

Abschlussbericht

Entwicklung eines semipermanenten Hochwasserschutzsystems zum sicheren und schnellen Schutz vor Hochwasser

Pilotwand und Referenzanlage auf der Kläranlage Heiligenhaus Nord



Mühlenstraße 14
49549 Ladbergen

Projektleiter:
Hartmut Wibbeler

Aktenzeichen:
22985 / 22985-01

Förderzeitraum:
01 2006 – 04 2008

Anträge bei der



Deutschen Bundesstiftung Umwelt

in Osnabrück

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	4
2	Einordnung der WasserWand zu HWS-Systemen	5
3	Die Referenzanlage	7
3.1	Der Einbau der Pilotwand	7
3.2	Die Test- und Speicherbecken	8
3.3	Zusätzliche Testvorrichtung	10
4	Konstruktion, Einbau und Aufbau der WasserWand	11
4.1	Konstruktion und Anordnung	11
4.1.1	Beschreibung der Bauteile	11
4.1.2	Statische Betrachtung	12
4.2	Der Einbau der WasserWand	12
4.3	Der Aufbau der WasserWand	14
5	Die Versuchsdurchführungen	16
5.1	Die einzelnen Arbeitsschritte in Bildern mit Aufbauprotokoll	16
5.2	Optimierung des Aufbaus	19
5.3	Dichtigkeit	22
5.3.1	Abdichtung der Dammwinkel:	23
5.3.2	Abdichtung der Deckel	25
5.3.3	Abdichtung der Pfosten	27
5.3.4	Auswertung der Tests:	29
5.4	Treibgutversuche	29
5.4.1	Treibguttest	29
5.4.2	Auswertung der Treibguttests:	31
5.4.3	Test mit spitzen Gegenständen	31
5.5	Weitere Versuche (Überflutung, Wartung usw.)	32
5.5.1	Überflutung	32
5.5.2	Der Frosttest	33
5.5.3	Wasser auf beiden Seiten / Wasser auf der Trockenseite	33
5.5.4	Pumpe im Kanal	33
5.5.5	Säubern und Einpacken der WasserWand	34
5.5.6	Wartung	35
6	Anhang	38
6.1	weitere Dokumente	38
6.2	Kooperationspartner	39
6.3	Liste der Veröffentlichungen	39
6.4	Daten-CD WasserWand-Wibbeler	40

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die WasserWand im aufgebauten Zustand in der Referenzanlage	4
Abbildung 2: BWK-Merkblatt, Schutzhöhen mobiler Hochwasserschutzsysteme	6
Abbildung 3: Einzelne Einbauschritte	7
Abbildung 4: Darstellung der Becken und Pumpen	8
Abbildung 5: Versuche und Tests in der Anlage	9
Abbildung 6: Skizze Treibguttest	10
Abbildung 7: Skizze der Komponenten	11
Abbildung 8: Schnittdarstellung Einbau	13
Abbildung 9: Darstellung der Standsicherheit aus dem BWK-Merkblatt	14
Abbildung 10: Skizzen der Arbeitsschritte	14
Abbildung 11: Die Aufbaueinheit als Hilfsmittel für die WasserWand	15
Abbildung 12: Tabelle Versuchsszenarien	16
Abbildung 13: Aufbau 1. Arbeitsschritt	17
Abbildung 14: Aufbau 2. Arbeitsschritt	17
Abbildung 15: Aufbau 3. Arbeitsschritt	18
Abbildung 16: BWK-Merkblatt, Aufbauzeiten mobiler Hochwasserschutzsysteme	18
Abbildung 17: Optimierung der Hebehaken	19
Abbildung 18: Optimierung der Aufbaueinheit	20
Abbildung 19: Optimierung Deckel einsetzen	21
Abbildung 20: Das Testbecken	22
Abbildung 21: Dichtungen Dammwinkel	24
Abbildung 22: Das Dichtgummi wird in die Dammwinkel eingesetzt	24
Abbildung 23: Dichtungen Deckel	26
Abbildung 24: Dichtkissen für die Dichtung unter dem Deckel	26
Abbildung 25: Dichtungen Pfosten	28
Abbildung 26: Dichtung am Pfosten	28
Abbildung 27: Testanlage leer und gefüllt mit Treibklotz	30
Abbildung 28: Treibklotz wird vor die WasserWand gezogen	30
Abbildung 29: Darstellung aus dem BWK-Merkblatt über Federsteifigkeit	31
Abbildung 30: Tabelle aus dem BWK-Merkblatt über Treibgutprall	31
Abbildung 31: Test Überflutung	32
Abbildung 32: Pumpe im Kanal	33
Abbildung 33: Säubern und Einpacken der WasserWand	34
Abbildung 34: Schilder an der WasserWand	35
Abbildung 35: WasserWand wird für eine Wartung aufgehängt	35
Abbildung 36: Dichtungswechsel an den Dammwinkeln	36
Abbildung 37: Dichtungswechsel beim Pfosten	36
Abbildung 38: Dichtungswechsel des Dichtkissens	37
Abbildung 39: Wechsel der Dammwinkel	37
Abbildung 40: Tabelle Dokumentationen	38
Abbildung 41: Tabelle der Kooperationspartner	39
Abbildung 42: Tabelle der Veröffentlichungen	39

1 Zusammenfassung

Die WasserWand Wibbeler hat unter den Hochwasserschutzsystemen eine Sonderstellung, da sie die Vorteile der permanenten Systeme mit denen der transportablen Systeme verbindet. Hierdurch kann insbesondere eine große Schutzhöhe in sehr kurzer Zeit mit geringem Aufwand erreicht werden.

Obwohl patentiert, konnte die Leistungsfähigkeit der WasserWand bislang nicht überprüft werden, da hierzu nicht unerhebliche Mittel notwendig sind. Im Rahmen des von der DBU geförderten Vorhabens „Entwicklung eines semipermanenten Hochwasserschutzsystems zum sicheren und schnellen Schutz vor Hochwasser“ wurde ein System aus drei WasserWand-Elementen in die stillgelegte Kläranlage Heiligenhaus eingebaut. Hiermit konnte - unter annähernd realen Einsatzbedingungen - das Gesamtsystem getestet und Detailspekte verbessert werden.

Insgesamt konnten alle wesentlichen Kriterien zur Nutzung der WasserWand im realitätsnahen Betrieb nachgewiesen werden. „Die generelle Fähigkeit des Systems“

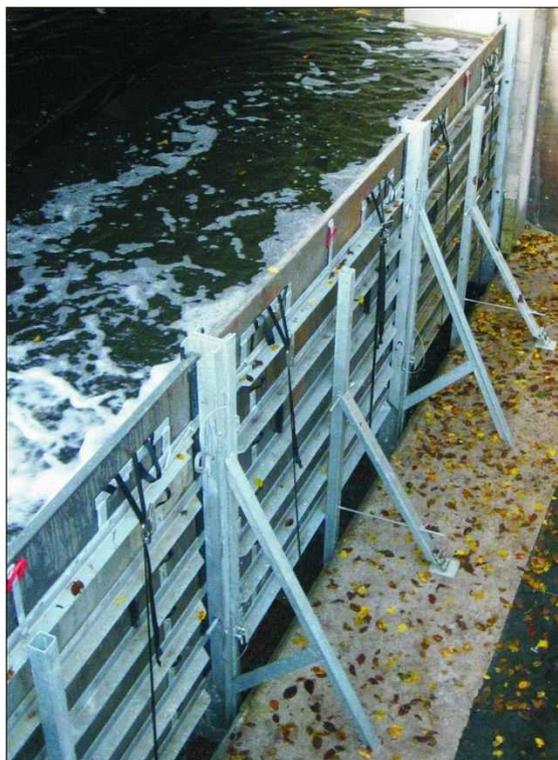


Abbildung 1: Die WasserWand im aufgebauten Zustand in der Referenzanlage

Dieser Abschlussbericht beschreibt die grundsätzliche Vorgehensweise vom Einbau bis zur Überprüfung der WasserWand. Er ist folgendermaßen aufgebaut: Im zweiten Kapitel werden kurz die derzeit gängigen Hochwasserschutzsysteme verglichen und eine Einordnung der WasserWand vorgenommen. Kapitel 3 beschreibt das zur Verfügung gestellte Areal der ehemaligen Kläranlage sowie die vorgenommenen Umbauten. Die konstruktiven Merkmale der WasserWand sind der Inhalt des 4. Kapitels. Im Kapitel 5 werden die durchgeführten Tests und Optimierungen beschrieben. Besonders umfangreich wird hierbei auf das zentrale Thema der Dichtigkeit eingegangen. Im Anhang werden schließlich die beteiligten Partnerfirmen, die Liste der weiteren Dokumente und die Veröffentlichungen zur WasserWand aufgeführt.

2 Einordnung der WasserWand zu HWS-Systemen

Generell kann zwischen zwei Arten des Hochwasserschutzes unterschieden werden:

Zum einen der permanente Hochwasserschutz (wie Deiche oder Mauern) und zum anderen der mobile Hochwasserschutz. Die WasserWand Wibbeler ist im Wesentlichen den mobilen Hochwasserschutzsystemen zuzuordnen, wobei viele Aspekte des permanenten Hochwasserschutzes Verwendung finden, daher kann die WasserWand Wibbeler als „semipermanentes Hochwasserschutzsystem“ charakterisiert werden und ordnet sich in klappbare Systeme ein.

Die wesentlichen Hochwasserschutzsysteme werden kurz beschrieben:

Sandsäcke:

Die Säcke bestehen aus Jute oder Kunststoff, werden mit Sand gefüllt und am Einsatzort zu einem Wall aufeinander gestapelt. Die Sandsäcke sind sehr gebräuchlich und fast in jedem Gelände verwendbar. Die Nachteile sind ein enorm langsamer und personalintensiver Aufbau und ein hoher logistischer Aufwand. Nach dem Hochwasser müssen die Säcke weggeräumt oder bei einer Kontamination aufwendig entsorgt werden. Oft sind die Sandsäcke nicht wieder verwendbar.

Schlauchsysteme:

Die Schlauchsysteme werden zusammengerollt an die gefährdeten Stellen gebracht, mit Luft aufgeblasen und mit Wasser gefüllt. Diese Systeme sind instabil und können bei Hochwasser mit Temperaturen um den Gefrierpunkt oft nicht eingesetzt werden. Der Vorteil ist, dass sie sich dem Gelände anpassen und wieder verwendbar sind.

Temporäre Stellwände:

Die Stellwände wie z.B. Palettensysteme, Klappsysteme und Dammsysteme werden durch Stecken, Schrauben, Verbolzen und Verklemmen aufgebaut. Nachteilig ist, dass beim Aufbau der temporären Stellwände viele Einzelteile verwendet werden und die Dichtigkeit nur durch weitere zusätzliche Folien und Sandsäcke erreicht wird.

