist allerdings, daß es für die Tandemsandsäcke eigene Vorrichtungen gibt, womit 300 Tandemsandsäcke pro Stunde (600 Einzelsäcke) befüllt werden können. Die Befüllung wird mit Betonmischern vorgenommen, die das Füllgut in die Fülleinrichtung abgeben (selbstverständlich sind damit auch Einzelsäcke befüllbar bzw. gibt es auch Befüllvorrichtung für Einzelsäcke, die allerdings keine sehr weite Verbreitung haben dürften).

Kosten Element laut Hersteller: ATS 1.200,-/m² (oder ATS 21,-/Tandem-Sack, 1000 Säcke für 18 m²)

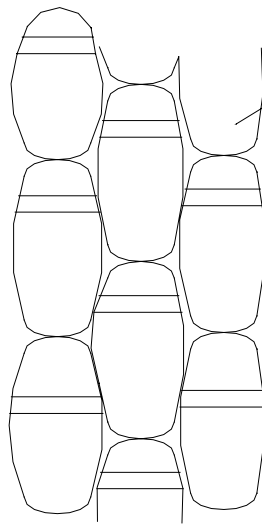
Kosten Unterbau, Rahmen, etc.: Kein spezieller Unterbau erforderlich

Kosten Instandhaltung: ATS 3.500,-/m² und 50 Jahre (ca. 2 mal die Errichtungskosten + Instandhaltung)

Abbildung 23: System E 1.2

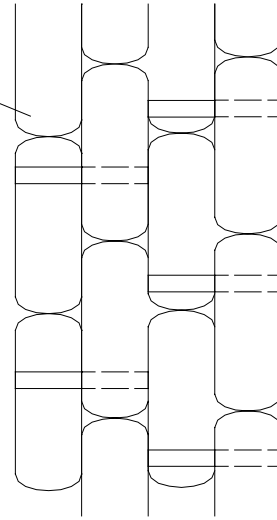
SYSTEM E 1.2
TANDEM - SANDSÄCKE
(FA. Böck -
BRD)

AUFRISS

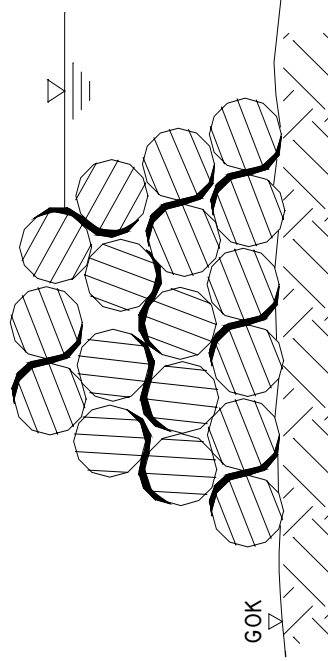


SANDSACK

GRUNDRISS



QUERSCHNITT



ZUSAMMENFASSUNG:

SYSTEMBESCHREIBUNG

System mit Kleinelementen

Lagerung extern, Bauteile/Baustoffe getrennt gelagert

Manipulation händisch

System für Höhen bis 3m geeignet

Viele Einzelteile, hoher Manipulationsaufwand (Dauer)

Materialien altern deutlich

Gegen Beschädigung empfindlich

Reparatur unter Einsatz möglich/beschränkt möglich

Zugänglichkeit, Wartung, Reparatur außerhalb Einsatz leicht

Einzelelement – Versagen bewirkt nur Teilausfall der Höhe nach

System dichtet nur unvollkommen ab

Die Dichtung ist Bestandteil der Mobilelemente

VERANKERUNG

Abstützung (Lastabtragung) lotrecht linienhaft

Kein spezieller Unterbau erforderlich

Verankerung für Abstützung in Bestand leicht integrierbar

OPTIK

Unterbaukonstruktion nicht/kaum sichtbar

Mobilelemente nicht vor Ort gelagert (nicht sichtbar)

E1.3 Containersysteme (Beispiel: HESCO-GROUP)

Die Container im vorgestellten Beispiel sind vier- oder sechseckige Behälter, die so steif sind, daß sie leer aufgestellt werden können, und die oben offen sind und von dort mit Sand oder Erdmaterial befüllt werden (Abbildung siehe nächste Seite).

Die Behälter bestehen aus Kunststoff-Geotextil mit einem vergüteten Metallgewebe aus geschweißtem Maschendraht. Sie können zusammengelegt transportiert werden und werden in unterschiedlichen Längen teils vorgefertigt, teils können sie zusammengehängt werden. Die Aufstellung ist so gedacht, daß eine Planie geschaffen wird, eventuell etwas vertieft, dann die Mobilelemente aufgestellt und verbunden werden und dann eine maschinelle Füllung mittels Bagger, Betonmischfahrzeugen odgl. erfolgt.

Die gesamte Konstruktion ist als Sandsackersatz gedacht und daher nur als Provisorium zu sehen. Die Dauerhaftigkeit ist größer als für Jute und ist vermutlich Gabionen nicht unähnlich, das heißt sie beträgt jedenfalls mehrere Jahre. Eine Wiederverwendbarkeit ist daher gegeben.

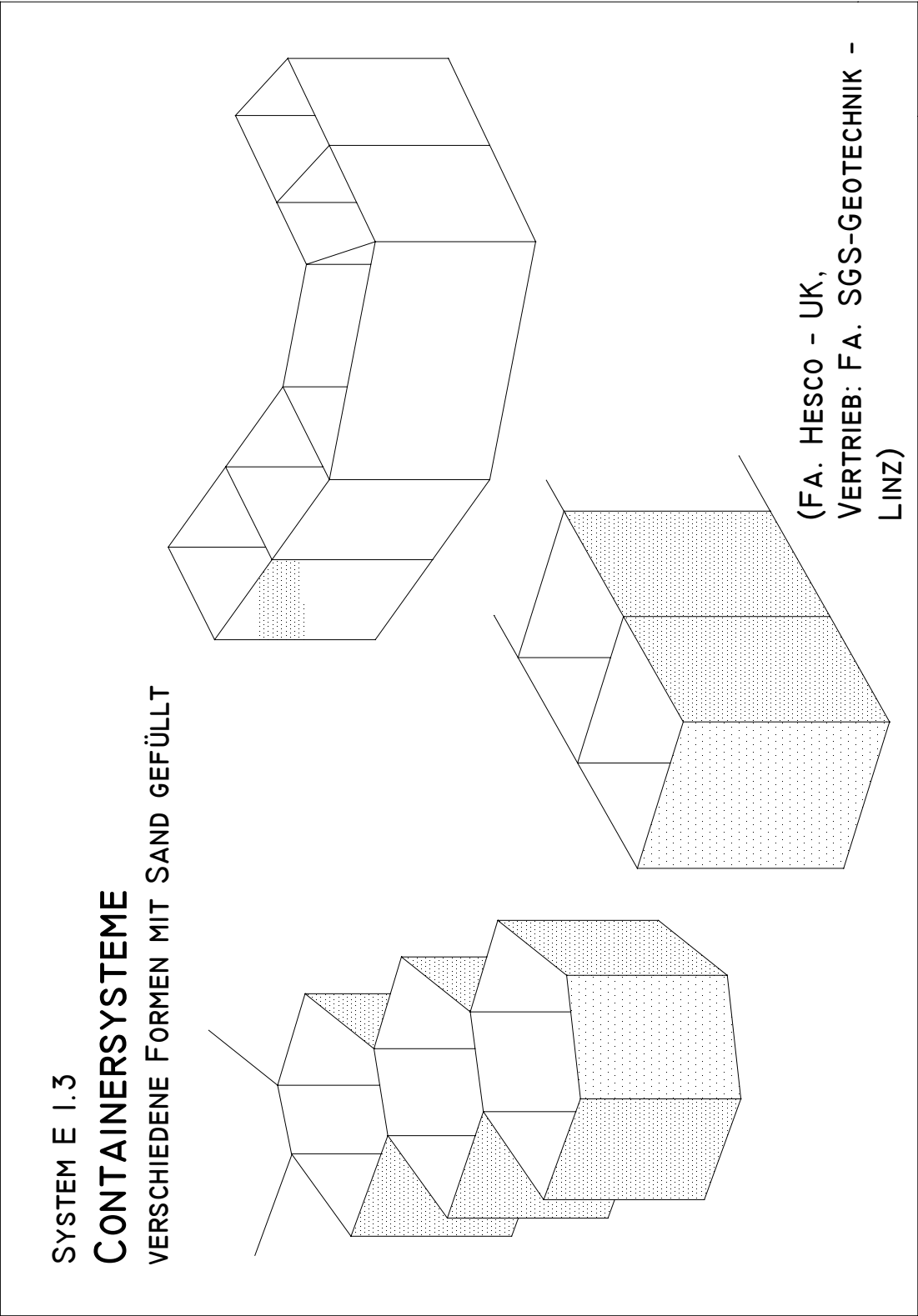
Theoretisch könnte das System auch gestapelt werden. Der Vorteil gegenüber Sandsäcken herkömmlicher Art liegt in der Möglichkeit der maschinellen Befüllung, wodurch ein ganz wesentlicher zeitlicher Gewinn erzielt werden kann.

Kosten Element laut Hersteller: Ca. ATS 1.300,-/m² (Korb mit Geotextil ausgekleidet und mit Sand befüllt; 1 m hoch und 1 m tief)

Kosten Unterbau, Rahmen, etc.: Kein spezieller Unterbau erforderlich

Kosten Instandhaltung: ATS 2.000,-/m² und 50 Jahre (1 mal die Errichtungskosten + Instandhaltung)

Abbildung 24: System E 1.3



ZUSAMMENFASSUNG:

SYSTEMBESCHREIBUNG

System mit Kleinelementen

 (Großelementen)

Lagerung extern, Bauteile/Baustoffe getrennt gelagert

Manipulation händisch

 (mit Kran extern (Autokran etc.))