Dammbalkensysteme:

Die Aluminium-Dammbalken werden zwischen Stützen übereinander gestapelt. Die Nachteile sind: Das System kann nur dort aufgebaut werden wo vorab Einbauten vorgenommen wurden. Der logistische Aufwand ist sehr hoch (LKW, Gabelstapler, Bagger) und das System benötigt viel Lagerfläche. Der Aufbau ist personalintensiv und muss durch geschultes Personal erfolgen. Die Ankerplatten sind in dem Boden zu sehen. Der Vorteil ist: Ist als System auf dem Markt anerkannt. Stauhöhen bis 4,50 m sind möglich.

Torsysteme:

Dieses sind Systeme, die in Deichen und an anderen Stellen eingebaut werden, wo Straßenführungen und Durchgänge nötig sind. Die Torsysteme bieten eine hohe Sicherheit und können sich schnell verschließen lassen. Nur bedürfen die Torsysteme immer seitliche Verankerungen und sind sehr teuer.

Aufschwimbare Systeme (Wand):

Dieses sind Wände, die durch einen Schwimmkörper automatisch bei Hochwasser nach oben geführt werden. Das System hat den Nachteil der Verkantung und die Systeme sind bei Eis und Schnee problematisch nach oben zu führen.

Glaswandsysteme:

Dies ist ein Wandsystem bei dem schwere Glaswände zwischen Pfosten eingebaut sind.

Klappbare Systeme (Wand):

Es gibt auf dem Markt nur ganz wenige semipermanente Hochwasserschutz-Systeme, die klappbar sind. Unter diesem System ist die WasserWand Wibbeler einzuordnen. Wie in dem BWK-Merkblatt „mobile Hochwasserschutzsysteme“ ist auch bei der WasserWand Wibbeler eine Stauhöhe von 2,5 Meter in der Testanlage aufgebaut worden.

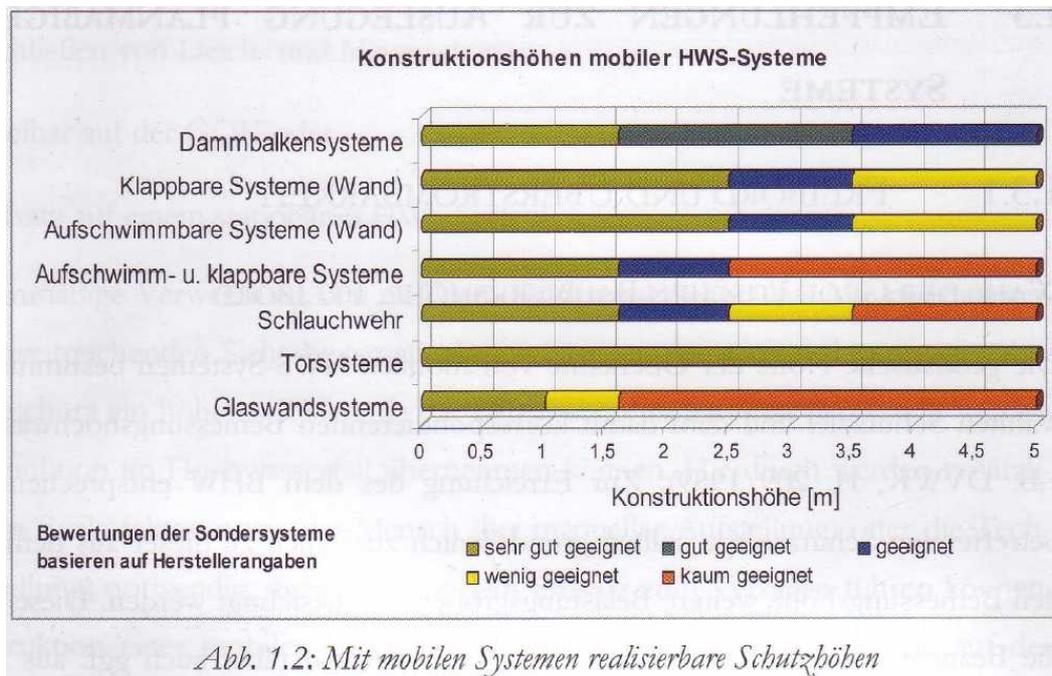


Abbildung 2: BWK-Merkblatt, Schutzhöhen mobiler Hochwasserschutzsysteme

3 Die Referenzanlage

Zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit der WasserWand wurde eine stillgelegte Kläranlage des Ruhrverbandes zur Versuchs- und Referenzanlage umgebaut. Hierzu wurden drei WasserWand Elemente in das Becken (Testbecken) integriert. Durch Einbau von Pumpen entstanden zwei weitere Becken (Speierbecken für Wasser). So konnte eine optimale Versuchsumgebung geschaffen werden.

3.1 Der Einbau der Pilotwand

Die zum Patent angemeldete WasserWand Wibbeler wird in die Referenzanlage als Pilotwand mit drei Elementen eingebaut.



I. LKW mit Kran am Testbecken



II. Ein WasserWand-Element wird herabgelassen.



III. Die WasserWand-Elemente sind eingebaut.

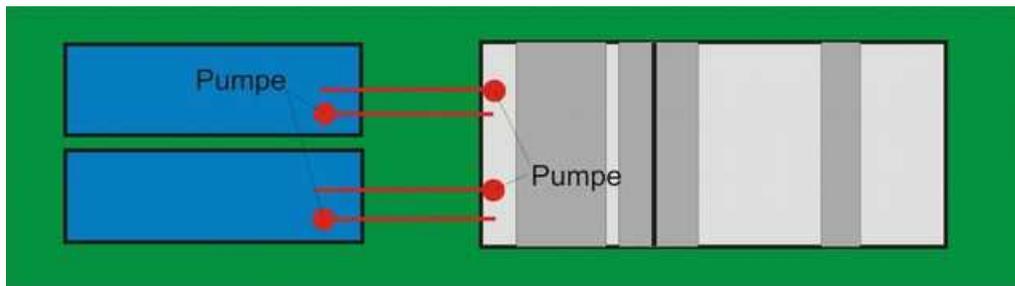
Abbildung 3: Einzelne Einbauschnitte.

Die drei WasserWand-Elemente wurden mit Unterstützung der Firma „Westrohr in Münster“ hergestellt. Die technischen Daten eines WasserWand-Elementes sind:

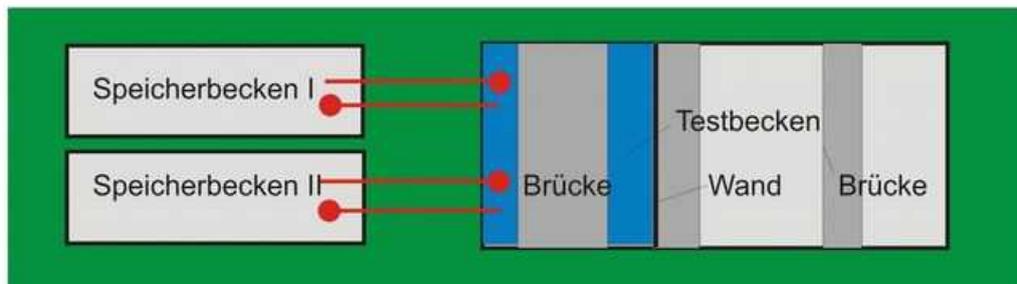
Höhe:	Breite:	Länge:	Gewicht:	Material:
95 cm	80 cm	300 cm	3.300 kg	Beton, Stahl, PE-Kunststoff

Aufgrund des hohen Gewichtes und der Abmaße wurden die WasserWand-Elemente mit einem LKW zur Testanlage gefahren und mit einem Schwerlastkran in das Testbecken eingebaut.

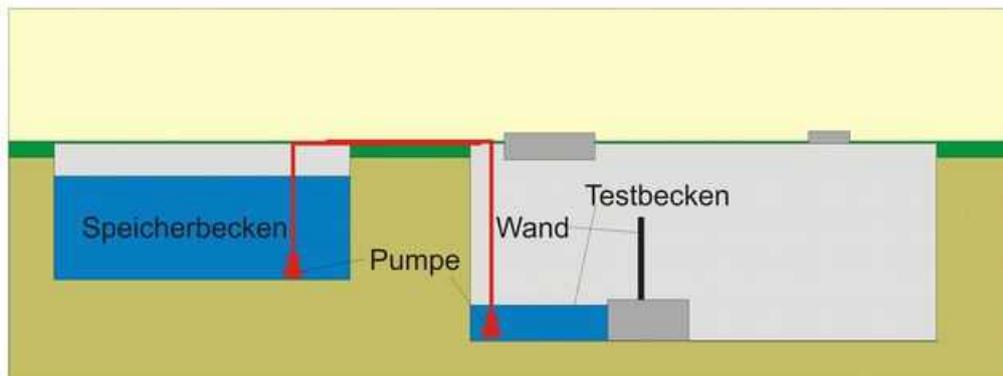
3.2 Die Test- und Speicherbecken



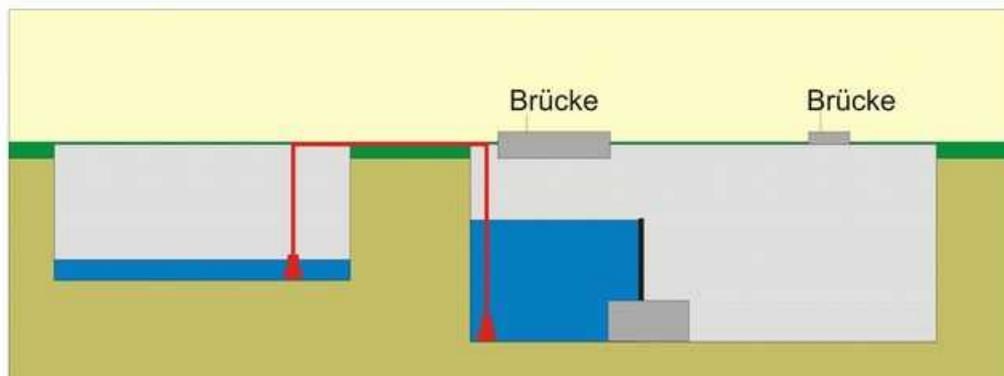
Ansicht von oben, Wasser in den Speicherbecken



Ansicht von oben, Wasser in den Testbecken



Ansicht von der Seite, Wasser in den Speicherbecken



Ansicht von der Seite, Wasser in dem Testbecken

Abbildung 4: Darstellung der Becken und Pumpen

Um möglichst realitätsnahe Tests durchführen zu können, wurden die vorgefundenen Becken so umgebaut, dass die drei 2,5 m hohen WasserWand-Elemente eingebaut werden konnten und zudem sehr schnell mit großen Wassermengen Tests durchgeführt werden konnten.