System für Höhen bis 3m geeignet

Viele Einzelteile, hoher Manipulationsaufwand (Dauer)

Materialien altern deutlich

Gegen Beschädigung unempfindlich

Reparatur unter Einsatz möglich/beschränkt möglich

Zugänglichkeit, Wartung, Reparatur außerhalb Einsatz leicht

Einzelement – Versagen bewirkt Systemzusammenbruch

System dichtet nur unvollkommen ab

Die Dichtung ist Bestandteil der Mobilelemente

VERANKERUNG

Abstützung (Lastabtragung) lotrecht linienhaft

Kein spezieller Unterbau erforderlich

Verankerung für Abstützung in Bestand leicht integrierbar

OPTIK

Unterbaukonstruktion nicht/kaum sichtbar

Mobilelemente nicht vor Ort gelagert (nicht sichtbar)

E2 Erdwälle und dergleichen (ohne Beispiel)

In bestimmten Situationen, das heißt wenn entsprechendes Material vor Ort anzutreffen ist, und wenn entsprechende Baumaschinen bereits vor Ort befindlich sind oder sehr leicht und schnell herangeschafft werden können, ist die Errichtung eines Erdwalles oder eines Erddeiches als Sofortmaßnahme und Provisorium möglich. Hierbei wird vorhandenes Material entweder durch Schubraupen zusammen- und aufgeschoben, oder aber z.B. für das Schließen von Dammlücken durch LKW herbeigeschafft und abgekippt (Abbildung siehe nächste Seite). Auch andere Herstellungsweisen durch andere Baumaschinen sind denkbar.

Die solcher Art errichteten als Sofortmaßnahme und Provisorium gedachten Dämme, Deiche und Erdwälle sollen nur eine vorübergehende Dichtwirkung bei Hochwässern als Notlösung haben, wie dies z.B. bei Sandsäcken der Fall ist. Der Unterschied besteht darin, daß die Errichtung von Deichen mit Erdbaumaschinen erstens wesentlich schneller vor sich geht, da wesentlich größere Massen bewegt werden können, und daß auch bedeutend höhere Konstruktionen ausgeführt werden können als dies z.B. mit Sandsäcken, mit herangeschafften Schlauchkonstruktionen, Winkelstützmauern oder ähnlichen provisorischen Einrichtungen möglich wäre. Der Nachteil höherer Konstruktionen liegt lediglich in der Gefahr, daß sie nicht standhalten könnten, wobei im Unterschied zu Sandsackkonstruktion bei Überströmung eines Erdwalles oder auch bei einer Durchströmung mit Grundbruch ein Systemzusammenbruch gegeben ist, und der gesamte Erdwall durchbrochen wird.

Um Wellenschlag, den Anprall von Treibholz oder ähnliches in der Wirkung zu verringern, wird auf der wasserseitigen Flanke eines so hergestellten Deiches durch die Auflage von Geotextilien, Kunststoffmatten oder ähnlichem mitunter ein Schutz hergestellt. Allerdings ist es dafür notwendig, diese Geotextilien sehr rasch herbeizuschaffen.

Zusammenfassung:

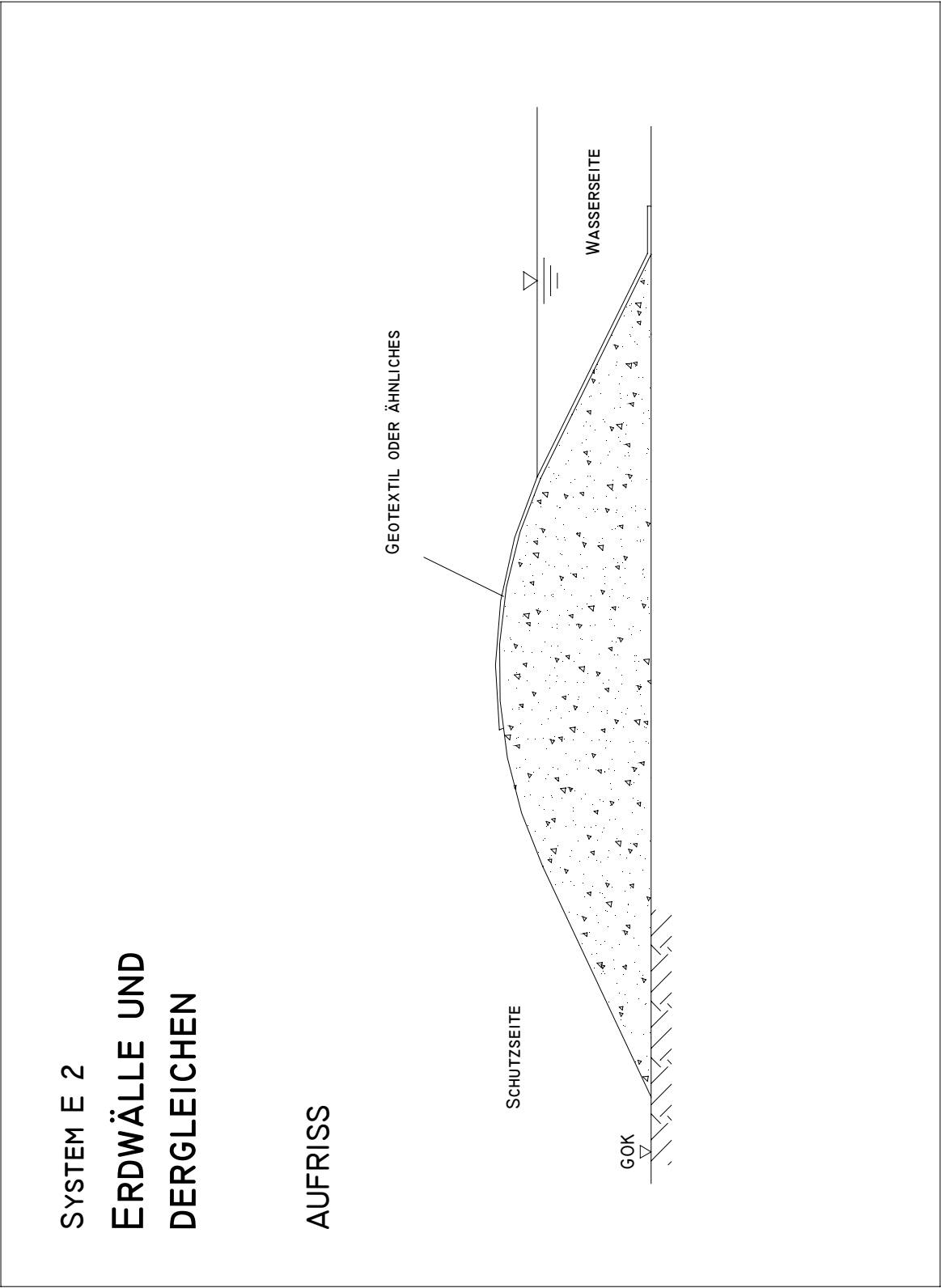
Erdwälle werden dort errichtet, wo ein Hochwasserschutz in sehr kurzer Zeit hergestellt werden muß, und wo Baumaschinen und Erdmaterial vor Ort bereits vorhanden sind bzw. die Maschinen innerhalb kürzester Zeit herangeschafft werden können, dies ist vor allem in baulich wenig intensiv genutzten Gebieten anzutreffen. Es handelt sich um eine provisorische Maßnahme, bei der sonst keinerlei Anforderungen an den Untergrund, und nur geringe Anforderungen an das Erdmaterial gestellt werden. Es ist die am schnellsten von allen Provisorien wirksamste, die auch die größten Stauhöhen erlaubt, allerdings birgt sie gewisse Risiken.

Kosten Element laut Hersteller: ATS 450,-/m² bei 1,5 m Stauhöhe – wenn das Material vor Ort vorhanden ist!

Kosten Unterbau, Rahmen, etc.: Kein spezieller Unterbau erforderlich

Kosten Instandhaltung: ATS 4.500,-/m² und 50 Jahre (9 mal Errichtungskosten für Auf- und Abbau bei 1,5 m Stauhöhe; für die erstmalige Errichtung des Systems)

Abbildung 25: System E 2



ZUSAMMENFASSUNG:

SYSTEMBESCHREIBUNG

System mit GroÙelementen

(Lagerung vor Ort)

Manipulation motorische Aufstellung möglich

System für Höhen über 3m geeignet

Wenig Einzelteile, geringer Manipulationsaufwand (Dauer)

Materialien altern deutlich

Gegen Beschädigung empfindlich

Reparatur unter Einsatz möglich/beschränkt möglich

Zugänglichkeit, Wartung, Reparatur außerhalb Einsatz leicht

Einzelelement – Versagen bewirkt Systemzusammenbruch

System dichtet nur unvollkommen ab

Die Dichtung ist Bestandteil der Mobilelemente

VERANKERUNG

Abstützung (Lastabtragung) lotrecht linienhaft

Kein spezieller Unterbau erforderlich

Verankerung für Abstützung in Bestand leicht integrierbar

OPTIK

Unterbaukonstruktion nicht vorhanden

Mobilelement vor Ort gelagert, doch nicht als solche erkennbar

6.3 *Tabellarische Systembeschreibung*

Siehe Anhang 1

7. Beurteilung der technischen Varianten

7.1 *Bewertungsmethoden und Beurteilung von Alternativen*

Das Grundprinzip der Bewertungsmethoden ist es, spezifische Planungsalternativen hinsichtlich einer Reihe von Kriterien (Zielen) unterschiedlicher Bedeutung so zu bewerten, daß ein Vergleich der Alternativen und damit eine optimale Auswahl möglich ist. Zwei große Gruppen von Verfahren sind zu unterscheiden:

- ♦ Beurteilung sämtlicher Auswirkungen innerhalb eines einheitlichen Mengengerüsts
- ♦ Beurteilung der Auswirkungen in unterschiedlichen Einheiten, also multikriterielle Verfahren.