Hierzu wurden die Becken und Pumpen folgendermaßen dimensioniert:

Testbecken:

Länge	Breite	Tiefe	Gestaute Länge	Gestaute Breite	Gestaute Tiefe
20 m	10 m	5 m	8 m	10 m	3 m

Das Stauvolumen im Testbecken beträgt 240 m³ Wasser.

Speicherbecken: (Speicherbecken I und Speicherbecken II)

I: Länge	I: Breite	I Tiefe	II Länge	II Breite	II Tiefe
20 m	4 m	2 m	20 m	4 m	2 m

Das Speichervolumen der beiden Speicherbecken beträgt 320 m³ Wasser.

Pumpen:

Es wurden vier Pumpen, zwei im Speicherbecken und zwei im Testbecken, mit jeweils einer Förder-Leistung von 1000 Litern in der Minute installiert. Somit konnte der Staubereich des Testbeckens in einer Zeit von ca. 2 bis 3 Stunden gefüllt und wieder abgelassen werden.



I: Wasser wird in den Testbereich eingefüllt.



II: Tests werden durchgeführt.

Abbildung 5: Versuche und Tests in der Anlage

Zur Simulation des Hochwasserfalls wird die WasserWand Wibbler aufgebaut und Wasser von den zwei kleineren Speicherbecken in das Testbecken gepumpt.

3.3 Zusätzliche Testvorrichtung

Um weitere Untersuchungen durchführen zu können, wurde die Testanlage mit einem System zur Simulation des Treibgutpralls ausgestattet.

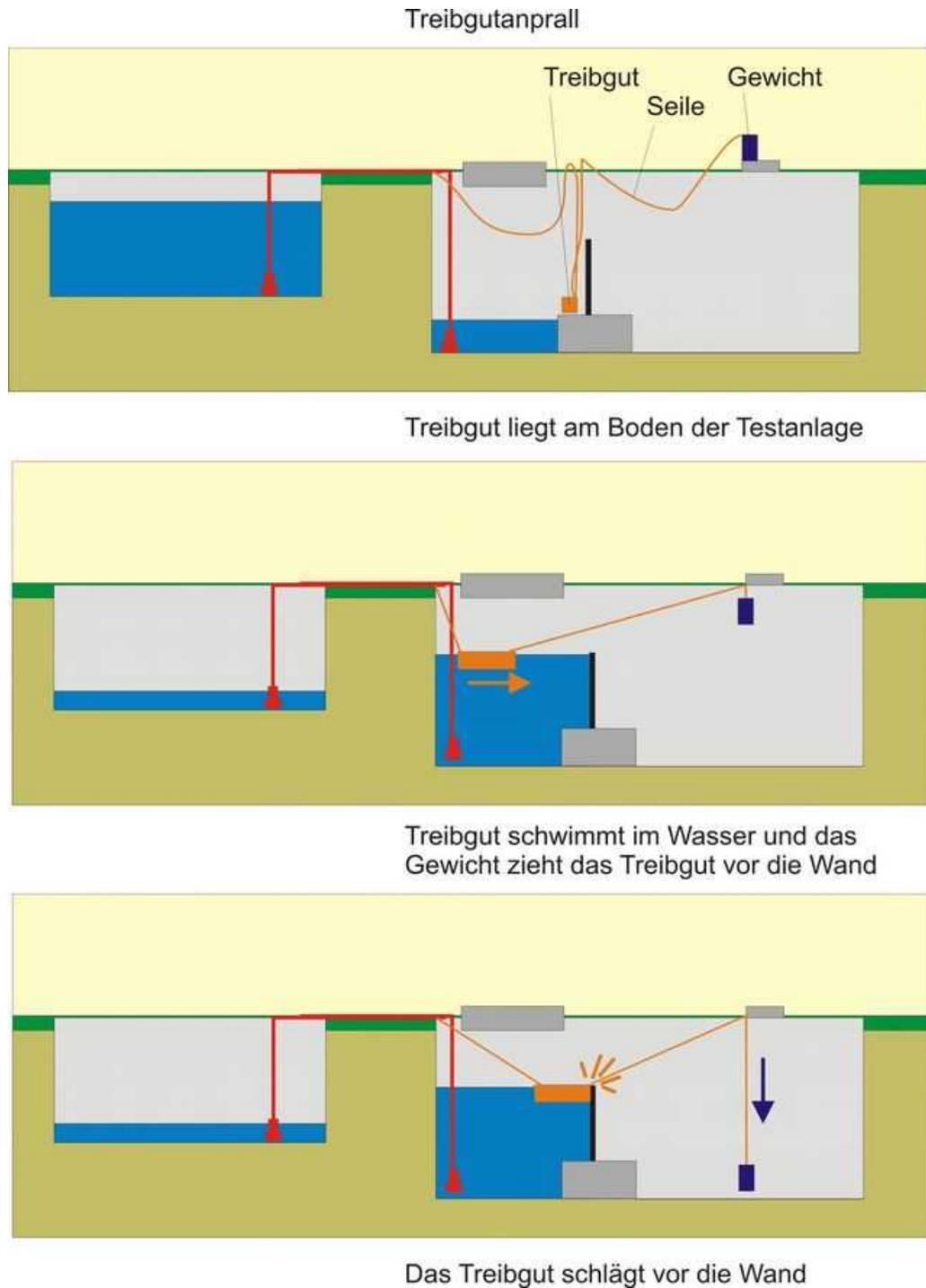


Abbildung 6: Skizze Treibguttest

Das Treibgut (400 kg Block) wird im Testfall durch ein Gewicht (aufgefüllte 200 Liter Tonne) an die Wasserwand gezogen.

4 Konstruktion, Einbau und Aufbau der WasserWand

Der Einbau der WasserWand bezieht sich auf das Verlegen der WasserWand-Elemente in einen offenen Graben.

Der Aufbau beschreibt die Arbeitsprozesse vom geschlossenen Zustand bis zu einem aufgebauten Zustand im Hochwasserfall.

4.1 Konstruktion und Anordnung

4.1.1 Beschreibung der Bauteile

Die WasserWand ist im geschlossenen und im aufgebauten Zustand mit den wichtigsten Bauteilen in den nachfolgenden Skizzen dargestellt.

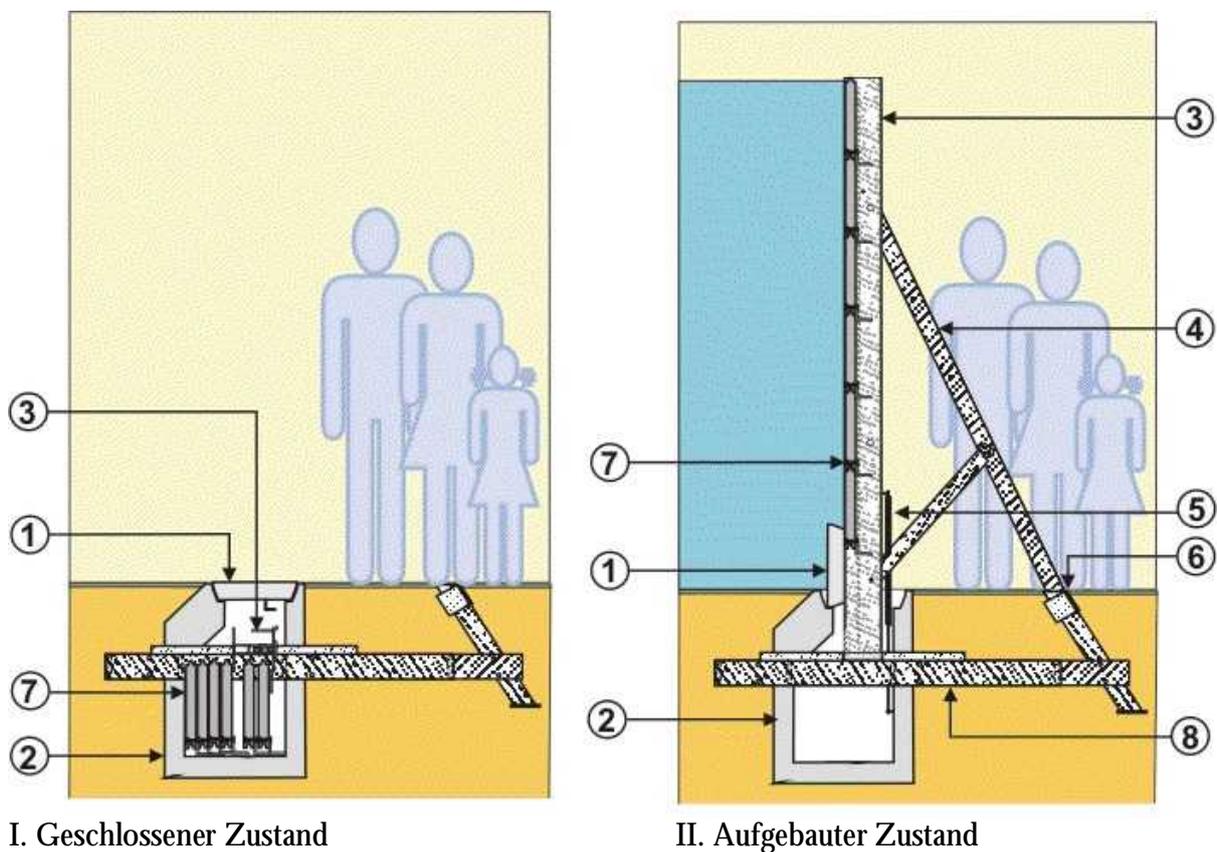


Abbildung 7: Skizze der Komponenten

Bauteile mit Beschreibung:

Der Deckel (1) liegt im geschlossenen Zustand auf der Betonwanne (2) und verschließt die Wasserwand. Zum Aufbau wird der Deckel (1) aufgeklappt. Der Hauptpfosten (3) liegt in der Betonwanne (2) und klappt sich mit Hilfe der Gasdruckfedern (5) halbautomatisch nach oben. Der Stützarm (4) ist im Hauptpfosten (3) gelagert und wird beim Aufbau oben in den Hauptpfosten (3) mit einem Bolzen und unten in das Widerlager (6) verankert. Die Dammwinkel (7) sind in der Betonwanne (2) hintereinander gelagert und werden mit einem portablen Kran hochgezogen. An der Lastaufnahme (8) ist der Hauptpfosten (3) unten mit einem Scharnier befestigt und am Ende der Lastaufnahme ist das Widerlager (6) angeschraubt.

Nr.:	Beschreibung:	Länge	Breite	Höhe	Material	Gewicht
1	Deckel	300 cm	40 cm	8 cm	Beton mit Stahl	250 kg
2	Betonwanne	300 cm	80 cm	95 cm	Beton mit Stahl	2.500 kg
3/4	Hauptpfosten mit Stützarm	280 cm	19 cm	19 cm	Stahl	250 kg
5	Gasdruckfeder	110 cm			Stahl mit Keramik	
6	Widerlager	40 cm	20 cm	10 cm	Stahl	55 kg
7	Dammwinkel	294 cm	5 cm	38 cm	Stahl mit Kunststoff	95 kg
8	Lastaufnahme	200 cm	4 cm	12 cm	Stahl	80 kg
	Gesamt					3.230 kg

4.1.2 Statische Betrachtung

Das BWK-Merkblatt enthält Empfehlungen für die anzusetzenden Lastannahmen bei den Standsicherheitsnachweisen. Das Büro Wildner hat die Statik berechnet und die empfohlenen Lastannahmen des BWK-Merkblattes in die Statik mit einfließen lassen. Die statischen Berechnungen zeigen, dass die wichtigen Baugruppen (Hauptpfosten, Zwischenpfosten) stärker ausgelegt sind (s. Dokument „001 Statische Beurteilung“).

4.2 Der Einbau der Wasserwand

Die Wasserwand ist optimal geeignet in einem Graben eingebaut zu werden. Unter der offenen Bauweise ist es möglich, die Wasserwand in eine offene Baugrube hineinzustellen, miteinander zu befestigen und / oder an einer im Graben eingebrachten Spundwand zu verschweißen und mit Beton im Graben fest zu vergießen. Es wird eine größtmögliche Standsicherheit erreicht.

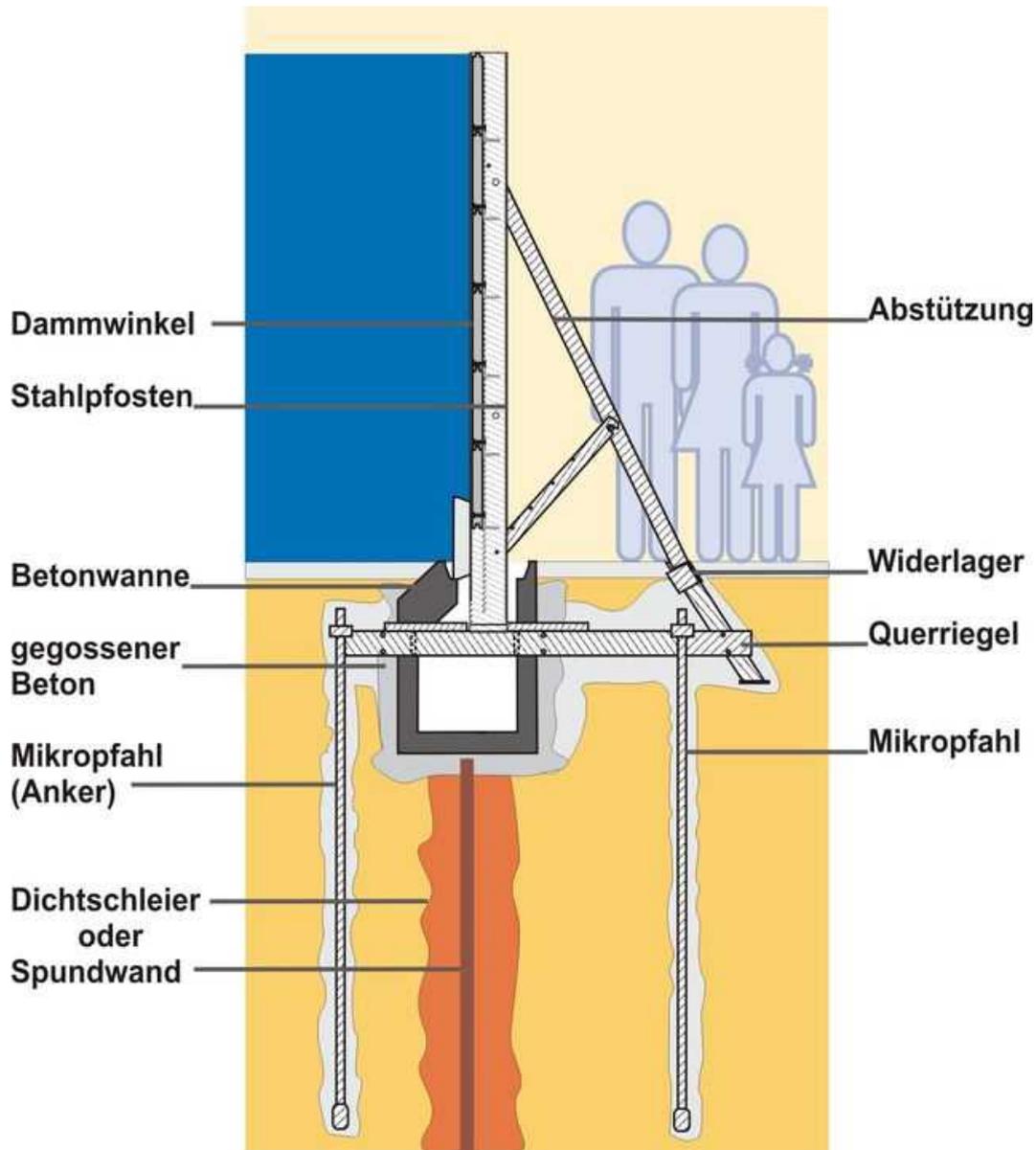


Abbildung 8: Schnittdarstellung Einbau

Arbeitsschritte für den Einbau

- 1. Arbeitsschritt = Herstellen des Grabens
- 2. Arbeitsschritt = Einbringen einer Spundwand oder eines Dichtschleiers
- 3. Arbeitsschritt = Verlegen der WasserWand in den offenen Graben
- 4. Arbeitsschritt = Einsetzen der Mikropfähle und Grabenverfüllung
- Der Einbau ist abgeschlossen.

Die Betonwanne ist mit allen Bauteilen der WasserWand in dem Boden integriert und der optische Gesamteindruck der Umgebung bleibt erhalten. Die Spundwand oder der Dichtschleier schließen eine Unterströmung von Wasser aus. Unterschiedliche Mikropfähle im Querschnitt und in der Länge ermöglichen bei verschiedenen Untergründen die beste Festigkeit und Systemstabilität im Tiefgrund. Mikropfähle sind auf Zug und Druck belastbar und leiten die Kräfte über Mantelreibung in den umgebenen Baugrund ab.

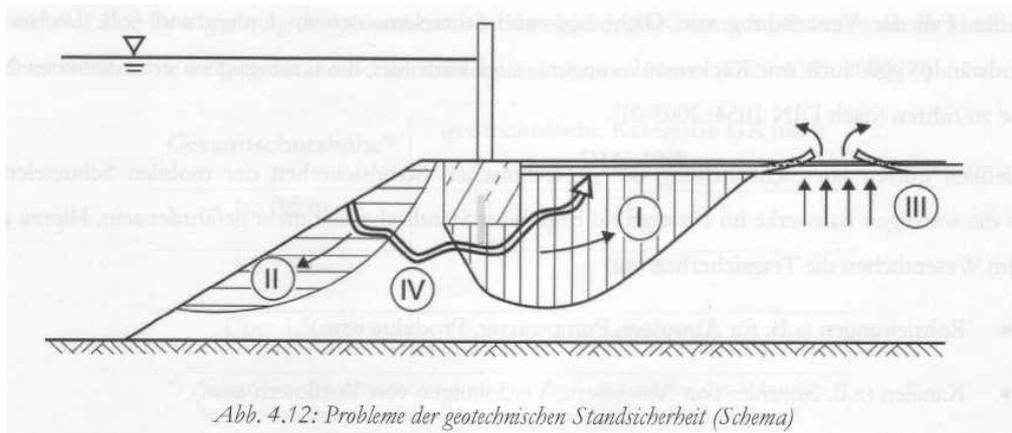


Abbildung 9: Darstellung der Standsicherheit aus dem BWK-Merkblatt

In der Abbildung 9 ist eine Wand mit einem in dem Untergrund dargestellten Betonquader zu sehen. Bei der Wasserwand ist die Standsicherheit und die Gründung im Boden schon durch die technische Vorgabe der Betonwanne und die Kopplung mit Lastaufnahme, Anker und das Vergießen der Betonwanne im Graben mehr als gegeben. Belastungen (Kippen, Gleiten, Unterströmen usw.) bei Hochwasser auf die Wasserwand wie die Kraftübertragung in den Untergrund sind sehr gut gelöst.

4.3 Der Aufbau der Wasserwand

Der Aufbau der Wasserwand erfolgt in drei Aufbauschritten:

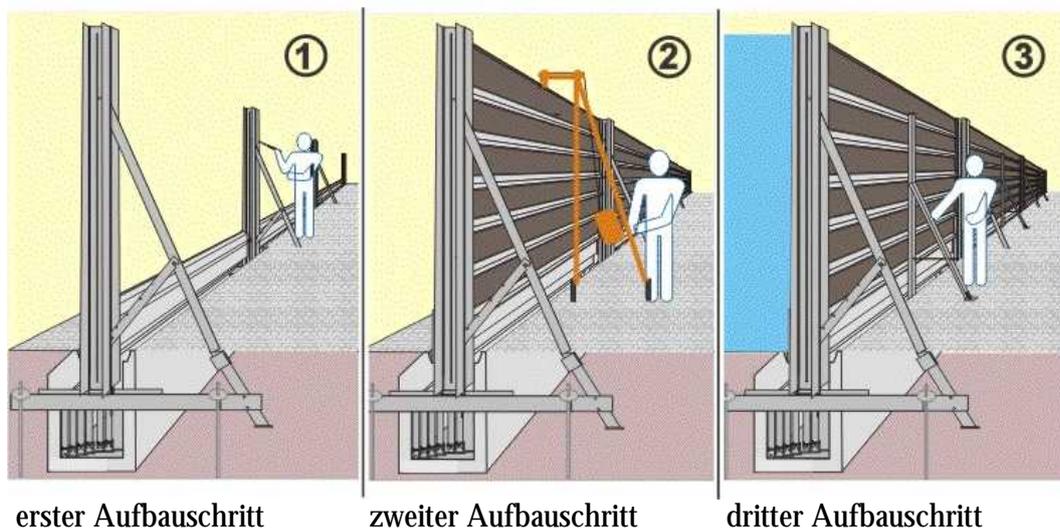


Abbildung 10: Skizzen der Arbeitsschritte

1 Bei dem ersten Aufbauschritt wird der Deckel geöffnet und der Pfosten aufgestellt. Hierzu werden nur zwei Deckelheber und zwei Hebehaken benötigt. Es wird schon ein Schutz von 30 cm gewährleistet.