Der Vorteil der ersten Gruppe besteht darin, daß sämtliche Wirkungen vergleichbar und damit auch leicht aggregierbar sind, während der Nachteil darin zu sehen ist, daß ein derartiger Rahmen nur schwierig definierbar ist. Umgekehrt liegen die Verhältnisse im zweiten Fall. Für jedes Kriterium kann leicht ein zuverlässiger Indikator mit entsprechenden Mengengerüst gefunden werden, aber der Vergleich der Teilergebnisse (oder der Teilnutzen) ist schwierig und die Aggregierbarkeit ist kompliziert.

Zu den häufig angewandten Verfahren der ersten Gruppe zählen die monetär orientierten Methoden, wie die Kosten-Nutzenanalyse (KNA) und alle verwandten Verfahren, sowie auch die nutzwert-orientierten Ansätze, bei denen das monetäre Wertegerüst durch eine neutrale Punkteskala ersetzt wird (DVWK, 1999; Blaas und Henseler, 1978).

Bei den multikriteriellen Verfahren (Bogardi und Nachtnebel, 1992; Nachtnebel, 1988) hängt die Eignung der diversen verfügbaren Methoden von der Art der Formulierung von Präferenzen, Werthaltungen und von der Art der Quantifizierung von Projektswirkungen ab.

Hier, in dieser Arbeit wird davon ausgegangen, daß Werthaltungen in Form von Gewichtungen bereits vorliegen und daß alle Projektswirkungen auf eine Punkteskala abgebildet werden. Es werden daher zwei Methoden zur Reihung der Alternativen verwendet, nämlich ein additiver linearer Nutzwertansatz und Compromise-Programming (Bogardi und Nachtnebel, 1992).

7.2 Grundprinzip der Nutzwertanalyse (NWA)

Angesichts der im Zusammenhang mit der Kritik der KNA geäußerten Anforderungen an problemadäquate Planungsmethoden kann die NWA als Entscheidungsverfahren bezeichnet werden, das Handlungsalternativen

- ♦ bezüglich mehrfacher Zielsetzung („mehrdimensionales Zielsystem“), ungeachtet einer monetären Quantifizierbarkeit der Zielkriterien, und
- ♦ entsprechend den Präferenzen von „Bewertern“ ordnet, wobei die Ordnung durch die Nutzwerte abgebildet wird

Die Formulierung der zur Auswahl stehenden Handlungsalternativen erfolgt wie bei der KNA exogen, bei der Auswahl selbst handelt es sich unter systematischer Berücksichtigung subjektiver Kriterien um die Suche nach der besten aus einer Reihe von vorgegebenen Alternativen. Damit liefert das Verfahren keine „optimale Lösung“, sondern eine Reihung. Die Vorauswahl der Alternativen kann aber mit dementsprechend geringerem Informationsaufwand nutzwertanalytisch vorgenommen werden.

7.2.1 Bestimmung des Zielsystems

Für die Entwicklung von Zielsystemen stehen zwei Möglichkeiten offen:

Ausgehend von einem oder mehreren allgemein akzeptierten globalen Oberzielen wird auf *deduktivem* Weg eine Reihe von Unterzielen (operationale Ziele) abgeleitet, und schließlich werden in einer weiteren Runde konkrete Zielsetzungen entwickelt. Ergebnis soll eine geschlossene und widerspruchsfreie Zielhierarchie sein, die alle Wirkungsbereiche umfaßt.

Die zweite Möglichkeit besteht darin, aus projektsbezogenen Zielsetzungen ein geordnetes Zielsystem induktiv abzuleiten.

Der NWA liegt im Gegensatz zur KNA ein „mehrdimensionales“ Zielsystem zugrunde. Sie wird deshalb auch als mehrdimensionales Entscheidungsverfahren bezeichnet. Streng genommen ist das Zielsystem und entsprechend der Logik der Ziel-Mittel-Rationalität auch die Menge der Handlungsalternativen, was Vorgaben hinsichtlich ihrer physischen Ausprägung anlangt, von den Bewertern zu definieren.

Bei der analytischen Aufbereitung des Zielsystems sind folgende Probleme zu beachten:

- (1) Quantifizierbarkeit der Zielkriterien;
- (2) Zielbeziehungen
- (3) Unterscheidung von Zielen und Alternativen.

Zu (1): Die Auffächerung des (deduktiv oder induktiv) entfalteten Zielsystems kann abgebrochen werden, sobald quantifizierbare (d.h. erfaßbare, in physikalischen Einheiten meßbare und daher auf Kardinalskalen abbildbare) Zielkriterien vorliegen. Diese stellen die Endprodukte einer für die Zwecke der NWA aufbereiteten Zielhierarchie dar. Können (analog zu den intangiblen Komponenten der KNA, physisch gut meßbare Indikatoren nicht abgeleitet und auch nicht im Wege von Hilfskonstruktion gebildet werden, müssen Punkt- oder Nominalskalen herangezogen werden.

Zu (2): Es stellt sich die Frage der Zielbeziehungen, d.h., ob und inwieweit verschiedene Ziele gleichzeitig erreicht werden können oder sich gegenseitig ausschließen oder behindern. Zielbeziehungen können gesehen werden

- ♦ als technologische Beziehungen oder
- ♦ als definitorische Beziehungen.

Technologische Beziehungen basieren auf der Betrachtungsweise der Ziel-Mittel-Beziehung, der Standpunkt des Möglichkeitsbereiches, der durch eine Produktionsfunktion (Output als Funktion des Input) und graphisch durch Transformationskurven (Ort aller Outputkombinationen – Produktionsmöglichkeiten, die mit einem bestimmten Inputeinsatz erzeugt werden können, abgebildet werden kann.

Definitorische Beziehungen bedeuten, daß ein Oberziel durch Unter-(Teil-)ziele beschrieben wird. D.h. der Inhalt eines Oberziels wird spezifiziert, indem Unterziele angegeben werden, die zur Verbesserung des Oberziels beitragen. Dies ist der Standpunkt des Nutzenbereichs; die definitorischen Beziehungen sind Präferenzordnungen, die graphisch durch Indifferenzkurven, wie z.B. Ort aller Güterkombinationen gleichen Nutzens, abgebildet werden. Der Standpunkt des Möglichkeitsbereiches richtet sich auf die Frage, ob verschiedene Ziele gleichzeitig erreicht werden können oder sich gegenseitig ausschließen oder behindern. Jener des Nutzenbereiches bezieht sich auf das Ausmaß, inwieweit dies im positiven Sinne möglich ist, d.h. es geht um die Feststellung des Ausmaßes, mit dem ein Unterziel jeweils im Vergleich zu anderen Unterzielen zum Oberziel beiträgt, also um die relative Bedeutung der einzelnen Unterziele im Zielsystem. Diese wird durch die Gewichtung festgestellt.

Rechnerisch wird die Gewichtung so durchgeführt, daß die zu einem Oberziel gehörenden Unterziele sukzessive gewichtet werden, bis man schließlich bei Endpunkten (Zielkriterien) angelangt ist. Die Gewichte werden normiert, d.h. die Summe der Gewichte auf jeder Ebene ist 1 oder 100%.

Zu (3): Es ist Sorge zu tragen, daß bei der Ableitung von Zielsystemen nicht Alternativen in die Zielhierarchie integriert werden. Die ist zumindest teilweise dadurch überprüfbar, daß festgestellt wird, inwieweit ein Beitrag zu einem Oberziel überhaupt geleistet werden kann.

7.2.2 Ermittlung der zielrelevanten Wirkungen der Handlungsalternativen (Wirkungsanalyse)

Ist das Zielsystem derart konkretisiert, daß seine Endpunkte, die Zielkriterien, quantifizierbare Größen sind, können die Wirkungen (Wirksamkeiten w) jeder Handlungsalternative (A_j) in Bezug auf jedes Zielkriterium (i) ermittelt werden. Die Ergebnisse der Wirkungsanalyse können in Matrixform dargestellt werden. Werden die Zielkriterien in den $i=1, 2, \dots, m$ Zeilen, die Alternativen in den $j=1, 2, \dots, n$ Spalten angeschrieben, bilden die w_{ij} die Matrixelemente, die vorerst durchaus in unterschiedlichen Maßeinheiten formuliert sein können.

Ein derartiges Zieltabelleau, das die von den einzelnen Handlungsalternativen auf den jeweils zugrunde gelegten Meßskalen erreichbaren Positionen angibt, wird als Wirkungsmatrix bezeichnet. Die Zielerreichungsmatrix ist identisch mit der Matrix der physischen Wirksamkeiten, wenn die Zielerreichung hinsichtlich aller Ziele an Hand physischer Wirkungen meßbar ist. Diese Größen können in Zielerreichungsgrade umgerechnet werden, wobei damit angegeben wird, welcher Prozentsatz im Hinblick auf die einzelnen Ziele erreicht wurde. Letztlich bedeutet das eine Normierung aller Einheiten auf den Wertebereich 0,1. Somit stellt diese Prozedur eine lineare Abbildung dar, bei der jeder Wert w_{ij} auf den skalierten Wert $d_{i,j}$ transformiert wird.

$$d_{i,j} = (w_{ij} - w_{i,\min}) / (w_{i,\max} - w_{i,\min})$$

Entsprechend ist der Nichterfüllungsgrad durch $1-d_{i,j}$ definiert. Üblicherweise wird bei der Nutzwertanalyse eine direkte Abbildung von der Mengensphäre auf die Wertesphäre, festgelegt durch eine Punkteskala, durchgeführt.