2 Mit dem zweiten Aufbauschritt werden die Dammwinkel hochgezogen. Hierzu wird ein portabler Kran benötigt.

3 Das Aufstellen der Zwischenpfosten und das Sichern der Wasserwand erfolgt in dem dritten Aufbauschritt. Es wird nur der Spezial-Sabotage-Schlüssel benötigt.

Aufbaueinheit und Hilfsmittel

Die WasserWand Wibbeler ist mit einer Aufbaueinheit ausgestattet, die extern gelagert wird. Der Lagerplatz einer Aufbaueinheit (Kran mit Motorwinde und Rollwagen) benötigt die Größe eines Kleiderschranks.



portabler Kran

Motorwinde

kleiner Rollwagen

Abbildung 11: Die Aufbaueinheit als Hilfsmittel für die WasserWand

Die Aufbaueinheit unterteilt sich in einen motorbetriebenen portablen Kran und einen kleinen Rollwagen. Es werden keine weiteren Aufbauhilfen wie LKW, Bagger, Gabelstapler, Leitern, Rollgerüste und andere Hebewerkzeuge benötigt.

Folgende Aspekte sind für mobile Schutzwände wesentlich:

Strömungsdruck

Bei höherem Strömungsdruck oder bei starkem Wellenschlag z.B. in Kurven können bei der WasserWand mehrere Zwischenpfosten pro WasserWand Feld* gesetzt werden (s. Dokument 015 „TB Verstärkungen“). Diese Zwischenpfosten werden auch in der Betonwanne gelagert. Hierdurch erhöht sich die Aufbauzeit.

Vandalismus und Beschädigung

Die WasserWand besitzt drei Sabotage-Schrauben pro Feld*. Die Sabotage-Schrauben sind in den Bolzen der Hauptpfosten und Zwischenpfosten integriert und können nur mit einem Speziälschlüssel gelöst werden. Alle Bauteile der WasserWand sind so gegen Vandalismus gesichert.

Beschädigungen durch z. B. Anprall eines Fahrzeuges auf der Binnenseite können beim Aufbau ausgetauscht oder, da viele Elemente aus Stahl sind, gut (geschweißt) repariert werden.

* Ein WasserWand Feld ist die aufgebaute Fläche zwischen zwei Hauptpfosten.

5 Die Versuchsdurchführungen

Nr.	Versuch	Beschreibung
5.1	Aufbau	Der Aufbau wird in drei Arbeitsschritten durchgeführt.
5.2	Optimierung des Aufbaus	Nach der Optimierung des Aufbaus ist der Aufbau mit 1 Person auf einer Länge von 10 m in 20 Minuten möglich.
5.3	Dichtigkeit	Die Dichtigkeit ist in einzelne Dichtbereiche unterteilt und wird Bereich für Bereich einzeln bearbeitet und optimiert.
5.3.1	Dichtigkeit Dammwinkel	Für die Dammwinkel sind verschiedene Dichtungen, wie die Mischkunststoff-Dammplatte, optimiert und neu hergestellt worden.
5.3.2	Dichtigkeit Deckel	Am Deckel wie in der Betonwanne sind Spezialdichtungen angebracht worden.
5.3.3	Dichtigkeit Pfosten	Am Pfosten sind verschiedene Dichtungen optimiert worden.
5.3.4	Gesamtversuche der Dichtungen	Die Gesamtdichtigkeit ist in verschiedenen Stauhöhen getestet und dokumentiert worden.
5.4	Treibgutanprall	Mit verschiedenen Geschwindigkeiten und Anprallwinkeln ist ein definierter Treibklotz an die Wasserwand gezogen worden.
5.5.1	Überflutung	Wasser ist in großen Mengen über die Wasserwand gelaufen.
5.5.2	Frosttest	Wasser ist bei Frost in die Fugen der Deckel gefüllt worden und danach ist der Deckel geöffnet worden.
5.5.3	Wasser von der Trockenseite	Wasser wird auf der Trockenseite der aufgebauten Wasserwand gestaut.
5.5.4	Pumpentest	Die Pumpe wird in den Kanal gestellt und das Wasser wird aus dem Kanal in den Staubereich gepumpt.
5.5.5	Säubern	Die Wand wird von vorne und hinten mit den mitgelieferten Hilfsmitteln gesäubert.
5.5.6	Wartung	Wechsel der Dammwinkel, Wechsel der Dichtungen, Wechsel der Pfosten.

Abbildung 12: Tabelle Versuchsszenarien

5.1 Die einzelnen Arbeitsschritte in Bildern mit Aufbauprotokoll

Der Aufbau besteht aus drei Arbeitsschritten. Bei dem Aufbau ist ein Aufbauprotokoll erstellt worden. Dieses enthält die Aufbauzeiten und den zugehörigen Personal- und Arbeitsmittelbedarf.



Abbildung 13: Aufbau 1. Arbeitsschritt

Ende des ersten Aufbauschnittes:

Arbeiten:

- die Deckel sind aufgeklappt
- Zwischenpfosten liegen an der Seite
- Pfosten stehen lotrecht
- die Deckel liegen am Pfosten an

Arbeitszeit:

- ca. 5 – 10 Minuten
- 1 Person
- für 3 Einheiten (9 Meter)

Arbeitsmittel:

- zwei Deckelheber
- zwei Haken

Im ersten Arbeitsschritt ist schon eine Schutzhöhe von ca. 30 cm erreicht.



Abbildung 14: Aufbau 2. Arbeitsschritt

Ende des zweiten Aufbauschnittes:

Arbeiten:

- die Dammwinkel sind hochgefahren und stehen übereinander
- die Klappen haben die Dammwinkel an die Dichtungen der Pfosten gepresst

Arbeitszeit:

- 5 - 10 Minuten
- 1 Person
- 3 Einheiten (9 Meter)

Arbeitsmittel:

- portabler Kran mit Motorseilwinde
- Klappenschließer



Abbildung 15: Aufbau 3. Arbeitsschritt

Ende des dritten Aufbauschlittes:

Arbeiten:

- an den Hauptpfosten sind die Stützarme ins Widerlager gesteckt und oben verbolzt
- der Zwischenpfosten ist aufgestellt und auch verbolzt
- eine Kontrolle der WasserWand ist vorgenommen und das Aufbauprotokoll übergeben worden

Arbeitszeit:

- ca. 5 - 10 Minuten
- 1 Person
- 3 Einheiten (9 Meter)

Arbeitsmittel:

- ein Sabotage-Schlüssel

Alle drei Arbeitsschritte sind durchgeführt. Die WasserWand ist mit einer Aufbauzeit von ca. 20 Minuten und einer Person betriebsbereit und gegen Sabotage / Vandalismus gesichert.

Alle Arbeitsschritte sind getrennt voneinander einzeln (von unterschiedlichen Personen) durchzuführen. Somit verkürzt sich die Aufbauzeit. In den Arbeitsschritten 1 und 3 werden nur wenige Hilfsmittel benötigt, die ohne Fahrzeug (zu Fuß) zum Einsatzort gebracht werden können.

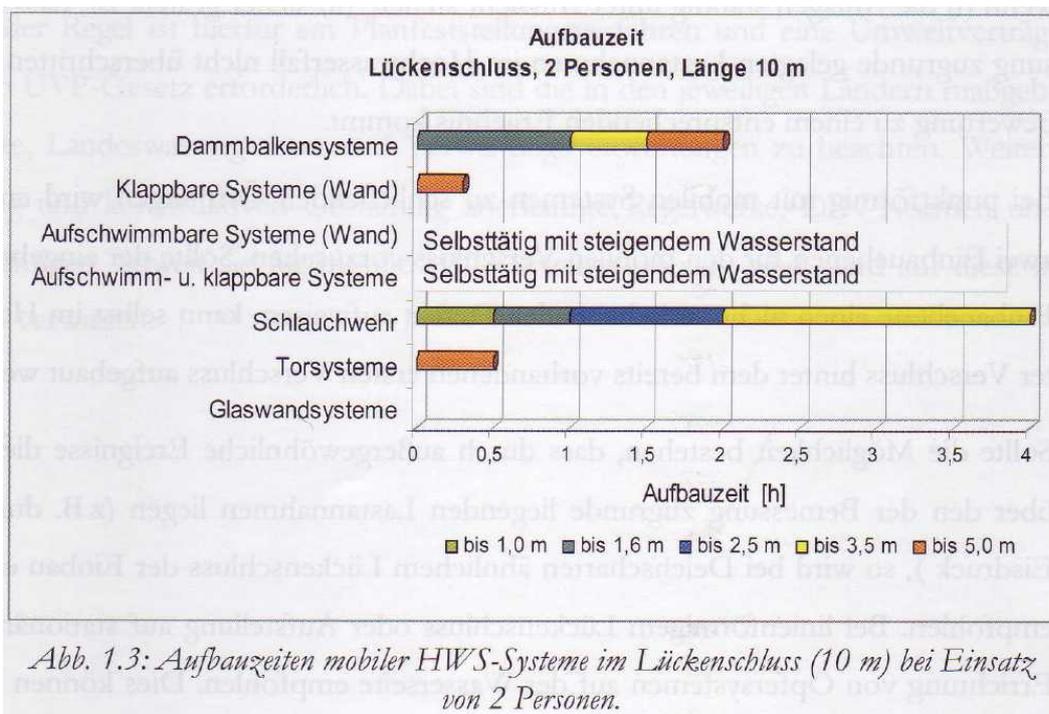


Abbildung 16: BWK-Merkblatt, Aufbauzeiten mobiler Hochwasserschutzsysteme

Die Aufbauzeit der WasserWand Wibbeler beträgt 20 – 30 Minuten mit einer Person, die Zeit für den Aufbau mit 2 Personen beträt ca. 10 – 20 Minuten. Dies ist auch in der Abbildung 16, BWK Merkblatt unter klappbare Systeme /Wand, angegeben.

5.2 Optimierung des Aufbaus

Im Zuge der Testdurchführungen zeigten sich einige Optimierungsmöglichkeiten, die den Aufbau beschleunigen oder sicher machen. Dies sind:

Optimierung der Deckelheber und Deckel:



I. Hebehaken mit Haken



II. Hebehaken mit Magnet

Abbildung 17: Optimierung der Hebehaken

Beim Aufklappen des Deckels ist es möglich, dass sich im Laufe einer gewissen Zeit Schmutz in die Aufnahmen des Deckels setzen. Daher wurde die Möglichkeit geschaffen, mit einem Magneten den Deckel zu öffnen und wieder zu verschleifen.

Optimierung „Bolzen“

Die Bolzen im Hauptpfosten und Zwischenpfosten sind als „Bajonett-Verschluss“ ausgebildet. Hierbei wird der Bolzen durch den ganzen Pfosten gesteckt und, wie bei einem Bajonett-Verschluss, halb gedreht. Ein Zapfen am Ende des Bolzens arretiert den Bolzen. Eine Sabotageschraube sichert den Bolzen gegen unbefugtes Herauslösen.

Optimierung der Aufbaueinheit:



I. Alte Aufbaueinheit



II. Neue Aufbaueinheit

Abbildung 18: Optimierung der Aufbaueinheit

Die ursprünglich eingesetzte Aufbaueinheit stützt sich auf der Trocken- und Wasserseite der Wand ab. So ist es schwer möglich nach dem Aufbau der Wasserwand die Aufbaueinheit zu entfernen. Die neue Aufbaueinheit kann von der Trockenseite eingesetzt werden.

Optimierung „Auflegen des Deckels“



- I. Deckel wird mit der ursprünglichen Aufbaueinheit eingesetzt
- II. Deckel wird mit dem Rollwagen eingesetzt

Abbildung 19: Optimierung Deckel einsetzen

Der Deckel wurde mit der ursprünglichen Aufbaueinheit auf die Wanne gelegt. Die Gefahr bestand darin, dass der Nutzer den Deckel sehr hoch zieht. Dieses bedeutet eine hohe Unfallgefahr, die zu vermeiden ist.

Mit dem Rollwagen kann der Deckel nur begrenzt hochgehoben werden. Dieses geschieht sehr schnell und kontrolliert über eine Hydraulik. Somit ist es viel leichter den Deckel in die Wanne zu legen.

5.3 Dichtigkeit

Zur Überprüfung und Verbesserung der Dichtigkeit wurden die meisten Tests durchgeführt.



I. das Testbecken von der Wasserseite



II. das Testbecken von der Trockenseite

Abbildung 20: Das Testbecken

Die Vorgehensweise ist bei der Optimierung der Dichtigkeit so verlaufen:

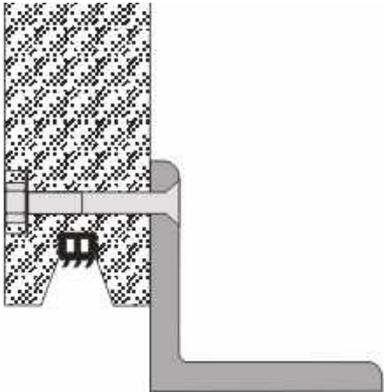
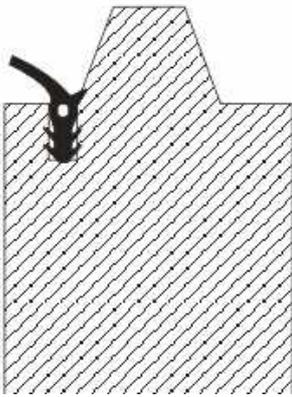
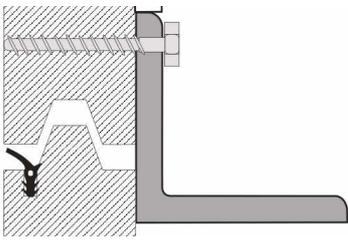
- Jede einzelne Dichtung wurde auf Leckage in verschiedenen Stauhöhen gemessen.
- Weitere Optimierungen sind an der Dichtung vorgenommen worden.
- Alle anderen Dichtungsbereiche wurden bei dem Test mit Silikon abgedichtet.

Daraus sind speziell für die WasserWand Dichtungen hergestellt worden.

Hier werden nun einzelne Dichtungsmaßnahmen vorgestellt, die zur Erhöhung der Dichtigkeit beitragen.

5.3.1 Abdichtung der Dammwinkel:

Zeichnungen und Beschreibung der Auflistung verschiedener Test in Verbindung mit der Dichtigkeit der Dammwinkel.

	Zeichnungen	Problem	Beschreibung	Lösung
		<p>Die Wand ist nicht ausreichend dicht, da Wasser zu den zwei Seiten (links und rechts vom Dammwinkel) auströmt.</p>	<p>Die Dichtung wird unten in den Dammwinkel eingeschlagen. 3 Lamellen und das Zusammenstecken der einzelnen Dammwinkel (Nut-Feder-Prinzip) dichten die Wand ab.</p>	<p>Die Dichtung muss näher zum Anfang des Wassereintrittes und die Wassersäule muss eine weitere Dichtwirkung erzeugen.</p>
			<p>Die Dichtung ist oben auf dem Dammwinkel in eine gefräste Nut geschlagen. Die Dichtlippe steht nach oben und der Wasserdruck drückt die Dichtlippe unter den oben aufliegenden Dammwinkel.</p>	<p>Dies ist schon die optimale Lösung, da die Dichtigkeit der Dammwinkel zueinander und die Dichtigkeit zu den Seiten hin gut gelöst ist. Die Dichtung kann gut ausgewechselt und vor dem Hochziehen optisch kontrolliert werden.</p>
			<p>Der oben aufgedrückte Dammwinkel wird an der Unterkante glatt gehobelt.</p>	<p>Glattes Aufliegen des Dammwinkels und bessere Dichtwirkung.</p>

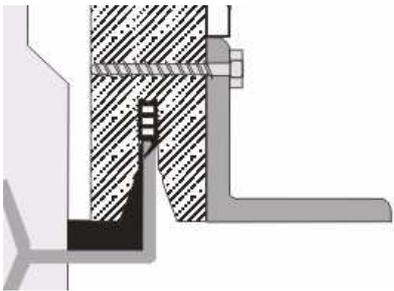
	Zeichnung	Problem	Beschreibung	Lösung
		<p>Der unterste Dammwinkel fällt durch die schräg angebrachte Nut auf den Dammwinkel.</p>	<p>Der untere Dammwinkel steht in dem Winkel des Deckels. Die Dichtung drückt sich auf das Winkeleisen des Deckels. Die Lamelle liegt auf dem Winkel und der Wasserdruck dichtet zusätzlich ab.</p>	<p>Gute Dichtigkeit. Gutes Auswechsell der Dichtung.</p>

Abbildung 21: Dichtungen Dammwinkel

Die Schwierigkeit des Abdichtens des Dammwinkels bestand darin, dass das Dichtgummi in einer Nut unten mittig im Dammwinkel nicht durch den Wasserdruck dicht wurde, sondern durch einen Anpressdruck, der sich automatisch durch das Gewicht der Dammwinkel ergibt. Dies war aber nicht genug und sehr unzureichend in der Dichtwirkung.

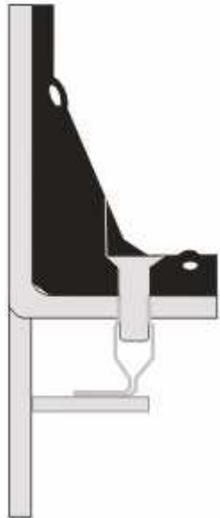
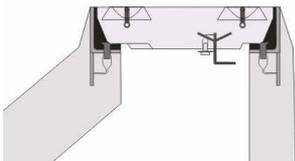
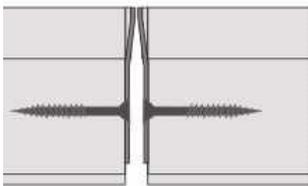


Abbildung 22: Das Dichtgummi wird in die Dammwinkel eingesetzt

Dieses Problem wurde durch die zur Wasserseite in einer Nut gedrückte Dichtung gelöst. Bei dieser Dichtung kann zum einen die Dichtung im aufgebauten Zustand sehr einfach im Bedarfsfall ausgetauscht werden und zum anderen kann, wenn die Dammwinkel in der Wanne liegen, vor dem Aufbau der Wasserwand eine schnelle Sichtkontrolle erfolgen. Die Dichtung ist

so weit vorne, dass sie mit der Pfostendichtung (im Bild weiter unten dargestellt) dicht abschließt. Durch den Wasserdruck, der sich bei höheren Stauhöhen immer stärker ausprägt, wird das Dichtgummi mit der Dichtlippe unter den oberen Dammwinkel gedrückt. Mit diesen einzelnen Maßnahmen sind die Dammwinkel abgedichtet.

5.3.2 Abdichtung der Deckel

	Zeichnungen	Problem	Beschreibung	Lösung
		<p>Die Dichtung würde sich durch die dynamischen Kräfte (Straßenverkehr) aufreiben.</p> <p>Der Beton an der Oberkante der Straße würde wegbrechen.</p> <p>Die Dichtung kann nicht ausgetauscht werden.</p>	<p>Die Dichtung wird eingeschraubt und durch einen eingegossenen Stahlwinkel verstärkt.</p>	<p>Die Dichtung ist dicker und von dem Härtegrad hoch ausgeprägt. Die dynamischen Kräfte können gut aufgenommen werden.</p> <p>Weiterhin ist das Gummi in einem Stahlwinkel verschraubt. Somit ist die Oberkante aus Stahl und das Dichtgummi kann gut ausgewechselt werden.</p> <p>Durch die Auswulstung oben und unten am Dichtgummi ist eine noch höhere Dichtigkeit zu erzielen.</p>
		<p>Dreck darf beim öffnen des Deckels nicht hinderlich sein. Das Pflaster der Straße muss bündig zum Deckel verlaufen.</p>	<p>Schnittdarstellung des Deckels auf der Betonwanne</p>	<p>Optimale Abdichtung im geschlossenen Zustand. Durch die konische Ausprägung kann der Deckel immer geöffnet werden.</p>
		<p>Bei anderen Dichtungen brachen die Dichtungen oft am Deckel ab oder wurden verschoben. Die Dichtigkeit beim geschlossenen Zustand reduzierte sich.</p>	<p>Dichtung zwischen den Deckeln (an den Enden des Deckels). Die Dichtung ist ein Aluprofil und wird geklebt und mit zwei Schrauben am Deckel verschraubt.</p>	<p>Alu rostet nicht, lässt sich gut mit dem Beton verkleben und hat eine gewisse Abriebfestigkeit. Durch das Kleben sind geringe Tolleranzen an den Enden festzustellen. Die Stöße der Deckel werden im geschlossenen Zustand abgedichtet.</p>

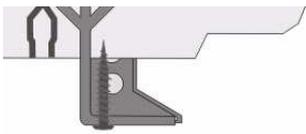
	<p>Wenn der unterste Dammwinkel auf dem Winkeisen des Deckels steht, kann Wasser seitlich ausströmen.</p>	<p>Schnittdarstellung der Dichtung im Winkel des Deckels.</p>	<p>Die Dichtung löst das Problem des seitlichen Austritts von Wasser im Hochwasserfall.</p>
---	---	---	---

Abbildung 23: Dichtungen Deckel

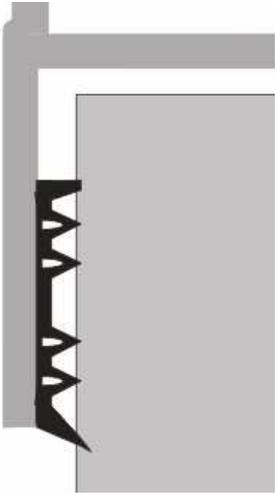
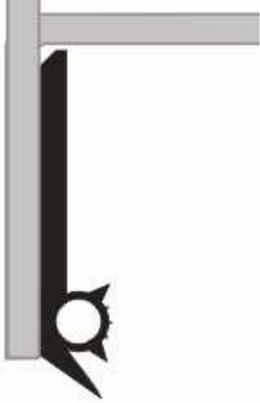
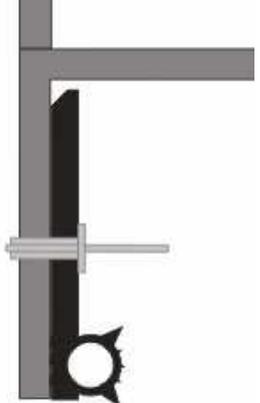
Bei der Abdichtung zwischen Deckel und Wanne sind Spezialdichtungen eingesetzt worden, die zum einen mit einer ausgleichenden Wulst die Toleranzen zwischen Deckel und Wanne ausgleicht und zum anderen die dynamischen Kräfte bei einem geschlossenen Deckel abfedert. Diese Aufgaben sind durch ein stabiles und mit einer hohen Schorhhärte ausgebildetes Dicht- und Auflagegummi gelöst worden. Dieses Gummi kann auch im Wartungsfall durch Lösen von vier Schrauben ausgetauscht werden.