7.2.3 Theoretische Interpretation und praktische Anwendung von Skalierungen

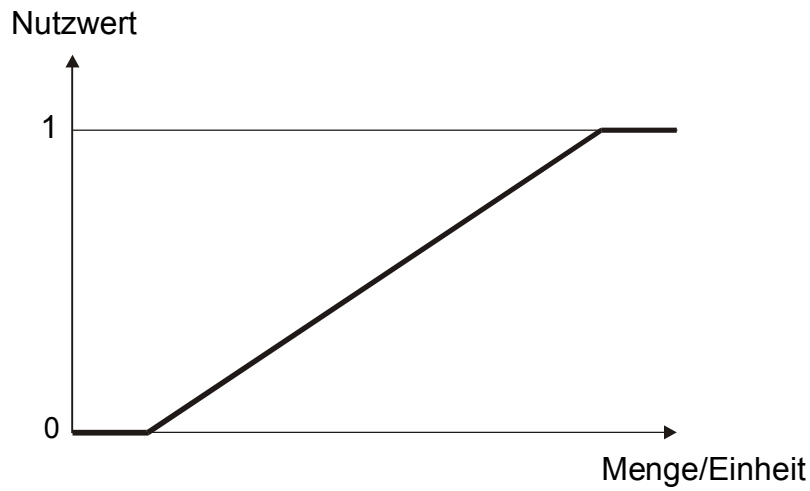
Die Praxis verwendet am häufigsten Punktskalen und normativ vorgegebene Wertungsfunktionen. Dabei ist aber jeweils zu beachten, daß im Hinblick auf die Verhältnisskalierung durch Verhältnisschätzung die Annahme des festgelegten Nullpunktes stillschweigend zugrunde zulegen ist. Tatsächlich setzt sich die Praxis aber über diese Annahme hinweg, indem sie Punktskalen zwischen den technischen Minimum- und Maximumgrößen der physischen Ausprägungen definiert und der günstigsten Ausprägung die höchste Punktezahl (im allgemeinen 1, 10 oder 100 Punkte), der ungünstigsten Ausprägung 0 Punkte zuordnet.

Teilbewertung bedeutet schließlich, daß jede zielrelevante Wirkung für sich allein und nicht erst in Verbindung mit anderen ihren Beitrag in Form des Zielerfüllungsgrades zum Nutzwert der Alternative liefert und dieser Betrag isoliert bewertbar ist. Damit ist das Prinzip der Nutzenunabhängigkeit erfüllt.

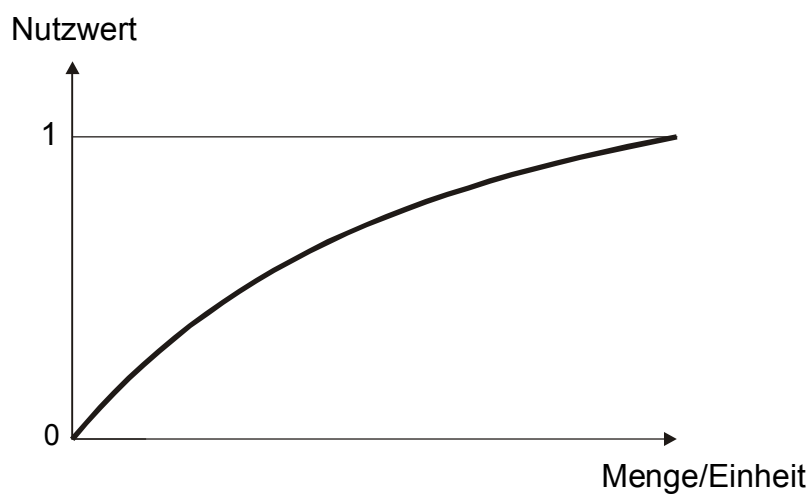
Meist wird eine Skalierung derart gewählt, daß alle Kriterien auf einer einheitlichen Punkteskala abgebildet werden, ähnlich den Zielerreichungsgraden d_{ij} . Die Skalen dienen zur Unterscheidung von Zielbeiträgen, während die Gewichte die Bedeutung eines Teilzieles ausdrücken. Die Skalen sind nicht notwendigerweise linear, wie Abb. 1 zeigt. So kann es relativ unbedeutend sein, ob eine Alternative zu 90 oder 95 % zu einem Teilziel einen Beitrag liefert, es kann aber wichtig sein, daß es jedenfalls mehr als 50 % sind. Daraus resultiert dann eine nichtlineare Wertefunktion. Mangels detaillierter Kenntnisse über die von der Wertefunktion findet man häufig lineare Funktion.

Abbildung 26: Verschiedene Skalen für die Beurteilung der Projektalternativen

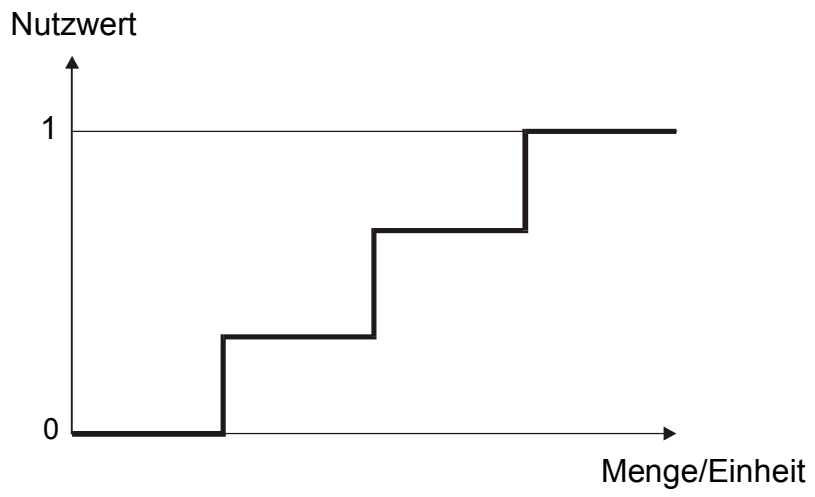
LINEARE SKALIERUNG



NICHTLINEARE SKALIERUNG



ORDINALE SKALIERUNG (BEREICHE: GUT-MITTEL-SCHLECHT)



7.2.4 Aggregation der Teilbewertung: Ermittlung der Gesamtnutzwerte

Aggregationsprobleme in der NWA

Im letzten Teilschritt sind die m eindimensionalen Teilbewertungen (Teilnutzwerte) zu einer Gesamtaussage über die Auswahl stehenden Alternativen zusammenzufassen um den Gesamtnutzwert zu erhalten. Diese Aggregation wird auch als Wertsynthese bezeichnet. Aufgrund der Nutzwerte können die einzelnen Handlungsalternativen gereiht werden, d.h. es läßt sich eine Ordnung der n Alternativen hinsichtlich aller m Zielkriterien definieren. Eine vergleichbare Aggregation gab es auch bei der KNA, nämlich die Zusammenfassung der einzelnen mit Preisen bewerteten Nutzenkomponenten und Kostenkomponenten über den Planungshorizont, nachdem sie durch Diskontierung auf einen gemeinsamen Zeitpunkt bezogen worden sind.

Anstatt von den Vorzugshäufigkeiten einer Alternative auszugehen, ist es naheliegend, direkt die in den einzelnen m Wertdimensionen zugeordneten Rangplätze zu summieren (Rangordnungssummenregel). Dieses operationale Verfahren wird in der Praxis häufig angewandt, wobei über die Produkte von Rangplätzen und Zielgewichten (Teilnutzwerte) summiert wird. Dabei wird allerdings unterstellt, daß die Nutzendistanzen zwischen benachbarten Rängen in allen m Wertdimensionen gleich groß sind, denn nur dann können Rangplätze, gleichgültig ob gewichtet oder nicht, gegenseitig verrechnet werden. Das bedeutet aber, daß die Intervalle fixiert sind (konstante Bewertungseinheit) und demnach kardinale Meßbarkeit impliziert ist. Diese strenge Annahme trifft in der Realität kaum zu, insbesondere nicht in allen m Wertdimensionen zugleich. Auch die in der Praxis verwendeten Punktskalen erfüllen diese Annahme häufig nicht: Wenn für den Fall, daß das Zielsystem nicht derart konkretisiert werden kann, daß quantifizierbare Zielkriterien vorliegen, und deshalb auf subjektive Urteile aufgrund von Punktskalen ausgewichen werden muß, so sind die zwischen den einzelnen Punkten liegenden Intervalle kaum so genau fixierbar, daß man gleich große Nutzendistanzen zwischen benachbarten Skalenwerten erhält.