Abbildung 24: Dichtkissen für die Dichtung unter dem Deckel

Das Dichtkissen wurde so modifiziert, dass es sich durch das Hochklappen des Pfostens unter den Deckel drückt und den Zwischenraum (Deckel / Deckel und Pfosten) ganz abdichtet. Bei einem Austausch kann das Dichtkissen einfach aus der Führung gezogen und ausgetauscht werden.

5.3.3 Abdichtung der Pfosten

	Zeichnungen	Problem	Beschreibung	Lösung
		<p>Die Pyramiden- spitzen dichten nicht optimal ab. Es muss ein sehr hoher Anpressdruck auf die Dammwinkel ge- geben werden um eine Dichtwirkung zu erzielen.</p>	<p>Schnittdarstellung der Pfosten- dichtungen mit vier Pyramidenspitzen und seitlich angeordneten Abweisern.</p>	<p>Geringerer Anpressdruck und höhere Dichtwirkung.</p>
		<p>Der Abweiser ist nicht wichtig und verklemt sich nur in die Dammwinkel.</p>	<p>Schnittdarstellung der Pfosten- dichtung mit einer stark ausgeprägten Fahne, einer Rund- dichtung mit Hörnern und einem seitlich an- geordneten Abweiser.</p>	<p>Gute Dichtung und guter An- pressdruck.</p>
			<p>Schnittdarstellung der Pfosten- dichtung mit einer stark ausgeprägten Fahne und einer Runddichtung mit Hörnern, mit einer Niete am Pfosten befestigt.</p>	<p>Gute Dichtung und guter An- pressdruck. Die Dichtung kann gut ausge- wechselt werden.</p>

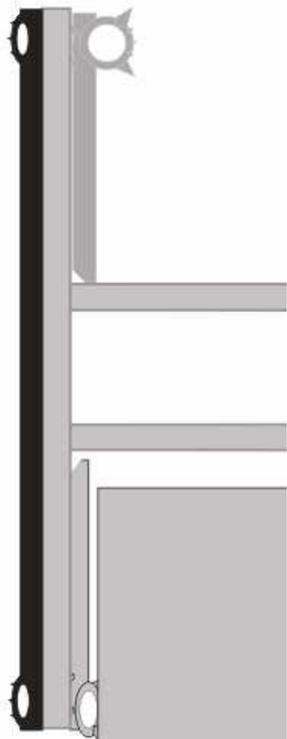
		<p>Schnittdarstellung der Pfosten-Deckel-Dichtung mit einem stark ausgeprägten Flachprofil und Runddichtungen auf beiden Seiten mit Hörnern.</p>	<p>Die Dichtung dichtet den Deckel zum Pfosten hin ab und wird durch den Wasserdruck verstärkt.</p>
---	--	--	---

Abbildung 25: Dichtungen Pfosten

Die Dichtungen der Pfosten werden an den Pfosten vernietet und können bei einer Wartung ausgetauscht werden.



Abbildung 26: Dichtung am Pfosten

Die Abdichtung der Dammwinkel am Pfosten erfolgt durch das Anpressen der Klappen. Die Dichtungen haben vorne eine Rundung. An der Rundung sind Dichtungshörner angebracht. Hierdurch werden die Dammwinkel an die zur Wasserseite hin liegenden Dichtungen gedrückt und dichten die Dammwinkel auf ganzer Länge zum Pfosten hin ab.

5.3.4 Auswertung der Tests:

Es sind 50-mal die Dichtigkeitstest durchgeführt worden. Im Laufe dieser Tests ist die Dichtigkeit erhöht worden. Am Ende der Testreihe ist die Wasserwand dreimal aufgebaut worden und 24 Stunden bei der geforderten Stauhöhe (2,5 Meter / 1,5 Meter) aufgestaut geblieben. Nach den 24 Stunden ist der Verlust an Wasser (zwischen der Stauung 0 Stunden und der Stauung nach 24 Stunden) gemessen und berechnet worden.

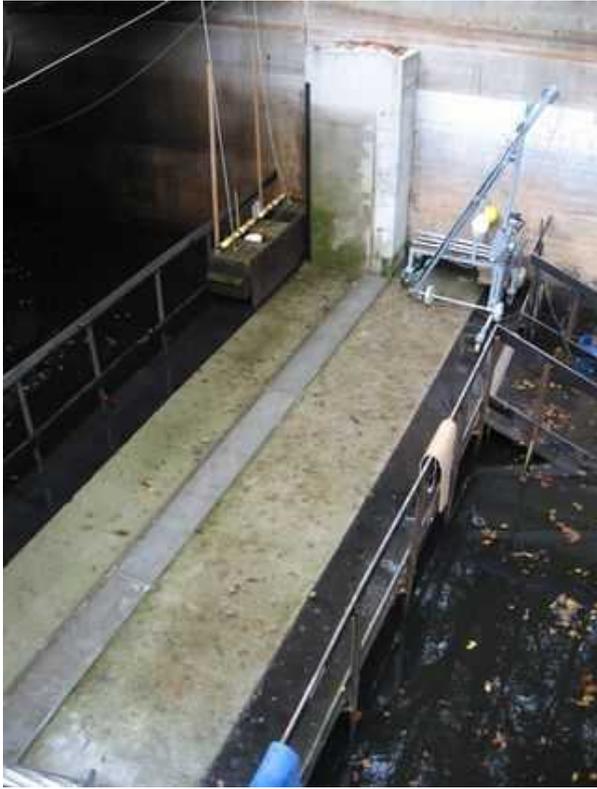
Es ergab eine Leckage von 900 Litern in der Stunde bei einer Stauhöhe von 2,5 Metern und 10 Metern Länge. Bei einer Stauhöhe von 1,5 Metern mit einer Staulänge von 10 Metern ist eine Leckage von 200 Litern pro Stunde gemessen worden. Mit herkömmlichen Mitteln ist eine höhere Dichtigkeit nicht weiter zu erzielen. Mit der Möglichkeit vom Pumpen im Kanal wird die Dichtigkeit bis auf 100 % gesteigert.

5.4 Treibgutversuche

Mobile Wandsysteme weisen in Bezug auf Versagen immer ein Restrisiko aus. Dieses gilt insbesondere für das Durchschlagen mit Treibgut (Totholz, große sperrige Gegenstände, Schiffskörper).

5.4.1 Treibguttest

Der Treibklotz hat ein Gewicht von 400 kg, eine Systemlänge von 3,0 m, eine Aufschlagsfläche von 50 x 50 cm und ist nach den Angaben des BWK-Merkblattes gefertigt worden.



I. Testanlage leer (Treibklotz oben links)



II. Testanlage voll (Treibklotz schwimmt)

Abbildung 27: Testanlage leer und gefüllt mit Treibklotz

In der leeren Testanlage ist der Treibklotz in der zu flutenden Fläche geparkt. Bei der Flutung der Testanlage schwimmt der austarierte Treibklotz auf.



I. Treibklotz wird vor die Wand gezogen



II. Treibklotz steht mit der Aufschlagfläche vor der WasserWand

Abbildung 28: Treibklotz wird vor die WasserWand gezogen

Der Treibklotz ist mit einem Seilsystem und einem Beschleunigungsgewicht verbunden. Durch das Beschleunigungsgewicht wird der Treibklotz mit einer differierten Geschwindigkeit vor die schwächste Stelle der WasserWand gezogen.

5.4.2 Auswertung der Treibgutttests:

Es ist ca. 30-mal der Treibgutttest mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten und Anströmwindeln durchgeführt worden. Hierbei sind einige Optimierungen der Wasserwand erfolgt.

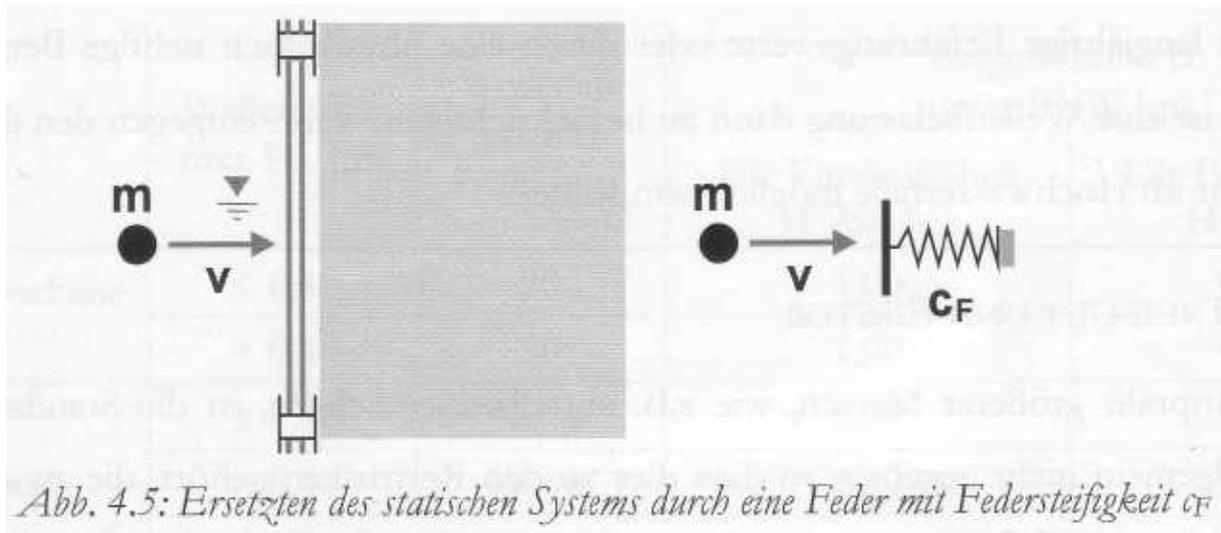


Abbildung 29: Darstellung aus dem BWK-Merkblatt über Federsteifigkeit

Bei den verschiedenen Treibgutttests konnte eine Federsteifigkeit in der Feldmitte eines Feldes von ca. 80 mm gemessen werden ohne dass sich der oberste Dammwinkel verzogen hat.