Der Nutzwert ist eine nach der relativen Bedeutung der entscheidungsrelevanten Ziele gewichtete zusammenfassende Aussage über die Zielerfüllungsgrade der zur Auswahl stehenden Handlungsalternativen. Von der Logik der Konzeption her ist der Nutzwert ein dimensionsloser Ordnungsindex; Nutzwertdifferenzen sind in diesem Fall empirisch bedeutungslos. Darüber hinausgehende Eigenschaften des Nutzwertes – Dimensionierungen mit empirischen Größen (auch Geldgrößen) – sind definierbar, jedoch nicht notwendigerweise das Ergebnis jeder NWA. Ein solches Ergebnis liegt bei der KNA vor, wenn alle Komponenten in Geldeinheiten ausdrückbar sind

7.2.5 Allgemeines Schema von Bewertungsmatrizen

Das allgemeine Schema einer Bewertungsmatrix ist an Hand des Beispiels in Tabelle 2 leicht zu erkennen, Für den Fall von m verschiedenen Zielen Z_1, \dots, Z_m und n Alternativen A_1, \dots, A_n hat die Bewertungsmatrix die in Tabelle 2 angegebene Form.

Tabelle 2: Schema einer Bewertungsmatrix.

Ziele oder Kriterien	Gewichte	Alternativen (Maßnahmen)		
		A_1	$A_2 \dots \dots \dots A_n$	
Z_1	g_1	d_{11}	$d_{12} \dots \dots \dots d_{1n}$	
.
.
.
.
Z_m	g_m	d_{m^2}	d_{m^2}	d_{mn}
	m	m	m	m
	$\sum_{i=1} g_i = 1$	$\sum_{i=1} g_i d_{i1}$	$\sum_{i=1} g_i d_{i2}$	$\sum_{i=1} g_i d_{in}$
	$i=1$	$i=1$	$i=1$	$i=1$

Die Verwendung dieser Methode ist mit folgenden Problemen verbunden: Zunächst stellt sich die Frage, wie die Quantifizierung der Gewichtungen vorgenommen wird. Wer setzt die Gewichte, welche Planungsstellen, Behörden oder Entscheidungseinheiten haben dabei mitgewirkt und auf welche Art und Weise werden die Einzelinteressen zusammengeführt? Die zweite Frage betrifft die Quantifizierung der Beiträge der Maßnahmen. Wie kann es überhaupt gelingen, die verschiedenen Maßnahmen nur einigermaßen einheitlich zu bewerten? Welche Maßstäbe werden zur tatsächlichen Festlegung der numerischen Werte herangezogen?

Wenn man weiters qualitative Probleme analysiert, so ist ganz generell die Maßnahmen und die Zielmenge zu überprüfen. Warum wurden genau die in der Matrix angeführten Maßnahmen untersucht, warum wurden gerade diese Kriterien verwendet?

Schon die Aufzählung dieser wenigen Fragen erhellt einigermaßen die Problematik der Methode der Bewertungsmatrizen und läßt für die Verwendung dieser Bewertungsmethode die Forderung schlüssig erscheinen, daß zugleich mit der Bewertung auch die quantitativen und qualitativen Aspekte klar dargelegt werden, da sonst der eigentliche Bewertungsprozeß ein hohes manipulatives Element beinhaltet.

Die hier dargestellte additive Nutzwertanalyse stellt letztlich eine Art Mitteilung der Wirkungen bzw. der Zielerreichungsgrade dar. Das impliziert, daß das Versagen einer Alternative im Hinblick auf ein Kriterium durch einen Zielbeitrag im Hinblick auf ein anderes Kriterium ausgeglichen werden kann. Diese Form der Aggregation kann zu Fehlurteilen führen.

7.3 Multikriterielle Verfahren (Kompromiß-Lösungen)

Multikriterielle Verfahren wurden in den 70-iger und 80-iger Jahren entwickelt. Mit den „Principles and Standards for Water & Related Land Resources Projects“ (1980) wurden derartige Bewertungs- und Entscheidungsverfahren in den USA in Bundesgesetzen vorgeschrieben. Es existiert eine umfangreiche Anzahl von Methoden, die bei Fandel (1972), Overland (1982), Nachtnebel (1988) überblicksmäßig dargestellt sind.

Der Vorteil der Verfahren besteht darin, daß die Entscheidungsprozesse transparenter ablaufen, und die Wirkungen in entsprechenden „meßbaren“ Einheiten erfaßt werden können.

Ohne näher auf die Verfahren einzugehen, sei hier wieder von den Wirkungen von Projektalternativen (Tabelle 2) ausgegangen. Unter der Voraussetzung, daß die Zielerreichungsgrade d_{ij} bereits vorliegen und ebenso die Gewichte w_i bekannt sind, wird bei der „Kompromißsuche“ folgende Überlegung für die Reihung der Alternativen angestellt. Es wird ein verallgemeinertes Distanzmaß L_p formuliert, das die Distanz einer Alternative A_j zur Ideallösung (vollständige Erfüllung aller Zielsetzungen) definiert.

$$L_{p,j} = \left\{ \sum w_i (1 - d_{ij})^p \right\}^{1/p}$$

Je kleiner $L_{p,j}$, um so besser ist die Variante A_j zu beurteilen. Für $p = 1$ erhält man den komplementären Wert zum Nutzwert und beide Verfahren liefern die gleiche Reihung. Bei Wahl von $p = 2$ gibt $L_{p,j}$ die euklidische Distanz an, was schlicht bedeutet, daß größere „Nichterfüllung“, was einem gewissen Versagen im Hinblick auf ein Kriterium gleichkommt, stärker berücksichtigt wird.

Für einen noch größeren Wert für p heißt das schließlich, daß die Varianten eher nach ihrem Versagen beurteilt werden. Es wird also eine risiko-ablehnende Haltung eingenommen und jene Variante gesucht, deren schlechteste Eigenschaft (Teilzielerfüllung) möglichst gut ist. Diese Vorgangsweise impliziert auch, daß nur mehr ein begrenzter Ausgleich zwischen guten und schlechten Teilergebnissen möglich ist.

8 Bewertung der Mobilelementtypen

Die folgende Bewertungsmatrix bringt eine Bewertung jedes Typs von Mobilelementen entsprechend der systematischen Übersicht des Kapitel 6. "Charakterisierung der Mobilelementtypen mit Beispielen" innerhalb eines einheitlichen Mengengerüsts.

Ausgehend von der Teilzielen:

- ♦ Möglichst wirtschaftliches System (Gewicht: 100 Punkte)
- ♦ Möglichst zuverlässiger Einsatz (Gewicht: 100 Punkte)
- ♦ Hohe Flexibilität in der Anwendung (Gewicht: 70 Punkte)
- ♦ Möglichst geringe ästhetische Beeinträchtigung (Gewicht: 70 Punkte).

wurden Unterziele und schließlich Bewertungskriterien formuliert. Die beiden ersten Ziele werden als wichtiger, ausgedrückt durch die Summe der Gewichte (Punkte), angesehen.

Die oben angeführten einzelnen Teilziele wurden in mehrere, verschieden gewichtete Unterziele unterteilt. Innerhalb der einzelnen Bewertungskriterien wurde je nach Erfüllung des Unterzieles eine Skalierung, in Form von Prozenten der Gewichtung - der Punkte - vorgenommen (siehe Seite 122, Bewertungsmatrix (Erläuterung der Punktevergabe)).

Tabelle 3: Bewertungsmatrix (Erläuterung der Punktevergabe)

Möglichst wirtschaftliches System (Teilziel A)

Herstellungskosten

ungefähre Kosten laut Hersteller für die Mobilelemente pro m2 HW-Schutz	<i>max. Punkteanzahl für dieses Kriterium</i>	25
ATS über 30.000,-/m2 Hochwasserschutz.....	15% - 0% d.h. 3,75 - 0 Pkte.	
ATS 15.000 - 30.000,-/m2 Hochwasserschutz.....	58% - 15% d.h. 14,5 - 3,75 Pkte.	
ATS 5.000 - 15.000,-/m2 Hochwasserschutz.....	86% - 58% d.h. 21,5 - 14,5 Pkte.	
ATS 0 - 5.000,-/m2 Hochwasserschutz.....	100% - 86% d.h. 25 - 21,5 Pkte.	

ungefähre Kosten für den Unterbau pro m2 HW-Schutz	<i>max. Punkteanzahl für dieses Kriterium</i>	25
ATS über 30.000,-/m2 Hochwasserschutz.....	15% - 0% d.h. 3,75 - 0 Pkte.	
ATS 15.000 - 30.000,-/m2 Hochwasserschutz.....	58% - 15% d.h. 14,5 - 3,75 Pkte.	
ATS 5.000 - 15.000,-/m2 Hochwasserschutz.....	86% - 58% d.h. 21,5 - 14,5 Pkte.	
ATS 0 - 5.000,-/m2 Hochwasserschutz.....	100% - 86% d.h. 25 - 21,5 Pkte.	

Instandhaltungskosten

Kosten für Instandhaltung u. Wiederverwendung (Kosten innerhalb von 50 Jahren. Anhand der Annahme, daß das HQ10 5 mal eintritt.)	<i>max. Punkteanzahl für dieses Kriterium</i>	30
ATS über 30.000,-/(m2 HW-Schutz u. 50 Jahren).....	15% - 0% d.h. 4,5 - 0 Pkte.	
ATS 15.000 - 30.000,-/(m2 HW-Schutz u. 50 J.).....	58% - 15% d.h. 17,4 - 4,5 Pkte.	
ATS 5.000 - 15.000,-/(m2 HW-Schutz u. 50 J.).....	86% - 58% d.h. 25,8 - 17,4 Pkte.	
ATS 0 - 5.000,-/(m2 HW-Schutz u. 50 J.).....	100% - 86% d.h. 30 - 25,8 Pkte.	