Fließgeschwindigkeit v in [m/s]	Anströmwinkel in [°]					
	15	30	45	60	75	90
1,0	4	7	10	12	14	14
2,0	7	14	20	24	27	28
3,0	11	21	30	37	41	42
4,0	15	28	40	49	55	56

Tabelle 4.2: Ersatzlasten² für Treibgutanprall [kN]

Abbildung 30: Tabelle aus dem BWK-Merkblatt über Treibgutanprall

Bei den Tests ist eine Fließgeschwindigkeit von 2 m/s – 3 m/s mit einem Anströmwinkel von 90° erreicht worden. Es wurde ein Treibgutanprall von 28 kN – 42 kN erreicht. Hohe Geschwindigkeiten sind nicht dargestellt, da dieses der BWK nicht vorsieht. Diese Tests wurden mehrfach wiederholt. Es sind an der Wasserwand keine Beanstandungen festgestellt worden. Eine Überprüfung der Festigkeit erfolgte visuell an den Schwachstellen.

5.4.3 Test mit spitzen Gegenständen

Das Durchschlagen von Treibgut (spitze Gegenstände oder Eisschollen) konnte in der Versuchsanlage nicht überprüft werden. Der Dammwinkel ist aus einem PE-PP-Mischkunststoff

hergestellt und nach Angaben des Herstellers ist ein Durchschlagen von spitzen Gegenständen im Vergleich zu Alu-Dammbalken nur sehr schwer möglich.

Der Test mit spitzen Gegenständen (Treibgut als Eisgang oder anderes spitzes Treibgut) ist in diesem Fall eine Spitzhacke. Mit großer Wucht wurde versucht in den Kunststoffdammwinkel einzudringen.

Die Spitze der Spitzhacke ist nicht durchgeschlagen und an der trägen Oberfläche (Mischkunststoffmaterial) der Dammwinkel absorbiert.

5.5 Weitere Versuche (Überflutung, Wartung usw.)

5.5.1 Überflutung



I. Überflutung auf der Trockenseite



II. Bild von oben

Abbildung 31: Test Überflutung

Die Belastung des Überlaufens ist an der Pilotwand getestet worden.

- Beim Überlaufen wird das Wasser alle 3 Meter durch den höheren Hauptpfosten unterbrochen.
- Wenn das Wasser nicht so stark über die Wasserwand läuft, wird das Wasser durch die hinter der Wand geschraubten Stahlwinkel (Feldmitte) unterbrochen und läuft aufgewirbelt in den Kanal der Wasserwand die Wand hinunter.

Somit ist der gefürchtete freie Überfall wie an Wehranlagen, die für das System zusätzliche hydrodynamische Belastungen darstellen, gering einzuschätzen.

5.5.2 Der Frosttest

Wasser wurde bei Frost in den Spalt zwischen dem auf der Wanne liegenden Deckel gegeben. Dann wurde versucht den Deckel mit den Deckelhebern von der Horizontalen in die Vertikale zu heben. Dies hat ergeben, dass beim Anfrieren des Deckels das Aufklappen problematisch sein kann, aber durch das Hochheben des Deckels mit dem Rollwagen gelöst werden kann.

5.5.3 Wasser auf beiden Seiten / Wasser auf der Trockenseite

Dieser Test ermöglicht eine Einschätzung der Stabilität und Funktionsfähigkeit der WasserWand bei Hochwasser im rückwärtigen Raum. Denn es ist denkbar, dass über den rückwärtigen Trockenbereich Wasser an die Wand strömt und sich anstaut. Hierdurch entsteht eine völlig andere Last auf die WasserWand. Dieser Test ist mit einer Höhe von 1,00 Meter gemacht worden und mit Zufriedenheit abgeschlossen worden.

5.5.4 Pumpe im Kanal

Keine mobile Wand ist ganz dicht, nur bei der WasserWand Wibbeler besteht die Möglichkeit, dass in dem Kanal Wasser zentral aufgefangen und abgepumpt werden kann. Dies kann Schmutz-, Regen- und auch Leckwasser sein.



Abbildung 32: Pumpe im Kanal

Mit dem Einsetzen der Pumpe im Kanal kann man Wasser aus diesem Kanal mit einem Schlauch über die WasserWand in den Hochwasserbereich leiten. Die Pumpe hat eine Förderleistung von 1000 Litern in der Minute und kann in jedem Haushalt (220 Volt) angeschlossen werden.

5.5.5 Säubern und Einpacken der WasserWand



I: Säubern der WasserWand

II: Einpacken der WasserWand

Abbildung 33: Säubern und Einpacken der WasserWand

Die WasserWand wird im aufgebauten Zustand von beiden Seiten gereinigt.

Dammwinkel und Pfosten werden in der Betonwanne verstaut und mit dem Deckel verschlossen. Es können auch in einer Wand einzelne Bereiche eingepackt werden um Durchfahrten zu gewährleisten.

Das Einpacken der WasserWand geht viel schneller als im Vergleich zu anderen Systemen, da alles vor Ort wieder eingepackt und gelagert werden kann. Die WasserWand ermöglicht eine optimale Reinigung (alle Schmutzstoffe fließen zentral im Kanal zusammen), da die Dammwinkel nicht von innen gesäubert werden müssen.

5.5.6 Wartung

Die Wartung muss schnell und gezielt ablaufen und wird durch ein Checkheft dokumentiert.



Abbildung 34: Schilder an der WasserWand

Für eine bessere und schnellere Wartung sind an der WasserWand Schilder angebracht, die die genauen Positionen der einzelnen WasserWand-Elemente darstellen. Zusätzlich sind Hinweisschilder angebracht, die die Tätigkeiten an diesen Elementen beschreiben.



Abbildung 35: WasserWand wird für eine Wartung aufgehängt

Im aufgebauten Zustand können einzelne WasserWand-Elemente über angebrachte Haken am obersten Dammwinkel an den Pfosten aufgehängt werden.



Abbildung 36: Dichtungswechsel an den Dammwinkeln

Wenn die Wasserwand aufgehängt ist oder an der Aufbaueinheit hängt sind die verschiedenen Dichtungen der Dammwinkel einzeln einfach zu kontrollieren oder auszutauschen.



Abbildung 37: Dichtungswechsel beim Pfosten

Die Pfostendichtungen sind an den Pfosten genietet und können einfach durch Lösen der Niete ersetzt werden.



Abbildung 38: Dichtungswechsel des Dichtkissens

Wenn der Deckel von der Betonwanne abgehoben wird, kann das Dichtkissen herausgezogen und ausgetauscht werden.



Abbildung 39: Wechsel der Dammwinkel

Bei einem Wechsel der Dammwinkel wird ein Pfosten umgeklappt und die ganzen Dammwinkel eines Feldes können komplett ausgetauscht werden.

Durch Lösen der Bolzen am Querriegel können die Hauptpfosten ausgetauscht werden (nicht in Bildern dargestellt). Die Gasdruckfedern werden durch Lösen von Schrauben am Hauptpfosten und an der Betonwanne ausgetauscht (nicht auf den Abbildungen dargestellt).

Alle Bauelemente, bis auf die Betonwanne und der Lastaufnahme mit dem Widerlager, können im Zuge einer Wartung ausgetauscht und erneuert werden.

6 Anhang

6.1 weitere Dokumente

Folgende Dokumente sind auf der Dokumenten-CD WasserWand Wibbeler und für Kunden wie interessierte Partner auf Anfrage erhältlich.

Dokumenten-Nr.:	Bezeichnung	Seiten
001	Statische Beurteilung (Zusammenfassung)	9
002	Anfahrt Referenzanlage	1
003	Betriebsanleitung	100
004	Fachartikel der WasserWand	7
005	Einbau der WasserWand	7
006	Internetauftritt	11
007	TB Aufbaueinheit	7
008	TB Betonwanne	2
009	TB Dammwinkel	4
010	TB Deckel	2
011	TB Doppel-Endpfosten	3
012	TB Einzel-Endpfosten	3
013	TB Hauptpfosten	3
014	TB Lastübertragung	3
015	TB Verstärkung	1
016	TB Zwischenpfosten	1
017	TB WWW	7
018	PP WWW	19
019	Film Anprall Treibgut	
020	Film Testbecken	
021	Antrag auf Förderung DBU	26
022	Antrag auf Nachbewilligung DBU	15
023	Abschlussbericht WasserWand Wibbeler DBU	40

Abbildung 40: Tabelle Dokumentationen

6.2 Kooperationspartner

Die wichtigsten Kooperationspartner und Lieferanten in alphabetischer Reihenfolge:

Firmenname:	Adresse:	Person:	Aufgaben
Gummi-plast	Gernsheim	Herr Schild	Gummihersteller
Peterjohann Consulting	München	Herr Peterjohann	Berater Projektarbeit
Reluma GmbH	Großrückerwalde	Herr Elgs	Kunststoffhersteller
Ruhrverband Essen	Essen	Herr Jäger	Testanlage
Schulze Ingenieur GmbH	Düsseldorf	Herr Dipl.-Ing. Hans-Bernd Schulze	Ingenieur Wasserbau
Stog GmbH	Waltrop	Herr Stog	Berater Projektarbeit
Völker Tiefbau	Gladbeck	Herr Brömmel	Tiefbauer
Westrohr GmbH	Münster	Herr Valtwies	Betonbauer
Büro Wildner	Greven	Herr Lopes	Statiker
Wüller GmbH	Emsdetten	Herr Wüller	Metallbau
Zenit GmbH	Mühlheim	Herr Nolden	Wirtschaftsnetzwerk

Abbildung 41: Tabelle der Kooperationspartner

6.3 Liste der Veröffentlichungen

In folgenden Veröffentlichungen ist die WasserWand dargestellt:

Datum	Bezeichnung
09 / 2006	Aqua Alta 2006 in Hamburg
11 / 2007	Fachzeitung Hochwasserschutz
12 / 2007	Osnabrücker Zeitung
12 / 2007	Kongress Hochwasserschutz in Andernach
01 / 2008	Westfälische Nachrichten
07 / 2008	Wirtschaft aktuell Steinfurt

Abbildung 42: Tabelle der Veröffentlichungen

6.4 Dokumenten-CD WasserWand-Wibbeler

.

.