Alterungsbeständigkeit	<i>max. Punkteanzahl für dieses Kriterium</i>	5
altert deutlich.....	0%	d.h. 0,0 Punkte
alterungsbeständig	100%	d.h. 5,0 Punkte

Zugänglichkeit, Wartung Reparatur außerhalb d. Einsatz	<i>max. Punkteanzahl für dieses Kriterium</i>	10
kompliziert	0%	d.h. 0,0 Punkte
leicht	100%	d.h. 10,0 Punkte

Ersetzbarkeit der Dichtung	<i>max. Punkteanzahl für dieses Kriterium</i>	5
Bestandteil der Mobilelemente	0%	d.h. 0,0 Punkte
von den Mobilelementen trennbar/austauschbar	100%	d.h. 5,0 Punkte

Summe Teilziel A (Möglichst wirtschaftliches System):	<i>max. Punkteanzahl</i>	100
--	--------------------------------	------------

Möglichst zuverlässiger Einsatz (Teilziel B)

Leichte Aufstellung der Schutzeinrichtung

nahe Lagerungsort	<i>max. Punkteanzahl für dieses Kriterium</i>	15
extern: Bauteile/Baustoffe getrennt gelagert	60%	d.h. 9,0 Punkte
extern: Bauteile/Baustoffe gemeinsam gelagert	80%	d.h. 12,0 Punkte
vor Ort	100%	d.h. 15,0 Punkte

geringer technischer Manipulationsaufwand	<i>max. Punkteanzahl für dieses Kriterium</i>	5
mit Kran vor Ort	20%	d.h. 1,0 Punkte
mit Kran extern (Autokran etc.)	30%	d.h. 1,5 Punkte
händisch	50%	d.h. 2,5 Punkte
motorische Aufstellung möglich	80%	d.h. 4,0 Punkte
keine Manipulation (Automatik)	100%	d.h. 5,0 Punkte

Manipulationsdauer (Dauer für 50lfm und 6 Personen)	<i>max. Punkteanzahl für dieses Kriterium</i>	20
	8-12h (viele Einzelteile, hoher Manipulationsaufwand)	33% - 0% d.h. 6,6 - 0 Pkte.
	4,0 - 8,0 h	67% - 33% d.h. 13,4 - 6,6 Pkte.
	1,0 - 4,0 h	92% - 67% d.h. 18,4 - 13,4 Pkte.
	1 h bis 20min	97% - 92% d.h. 19,4 - 18,4 Pkte.
	10min bis 12min (wenige Einzelt., geringer Manipulationsaufw.)	99% - 97% d.h. 19,8 - 19,4 Pkte.
	automatisches Aufrichten (kein Manipulationsaufw.)	100% d.h. 20,0 Punkte

Zuverlässige Schutzfunktion

Robustheit gegen Beschädigung	<i>max. Punkteanzahl für diese Kriterium</i>	10
	empfindlich.....	0% d.h. 0,0 Punkte
	empfindlich aber zusätzl. Schutzvorkehrungen	70% d.h. 7,0 Punkte
	unempfindlich	100% d.h. 10,0 Punkte

Reparatur unter Einsatz möglich	<i>max. Punkteanzahl für diese Kriterium</i>	5
	nicht möglich.....	0% d.h. 0,0 Punkte
	möglich/beschränkt möglich	100% d.h. 5,0 Punkte

Geringe Folgewirkung bei Versagen eines Einzelelementes	<i>max. Punkteanzahl für diese Kriterium</i>	30
	Systemzusammenbruch	0% d.h. 0,0 Punkte
	nur Teilausfall der Länge nach	70% d.h. 21,0 Punkte
	nur Teilausfall der Höhe nach	100% d.h. 30,0 Punkte

Gute Dichtung des Systems	<i>max. Punkteanzahl für diese Kriterium</i>	10
	nur unvollkommen ab	0% d.h. 0,0 Punkte
	praktisch völlig ab	100% d.h. 10,0 Punkte

Gute Lastabtragung (Abstützung punktuell, linienhaft, ...)	<i>max. Punkteanzahl für diese Kriterium</i>	5
	rundumlaufend	10% d.h. 0,5 Punkte
	seitlich	20% d.h. 1,0 Punkte
	lotrecht und schräg: punktuell	35% d.h. 1,8 Punkte
	lotrecht und schräg: punktuell und linienhaft	45% d.h. 2,3 Punkte
	lotrecht und schräg: linienhaft	55% d.h. 2,8 Punkte
	lotrecht: punktuell	60% d.h. 3,0 Punkte
	lotrecht: punktuell und linienhaft	75% d.h. 3,8 Punkte
	lotrecht: linienhaft.....	90% d.h. 4,5 Punkte

Summe Teilziel B (Möglichst zuverlässiger Einsatz):	<i>max. Punkteanzahl</i>	100
--	--------------------------------	------------

Hohe Flexibilität in der Anwendung (Teilziel C)

leichte technische Anpassbarkeit

Kleine Elementgröße	<i>max. Punkteanzahl für diese Kriterium</i>	5
	mit Großelementen	80% d.h. 4,0 Punkte
	mit Kleinerelementen	100% d.h. 5,0 Punkte

Größe Schutzhöhe	<i>max. Punkteanzahl für diese Kriterium</i>	10
	bis 3m geeignet	50% d.h. 5,0 Punkte
	über 3m geeignet	100% d.h. 10,0 Punkte

Gute Höhenanpassung	<i>max. Punkteanzahl für diese Kriterium</i>	10
	nicht möglich	0% d.h. 0,0 Punkte
	möglich	100% d.h. 10,0 Punkte

Geringe Anforderungen an Unterbau

Unterbau (ohne Verankerung, Dichtung und Schrägabstützung)	<i>max. Punkteanzahl für dieses Kriterium</i>	15
	nur für Verankerung und Dichtung - lotrecht , inkl. Schrägabstützung und Schlütze und seitliche Ablage	10% d.h. 1,5 Punkte
	nur für Verankerung und Dichtung - lotrecht, inkl. Schrägabstützung und Schlütze	25% d.h. 3,8 Punkte
	nur für Verankerung und Dichtung - lotrecht, inkl. Schrägabstützung	40% d.h. 6,0 Punkte
	nur für Verankerung und Dichtung - lotrecht	50% d.h. 7,5 Punkte
	Kein spezieller Unterbau erforderlich	100% d.h. 15,0 Punkte
Unterbau als Mauer (Mauerhöhe)	<i>max. Punkteanzahl für dieses Kriterium</i>	10
	über Niveau, in Höhe der Mobilelemente	40% d.h. 4,0 Punkte
	über oder unter Niveau höher als Mobilelemente	60% d.h. 6,0 Punkte
	über oder unter Niveau in der Höhe der Mobilelemente	70% d.h. 7,0 Punkte
	über oder unter Niveau niedriger als Mobilelemente	80% d.h. 8,0 Punkte
	keine Mauer erforderlich	100% d.h. 10,0 Punkte
Seitliche Mauer erforderlich	<i>max. Punkteanzahl für dieses Kriterium</i>	5
	ja	0% d.h. 0,0 Punkte
	nein	100% d.h. 5,0 Punkte
Mauer mit Öffnung erforderlich	<i>max. Punkteanzahl für dieses Kriterium</i>	5
	ja	0% d.h. 0,0 Punkte
	nein	100% d.h. 5,0 Punkte
Verankerung für Abstützung in Bestand leicht integrierbar	<i>max. Punkteanzahl für dieses Kriterium</i>	10
	schwer integrierbar	0% d.h. 0,0 Punkte
	leicht integrierbar	70% d.h. 7,0 Punkte
Summe Teilziel C (Hohe Flexibilität in der Anwendung):	<i>max. Punkteanzahl</i>	70

Möglichst geringe ästhetische Beeinträchtigung (Teilziel D)

Unterbaukonstruktion (nicht oder kaum sichtbar)	<i>max. Punkteanzahl für dieses Kriterium</i>	10
	auftragend, allseitig sichtbar	0% d.h. 0,0 Punkte
	sichtbar	20% d.h. 2,0 Punkte
	linear im Grundriß sichtbar	90% d.h. 9,0 Punkte
	nicht/kaum sichtbar	100% d.h. 10,0 Punkte
Mauerhöhe	<i>max. Punkteanzahl für dieses Kriterium</i>	25
	gleich hoch wie oder höher als die Mobilelemente	30% d.h. 7,5 Punkte
	gleiche Höhe wie Mobilelemente	50% d.h. 12,5 Punkte
	niedriger als Mobilelemente/fakultativ	70% d.h. 17,5 Punkte
	keine Mauer vorhanden	100% d.h. 25,0 Punkte
Mauerkronenbreite	<i>max. Punkteanzahl für dieses Kriterium</i>	15
	massiv	30% d.h. 4,5 Punkte
	schmal	80% d.h. 12,0 Punkte
	keine Mauer vorhanden	100% d.h. 15,0 Punkte
Sichtbarkeit von vor Ort gelagerten Teilen	<i>max. Punkteanzahl für dieses Kriterium</i>	20
	allseitig sichtbar	20% d.h. 4,0 Punkte
	wasserseitig sichtbar	50% d.h. 10,0 Punkte
	nur im Grundriß sichtbar (Abdeckung)	80% d.h. 16,0 Punkte
	Mobilelemente vor Ort gelagert, aber nicht als solche erkennbar	95% d.h. 19,0 Punkte
	Mobilelemente nicht vor Ort gelagert (nicht sichtbar)	100% d.h. 20,0 Punkte
Summe Teilziel D (Möglichst geringe ästhetische Beeinträchtigung):	<i>max. Punkteanzahl</i>	70

Das im Teilziel A (Möglichst wirtschaftliches System) angeführten Bewertungskriterium „Kosten für die Instandhaltung und Wiederverwendung“ gibt die innerhalb von 50 Jahren anfallenden Kosten an, wenn ein 10-jährliches Hochwasser 5 mal auftritt. In diesem Kriterium sind die Bewertungskriterien „Zugänglichkeit, Wartung, Reparatur außerhalb des Einsatzes“, „Alterungsbeständigkeit“ und „Ersetzbarkeit der Dichtung“ nicht oder nur indirekt berücksichtigt. Daher wurden diese 3 weiteren Kriterien zusätzlich angeführt und dienen einer detaillierteren Aufschlüsselung des Instandhaltungsaufwandes.

Sind bei Mobilelement-Typen ebene Flächen verlangt, wie zum Beispiel bei den Winkelwänden und bei den Dreieckswänden, müssten eigentlich die Straßenerrichtungskosten miteingerechnet werden. In vielen Fällen, speziell in intensiv verbauten Gebieten, sind aber ebene Flächen wie Straßen, Parkplätze und dergleichen gegeben. So werden im Zuge der Bauland-Erschließungen bzw. für die Naherholung zum Beispiel Radwege errichtet und können ohne oder nur mit geringem Mehraufwand als Standflächen verschiedener mobilen Hochwasserschutzelemente verwendet werden. Aus diesem Grund wurden die Straßenerrichtungskosten im Teilziel „Möglichst wirtschaftliches System“, Bewertungskriterium „Kosten für den Unterbau“ nicht berücksichtigt.

Wie in der Gesamtübersicht der Bewertungsmatrix zu erkennen ist, wurden die verschiedenen Bewertungskriterien gewichtet und die einzelnen Systeme bewertet. Die Gesamtübersicht der Bewertungsmatrix (Gesamttabelle) ist aufgrund ihrer Größe im Anhang 2, Seite 136 angeführt. Eine Zusammenfassung nach den oben erwähnten 4 Teilzielen der Bewertungsmatrix von Seite 136, ist unten auf Seite 126 in Tabelle 4 zu finden.

Tabelle 4: Bewertungsmatrix - Zusammenfassung

Teilziele		Möglichst wirtschaftliches System	Möglichst zuverlässiger Einsatz	Hohe Flexibilität in der Anwendung	geringe ästhetische Beeinträchtigung
max. Punkte		100	100	70	70
A1	In Dammbalkennuten einzusetzende Großtafeln				
A1.1	Verschlüsse an Straßen	85,6	85,0	54,0	39,0
A1.2	Verschlüsse an Bahnen	84,1	85,0	46,5	39,0
A2	Großelemente mit Stehern	85,1	49,4	31,0	46,0
B1	Gänzlich mobile Kleinelemente mit Stehern				
B1.1	Verschlüsse mit lotrechter Krafteinleitung in den Untergrund	86,3	77,2	37,5	53,5
B1.2	Verschlüsse mit lotrechter und schräger Krafteinleitung in den Untergrund	85,6	77,0	48,0	58,5
B2	Elemente mit Krafteinleitung in einem Rahmen	84,3	54,4	52,5	57,0
B3	Gänzlich mobile Kleinelemente ohne Stehern				
B3.1	Winkelwand aus mehreren Elementen	90,4	68,1	55,0	70,0
B3.2	Dreieckswand aus mehreren Elementen	97,3	77,8	50,5	70,0
C1	Vor Ort gelagerte einteilige Mobilelemente, aufklappbar				
C1.1	Systeme mit punktueller Krafteinleitung	70,8	88,4	25,5	29,5
C1.2	Hochklappbare Elemente mit linearer Lastabtragung	73,1	80,3	38,0	37,5
C2	Lotrecht verschiebliche Elemente	74,7	92,1	29,5	42,0
C3	Systeme mit automatischer (hydraulischer) Aufrichtung				
C3.1	Aufklappbare Systeme	72,4	94,5	34,8	42,5
C3.2	Lotrecht verschiebbare Stauwand	63,5	64,5	38,8	42,0
C4	Mehrteilige Schutzwände, aufklappbar, Lagerung vor Ort	67,4	93,3	34,5	39,5
C5	Mehrteilige Schutzwände, teleskopierbar, Lagerung vor Ort	53,6	92,1	40,8	45,0
D1	Einteilige Schlauchsysteme	63,4	60,3	40,3	45,0
D2	Mehrteilige Schlauchsysteme				
D2.1	Nebeneinanderliegendes Doppelschlauchsystem	91,0	38,2	55,0	70,0
D2.2	Mobilsysteme mit mehr als zwei Schläuchen	45,7	89,9	35,3	46,0
E1	Sandsäcke und ähnliche Systeme				
E1.1	Sandsäcke herkömmlicher Art	87,7	54,4	55,0	70,0
E1.2	Sandsack-Verbundkonstruktionen	86,5	61,0	55,0	70,0
E1.3	Container- und Gabionensysteme	92,2	70,8	54,8	70,0
E2	Erdwälle und dergleichen	85,9	41,9	59,0	69,0

Es muß darauf hingewiesen werden, daß die verschiedenen Systeme nur bedingt miteinander vergleichbar sind. So können zum Beispiel Sandsäcke herkömmlicher Art (Kapitel E1.1, Seite 97) mit dem System Verschlüsse mit lotrechter und schräger Krafteinleitung in den Untergrund (Beispiel: Hochwasserschutz Köln am Rhein) (Kapitel B1.2, Seite 46) eigentlich kaum verglichen werden. Der Grund dafür liegt in den unterschiedlichsten Anforderungen an die Mobilelemente wie nachstehend beschrieben.

Folgende Gruppen können je nach Vorplanung, Flexibilität und Größe des HW-Ereignisses unterschieden werden:

1) Dauermaßnahmen

Maßnahmen mit spezifischen, fixen Umbauten vor Ort die den eigentlichen regelmäßigen Hochwasserschutz darstellen:

A1.1, A1.2, A2, B1.1, B1.2, B2, B3.1, C1.1, C1.2, C2, C3.1, C3.2, C4, C5

2) Additive Maßnahmen

Außerordentliche Maßnahmen, die nicht regelmäßig und nur für seltene Ereignisse Anwendung finden:

B3.1, B3.2, D1, D2.1, D2.2

3) Notmaßnahmen

Einsetzbar für außergewöhnliche Ereignisse (Katastrophenfall):

E1.1, E1.2, E1.3, E2

Die verschiedenen Systeme der 3 Gruppen sind nur innerhalb der Gruppe vergleichbar. Ein Vergleich von Mobilelementen unterschiedlicher Gruppen ist nicht zulässig.

In den beiden Tabellen der Bewertungsmatrix (Seite 126 "Bewertungsmatrix - Zusammenfassung" und Seite 136, "Bewertungsmatrix (Gesamttabelle)") wurden die 3 oben genannten Gruppen - Maßnahmenarten – durch unterschiedliche Schraffuren gekennzeichnet, um die verschiedenen mobilen Hochwasserschutzsysteme innerhalb der selben Maßnahmenart (auf Dauer, additive und Notmaßnahmen) besser untereinander vergleichen zu können.

Da wie oben bereits erwähnt ein Vergleich der 3 Maßnahmenarten untereinander nicht sinnvoll ist, wird die Erfüllung der 4 Teilziele (Möglichst wirtschaftliches System, möglichst zuverlässiger Einsatz, Hohe Flexibilität in der Anwendung und Möglichst geringe ästhetische Beeinträchtigung) folgend nur innerhalb einer Maßnahmenart betrachtet.

Bei den Dauermaßnahmen schneiden die Systeme des Kapitels A „Großelemente mit externer Lagerung“, sowie B1 „Gänzlich mobile Kleinelemente mit Stehern“ und B2 „Elemente mit Krafteinleitung in einen Rahmen“ in den Teilzielen Wirtschaftlichkeit, Flexibilität und Ästhetik meist besser ab als die Systeme des Kapitel C „Elemente mit Lagerung vor Ort“. Die Zuverlässigkeit (Teilziel B) der Systeme des Kapitels C ist aber meist höher als die der Kapitel A, B1 und B2.

In der Gruppe der additiven Maßnahmen (2. Gruppe) besitzen die Hochwasserschutzvarianten des Kapitels B3 „Gänzlich mobile Kleinelemente ohne Steher“ kaum Schwächen im Vergleich zu den Schauchsystemen (Kapitel D). Innerhalb des Kapitels D „Schlauchsysteme“ weist die Variante D 2.1 „Nebeneinander liegendes Doppelschlauchsystem“ die höchste Wirtschaftlichkeit, die höchste Flexibilität und die geringste ästhetische Beeinträchtigung auf. Die Zuverlässigkeit der nebeneinander liegenden Doppelschlauchsysteme ist aber speziell im Vergleich zum System D 2.2 „Mobilsysteme mit mehr als zwei Schläuchen“ wesentlich geringer.

Innerhalb der Gruppe der mobilen HW-Systeme für den Katastrophenhochwasserfall (Gruppe 3) ist zwischen den einzelnen mobilen Hochwasserschutzelemente bei der Erfüllung der einzelnen Teilziele kaum Unterschiede ersichtlich. Einzig bei der Zuverlässigkeit sind etwas größere Unterschiede erkennbar.

9. Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie sind alle möglichen Mobilien Hochwasserschutzelemente im Kapitel 6 "Charakterisierung der Mobilelementtypen mit Beispielen" systemhaft erfaßt. Das bedeutet für den Fall von einer bestimmten Situation angepaßten Maßnahmen, daß nur das Systemhafte, nicht aber die Einzelmaßnahme an sich erfaßt und beschrieben wurde.

Da das Ausland über gewisse Erfahrungen mit Mobilelementen verfügt, wurde die Erkundung über Österreich hinaus auf Deutschland, Niederlande, Frankreich, Großbritannien und USA ausgedehnt. Damit wurden der erweiterte deutschsprachige Raum, der frankophone Raum und der angelsächsische Raum durch die Hauptvertreter erfaßt.

Eingeteilt in folgende Obergruppen:

- A Großelemente mit externer Lagerung
- B Kleinelemente mit externer Lagerung
- C Elemente mit Lagerung vor Ort
- D Schlauchsysteme
- E Mobilsysteme mit Notlösungen

Für den Einsatz derartiger Systeme bestehen aus **hydrologischer Sicht** einige Voraussetzungen:

- ♦ es ist ein Warnsystem (Prognosemodell) notwendig
- ♦ es sind entsprechende Vorwarnzeiten nötig
- ♦ es ist auf die Umströmung des Bauwerkes bzw. auf Rückstaueffekte zu achten.

Risikoabschätzung im Falle des Versagens des Bauwerkes (Gefährdungspotential und Schadenshöhen).

Die Auswirkungen des Einsatzes mobiler Hochwasserschutzelemente auf **Raumordnung und Siedlungsentwicklung** sind hinsichtlich ihres jeweiligen Anwendungsbereiches zu differenzieren. Je nach Nutzung der (lokal begrenzt) zu schützenden Flächen müssen aus Sicht der Raumordnung folgende

drei Anwendungsbereiche unterschieden werden:

1. Schutz bestehender Gebäudekomplexe (meist historische Stadtteile)
2. Einzelobjektschutz
3. Schutz unbebauter Flächen

Im Mittelpunkt der Betrachtung stehen dabei die *Nutzungsoptionen*, die infolge der lokal begrenzten Hochwasserfreilegung erschlossen werden können. Die Nutzungsoptionen sind wiederum vom geplanten Ausbaugrad der mobilen Hochwasserschutzelemente abhängig.

Um die aus der Erkundung gewonnenen **Informationen vergleichen** zu können, erfolgt an Hand einer Parameterliste eine Spezifizierung der einzelnen baulichen Lösungen. Die Parameter beziehen sich auf Baukosten, Wartungskosten, technische Voraussetzungen vor Ort, Schutzwirkung, hydrologische Aspekte, Siedlungsentwicklung.

Die **Bewertung** der beschriebenen Systeme mobiler Hochwasserschutzelemente wurde nach verschiedenen Teilzielen wie:

- ◆ Möglichst wirtschaftliches System
- ◆ Möglichst zuverlässiger Einsatz
- ◆ Hohe Flexibilität in der Anwendung
- ◆ Möglichst geringe ästhetische Beeinträchtigung

im Kapitel 8 "Bewertung der Mobilelementtypen" mittels einer Bewertungsmatrix durchgeführt.

Die oben genannten Teilziele wurden in mehrere, verschieden gewichtete Unterziele und schließlich Bewertungskriterien unterteilt. Innerhalb der einzelnen Bewertungskriterien wurde je nach Erfüllung des Unterzieles eine Skalierung, in Form von Prozenten der Gewichtung vorgenommen. Die beiden ersten Teilziele werden als wichtiger, ausgedrückt durch die Summe der Gewichte angesehen.

Je nach Vorplanung, Flexibilität und Größe des HW-Ereignisses können 3 verschiedene Gruppen unterschieden werden:

- ♦ Dauermaßnahmen für normale Hochwasserereignisse
- ♦ Additive Maßnahmen für größere HW-Ereignisse
- ♦ Notmaßnahmen, einsetzbar für außergewöhnliche Ereignisse

Die verschiedenen Systeme einer Gruppe sind nur innerhalb der eigenen Gruppe vergleichbar. Ein Vergleich von Mobilelementen unterschiedlicher Gruppen ist aber nicht zulässig.

Um den "besten" mobilen Hochwasserschutz zu erreichen, müssen auch in ökonomischer Hinsicht vorweg die örtlichen Gegebenheiten studiert werden. Verschiedenste Faktoren, wie Hydrologische Bedingungen, Flußcharakteristik, Art der Hochwasserwarnung, Raumordnung, Bebauungsdichte, Denkmalschutz, Platzangebot für notwendige Baumaßnahmen, Anzahl der Helfer, etc. ... und die Budgetlage müssen für die Vorauswahl der Systeme berücksichtigt werden. Diese müssen untereinander nach verschiedenen Gesichtspunkten verglichen werden und erst dann kann die optimale Lösung für diesen Ort, dieses Einzelobjekt oder dieses Gebiet gefunden werden.

10. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Österreichübersicht aller fernübertragenen Meßstellen die zu den hydrografischen Landesdienststellen übertragen	15
Abbildung 2:	System A1.1	34
Abbildung 3:	System A1.2	36
Abbildung 4:	System A2	40
Abbildung 5:	System B1.1	44
Abbildung 6:	System B1.2 - Dammbalkensperre.....	48
Abbildung 7:	System B1.2 - Dammbalkensystem mit Stützen.....	49
Abbildung 8:	System B1.2 - Dammbalkenverbau.....	50
Abbildung 9:	System B2	53
Abbildung 10:	System B3.1	56
Abbildung 11:	System B3.2	59
Abbildung 12:	System C1.1	63
Abbildung 13:	System C1.2	66
Abbildung 14:	System C2	70
Abbildung 15:	System C3.1	74
Abbildung 16:	System C3.2	77
Abbildung 17:	System C4	81
Abbildung 18:	System C5	84
Abbildung 19:	System D1	88
Abbildung 20:	System D2.1	92

Abbildung 21:	System D2.2	95
Abbildung 22:	System E1.1	99
Abbildung 23:	System E1.2	102
Abbildung 24:	System E1.3	105
Abbildung 25:	System E2	108
Abbildung 26:	Verschiedene Skalen für die Beurteilung der Projektalternativen	116

11. Quellenverzeichnis

11.1 Literatur

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (1998): Hochwasserschutz bayerischer Städte. Schriftenreihe Wasserwirtschaft in Bayern, Heft 32. Eigenverlag. München.

BLAAS, W. UND P. HENSELER (1978) Theorie und Technik der Planung. Orac Verlag, Wien.

BOGARDI, J.J. UND H.P. NACHTNEBEL (Eds.)(1994) Multicriteria Analysis in Water Resources Management. UNESCO, IHP, pp.468, Paris.

DVWK (1999) Nutzwertanalytische Ansätze zur Planungsunterstützung und Projektbewertung. Mitt. des DVWK, Heft 19.

EGLI, T. (1996): Hochwasserschutz und Raumplanung. Schutz vor Naturgefahren mit Instrumenten der Raumplanung – dargestellt am Beispiel von Hochwasser und Murgängen. ORL-Bericht 100/1996. v/d/f Hochschulverlag. Zürich.

FANDEL, G.(1972) Optimale Entscheidung bei mehrfacher Zielsetzung. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Vol. 76. Springer Verlag, Wien.

KÖCK, M.; SEHER, W. (1998): Raumplanung. In: PELIKAN, B.; WOLFRAM, G.; WIMMER, R.; SEHER, W. (Hrsg.): Flußstudie Piesting, Kap. IV, S. 1-102. Amt der NÖ Landesregierung, BD-Geschäftsstelle für Energiewirtschaft, Abteilung B/9 Wasserwirtschaftliches Planungsorgan, Abteilung II/3 Naturschutz. Wien.

LENDI, M. (1995): Grundriss einer Theorie der Raumplanung. v/d/f Hochschulverlag. Zürich.

H.P. NACHTNEBEL (1988) Wasserwirtschaftliche Planungen bei mehrfacher Zielsetzung. Wiener Mitt. Bd. 78. Hrsg. Inst.f.Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstr. Wasserbau, Univ.f.Bodenkultur.

NOBILIS, F. (2000). Der Hydrografische Dienst in Österreich im 21. Jahrhundert. Mitt.blatt des Hydrografischen Dienstes, Heft 79, S.1. Hrsg.: BMFLFUW.

OVERLAND, H. (1982) Optimierungsverfahren für wasserwirtschaftliche Systemplanung mit Mehrfachzielsetzung. Beitrag zum SFB 81.TU München.

SCHINDEGGER, F. (1999): Raum. Planung. Politik. Ein Handbuch zur Raumplanung in Österreich. Böhlau Verlag. Wien, Köln, Weimar.

SCHWEIGHOFER, F. (1997): Wie sicher ist Ihre Gemeinde? In: Raumordnung aktuell. o.Jg. Heft 3. S. 6-7.

US Water Resources Council (1980) PRINCIPLES AND STANDARDS FOR WATER AND LAND RELATED RESOURCES PLANNING. FED.REG.44, 102. WASHINGTON.

11.2 Internet Quellen

www.bayern.de/STMLU/presse/1998/554.htm: Hochwasserschutz am Main in Wörth, Miltenberg und Würzburg. Pressemitteilungen des Bayerischen Staatsministeriums für Landesplanung und Umweltschutz, 27.4.1999

www.coensches.palais.de/standort.htm: Ein Standort mit Zukunft, 26.3.1999

www.fema.gov/nfip/crs.htm: Homepage der Federal Emergency Management Agency, 16.4.1999

12. Anhang

12.1 Anhang 1

Tabelle 5: TABELLARISCHE SYSTEMBESCHREIBUNG

12.2 Anhang 2

Tabelle 6: BEWERTUNGSMATRIX (GESAMTTABELLE)

